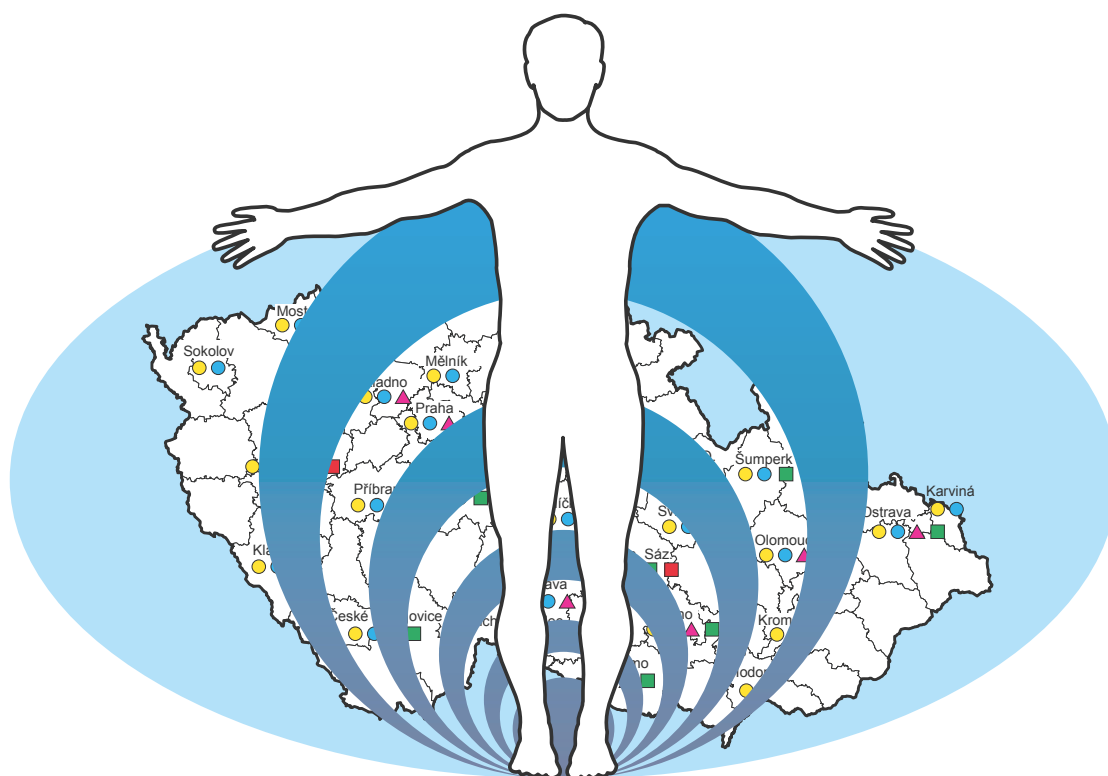


System monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí

Environmental Health Monitoring System in the Czech Republic

Souhrnná zpráva za rok 2021
Summary Report 2021



Státní zdravotní ústav
National Institute of Public Health

Praha, září 2022
Prague, September 2022

**System monitorování zdravotního stavu obyvatelstva
České republiky ve vztahu k životnímu prostředí**

***Environmental Health Monitoring System
in the Czech Republic***

**Souhrnná zpráva za rok 2021
*Summary Report 2021***



Státní zdravotní ústav
Praha, září 2022

*National Institute of Public Health
Prague, September 2022*

**Ústředí Systému
monitorování zdravotního stavu obyvatelstva
ve vztahu k životnímu prostředí**

Headquarters of the Environmental Health Monitoring System

Státní zdravotní ústav, Šrobárova 49/48, Praha 10, 100 00
National Institute of Public Health, Šrobárova 49/48, Prague 10, 100 00

Ředitelka ústavu / *Director of the Institute:* MUDr. Barbora Macková
Ředitelka Ústředí monitoringu / *Director of the Headquarters:* MUDr. Růžena Kubínová

Garanti subsystémů / *Leaders of the subsystems:* prof. MUDr. Milena Černá, DrSc., MUDr. Helena Kazmarová, MUDr. František Kožíšek CSc., MUDr. Jana Kratěnová, MUDr. Vladimíra Lipšová, prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc., MUDr. Zdeňka Vandasová

Autoři / *Authors:*

- **2. kapitola / 2. *Chapter:*** MUDr. Helena Kazmarová, RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D., Bc. Linda Kuklová, Ing. Mirka Mikešová, RNDr. Lenka Pekařová, Ing. Věra Vrbíková
- **3. kapitola / 3. *Chapter:*** Ing. Daniel Weyessa Gari, Ph.D., MUDr. František Kožíšek, CSc., Mgr. Martina Myšáková, Mgr. Petr Pumann
- **4. kapitola / 4. *Chapter:*** MUDr. Zdeňka Vandasová
- **5. kapitola / 5. *Chapter:*** Ing. Veronika Kýrová, Ph.D., doc. MVDr. Vladimír Ostrý, CSc, Ivana Procházková, prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc., RNDr. Irena Řehůrková, Ph.D.
- **6. kapitola / 6. *Chapter:*** prof. MUDr. Milena Černá, DrSc., Mgr. Andrea Krsková, Ph.D., RNDr. Vladimíra Puklová
- **7. kapitola / 7. *Chapter:*** MUDr. Naděžda Čapková, RNDr. Michala Lustigová, Ph.D.
- **8. kapitola / 8. *Chapter:*** MUDr. Zdenka Fenclová, CSc., Dana Havlová, doc. MUDr. Pavel Urban, CSc., Bc. Michaela Voříšková, DiS

Spolupracující organizace: zdravotní ústavy a krajské hygienické stanice ČR
Co-operating organizations: *Regional Public Health Institutes and Public Health Authorities*

Redakce / *Editor:* RNDr. Vladimíra Puklová

ISBN 978-80-7071-417-1

1. vydání / *1st edition*

Zpráva je zpracována na základě usnesení vlády ČR 369/91, 810/1998 a 743/2020.
This Report was compiled according to the Government Resolutions Nos. 369/1991, 810/1998 and 743/2020.

Text Souhrnné zprávy a detailních odborných zpráv je prezentován na internetové adrese Státního zdravotního ústavu v Praze <http://www.szu.cz/publikace/monitoring-zdravi-a-zivotniho-prostredi>

This Summary Report and more detailed technical reports are available on the NIPH Prague website <http://www.szu.cz/topics/environmental-health/environmental-health-monitoring>

OBSAH

1. ÚVOD	5
2. ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY A RIZIKA ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ	7
2.1 Znečištění ovzduší ve městech	7
2.2 Vliv znečištěného ovzduší na zdraví	19
3. ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY A RIZIKA ZNEČIŠTĚNÍ PITNÉ A REKREAČNÍ VODY	31
3.1 Kvalita pitné vody	31
3.2 Expozice kontaminantům z pitné vody	35
3.3 Teoretické zvýšení počtu nádorových onemocnění	36
3.4 Jakost vody ve veřejných a komerčně využívaných studnách	37
3.5 Ukazatele přímého poškození zdraví z pitné vody	37
3.6 Monitoring kvality rekreačních vod ve volné přírodě	38
4. ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY A RUŠIVÉ ÚČINKY HLUKU	43
5. ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY ZÁTĚŽE LIDSKÉHO ORGANISMU CIZORODÝMI LÁTKAMI Z POTRAVINOVÝCH ŘETĚZCŮ, DIETÁRNÍ EXPOZICE	44
5.1 Systém vzorkování potravin reprezentujících obvyklou dietu populace v ČR	45
5.2 Cílený monitoring hygienické a zdravotní nezávadnosti potravin v ČR	46
5.3 Dietární expozice vybraným chemickým látkám	49
6. LIDSKÝ BIOMONITORING	58
6.1 Polychlorované bifenylly (PCB)	58
6.2 Organické chlorované pesticidy (OCP)	59
6.3 Per- a polyfluorované alkylované sloučeniny (PFAS)	61
6.4 Bromované zpomalovače hoření (BFR)	63

CONTENTS

1. INTRODUCTION	5
2. HEALTH EFFECTS AND RISKS OF AIR POLLUTION	7
2.1 Air pollution in cities	7
2.2 Health effects of air pollution	19
3. HEALTH RISKS FROM DRINKING AND BATHING WATER POLLUTION	31
3.1 Drinking water quality	31
3.2 Exposure to contaminants from drinking water	35
3.3 Cancer risk from drinking water	36
3.4 Water quality in public and commercial wells	37
3.5 Health impairment related to drinking water	37
3.6 Monitoring of the bathing water quality	38
4. COMMUNITY NOISE AND HEALTH	43
5. CONTAMINANTS IN FOOD CHAINS AND THEIR IMPACT ON HUMAN HEALTH, DIETARY EXPOSURE	44
5.1 Food sampling system reflecting the customary diet of the Czech population	45
5.2 Targeted monitoring of the hygiene and health safety of food in the Czech Republic	46
5.3 Dietary exposure to selected chemical substances	49
6. HUMAN BIOMONITORING	58
6.1 Polychlorinated biphenyls (PCBs)	58
6.2 Organic chlorinated pesticides (OCP)	59
6.3 Per- and polyfluorinated alkylated substances (PFASs)	61
6.4 Brominated flame retardants (BFR)	62

7. ŠETŘENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU OBYVATELSTVA ČR	67	7. CZECH POPULATION HEALTH SURVEY	67
7.1 Odhad vaskulárního (cévního) věku	68	7.1 <i>Vascular age estimation</i>	68
7.2 Využívání preventivní péče	71	7.2 <i>The use of preventive health care services</i>	71
8. ZDRAVOTNÍ RIZIKA PRACOVNÍCH PODMÍNEK A JEJICH DŮSLEDKY	79	8. OCCUPATIONAL HEALTH HAZARDS AND THEIR CONSEQUENCES	79
8.1 Monitorování expozice na základě údajů z kategorizace prací a pracovišť	79	8.1 <i>Exposure monitoring based on data from categorization of work and workplaces</i>	79
8.2 Monitorování zdravotních účinků rizikových faktorů práce – Národní zdravotní registr nemocí z povolání	81	8.2 <i>Monitoring the health effects – National Health Register of Occupational Diseases</i>	81
9. ZÁVĚRY	88	9. CONCLUSIONS	88

1. ÚVOD

Systém monitorování je uceleným systémem pravidelného sběru expozičních a zdravotních dat, a jejich hodnocení z hlediska zdravotních rizik. Umožňuje odborně posoudit míru a dopady expozice české profesionálně neexponované populace zdraví škodlivým látkám z různých zdrojů a jejich dlouhodobý vývoj. Monitoring generuje objektivní podklady pro řízení zdravotních rizik a pro tvorbu zdravotních politik a strategií. Státní zdravotní ústav poskytuje data orgánům ochrany veřejného zdraví a státní správě, včetně dotčených ministerstev; informace jsou dostupné také pro veřejnost na webových stránkách SZÚ. Výstupy monitoringu jsou zasílány do celoevropských informačních sítí a databází, a jeho činnost se staly součástí plnění mezinárodních úmluv nebo požadavků Evropské unie.

Výroční zpráva monitoringu za rok 2021 přináší informace o kvalitě ovzduší v různých typech městského i venkovského prostředí, zejména pokud jde o znečištění aerosolovými částicemi a zástupcem polycyklických aromatických uhlovodíků benzo(a)pyrenem. Ukazuje také dlouhodobé trendy znečištění ovzduší těmito škodlivinami jak v městských rezidenčních oblastech, tak v městských oblastech zatížených průmyslem nebo dopravou. Tato zpráva přináší také standardní sadu informací o kvalitě pitné vody z veřejných vodovodů ČR a hodnocení kvality rekreačních vod v koupací sezóně 2021. Hodnocení dietární expozice prezentuje výsledky další dvouleté periody monitoringu toxických látek v celém spotřebním koší potravin a ukazuje dlouhodobé trendy. Kromě toho uvádí přehled výskytu toxinogenních plísní ve vybraných druzích potravin. V lidském biomonitoringu přinášíme nová zjištění o obsahu všudypřítomných organických látek v mateřském mléku českých žen, například chlorovaných pesticidů, bromovaných zpomalovačů hoření nebo perfluoroalkylovaných sloučenin. Prezentujeme také ukazatele zdravotního stavu obyvatelstva, konkrétně odborný odhad cévního věku české dospělé populace, který predikuje riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění, a to na základě výsledků 2. etapy celonárodního šetření zdravotního stavu dospělé populace (EHES). Zpráva za rok 2021 obsahuje také tradičně zpracovávané údaje o počtu exponovaných zaměstnanců zdraví škodlivým látkám a faktorům v pracovním prostředí a o incidenci nemocí z povolání.

1. INTRODUCTION

The Environmental Health Monitoring System is a comprehensive system of regular collection of exposure and health data and their evaluation in terms of health risks for the Czech population. It enables an expert assessment of the level and impact of the exposure of non-professionally exposed population groups to substances harmful to health from various sources and their long-term development. The system generates objective data for health risk management and the elaboration of health policies and strategies. The National Institute of Public Health provides data to public health protection authorities and state administration, including relevant ministries; information is also available to the public on the NIPH websites. Monitoring outputs have been sent to European information networks and databases, and its activities have become part of the fulfilment of international conventions and requirements of the European Union.

The annual monitoring report for the year 2021 provides information on air quality in various types of urban and rural environments, especially regarding pollution by aerosol particles and the polycyclic aromatic hydrocarbon representative benzo[a]pyrene. It also shows long-term trends in air pollution by these pollutants both in urban residential areas and in urban areas burdened by industry or traffic. This report also provides a standard set of information on the quality of drinking water from public water supply systems in the Czech Republic and the evaluation of the quality of recreational waters in the bathing season 2021. The assessment of dietary exposure presents the two-year period results of monitoring the toxic substances in the entire food consumption basket and shows long-term trends. In addition, it provides an overview of the occurrence of toxigenic fungi in selected types of food. In human biomonitoring, we present new findings about the content of ubiquitous organic substances in the breast milk of Czech women, for example chlorinated pesticides, brominated flame retardants or perfluoroalkylated substances. We also present indicators of the health status of the population, specifically an estimate of the vascular age of the Czech adult population, which predicts the risk of developing cardiovascular diseases, based on the results of the 2nd round of the nationwide

Systém monitorování je realizován na základě Usnesení vlády ČR 369/1991, jednotlivé subsystémy jsou v rutinním provozu od roku 1994. Monitoring je jako úkol sektoru zdravotnictví zakotven v Zákoně 258/2000 Sb., v současném znění, a podílí se na plnění úkolů Strategického rámce Zdraví 2030.

Systém monitorování byl v roce 2021 realizován v šesti subsystémech:

- zdravotní důsledky a rizika **znečištění ovzduší** (subsystém I),
- zdravotní důsledky a rizika **znečištění pitné a rekreační vody** (subsystém II),
- zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, **dietární expozice** (subsystém IV),
- **lidský biomonitoring** (subsystém V),
- sledování **zdravotního stavu obyvatelstva** (subsystém VI),
- zdravotní rizika **pracovních podmínek** a jejich důsledky (subsystém VII).

Subsystém III, zabývající se vlivy hluku na zdraví, v roce 2021 neprobíhal, více na str. 43.

Zabezpečení a řízení jakosti (QA/QC) práce analytických laboratoří, které analyzují vzorky sbírané v rámci Systému monitorování, je součástí programů práce samotných laboratoří za podpory organizací, kterým přísluší. Jedná se o laboratoře zdravotních ústavů, jiných institucí či laboratoře soukromé. Hlavními částmi systému zabezpečení jakosti analýz u laboratoří v Systému monitorování zůstávají prvky procesu akreditace či autorizace. Většina spolupracujících laboratoří má akreditované metody podle ČSN EN ISO/ICE 17025.

Podrobné výsledky monitorování z jednotlivých subsystémů jsou uvedeny v odborných zprávách, které jsou uvedeny na internetové adrese Státního zdravotního ústavu www.szu.cz/publikace/monitoring-zdravi-a-zivotniho-prostredi.

health survey of the adult population (EHES). The report 2021 also contains traditionally processed data on the number of employees exposed to health-harmful substances and factors in the occupational environment and on the incidence of occupational diseases.

The monitoring system was implemented in 1994 based on Resolution of the Government of the Czech Republic No 369/1991. Monitoring as a task of the healthcare sector is involved in the Act 258/2000 Coll., in the current version, and participates in the fulfilment of tasks of the Health 2030 strategic framework.

In 2021, the monitoring system was operated in six subsystems as follows:

- *Health risks from **air pollution** (Subsystem I);*
- *Health risks from **drinking and bathing water pollution** (Subsystem II);*
- ***Dietary exposure** (Subsystem IV);*
- ***Human biomonitoring** (Subsystem V);*
- ***Health status of the population** (Subsystem VI);*
- ***Occupational health hazards and their consequences** (Subsystem VII).*

Subsystem III dealing with the effects of noise on health did not take place in 2021, see page 43.

Quality assurance and control (QA/QC) in the analytical laboratories participating in the Monitoring system is part of the work programs of the laboratories themselves with the support of the organizations to which they belong – the regional public health institutes, other organizations or private laboratories. The main parts of the quality assurance system at laboratories in the Monitoring system remain the elements of the accreditation or authorization process. Most of the cooperating laboratories have accredited methods according to ČSN EN ISO/ICE 17025.

More detailed information is presented in the particular technical reports (in Czech) available at the NIPH website www.szu.cz/publikace/monitoring-zdravi-a-zivotniho-prostredi. For this Summary report, see also www.szu.cz/topics/environmental-health/environmental-health-monitoring.

2. ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY A RIZIKA ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

Subsystem I zahrnuje sledování vybraných ukazatelů kvality venkovního a vnitřního ovzduší. Výsledky měření koncentrací znečišťujících látek ve venkovním ovzduší jsou získávány v základní síti až 150 měřících stanic v sídlech, z nichž většinu spravuje Český hydrometeorologický ústav (ISKO ČHMÚ). Ze sítě provozované ČHMÚ byla v roce 2021 do zpracování zahrnuta data stanic měřících základní škodliviny a výběrově těžké kovy, polycyklické aromatické uhlovodíky a benzen. Celkem 19 měřících stanic provozují zdravotní ústavy (CS-MON). Zpráva systému monitorování v roce 2021 zahrnuje měřící stanice ve 105 sídlech a v 10 pražských částech. Kvalita ovzduší je hodnocena pro zdravotně nejvýznamnější škodliviny suspendované částice velikostních frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$, oxid dusičitý (NO_2), kovy (arzen – As, kadmium – Cd, nikl – Ni, olovo – Pb), benzen a benzo[a]pyren (BaP) jako zástupce polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU).

2.1 Znečištění ovzduší ve městech

V městech a v městských aglomeracích jsou hlavními zdroji znečištění ovzduší doprava a procesy s ní spojené (primární spalovací a nespalovací emise – resuspenze, otěry, koroze atd.) a emise z malých energetických zdrojů. Doprava je majoritním zdrojem oxidů dusíku, hrubých (frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$) i jemných aerosolových částic ($PM_{1,0}$ a dalších frakcí ultra-jemných částic), chrómu a niklu, olova (resuspenze), těžkých organických látek – VOC (zážehové motory), polycyklických aromatických uhlovodíků – PAU (vznetové motory), a ve svém součtu velmi významných emisí skleníkových plynů – oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého (cca 10^2 až 10^3 g $CO_2/1$ km/vozidlo). Malé, lokálně významné energetické zdroje spalující plyn a pevná fosilní paliva, pak mohou být nezanedbatelným zdrojem oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, PAU a aerosolových částic s významným podílem částic ultra-jemné frakce. Malé průmyslové podniky jsou zdrojem aerosolu, pachově postižitelných látek, kovů a VOC. Samostatnou kapitolu představuje okolí velkých průmyslových a energetických zdrojů nebo oblasti významně zatížené dálkovým přenosem, obojí významně ovlivňuje kvalitu ovzduší v ostravsko-karvinské a severočeské aglomeraci. Je třeba zmínit

2. HEALTH EFFECTS AND RISKS OF AIR POLLUTION

Subsystem I includes the monitoring of selected outdoor and indoor air quality indicators. The results of pollutant concentration measurements in outdoor air are obtained from the basic network of up to 150 measuring stations in sites which are in the main managed by the Czech Hydrometeorological Institute (ISKO CHMI). From the network operated by the CHMI, data from stations measuring basic pollutants and selected heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons and benzene were included for processing in 2021. A total of 19 measuring stations is operated by health institutes (CS-MON). The monitoring system report for 2021 includes measuring stations in 105 municipalities and 10 Prague districts. Air quality is evaluated for the most health-significant pollutants, such as suspended particles (PM_{10} , $PM_{2,5}$), nitrogen dioxide (NO_2), metals (As, Cd, Ni, Pb), benzene and benzo[a]pyrene (BaP).

2.1 Air pollution in cities

In cities and urban agglomerations, the main sources of air pollution are traffic and associated processes (primary combustion and non-combustion emissions, resuspension, abrasion, corrosion etc.) and emissions from small energy sources. Traffic is a major source of nitrogen oxides, coarse (PM_{10} and $PM_{2,5}$ fractions) and fine aerosol particles ($PM_{1,0}$ and other fractions of ultra-fine particles), chromium and nickel, lead (resuspension), volatile organic substances – VOC (ignition engines), polycyclic aromatic hydrocarbons – PAHs (diesel engines), and in their sum highly significant emissions of greenhouse gases – carbon monoxide and carbon dioxide (approx. 10^2 to 10^3 g $CO_2/1$ km/vehicle). Small, locally significant energy sources that burn gas and solid fossil fuels can be appreciable sources of nitrogen oxides, carbon monoxide, PAHs and aerosol particles with a significant proportion of ultra-fine fraction particles. Small industrial enterprises are a source of aerosol, malodorous substances, metals and VOCs. A separate issue is the vicinity of large industrial and energy sources or areas significantly burdened by long-distance transmission, both of which significantly affect air quality in the Ostrava-Karviná and North Bohemian agglomerations. It is also necessary to note

Tab. 2.1.1 Počet měřicích stanic zahrnutých do zpracování, 2021

Tab. 2.1.1 The number of measuring stations included into the assessment, 2021

Škodlivina Pollutant	Počet stanic No. of stations	Škodlivina Pollutant	Počet stanic No. of stations
PM ₁₀	150	NO	71
PM _{2,5}	80	NO _x	73
NO ₂	72	CO	12
PAU	48	O ₃	56
Benzen / Benzene	33	SO ₂	45
Kovy ve frakci PM _{10/2,5} / Metals in PM10/2.5 (As, Cr, Cd, Mn, Ni, Pb)			53/3

i problém sekundárních škodlivin včetně ozonu vznikajícího v ovzduší z emitovaných prekursorů (VOC).

Údaje o hmotnostních koncentracích jsou k dispozici zejména pro základní měřené látky, kterými jsou aerosolové částice frakce PM₁₀ (PM_{2,5}) a NO₂. Podle osazení zahrnutých měřicích stanic jsou doplněny daty o dalších polutantech. Do hodnocení byly zahrnuty údaje o úrovni znečištění republikového pozadí, získané primárně v rámci příslušných měřicích programů na stanicích EMEP provozovaných ČHMÚ (Co-operative programme for the monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe) v Košetcích a na Bílém Kříži, ale i dalších vhodně lokalizovaných stanic. Pro hodnocení vlivu dopravní zátěže jsou využívána data z dopravně extrémně zatížených stanic („traffic hot spot“) v Praze, Brně, Ústí n/L a v Ostravě.

Počet měřicích stanic, jejichž údaje byly využity k hodnocení potenciální expozice obyvatel a zdravotních dopadů, uvádí pro jednotlivé škodliviny tab. 2.1.1.

Měřené hodnoty byly v roce 2021 významně ovlivňovány aktuálními mikroklimatickými podmínkami. Platí to zejména v případě suspendovaných částic, PAU a oxidů dusíku. Významná jsou zvláště dlouhodobější letní období sucha. Podle zprávy ČHMÚ „Předběžné hodnocení kvality ovzduší v roce 2021“ z ledna 2022 byl rok 2021 z meteorologického hlediska a souvisejícího rozptylu znečišťujících látek průměrný a v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 lze většinu měsíců roku 2021 hodnotit jako měsíce se standardními rozptylovými podmínkami. Rok 2021 považuje ČHMÚ z hlediska kvality ovzduší za velmi příznivý [1].

Samostatnou kapitolu představuje v roce 2021 období únor až duben tj. pandemie SARS-CoV-2. Významným

the issue of secondary pollutants, including ozone formed in the air from emitted precursors (VOCs).

Data on mass concentrations are available particularly for the basic measured substances, which are aerosol particles of PM₁₀ (PM_{2,5}) fractions and NO₂. Data on other pollutants are supplemented according to the deployment of included measuring stations. Evaluation included data on the level of background pollution in the Czech Republic obtained primarily from respective measurement programmes at EMEP stations operated by the CHMI (Co-operative program for the monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe) in Košetice and Bílý Kříž and other suitably located stations. Data from traffic hot spots in Prague, Brno, Ústí n/L and Ostrava are used to evaluate the influence of traffic load.

The number of measuring stations whose data were used to assess potential population exposure and health impacts for individual pollutants is listed in Tab. 2.1.1.

The measured values in 2021 were significantly influenced by the microclimatic conditions at the time. This is especially true in the case of suspended particles, PAHs and nitrogen oxides. Extended dry periods in the summer are particularly significant. The CHMI report «Preliminary assessment of air quality in 2021» from January 2022 states that the year 2021 was average from a meteorological point of view and associated pollutant dispersion and was normal in terms of temperature and precipitation in the Czech Republic. Compared to the ten-year mean in 2011–2020, most months in 2021 can be rated as months with standard dispersion conditions and air quality as very favourable in 2021 [1].

způsobem poklesla tranzitní, cílová i vnitroměstská doprava (až o 40 %), rozšíření fenoménu „home-office“ ale vedlo ke zvýšení nároků na domácí vytápění. Nižší intenzita dopravy se projevila především ve velkých městech, zvláště v okolí dopravních uzlů, vliv malých a středních zdrojů tepla pak nejvíce v okrajových částech měst a v malých sídlech.

Tato fakta dlouhodobě korespondují s úrovní čerpání imisních limitů průměrných ročních koncentrací škodlivin a aktualizovaných doporučených mezních hodnot Směrnice Světové zdravotnické organizace (WHO) ze září 2021 [6] v základních typech městských lokalit (pozařovná, dopravní a průmyslová). Zatímco na republikových pozařovných stanicích byly v roce 2021 imisní limity sledovaných látek čerpány maximálně do 50 % ($PM_{2,5}$), v průmyslových lokalitách bylo v případě benzo[a]pyrenu zjištěno jejich i násobné překročení. V porovnání s aktualizovanými doporučeními WHO tam opakovaně nepříznivě vycházejí roční koncentrace suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$, které doporučení WHO překročily v průměru až o 50 %. Roční imisní limit byl u frakce $PM_{2,5}$ překročen na osmi stanicích a u benzo[a]pyrenu na 17 stanicích ležících v obou případech převážně v Moravskoslezském kraji (MSK). U frakce PM_{10} bylo pouze na čtyřech stanicích překročeno kritérium počtu překročení denního imisního limitu za rok. Kritérium nepřekročení $10 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ stanovené WHO pro oxid dusičitý naplnilo 19 % měřicích stanic.

Kvalitu venkovního ovzduší lze hodnotit dvojím způsobem. První je zaměřen na hodnocení koncentrací škodlivin na jednotlivých stanicích. Ve druhém případě je kvalita ovzduší hodnocena v různých typech (kategoriích) městských a dalších lokalit, definovaných podle určitých kritérií. Ta zahrnují intenzitu okolní dopravy, podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění a případnou zátěž významným průmyslovým zdrojem. V obou případech základní hodnocení vychází z imisních limitů (IL), stanovených přílohou č. 1 zákona O ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů, z doporučených hodnot WHO (aktualizace září 2021), nebo z referenčních koncentrací (RfK) stanovených SZÚ¹. Rozdělení lokalit a jejich charakterizace je uvedena v tab. 2.1.2.

1 Zmocnění je obsaženo v § 27 odst. 6 zákona č. 201/2012 Sb., http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/rfk_szu_2018.pdf

A separate issue in 2021 was the period from February to April during the SARS-CoV-2 pandemic when transit, destination and intra-city traffic dropped significantly (by up to 40%). At the same time the rise of the «home-office» phenomenon led to an increase in demands for domestic heating. Lower traffic intensity occurred mainly in large cities, particularly in the vicinity of transport hubs, while the influence of small and medium-sized heat sources was most pronounced on the outskirts of cities and in small communities.

These facts correspond in the long term with using up the air quality limits for mean annual concentrations of pollutants and the updated WHO guideline values from the September 2021 [6] in the basic types of urban locations (background, transport and industrial). Whereas at the background stations the limits of the monitored pollutants were used up to a maximum of 50% (for $PM_{2,5}$), in industrial locations they were multiply exceeded in case of benzo[a]pyrene. In comparison with the updated WHO guideline values, the $PM_{2,5}$ came out worst there, exceeding WHO guidelines by up to 50% on average. The annual air quality limit for $PM_{2,5}$ was exceeded at 8 stations and for benzo[a]pyrene at 17 stations, in both cases located mainly in the Moravian-Silesian Region (MSR). In case of suspended PM_{10} particles, only the criterion for the number of exceedances of the daily limit for was exceeded (at four stations). The criterion of not exceeding $10 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{year}$ set by WHO for nitrogen dioxide was met only by 19% of measuring stations.

Outdoor air quality can be assessed in two ways. The first is focused on the assessment of pollutant concentrations at individual stations. In the second case, air quality is assessed in different types (categories) of urban and other locations, defined according to certain criteria. These include the intensity of surrounding traffic, the share of individual types of heating sources and potential burden by a significant industrial source. In both cases, the basic assessment is based on the air quality limits (AQL) established by Annex No. 1 of the Air Protection Act No. 201/2012 Coll., as amended, on the WHO guideline values (updated September 2021) or on the reference concentrations (RfC) determined by the NIPH Prague¹. The distribution of locations and their characterization is shown in Tab. 2.1.2.

1 The authorization is contained in Section 27, Paragraph 6 of Act No. 201/2012 Coll., http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/latusi/dokumenty_zdravi/rfk_szu_2018.pdf

Tab. 2.1.2 Kategorie (typy) městských měřicích stanic podle charakteru zátěže v lokalitě
Tab. 2.1.2 Categories (types) of the urban measurement stations by the emission source pattern in the locality

Kategorie Category	Charakterizace Description
1	Městská pozadová bez významných zdrojů (intravilán – parky, sportoviště apod.) <i>Urban background without major sources (parks, sport grounds etc)</i>
2	Městská obytná s lokálními zdroji REZZO 3 (vilové čtvrti, satelity – doprava do 2 tis. vozidel/24 hod.) <i>Urban residential with local sources REZZO 3, traffic up to 2 thous. vehicles/24h</i>
3	Městská obytná bez lokálních zdrojů, CZT a REZZO II, dálkové vytápění (komerční, administrativní a obytné objekty – sídliště, doprava do 2 tis. vozidel/24 hod.) <i>Urban residential without local sources, district heating, traffic up to 2 thous. vehicles/24h</i>
4	Městská obytná s lokálním i dálkovým vytápěním, doprava 2–5 tis. vozidel/24 hod. <i>Urban residential with both local and district heating, traffic 2–5 thous. vehicles /24h</i>
5	Městská obytná s lokálním i dálkovým vytápěním, doprava 5–10 tis. vozidel/24 hod. <i>Urban residential with both local and district heating, traffic 5–10 thous. vehicles/24h</i>
6	Městská obytná s lokálním i dálkovým vytápěním (okolí tranzitních komunikací, doprava nad 10 tis vozidel/24 hod.) <i>Urban residential with both local and district heating, traffic over 10 thous. vehicles/24h</i>
7	Městská obytná s více než 10 tis vozidel/24 hod. (tranzitní komunikace – hot spots) <i>Urban residential with more than 10 thous. vehicles/24h, transit roads (hot spots)</i>
8	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu technologií než dopravy (do 10 tis. vozidel/24 hod.) <i>Urban industrial with significant effect of industry, traffic up to 10 thous. vehicles/24h</i>
9	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu dopravy než technologií <i>Urban industrial with significant effect of traffic(10 – 25 thous. vehicles/24h)</i>
10	Městská průmyslová s velmi výrazným vlivem dopravy (nad 25 tis. vozidel/24 hod.) <i>Urban industrial with highly significant effect of traffic (over 25 thous. vehicles/24h)</i>
11	Venkovská pozadová – lesy, parky (mimo intravilán), pastviny, neobdělávaná půda, vodní plochy, louky apod. <i>Rural background – forests, parks (out of intravilan), grasslands, uncultivated grounds, water areas, meadows etc)</i>
12	Venkovská zemědělská – vliv zemědělského zdroje – obdělávaná zemědělská půda <i>Rural agricultural – impact of agricultural source – cultivated grounds</i>
13	Venkovská průmyslová – převažující vliv průmyslu nad dopravou <i>Rural industrial – influence of industry outweigh the effect of traffic</i>
14	Venkovská průmyslová s dopravní zátěží – převažující vliv dopravy nad vlivem průmyslu <i>Rural industrial with traffic load – influence of traffic outweighing industry</i>
15	Venkovská obytná s nízkou úrovní dopravy (do 2 tis. vozidel/24 hod.) <i>Rural residential with low-level effect of traffic (up to 2 thous. vehicles/24 h)</i>
16	Venkovská obytná se střední úrovní dopravy (2 až 10 tis. vozidel/24 hod.) <i>Rural residential with medium traffic load (2 – 10 thous.vehicles/24h)</i>
17	Venkovská obytná s vysokou úrovní dopravy (> 10 tis. vozidel/24 hod.) <i>Rural residential with high traffic load (> 10 thous. vehicles/24h)</i>
18	Venkovská dopravní zátěž (>10 tis. vozidel/24 hod.) bez obytné zástavby <i>Rural non residential with traffic load (> 10 thous. vehicles/24h), no residential buildings</i>

Poznámky:

1. U průmyslové zóny se zde primárně nehodnotí typ průmyslu. A to přesto, že z hlediska znečištění ovzduší má v řadě případů podstatnější roli typ průmyslu než doprava – příkladem technologií s různým vlivem mohou být metalurgické procesy, lehké montážní haly, lakovny, pivovar (bez vlastního zdroje tepla), význam má také „výška komínů“, fugitivní emise atd.
2. U kategorií definovaných účelem využití je kladen důraz vždy na majoritní zdroje znečištění ovzduší (tj. vždy jeden ze tří – doprava, průmysl, vytápění).
3. Termín „Venkovská“ je vymezen/vyhrazen pro sídla do 2 tis. obyvatel a extravilány všech sídel.
4. Při řazení do kategorií se bere v úvahu dlouhodobá zátěž lokality.

Notes:

1. For an industrial zone, the type of industry is not primarily evaluated despite the fact that in terms of air pollution the type of industry plays a more important role than traffic in many cases – metallurgical processes, light assembly halls, paint shops, brewery (without its own heat source) can be an example of technologies with various influence. “Smokestack height” or fugitive emissions are also important.
2. For the categories defined by the purpose of use, emphasis is always placed on the majority sources of air pollution (i.e. always one of three – transport, industry, heating).
3. The term “Rural” is defined/reserved for settlements up to 2 thousand inhabitants and extravillan of all settlements.
4. The long-term burden of the site has been taken into account when categorizing.

2.1.1 Plošně sledované látky

V roce 2021 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2020 plošně mírně zhoršila (aerosolové částice obou sledovaných frakcí, NO_2 , As, Cd), setrvalý stav je u olova, niklu, chromu (Cr) a manganu (Mn). To koresponduje s mírnou (shodně s obdobím 2012 až 2020) opět teplotně nadprůměrnou zimou a sníženým výskytem nepříznivých rozptylových podmínek. Situaci ale významně ovlivnila epidemie SARS-Cov-2 a částečná změna životního stylu v daném období. Přetrvává, proti roku 2020, mírně zvýšená zátěž BaP, která je významně vyšší zejména v ostravské aglomeraci a v malých sídlech.

Roční imisní charakteristiky benzo[*a*]pyrenu nejenom v městských dopravně exponovaných lokalitách Moravskoslezského kraje (MSK), ale zvláště v průmyslem zatížených oblastech překročily jak doporučené hodnoty Světové zdravotnické organizace (WHO), tak i imisní limity. Imisní limity suspendovaných částic frakce PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ byly, na rozdíl od procentuálně významných překročení doporučení WHO, překročeny pouze na čtyřech stanicích (2,5 %).

Měřené koncentrace **oxidu uhelnatého a oxidu siřičitého** jen výjimečně překročily úroveň 10 % stanovených krátkodobých imisních limitů. S vyšší četností slunných až tropických dnů narůstá počet dnů a oblastí se zvýšenými koncentracemi přízemního **ozónu**.

Roční aritmetické průměry **oxidu dusičitého** na pozadových stanicích EMEP nepřekročily $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nová doporučená hodnota WHO $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nebyla překročena na žádné z pozadových a na šesti městských stanicích (19 %). Ve městech se v závislosti na intenzitě okolní dopravy koncentrace pohybovaly v rozsahu od cca $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v nezatížených městských/předměstských lokalitách, přes 11 až $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ u dopravně středně zatížených oblastí až k $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v dopravně silně zatížených lokalitách. Nejvyšší hodnoty jsou měřeny na dopravních „hot spot“ stanicích (Praha, Ostrava, Brno a Ústí n/L), kde se roční střední koncentrace pohybovaly mezi 30 až $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (~ 95 % ročního imisního limitu $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Meziročně (2020/2021) došlo prakticky na všech hodnocených stanicích k nárůstu ročního průměru v řádu jednotek mikrogramů.

Proti roku 2020 znečištění ovzduší **suspendovanými částicemi frakce PM_{10}** mírně vzrostlo. Expozici

2.1.1 Substances monitored across-the-board

In 2021, as compared to 2020, the level of outdoor air pollution (aerosol particles of both monitored fractions, NO_2 , As, Cd) worsened slightly across the board, whilst the situation is stable for Cr, Pb, Ni and Mn. As in the 2012–2020 period, this corresponds to a mild and warmer winter with reduced occurrence of unfavourable dispersal conditions. The situation was significantly affected by the SARS-Cov-2 epidemic and a partial change in lifestyle during the given period. Compared to 2020, there is still a slightly increased BaP load which is significantly higher in the Ostrava agglomeration and in small communities.

*The annual concentration characteristics of benzo[*a*]pyrene exceeded both the recommended values of the WHO and air quality limits not only in urban traffic-exposed MSR localities, but especially in industrially burdened areas. The limits of PM_{10} and $\text{PM}_{2,5}$ fractions were exceeded at four stations only (2.5%), in contrast to the significant percentage exceedances of WHO guidelines.*

The concentrations of carbon monoxide and sulphur dioxide only rarely exceeded the 10% level of established short-term limits. With a higher frequency of sunny to tropical days, the number of days and areas with increased concentrations of ground-level ozone has increased.

The annual arithmetic means of nitrogen dioxide at the EMEP background stations did not exceed $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. The WHO guideline value (2021) of $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ was not exceeded at any of the background and at six urban stations (19%). In cities, depending on the intensity of traffic, concentrations ranged from approx. $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in uncongested urban/suburban locations, over 11 to $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in areas with moderate traffic load and up to $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in locations with heavy traffic load. The highest values were measured at traffic “hot spot” stations (Prague, Ostrava, Brno and Ústí n/L), where mean annual concentrations ranged between 30 and $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (~ 95% of the annual limit of $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Interannually (2020/2021), there was an increase in the annual mean in the order of microgram units at nearly all evaluated stations.

Compared to 2020, air pollution by PM_{10} increased slightly. Overall, exposure to PM_{10} can thus still be

suspendovaným částicím frakce PM_{10} tak lze plošně stále hodnotit jako kolísající a dlouhodobě zvýšenou. Jednou z příčin může být i přetrvávající dlouhodobý srážkový deficit, který částečně vyrovnává vliv teplých zim. V jednotlivých typech městských lokalit, v závislosti na intenzitě okolní dopravy a spolupůsobení průmyslových zdrojů, se roční střední hodnota PM_{10} pohybovala na úrovni $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v MSK) v dopravou přímo nezatížených městských lokalitách (kategorie 2 a 3), $17\text{--}21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (až $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v MSK) ročního průměru v dopravně exponovaných místech (kategorie 4 až 6), $21\text{--}22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (až $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v MSK) ročního průměru v průmyslem silně exponovaných lokalitách (kategorie 8 až 10). Průměrné roční koncentrace částic PM_{10} v jednotlivých typech městských a jiných lokalit v roce 2021 jsou znázorněny na obr. 2.1.

Lze odhadnout, že 1 % z cca 4,33 miliónu obyvatel v sídlech zahrnutých do hodnocení žije v lokalitách, kde je alespoň na jedné měřicí stanici naplněno jedno z kritérií překročení imisního limitu. Více než 35 překročení krátkodobého 24hod. imisního limitu pro frakci PM_{10} ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3/24$ hodin) bylo v roce 2021 zjištěno na 4 stanicích (ze 150 hodnocených stanic).

Limitní hodnota průměrné roční koncentrace ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) nebyla v roce 2021 překročena na žádné z hodnocených stanic. Vyšší zátěž částicemi frakce PM_{10} v MSK dokládá rozdíl mezi odhadovanou roční průměrnou koncentrací pro městské prostředí v MSK ($23 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a v ostatních sídlech ČR ($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pro pozadové městské měřicí stanice (tj. stanice v lokalitách bez extrémně vysokého zatížení dopravou a průmyslem, zařazených do kategorií 2 až 5, viz tab. 2.1.2) byl také zpracován odhad zátěže městského prostředí (tzv. městského „pozadí“). Pro suspendované částice frakce PM_{10} nebyly do tohoto odhadu zahrnuty údaje městských stanic v Moravskoslezském kraji. Vzhledem ke konstantní, plošně vyšší zátěži jsou měřené lokality v tomto kraji hodnoceny samostatně.

Průměrná roční koncentrace částic PM_{10} $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, doporučená jako mezní Světovou zdravotnickou organizací (WHO), byla dosažena nebo překročena na 82 % měřicích stanic. Trend vývoje zátěže prostředí aerosolovými částicemi frakce PM_{10} v sídlech má v posledních deseti letech klesající charakter, viz obr. 2.3.

assessed as fluctuating and elevated in the long term. One of the causes may be the continuing long-term precipitation deficit which partially offsets the effects of warm winters. In individual types of urban locations, depending on the intensity of the surrounding traffic and the interaction of industrial sources, the median annual PM_{10} value was: $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in MSR) in urban locations not directly affected by traffic (categories 2 and 3), 17 to $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (up to $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in MSR) of the annual mean in places exposed to traffic (categories 4 to 6), 21 to $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (up to $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in MSR) of the annual mean in industrially highly exposed locations (categories 8 to 10). Mean annual concentrations of PM_{10} in individual types of urban and other locations in 2021 are shown in Fig. 2.1.

It can be estimated that 1% of the approximately 4.33 million inhabitants in the communities included in the assessment live in localities where one of the criteria for exceeding the limit is met at minimally one measuring station. More than 35 short-term 24-hour exceedances of the limit for PM_{10} ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3/24$ hours) was detected at 4 out of 150 evaluated stations in 2021.

The PM_{10} annual air quality limit ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{year}$) was not exceeded at any of the evaluated stations in 2021. The higher particle load of the PM_{10} fraction in MSR is evidenced by a difference of up to $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ between the estimated mean annual concentration for the urban environment for MSR of $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vs. $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in other locations in the Czech Republic. For background urban measuring stations (i.e. stations in locations without extremely high traffic and industry loads, classified in categories 2 to 5, see Tab. 2.1.2) an estimate of the load in the urban environment (the so-called urban “background”) was likewise elaborated. For PM_{10} data from urban stations in the Moravian-Silesian Region were not included in this estimate. Due to the constant and higher load across this area, the measured localities in this region are evaluated separately.

The mean annual PM_{10} concentration of $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ recommended as a target boundary value by WHO was reached or exceeded at 82% (123) measuring stations. The trend in the development of environmental load by aerosol particles of the PM_{10} fraction in communities has been decreasing in the last ten years (Fig. 2.3).

Do zpracování hodnot **suspendovaných částic frakce PM_{2,5}** bylo v roce 2021 zahrnuto celkem 80 stanic. Roční imisní limit (20 µg/m³) byl překročen na osmi stanicích, a to v Moravskoslezském kraji. Průměrná roční koncentrace PM_{2,5} 5 µg/m³, viz obr. 2.2, doporučená WHO nově jako mezní, byla i v roce 2021 překročena na všech městských stanicích. Průměrný podíl suspendovaných částic frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ se na městských stanicích pohyboval od 55 % až k více než 80 % v průmyslových lokalitách. Maximální hodnota 83 % byla naměřena na stanici UDCM v Děčíně. V období 2007 až 2019 se průměrná hodnota tohoto podílu pohybovala od 72 do 78 %, střední hodnota v roce 2021 byla 72,8 %. Tento parametr primárně závisí na složení spolupůsobících zdrojů, zároveň ale má významnou sezónní závislost; vyšší hodnoty podílu frakce PM_{2,5} (~ 90 %) jsou zjišťovány v topné sezóně a v období nepříznivých rozptylových podmínek. Vývoj odhadované roční střední koncentrace frakce PM_{2,5} v sídlech od roku 2004 je uveden na obr. 2.3.

2.1.2 Kovy v suspendovaných částicích frakce PM₁₀

Úroveň znečištění ovzduší většinou sledovaných kovů je v hodnocených městských neprůmyslových lokalitách dlouhodobě bez významnějších výkyvů. Dobrá shoda hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru u olova, arsenu, kadmia, niklu, chromu a manganu svědčí o relativní stabilitě a homogenitě měřených imisních hodnot bez velkých sezónních, klimatických či jiných výkyvů. V případě niklu a arsenu hodnoty v posledních letech setrvale klesají (obr. 2.4). Ale v porovnání s hodnotami na pozadových stanicích byly koncentrace As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb v sídlech v roce 2021 mírně (přibližně 2 až 3×) vyšší. Zvýšené hodnoty arsenu lze nalézt především v okolí významných průmyslových zdrojů na stanicích v Ostravě (metalurgie) nebo v lokalitách s majoritním zastoupením spalování tuhých fosilních paliv. Vyšší

In 2021, a total of 80 stations were included in processing the values of the PM_{2,5} fraction. The annual limit of 20 µg/m³ was exceeded at eight stations in the Moravian-Silesian region. The mean annual PM_{2,5} concentration of 5 µg/m³ (see Fig. 2.2) recommended by WHO newly as a target value was exceeded at all urban stations in 2021. The mean proportion of suspended particles of the PM_{2,5} fraction in the PM₁₀ fraction varied from 55% at urban stations to more than 80% in industrial locations. The maximum value of 83% was measured at the UDCM station in Děčín. In the period from 2007 to 2019, the mean value of this share varied from 72 to 78%, the median value was 72.8% in 2021. This parameter primarily depends on the composition of interacting sources, but at the same time it has a significant seasonal dependence. Higher values of the PM_{2,5} share (~ 90%) are detected in the heating season and during periods of unfavourable dispersion conditions. The development of the estimated annual median concentration of the PM_{2,5} fraction in communities since 2004 is shown in Fig. 2.3.

2.1.2 Metals in PM₁₀

The level of air pollution by most of the monitored metals has in the long term been without significant fluctuations in the assessed urban non-industrial locations. Good correlation of annual arithmetical and geometric mean values for lead, arsenic, cadmium, nickel, chromium and manganese testifies to the relative stability and homogeneity of the measured values without large seasonal, climatic or other fluctuations. The values for nickel and arsenic have been steadily decreasing in recent years (Fig. 2.4). However, compared to the values at the background stations, the concentrations of As, Cd, Cr, Mn, Ni and Pb were slightly (approximately 2 to 3 times) higher in 2021. Elevated arsenic values can be found mainly in the vicinity of significant industrial sources in Ostrava (metallurgy) or in locations with a profile

Tab. 2.1.2.1 Průměrné roční koncentrace kovů v suspendovaných částicích PM₁₀ (v ng/m³), 2021

Tab. 2.1.2.1 Annual average metal levels in PM₁₀ (in ng/m³), 2021

Kategorie (category)	As	Cd	Cr	Mn	Ni	Pb
Všechny měřicí stanice – 53 All measurement stations – 53	1,04	0,22	1,03	5,69	0,54	5,10
Města (kategorie stanic 2–5 dle tab. 2.1.2) Municipalities (station category 2–5, see Tab. 2.1.2)	0,96	0,16	1,17	6,01	0,52	6,34
Venkovské pozadí / Rural background	0,42	0,07	0,42	2,44	0,22	0,42

koncentrace ostatních kovů mají lokálně ohraničený výskyt i význam. Průmyslem zatížené oblasti na Ostravsku jsou charakterizovány zvýšenými hodnotami Ni, Mn, Cd, Cr a Pb, okolí Tanvaldu pak vyššími hodnotami Cd. Zvýšené hodnoty Pb jsou nalézány v souvislosti se starými zátěžemi (Příbram a okolí) a Ni v blízkosti nových průmyslových výroby (malé a střední kovovýroby).

2.1.3 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Výšemolekulární frakce PAU je majoritně vázána na submikronové (<1 µm) aerosolové částice a menší (průměr 0,5 až 0,8 µm), ale ostatní se mohou vyskytovat i ve formě par. Řada z nich patří mezi mutageny a karcinogeny. Odhad ročních středních hodnot benzo[a]pyrenu, který je obecně používán jako indikátor zátěže ovzduší PAU, v sídlech kolísá od roku 2000 mezi 0,75 až 1,8 ng/m³ s nevýznamným sestupným trendem (obr. 2.4).

Z porovnání imisních charakteristik PAU na stanicích v jednotlivých typech městských lokalit vyplývá, že se většinou kombinují dva hlavní zdroje jejich emisí – domácí topeniště a doprava. V ostravsko-karvinské aglomeraci se k těmto zdrojům přidávají jak emise z velkých průmyslových celků, tak významný příspěvek dálkového transportu. Pro zimní období je obecně, ale v MSK díky přenosu z Polska zvláště, charakteristický výskyt epizod vyšších hodnot. Důvodem jsou jak zvýšené požadavky na energetické (i malé) zdroje na pevná paliva, tak i skutečnost, že odstraňování PAU fyzikálně-chemickými procesy v atmosféře probíhá mnohem pomaleji.

V roce 2021 byla hodnota imisního limitu 1 ng/m³/rok pro **benzo[a]pyren** (BaP) překročena na 36 % (17 ze 47) do zpracování zahrnutých městských stanic. Imisní limit byl, kromě zcela specifické příměstské stanice v Kladně Švermově (SKLS) a příměstské stanice v Teplicích n/M (HTNM), několikanásobně překročen především na všech stanicích v Ostravě (1,7 až 8,9 ng/m³); dále trojnásobně na stanici v Českém Těšíně a v Karvině. Nejnižší hodnoty, pod 0,5 ng/m³/rok naměřené na městských stanicích, jsou pak přibližně dvojnásobné proti koncentracím zjištěným na pozadové stanici (obr. 2.5).

V městských/venkovských lokalitách s významným podílem malých energetických zdrojů, nezatížených

of burning solid fossil fuels. Higher concentrations of other metals have locally limited occurrence and significance. Areas with industrial load in Ostrava are characterized by increased values of Ni, Mn, Cd, Cr and Pb, while the vicinity of Tanvald is characterized by higher values of Cd. Increased values of Pb are found in connection with old loads (Příbram and surroundings), and Ni in the vicinity of new industries (small and medium-sized metal works).

2.1.3 Polycyclic aromatic hydrocarbons

The high-molecular fraction of PAHs is mostly bound to submicron (< 1 µm) aerosol and smaller particles (diameter 0.5 to 0.8 µm) although others can also occur in the form of vapour. Many of them are mutagens and carcinogens. The estimate of mean annual values of benzo[a]pyrene, which is generally used as an indicator of PAH air burden, in residential areas has fluctuated since 2000 between 0.75 and 1.8 ng/m³ with an insignificant downward trend (Fig. 2.4).

A comparison of PAH concentration characteristics at stations in particular types of urban locations shows that the two main sources of their emissions are mostly combined – domestic furnaces and traffic. In the Ostrava-Karviná agglomeration, these sources are combined with emissions from large industrial units and transboundary air pollution. The episodic occurrence of higher values is characteristic for the winter period, especially in MSR due to transmission from Poland. The reasons for this are increased requirements for energy from (even small) sources of solid fuels, and the fact that the removal of PAHs by physico-chemical processes in the atmosphere takes place much more slowly.

*In 2021, the limit value of 1 ng/m³/year for **benzo[a]pyrene** (BaP) was exceeded at 36% (17 out of 47) of urban stations. Apart from the very specific suburban station in Kladno Švermov (SKLS) and the suburban station in Teplice n/M (HTNM), the limit was exceeded several times, especially at all stations in Ostrava (1.7 to 8.9 ng/m³) and threefold at stations in Český Těšín and Karviná. The lowest values below 0.5 ng/m³/year measured at urban stations are then approximately twice the concentrations found at the background station (Fig. 2.5).*

In urban/rural locations with a significant proportion of small energy sources, unencumbered by industrial

průmyslovými zdroji a dopravou, se průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu pohybovaly mezi 1,6 až 6,8 ng/m³ (maximum Veřňovice – HVER), se střední hodnotou 3,2 ng/m³.

V městských majoritně dopravně zatížených lokalitách se hodnoty v letním období pohybovaly pod hranicí 0,1 ng/m³, roční střední hodnota pro tento typ lokalit byla 0,91 ng/m³.

V průmyslově exponovaných lokalitách (chemický průmysl, metalurgie atp.), především v Ostravsko-karvinské pánvi, byly roční střední hodnoty dvou a více násobně vyšší (1,46 až 8,94 ng/m³). Navíc jsou zde doprovázeny zimními 24hod. maximy v řádu desítek ng/m³ (obr. 2.6). V letním období se tam měřené hodnoty pohybovaly nejčastěji od 0,1 do 5 ng/m³; výjimkou je stanice v emisní vlečce průmyslového komplexu Liberty Ostrava (dříve ArcelorMittal) v Radvanicích-Bartovicích (TORE) s výskytem vyšších hodnot BaP. Střední roční hodnota v roce 2021 pro kategorii městských lokalit ovlivněných průmyslem byla odhadnuta na 2,68 ng/m³.

Podrobnější průběh koncentrací BaP v letech 2010–2021 v různých typech městských lokalit (obr. 2.7) zobrazuje základní energeticky odlišná období – topnou a netopnou sezónu. Zahrnuje pozadřovou stanicí Košetice (JKOS), městskou dopravní SZÚ Praha (ASRO), městskou průmyslovou obytnou Karviná ZÚ (TKAO) a kombinaci extenzivního průmyslu a domácích topenišť – stanice Ostrava-Radvanice (TORE). Význam malých energetických zdrojů a dálkového transportu dokládají řádové rozdíly mezi sezónami.

Na pozadřové stanici v Košetících se v letech 2010–2021 pohybovaly roční průměry v rozmezí 0,25–0,68 ng/m³ (minimum v roce 2021, maximum v roce 2013); v netopné sezóně byly měřeny hodnoty poblíž meze stanovitelnosti (0,05 ng/m³); v topné sezóně v rozmezí 0,48–1,5 ng/m³.

Na městské středně dopravně zatížené stanici v Praze 10 se roční střední hodnoty od roku 2010 pohybovaly v rozsahu 0,65 až 1,28 ng/m³. Meziroční pokles je zřejmý zvláště v topné sezóně. Přestože hodnoty měřené v netopné sezóně jsou srovnatelné s hodnotami v Košetících, v topné sezóně byly v roce 2021 až téměř čtyřnásobné.

sources and traffic, the mean annual concentrations of benzo[a]pyrene ranged between 1.6 and 6.8 ng/m³ (maximum in Veřňovice – HVER), with a median value of 3.2 ng/m³.

In the city's predominantly traffic-heavy locations the values in the summer were below the value of 0.1 ng/m³, the mean annual value for this type of location was 0.91 ng/m³.

In industrially exposed localities (chemical industry, metallurgy, etc.), especially in the Ostrava – Karviná basin, the median annual values were two or more times higher (1.46 to 8.94 ng/m³). In addition, they are accompanied by winter 24h. maxima in the order of tens of ng/m³ (Fig. 2.6). In the summer, the values measured there ranged most often from 0.1 to 5 ng/m³; the exception is the station in the emission plume of the industrial complex Liberty Ostrava (formerly ArcelorMittal) in Radvanice-Bartovice (TORE) with higher BaP values. The mean annual value in 2021 for the category of urban sites affected by industry was estimated at 2.68 ng/m³.

A more detailed course of BaP concentrations in 2010–2021 in the different types of urban locations (Fig. 2.7), shows the basic energetically different periods – heating and non-heating seasons. It includes the background station Košetice (JKOS), urban traffic NIPH Prague (ASRO), the urban industrial residential Karviná ZU (TKAO) and a combination of extensive industry and domestic heating plants – Ostrava-Radvanice station (TORE). The importance of small energy sources and transboundary pollution is demonstrated by the huge differences between seasons.

Annual means from 2010 to 2021 at the national background station in Košetice ranged 0.25–0.68 ng/m³ (minimum in 2021, maximum in 2013). In the non-heating season, values near the limit of determination (0.05 ng/m³) were measured; in the heating season in the range of 0.48–1.5 ng/m³.

At the medium-traffic station in Prague 10, the mean annual values since 2010 ranged from 0.65 to 1.28 ng/m³. The interannual decrease is particularly evident in the heating season. Although the values measured in the non-heating season are comparable to the values in Košetice, in the 2021 heating season they were almost four times higher.

Tab. 2.1.3.1 Toxické ekvivalentové faktory (TEF) pro karcinogenní polycyklické aromatické uhlovodíky
Tab. 2.1.3.1 Toxic equivalent factors (TEF) for carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons

	TEF		TEF		TEF
Benzo[a]pyren <i>Benzo[a]pyrene</i>	1	Benzo[b]fluoranthen <i>Benzo[b]fluoranthene</i>	0,1	Dibenz[ah]anthracen <i>Dibenz[ah]anthracene</i>	1
Benzo[k]fluoranthen <i>Benzo[k]fluoranthene</i>	0,01	Benzo[a]anthracen <i>Benzo[a]anthracene</i>	0,1	Indeno[1,2,3-c,d]pyren <i>Indeno[1,2,3-c,d]pyrene</i>	0,1
Chrysen <i>Chrysene</i>	0,01	Benzo[j]fluoranthen <i>Benzo[j]fluoranthene</i>	0,1		

Odlíšný vývoj lze pozorovat na dvou stanicích reprezentujících různou úroveň průmyslové zátěže v MSK, tj. na městské stanici v Karviné a stanici v emisní vlečce závodu Liberty Ostrava v Ostravě-Radvanicích. V Karviné lze hovořit o stabilizované situaci s vyššími hodnotami v topné sezóně (2,84 ng/m³ v roce 2021). Netopnou sezónu zde charakterizuje rozpětí hodnot 0,36 až 1,2 ng/m³. Na stanici v Radvanicích ale ani v netopné sezóně neklesly průměrné koncentrace pod 1,5 ng/m³ a v topné sezóně dosahují v maximech denní hodnoty běžně i více než 20 ng/m³.

Směs PAU tvoří řada látek, z nichž některé jsou klasifikovány jako karcinogeny, které se liší významností zdravotních účinků. Odhad celkového karcinogenního potenciálu směsi PAU v ovzduší vychází z porovnání potenciálních karcinogenních účinků sledovaných PAU se závažností benzo[a]pyrenu, jednoho z nejtoxičtějších a nejlépe popsáných zástupců. Vyjadřuje se jako **toxický ekvivalent benzo[a]pyrenu (TEQ BaP)** a jeho výpočet je dán součtem součinnů toxických ekvivalentových faktorů (TEF) stanovených US EPA (tab. 2.1.3.1) a měřených koncentrací.

Hodnoty TEQ BaP vykazují velké rozdíly mezi měřenými oblastmi. Úroveň zátěže zdrojově přímo neovlivněných pozadových lokalit v ČR lze odhadnout z hodnoty ročního aritmetického průměru TEQ BaP na pozadových stanicích – 0,46 ng TEQ BaP/m³ v roce 2021. Nejvyšší hodnota 12,3 ng TEQ BaP/m³ byla v roce 2021 naměřena na stanici Ostrava Radvanice (TORE), hodnoty nad 10 ng/m³ (11,95 ng TEQ BaP/m³ v roce 2021) jsou ale dlouhodobě nalézány na stanici Veřňovice (TVER), reprezentující oblast zatíženou významně i dálkovým přenosem. Rovněž na dalších průmyslem ovlivněných stanicích i v Moravskoslezském kraji (Ostrava, Český Těšín) byly nalezeny několikanásobně vyšší hodnoty (2,5 až 5,6 ng/m³/rok TEQ BaP) než na ostatních městských stanicích. Tam se roční hodnoty TEQ BaP, nezávisle

A different development can be observed at two stations representing different levels of industrial load in MSR, i.e. at the municipal station in Karviná and the station in the emission plume of the Liberty Ostrava plant in Ostrava-Radvanice. In Karviná, we can speak of a stabilized situation with higher values in the heating season (2.84 ng/m³ in 2021). The non-heating season here is characterized by a range of values from 0.36 to 1.2 ng/m³. At the station in Radvanice, even in the non-heating season, the mean concentrations did not fall below 1.5 ng/m³, and in the heating season the maximum daily values usually reach over 20 ng/m³.

The PAH mixture consists of a number of substances, some of which are classified as carcinogens, which differ in the significance of their health effects. The estimate of the total carcinogenic potential of the mixture of PAHs in the air is based on a comparison of the potential carcinogenic effects of the monitored PAHs with the severity of benzo[a]pyrene, one of the most toxic and best described representatives. It is expressed as the toxic equivalent of benzo[a]pyrene (TEQ BaP) and its calculation is given by the sum of the products of the toxic equivalent factors (TEF) determined by the US EPA (Tab. 2.1.3.1) and measured concentrations.

The TEQ BaP values show large differences between the measured areas. The level of the load of background locations not directly affected by the source in the Czech Republic can be estimated from the value of the annual arithmetic mean of TEQ BaP at rural background stations – 0.46 ng TEQ BaP/m³ in 2021. The highest value of 12.3 ng TEQ BaP/m³ was measured at the Ostrava Radvanice station (TORE), but values above 10 ng/m³ (11.95 ng TEQ BaP/m³ in 2021) have been detected for a long time at the station Veřňovice (TVER), representing an area significantly burdened by long-distance transmission. Several fold higher values (2.5 to 5.6 ng/m³/year TEQ BaP) than at

na úrovni dopravní zátěže, pohybovaly od 0,5 do 1,7 ng/m³. Potenciální vliv malých lokálních zdrojů na pevná paliva v malých sídlech pak dobře ilustruje hodnota 4,15 ng TEQ BaP/m³/rok na stanici v Kladně – Švermově (SKLS).

2.1.4 Těkavé organické látky – benzen

V roce 2021 byly na 33 stanicích ČHMÚ sledovány koncentrace benzenu, jehož roční imisní limit je 5 µg/m³. Data potvrzují zásadní význam chemických a průmyslových výrob a sekundárně i dopravy (přes významné snížení obsahu benzenu v motorových benzínech) jako významných zdrojů těkavých organických látek a zvláště benzenu.

V roce 2021 se průměrné roční koncentrace benzenu v městských lokalitách pohybovaly v rozmezí 0,6–2,1 µg/m³. Roční aritmetický průměr na pozadových stanicích dosáhl 0,60 µg/m³. Na městských stanicích nezatížených průmyslem a dopravou a v dopravně zatížených lokalitách se rozpětí ročních průměrů pohybovalo mezi 0,6 až 1,9 µg/m³ se střední hodnotou 1,1 µg/m³. V průmyslově zatížených městských lokalitách (chemický průmysl, metalurgie) jsou ale dlouhodobě zjišťovány nejvyšší hodnoty ročních průměrů – až 3,5 µg/m³ na stanici Ostrava – Přívoz (TOPR) v roce 2021.

2.1.5 Komplexní hodnocení kvality ovzduší

Komplexní hodnocení kvality ovzduší bylo provedeno pro definované typy městských lokalit (tab. 2.1.2). Některé typy městských lokalit ale nejsou vždy pokryty měřeními v celém spektru hodnocených škodlivin. Chybějící hodnoty byly vždy nahrazeny odhadem střední zátěže v městských lokalitách kategorie 2 až 5 pro danou látku.

Hodnocení vychází z Indexu kvality ovzduší IKO_R². Jeho výpočet je založen na stanovených ročních imisních limitech. Do jeho zpracování byly zahrnuty oxid dusičitý, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, arzen, kadmium, nikl, olovo, benzen a benzo[*a*]pyren. Samostatně je pak hodnocena suma podílu ročního průměru k imisnímu limitu. Roční

2 Postup výpočtu je možno nalézt na http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/organizace_mzso/index_kvality_ovzdusi.pdf

other urban stations were also found at other stations affected by industry in the Moravian-Silesian region (Ostrava, Český Těšín). Independent of the traffic load level, the annual TEQ BaP values there ranged from 0.5 to 1.7 ng/m³. The potential influence of small local sources on solid fuels in small communities is well illustrated by the value of 4.15 ng TEQ BaP/m³/year at the station in Kladno – Švermov (SKLS).

2.1.4 Volatile organic compounds – benzene

In 2021, concentrations of benzene, whose annual limit value is 5 µg/m³, were monitored at 33 CHMI stations. The data confirm the fundamental role of chemical and industrial production and, secondarily, traffic (despite a significant reduction in the content of benzene in motor gasoline) as important sources of volatile organic compounds, and especially benzene.

In 2021, the average annual concentrations of benzene in urban locations varied in the range of 0.6–2.1 µg/m³. The annual arithmetic mean at background stations reached 0.60 µg/m³. At urban stations not burdened by industry and traffic and in traffic-congested locations, the range of annual means was 0.6–1.9 µg/m³ with a median value of 1.1 µg/m³. However, the highest values of annual means – up to 3.5 µg/m³ at the Ostrava–Přívoz station (TOPR) in 2021 – have been detected in urban locations with industrial load (chemical industry, metallurgy).

2.1.5 Comprehensive assessment of air quality

A comprehensive assessment of air quality was carried out for defined types of urban locations (Tab. 2.1.2). However, some types of urban locations are not always covered by measurements of the entire spectrum of evaluated pollutants. Missing values were always replaced by an estimate of the median load in urban locations of categories 2 to 5 for the given substance.

The rating is based on the Air Quality Index² (AQI). Its calculation is based on established annual air quality limits. Nitrogen dioxide, PM₁₀ and PM_{2,5} fractions,

2 The calculation method can be found at [in Czech] http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/organizace_mzso/index_kvality_ovzdusi.pdf

Tab. 2.1.4.1 Nejvyšší hodnoty podílu střední roční koncentrace a imisního limitu škodlivin v roce 2021, srovnání s rokem 2020

Tab. 2.1.4.1 The highest values of the annual mean and the limit value quotient for the monitored pollutants in 2021 as against 2020

Škodlivina Pollutant	Podíl maximální střední roční koncentrace a imisního limitu (%) Quotient of max. annual mean and the limit value (%)	Škodlivina Pollutant	Podíl maximální střední roční koncentrace a imisního limitu (%) Quotient of max. annual mean and the limit value (%)
PM ₁₀	86 (74/2020)	NO ₂	95 (97/2020)
PM _{2,5}	133 (117/2020)	As	55 (45/2020)
BaP	890 (770/2020)	Cd	38 (58/2020)
Ni	16 (16/2020)	Pb	11 (10/2020)
Benzen	66 (70/2020)		

střední hodnoty IKO_R a hodnoty podílu ročního průměru k imisnímu limitu poměrně věrně zobrazují rozdílnosti v lokálním zastoupení a významnosti spolupůsobících typů zdrojů a jejich vlivu na kvalitu ovzduší.

V obecné úrovni zůstala hodnota IKO_R v roce 2021 proti roku 2020 téměř ve všech typech městských lokalit srovnatelná. V oblastech s vlivem lokálně působících malých zdrojů na tuhá paliva se hodnota IKO_R pohybovala v rozmezí první a druhé třídy kvality ovzduší (0,55 až 1,92 tj. vyhovující až mírně znečištěné ovzduší). Střední hodnoty IKO_R v městských lokalitách, rozdělených v závislosti na intenzitě dopravy (0,64 až 1,7) potvrzují významnost vlivu spalování tuhých paliv v domácích topeništích jako zdroje znečištění městského ovzduší. Dlouhodobý příznivý vliv mírnějších zim 2013–2021 byl narušen snížením mobility obyvatelstva a opatřeními v rámci pandemie SARS-CoV-2 v období únor až duben 2021. O lokálním vlivu emisí průmyslových zdrojů v ostravsko-karvinské oblasti vypovídají maximální hodnoty IKO_R, které zde dosahují až 3. a 4. třídy (3. třída IKO_R – mírně znečištěné ovzduší až 4. třída – znečištěné ovzduší).

Nejvyšší míru čerpání imisního limitu má dlouhodobě benzo[a]pyren (BaP), u něhož je odhad průměrné roční koncentrace ve všech typech městských lokalit minimálně na 190 % hodnoty ročního imisního limitu. Roční průměr u pozadových stanic pak čerpal imisní limit z 25 %; naopak maximální hodnota čerpání imisního limitu byla zjištěna v průmyslové lokalitě Radvanice v hodnotě 890 %. Průměrná roční koncentrace částic PM₁₀ v městských pozadových lokalitách čerpala imisní limit přibližně do 45 %. V Moravsko-slezském kraji ale bylo čerpání imisního limitu

arsenic, cadmium, nickel, lead, benzene and benzo[a]pyrene were included. The sum of the ratio of the annual mean to the limit value was then evaluated separately. The median annual values of AQI and the values of the proportion of the annual mean to the annual limit value fairly accurately reflect the differences in local representation and significance of the interacting types of sources and their influence on air quality.

In general, the value of AQI in 2021 against 2020 remained comparable in almost all types of urban locations. In areas with the influence of locally acting small solid fuel sources, the AQI value ranged between the first and second air quality classes (0.55 to 1.92, i.e. satisfactory to slightly polluted air). Median AQI values in urban locations, differentiated according to traffic intensity (0.64 to 1.7) confirm the significance of the influence of burning solid fuels in domestic fireplaces as a source of urban air pollution. The long-term beneficial effect of the milder winters of 2013–2021 was disrupted by the reduction of population mobility and measures taken during the SARS-CoV-2 pandemic from February to April 2021. The local influence of emissions from industrial sources in the Ostrava-Karviná region is indicated by the maximum AQI values, which in this case reach up to 3rd and 4th grades (3rd class AQI – slightly polluted air to 4th class – polluted air).

Benzo[a]pyrene (BaP) draws the most from its annual limit in the long term; the estimate of mean annual concentrations in all types of urban locations represent at least 190% of the of the annual limit value. The annual mean for background stations drew the limit from 25%; conversely, the maximum value of drawing the limit was found in the industrial location of Radvanice at a value of 890%. The mean annual

zvýšené (až o 12 %). U částic $PM_{2,5}$ se městské pozadí lokality lišily v jednotkách procent, nadlimitní čerpání bylo zaznamenáno pouze v městských průmyslových lokalitách MSK. Maximální hodnoty podílu ročních průměrů a imisního limitu jsou zjišťovány pro BaP v Moravsko-slezském kraji. V tab. 2.1.4.1 jsou uvedeny hodnoty podílu střední roční koncentrace a imisního limitu škodlivin na nejzatíženější stanici v roce 2021 a srovnání s rokem 2020.

2.2 Vliv znečištěného ovzduší na zdraví

2.2.1 Expozice obyvatel

Uplatnění vlivů znečišťujících látek z ovzduší na zdraví je závislé na jejich koncentraci v ovzduší a době, po kterou jsou lidé těmto látkám vystaveni. Skutečná expozice v průběhu dne, roku a v průběhu života jednotlivce značně kolísá a liší se v závislosti na povolání, životním stylu, resp. na koncentracích látek v různých lokalitách a prostředích.

Rozpětí koncentrací charakterizující míru znečištění ovzduší sídel suspendovanými částicemi frakce PM_{10} a oxidem dusičitým, a tedy potenciální expozici obyvatel, popisuje tab. 2.2.1.1.

2.2.2 Zdravotní dopady znečištěného ovzduší

Suspendované částice

Aerosolové částice obsažené ve vdechovaném vzduchu mají široké spektrum účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Vzhledem k systémovému prozánětlivému účinku, působení oxidativního stresu a ovlivnění metabolismu tuků, podpoře aterosklerózy včetně kalcifikace srdeční artérie, ovlivnění elektrické

concentration of PM_{10} particles in urban background locations drew the limit from approx. 45%. However, in the Moravian-Silesian Region the drawing the limit was increased (up to 12%). For $PM_{2,5}$ particles, the urban background locations differed in units of percent, above-limit occurrences were only recorded in the urban industrial locations of MSR. Maximum values of the share of annual averages and the annual limit have been reached for BaP in the Moravian-Silesian region. Tab. 2.1.4.1 shows the values of the share of the mean annual pollutant concentration and its annual limit at the most loaded station in 2021 and a comparison with 2020.

2.2 Health effects of air pollution

2.2.1 Population exposure

The effects of air pollutants on health depend on their airborne concentration and the duration of exposure. Actual exposure over the course of a day, year and throughout an individual's life fluctuates considerably and varies depending on occupation, lifestyle or on substance concentrations in different locations and environments.

Tab. 2.2.1.1 describes the range of concentrations characterizing the degree of air pollution in residential areas by PM_{10} fraction and nitrogen dioxide, and hence the potential population exposure.

2.2.2 Health effects of polluted air

Suspended particles

Aerosol particles contained in inhaled air have a wide range of effects on the cardiovascular and respiratory systems. Due to the systemic pro-inflammatory

Tab. 2.2.1.1 Odhad znečištění ovzduší NO_2 a PM_{10} v městském prostředí a venkovském pozadí (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 2021

Tab. 2.2.1.1 The estimation of NO_2 and PM_{10} air pollution in the urban environment and rural background (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 2021

Škodlivina Pollutant	Republikové pozadí Rural background	Městské prostředí / Urban environment		
		Minimální hodnota Minimum value	Průměrná hodnota Mean value	Maximální hodnota Maximum value
Oxid dusičitý (NO_2) Nitrogen dioxide (NO_2)	4,5	9,0	15,0	38,0
Suspendované částice frakce PM_{10} Particulate matter PM_{10}	12,3	12,9	18,9	34,3

aktivity srdečního svalu a dalším účinkům jsou považovány za nejvýznamnější environmentální faktor ovlivňující úmrtnost. Aerosolové částice samostatně, stejně jako celá směs látek působících znečištění venkovního ovzduší, jsou zařazeny od roku 2013 Mezinárodní Agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) Světové zdravotnické organizace mezi prokázané lidské karcinogeny skupiny 1, přispívající ke vzniku rakoviny plic [2].

Dlouhodobá expozice zvýšeným koncentracím částic má za následek vyšší úmrtnost na choroby srdečně cévní a respirační, včetně rakoviny plic a s tím související zkrácení délky života, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí a výskytu symptomů chronického zánětu průdušek a snížení plicních funkcí u dětí i dospělých. Kromě toho přibývá důkazů o vlivu expozice částicím na vznik diabetu II. typu, na neurologický vývoj u dětí a neurologické poruchy u dospělých [3]. Pro působení aerosolových částic v ovzduší nebyla zjištěna bezpečná prahová koncentrace. Předpokládá se, že citlivost jedinců v populaci má tak velkou variabilitu, že ti nejcitlivější jsou v riziku účinků i při velmi nízkých koncentracích. Při chronické expozici suspendovaným částicím frakce $PM_{2,5}$ se redukce očekávané délky života začíná projevovat již od průměrných ročních koncentrací $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (odpovídá aktualizované doporučené koncentraci WHO z roku 2021 [6]).

Krátkodobá expozice zvýšeným koncentracím aerosolových částic se podílí na nárůstu nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdečně-cévní a dýchací, na zvýšení počtu osob hospitalizovaných pro onemocnění kardiovaskulárního a dýchacího ústrojí, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu respiračních symptomů a zhoršení stavu zejména astmatiků a na změnách plicních funkcí zjištěných spirometrickým vyšetřením.

Pro expozici aerosolovým částicím byl proveden kvantitativní odhad zdravotních dopadů. Zásadním ukazatelem zdravotních dopadů dlouhodobé expozice je odhad počtu předčasně zemřelých pro dospělou populaci nad 30 let věku s vyloučením vnějších příčin úmrtí (úrazy, sebevraždy apod.). Tento ukazatel zahrnuje jak předčasnou úmrtnost pro jednotlivé příčiny úmrtí (kardiovaskulární nebo respirační onemocnění, rakovina plic atd.), tak i úmrtí v důsledku krátkodobé expozice částicím. Pro odhad byla použita funkce

effect, the effect of oxidative stress and influence of fat metabolism, promotion of atherosclerosis including calcification of the heart artery, influence on the electrical activity of the heart muscle and other effects they are considered to be the most significant environmental factor to affect mortality. Aerosol particles alone, as well as the entire mix of substances causing outdoor air pollution, have been classed since 2013 by the International Agency for Research on Cancer (IARC) of the World Health Organization (WHO) among proven group 1 human carcinogens, contributing to the development of lung cancer [2].

Long-term exposure to elevated concentrations results in higher mortality from cardiovascular and respiratory diseases including lung cancer and related shortened life expectancy, increased morbidity from diseases of the respiratory system and the occurrence of chronic bronchitis symptoms and reduced lung function in children and adults. Besides, evidence is mounting on the effects of exposure to particles on the development of type II diabetes, on neurological development in children and neurological disorders in adults [3]. A safe threshold concentration has not yet been established for the effects of aerosol particles in the air. It is assumed that the sensitivity of individuals in the population has such a large variability that the most sensitive are at risk of effects even at very low concentrations. In case of chronic exposure to $PM_{2,5}$ fraction suspended particles the reduction of life expectancy begins to manifest at mean annual concentrations of $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (corresponding to updated WHO guideline value from 2021).

Short-term exposure to increased concentrations of aerosol particles contributes to an increase in morbidity and mortality especially in cardiovascular and respiratory diseases, in an increase in the number of people hospitalized for cardiovascular and respiratory complaints, increase in infant mortality, increase in the incidence of respiratory symptoms, worsened condition of asthmatics in particular and changes in lung functions detectable by spirometric examination.

A quantitative estimate of health effects caused by air pollution was performed for exposure to aerosol particles. An essential indicator of the health effects of long-term exposure is the estimate of the number of premature deaths for the adult population aged

koncentrace-účinek doporučená projektem WHO HRAPIE [5].

Základní hodnocení vychází z doporučení WHO (2021) [6], kde je uvedena doporučená roční bazální hladina (AQG) pro PM_{10} $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a vztah navýšení celkové (přirozené) úmrtnosti exponované dospělé populace o 4 % na každých $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ průměrné roční koncentrace PM_{10} nad tuto hodnotu. Odhad střední koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} pro městské prostředí v roce 2021 činil $17,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Celková (přirozená) úmrtnost obyvatel ČR starších 30 let věku byla tedy v důsledku dlouhodobé expozice navýšena průměrně o 1,2 %. Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací PM_{10} na stanicích v různých typech lokalit se odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku dlouhodobé expozice PM_{10} na celkovém počtu zemřelých v roce 2021 pohyboval od 0 % v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po hodnotu 7,9 % v nejvíce průmyslem a dopravou zatížených lokalitách. Při použití bazální roční koncentrace PM_{10} rovné $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, což je postup zahrnující celkovou zátěž ze znečištění ovzduší aerosolovými částicemi včetně přirozeného pozadí, bylo navýšení celkové (přirozené) úmrtnosti obyvatel nad 30 let věku odhadnuto na 7,7 %. Odhad podílu předčasně zemřelých se pohyboval od 4,9 % v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po hodnotu 14,1 % v nejvíce průmyslem a dopravou zatížených lokalitách.

Zpracování aktuálního odhadu počtu atributivních případů předčasné úmrtnosti a ztracených let života v důsledku expozice aerosolovým částicím standardně znemožňuje dostupnost demografických údajů (úmrtnostních tabulek) za předchozí rok. Zásadním omezujícím faktorem se však stalo významné zvýšení úmrtnosti v důsledku pandemie SARS-CoV-2 v roce 2021, které by znamenalo zkreslení odhadu vlivu znečištění.

Oxid dusičitý

Oxid dusičitý jakožto složka emisí spalovacích procesů je vysoce korelován s ostatními primárními i sekundárními zplodinami, proto nelze jasně stanovit, zda pozorované zdravotní účinky jsou důsledkem nezávislého vlivu NO_2 , nebo spíše působením celé směsi látek, zejména aerosolu [5], uhlovodíků, ozónu a dalších látek [6]. Hlavním účinkem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO_2 je nárůst reaktivity

over 30 years excluding external causes of death (accidents, suicides, etc.). This indicator includes both premature mortality for individual causes of death (cardiovascular or respiratory diseases, lung cancer, etc.) and deaths due to short-term exposure to PM. The concentration-effect function recommended by the WHO HRAPIE project [5] was used for estimation.

The evaluation is based on WHO guidelines [6] where the guideline annual basal level (target AQG) for PM_{10} is $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and the relationship of increased total (natural) mortality of the exposed adult population by 4.0% for every $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ of the average annual PM_{10} concentration above this value. The estimate of the average PM_{10} fraction concentration in the common urban environment in 2021 was $17.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. The total (natural) mortality of the population of the Czech Republic over 30 years of age was thus increased by 1.2% as a result of long-term exposure. Given the range of mean annual PM_{10} concentrations at stations in different types of locations, the estimate of the proportion of premature deaths due to exposure to PM varied from 0% in urban locations without traffic load to a value of 7.9% in the most industrialized and traffic-heavy locations. When applying the annual basal level of the mass concentration of the PM_{10} fraction equal to $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, which evaluates the total PM burden including the natural background, the increase in the total (natural) mortality over 30 years of age was estimated at 7.7%. The estimate varied from 4.9% in urban locations without traffic load to a value of 14.1% in the most industrialized and traffic-heavy locations.

Compiling a current estimate of the number of attributable premature mortality cases and years of life lost due to exposure to aerosol particles precludes the availability of demographic data (death tables) for the previous year. However, a significant increase in mortality due to the SARS-CoV-2 pandemic in 2021 has become a major limiting factor, which would distort the estimate of the effect of air pollution.

Nitrogen dioxide

Nitrogen dioxide as a component of emissions from combustion processes is highly correlated with other primary and secondary emissions, therefore it is not possible to clearly determine whether the observed

dýchacích cest; na základě působení na změny reaktivity u nejcitlivějších astmatiků je odvozena také doporučená hodnota WHO pro 1hod. koncentraci NO_2 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou. Pro děti znamená expozice vyšším hodnotám NO_2 zvýšené riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci a snížení plicních funkcí. Z hodnot zjištěných ročních průměrů vyplývá, že v dopravou zatížených částech, např. pražské aglomerace, lze u obyvatel očekávat snížení plicních funkcí, zvýšení výskytu respiračních onemocnění, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií, a to u dětí i dospělých.

Přestože kvantitativní vztahy expozice a zdravotních účinků NO_2 (např. na celkovou, kardiovaskulární a respirační úmrtnost) byly specifikovány, nelze jednoznačně stanovit míru překrývání těchto účinků s působením ostatních znečišťujících látek v ovzduší. Proto odborníci doporučují hodnotit zdravotní dopady znečištění ovzduší na základě vztahů pro suspendované částice, ve kterých je vliv dalších znečišťujících látek zahrnut [5].

Pro roční průměrnou koncentraci NO_2 je v aktualizované směrnici WHO 2021 pro kvalitu ovzduší v Evropě uvedena doporučená hodnota $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Směrná hodnota byla změněna na základě poměrně velkého počtu nových studií, které poskytly další podporu pro souvislosti mezi dlouhodobými koncentracemi oxidu dusičitého a celkovou a respirační mortalitou.

Ozón

Přízemní ozón není do atmosféry emitován, ale vzniká fotochemickými reakcemi oxidů dusíku a těkavých organických látek. Znečištění ovzduší ozónem, které je typickou součástí tzv. letního smogu, může v teplém období roku dosahovat míry ovlivňující zdraví. Ozón má silně dráždivé účinky na oční spojivky a dýchací cesty a ve vyšších koncentracích způsobuje ztížené dýchání a zánětlivou reakci sliznic v dýchacích cestách. Zvýšeně citlivé vůči expozici ozónu jsou osoby s chronickým obstrukčním onemocněním plic a astmatem. Krátkodobá i dlouhodobá expozice ozónu ovlivňuje respirační nemocnost i úmrtnost. Chronická expozice ozónu zvyšuje četnost hospitalizací pro zhoršení astmatu u dětí a pro akutní zhoršení kardiovaskulárních a respiračních onemocnění u starších osob [5].

health effects are the result of the independent effect of NO_2 or instead the effect of an entire mixture of substances, especially aerosols [5], hydrocarbons, ozone and other substances [6]. The main effect of short-term exposure to high concentrations of NO_2 is an increase in airway reactivity; based on changes in reactivity in the most sensitive asthmatics the guideline WHO value for one hour NO_2 concentration of $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is derived. Residents of large urban agglomerations significantly affected by traffic are most exposed to nitrogen dioxide. For children, exposure to higher levels of NO_2 presents an increased risk of respiratory disease due to reduced immunity to infection, and reduced lung function. Values of annual means show that in traffic-heavy parts of, for example, the Prague agglomeration, residents can expect decreased lung function, increased incidence of respiratory diseases and increased incidence of asthma and allergies, both in children and adults.

Although the quantitative relationships of exposure and health effects of NO_2 (on total, cardiovascular and respiratory mortality) have been specified, the degree of overlap of these effects with the action of other pollutants in the air cannot be clearly established. Therefore, experts recommend evaluation of the health effects of air pollution based on relationships for suspended particles, in which the influence of other pollutants is included [5].

For mean annual concentration the updated WHO air quality guideline 2021 for Europe gives a guideline value of $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. The original guideline value was changed on the basis of a relatively large number of new studies that provided additional support for associations between long-term nitrogen dioxide concentrations and total and respiratory mortality.

Ozone

Ground-level ozone is not emitted into the atmosphere, but is created by photochemical reactions of nitrogen oxides and volatile organic substances. Air pollution by ozone, which is a typical part of the so-called summer smog, can reach levels affecting health in the warm season of the year. Ozone has a strong irritating effect on the conjunctivae of the eyes and the respiratory tract, and in higher concentrations it causes difficulty breathing and an inflammatory reaction of the mucous membranes in the respiratory

Z hlediska krátkodobých účinků vede expozice ozónu ke zvýšení celkové denní úmrtnosti v celé populaci o 0,3 % na každých 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nad hladinu 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, počítáno pro denní maximální 8hod. koncentraci. Dopad dlouhodobé expozice na úmrtnost u populace pouze nad 30 let je pak odhadován na 1,4 % na každých 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ průměru z maximálních denních 8hodinových koncentrací ozónu nad 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ během období duben-září [5].

Oxid uhelnatý a oxid siřičitý

Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým a oxidem siřičitým nepředstavuje v měřených sídlech významné zdravotní riziko, i když v případě oxidu siřičitého práh účinku pro 24hod. koncentraci nebyl epidemiologickými studiemi dosud zjištěn. 24hodinová hodnota 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 nebyla v roce 2021 v ČR na žádné stanici překročena. Roční aritmetické průměry se na městských stanicích pohybovaly v rozmezí 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (na úrovni republikových pozadových stanic) až 8,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, odhad střední hodnoty pro nezatížené městské lokality je shodně s rokem 2020 3,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nejvyšší roční aritmetické průměry CO nad 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ byly zjištěny na dopravních „hot spot“ stanicích.

Kovy

O zdravotních dopadech expozice stopovým množstvím kovů ve volném ovzduší existuje velmi málo vědeckých poznatků. Provedené epidemiologické studie ukazují na možné ovlivnění účinků $\text{PM}_{2,5}$ na kardiovaskulární systém mimo jiné i prostřednictvím obsažených kovů, zejména přechodných, kam patří např. chrom, nikl, kadmium, mangan nebo rtuť [3]. Olovo stanovované ve vzorcích aerosolu není od plošného zavedení bezolovnatého benzínu z hlediska přímé expozice z ovzduší zdravotně významnou látkou. Z hlediska karcinogenních účinků nepředstavují zjištěné koncentrace kadmia, niklu, olova a arzenu ve většině oblastí významné zdravotní riziko.

2.2.3 Hodnocení zdravotních rizik karcinogenních látek

Odhad teoretického zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění v důsledku dlouhodobé expozice škodlivinám z venkovního ovzduší byl proveden

tract. People with chronic obstructive pulmonary disease and asthma are more sensitive to ozone exposure. Both short-term and long-term exposure to ozone affects respiratory morbidity and mortality. Chronic exposure to ozone increases the frequency of hospitalizations for exacerbated asthma in children and for acute exacerbation of cardiovascular and respiratory diseases in the elderly [5].

In terms of short-term effects, ozone exposure leads to an increase in total daily mortality in the entire population by 0.3% for every 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ above a level of 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, calculated for a daily maximum of 8-hour concentrations. The impact of long-term exposure on mortality in the population aged over 30 years is then estimated at 1.4% for every 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ average of maximum daily 8-hour ozone concentrations above 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ during the April-September period [5].

Carbon monoxide and sulphur dioxide

Air pollution with carbon dioxide and sulphur dioxide does not represent a significant health risk in the measured communities even though for sulphur dioxide the threshold of effect for 24 hour concentrations has not yet been determined by epidemiological studies.

The 24-hour value of 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 was not exceeded at any station in the Czech Republic in 2021. The annual arithmetic means at urban stations ranged from 2.1 (for background stations) to 8.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, the estimate of the mean value for unencumbered urban locations is 3.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ as in year 2020.

The highest annual arithmetic means of $\text{CO} > 400 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{year}$ were measured at traffic “hot spot” stations.

Metals

There is very little scientific knowledge about the health effects of exposure to trace amounts of airborne metals. Epidemiological studies show the possible influence of the $\text{PM}_{2,5}$ fraction on the cardiovascular system, amongst other routes through contained metals, especially transition metals, which include chromium, nickel, cadmium, manganese or mercury [3]. Since the widespread introduction of lead-free gasoline, lead determined in aerosol samples has not been a health-significant substance in terms of direct airborne exposure. In terms of carcinogenic effects,

Tab. 2.2.3.1 Hodnoty jednotkového rizika pro sledované látky s karcinogenním účinkem

Tab. 2.2.3.1 Unit cancer risk values for the monitored carcinogens

Škodlivina Pollutant	Arzen Arsenic	Nikl Nickel	Benzo[a]pyren Benzo[a]pyrene	Benzo[a]anthracen Benzo[a]anthracene
Jednotka rizika UCR	1,5E-03	3,8E-04	8,7E-02	1,0E-04
Škodlivina Pollutant	Benzo[b]fluoranthen Benzo[b]fluoranthene	Benzo[k]fluoranthen Benzo[k]fluoranthene	Benzo[ghi]perlen Benzo[ghi]perylene	Dibenz[ah]anthracen Dibenz[ah]anthracene
Jednotka rizika UCR	1,0E-04	1,0E-05	1,0E-06	1,0E-03
Škodlivina Pollutant	Chrysen Chrysene	Indeno[1,2,3-cd]pyren Indeno[1,2,3-cd]pyrene	Kadmium Cadmium	Benzen Benzene
Jednotka rizika UCR	1,0E-06	1,0E-04	4,9E-04	6,0E-6

pro arzen, nikl, kadmium, benzen a pro benzo[a]pyren. Odhad vychází z teorie bezprahového působení karcinogenních látek a uvažuje lineární vztah mezi dávkou a účinkem. Pro výpočet byly použity hodnoty jednotkového rizika (UCR), což je velikost rizika zvýšení pravděpodobnosti nádorového onemocnění při celoživotní expozici 1 µg/m³ karcinogenní látky z ovzduší. Hodnoty jednotkového rizika pro hodnocení karcinogenních látek (tab. 2.2.3.1) byly převzaty z materiálů Světové zdravotnické organizace [6], [7] a z dalších zdrojů, např. US EPA.

Pro obyvatele jednotlivých typů městských lokalit byla uvažována celoživotní expozice sledovaným látkám na úrovni ročních aritmetických průměrů za rok 2021 a byla vypočtena míra individuálního rizika. Výsledky shrnuje tab. 2.2.3.2, ve které je pro vybrané hodnocené škodliviny uvedena jednak výše individuálního rizika, získaná na základě koncentrací na republikových emisně přímo nezátížených pozadřových stanicích, dále minimální hodnota zdravotního rizika pro obyvatele nejméně zatíženého typu městských lokalit a maximální hodnota pro obyvatele nejvíce zatíženého typu městských lokalit. Průměrná hodnota individuálního rizika pak byla vypočtena na základě koncentrací karcinogenních látek ve všech typech městských lokalit.

Teoretické zvýšení rizika nádorového onemocnění v důsledku expozice znečišťujícím látkám z venkovního ovzduší se již několik let v podstatě nemění a pohybuje se pro jednotlivé karcinogenní látky v řádu 10⁻⁸ až 10⁻⁴. Konkrétně v roce 2021 bylo riziko vzniku nádorového onemocnění od tří případů na 100 milionů po osm případů na 10 tisíc obyvatel. Největší příspěvek dlouhodobě představuje expozice karcinogenním

the detected concentrations of cadmium, nickel, lead and arsenic do not represent a significant health risk in most areas.

2.2.3 Health risks of carcinogenic substances

An estimate of the theoretical increase in the probability of developing cancer due to long-term exposure to pollutants from outdoor air was made for arsenic, nickel, cadmium, benzene and benzo[a]pyrene. The estimate is based on the theory of non-threshold action of carcinogenic substances and considers a linear relationship between dose and effect. The unit cancer risk (UCR) values, which represent the magnitude of the risk of increasing the probability of cancer with lifetime exposure to 1 µg/m³ of a carcinogenic substance were used for the calculation. Unit risk values for the evaluation of carcinogenic substances (Tab. 2.2.3.1) were taken from WHO Air quality guidelines [6], [7] and from other sources, such as the US EPA.

For residents of individual types of urban locations, lifetime exposure to the monitored substances as annual arithmetic means for 2021 was considered, and the level of individual risk was calculated. The results are summarized in Tab. 2.2.3.2. It contains the level of individual risk, obtained on the basis of concentrations at the national background stations, as well as the minimum value of the health risk for residents of the least burdened type of urban locations and the maximum value for residents of the most burdened type of urban location. The average value of the individual risk was then calculated based on the concentrations of carcinogenic substances in all types of urban locations.

Tab. 2.2.3.2 Odhad individuálního rizika expozice nejvýznamnějším karcinogenním látkám ve venkovním ovzduší (v počtech případů onemocnění rakovinou na 1 milion obyvatel), 2021

Tab. 2.2.3.2 Estimate of the individual risk from exposure to airborne carcinogens [in number of cancer cases per 1 mil. population], 2021

Škodlivina Pollutant	Republikové pozadí Rural background	Městské prostředí Urban environment		
		Minimální hodnota Minimum value	Průměrná hodnota Mean value	Maximální hodnota Maximum value
Arzen Arsenic	0,67	0,67	1,56	4,95
Nikl Nickel	0,10	0,10	0,21	1,22
Kadmium Cadmium	0,03	0,04	0,11	0,90
Benzen Benzene	3,60	3,60	7,20	21,00
Benzo[a]pyren Benzo[a]pyrene	21,8	26,1	163,0	774,0

polycyklickým aromatickým uhlovodíkům. V nejvíce zatížených průmyslových městských lokalitách bylo dosaženo hodnot, které představují zvýšení celoživotního rizika vzniku nádorového onemocnění o téměř jeden případ na tisíc obyvatel.

Citace:

- [1] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (2022). Kvalita ovzduší na území České republiky v roce 2021. Předběžné zhodnocení. ČHMÚ Praha-Komořany. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/zpravy/21_RZ_FINAL.pdf
- [2] INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (2013). Air Pollution and Cancer. *Scientific publication no. 161*. WHO IARC, Geneva, Switzerland. ISBN 978-92-832-2166-1. Dostupné z: <https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/AirPollutionandCancer161.pdf>
- [3] WORLD HEALTH ORGANIZATION (2013). Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project, *Technical Report*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- [4] CROUSE, D. L., PETERS, P. A., VAN DONKELAAR, A., GOLDBERG, M. S., VILLENEUVE, P. J., BRION, O., KHAN, S., ATARI, D. O., JERRETT, M., POPE III, C. A., BRAUER, M., BROOK, J. R., MARTIN, R.

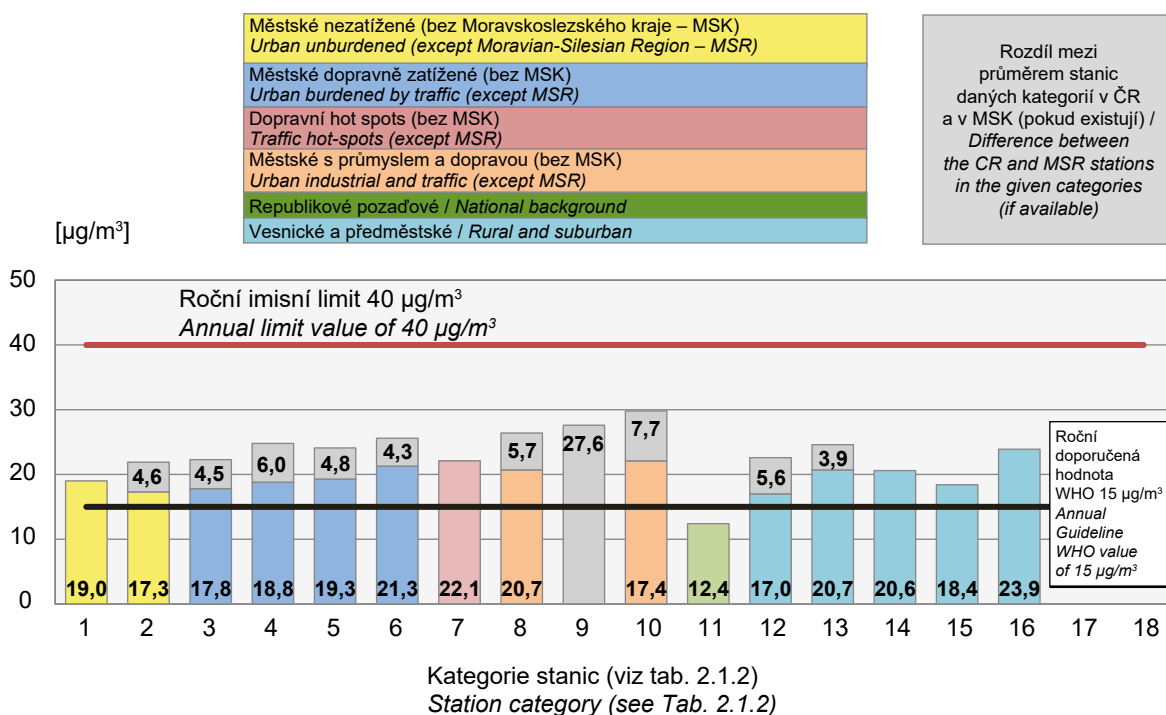
The theoretical increase in the risk of cancer as a result of exposure to pollutants from outdoor air has not changed for several years and ranges from 10–8 to 10–4 for individual carcinogens. In 2021, the risk of cancer ranged from three cases per 100 million to eight cases per 10,000 inhabitants. The highest long-term contribution represents the exposure to carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons. In the most loaded industrial urban locations the calculated risk reached the values that represent an increase in the lifetime risk of cancer by almost one case per one thousand inhabitants.

References:

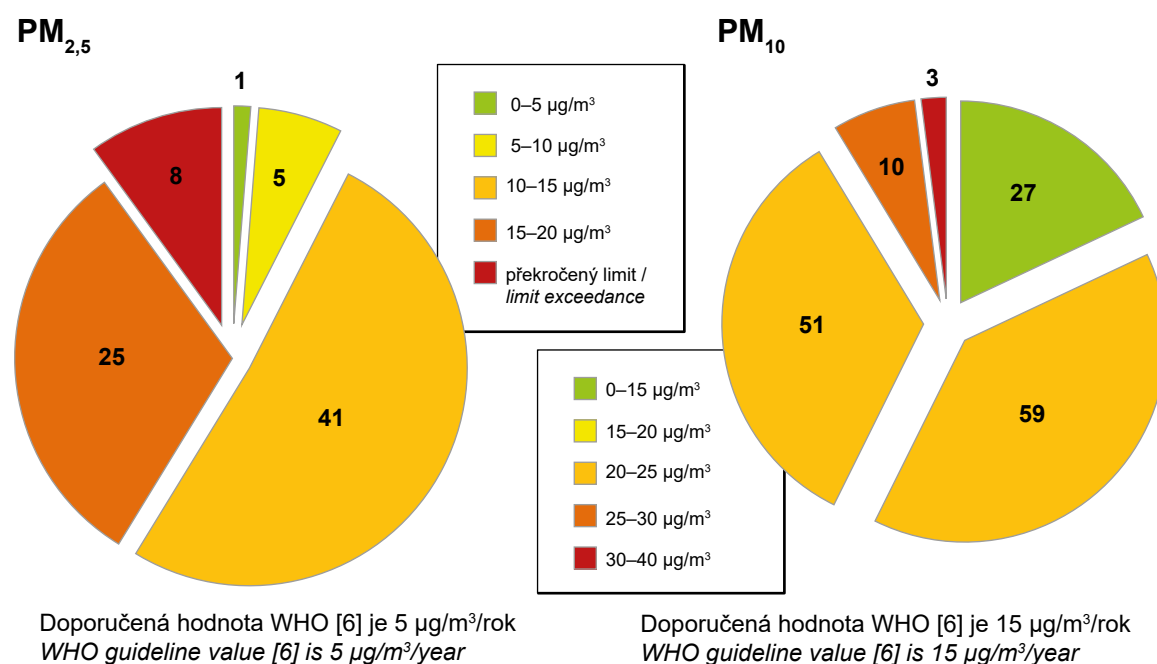
- [1] CZECH HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE (2022). Air quality in the territory of the Czech Republic in 2021. Preliminary evaluation. ČHMÚ Praha-Komořany. Available from: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/zpravy/21_RZ_FINAL.pdf
- [2] INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (2013). Air Pollution and Cancer. *Scientific publication no. 161*. WHO IARC, Geneva, Switzerland. ISBN 978-92-832-2166-1. Available from: <https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/AirPollutionandCancer161.pdf>
- [3] WORLD HEALTH ORGANIZATION (2013). Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project, *Technical Report*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

- V., STIEB, D., BURNETT, R. T. (2012). Risk of nonaccidental and cardiovascular mortality in relation to long-term exposure to low concentrations of fine particulate matter: a Canadian national-level cohort study. *Environ. Health Perspect.* 120, 708–714. Dostupné z: <https://doi.org/10.1289/ehp.1104049>
- [5] WORLD HEALTH ORGANIZATION (2013). Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project, Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- [6] WORLD HEALTH ORGANIZATION (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. Dostupné z: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
- [7] WORLD HEALTH ORGANIZATION (2006). Air quality guidelines, global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. Dostupné z: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf
- [4] CROUSE, D. L., PETERS, P. A., VANDONKELAR, A., GOLDBERG, M. S., VILLENEUVE, P. J., BRION, O., KHAN, S., ATARI, D. O., JERRETT, M., POPE III, C. A., BRAUER, M., BROOK, J. R., MARTIN, R. V., STIEB, D., BURNETT, R. T. (2012). Risk of nonaccidental and cardiovascular mortality in relation to long-term exposure to low concentrations of fine particulate matter: a Canadian national-level cohort study. *Environ. Health Perspect.* 120, 708–714. Available from: <https://doi.org/10.1289/ehp.1104049>
- [5] WORLD HEALTH ORGANIZATION (2013). Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project, Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- [6] WORLD HEALTH ORGANIZATION (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
- [7] WORLD HEALTH ORGANIZATION (2006). Air quality guidelines, global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. Available from: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf

Obr. 2.1 Roční koncentrace částic frakce PM_{10} – průměr pro jednotlivé typy měřicích stanic, 2021
Fig. 2.1 Annual levels of particulate matter PM_{10} – mean values for individual types of measuring stations, 2021

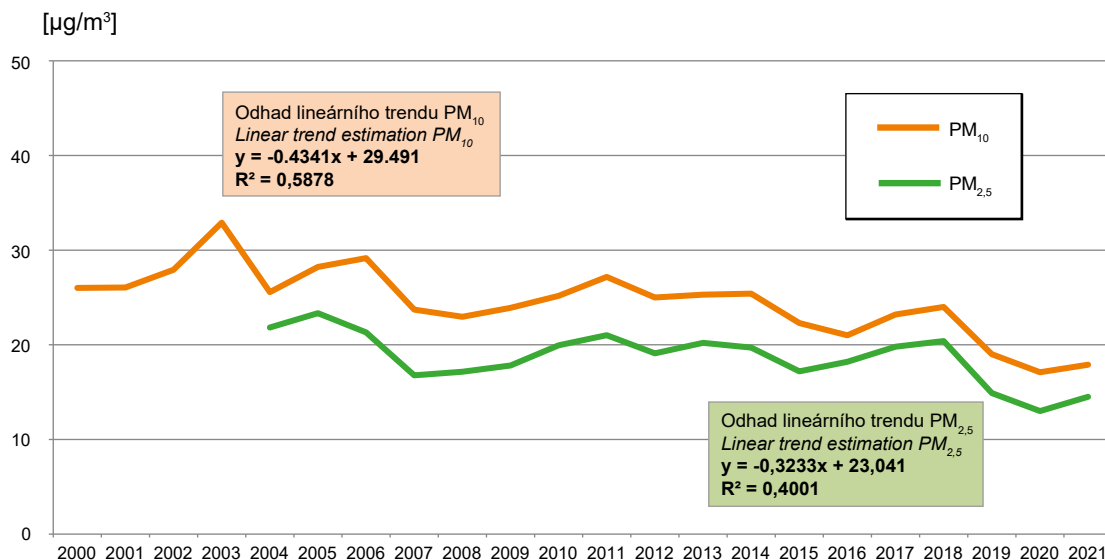


Obr. 2.2 Počty měřicích stanic v koncentračních intervalech ročního průměru aerosolových částic, 2021
Fig. 2.2 Number of measuring stations in the annual mean concentration intervals of suspended particles, 2021



Obr. 2.3 Odhad průměru ročních koncentrací částic frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} v běžném městském prostředí* (mimo Moravskoslezského kraje), 2000–2021

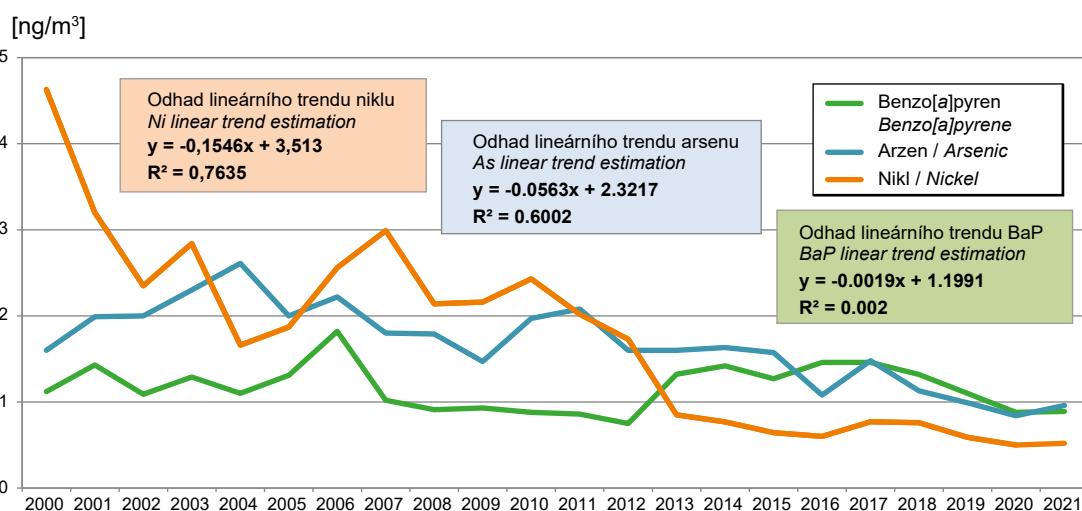
Fig. 2.3 Estimation of the annual mean PM₁₀ and PM_{2,5} concentrations in the Czech urban background* (except the Moravian-Silesian Region), 2000–2021



* spočteno pro městské obytné lokality kategorie 2 až 5 na základě kategorizace měřicích stanic (viz tab. 2.1.2)
 * calculated for urban residential locations in the categories 2–5 based on categorization (see Tab. 2.1.2)

Obr. 2.4 Odhad průměrů ročních koncentrací benzo[a]pyrenu, arsenu a niklu v běžném městském prostředí*, 2000–2021

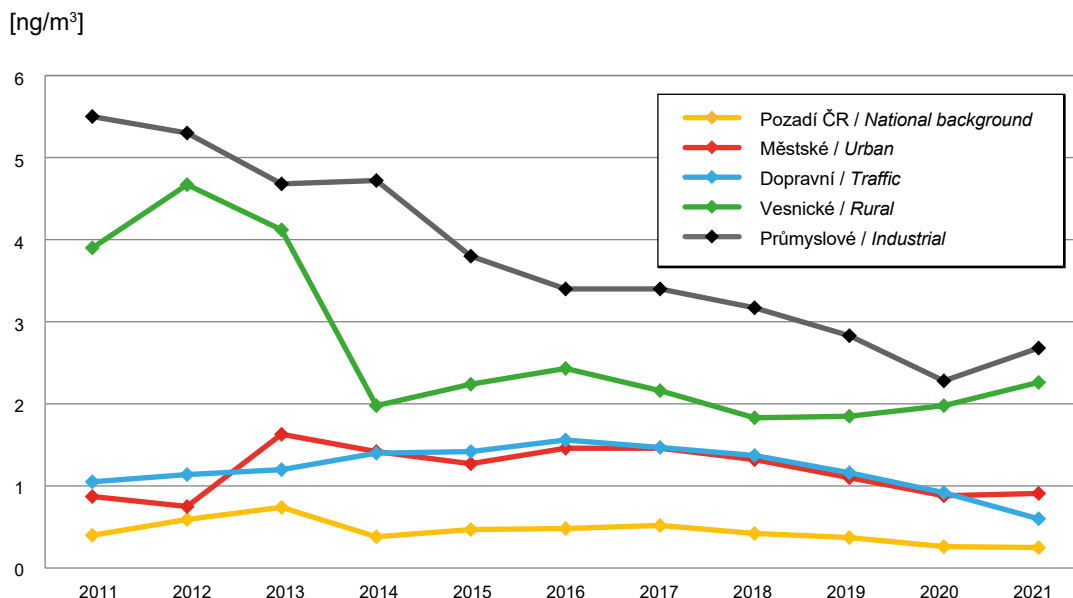
Fig. 2.4 Estimation of the annual mean levels of BaP, As and Ni for the Czech urban background*, 2000–2021



* spočteno pro městské obytné lokality kategorie 2 až 5 na základě kategorizace měřicích stanic (viz tab. 2.1.2), včetně MSK
 * calculated for urban residential locations in the categories 2–5 based on categorization, incl. MSR (see Tab. 2.1.2)

Obr. 2.5 Průběh průměru ročních koncentrací benzo[*a*]pyrenu na různých typech měřicích stanic*, 2011–2021

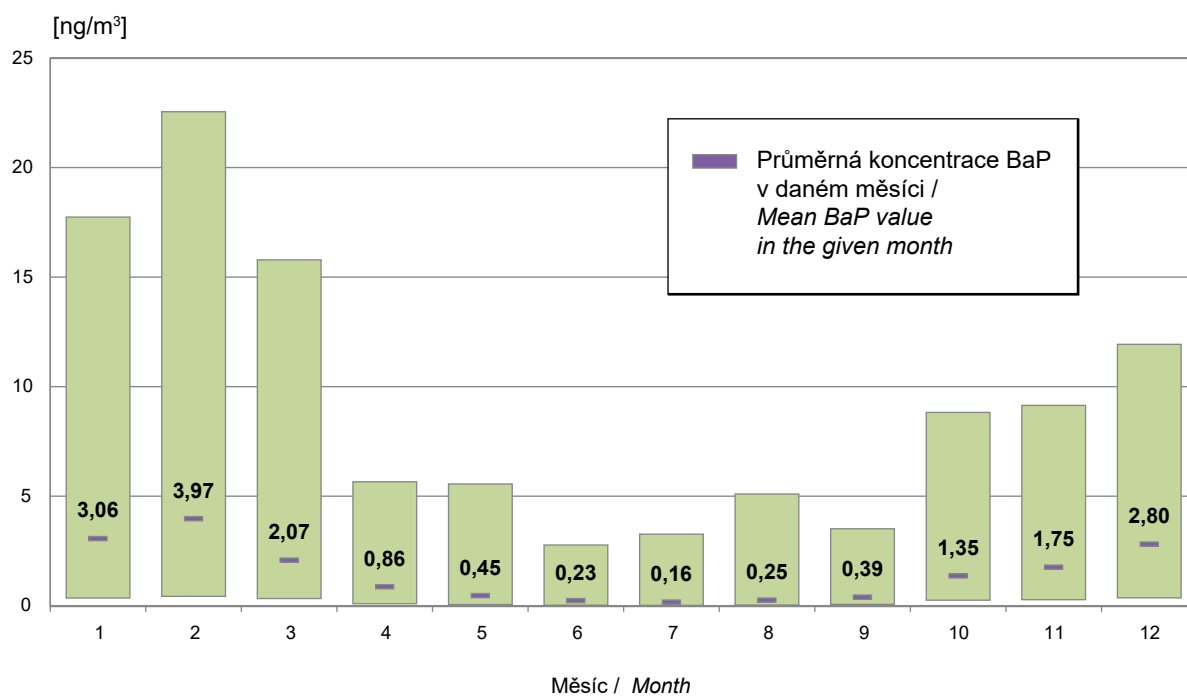
Fig. 2.5 Time trend of annual mean BaP concentrations at various types of measuring stations*, 2011–2021



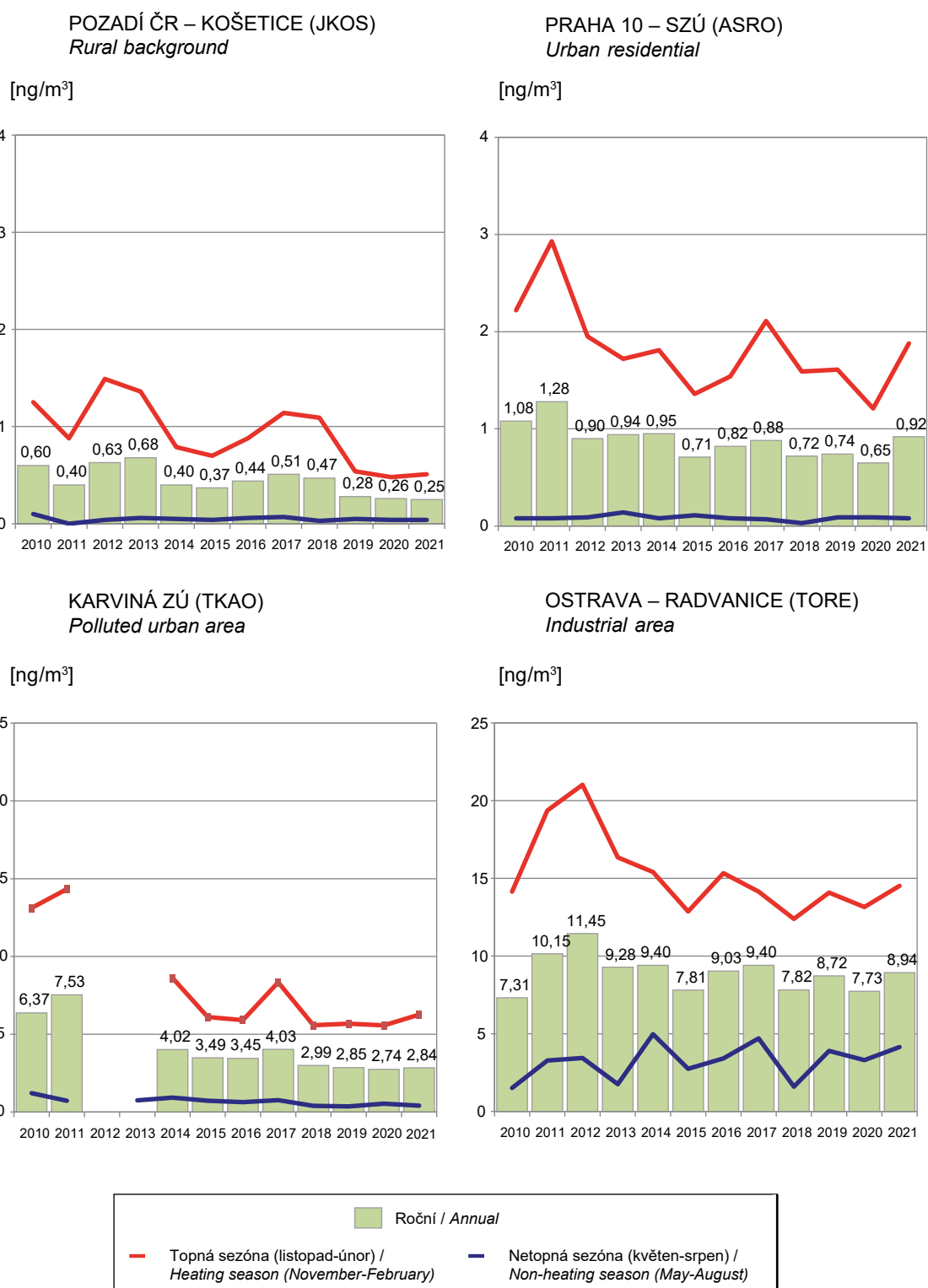
* Kategorie měřicích stanic / Measuring station category: Pozadí ČR / National background 11, Městské / Urban 2–3, Dopravní / Traffic 4–7, Průmyslové / Industrial 8–10, Vesnické/venkovské / Rural 12–17, viz Tab. 2.1.2

Obr. 2.6 Rozpětí průměrných měsíčních koncentrací benzo[*a*]pyrenu v městském prostředí ČR, 2021

Fig. 2.6 Range of average monthly concentrations of benzo[*a*] pyrene at urban stations in CR, 2021



Obr. 2.7 Průměrné roční a sezónní koncentrace benzo[*a*]pyrenu na vybraných stanicích, 2010–2021
Fig. 2.7 Average annual and seasonal BaP concentrations at selected stations, 2010–2021



3. ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY A RIZIKA ZNEČIŠTĚNÍ PITNÉ A REKREAČNÍ VODY

Údaje o kvalitě pitné vody jsou od roku 2004 získávány pomocí informačního systému pitná voda (IS PiVo) spravovaného Ministerstvem zdravotnictví, který zahrnuje všechny vodovody a další způsoby veřejného zásobování pitnou vodou v ČR. Zdrojem dat jsou především rozborů zajišťované provozovateli, jejichž provedení v předepsané četnosti a rozsahu je uloženo platnou legislativou; pouze malá část dat byla pořízena hygienickou službou v rámci státního zdravotního dozoru. Do systému mohou být vkládány pouze výsledky analýz provedených v laboratořích s platným osvědčením o akreditaci, autorizaci nebo o správné činnosti laboratoře. Do zpracování údajů o kvalitě pitné vody nejsou zahrnuta data při havarijních stavech, kterých je však v databázi minimum. Ukazatele kvality jsou posuzovány podle vyhlášky č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Tato vyhláška transponuje evropskou směrnici Rady 98/83/EC.

V roce 2021 bylo monitorováno celkem 4048 veřejných vodovodů¹. Převážná část (3777) jsou menší vodovody zásobující 5000 a méně obyvatel, z toho 3256 vodovodů zásobuje méně než 1000 obyvatel. Pouze 271 vodovodů patřilo do kategorie větších s více než 5000 zásobovanými obyvateli. Tyto vodovody však zásobují velkou většinu obyvatel ČR (cca 80 %) napojených na veřejný vodovod.

3.1 Kvalita pitné vody

V roce 2021 byly do databáze IS PiVo vloženy výsledky ze 37,9 tisíc odběrů pitné vody, při kterých bylo získáno zhruba 1,3 mil. hodnot jednotlivých ukazatelů jakosti vody. Celkem bylo sledováno 289 ukazatelů, z toho 195 různých pesticidních látek. Polovina všech odběrů byla provedena z nejmenších vodovodů,

1 Základní jednotky pro posuzování kvality pitné vody podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů, jsou zásobované oblasti, což je prakticky totožný pojem jako veřejný vodovod. Liší se pouze v případě, kdy je jeden vodovod zásobován z více zdrojů, které se od sebe svou kvalitou výrazně odlišují a před vstupem do spotřebiště se nemíchají – pak je tento vodovod rozdělen do několika zásobovaných oblastí, ve kterých je kvalita vody přibližně stejná.

3. HEALTH RISKS FROM DRINKING AND BATHING WATER POLLUTION

Data on drinking water quality have been obtained since 2004 using the drinking water information system (IS PiVo) administered by the Ministry of Health, which includes all water mains and other methods of public drinking water supply in the Czech Republic. The data are primarily provided by water-mains operators; a small part of the data was obtained by the public health service within the state health supervision. Only the results of analyzes performed in laboratories with a valid certificate of accreditation, authorization or proper operation of the laboratory may be entered into the system. Data on emergency water quality are not included in the data processing, which are very scarce in the PiVo database. The quality indicators have been assessed in accordance with the Decree No. 252/2004 Coll., as amended, which lays down hygienic requirements for drinking and hot water as well as the frequency and scope of drinking water sampling. This Decree transposes the European Council Directive 98/83/EC.

In 2021, total of 4,048 water mains¹ were monitored. The vast majority of the water mains (3,777) were smaller, i.e. serving less than 5,000 population; out of them 3,256 serve less than 1,000 population. Only 271 water mains were classified as larger (supplying over 5,000 pop.), but served 80% of the Czech population connected to the public water supply systems.

3.1 Drinking water quality

In 2021, about 37.9 thousand samplings were made and more than 1.3 mil. pieces of data on drinking water quality were obtained. Total of 289 indicators were monitored, including 195 different pesticide substances. Half of all samplings were made from the smallest water mains, supplying up to 1,000 inhabitants. The limits of indicators potentially

1 The basic unit used in the assessment of drinking water quality from the public water supply system as defined by the Decree 252/2004 Coll. as amended is the supply zone. A supply zone is virtually the same term as a public water supply. They differ only in the case where one water main is supplied from several sources, which differ significantly in their quality and do not mix before entering the appliance – then this water supply is divided into several supplied areas, in which the water quality is approximately the same.

zásobujících do 1 000 obyvatel. Limity zdravotně významných ukazatelů (limitovaných nejvyšší mezní hodnotou², NMH) byly překročeny celkem v 2 170 případech. Mezní hodnoty³ (MH) ukazatelů jakosti, charakterizujících především organoleptické vlastnosti pitné vody, nebyly dodrženy v 6 321 případech. Ve větších vodovodech bylo zjištěno překročení NMH v 0,15 % a MH v 0,5 % stanovení. V menších vodovodech překročilo NMH 0,3 % stanovení, MH 1,8 % stanovení. Vývoj jakosti pitné vody dodávané veřejnými vodovody, resp. vývoj četnosti překročení limitních hodnot ve větších a menších vodovodech v letech 2016–2021 je znázorněn na obr. 3.1.

Nejvyšší četnost překročení NMH byla nalezena vždy u pitné vody vyrobené z podzemních zdrojů; důvodem je jednak mnohem vyšší počet těchto většinou velmi malých zdrojů, jednak méně sofistikovaná úprava a obvykle také nižší profesionalita obsluhy, protože tyto vodovody provozují především obce.

Podle získaných údajů z IS PiVo bylo v roce 2021 v České republice 38,5 % obyvatel (3 523 vodovodů) zásobováno pitnou vodou vyrobenou z podzemních zdrojů, 39,1 % obyvatel (330 vodovodů) z povrchových zdrojů a 22,4 % obyvatel (195 vodovodů) ze smíšených zdrojů.

Četnost nedodržení limitních hodnot vzrůstá se zmenšující se velikostí vodovodu (s klesajícím počtem zásobovaných obyvatel). Ve větších vodovodech není dodržována nejvyšší mezní hodnota nejčastěji pro chloroform (1,5 % vzorků v r. 2021), který vzniká jako vedlejší produkt chlorování vody. Jeho koncentrace závisí na době zdržení vody v potrubí, a proto ve velkých vodovodech s delší sítí je nacházen více, než ve vodovodech menších. Velké vodovody také častěji využívají jako surovou povrchovou vodu, která i přes úpravu vody obsahuje více přírodních organických látek, ze kterých se chloroform (a další vedlejší produkty dezinfekce) tvoří. V menších vodovodech byly nejčastěji překračovány NMH pro chlorečnany (4,4 %), dusičnany (1,6 %), chloroform (0,9 %) a arsen (0,5 %). Relativně vyšší četnost překračování limitních hodnot

2 Nejvyšší mezní hodnota je limitní hodnotou obsahu zdravotně významných ukazatelů v pitné vodě (NMH). Překročení takového limitu vylučuje použití vody jako pitné, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví jinak.

3 Mezní hodnota (MH) je limitní hodnotou pro ukazatele určující zejména organoleptické vlastnosti vody. Její překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko.

hazardous to health (limited by the maximum limit value² MLV) were exceeded in 2,170 cases. Failure to comply with the limit values³ (LVs) for the quality indicators relevant to the sensory properties was reported in 6,321 cases. In larger water supplies, MLV and LV were exceeded in 0.15% and 0.5% cases, respectively. Similarly, in smaller water mains, the respective rates were 0.3% and 1.8%. The time trend in the drinking water quality from the public supply system in 2016–2021 is shown in Fig. 3.1.

The highest frequency of MLV exceedances was always found for drinking water produced from underground sources. The reason is a great number of these mostly very small sources, a less sophisticated treatment, and usually also less skilled staff as these waterworks are operated mainly by municipalities.

According to the data from the PiVo database, about 38.5% of the Czech population is supplied with drinking water produced from underground sources (3,523 water mains), about 39.1% of the population from surface sources (330 water mains) and about 22.4% of the population from mixed sources (195).

The frequency of non-compliance with the limit values increases with the decreasing size of the water supply system (with the decreasing number of supplied inhabitants). In larger water mains, the highest limit value is most often exceeded for chloroform (1.5% of samples), a by-product of water chlorination. Its concentration depends on the retention time of water in the pipeline, and therefore it is found more in large water mains with a longer network than in smaller water mains. Large water mains also more often use as raw surface water, which, despite water treatment, contains more natural organic matter from which chloroform (and other by-products of disinfection) is formed. MLVs for chlorates (4.4%), nitrates (1.6%), chloroform (0.9%) and arsenic (0.5%) were most often exceeded in smaller water mains. The relatively higher frequency of exceeding the limit values for uranium

2 The maximum limit value (MLV) limits the content of the respective indicator with significance for health in drinking water. When MLV is exceeded, the water is unsuitable for use as drinking water unless the public health authority decides otherwise.

3 The limit value (LV) applies to the content of the respective indicator relevant to the sensory quality of the drinking water. Non-compliance with LV usually does not pose an acute health risk. Non-compliance with LV usually does not pose an acute health risk.

také pro uran (1,7 %) je způsobena nízkým počtem vzorků a sledováním uranu především v rizikových vodovodech. Nadlimitní obsah koliformních bakterií byl zjištěn v 1,4 % vzorků z větších a v 4,6 % z menších vodovodů. Četnost překročení limitních hodnot pro mikrobiologické ukazatele je znázorněna na obr. 3.2 a pro zdravotně významné chemické ukazatele na obr. 3.3.

V pitné vodě jsou stanovovány jednotlivé pesticidní látky podle jejich pravděpodobného výskytu v daném zdroji. V roce 2021 bylo ve větších vodovodech provedeno zhruba 63 tisíc stanovení a v menších přes 247 tisíc stanovení; analyzováno bylo celkem 195 pesticidních látek (mateřských látek a jejich relevantních⁴ a nerelevantních⁵ metabolitů). Nejčastěji byla překračována limitní hodnota pro acetochlor ESA (ve větších vodovodech 1,8 %, v menších vodovodech 2,8 %) a alachlor ESA (0,64 % a 3,5 %). Účinná látka acetochlor, jehož rozpadem vzniká acetochlor ESA, je od roku 2013 zakázán v EU používat jako herbicid z důvodu pravděpodobné karcinogenity a poškození hormonální rovnováhy. Také alachlor byl jako účinná látka vyrazen z použití v roce 2008. Tyto látky pronikly vyluhováním do podzemní vody, kde velmi pomalu degradují. Podobně používání některých dalších pesticidů, které jsou častěji analyzovány v pitné vodě, jako propachlor a hexazinon, bylo již ukončeno. Četnost nedodržení limitních hodnot pro nejčastěji nacházené pesticidní látky v pitné vodě je zobrazena na obr. 3.4.

Dusičnany a chloroform (vedlejší produkt dezinfekce vody) jsou z hlediska známých zdravotních rizik nejproblematictějšími kontaminanty pitné vody. Překročení limitní hodnoty dusičnanů (50 mg/l) bylo zjištěno v 1,2 % případů. Zhruba 13,5 tisíc obyvatel bylo zásobováno pitnou vodou, kde průměrná roční koncentrace dusičnanů dosáhla nebo překročila limitní hodnotu; z nich 4,3 tisíc obyvatel je zásobováno vodovodem s udělenou výjimkou (60–80 mg/l). Obsah chloroformu nad limitní hodnotou (30 µg/l) byl zjištěn v 1,1 % případů; zhruba 20 tisíc obyvatel bylo zásobováno pitnou vodou, kde průměrná roční koncentrace chloroformu dosáhla nebo překročila limitní hodnotu.

Od roku 2018 je v pitné vodě monitorován kromě chloritanů také obsah chlorečnanů. Vznikají jako

4 Metabolity pesticidů, které jsou podobně toxické jako jejich mateřské látky (stejná limitní hodnota = 0,1 µg/l).

5 Metabolity pesticidů, které mají mnohem nižší toxicitu ve srovnání se svými mateřskými látkami.

(1.7%) is due to the low number of samples, and monitoring of uranium especially in the high-risk water mains. The frequency of exceeding the limit values for microbiological indicators is shown in Fig. 3.2, for health-relevant chemical indicators in Fig. 3.3.

In drinking water, individual pesticides have been determined according to their probable occurrence in a given source. In 2021, approximately 63 thousand determinations were performed in larger water mains, and over 247 thousand determinations in smaller water mains; a total of 195 pesticide substances were analyzed (parent substances and their relevant⁴ and irrelevant⁵ metabolites). The limit value for acetochlor ESA was most often exceeded (1.8% in larger water mains, 2.8% in smaller water mains) and alachlor ESA (0,64 % and 3,5 %, resp.). The active substance acetochlor, the metabolite of which is acetochlor ESA, has been banned in the EU since 2013 for use as a herbicide due to probable carcinogenicity and damage to the hormonal balance. Alachlor was also withdrawn from use as an active substance in 2008. Through leaching, these substances enter the groundwater where they degrade very slowly. Similarly, some other pesticides that have been commonly detected in drinking water, such as propachlor and hexazinone, have already been phased out. The frequency of non-compliance with the limit values for the most frequent pesticides is shown in Fig. 3.4.

Nitrates and chloroform (a by-product of water disinfection) are the most problematic contaminants of drinking water in terms of health risk. Exceedance of the nitrate limit value of 50 mg/l was found in 1.2% of cases. Approximately 13.5 thousand inhabitants were supplied with drinking water in which the mean annual concentration of nitrates reached or exceeded the limit value. Chloroform content above the limit value of 30 µg/l was found in 1.1% of cases; about 20 thousand inhabitants were supplied with drinking water, where the average annual concentration of chloroform reached or exceeded the limit value.

Since 2018, in addition to chlorites, the content of chlorates in drinking water has also been monitored.

4 Metabolites of pesticides that are toxic similarly to their parent substances (the same limit value = 0.1 µg/l).

5 Metabolites of pesticides that are much less toxic than their parent substances.

vedlejší produkt desinfekce vody, zejména pomocí chlornanu sodného či vápenatého. Zvýšený obsah chloročanů v pitné vodě je problém téměř výhradně malých vodovodů, kde se chlornan jako desinfekční látka hojně používá. Příčin je podle šetření SZÚ z let 2019–2020 několik: používání chlornanu po vypršení doby expirace nebo jeho skladování v nevyhovujících podmínkách a následných chemických reakcí, a dále neodůvodněné přechlorování vody. Situace se díky celkem snadnému řešení (instruktáž provozovatele/ obsluhy vodovodu) postupně zlepšuje, četnost nedodržení NMH pro chloročany poklesla v malých vodovodech z 5,5 % vzorků v roce 2018 na 3,4 % v roce 2021.

Zdravotní význam optimálního obsahu vápníku a hořčíku v pitné vodě je nesporný. Z monitoringu vyplývá, že jen 28 % obyvatel je zásobováno pitnou vodou s doporučenou optimální koncentrací vápníku (40–80 mg/l) a pouhých 4 % obyvatel s optimální koncentrací hořčíku (20–30 mg/l). Vodou s optimální tvrdostí (2–3,5 mmol/l) je zásobováno 30 % obyvatel. Proto je snižování obsahu těchto prvků domácí úpravou vody v naprosté většině případů nežádoucí.

Obsah radionuklidů přítomných v pitné vodě způsobí efektivní dávku v průměru přibližně 0,07 mSv/rok. Příjmem pitné vody je tedy čerpáno 7 % obecného limitu (1 mSv/rok) daného vyhláškou č. 236/2016 Sb., o radiační ochraně.

Schválené výjimky

Pro 104 vodovodů platila v roce 2021 výjimka z důvodu nedodržení limitního obsahu zdravotně významných ukazatelů, schválená orgánem ochrany veřejného zdraví. Mírnější hygienický limit, než stanoví vyhláška č. 252/2004 Sb. v platném znění, byl nejčastěji povolen pro pesticidní látky (69 vodovodů), např. pro acetochlor ESA (43 vodovodů zásobujících celkem 52 tisíc obyvatel) nebo alachlor ESA (19 vodovodů, 10 tisíc obyvatel). Pro 23 vodovodů (28 tisíc obyvatel) byla udělena výjimka z důvodu nadlimitního obsahu dusičnanů. Pro zdravotně rizikové kontaminanty pitné vody (ukazatele s NMH) není možné udělit výjimku na neomezeně dlouhou dobu, ale nejvýše na třikrát tři roky, přičemž poslední (třetí) období musí schválit Evropská komise. Podle údajů v databázi PiVo platil ve 35 vodovodech (5,5 tisíc obyvatel) alespoň po část roku 2021 úplný či částečný zákaz užívání vody z vodovodu jako vody pitné.

They arise as a by-product of water disinfection, especially with sodium or calcium hypochlorite. The increased content of chlorates in drinking water is a problem almost exclusively of small water supply systems, where hypochlorite is widely used as a disinfectant. According to the NIPH investigation from 2019–2020, there are several causes: the use of hypochlorite after the expiry date or its storage in unsuitable conditions and subsequent chemical reactions, and also unjustified overchlorination of water. The situation is gradually improving thanks to a relatively easy solution (instruction of the water supply operator); the frequency of non-compliance with the MLV for chlorates decreased in small water supply systems from 5.5% of samples in 2018 to 3.4% in 2021.

The importance of the optimal content of calcium and magnesium in drinking water for health is well documented. Monitoring shows that only 28% of the population is supplied with drinking water with the recommended optimal concentration of calcium (40–80 mg / l) and only 4% with the optimal concentration of magnesium (20–30 mg / l). A total of 30% of the population is supplied with water with optimal hardness (2–3.5 mmol/l). Therefore, in the vast majority of cases, reducing the content of these elements by home water treatment is undesirable.

The content of radionuclides in drinking water causes an effective dose of approximately 0.07 mSv/year on average. Roughly 5% of the general limit (1 mSv / year), given by Decree No. 236/2016 Coll., on radiation protection, is thus taken by the drinking water consumption.

Granted exemptions

In 2021, an exception for non-compliance with the limit content of health-significant indicators, approved by the public health protection authority, was valid for 104 water supply systems. A milder hygiene limit than that stipulated in Decree No. 252/2004 Coll. in its current version was most often allowed for pesticide substances (69 water supply systems), e.g. for acetochlor ESA (43 water supply systems supplying a total of 52 thousand inhabitants) or alachlor ESA (19 water supply systems, 10 thousand inhabitants). An exemption was granted for 23 water supply systems (28 thousand inhabitants) due to exceeding the nitrate content. For health-relevant drinking water contaminants (indicators with MLV), it is not

3.2 Expozice kontaminantům z pitné vody

U vybraných, zdravotně rizikových kontaminantů (arsen, chlorethen, dusitany, dusičnany, hliník, kadmium, mangan, měď, nikl, olovo, rtuť, selen, chloroform), pro které je stanoven expoziční limit (tj. bezpečný denní příjem), byla hodnocena zátěž obyvatelstva z příjmu pitné vody. Z hodnocených kontaminantů je nejvyšší přívod dusičnanů; pitím pitné vody z veřejných vodovodů je průměrně⁶ čerpáno 6–9 % celkového denního přijatelného přívodu⁷ dusičnanů (při denní konzumaci 1,5 litru pitné vody z vodovodu). U chloroformu, arsenu a niklu byl zjištěn průměrný přívod z pitné vody ve výši kolem jednoho procenta tolerovatelného přívodu. Koncentrace ostatních hodnocených kontaminantů v pitné vodě často nepřesahují mez stanovitelnosti použité analytické metody, a proto expozici těmito látkám nelze kvantifikovat. Lze však konstatovat, že průměrná expozice je menší než 1 % příslušného expozičního limitu. To se týká i pesticidních látek a jejich metabolitů.

Ačkoliv průměrný přívod dusičnanů pitnou vodou představuje pro obyvatele ČR jen několik procent celkového denního přijatelného přívodu, zhruba třetina obyvatel (36 %) zásobovaných veřejným vodovodem přijme denně pitnou vodou více než 10 %. Jestliže by byl obsah dusičnanů na úrovni limitní hodnoty (50 mg/l), přispívala by taková pitná voda při spotřebě 1 l/den u dospělého člověka k celkovému přijatelnému přívodu dusičnanů 21 %, při spotřebě 2 l/den pak 42 %. Rozdělení obyvatel podle velikosti expozice různým kontaminantům z pitné vody v roce 2021 je uvedeno na obr. 3.5.

Z hodnocení velikosti expozice jednotlivým cizorodým látkám z pitné vody, pro které je stanoven expoziční limit, nevyplývá pravděpodobnost poškození zdraví z hlediska nekarcinogenních účinků. Nicméně v případě udělení výjimky může být orgánem ochrany

possible to grant an exemption for an unlimited period of time, but for a maximum of three times three years, while the last (third) period must be approved by the European Commission. According to the data in the PiVo database, a complete or partial ban on the use of tap water as drinking water was in force in 35 water supply systems (5.5 thousand inhabitants) for at least part of 2021.

3.2 Exposure to contaminants from drinking water

For the selected hazardous contaminants (arsenic, chloroethene, nitrites, nitrates, aluminium, cadmium, manganese, copper, nickel, lead, mercury, selenium, chloroform), for which an exposure limit is set (ie safe daily intake), the population burden by these substances from the drinking water intake was assessed. Of the evaluated contaminants, the highest is the intake of nitrates. By drinking water from public water mains, on average 6–9% of the total daily acceptable intake⁷ of nitrates on average⁶ is taken (with daily consumption of 1.5 litres of drinking water from the water supply system). For chloroform and arsenic, an average drinking water intake of about one percent of the tolerable intake was found. Concentration of other contaminants evaluated in drinking water often does not exceed the limit of quantification of the analytical method used and therefore the exposure to these substances cannot be quantified. However, it can be assumed that the average exposure is less than 1% of the relevant exposure limit. This also applies to pesticides and their metabolites.

Although the average intake of nitrates by drinking water represents only few percent of the total daily acceptable intake for the Czech population, roughly one third of the population (36%) are supplied with drinking water that accounts for more than 10% of the acceptable daily intake of nitrates. If the nitrate content was at the level of the limit value (50 mg/l),

6 Velikost expozice kontaminantům v ČR byla získána pomocí střední koncentrace (mediánu) koncentrací ve vodovodech získaných rozborů vzorků vody během roku. Průměrná expozice za všechny vodovody pak byla zvážena počtem zásobovaných obyvatel, s výsledkem zhruba 7–8 % denního přijatelného přívodu. Při použití 90th kvantilu koncentrací dusičnanů jde o hodnotu ve výši 9–10 %.

7 Celkový přijatelný/tolerovatelný denní přívod (expoziční limit) kontaminantu je takový přívod potravinami, vodou, prachem apod., který podle současných poznatků nepředstavuje zdravotní riziko ani při celoživotní expozici.

6 The exposure to contaminants in the Czech Republic was calculated from the median concentrations obtained by sampling within a year. The average exposure for all water mains was weighed by the number of inhabitants supplied, resulting in approximately 7–8% of the daily acceptable intake. For 90th percentile of nitrate concentration the exposure amounted to 8–10% of ADI value.

7 The total acceptable/tolerable daily intake (exposure limit) of a contaminant is such intake through food, water, dust, etc., which, according to current knowledge does not pose a health risk even during lifetime exposure.

veřejného zdraví určena na základě hodnocení zdravotních rizik skupina spotřebitelů jako ohrožená (obvykle kojenci a malé děti nebo těhotné ženy), a pak je pro tuto skupinu příjem takové vody omezen či je ze zásobování vyloučena, aby nemohlo dojít k poškození zdraví.

3.3 Teoretické zvýšení počtu nádorových onemocnění

Pro výpočet předpovědi teoretického zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění v důsledku chronické expozice organickým látkám (1,2-dichloroethan, benzen, benzo[*a*]pyren, benzo[*b*]fluoranthen, benzo[*k*]fluoranthen, bromdichlormethan, bromoform, chlorethen (vinylchlorid), dibromchlormethan, indeno[1,2,3-*cd*]pyren, tetrachlorethen, trichlorethen) z přívodu pitné vody byl použit lineární bezprahový model podle metody hodnocení zdravotního rizika. Pro výpočet ročního příspěvku odhadu zvýšení rizika byla použita hodnota průměrné hmotnosti člověka 70 kg, střední délka života 70 roků, celoživotní expozice (přepočtena na roční expozici a riziko) a střední hodnota spotřeby pitné vody 1,5 litru denně. Protože neexistuje dostatek informací o účinku sledovaných látek ve směsi v koncentracích, ve kterých jsou tyto látky nalézány v pitné vodě, bylo podle doporučení US EPA uvažováno prosté sčítání účinků jednotlivých látek. Podle výpočtu teoretického zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění v důsledku chronické expozice karcinogenním látkám může konzumace pitné vody z veřejného vodovodu přispět k ročnímu zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění přibližně dvěma případy na 10 milionů obyvatel.

Výpočty expozice a rizika byly provedeny podle standardního postupu, nicméně použité expoziční faktory jsou vždy zatíženy určitou mírou nejistoty, jako například omezené spektrum sledovaných zdravotně významných látek, individuální velikost konzumace pitné vody z vodovodu, různá míra vstřebání sledovaných látek v organismu, odlišná frekvence expozice apod. To mohlo vést k nad i podhodnocení situace. Inhalační a dermální expozice, které jsou u některých kontaminantů podobně významné jako orální příjem, nebyly uvažovány, protože chybí specifické údaje o chování české populace při využívání vody v domácnosti.

such drinking water would contribute in an adult to the acceptable nitrate intake of 21% and 42% at a consumption of 1 l/day and 2 l/day, respectively. The distribution of the population according to the size of exposure to various contaminants from drinking water in 2021 is shown in Fig. 3.5.

The assessment of exposure to individual drinking water contaminants for which exposure limits are set does not indicate the likelihood of damage to health in terms of non-carcinogenic effects. However, it is possible that when an exemption should be granted, the public health authority designates a vulnerable group of consumers (usually infants and young children or pregnant women). This group is then excluded from the supply, or consumption of such water is limited to prevent damage to health.

3.3 Cancer risk from drinking water

*To estimate incremental cancer risk from chronic exposure to organic compounds (1,2-dichloroethane, benzene, benzo[*a*]pyrene, benzo[*b*]fluoranthene, benzo[*k*]fluoranthene, bromodichloromethane, bromoform, chloroethene /vinyl chloride/, dibromochloromethane, indeno[1,2,3-*cd*]pyrene, tetrachloroethene, and trichloroethene) from drinking water intake, the linear no-threshold model was used in accordance with the health risk assessment method. For the calculation of the annual contribution to the estimated incremental cancer risk, an average body weight of 70 kg, mean life expectancy of 70 years, lifelong exposure (converted to annual exposure and risk), and a mean daily intake of 1.5 L of tap water per person were considered. The theoretical incremental cancer risk from chronic exposure to carcinogens from the public water supply system was computed as the sum of the effects of all compounds according to the US EPA recommendations. From this calculation, it follows that the drinking water intake might theoretically result in two incremental cancer cases per 10 million population per year.*

The calculations of exposure and risk were carried out according to a standard procedure. Nevertheless, the considered exposure factors always imply a certain level of uncertainty, e.g. due to the limited spectrum of the monitored substances with significance for health, individual variation in tap water consumption and absorption of the monitored substances in the

Počátkem roku 2020 byla publikována studie [1], která se poprvé na úrovni celé Evropské unie (EU) pokusila odhadnout dopad vedlejších produktů dezinfekce pitné vody na zdraví obyvatel. Byl zkoumán výskyt nádorů močového měchýře, u kterých je vztah k vedlejším produktům dezinfekce epidemiologicky prokázán. Studie vycházela z dostupných informací o výskytu trihalogenmethanů (THM) v pitné vodě v zemích EU v roce 2016, přičemž THM brala jako ukazatel celé směsi vedlejších produktů. Pro ČR bylo vypočteno, že následkem expozice vedlejším produktům dezinfekce v pitné vodě vznikne ročně 138 případů (95 % CI: 70–204) nádorů močového měchýře, což je 5 % případů tohoto nádoru, které jsou každým rokem u nás nově diagnostikovány.

3.4 Jakost vody ve veřejných a komerčně využívaných studnách

V rámci celostátního monitoringu jsou informačním systémem PiVo sbírány také údaje o jakosti pitné vody pocházející z veřejných studní a individuálních zdrojů využívaných k podnikatelské činnosti, pro jejíž výkon musí být používána pitná voda (komerční studny). V roce 2021 bylo provedeno zhruba 5 tisíc odběrů vzorků vody z 250 veřejných a 1 898 komerčních studní. Limity zdravotně významných ukazatelů byly překročeny v 0,7 % příslušných stanovení, mezní hodnoty pak ve 3,5 %. Relativně četné byly nálezy nedodržení limitních hodnot všech mikrobiologických ukazatelů jakosti pitné vody, jako jsou intestinální enterokoky (3,9 %), koliformní bakterie (9,1 %) a *Escherichia coli* (2,7 %). Z dalších ukazatelů byly nejčastěji nedodrženy limitní hodnoty pH (13,3 %), manganu (8,6 %), chlorečnanů (7,2 %), chloridů (5,0 %), dusičnanů (2,6 %), acetochloru ESA (2,8 %) a alachloru ESA (1,3 %).

3.5 Ukazatele přímého poškození zdraví z pitné vody

V roce 2021 byly hlášeny dvě potvrzené epidemie z pitné vody. Vyplývá to z přímých hlášení pracovníků odboru komunální hygieny krajských hygienických stanic o zaznamenaných nálezích, otravách či jiných onemocněních, ke kterým došlo v souvislosti s jakostí a užíváním pitné vody ze sledovaných vodovodů a veřejných (popř. pro zásobování veřejnosti používaných) studní. Jedna událost byla z veřejného vodovodu v Pardubickém kraji, druhá vznikla závadou na

body, etc. They might result in risk underestimation or overestimation. Inhalation and dermal exposure that are similarly significant as the ingestion of some contaminants were not taken into account, as specific data is missing on the use of water in Czech households.

In 2020, a study was published [1] which for the first time attempted to assess the impact of drinking water disinfection by-products on public health at the European Union (EU) level. The incidence of bladder cancer was investigated, in which the relationship to by-products of disinfection was proven. The study was based on available information on the occurrence of trihalomethanes (THM) in drinking water in EU countries in 2016, taking THM as an indicator of the whole mixture of disinfection by-products. For the Czech Republic, it was calculated that 138 cases (95% CI: 70–204) of bladder cancer arise annually as a result of exposure to disinfection by-products in drinking water; it represents 5% of cases of this cancer newly diagnosed every year.

3.4 Water quality in public and commercial wells

*As part of nationwide monitoring, the PiVo information system also collects data on the quality of drinking water from public wells and individual sources used for business activities, for the performance of which drinking water must be used (commercial wells). In 2021, approximately 5,000 water samples were taken from 250 public and 1,898 commercial wells. The limits of health-relevant indicators were exceeded in 0.7% of the relevant determinations, and the limit values in 3.5%. There were relatively numerous findings of non-compliance with the limit values of all microbiological indicators of drinking water quality, such as intestinal enterococci (3.9%), coliform bacteria (9.1%), and *Escherichia coli* (2.7%). Of the other indicators, the limit values of pH (13.3%), manganese (8.6%), chlorates (7.2%), chlorides (5.0%), nitrates (2.6%), acetochlor ESA (2.8%) and alachlor ESA (1.3%) were not met most often.*

3.5 Health impairment related to drinking water

In 2021 there were two confirmed epidemics from drinking water. It emerged from the direct reports of

vnitřním vodovodu hotelového objektu napojeném na veřejný vodovod v kraji Vysočina.

3.6 Monitoring kvality rekreačních vod ve volné přírodě

Zdravotní rizika z rekreačních vod, pokud pomineme utonutí a úrazy, jsou spojena především s kontaminací patogenními mikroorganismy, rozvojem sinic a řas a na některých místech také s cercáriovou dermatitidou (projevuje se intenzivním svěděním). Masový výskyt sinic a řas a významné znečištění přírodního i antropogenního původu může také negativně ovlivnit atraktivitu rekreačních vod pro koupající se osoby. Systematicky se monitoruje výskyt indikátorů fekálního znečištění (*E. coli* a intestinální enterokoky), sinic a řas, přírodního znečištění a znečištění odpady. Výsledky monitorování se kromě indikátorů fekálního znečištění, u kterých se provádí po každé koupací sezóně tzv. klasifikace z dat za předchozí čtyři roky, hodnotí převážně na základě posledního odběru.

Do informačního systému jsou zasílána data o kvalitě vody pro koupání během koupací sezóny. Orgány ochrany veřejného zdraví pravidelně provádí souhrnné hodnocení podle vyhlášky č. 238/2011 Sb. (v platném znění) a příslušných metodických doporučení a označují kvalitu koupací vody pomocí pětibodové stupnice. Aktuální kvalita koupacích vod je přístupna veřejnosti na webových stránkách krajských hygienických stanic a na webové stránce Koupací vody. Vývoj kvality koupacích vod v letech 2011 až 2021 je uveden na obr. 3.6, na němž jsou lokality charakterizovány nejhorším hodnocením během koupací sezóny. Hodnocených koupacích vod je v posledních letech přes 270 (2019 – 271, 2020 – 275 a 2021–284). Největším problémem tuzemských přírodních vod nadále zůstává masový výskyt sinic tvořících vodní květy, a to zejména během letních měsíců a začátkem podzimu. V roce 2021 byl počet lokalit s masovým výskytem sinic podobný jako v předchozích letech (kromě roku 2018, kdy zřejmě vlivem velmi teplého počasí došlo k urychlení jejich rozvoje). Zhoršené hodnocení kvůli nálezům indikátorů fekálního znečištění bylo stejně jako v předchozích sezónách méně časté. Případy cercáriové dermatitidy potvrzené nálezem cercárií v plžích byly v roce 2021 hlášeny ze dvou nádrží (zahrnující celkem čtyři oblasti). Na jedné lokalitě se vyskytly případy kožního onemocnění, které podle příznaků odpovídalo cercáriové dermatitidě, avšak

municipal hygiene department workers of regional hygiene stations about recorded infections, poisonings or other diseases that occurred in connection with the quality and use of drinking water from monitored water supply systems and public (or those used for public supply) wells. One was from the public water supply in the Pardubice region, the other was caused by a defect in the internal water supply of the hotel building connected to the public water supply in the Vysočina region.

3.6 Monitoring of the bathing water quality

*Health risks from recreational waters, apart from drowning and injuries, are associated primarily with contamination by pathogenic microorganisms, the development of cyanobacteria and algae, and in some places with cercarial dermatitis (manifested by intense itching). The mass occurrence of cyanobacteria and algae, and significant pollution of natural and anthropogenic origin can also negatively affect the attractiveness of recreational waters. Systematically monitored is the occurrence of faecal contamination indicators (*E. coli* and intestinal enterococci), cyanobacteria and algae, natural pollution and waste pollution. Faecal pollution indicators have been classified after each bathing season based on the data from the previous 4 years; monitoring results of the other indicators are evaluated mainly based on the last sampling.*

Data on the quality of bathing water during the bathing season are sent to the information system. The public health protection authorities regularly elaborate a summary assessment according to Decree No. 238/2011 Coll. (as amended) and relevant methodological recommendations, and indicate the quality of bathing water using a five-point scale. The current quality of bathing water is available to the public on the websites of the regional hygiene stations and on the Bathing Water website. The development of bathing water quality in the years 2011 to 2021 is shown in Fig. 3.6, where the localities are characterized by the worst rating during the bathing season. Over 270 bathing waters have been evaluated in recent years (2019 – 271, 2020 – 275 and 2021 – 284). The biggest problem of domestic natural bathing waters continues to be the mass occurrence of cyanobacteria that form water flowers, especially during the summer months and the beginning of autumn. In 2021, the number of locations with a mass occurrence of cyanobacteria

její původci v plžích nebyli nalezeni. Na další nádrži byli naopak nalezeni původci cercariové dermatitidy, ale nebyly hlášeny žádné případy onemocnění.

Podle požadavků EU je ze získaných dat každoročně zpracována zpráva, která je následně zaslána Evropské komisi. Tato zpráva, do které jsou zahrnuty pouze významnější koupací vody ve volné přírodě (podle směrnice 2006/7/ES se na nich koupe velký počet lidí), je založena především na výsledcích sledování indikátorů fekálního znečištění. Kvalitu rekreačních vod v ČR je podle kritérií EU možno hodnotit jako poměrně dobrou. Na počátku monitorování byl podíl vyhovujících koupacích vod nízký vzhledem ke značnému počtu vod s nedostatečným vzorkováním. Postupně stoupal počet koupacích vod, které vyhovely limitním požadavkům EU. Zatímco v roce 2004 vyhovělo požadavkům 49 % z celkového počtu sledovaných koupališť, v roce 2011 to bylo již 87 %. Počet hlášených koupacích vod do EU, kde je kvalita vody sledována, klesl ze 176 v roce 2004 na 155 v roce 2021. Od roku 2012 Evropská komise hodnotí a klasifikuje koupací vody v EU podle nových pravidel uvedených ve směrnici 2006/7/ES (viz § 9 vyhlášky č. 238/2011 Sb.). V letech 2012–2021 vyhověla novým limitním požadavkům EU (byla zařazena alespoň do kategorie přijatelná jakost vody) většina koupacích vod v ČR – přibližně 90 %, v roce 2021 pak konkrétně 144 z celkových 155, tj. 92,9 %.

Citace:

- [1] EVLAMPIDOU, I., FONT-RIBERA, L., ROJAS-RUEDA, D., GRACIA-LAVEDAN, E., COSTET, N., et al. 2020. Trihalomethanes in drinking water and bladder cancer burden in the European Union. *Environ Health Perspect*, 128(1): 017001, DOI 10.1289/EHP4495.

was similar to previous years (except for 2018, when their development was apparently accelerated due to very warm weather). Deteriorated evaluation due to findings of faecal pollution indicators was less frequent as in previous seasons. Cases of cercarial dermatitis confirmed by the finding of cercariae in snails were reported in 2021 from two water reservoirs (comprising a total of four areas). In one locality, there were cases of a skin disease whose symptoms corresponded to cercarial dermatitis, but its causative agents were not found in snails. On the other hand, causative agents of cercarial dermatitis were found in another pond, but no cases of the disease were reported.

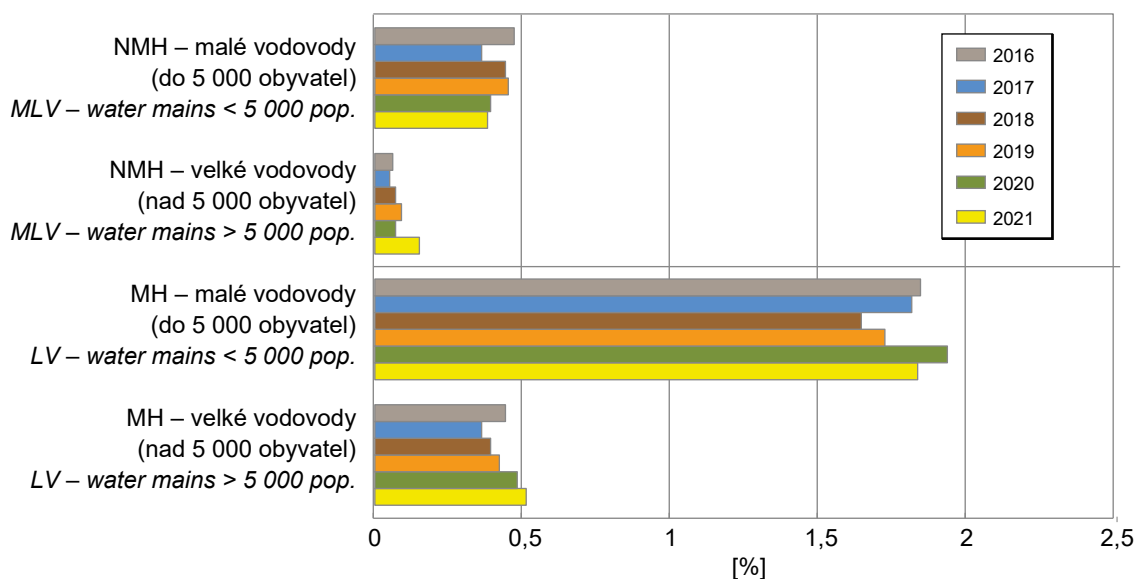
According to the requirements of the EU, a report is prepared annually from the collected data, which is sent to the European Commission. This report, which includes only the most important natural bathing waters (according to Directive 2006/7/EC, a large number of people bathe in them), is based primarily on the results of monitoring indicators of faecal pollution. According to EU criteria, the quality of recreational waters in the Czech Republic can be assessed as relatively good. At the beginning of the monitoring, the proportion of satisfactory bathing waters was low due to the considerable number of waters with insufficient sampling. The number of bathing waters that met the EU limit requirements gradually increased. While in 2004, 49% of the total number of monitored bathing waters met the requirements, in 2011 it was already 87%. The number of reported bathing waters to the EU fell from 176 in 2004 to 155 in 2021. Since 2012, the European Commission has been evaluating and classifying bathing waters in the EU according to the new rules set out in Directive 2006/7/EC (see § 9 of Decree No. 238/2011 Coll.). In the years 2012–2021, the majority of bathing waters in the Czech Republic complied with the new limit requirements of the EU (they were classified at least in the category of acceptable water quality) – approximately 90%; in 2021, 144 of the total 155, i.e. 92.9%.

References:

- [1] EVLAMPIDOU, I., FONT-RIBERA, L., ROJAS-RUEDA, D., GRACIA-LAVEDAN, E., COSTET, N., et al. 2020. Trihalomethanes in drinking water and bladder cancer burden in the European Union. *Environ Health Perspect*, 128(1): 017001, DOI 10.1289/EHP4495.

Obr. 3.1 Četnost nedodržení limitních hodnot podle velikosti vodovodu, 2016–2021

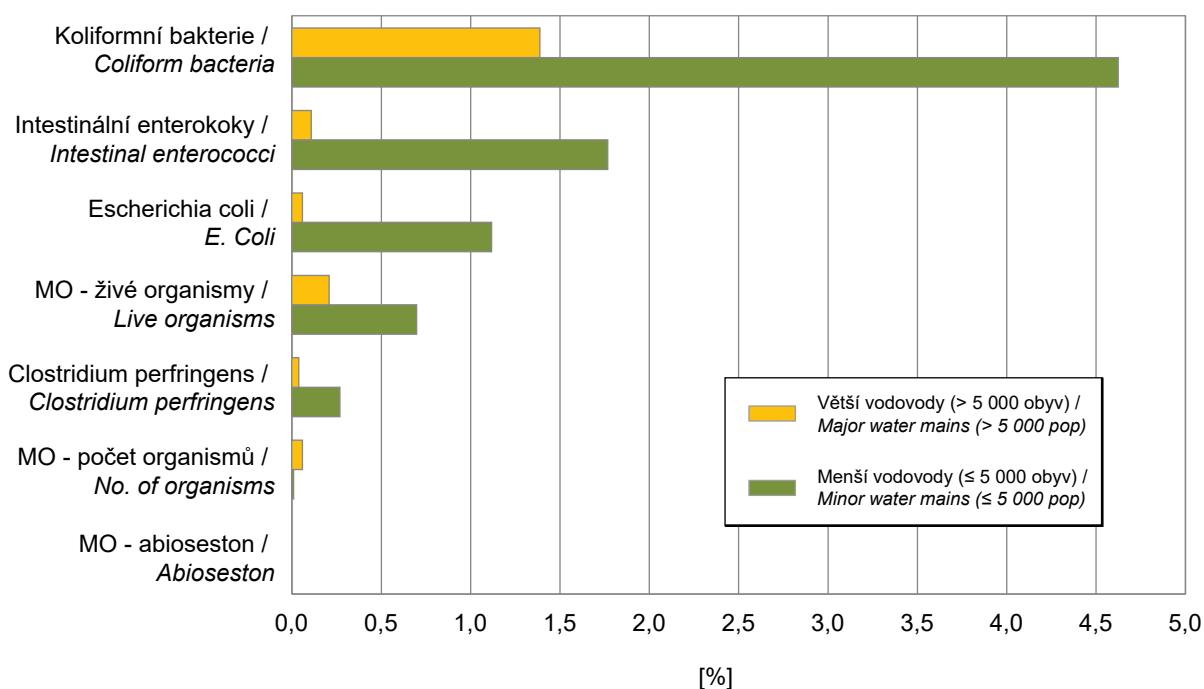
Fig. 3.1 Frequency of non-compliance with the limit values by size of the water main, 2016–2021



NMH – nejvyšší mezní hodnota – pro zdravotně významné ukazatele
MH – mezní hodnota – pro ukazatele zdravotně méně významné, organoleptických vlastností apod.
MLV – maximum limit value – for health relevant indicators
LV – limit value – for indicators of organoleptic properties

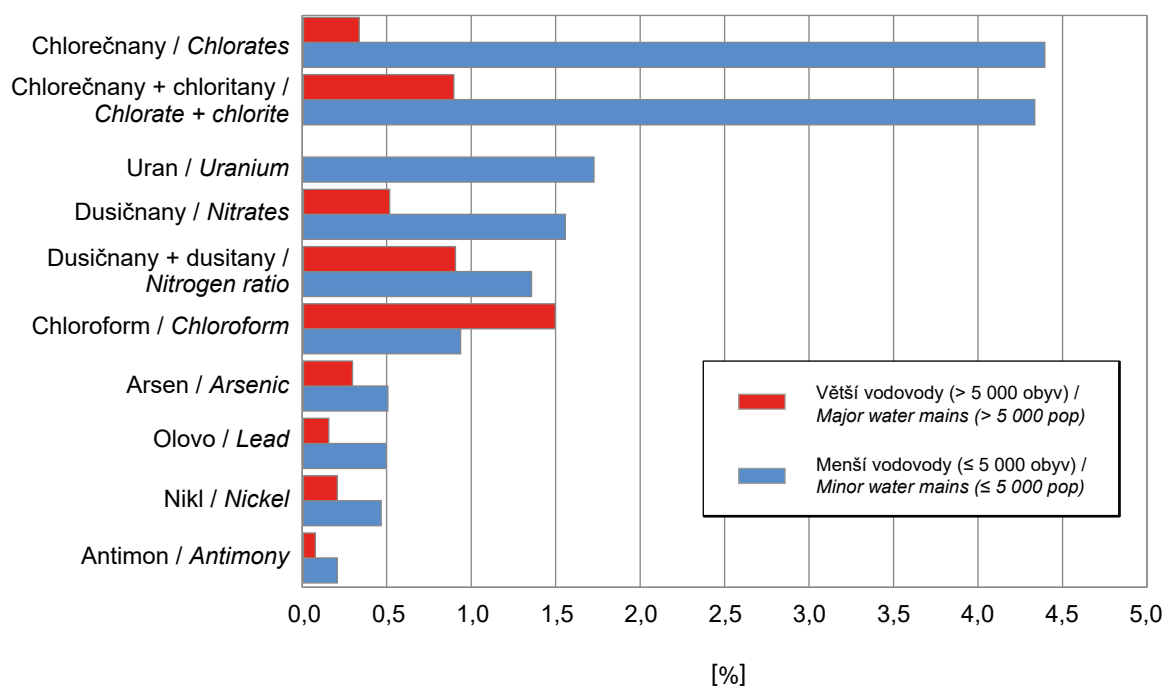
Obr. 3.2 Četnost nedodržení limitní hodnoty pro mikrobiologické a biologické ukazatele, 2021

Fig. 3.2 Frequency of non-compliance with the limit value for microbiological and biological indicators, 2021



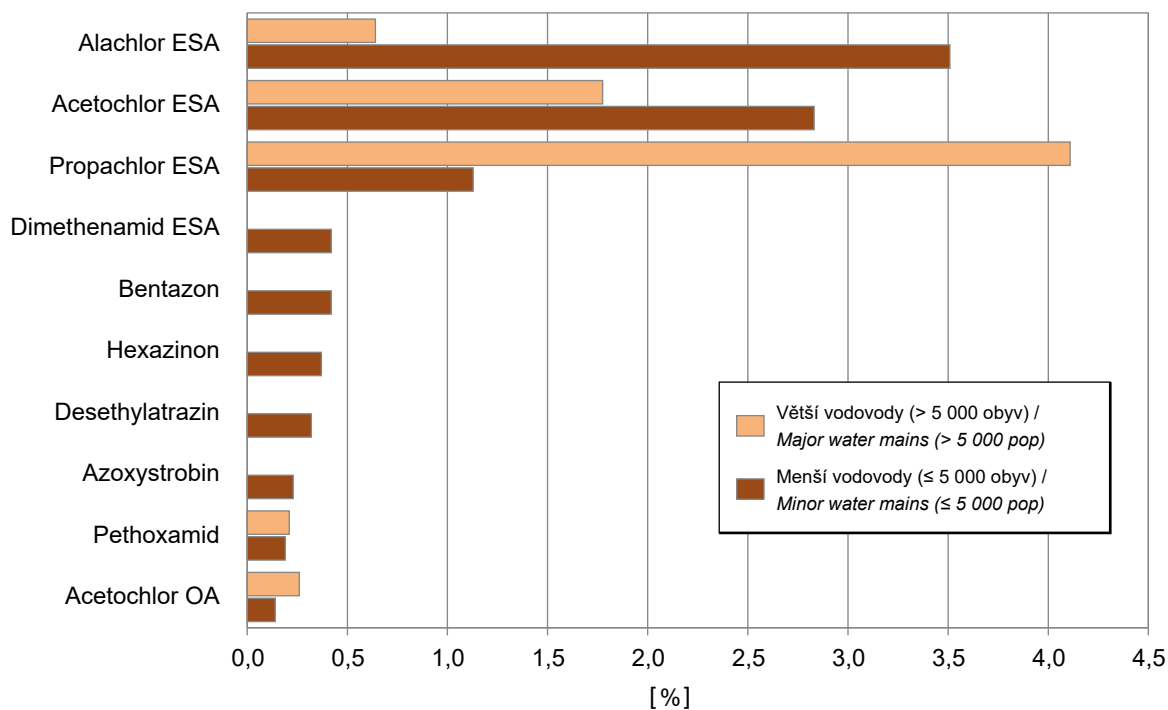
Obr. 3.3 Četnost nedodržení limitní hodnoty pro chemické látky (mimo pesticidy), 2021

Fig. 3.3 Frequency of non-compliance with the limit value for chemicals (excluding pesticides), 2021

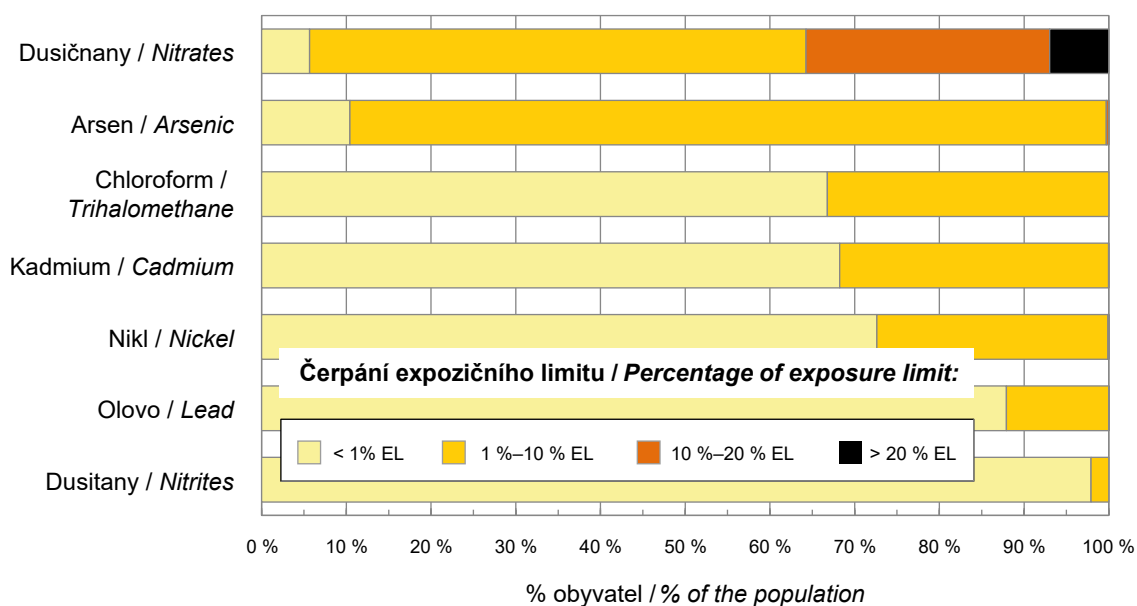


Obr. 3.4 Četnost nedodržení limitní hodnoty pro nejčastější pesticidní látky, 2021

Fig. 3.4 Frequency of non-compliance with the limit value for the most common pesticides, 2021



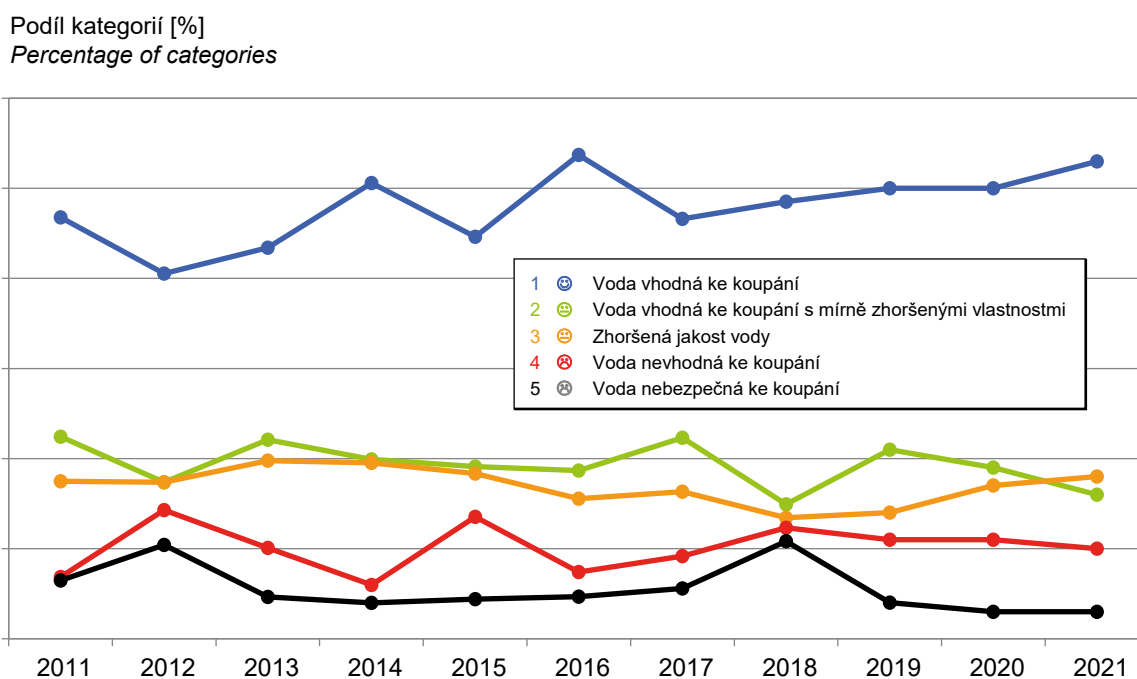
Obr. 3.5 Rozdělení obyvatel ČR podle velikosti expozice chemickým látkám z pitné vody, 2021
Fig. 3.5 Distribution of the Czech population by the size of exposure to chemicals from drinking water, 2021



Expozice vypočtena pro denní konzumaci 1,5 litru pitné vody z vodovodní sítě.
Exposure estimate based on the daily tap water ingestion of 1.5 liter.

Obr. 3.6 Vývoj kvality koupacích vod podle souhrnného hodnocení ČR, procentuální zastoupení kategorií, 2011–2021
Fig. 3.6 Trend in bathing water quality – summary national evaluation, percentage of categories, 2011–2021

Fig. 3.6 Trend in bathing water quality – summary national evaluation, percentage of categories, 2011–2021



4. ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY A RUŠIVÉ ÚČINKY HLUKU

Subsystém v roce 2021 neprobíhal. Porovnání zjištěného obtěžování hlukem obyvatel vybraných lokalit/ulic (v Havlíčkově Brodu, Hradci Králové, Plzni a Praze), ve kterých v roce 2020 proběhlo dotazníkové šetření „Hluk a zdraví“, s výslednými křivkami evropských studií vyjadřujícími vztah dávka-účinek a uvedených ve směrnici WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region, v Příloze III Směrnice Evropské komise 2020/367 a v dalších zdrojích, lze nalézt v odborné on-line publikaci Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku, Odborná zpráva za rok 2021 na http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/Odborna_hluk_21_n.pdf.

4. COMMUNITY NOISE AND HEALTH

In 2021, this project did not run. We performed the comparison of the detected noise annoyance of residents in selected localities/streets (in Havlíčkův Brod, Hradec Králové, Pilsen and Prague), in which the „Noise and health“ questionnaire survey was conducted in 2020, with the resulting curves of European studies expressing the dose-effect relationship and published in the WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region, in Annex III of the European Commission Directive 2020/367 and in other sources. It can be found in the online publication Community noise and health, report 2021 [in Czech] available from http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/Odborna_hluk_21_n.pdf.

5. ZDRAVOTNÍ DŮSLEDKY ZÁTĚŽE LIDSKÉHO ORGANISMU CIZORODÝMI LÁTKAMI Z POTRAVINOVÝCH ŘETĚZCŮ, DIETÁRNÍ EXPOZICE

V monitorovacím období roku 2021 se subsystém tradičně skládal z několika dílčích projektů. Vedle částí zahrnujících laboratorní analýzy probíhal i dílčí projekt zaměřený na vzorkování potravin, v souladu s metodickými požadavky na hodnocení dietární expozice založené na principech tzv. Total Diet Study (TDS). První část projektu, systém vzorkování potravin reprezentující „obvyklou českou dietu“, je průběžně modifikována tak, aby bylo dosaženo poměrného pokrytí regionů ČR při odběru vzorků potravin. Druhá část projektu je věnována monitoringu výskytu potravin na bázi geneticky modifikovaných (GM) organismů a monitoringu vybraných toxinných plísní v potravinách na trhu v ČR. V případě GMO se jedná spíše o naplňování principů předběžné opatrnosti ve vztahu k možné přítomnosti některých neschválených, tedy zdravotně netestovaných GM produktů na trhu v ČR, ale také o kontrolu kvality ve smyslu klamání spotřebitele, protože přítomnost GMO musí být značena. V případě toxinných plísní se jedná o specializované mykologické vyšetření, které je zaměřeno na popis a charakterizaci nebezpečí výskytu toxinných plísní v potravinách, vzhledem ke skutečnosti, že v ČR nejsou k dispozici aktuální data o míře kvalitativní a kvantitativní kontaminace potravin plísněmi a data o výskytu toxinných plísní – producentů významných mykotoxinů v potravinách. Tyto dílčí projekty reagují na požadavky legislativy, EK, nevládních organizací, a široké spotřebitelské veřejnosti, které není lhostejný vztah mezi potravinami, výživou a zdravím. Aktivity jsou chápány jako management zdravotně-hygienických nejistot. Třetí část subsystému, monitoring dietární expozice populace vybraným škodlivým chemickým látkám, je částí legislativně pevně zakotvenou v řadě předpisů EU i ČR. Využívá metodického designu známého jako TDS, jež je vhodný pro surveillance chronické dietární expozice. Od běžné kontroly potravin se liší především tím, že zahrnuje celý model chování spotřebitele (včetně kulinární úpravy potravin) a pracuje s celou paletou obvykle konzumovaných potravin (nikoli pouze rizikových skupin), což je výhodný způsob, jak provádět přesnější charakterizaci zdravotních rizik. V roce 2021 probíhal druhý rok z dvouleté periody vzorkování

5. CONTAMINANTS IN FOOD CHAINS AND THEIR IMPACT ON HUMAN HEALTH, DIETARY EXPOSURE

In the monitoring period of 2021, the subsystem traditionally consisted of several sub-projects. In addition to the sections involving laboratory analyses, a sub-project focused on food sampling was ongoing, in accordance with the methodological requirements for assessment of dietary exposure based on the principles of the so-called Total Diet Study (TDS). The first part of the project, the food sampling system representing the “customary Czech diet” is continuously modified in order to achieve proportional coverage of the regions in the Czech Republic when collecting food samples. The second part of the project is dedicated to monitoring the occurrence of foods based on genetically modified (GM) organisms and monitoring selected toxigenic fungi in foods on the market in the Czech Republic. In the case of GMOs, it is a matter of adhering to precautionary principles in relation to the possible presence of unapproved untested GM products on the market as well as quality control in the sense of deceiving the consumer, since the presence of GMOs must be labelled. In the case of toxigenic fungi, this involves a specialised mycological examination aimed at describing and characterising the risk of occurrence of toxigenic fungi in food. This is due to the fact that in the Czech Republic there are no current data on the level of qualitative and quantitative contamination of food by fungi, or data on the occurrence of toxigenic fungi moulds – producers of significant mycotoxins in food. These sub-projects respond to the requirements of legislation, EC, non-governmental organisations and the general consumer public which is not indifferent to the relationship between food, nutrition and health. These activities are viewed as the management of public health ambiguities. The third part of the subsystem, monitoring the dietary exposure of the population to selected harmful chemical substances, is a part firmly embodied in a number of EU and Czech Republic legislative measures. It uses a methodological design known as TDS, which is suitable for surveillance of chronic dietary exposure. This differs from conventional food inspection primarily in that it includes the whole model of consumer behaviour (including culinary preparation of food) and works with the whole range

a analýz (2020–2021). Čtvrtá část byla zaměřena na hodnocení přívodu nutrientů. Tato část přináší nové informace z hlediska výživy populace. Zaměřuje se na charakterizaci zdravotních rizik spojených s nedostatečným přívodem vybraných nutrientů. V roce 2021 probíhal u této části sběr a hodnocení dat, která budou publikována v roce 2023.

5.1 Systém vzorkování potravin reprezentujících obvyklou dietu populace v ČR

Odběry vzorků potravin byly v období 2020–2021 realizovány v 32 kvótně vybraných sídlech republiky (tab. 5.1.1), s ohledem na počet obyvatel (tab. 5.1.2), rozdělených do 4 územních regionů (kvadrantů). V každém vybraném sídle byl odběr vzorků prováděn ve třech různých prodejnách potravin, aby bylo dodrženo poměrné zastoupení velikosti prodejen podle skutečných preferencí spotřebitelů. Počet vzorkovacích míst vychází z kapacitních/finančních možností

of commonly consumed foods (not only risk groups) which is an advantageous approach to carrying out more accurate characterisation of health risks. The year 2021 is the second year of the two-year sampling and analysis period (2020–2021). The fourth section was focused on the assessment of nutrient intake. This part brings novel information about population nutrition and focuses on the characterisation of health risks associated with insufficient supply of selected nutrients. In 2021, data collection and evaluation was performed for this section; results are to be published in 2023.

5.1 Food sampling system reflecting the customary diet of the Czech population

Over the 2020–2021 period, food samples were taken in 32 quota-selected residences of the Czech Republic (Tab. 5.1.1) with regard to the number of inhabitants (Tab. 5.1.2), divided into 4 territorial

Tab. 5.1.1 Místa odběru vzorků potravin v tržní síti 2020–2021

Tab. 5.1.1 Sampling localities in the market network 2020–2021

Termín I / Term I 7. 1.–3. 3. 2020 11. 1.–2. 3. 2021	Termín II / Term II 31. 3.–18. 5. 2020 23. 3.–4. 5. 2021	Termín III / Term III 1. 6.–4. 8. 2020 25. 5.–14. 9. 2021	Termín IV / Term IV 6. 10.–18. 11. 2020 4. 10.–23. 11. 2021
Pelhřimov Praha Ústí nad Orlicí Znojmo Tábor Trutnov Mohelnice a okolí Veselí nad Moravou	Příbram Mnichovo Hr. a okolí Ostrava Žďár nad Sázavou Prachatice Praha Valašské Meziříčí Třešť a okolí	Český Krumlov Rakovník Kopřivnice Hulín a okolí Přeštice a okolí Most Šumperk Brno	České Budějovice Jablonec nad Nisou Lanškroun a okolí Brno Plzeň Nový Bydžov a okolí Opava Blansko

Tab. 5.1.2 Výběr nákupních míst a počet nákupů potravin dle velikosti obce

Tab. 5.1.2 Selection of shopping localities and no. of purchases according to size of municipality

Obec Municipality	% obyvatelstva % population	Počet nákupních míst No. of outlets	Počet nákupů No. of purchases
Nad / Over 100 000 obyv. / pop.	22	6	18
50 000–99 999 obyv. / pop.	11	4	12
20 000–49 999 obyv. / pop.	12	4	12
10 000–19 999 obyv. / pop.	9	2	6
5 000–9 999 obyv. / pop.	10	4	12
2 000–4 999 obyv. / pop.	11	4	12
Do / To 1 999 obyv. / pop.	25	8*	24
Celkem / Total	100	32	96

* Těchto 8 nákupních míst podle počtu obyvatel je ve skutečnosti reprezentováno 24 obcemi, protože v každé z nich se předpokládá pouze 1 dostupná prodejna potravin (u větších sídel se předpokládají 3 prodejny) pro pořízení vzorků / These 8 outlets cover 24 municipalities (according to number of inhabitants) because in each of them is expected only 1 shop (in bigger municipalities 3 shops) to obtain samples.

tak, aby navazoval na předchozí systém vzorkování a byl reprezentativní z hlediska území republiky. Během dvouletého monitorovacího cyklu byly vzorky odebírány v 96 různých prodejnách, v 8 časových obdobích, aby byl zahrnut očekávaný vliv sezónních změn v zásobování potravinami.

5.2 Cílený monitoring hygienické a zdravotní nezávadnosti potravin v ČR

5.2.1 Detekce a identifikace geneticky modifikovaných organismů

V roce 2021 pokračoval monitoring hygienické a zdravotní nezávadnosti potravin „HYGIMON“ se zaměřením na detekci nepovolených geneticky modifikovaných organismů (GMO) v potravinách a pokrmích ze stravovacích zařízení asijského typu.

Detekce a identifikace GMO byla opět cíleně zaměřena na rýži, protože geneticky modifikovaná (GM) rýže není dosud v EU povolena k uvádění na trh, přesto při hraničních kontrolách neustále dochází k pravidelným záchytům GM rýže. Dle systému Rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF) jsou záchyty zejména v potravinových výrobcích obsahujících rýži importovaných ze třetích zemí mimo EU. V rámci systému RASFF bylo v roce 2021 hlášeno 8 případů výskytu GMO, z toho 2 případy nepovolené GM rýže, u kterých byly prokázány screeningové elementy 35S promotor a NOS terminátor a 1 případ výskytu nepovolené transgenní rýže Bt63.

Celkem bylo v roce 2021 analyzováno 48 vzorků rýže (např. rýže Basmati, Arborio, jasmínová rýže) a 48 vzorků pokrmů obsahujících rýži ze stravovacích zařízení asijského typu (např. rýže vařená, rýžové závitky, rýžové nudle). Vzorky byly vyšetřeny screeningovou metodou polymerázové řetězové reakce (PCR) se zaměřením na detekci 35S promotoru, NOS terminátoru a bar genu. V analyzovaných vzorcích pokrmů (rýžové nudle, rýžový závitek) byla v jednom případě (2,08 %) potvrzena přítomnost 35S promotoru s výsledkem podezření na použití GM rýže (obr. 5.1). Vzhledem k tomu, že se jednalo o vícesložkové pokrmy, byla u těchto dvou vzorků provedena analýza i na přítomnost sóji (lectin) a kukuřice (invertáza). Žádný z těchto genů nebyl detekován.

regions (quadrants). In each selected location, sampling was carried out in three different groceries in order to maintain a proportional representation of the size of these outlets according to actual consumer preferences. The actual number of sampling sites is based on capacity/financial options so that it flows on from the previous sampling system and is representative of the territory of the Czech Republic. During the two-year monitoring cycle, samples were collected from 96 different outlets and at 8 different time periods to include the expected impact of seasonal changes in the food supply.

5.2 Targeted monitoring of the hygiene and health safety of food in the Czech Republic

5.2.1 Detection and identification of genetically modified organisms

In 2021, monitoring of the hygiene and health safety of food in the “HYGIMON” study continued, focusing on the detection of unauthorised genetically modified organisms (GMO) in food and meals from Asian-type catering facilities.

The detection and identification of GMOs was again targeted at rice because genetically modified (GM) rice is not yet authorised for marketing in the EU. Nonetheless GM rice is regularly detected during border controls. According to the Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), the unauthorised products are mainly in foods containing rice imported from third world countries outside the EU. The RASFF system reported 8 cases of GMOs in 2021, including 2 cases of unauthorised GM rice, in which screening elements 35S promoter and NOS terminator were revealed, and 1 case of unauthorised transgenic Bt63 rice.

A total of 48 rice samples (e.g. Basmati, Arborio and jasmine rice) and 48 rice-containing food samples from Asian-type food establishments (e.g. boiled rice, rice rolls, rice noodles) were analysed in 2021. The samples were examined by polymerase chain reaction (PCR) screening method focusing on the detection of 35S promoter, NOS terminator and bar genes. In the analysed food samples (rice noodles, rice roll) the presence of the 35S promoter was confirmed in one case (2.08%) resulting in suspicion of the use of

Výsledky jsou pouze kvalitativního charakteru a můžeme je interpretovat jen jako podezřelé z hlediska výskytu 35S promotoru. Obdobné výsledky přítomnosti pouze screeningových elementů 35S promotor, příp. NOS terminátor byly hlášeny i v systému RASFF. I v těchto případech nebylo také specifikováno, o které genetickou modifikaci se jedná.

Při konzumaci potravin na bázi sledovaných GMO nebyl dosud pozorován žádný škodlivý efekt na zdraví lidí či zvířat. V roce 2022 bude studie „HYGIMON“ se zaměřením na přítomnost nepovolené transgenní rýže ve výrobcích z rýže a rýži pokračovat.

5.2.2 Toxinogenní plísně a potraviny

Ve dvouletém monitorovacím období v letech 2020–2021 byla znovu realizována substudie „Toxinogenní plísně a potraviny“ v rámci studie „HYGIMON“. Specializované mykologické vyšetření bylo zaměřeno zejména na popis a charakterizaci nebezpečí výskytu toxinogenních vláknitých mikroskopických hub (dále toxinogenních plísní) významných producentů mykotoxinů (aflatoxinů, ochratoxinu A a citrininu) ve vybraných potravinách.

V osmi odběrových termínech bylo odebráno 38 druhů komodit na 12 odběrových místech v ČR, což představuje celkem 456 vzorků potravin.

U testovaných potravin byl stanoven celkový počet plísní (KTJ/g potraviny) a charakterizován jejich mykologický profil. Výskyt sledovaných druhů toxinogenních plísní byl dále charakterizován indexem kontaminace (Ik), tzn. poměrem počtu potenciálně toxinogenních plísní (KTJ/g) k celkovému počtu vláknitých mikroskopických hub (KTJ/g).

Byla získána frekvenční data o kvalitativním a kvantitativním výskytu toxinogenních plísní – producentů aflatoxinů a ochratoxinu A ve vybraných potravinách v ČR. S využitím mykologického diagnostického média AFPA (*Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* agar) byla prokázána přítomnost 16 izolátů toxinogenních plísní *Aspergillus flavus* producentů aflatoxinů v 16 vzorcích, ze 120 vzorků (tj. 13 %) uvedených typů potravin: černý čaj, polohrubá mouka, těstoviny, rýže, ovocný čaj, pepř, listové těsto, vlašské ořechy, hrách a dětská kaše. Druhovú identifikace izolátů potenciálně toxinogenní plísně *Aspergillus flavus* z *A.* sekce

GM rice (Fig. 5.1). Since these were multi-ingredient dishes, these two samples were also analysed for the presence of soya (lecithin) and corn (invertase). None of these genes were detected.

The results are only of a qualitative nature and can only be interpreted as suspicious due to the presence of the 35S promoter. Similar results revealing the presence of only screening elements of the 35S promoter or NOS terminators have also been reported by the RASFF system. Even in these cases, it was not specified which genetic modification was involved.

Consumption of foods based on monitored GMOs has not thus far revealed any harmful effects on human or animal health. In 2022, the “HYGIMON” study focusing on the presence of unauthorised transgenic rice in rice and rice products will continue.

5.2.2 Toxinogenic moulds and food

During the two-year monitoring period in 2020–2021, this sub-study was re-implemented as part of the “HYGIMON” study. The specialised mycological examination was particularly focused on the description and characterisation of the risk of occurrence of toxinogenic filamentous microscopic fungi (hereinafter toxinogenic fungi) significant producers of mycotoxins (aflatoxins, ochratoxin A and citrinin) in selected food samples.

Over the course of eight sampling dates, a total of 456 food samples were taken from 38 types of commodities at 12 sampling sites in the Czech Republic.

The total number of fungi (CFU/g food) was determined in the tested foods, and their mycological profile was characterised. The occurrence of monitored species of toxigenic fungi was further characterised by the contamination index (Ic) which is the ratio of the number of potentially toxinogenic fungi (CFU/g) to the total number of filamentous microscopic fungi (CFU/g).

*Frequency data were obtained on the qualitative and quantitative occurrence of toxinogenic moulds – producers of aflatoxins and ochratoxin A in selected foods in the Czech Republic. Using AFPA (*Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* agar) mycological diagnostic medium the presence of 16 isolates of *Aspergillus**

Flavi byla nezávisle potvrzena metodou PCR. Dále byla prokázána přítomnost 75 izolátů potenciálně toxinogenních plísní *Aspergillus* sekce *Nigri* producentů ochratoxinu A v 44 vzorcích (tj. 33 %) potravin: černý čaj, ovocný čaj, rozinky, vlašské ořechy, paprika sladká, černý pepř a hrozny. Při detailním mykologickém vyšetření izolátů *Aspergillus* sekce *Nigri* bylo 71 izolátů identifikováno jako *Aspergillus cf. niger* a 4 izoláty jako *Aspergillus cf. carbonarius*. Druhá identifikace izolátů *A. niger* a *Aspergillus carbonarius* byla nezávisle potvrzena metodou PCR. Výsledky studie výskytu plísní ve vybraných druzích potravin – podíl vzorků se záchytem plísní a rozsah kontaminace – jsou uvedeny v tab. 5.2.2.1.

Kontaminace plísněmi nebyla zjištěna v kojenecké mléčné výživě, kakau, džusu, sýru Eidam, trvanlivém tepelně opracovaném salámu, trvanlivém fermentovaném salámu, celozrnném chlebu, pšenično-žitném

flavus, producers of aflatoxins, was demonstrated in 16 samples of 120 samples (13%) of the listed types of food: black tea, semi-coarse flour, pasta, rice, fruit tea, pepper, puff pastry, walnuts, peas and baby pap. Species identification of isolates from the potentially toxinogenic fungus *Aspergillus flavus* from *A. section Flavi* was independently confirmed by PCR. Furthermore, the presence of 75 isolates of the potentially toxinogenic *Aspergillus* section *Nigri* producing ochratoxin A was demonstrated in 44 samples (33%) of foods: black tea, fruit tea, raisins, walnuts, sweet pepper, black pepper and grapes. During a detailed mycological examination of *Aspergillus* isolates of the *Nigri* section, 71 isolates were identified as *Aspergillus cf. niger* and 4 isolates as *Aspergillus cf. carbonarius*. Species identification of *A. niger* and *Aspergillus carbonarius* isolates was independently confirmed by PCR. The study results of the mould occurrence in selected types of food – the

Tab. 5.2.2.1 Kontaminace plísněmi ve vzorcích vybraných druhů potravin
Tab. 5.2.2.1 Mould contamination in samples of selected food types

	Potravina Food	% +vzorků % samples+	Rozsah (KTJ/g) Range [CFU/g]
Vysoká kontaminace / High contamination	Rozinky / Raisins	50	10–8,2 × 10 ⁴
	Jablka / Apples	67	14–4,1 × 10 ⁴
	Hrozny / Grapes	42	10–4,8 × 10 ³
	Vlašské ořechy / Walnuts	100	32–7,4 × 10 ³
	Kmín / Caraway seeds	67	25–1,1 × 10 ⁴
	Sladká paprika / Sweet pepper	75	45–6,0 × 10 ³
	Černý čaj / Black tea	100	20–2,3 × 10 ³
	Ovocný čaj / Fruit tea	92	10–3,5 × 10 ³
	Hladká mouka / Plain flour	100	25–6,8 × 10 ³
	Polohrubá mouka / Semi-coarse flour	83	10–1,0 × 10 ³
	Pšeničná krupice / Wheat semolina	83	23–1,0 × 10 ³
Nízká kontaminace / Low contamination	Těstoviny / Pasta	8	20
	Celozrnné rohlíky / Whole-grain rolls	8	20
	Arašidy / Peanuts	8	10
	Muesli	8	10
	Corn-flakes	8	10
	Pizza	17	45–5,2 × 10 ²
	Ovesné vločky / Oat flakes	25	10–2,0 × 10 ³
	Čočka / Lentils	25	10–45
	Rýže / Rice	33	20–40
	Pepř / Black pepper	42	10–5,7 × 10 ²
	Hrách / Peas	42	10–90
	Hrubá mouka / Coarse flour	67	10–3,6 × 10 ²
	Dětská obilná kaše / Children's cereal porridge	58	10–100
	Listové těsto / Puff pastry	75	20–3 × 10 ²

chlebu, žitném chlebu, pšeničných rohlíčích a vece. Všechny testované vzorky (100 %) byly pod mezí stanovitelnosti < 10 KTJ/g.

Výskyt kulturní plísně *Penicillium camemberti* v sýrech s plísní na povrchu se pohyboval v rozsahu $2,7 \times 10^5$ – $5,3 \times 10^7$ KTJ/g (\bar{x} : $8,8 \times 10^6$ KTJ/g, medián: $3,7 \times 10^6$ KTJ/g). Výskyt kontaminujících plísní nebyl v testovaných vzorcích sýrů s plísní na povrchu zjištěn. Výskyt kulturní plísně *Penicillium roqueforti* v sýrech s plísní uvnitř hmoty se pohyboval v rozsahu 1×10^7 – $1,3 \times 10^8$ KTJ/g (průměr: $3,8 \times 10^7$ KTJ/g, medián: $3,5 \times 10^7$ KTJ/g). V testovaných vzorcích sýrů s plísní uvnitř hmoty byly zjištěny kontaminující plísně *Penicillium* spp. ve 4 vzorcích (33 %) v rozsahu 1×10^6 – 1×10^7 KTJ/g.

5.3 Dietární expozice vybraným chemickým látkám

Základním cílem dlouhodobého monitorovacího programu je bodový odhad průměrné expozice populace, případně specifických populačních skupin v ČR, vybraným chemickým látkám ze skupiny kontaminantů, nutrientů a mikronutrientů, pro sledované období. Výsledky jsou rámcově srovnávány za delší období, jako trend vývoje chronické expoziční dávky. Získaná data slouží k charakterizaci zdravotních rizik spojených s výživovými zvyklostmi obyvatelstva ČR. V případě potřeby hlubšího hodnocení situace slouží získaná data k modelování chronických expozičních dávek, s využitím popisu distribuce individuálních expozičních dávek s pravděpodobnostním modelováním nejistot. V takovém případě se obvykle vychází z dat za delší časový interval 4–10 let. Obsah kontaminujících chemických látek v potravinách může představovat zdravotní riziko nenádorových nebo nádorových onemocnění.

Reprezentativní sada vzorků potravin pro obvyklou dietu v ČR je soustředěna na jedno místo v republice, kde jsou vzorky standardně kulinárně upraveny a ihned analyzovány na obsah vybraných chemických látek. Od roku 2004 je monitoring dietární expozice realizován ve dvouletých cyklech. Systém vzorkování potravin reprezentuje reálnou dietu populace v ČR (výběr počtu druhů potravin zahrnuje přes 95 % hmotnosti průměrné české diety). Počet odebraných vzorků je reprezentativní pro celou republiku, nedostačuje však pro srovnání regionálních rozdílů;

proportion of samples containing moulds and the extent of contamination – are shown in Tab. 5.2.2.1.

No mould contamination was detected in infant formula, cocoa, juice, Eidam cheese, long-life cured salami, long-life fermented salami, whole wheat bread, wheat-rye bread, rye bread, wheat rolls, and French bread. All tested samples (100%) were below the detection limit < 10 CFU/g.

*The occurrence of the cultured mould *Penicillium camemberti* in cheeses with mould on the surface ranged from $2.7 \cdot 10^5$ – $5.3 \cdot 10^7$ CFU/g (\bar{x} : $8.8 \cdot 10^6$ CFU/g, median: $3.7 \cdot 10^6$ CFU/g). The occurrence of contaminating moulds was not detected in the tested cheese samples with mould on the surface.*

*The occurrence of the cultured mould *Penicillium roqueforti* in cheeses with mould inside the mass ranged from $1 \cdot 10^7$ – $1.3 \cdot 10^8$ CFU/g (\bar{x} : $3.8 \cdot 10^7$ CFU/g, median: $3.5 \cdot 10^7$ CFU/g). Contaminating *Penicillium* spp. was detected in 4 samples (33%) in the range of $1 \cdot 10^6$ – $1 \cdot 10^7$ CFU/g.*

5.3 Dietary exposure to selected chemical substances

The basic goal of this long-term monitoring program is a point estimate of mean population exposure, conceivably specific population groups in the Czech Republic, to selected chemical substances from a group of contaminants, nutrients and micronutrients during the monitored period. The results are broadly compared over a longer period as a trend in the development of chronic exposure doses. The obtained data are used to characterise health risks associated with the nutritional habits of the Czech population. In the event that a more in-depth assessment of the situation is needed, the obtained data can be used to model chronic exposure doses, using the description of the distribution of individual exposure doses with probabilistic uncertainty modelling. In such an event data for a longer time interval of 4–10 years is usually employed. The content of contaminating chemical substances in food can represent a non-cancerous or oncological health risk.

A representative set of food samples of a typical diet in the Czech Republic is concentrated at a single site where the samples have been prepared by standard

rozsah vzorkování je limitován dostupnými finančními prostředky.

V monitorovacím období let 2020–2021 byly pro odhad obvyklých expozičních dávek použity dvě hodnoty očekávané spotřeby potravin: „skutečná hodnota spotřeby potravin u respondentů národní epidemiologické studie“ (SISP04), která poskytuje hodnoty individuálního i průměrného přívodu potravin na osobu v ČR v období 2003–2004, a pro hodnocení trendu obvyklé expozice pak „modelová hodnota spotřeby potravin“ vycházející z doporučených dávek potravin pro ČR (tzv. potravinová pyramida).

5.3.1 Výběr vzorků potravin pro chemické analýzy

Sadu vzorků potravin dodávaných k chemické analýze tvořilo v průběhu dvouleté periody celkem 189 různých druhů potravin (tzv. TDS food list), pořízených svozem z 32 různých nákupních míst v republice (viz úvod kapitoly). Celkový počet odebraných vzorků potravin (některé druhy jsou odebírány opakovaně a ve více obchodních značkách) činil 3432 / republiku / 2 roky. Z ekonomických důvodů jsou vzorky potravin kombinovány („poolovány“) do tzv. kompozitních vzorků podle regionů (kvadrantů ČR). Vzorky zastupující každý region jsou standardně kulínárně upraveny a pak míchány do 143 jednotlivých typů kompozitních vzorků (tzv. TDS sample list). Některé vzorky/kompozity se připravují opakovaně (vzhledem k vysoké spotřebě konzumenty), takže celkový počet za jeden region činí 220 kompozitních vzorků za dvouleté období. Pro chemickou analýzu tak bylo za sledované období 2020–2021 a republiku připraveno celkem 880 regionálních kompozitních vzorků a 220 tzv. reprezentativních kompozitních vzorků, vzniklých spojením stejných vzorků ze všech 4 regionů. Některá speciální analytická stanovení (např. dusitany, dusičnany) používají odlišný, specificky zdůvodněný výběr či kombinaci vzorků potravin.

5.3.2 Chemické analýzy a výpočet expozičních dávek

Ve vzorcích potravin bylo kvantifikováno celkem 63 individuálních chemických látek, často tvořících skupiny příbuzných látek s podobným zdravotním efektem. Zjištěné koncentrace chemických látek byly

culinary procedure and immediately analysed for the content of selected chemical substances. Since 2004, monitoring of dietary exposure has been carried out in two-year cycles. The food sampling system reflects a realistic picture of the population diet in the Czech Republic (the selection of the number of food types includes over 95% of the volume of the average Czech diet). The number of samples taken is representative for the entire Czech Republic, but not enough to compare regional differences; the scope of the sampling is limited by available financial resources.

During the monitoring period of 2020–2021, two values of anticipated food consumption were used to estimate usual exposure doses. “The actual value of food consumption among respondents of the national epidemiological study” (SISP04) renders values of individual and average food intake per person in the Czech Republic in the 2003–2004 period. For the evaluation of usual exposure trends, the “model value of food consumption” based on the recommended food intakes for the Czech Republic (the so-called food pyramid) was used.

5.3.1 Selection of food samples for chemical analyses

During the two-year period, the set of food samples supplied for chemical analysis comprised a total of 189 different types of food (the so-called TDS food list), collected from 32 different shopping places in the Czech Republic (see the introduction of the chapter). The total number of food samples collected, some of which are taken repeatedly and from several different brands) was 3,432/2 years. For economic reasons, food samples are combined (“pooled”) into so-called composite samples according to region (quadrants of the Czech Republic). Samples representing each region are prepared by standard culinary procedures and then combined into 143 individual types of composite samples (the so-called TDS sample list). Some samples/composites are prepared repeatedly (due to high consumer consumption) so the total number for one region is 220 composite samples over a two-year period. For chemical analysis, a total of 880 regional composite samples and 220 so-called representative composite samples, created by combining the same samples from all 4 regions, were prepared for the monitored 2020–2021 period. Certain analytical determinations (e.g. nitrites, nitrates)

použity pro výpočet průměrných expozičních dávek pro populaci ČR v letech 2020–2021. Pro dlouhodobé srovnání expozičních dávek od roku 1994 byl použit model doporučených dávek potravin pro ČR, který je propočten pro 5 typických skupin populace (děti, muži, ženy, těhotné/kojící ženy, starší osoby). Model umožňuje určitou standardizaci výsledků tak, aby bylo možné dlouhodobé sledování trendu změn koncentrací chemických látek ve skupinách potravin, do určité míry nezávisle na proměnách ve spotřebě potravin. Reflektuje tak situaci, kterou lze očekávat v případě dodržování národních výživových doporučení. Současně je potřeba si uvědomit, že odlišná spotřeba není modelem spolehlivě popsána. Pro tyto situace, jde-li o populační skupiny, je vhodné použít hodnocení distribuce obvyklých individuálních expozičních dávek s využitím pravděpodobnostního modelování nejistot.

5.3.3 Expozice látkám organické povahy

Průměrná chronická expoziční dávka populace sledovaným organickým látkám ze skupiny perzistentních organických polutantů, definovaných Stockholmskou úmluvou (2001), zahrnující polychlorované bifenyly (PCB), aldrin, endrin, delta-keto-endrin, dieldrin, methoxychlor, endosulfan (I, II, -sulfát), heptachlor, heptachlor epoxid, hexachlorbenzen (HCB), alfa-, beta-, delta-, gama- (lindan) izomer hexachlorcyklohexanu (HCH), izomery DDT, DDD, DDE, alfa-, gama-, oxy- chlordan a mirex z potravin nedosáhla v období let 2020–2021 hodnot, které jsou spojovány s významným zvýšením pravděpodobnosti poškození zdraví (nekarcinogenní efekt) konzumenta. Míra expozice odhadovaná podle skutečné spotřeby potravin (SISP04) dosáhla nejvyšší úrovně u PCB. Expozice sumě sedmi indikátorových kongenerů PCB bez tzv. dioxinového účinku (non dioxin-like NDL-PCBs) dosáhla průměrné úrovně 2,6 % tolerovatelného denního přívodu (CZ-TDI). Tato hodnota odpovídá expoziční dávce zjišťované v předchozích letech.

Vyšší počet analytických záchytů (nad mezi stanovitelnosti) byl již tradičně pozorován pro metabolity pesticidu DDT – p, p' DDT, p, p' DDE a o, p' DDT (85 %, 73 % a 66 %). Vyšší počet analytických záchytů byl také zaznamenán u lindanu, hexachlorbenzenu a PCB (70 %, 68 % a 62 %). Kolísání počtu záchytů v jednotlivých letech souvisí s nízkými hodnotami koncentrací těchto látek v potravinách a z toho plynoucími nízkými expozičními dávkami (např. 0,1 % tolerovatelného

entail a different, specifically justified selection or combination of food samples.

5.3.2 Chemical analyses and calculation of exposure doses

A total of 63 individual chemicals were quantified in food samples, often forming groups of related substances with similar health effects. The concentrations of chemical substances as determined were used to calculate the average exposure doses for the population of the Czech Republic during 2020–2021. For long-term comparison of exposure doses since 1994 a model of recommended food doses for the Czech Republic was used, which is calculated for 5 typical population groups (children, men, women, pregnant/lactating women and the elderly). The model enables a certain standardisation of results so that long-term monitoring of the trend of changes in the concentrations of chemical substances in food groups is possible, independent to certain extent of changes in food consumption. It therefore reflects the scenario that can be expected in the event of compliance with national nutritional recommendations. However, it must be noted that different consumption is not reliably described by this model. For situations concerning population groups it is appropriate to use an assessment of the distribution of usual individual exposures, using probabilistic uncertainty modelling.

5.3.3 Exposure to organic substances

The average chronic exposure dose of the population to monitored organic substances from the group of persistent organic pollutants, defined by the Stockholm Convention (2001), and including polychlorinated biphenyls (PCBs), aldrin, endrin, delta-keto-endrin, dieldrin, methoxychlor, endosulfan (I, II, -sulphate), heptachlor, heptachlor epoxide, hexachlorobenzene (HCB), alpha-, beta-, delta-, gamma- (lindane) isomer of hexachlorocyclohexane (HCH), isomers of DDT, DDD, DDE, alpha-, gamma-, oxy- chlordan and mirex from food, did not reach values that are associated with significant increase in the probability of consumer health damage (non-carcinogenic effect) in the 2020–2021 period. Exposure rates estimated from actual food consumption (SISP04) reached the highest level for PCBs. Exposure to the sum of seven indicator PCB congeners without the so-called dioxin effect (non dioxin-like NDL-PCBs) reached an

přívodu (PTDI) pro sumu DDT, méně než 0,1 % přijatelného denního přívodu (ADI) pro lindan, 1,2 % tolerovatelného přívodu (TDI) pro hexachlorbenzen). Výsledky potvrzují přetrvávající plošnou kontaminaci těmito perzistentními organickými polutantů, ale na úrovni nízkých koncentrací, které podle současných znalostí nepředstavují významné zdravotní riziko, pokud jsou hodnoceny jako individuální chemické látky, nikoli ve směsích.

Expoziční dávky odhadované podle modelových hodnot spotřeby potravin dosahují nejvyšších hodnot pro kategorii dětí ve věku 4–6 let, mimo jiné i z důvodu relativně vyšší spotřeby potravin v přepočtu na tělesnou hmotnost. Průměrná expozice sumě sedmi indikátorových kongenerů NDL-PCBs byla u dětí 8,2 % tolerovatelného přívodu (TDI). Expoziční dávky polychlorovaným bifenylům jsou v současné době nižší ve srovnání s hodnotami pozorovanými v 90. letech (obr. 5.2).

5.3.4 Expozice látkám anorganické povahy a iontům

Tato část je zaměřena pouze na hodnocení toxických dávek anorganických látek a iontů. Nezabývá se otázkami nutriční adekvátnosti přívodu minerálních látek v případě, že jde o nutrienty či mikronutrienty.

Průměrná chronická expoziční dávka pro populaci stanovená na základě skutečné hodnoty spotřeby potravin (SISP04), pro dusičnany, dusitany, kadmium, olovo, rtuť, arzen, selen, nikl, mangan, měď, zinek,

average level of 2.6% of the tolerable daily intake (CZ-TDI). This value corresponds to the exposure dose determined in previous years.

A higher number of analytical captures (above the limit of detection) has traditionally been observed for metabolites of the pesticide DDT – p, p`DDT, p, p`DDE and o, p`DDT (85%, 73% and 66%). Higher numbers of analytical captures were also noted for lindane, hexachlorobenzene and PCBs (70%, 68% and 62%, respectively). Fluctuations in the number of captures in individual years are related to the low concentrations of these substances in food and the resulting low exposure doses (e.g. 0.1% of the tolerable intake (PTDI) for the sum of DDT, less than 0.1% of the acceptable daily intake (ADI) for lindane and 1.2% of the tolerable intake (TDI) for hexachlorobenzene). The results confirm persistent widespread contamination by these persistent organic pollutants but at low concentration levels that are not currently known to pose a significant health risk when assessed as individual chemicals (not in the mixture).

The exposure doses estimated according to model values of food consumption reach the highest values in the category of children aged 4–6 years, due to, amongst other factors, relatively higher food consumption against body weight. Mean exposure to the sum of the seven indicator congeners of NDL-PCBs was 8.2% of the tolerable intake (TDI) in children. Exposure doses to polychlorinated biphenyls are currently lower compared to values observed in the 1990s (Fig. 5.2).

Tab. 5.3.4.1 Odhad expozice anorganickým látkám/iontům ze stravy pro průměrnou osobu (v % expozičního limitu)

Tab. 5.3.4.1 Estimated dietary exposure to inorganic compounds/ions for average consumer (data expressed as a percentage of the exposure limit)

Analyt Compound	Typ expozičního limitu Type of exposure limit	% čerpání limitu Estimated exposure [%]	Analyt Compound	Typ expozičního limitu Type of exposure limit	% čerpání limitu Estimated exposure [%]
Dusičnany / NO ₃	ADI	14,8	Zinek / Zn	PMTDI	13,4
Dusitany / NO ₂	ADI	15,6	Chrómový / Cr	RfD–Cr(VI)	21,4
Kadmium / Cd	TWI	42,1	Hliník / Al	TWI	20,9
Rtuť celková / Hg	TWI	2,2	Železo / Fe	PMTDI	16,0
Selen / Se	RfD	15,4	Jód / I	PMTDI	13,9
Nikl / Ni	TDI	14,2	Molybden / Mo	RfD	30,9
Mangan / Mn	RfD	37,2	Cín / Sn	PTWI	0,1
Měď / Cu	PMTDI	2,9			

chróm, hliník, železo, jód, molybden a cín nevedla k překračování expozičních limitů pro nekarcinogenní efekt. V tab. 5.3.4.1 je uveden odhad expozice prvkům/iontům, pro které byl stanoven expoziční limit.

Expozice olovu pro průměrnou osobu v populaci činila 0,11 $\mu\text{g}/\text{kg t.hm.}/\text{den}$. Vzhledem k tomu, že nejsou k dispozici důkazy o existenci prahové dávky pro řadu účinků olova na organismus, je podle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) vhodné míru rizika expozice olovu hodnotit pomocí MOE¹ (Margin of exposure). Z pohledu toxicity olova pro kardiovaskulární systém při srovnání s BMDL₀₁² je MOE=13,9 a v případě nefrotoxicity při srovnání s BMDL₁₀³ vychází MOE=5,8, což v obou případech lze považovat za přijatelnou míru rizika z pohledu veřejného zdraví. Při hodnocení vývojové neurotoxicity, podle modelu expozice dětí ve věku 4–6 let, dosahuje dávka 0,38 $\mu\text{g}/\text{kg t.hm.}/\text{den}$, což představuje MOE=1,3, při porovnání s BMDL₀₁. I v tomto případě je míra rizika ještě přijatelná (obr. 5.3).

Expozice celkovému arzenu dosáhla v období 2020–2021 hodnoty 0,36 $\mu\text{g}/\text{kg t.hm.}/\text{den}$, což je prakticky stejná výše jako v předchozím období (0,35 $\mu\text{g}/\text{kg t.hm.}/\text{den}$). Rovněž expoziční zdroje v dietě se nezměnily. Dá se tedy předpokládat, že i expozice sumě anorganických sloučenin As zůstává na stejné úrovni. V období 2020–2021 však tyto formy nebyly rutinně stanovovány.

Expoziční dávka odhadovaná podle modelu doporučených dávek potravin dosahuje obecně nejvyšších hodnot pro kategorii dětí ve věku 4–6 let. Jako vysoká se v tomto případě jevila zejména expozice kadmium, která byla u dětí na úrovni 201 % TWI (obr. 5.4). Odhad expozice celkovému manganu byl u dětí 154 % RfD (obr. 5.5). Tento výsledek je obtížně zdravotně interpretovatelný, protože není určena chemická forma manganu, lze jej však také hodnotit jako významný. Odhad expozice dusičnanům činil asi 68 % ADI, včetně příspěvku ze zeleniny (obr. 5.6). Skutečná

- 1 MOE Margin of exposure – nástroj pro hodnocení zdravotního rizika dietárního příjmu bezprahově působících látek, například genotoxických a karcinogenních látek. Jde o poměr BMDL a zjištěné expoziční dávky v dietě.
- 2 BMDL₀₁ Benchmark dose lower confidence limit: spodní hranice intervalu spolehlivosti CI95 nejnižší expoziční dávky vyvolávající zvýšení rizika negativního účinku o 1 %.
- 3 BMDL₁₀ Benchmark dose lower confidence limit: spodní hranice intervalu spolehlivosti CI95 expoziční dávky vyvolávající zvýšení rizika negativního účinku o 10 %.

5.3.4 Exposure to inorganic substances and ions

This section is focused only on the evaluation of toxic doses of inorganic substances and ions. It does not deal with issues of the nutritional adequacy of mineral substances intake in the case of nutrients or micronutrients.

The average chronic exposure dose for the population based on the actual value of food consumption (SISP04) for nitrates, nitrites, cadmium, lead, mercury, arsenic, selenium, nickel, manganese, copper, zinc, chromium, aluminium, iron, iodine, molybdenum and tin did not lead to exceedance of exposure limits for non-carcinogenic effects. Tab. 5.3.4.1 provides an estimate of exposure to elements/ions for which an exposure limit has been set.

Lead exposure for the average person in the population was 0.11 $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$. Since there is no evidence of the existence of a threshold dose for a number of effects of lead on the organism, according to the European Food Safety Authority (EFSA) it is appropriate to evaluate the level of lead exposure risk using MOE¹ (Margin of exposure). From the point of view of lead toxicity for the cardiovascular system when compared to BMDL₀₁², the MOE equals 13.9, and in the case of nephrotoxicity when compared to BMDL₁₀³, the MOE equals 5.8, which in both cases can be considered an acceptable level of risk for public health. Evaluation of developmental neurotoxicity according to the exposure model of children aged 4–6 years, the dose reaches 0.38 $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$, which represents MOE=1.3, when compared to BMDL₀₁. Even in this case, the level of risk is still acceptable (Fig. 5.3).

Exposure to total arsenic reached a value of 0.36 $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$ in the 2020–2021 period, which is practically the same level as in the previous period (0.35 $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$). Likewise, exposure sources in the diet have

- 1 MOE Margin of exposure: a tool for assessing the health risk of dietary intake of non-threshold substances, for example genotoxic and carcinogenic substances. It is the ratio of the BMDL and detected exposure doses in the diet.
- 2 BMDL₀₁ Benchmark dose lower confidence limit: the lower limit of the CI95 confidence interval of the lowest exposure dose causing an increase in the risk of a negative effect by 1%.
- 3 BMDL₁₀ Benchmark dose lower confidence limit: the lower limit of the CI95 confidence interval of the exposure dose causing an increase in the risk of a negative effect by 10%.

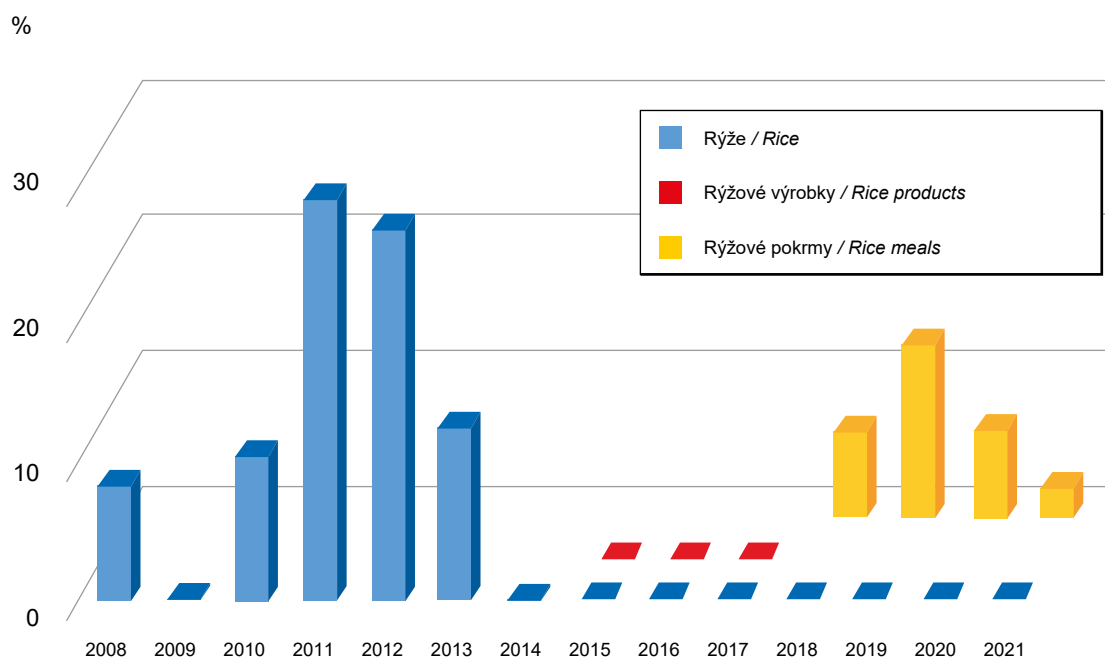
expozice dětí (odhad na základě spotřeby potravin podle SISP04) je ale nižší, protože spotřeba ovoce a zeleniny nedosahuje výživových doporučení. Přívod niklu u dětí podle modelu doporučených dávek byl obdobný jako v předchozích letech, avšak dosáhl jen 52 % TDI. Důvodem bylo přehodnocení toxikologického limitu ze strany EFSA.

not changed. It can therefore be assumed that exposure to the sum of inorganic As compounds remains at the same level. However, these forms were not routinely determined during the 2020–2021 period.

The exposure dose estimated according to the model of recommended food doses generally reaches the highest values for the category of children aged 4–6 years. In this case, cadmium exposure appeared particularly high at a level of 201% of the TWI in children (Fig. 5.4). The exposure estimate for total manganese in children was 154% RfD (Fig. 5.5). This result is difficult to interpret in terms of health since the chemical form of manganese is not determined, but can also be evaluated as significant. Nitrate exposure was estimated at about 68% ADI, including the contribution from vegetables (Fig. 5.6). However, the actual exposure of children (estimate based on food consumption according to SISP04) is lower, because consumption of fruit and vegetables falls short of dietary recommendations. Nickel intake in children according to the model of recommended doses was similar to previous years but reached only 52% of the TDI. The reason for this was a reassessment of the toxicological limit by EFSA.

Obr. 5.1 Počet GMO pozitivních vzorků rýže v letech 2008–2021 (v %)

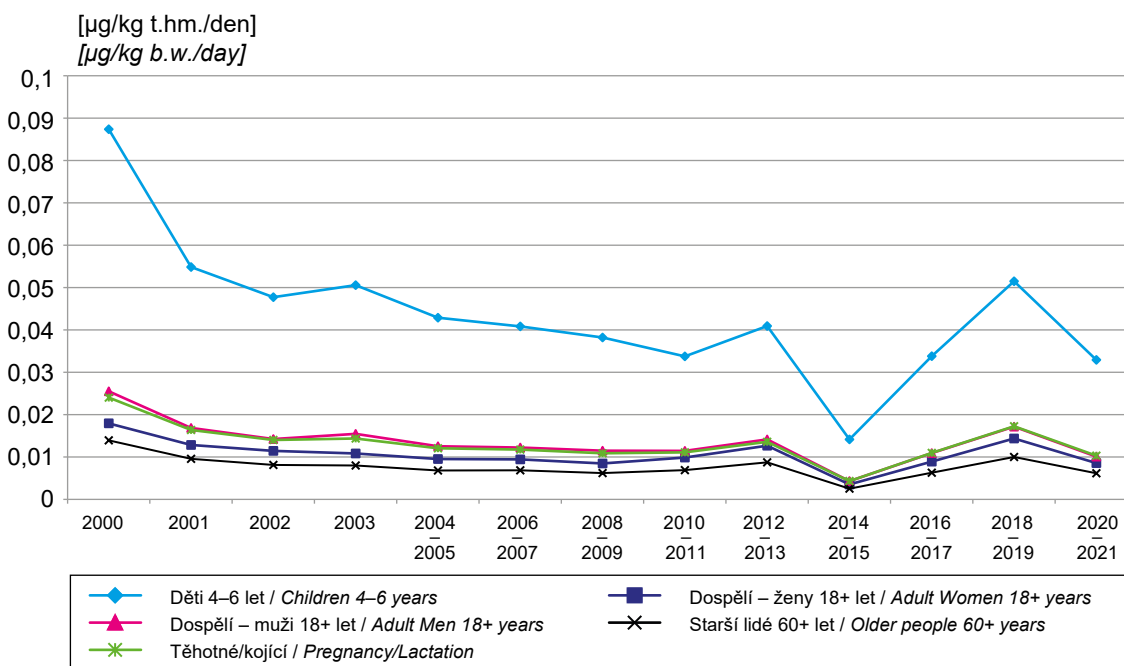
Fig. 5.1 Number of GMO positive samples of rice in 2008–2021 (%)



Obr. 5.2 Expozice sumě kongenerů PCB* z příjmu potravin, 2000–2020/21

(model podle doporučených dávek potravin)

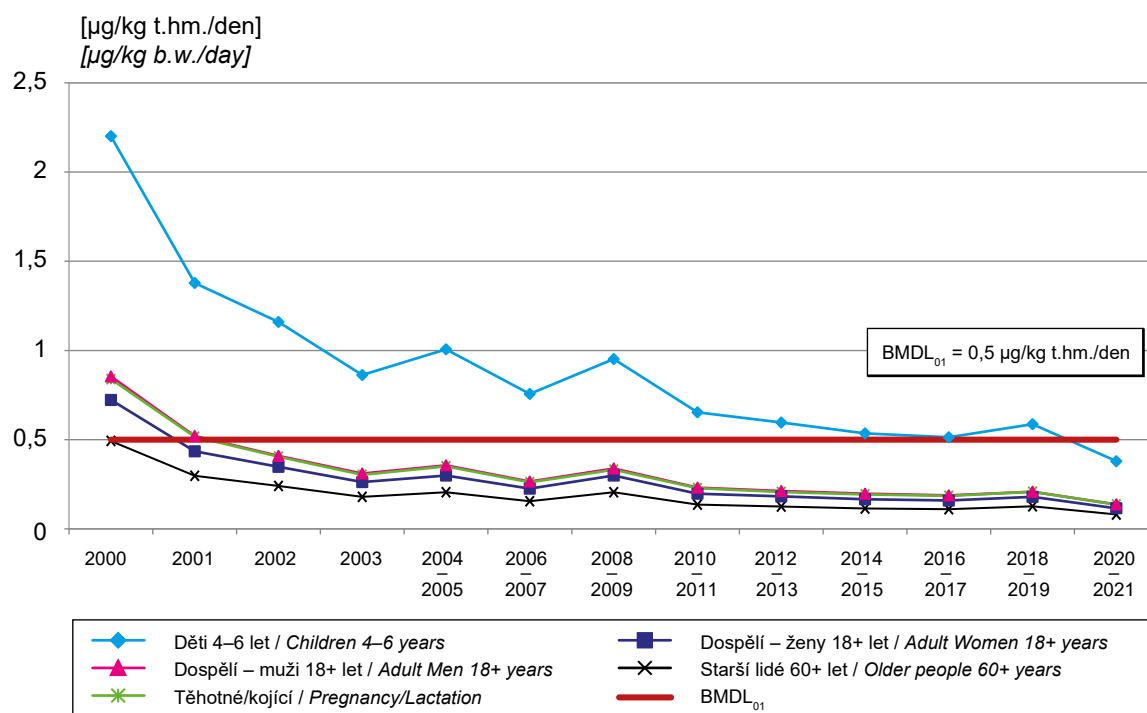
Fig. 5.2 Exposure doses: Sum of PCBs*, 2000–2020/21 (models according to the food guide pyramid)



* suma 7 indikátorových kongenerů PCB / sum of 7 indicator congeners (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

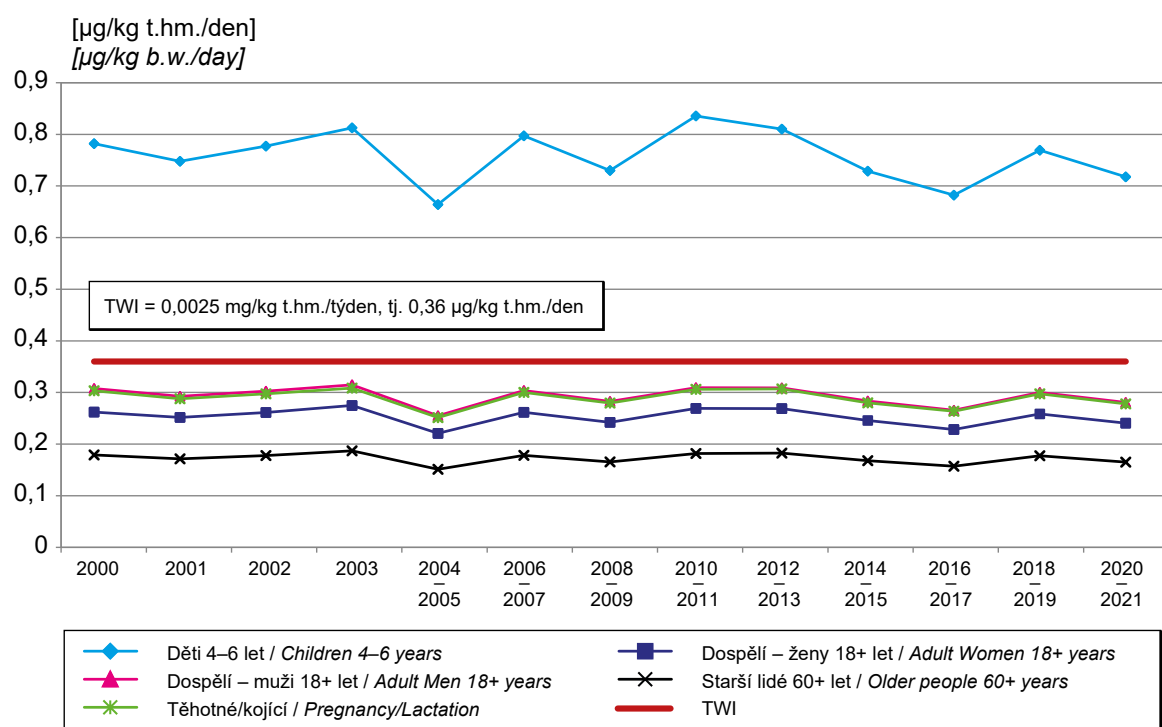
Obr. 5.3 Expozice olovu z příjmu potravin, porovnání s hraniční dávkou $BMDL_{01}$, 2000–2020/2021 (model podle doporučených dávek potravin)

Fig. 5.3 Exposure doses: Lead, 2000–2020/2021 (models according to the food guide pyramid)



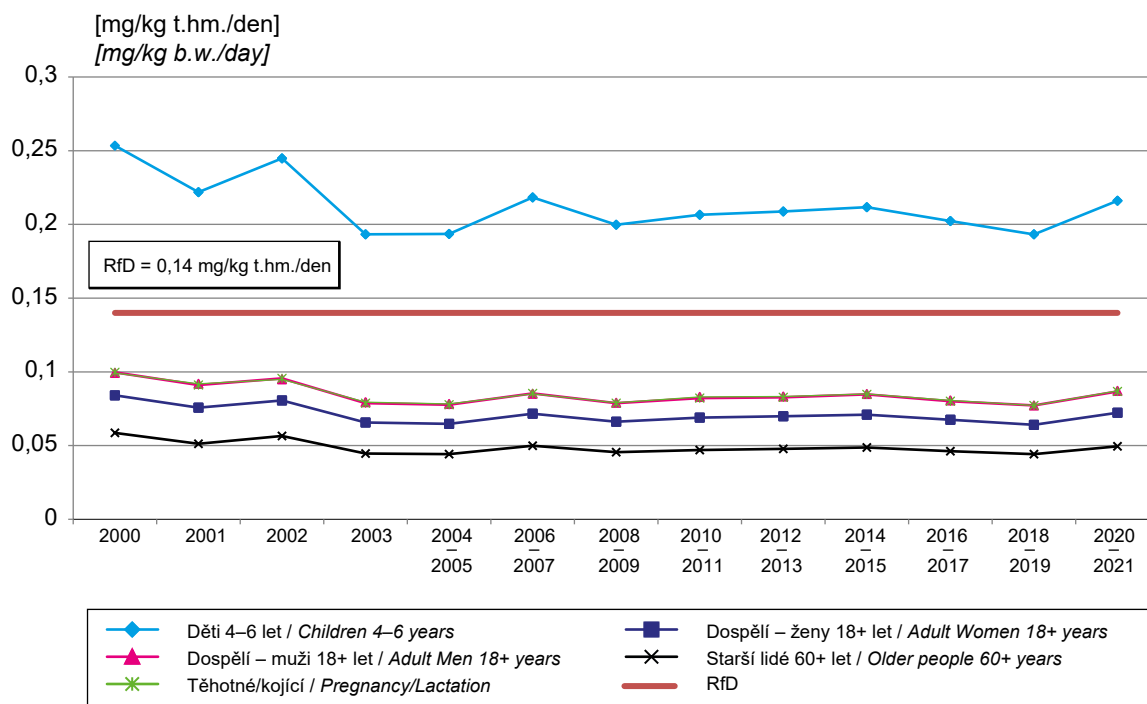
Obr. 5.4 Expozice kadmium z příjmu potravin, porovnání s tolerovatelným příjmem (TWI), 2000–2020/21 (model podle doporučených dávek potravin)

Fig. 5.4 Exposure doses: Cadmium, 2000–2020/21 (models according to the food guide pyramid)



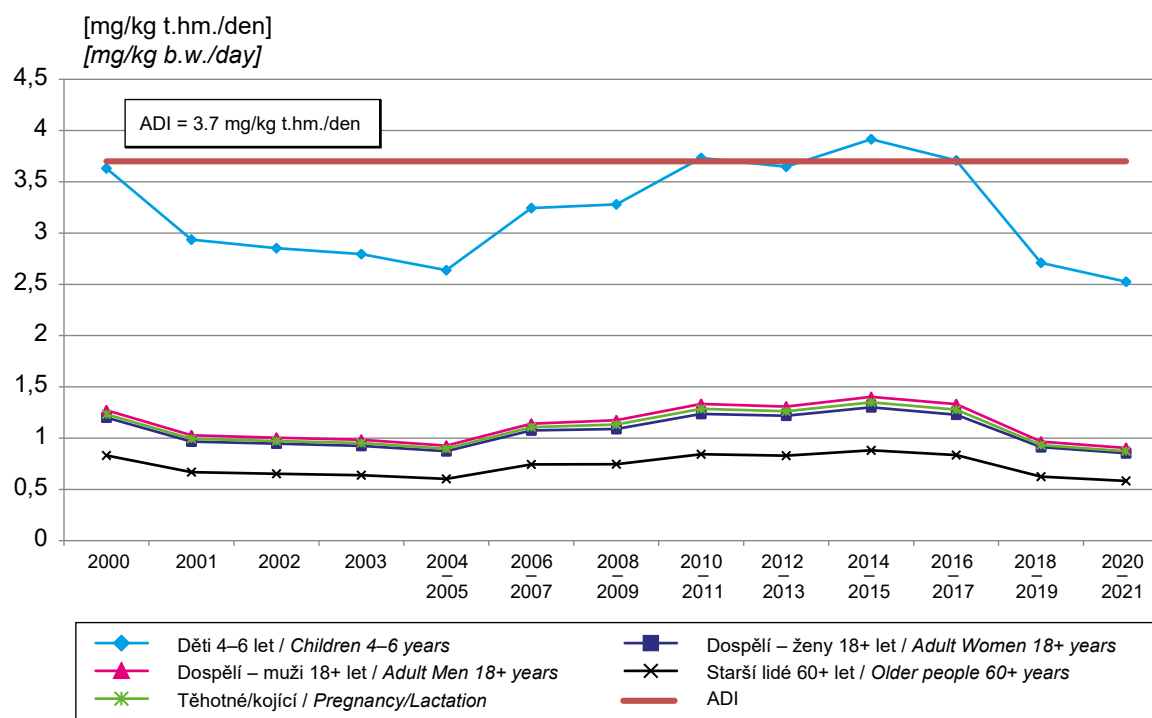
Obr. 5.5 Expozice manganu z příjmu potravin, porovnání s referenční dávkou (RfD), 2000–2020/21 (model podle doporučených dávek potravin)

Fig. 5.5 Exposure doses: Manganese, 2000–2020/21 (models according to the food guide pyramide)



Obr. 5.6 Expozice dusičnanům z příjmu potravin, porovnání s přijatelným denním příjmem (ADI), 2000–2020/21 (model podle doporučených dávek potravin)

Fig. 5.6 Exposure doses: Nitrates, 2000–2020/21 (models according to the food guide pyramide)



6. LIDSKÝ BIOMONITORING

V roce 2021 byly analyzovány vzorky mateřského mléka, sbírané během roku 2020. V mateřském mléce byly stanoveny koncentrace dlouhodobě monitorovaných polychlorovaných bifenylů (PCB) a organických chlorovaných pesticidů (OCP). Kromě toho byla zkoumána přítomnost bromovaných zpomalovačů hoření (BFR) a per- a polyfluorovaných alkylovaných sloučenin (PFAS), které byly do monitoringu zařazeny v roce 2014. Sledované látky jsou v prostředí velmi perzistentní, bioakumulativní, široce přítomné a zdravotně nebezpečné. Mateřské mléko je vhodnou maticí vypovídající jak o zátěži dospělé populace, tak o výši dietárního přívodu kojence.

Lidský biomonitoring probíhal ve čtyřech lokalitách, a to v Praze, Liberci, Ostravě a na Vysočině (Žďár nad Sázavou a Jihlava). Přes omezení spojená s pandemií SARS-Cov-19 se podařilo získat 151 vzorků mateřského mléka. Kritérii pro vstup do studie byly věk nad 18 let, prvoroďička + porod a kojení jednoho dítěte (ne dvojčat či víceročet) a písemný souhlas s odběrem vzorku. Oslovení, odběry, manipulace se vzorky, jejich uchování a transport byly prováděny podle standardních operačních postupů (SOP). Chemické analýzy provedly laboratoře Vysoké školy chemicko-technologické metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie (UHPLC) ve spojení s tandemovým hmotnostním spektrometrem (MS/MS), a kapilární plynové chromatografie (GC) s hmotnostní spektrometrií.

6.1 Polychlorované bifenylly (PCB)

Používání PCB se rozšířilo v 50. letech minulého století; v důsledku jejich persistence a bioakumulace stoupala jejich koncentrace v prostředí, zejména v potravním řetězci. Postupně však byly prokazovány negativní zdravotní účinky, proto byla výroba PCB v druhé polovině 70. let ukončena (v bývalém Československu až v r. 1984). Regulováno následně bylo používání i již vyrobeného PCB, díky čemuž hladiny PCB v prostředí postupně klesaly. Dnes jsou problémem zejména kontaminované lokality, tzv. staré zátěže. Nová kompletní inventarizace kontaminovaných míst v ČR bude ukončena v roce 2022. Podle aktualizovaného Národního implementačního plánu Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech [1] existují v ČR nicméně stále

6. HUMAN BIOMONITORING

In 2021, human milk samples collected during 2020 were analysed. Levels of the long-term monitored polychlorinated biphenyls (PCBs) and organic chlorinated pesticides (OCPs) were determined. Additionally, the presence of brominated flame retardants (BFRs) and per- and polyfluorinated alkylated substances (PFASs), which were included for monitoring in 2014, was studied. These monitored substances are very persistent in the environment, bioaccumulative, widely present and pose a health hazard. Human milk is a suitable matrix indicating both the burden on the adult population and the extent of dietary intake of infants.

Human biomonitoring took place in four localities, namely in Prague, Liberec, Ostrava and the Vysocina region (Zdar nad Sazavou and Jihlava). Despite the limitations associated with the SARS-Cov-19 pandemic, 151 human milk samples were obtained. The criteria for entering the study were primipara aged over 18 years, delivery and breastfeeding of one child (not twins or multiples) and written consent to offer a sample. Addressing participants, sampling, handling of samples, storage and transport were performed according to standard operating procedure (SOP). Chemical analyses were performed by laboratories of the University of Chemistry and Technology Prague using high performance liquid chromatography (UHPLC) in conjunction with tandem mass spectrometry (MS/MS) and capillary gas chromatography (GC) with mass spectrometry.

6.1 Polychlorinated biphenyls (PCBs)

The use of PCBs spread in the 1950s; due to their persistence and bioaccumulation their concentrations in the environment increased, especially in the food chain. Gradually, the negative health effects of these compounds were demonstrated resulting in the termination of PCB production in the second half of the 1970s (in the former Czechoslovakia only in 1984). Subsequently, the use of already produced PCBs was regulated, thanks to which PCB levels in the environment gradually decreased. Currently, the problem is mainly posed by contaminated sites, so-called old burdens. A new and complete inventory of contaminated sites in the Czech Republic will be completed in 2022. According to the updated National

stovky nedekontaminovaných transformátorů s obsahem PCB. Hlavním expozičním zdrojem PCB je potravina živočišného původu. PCB jsou dávány do souvislosti s širokým spektrem negativních zdravotních účinků, zejména poruchami hormonálního systému a karcinogenitou.

Výsledky monitoringu stále potvrzují přítomnost PCB v mateřském mléku: PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 170 a PCB 180 byly nalezeny ve všech vzorcích mléka (100 % nad mezí stanovitelnosti LOQ), PCB 28 v 97 % vzorků. Obsah kongenerů PCB 52 a 101 nad mezí stanovitelnosti byl u méně než poloviny vzorků. Z hlediska velikosti zátěže dominovaly vícechlorované PCB 138, 153 a 180, což jsou i nejčastěji nacházené kongenery ve spotřebním koši potravin (viz zprávy dietárního monitoringu SZÚ). Hodnota mediánu koncentrací indikátorového kongeneru PCB 153 v roce 2020 činila 34 ng/g tuku, což představuje výrazný pokles ve srovnání s rokem 2014 (80 ng/g), a srovnatelnou hodnotu s rokem 2017 (30 ng/g). V letech monitorování 2005 až 2020 je zřejmý pozvolný pokles obsahu PCB 153 v čase, přerušovaný zvýšenými hodnotami v letech 2006 a 2010/2011 (obr. 6.1). Koncentrace kongeneru PCB 118 s dioxinovými účinky (dioxin-like, DL-PCB) v mateřském mléce mají podobně klesající tendenci v průběhu monitorování jako předchozí kongener, s výrazným poklesem zejména od roku 2014 (obr. 6.2). Souhrnné charakteristiky koncentrace PCB v mateřském mléce v roce 2020 jsou uvedeny v tab. 6.1.1.

6.2 Organické chlorované pesticidy (OCP)

Jedná se o širokou skupinu perzistentních lipofilních látek, které byly používány jako insekticidy ve 40. až 60. letech 20. století. DDT a jeho metabolity

Implementation Plan of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants [1], there are still hundreds of not decontaminated transformers containing PCBs in the Czech Republic. The main source of PCB exposure is food of animal origin. PCBs are associated with a wide range of adverse health effects, especially hormonal disorders and carcinogenicity.

Monitoring results still confirm the presence of PCBs in human milk: PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 170 and PCB 180 were found in all milk samples (100% above LOQ) and PCB 28 in 97% of samples. The levels of PCB congeners 52 and 101 were above LOQ in less than half of the samples. Multi-chlorinated PCBs 138, 153 and 180, which are the most frequently detected congeners in the food consumption basket, represented the greatest burden (see NIPH dietary monitoring reports). The median concentration of the indicator congener PCB 153 in 2020 amounted to 34 ng/g fat which is a significant decrease compared to 2014 (80 ng/g), and a comparable value to 2017 (30 ng/g). During the 2005–2020 monitoring period a gradual decrease in the content of PCB 153 over time is evident, interrupted by elevated values in 2006 and 2010/2011 (Fig. 6.1). Concentrations of dioxin-like (DL-PCB) PCB 118 congener in human milk have a similar declining trend during the monitoring period as the previous congener, with a significant decrease especially since 2014 (Fig. 6.2). Summarized characteristics of PCB concentrations in human milk in 2020 are shown in Tab. 6.1.1.

6.2 Organic chlorinated pesticides (OCP)

OCPs are a broad group of persistent lipophilic substances that were used as insecticides from the

Tab. 6.1.1 Koncentrace polychlorovaných bifenylyů (ng/g tuku) v mateřském mléce, 2020

Tab. 6.1.1 Levels of PCBs (ng/g fat) in human milk, 2020

	PCB 28	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 170	PCB 180
LOQ	0,15	0,15	0,15	0,30	0,30	0,30
Geom. průměr	0,76	2,48	23,6	33,7	11,7	26,0
Medián	0,72	2,51	23,2	33,7	12,6	27,0
25. kvantil	0,49	1,64	16,0	22,5	8,2	17,9
75. kvantil	1,30	3,40	35,9	50,5	17,6	40,3
95. kvantil	2,69	6,80	67,5	93,0	36,8	82,1
Maximum	15,1	13,0	92,2	121	45,9	115

jsou velmi stálé, málo těkavé sloučeniny lipofilní povahy s nízkou rozpustností ve vodě a vysokou schopností se akumulovat v tukových tkáních. Všechny izomery i metabolity DDT jsou zdravotně i ekologicky škodlivé. Hexachlorbenzen (HCB) byl široce využívaným fungicidem v zemědělství, především pro ochranu semen před plísněmi. Vzniká také stále jako vedlejší produkt při výrobě chlorovaných uhlovodíků. Hexachlorcyklohexan (HCH) má několik izomerů, γ -HCH (známý jako lindan) je nejvíce toxický. Tyto látky byly jako jedny z prvních zařazeny do přílohy A Stockholmské úmluvy určené k odstranění z použití a výroby. Zdrojem expozice je potrava, zejména produkty živočišného původu. Negativní účinky mají především na nervový a reprodukční systém člověka. Předpokládá se také jejich karcinogenní účinek. Lindan (γ -HCH) byl zařazen Evropskou agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) mezi prokázané a DDT mezi pravděpodobné lidské karcinogeny.

V roce 2020 činil medián koncentrace sumy DDT (p, p'-DDT + p, p'-DDE s převahou metabolitu p, p'-DDE) v mateřském mléce 91 ng/g tuku. Byl tím přerušen sestupný trend (obr. 6.3) oproti roku 2017 (76 ng/g tuku), jehož částečnou příčinou mohl být vyšší podíl starších matek s vyšším vzděláním ve studii 2020, u nichž byly zjištěny významně vyšší koncentrace sumy DDT než u matek mladších s nižším vzděláním. Dlouhodobě klesající zátěž je dokumentována již od konce 80. let 20. století a byla opakovaně potvrzována v předchozích letech biomonitoringu.

Hexachlorbenzen HCB byl přítomen ve všech vzorcích mateřského mléka (100 % nad LOQ). Medián koncentrace (15 ng/g tuku) se výrazně nelišil od hodnot předchozích dvou etap monitoringu. HCB patří

1940s to the 1960s. DDT and its metabolites are very stable, lipophilic and low volatility compounds with low water solubility and high ability to accumulate in adipose tissue. All isomers and metabolites of DDT are harmful to health and the environment. Hexachlorobenzene (HCB) was a widely used fungicide in agriculture, especially to protect seeds from mould. It is also still formed as a by-product in the production of chlorinated hydrocarbons. Hexachlorocyclohexane (HCH) has several isomers, γ -HCH (known as lindane) is the most toxic. These substances were among the first to be included in Annex A of the Stockholm Convention for exclusion from use and manufacture. The source of exposure is food, particularly products of animal origin. They mainly have negative effects on the human nervous and reproductive systems. Their carcinogenic effects are likewise expected. Lindane (γ -HCH) has been listed by the European Agency for Research on Cancer (IARC) among proven and DDT among probable human carcinogens.

In 2020, the median concentration of DDT (p, p'-DDT + p, p'-DDE with a predominance of the metabolite p, p'-DDE) in human milk was 91 ng/g fat. This interrupted the downward trend (Fig. 6.3) compared to 2017 (76 ng/g fat) which was probably partly due to a higher proportion of older mothers with higher education in the 2020 study, who were found to have significantly higher concentrations of DDT than younger mothers with lower education. The long-term declining burden has been documented since the late 1980s and has been repeatedly confirmed in previous years of biomonitoring.

Hexachlorobenzene HCB was present in all human milk samples (100% above LOQ). The median concentration (15 ng/g fat) did not differ significantly

Tab. 6.2.1 Koncentrace chlorovaných organických pesticidů (ng/g tuku) v mateřském mléce, 2020

Tab. 6.2.1 Levels of chlorinated organic pesticides (ng/g fat) in human milk, 2020

	p, p'-DDE	p, p'-DDD	p, p'-DDT	HCB	PCBz	β -HCH
LOQ	0,15	0,15	0,30	0,15	0,15	0,15
Geom. průměr	84,1	0,72	4,00	18,4	0,23	2,98
Medián	86,4	0,82	4,49	15,1	0,21	2,82
25. kvantil	54,1	0,52	3,00	10,9	0,08	2,07
75. kvantil	128	1,35	7,89	27,0	0,37	4,71
95. kvantil	258	2,55	25,4	84,6	1,97	12,2
Maximum	468	8,16	397	261	3,80	66,3

mezi pesticidy, jejichž výroba a použití byla zakázána, nicméně se nadále uvolňuje do prostředí z průmyslové a chemické výroby, skládek i spaloven odpadů apod. To samé platí i o pentachlorbenzenu (PCBz), jehož výskyt v mateřském mléce byl v rámci národního biomonitoringu v roce 2020 sledován poprvé. Přítomnost PCBz ve stanovitelném množství byla zjištěna v téměř 70 % vzorků mléka.

Obsah pesticidu beta-hexachlorcyklohexanu (β -HCH) v mateřském mléce pozvolna klesá, nicméně je dlouhodobě přítomen téměř ve všech vzorcích mléka. Stanovitelná množství lindanu (γ -HCH) byla nalezena v 44 % vzorků mateřského mléka.

6.3 Per- a polyfluorované alkylované sloučeniny (PFAS)

Per- a polyfluoroalkylované sloučeniny jsou silně perzistentními (prakticky nerozložitelnými) organickými polutanty s bioakumulačními vlastnostmi. Nejznámějšími staršími zástupci jsou perfluorooctanová kyselina (PFOA) a perfluorooctansulfonát (PFOS). PFAS se používají jako povrchově aktivní látky v hašicích pěnách a k odpuzení vody a oleje v textiliích, kůži, materiálech přicházejících do styku s potravinami (např. obaly, nepřilnavé povrchy), a v kosmetice. Používají se také při výrobě polovodičů, lékařských zařízení, přípravků na ochranu rostlin, biocidů, přísad do krmiv, léčiv a barev. Výroba a použití starších PFAS s dlouhým uhlíkovým řetězcem (např. PFOA, PFOS, PFHxS) jsou regulovány pomocí výjimek v rámci Stockholmské úmluvy o perzistentních organických látkách a nařízením REACH. V uplynulých dvou dekádách však bylo syntetizováno velmi mnoho „nových“ PFAS, např. s krátkým řetězcem, nahrazujících starší regulované PFAS. Nicméně i u nich jsou studii prokazovány podobné negativní zdravotní účinky, a některé jsou identifikovány dokonce jako látky vzbuzující mimořádné obavy (např. HFPO-DA).

Cestami expozice je především konzumace kontaminovaných potravin a pitné vody, konzumace potravin balených do obalů obsahujících PFAS (obaly na pizzu a popcorn, na jídla typu fast food), vdechování prachu ve vnitřním prostředí, nebo přenos z ruky do úst z povrchů ošetřených materiálu (čalounění, oblečení, koberce), což je potenciálně významné zejména u malých dětí. Limitní hodnota pro PFAS byla zařazena do nové Směrnice pro pitnou vodu 2020/2184/ES,

from the values of the previous two monitoring stages. HCB is one of the pesticides whose production and use has been banned but is still released into the environment from industrial and chemical production, landfills and waste incinerators, etc. The same is true for pentachlorobenzene (PCBz), the presence of which was monitored in human milk as part of national human biomonitoring for the first time in 2020. The presence of PCBz in determinable amounts was detected in almost 70% of milk samples.

The content of the pesticide beta-hexachlorocyclohexane (β -HCH) in human milk is gradually decreasing, but has nevertheless long been present in almost all milk samples. Measurable amounts of lindane (γ -HCH) were found in 44% of milk samples.

6.3 Per- and polyfluorinated alkylated substances (PFASs)

Per- and polyfluoroalkylated compounds are highly persistent (practically non-degradable) organic pollutants with bioaccumulation properties. The best known older versions are perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonate (PFOS). PFASs are used as surfactants in fire-fighting foams and to repel water and oil in textiles, leather, food contact materials (packaging, non-stick surfaces) and cosmetics. They are also used in the manufacture of semiconductors, medical devices, plant protection products, biocides, feed additives, pharmaceuticals and paints. The use of older long-chain PFAS (eg PFOA, PFOS, PFHxS) is regulated through exemptions under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants and REACH. However, over the past two decades, many “new” substances, for instance short-chain PFASs, have been synthesised to replace older regulated PFASs. However, studies have shown similar adverse health effects, and some are even identified as substances of very high concern (eg HFPO-DA).

The routes of exposure are mainly through consumption of contaminated food and drinking water, consumption of food in packaging containing PFASs (pizza and popcorn packaging, fast food), inhalation of dust in the indoor environment or transfer from hand to mouth from the surfaces of treated materials (upholstery, clothing, carpets) which is potentially of concern especially for young children. The limit values for

výdání limitních hodnot pro obsah v potravinách je očekáváno během roku 2022. Obsah PFAS v obalech potravin a ve vnitřním prostředí je velmi těžké popsat kvůli rychle se měnícímu chemickému profilu, kdy starší PFAS nahrazují výrobci velkou paletou nových látek, různými prekurzory PFAS a vlastními molekulami, které je obtížné odhalit [2].

PFAS zvyšují hladinu cholesterolu a poškozují játra, podílí se na vzniku karcinomu ledvin a prostaty, zejména u dětí poškozují imunitní systém, rozvracejí hormonální rovnováhu a vzhledem k možnému průchodu placentou mohou negativně působit na vývoj plodu.

Z celkového počtu 31 sledovaných PFAS v roce 2020 nebyla u 26 PFAS zjištěna přítomnost v žádném vzorku mateřského mléka (100 % pod mezí stanovitelnosti). Perfluoroktanová kyselina (PFOA), stále používaná, byla nalezena ve všech vzorcích mateřského mléka. Z použití postupně vylučovaný perfluoroktansulfonát (PFOS) byl nalezen zhruba v 60 % vzorků. Perfluorhexansulfonát (PFHxS), současný adept na seznam Stockholmské úmluvy, byl přítomen v 5 % vzorků mateřského mléka. V několika jednotlivých případech byly nalezeny PFHpA a PFBS. Přehled monitorovaných PFAS v mateřském mléce, včetně LOQ, je uveden v Odborné zprávě lidského biomonitoringu SZÚ za rok 2020 na webových stránkách SZÚ.

Koncentrace PFOA a PFOS v mateřském mléce v roce 2020 jsou popsány v tab. 6.3.1. Vývoj obsahu těchto dvou nejfrekventovanějších PFAS v mateřském mléce mezi lety 2006 a 2020 je zobrazen na obr. 6.4; zřetelný pokles odpovídá celosvětovému trendu.

Tab. 6.3.1 Koncentrace perfluorovaných sloučenin (ng/ml) v mateřském mléce, 2020

Tab. 6.3.1 Levels of PFAS (ng/ml) in human milk, 2020

	PFOA	PFOS
LOQ	0,003	0,003
Geom. průměr	0,020	0,007
Medián	0,020	0,010
25. kvantil	0,016	0,002
75. kvantil	0,026	0,026
95. kvantil	0,040	0,059
Maximum	0,104	0,178

PFASs has been included in the new Drinking Water Directive 2020/2184/EC and the issuance of limit values for food content is expected during 2022. The content of PFASs in food packaging and in the indoor environment is very difficult to describe due to the rapidly changing chemical profile where older PFASs are being replaced by manufacturers with a wide range of new substances, various PFASs precursors and their own molecules which are difficult to detect [2].

PFASs increase cholesterol levels and damage the liver, contribute to the development of kidney and prostate cancer, damage the immune system particularly in children, disrupt hormonal balance and due to potential passage through the placenta may adversely affect fetal development.

Of the total number of 31 PFASs monitored in 2020, the presence of 26 PFASs was not detected in any breast milk sample (100% below LOQ). Perfluorooctanoic acid (PFOA) which is still in use was found in all human milk samples. Gradually phased-out perfluorooctane sulfonate (PFOS) was found in about 60% of samples. Perfluorohexane sulfonate (PFHxS), a current adept on the Stockholm Convention list, was present in 5% of human milk samples. PFHpA and PFBS were found in several individual cases. An overview of monitored PFASs in human milk, including LOQs, is provided in the NIPH Technical Human Biomonitoring Report 2020 on the NIPH website.

PFOA and PFOS concentrations in human milk in 2020 are shown in Tab. 6.3.1. The development of the content of these two most frequent PFASs in human milk between 2006 and 2020 is shown in Figure 6.4; a clear decline reflects the global trend.

6.4 Brominated flame retardants (BFR)

Flame retardants (flame retardant additives) are a diverse group of organic bromine compounds that are used as additives in flammable materials (polystyrene, plastics, textiles, etc.) in order to reduce or slow down their combustion and thus improve fire safety. They are widely used in electronics and electronic equipment, textiles, plastics, home furnishings and building materials. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) are among the oldest BFRs. Tetra-, penta-, hexa- and

6.4 Bromované zpomalovače hoření (BFR)

Zpomalovače hoření (retardéry hoření, samozhášecí přísady) jsou různorodou skupinou organických sloučenin bromu, které se používají jako přísada do hořlavých materiálů (polystyren, plasty, textilie apod.) s cílem omezit či zpomalit jejich hoření, a zlepšit tak požární bezpečnost. Široce se užívají např. v elektronice a elektronických zařízeních, textiliích, plastech, v bytovém zařízení a ve stavebních materiálech. Mezi nejstarší BFR patří polybromované difenyletery (PBDE). Tetra-, penta-, hexa- a heptabromdifenyletery byly v roce 2009 zařazeny na seznam zakázaných látek Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech. Problémy však přináší likvidace a zejména recyklace odpadu, zejména plastového, ve kterém jsou tyto látky obsaženy. V roce 2013 byl na seznam přidán také hexabromcyklododekan (HBCD), který byl díky dočasné výjimce donedávna používán v pěnových polystyrenových deskách k zateplování budov. Ke zpomalování hoření se dále používají bromované bisfenoly, např. tetrabrombisfenol A (TBBPA). Jako alternativa starších zpomalovačů hoření regulovaných legislativou jsou do použití zaváděny tzv. nové zpomalovače hoření (nBFR). Zástupci této skupiny jsou např. dekabromdifenyletan (DBDPE) nebo hexabrombenzen (HBB). U části nových BFR jsou však dnes studii prokazovány rovněž bioakumulativní, toxické a potenciálně karcinogenní účinky.

Nejpravděpodobnější cestou expozice je inhalace s prachem v prostředí interiérů, přičemž většina pochází ze stavebních materiálů, textilií a elektroniky. BFR působí jako endokrinní disruptory narušující hormonální rovnováhu organismu. Podle studií na zvířatech jsou také neurotoxické, potenciálně karcinogenní, poškozují reprodukci a vývoj plodu.

Ze 40 sledovaných BFR se 26 nenalezlo v žádném vzorku mateřského mléka. Z polybromovaných difenyleterů (PBDE) jde např. o tetra-BDE (kromě BDE 47), okta- a nona-BDE, OH-BDE, dále o bromované fenoly, pentabromtoluen a další tzv. nové zpomalovače (BTBPE, HCDBCO, OBIND aj).

Nalezeno naopak bylo 14 BFR. U žádného z nich nepřekročil podíl pozitivních vzorků (obsah nad mezi stanovitelnosti) 50 % z celkového počtu vzorků

heptabromodiphenyl ethers were included in the list of banned substances of the Stockholm Convention on POPs in 2009. Nevertheless, the disposal and especially the recycling of waste, especially plastic, in which these substances are contained, poses problems. In 2013, hexabromocyclododecane (HBCD) was added to the list. This had been used in polystyrene foam boards for insulation in buildings due to a temporary exemption. Brominated bisphenols, such as tetrabromobisphenol A (TBBPA) continue to be used to retard combustion. As an alternative to older flame retardants regulated by legislation, so-called new flame retardants (nBFRs) are being introduced. These include, for example, decabromodiphenylethane (DBDPE) or hexabromobenzene (HBB). However, some of the new BFRs have shown bioaccumulative, toxic and potentially carcinogenic effects in studies.

The most likely route of exposure is inhalation with dust in the indoor environment, most of which originates from building materials, textiles and electronics. BFRs act as endocrine disruptors that disrupt the body's hormonal balance. According to animal studies, they are also neurotoxic, potentially carcinogenic, and impair reproductive and fetal development.

Of the 40 BFRs monitored, 26 were not found in any human milk sample, eg polybrominated diphenyl ethers (PBDE) include tetra-BDE (except BDE 47), octa- and nona-BDE, OH-BDE, brominated phenols, pentabromotoluene and other so-called new retardants (BTBPE, HCDBCO, OBIND, etc.).

However, 14 BFRs were detected. In none of them did the proportion of positive samples (content above the LOQ) exceed 50% of the total number of human milk samples and therefore they were not quantified. The highest incidence was detected for BDE 153 (36% of samples in the range 0.15–2.56 ng/g fat) and BDE 47 (25%, 1.15–1.45 ng/g fat), hexabromobenzene (HBB, 21%, 0.15–2.34 ng/g fat) and anti-Dechloran Plus (anti-DP, 21%, 0.15–2.51 ng/g fat). The banned hexabromocyclododecane isomer α -HBCD was present in 15% of human milk samples (0.02–1.30 ng/ml). Concentrations above the LOQ of the banned penta-BDEs were found in 10% of samples. Positive findings of the remaining seven BFRs were sporadic. As for individual human milk samples, roughly 30% of them did not have a single BFR, and the same number

mateřského mléka, a proto nebyly kvantifikovány. Nejvyšší frekvence výskytu byla zjištěna u BDE 153 (36 % vzorků, 0,15–2,56 ng/g tuku) a BDE 47 (25 %, 1,15 – 1,45 ng/g tuku), hexabrombenzenu (HBB, 21 %, 0,15–2,34 ng/g tuku) a anti-Dechloranu Plus (anti-DP, 21 %, 0,15–2,51 ng/g tuku). Izomer zakázaného hexabromcyklododekanu α -HBCD byl přítomen v 15 % vzorků mateřského mléka (0,02–1,30 ng/ml). Koncentrace nad mezí stanovitelnosti zakázaných penta-BDE byly nalezeny v 10 % vzorků. Pozitivní nálezy zbývajících sedmi BFR byly pouze ojedinělé. Pokud jde o jednotlivé vzorky mateřského mléka, zhruba ve 30 % z nich nebyl nalezen ani jeden BFR, a stejně tolik vzorků obsahovalo po jednom BFR. Pětina vzorků (20 %) obsahovala po dvou BFR, zhruba stejně tolik vzorků obsahovalo po třech a více (maximálně 5) BFR.

Citace:

- [1] BLÁHA, K., BORŮVKOVÁ, J., BUDŇÁKOVÁ, M., ČUPR, P., EYBLOVÁ, D., GADAS, P., GRUNTORÁD, J., HLAVATÝ, E., HOLOUBEK, I. et al. (2017): Aktualizovaný Národní implementační plán Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech v České republice na léta 2018–2023, Ministerstvo životního prostředí, Praha, červenec 2017. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/strategie_dokumenty_stockholmska_umluva
- [2] GLÜGE, J., SCHERINGER, M., COUSINS, I.T., DEWITT, J.C., GOLDENMAN, G., HERZKE, D., LOHMANN, R., NG, C.A., TRIER, X., WANG, Z. An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Environ. Sci. Process Impacts*, 22 (12) (2020), pp. 2345–2373. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33125022/>

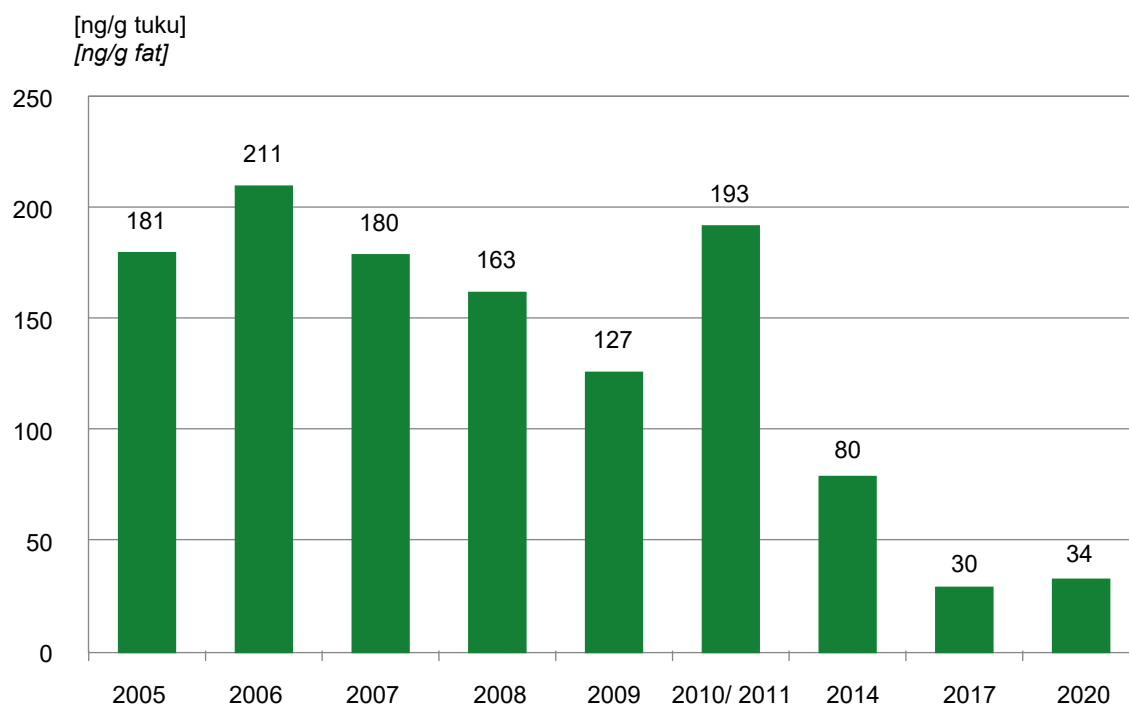
of samples contained one BFR each. One-fifth of the samples (20%) contained two BFRs each, roughly the same number of samples contained three or more (maximum 5) BFRs.

References:

- [1] BLÁHA, K., BORŮVKOVÁ, J., BUDŇÁKOVÁ, M., ČUPR, P., EYBLOVÁ, D., GADAS, P., GRUNTORÁD, J., HLAVATÝ, E., HOLOUBEK, I. et al. (2017): Updated National Implementation Plan of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants in the Czech Republic for 2018–2023, Ministry of the Environment, Prague, July 2017. [in Czech] Available from: https://www.mzp.cz/cz/strategie_dokumenty_stockholmska_umluva
- [2] GLÜGE, J., SCHERINGER, M., COUSINS, I.T., DEWITT, J.C., GOLDENMAN, G., HERZKE, D., LOHMANN, R., NG, C.A., TRIER, X., WANG, Z. An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Environ. Sci. Process Impacts*, 22 (12) (2020), pp. 2345–2373. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33125022/>

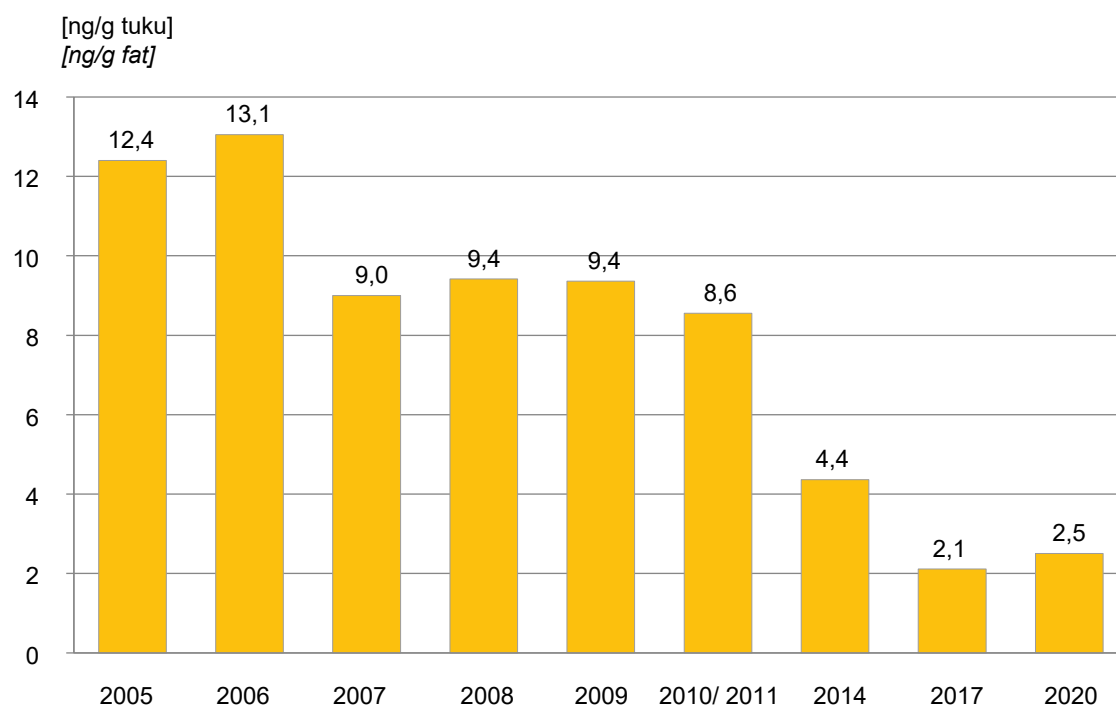
Obr. 6.1 Obsah indikátorového kongeneru PCB 153 v mateřském mléce (medián koncentrace), 2005–2020

Fig. 6.1 Indicator congener PCB 153 in human milk (median values), 2005–2020

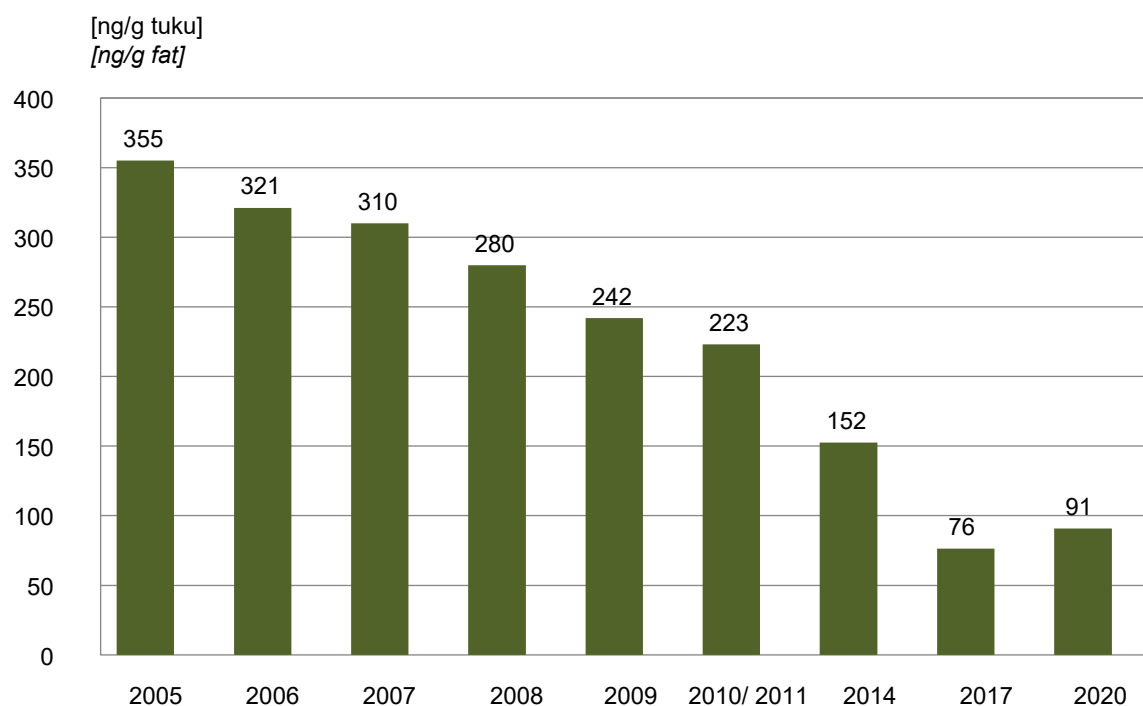


Obr. 6.2 Obsah PCB 118 s dioxinovým účinkem v mateřském mléce (medián koncentrace), 2005–2020

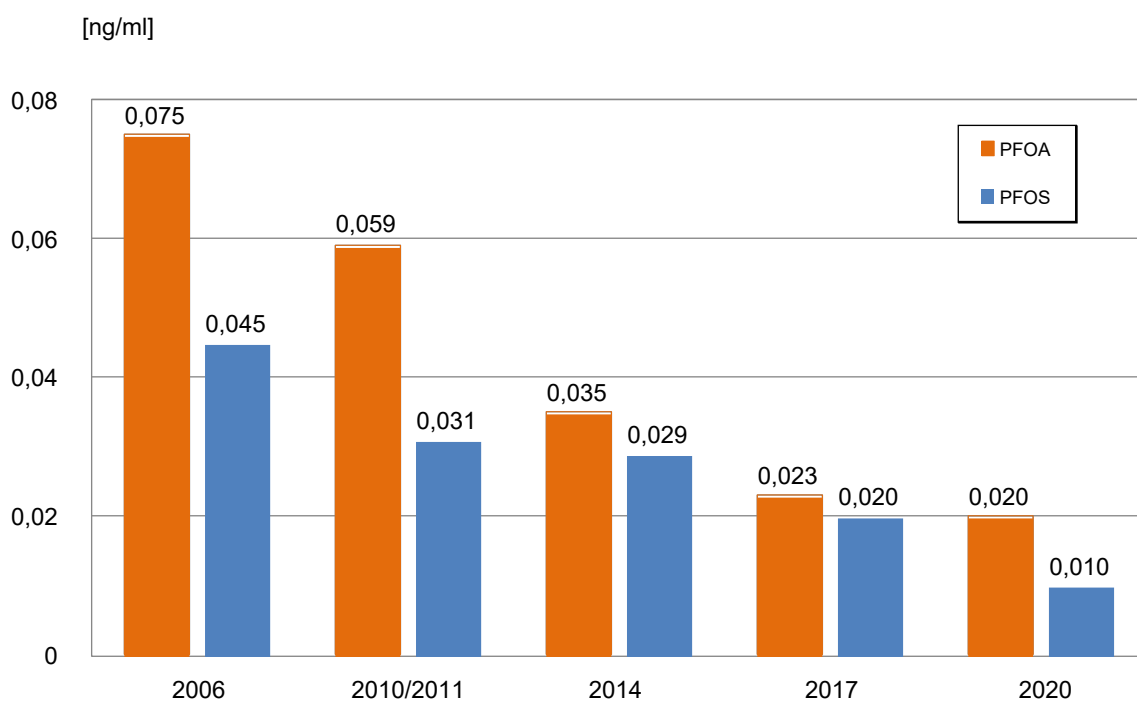
Fig. 6.2 Dioxin-like PCB 118 in human milk (median values), 2005–2020



Obr. 6.3 Obsah DDT a jeho metabolitů v mateřském mléce (medián koncentrace), 2005–2020
Fig. 6.3 DDT and its metabolites in human milk (median values), 2005–2020



Obr. 6.4 Obsah PFOA a PFOS v mateřském mléce (medián koncentrace), 2006–2020
Fig. 6.4 PFOA and PFOS levels in human milk (median values), 2006–2020



7. ŠETŘENÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU OBYVATELSTVA ČR

Údaje o zdravotním stavu populace a výskytu rizikových faktorů jsou nezbytné pro vznik efektivních preventivních programů a pro tvorbu zdravotních politik a strategií. Data dostupná ze zdravotních statistik však poskytují pouze informace o osobách využívajících lékařskou péči. Pro hodnocení zdravotního stavu populace jsou tak nepostradatelné celopopulační studie (výběrová šetření), které zahrnují i zdánlivě zdravou část populace. Šetření tohoto typu proběhlo v Česku naposledy v roce 2019. Jednalo se o Evropské výběrové šetření zdravotního stavu obyvatelstva zahrnující jak dotazníkové šetření EHIS (European Health Interview Survey), které koordinoval Ústav zdravotnických informací a statistiky (ÚZIS) a realizoval ve spolupráci s Českým statistickým úřadem (ČSÚ), tak následné lékařské vyšetření EHES (European Health Examination Survey), které koordinoval, realizoval, a metodicky zajistil Státní zdravotní ústav. Získaná data jsou harmonizována na úrovni EU.

Zdravotní vyšetření EHES 2019

Šetření bylo zaměřeno na výskyt rizikových faktorů nemocí oběhové soustavy v české dospělé populaci. Vyšetření bylo provedeno zaškoleným zdravotníkem podle jednotného EHES manuálu a zahrnovalo antropometrická měření (výška, hmotnost, obvod pasu), měření krevního tlaku a odběr žilní krve. V krevním vzorku byly analyzovány celkový, HDL- a LDL-cholesterol, triglyceridy, glykovaný hemoglobin (HbA1c) a thyrostimulační hormon (TSH). Před samotným vyšetřením respondenti zodpověděli soubor otázek v rámci vyšetřovacího protokolu, který poskytuje informace potřebné pro správnou interpretaci měření a analýz krve.

Prezentované výsledky šetření EHES 2019 v této zprávě zahrnují odhad cévního věku, který predikuje riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění (KVO). Pro tento odhad byla analyzována data 763 respondentů ve věku 40–64 let. Další zde hodnocenou oblastí je účast na preventivních prohlídkách u praktického lékaře a screeningu rizikových parametrů provedeného zdravotníkem. Do této analýzy vstupovala data za 4297 respondentů ve věku 25–64 let, která byla vážena pro pohlaví a věk. Bližší informace o studii a výběru respondentů do studie lze nalézt v publikované zprávě [1].

7. CZECH POPULATION HEALTH SURVEY

Information on the health and health risks is needed for developing and evaluation of effective prevention programs, health policies, strategies and healthcare. However, the data available from health statistics only provide information about people using health services. Health population surveys, which also include an apparently healthy part of the population, are essential for the assessment of the population health. The last survey of this type was realized in the Czech Republic in 2019. It was the European health population survey which included the European Health Interview Survey – EHIS and the subsequent European Health Examination Survey – EHES. EHIS was coordinated by the Institute of Health Information and Statistics (IHIS CR) and realized in cooperation with the Czech Statistical Office (CZSO), EHES was coordinated, implemented and methodically provided by the National Institute of Public Health in Prague. The data obtained are harmonized at the EU level.

Health Examination Survey – EHES 2019

EHES was focused on the prevalence of cardiovascular disease risk factors in the Czech adult population. The examination was performed by trained health care professionals according to the EHES manual. It included anthropometric measurements (height, weight, waist circumference), blood pressure measurement and venous blood sampling. Total, HDL- and LDL-cholesterol, triglycerides, glycated haemoglobin (HbA1c) and thyrostimulating hormone (TSH) were analysed in the blood sample. Before the examination, the respondents answered a set of questions related to the examination to obtain the correct evaluation of blood measurements and analyses.

Vascular age indicator predicts the risk of cardiovascular diseases (CVD). Data from 763 respondents aged 40–64 were analysed for an estimate of vascular age. Participation in preventive examinations by a general practitioner and screening of risk factors performed by a health care professional were evaluated, too. This analysis included data of 4,297 respondents aged 25–64, weighted for gender and age. More detailed information about the survey and the selection of respondents can be found in the published report [1].

7.1 Odhad vaskulárního (cévního) věku

Stárnutí je hlavním rizikovým faktorem cévních onemocnění a následných kardiovaskulárních a cerebrovaskulárních příhod, které jsou celosvětově hlavní příčinou úmrtí [2]. Cévní stárnutí se projevuje arteriální degenerací a kornatěním, zhoršuje funkci cév a v konečném důsledku způsobuje poškození konečných orgánů, zejména srdce, mozku a ledvin. Arteriální poškození, související s věkem, se klinicky manifestuje po páté nebo šesté dekádě života; v době nástupu cévních onemocnění a související mortality však existuje vysoká interindividuální variabilita [2]. Jedinci nestárnou stejným tempem. Zatímco chronologické stárnutí se týká pouze plynutí času, biologické stárnutí se týká poklesu funkce. Cévní poškození související s věkem je ovlivněno dědičnými vlastnostmi, avšak může být ovlivněno i životním stylem, životním prostředím a případnými komorbiditami. Posouzení úrovně rizika vaskulárního onemocnění za účelem doporučení pro včasnou prevenci by proto neměla vycházet z věku chronologického, ale spíše z věku biologického [3].

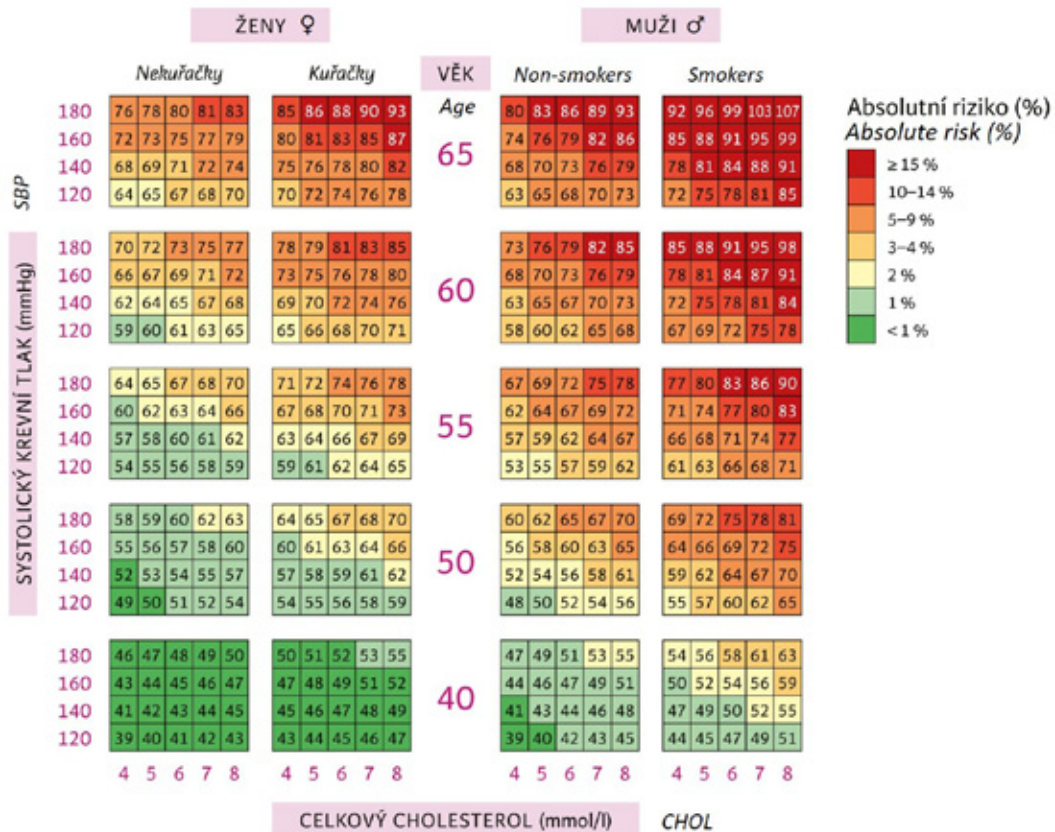
V praxi existují zjednodušené modely odhadující kardiovaskulární riziko jedince, a jsou tak důležitou součástí pravidelné péče o kardiometabolické zdraví. Predikční modely pomáhají identifikovat osoby s vysokým kardiovaskulárním rizikem, pro které se následná prevence a léčba ukazuje jako benefiční. Nejznámější model odhadu KVO rizika je model SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation), jehož první verze byla představena v roce 2003 [4]. Základní multifaktoriální model SCORE odhaduje riziko úmrtí osoby od věku 40 a více let v důsledku srdečně-cévních onemocnění v příštích deseti letech na základě 5 rizikových faktorů, kterými jsou věk, pohlaví, kouření, hodnota systolického tlaku a hodnota celkového cholesterolu. Přestože je model primárně založen pro použití v klinické praxi, lze s jeho pomocí kvantifikovat kardiovaskulární riziko v populaci a odhadnout rozložení populace z hlediska výše kardiovaskulárního rizika. Riziko u jedince nabývá hodnot od 0 % do 57 %. Důležitou hranici představuje 5% riziko; od této hodnoty by podle doporučení Evropské kardiologické společnosti (ESC) měla být u jedince zahájena intervence. Hodnoty SCORE jsou rozděleny na 4 kategorie: nízké riziko (0–1 %), střední riziko (2–4 %), vysoké riziko (5–9 %) a velmi vysoké riziko (≥ 10 %). Toto procentuální vyjádření rizika vzniku fatální příhody v příštích 10 letech bývá pro intervenované osoby často nejasné nebo špatně pochopitelné.

7.1 Vascular age estimation

Aging is a major risk factor for vascular diseases and subsequent cardiovascular and cerebrovascular events, which are the leading cause of death worldwide [2]. Vascular aging is manifested by arterial degeneration and atherosclerosis, impairs the function of blood vessels and ultimately causes damage to end organs, especially the heart, brain and kidneys. Age-related arterial damage manifests clinically after the fifth or sixth decade of life; however, there is high inter-individual variability in the time of onset of vascular disease and associated mortality [2]. Individuals do not age at the same pace. While chronological aging refers only to the passage of time, biological aging refers to a decline in function. Age-related vascular damage is influenced by hereditary characteristics, but it can also be influenced by lifestyle, environment and possible comorbidities. Assessment of vascular disease risk level in order to recommend early prevention should therefore not be based on chronological age, but rather on biological age [3].

In practice, there are simplified models estimating an individual's cardiovascular risk, and they are thus an important part of regular cardiometabolic health care. Prediction models help to identify persons with a high cardiovascular risk for whom subsequent prevention and treatment prove to be beneficial. The most well-known CVD risk estimation model is the SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation) model, the first version of which was introduced in 2003 [4]. The basic multifactorial SCORE model estimates a person's risk of dying from cardiovascular disease in the next 10 years, based on 5 risk factors: age, sex, smoking, systolic blood pressure, and total cholesterol. Despite the fact that the model is primarily based for use in clinical practice, it can be used to quantify cardiovascular risk in a population and to estimate the distribution of the population in terms of the level of cardiovascular risk. The risk for an individual ranges from 0% to 57%. An important limit is the 5% risk; from this value, according to the recommendations of the European Society of Cardiology (ESC), intervention should be initiated for the individual. SCORE values are divided into 4 categories: low risk (0–1%), medium risk (2–4%), high risk (5–9%) and very high risk (≥ 10 %). This percentage expression of the risk of a fatal event occurring in the next 10 years is often unclear or difficult to understand for the persons involved.

Tab. 7.1.1 Schéma pro odhad cévního věku
Tab. 7.1.1 Vascular age chart



Převzato z [5] / Source [5]

Pro účely preventivní kardiologie se v poslední době vedle tabulek SCORE využívá podobného nástroje pro odhad vaskulárního věku (blíže tab. 7.1.1), který je pro lékaře lépe interpretovatelný a pro osoby/pacienty nejen v primární péči lépe pochopitelný. Smyslem je odhadnout cévní věk daného jedince na základě věku, pohlaví, kouření, hodnoty krevního tlaku a celkového cholesterolu. Tento odhad nezahrnuje žádná podrobnější klinická vyšetření. Odhad cévního věku jedince je určen jako věk, který by měl člověk se stejným kardiovaskulárním rizikem, jehož hodnoty rizikových faktorů jsou všechny v normálním rozmezí. Pokud je odhadnutý vaskulární věk vyšší než věk chronologický, hrozí zvýšené riziko rozvoje kardiometabolických onemocnění a akutních vaskulárních příhod (srdečního infarktu nebo mrtvice).

Ve stárnoucí populaci je důležité odhalit a co nejdříve ovlivnit rizikové faktory, které by vedly předčasněmu biologickému vaskulárnímu stárnutí, a které by mohly snížit nejen jeho zdravotní, ale i socioekonomické dopady. Na základě identifikace faktorů

For the uses of preventive cardiology, a similar tool for vascular age estimation (Tab. 7.1.1) has recently been used in addition to the SCORE tables, which is better interpretable for physicians and easier to understand for people/patients not only in primary care. The idea is to estimate the vascular age of individual based on age, sex, smoking, blood pressure and total cholesterol. This estimate does not include any other detailed clinical examinations. An individual's vascular age estimate is determined as the age that a person with the same cardiovascular risk would have, whose risk factor values are all in the normal range. If the estimated vascular age is higher than the chronological age, there is an increased risk of developing cardiometabolic diseases and acute vascular events (heart attack or stroke).

In an aging population, it is important to detect and affect as soon as possible the risk factors that would lead to early biological vascular aging, and which could reduce health and socio-economic impacts. Based on the identification of factors and diseases

a nemocí, které mění tempo stárnutí, byly navrženy různé strategie podpory zdravého stárnutí a oddálení výskytu vaskulárních onemocnění souvisejících s věkem. V současnosti jsou za nejslibnější považovány behaviorální přístupy; narážejí však na bariéry v důsledku neochoty jedinců dodržovat pravidelnou fyzickou aktivitu, dlouhodobá výživová doporučení a další celoživotní změny v rámci zdravého životního stylu. Použití farmakoterapie k oddálení stárnutí u zdravých jedinců je stále kontroverzní kvůli jejich potenciálním dlouhodobým vedlejším účinkům, které pak mohou převyšovat přínosy léčby. Strategie a intervence na podporu zdravého stárnutí by se měly zaměřit spíše na prodloužení délky života ve zdraví než na pouhé prodloužení délky života [3].

Průměrný vaskulární věk u respondentů šetření EHES 2019 byl o 4,8 roku vyšší než průměrný chronologický věk (u mužů byl tento rozdíl 6,2 roku, u žen 3,7 roku). Obr. 7.1 a 7.2 ukazují různými způsoby rozdíl mezi cévním a chronologickým věkem sledované populace. Obr. 7.1 zobrazuje rozložení respondentů podle rozdílu mezi cévním a chronologickým věkem ve vybraných věkových skupinách mužů a žen: 15 % mužů a 27 % žen mělo cévní věk totožný či dokonce nižší než chronologický věk, na druhou stranu u 21 % mužů a 7 % žen byl rozdíl mezi cévním a chronologickým věkem větší než 11 let. S chronologickým věkem narůstá i riziko zvýšených hodnot sledovaných rizikových parametrů, rozdíl mezi cévním a chronologickým věkem tak narůstá. U mužů lze pozorovat výrazné zhoršení po 55. roce věku. Ve věkové skupině 55–59 let bylo dokonce 64 % mužů s cévním věkem o 6 a více let vyšším než chronologickým. Podíl žen s výraznějším rozdílem cévního a chronologického věku narůstá pozvolněji, a i ve věku 60–64 let má stále přes 65 % žen rozdíl mezi cévním a chronologickým věkem nižší než 5 let. Obr. 7.2 znázorňuje detailnější distribuci cévního věku v rámci jednotlivých chronologických věků. Například pro jedince ve věku 58 let lze pozorovat, že cévní věk se pohybuje v rozpětí 58–87 let.

Z šetření EHES vyplývá, že model, který odhaduje cévní věk, má důležitou roli pro primární péči v podobě jednoduchého názorného nástroje pro odhad rizika vzniku KVO. Z dosud provedených studií převyšoval ve všech populacích průměrný cévní věk průměrný věk chronologický, a to o 2–26 let [6]. V šetření EHES byl tento rozdíl cca 5 let. Včasný záchyt hlavních komponent negativně ovlivňujících cévní

that changes the pace of aging, various strategies has been proposed to promote healthy aging and delay the onset of age-related vascular diseases. Behavioural approaches are currently considered the most promising; however, they encounter barriers due to the non-adherence of individuals to follow regular physical activity, long-term nutritional recommendations and other lifelong healthy lifestyle changes. The use of pharmacotherapy to delay aging in healthy individuals is still controversial due to their potential long-term side effects, which may then exceed the benefits of treatment. Strategies and interventions to promote healthy aging should focus on increase of healthy life years rather than simply life prolonging [3].

The average vascular age of the EHES 2019 respondents was 4.8 years higher than the average of chronological age (for men, this difference was 6.2 years, for women 3.7 years). Figs 7.1 and 7.2 show in different ways the difference between the vascular and chronological age of the examined population. Fig. 7.1 shows the distribution of respondents according to the difference between vascular and chronological age in selected age groups of men and women. 15% of men and 27% of women had vascular age identical to or even lower than chronological age, on the other hand, among 21% of men and 7% of women was a difference between vascular and chronological age more than 11 years. With chronological age, the risk of increased values of monitored risk parameters also increases, thus the difference between vascular and chronological age increases. In men, a significant deterioration can be observed after the age of 55. In the 55–59 age group, even 64% of men had a vascular age 6 or more years older than the chronological age. The share of women with a significant difference in vascular and chronological age increases more slowly, and even at the age of 60–64, over 65% of women still have a difference between vascular and chronological age lower than 5 years. Fig. 7.2 shows a more detailed distribution of vascular age within particular chronological ages. For example, for a 58-year-old individual, it can be observed that the vascular age ranges from 58–87 years.

The EHES survey shows that the vascular age estimation model has an important role for primary care as a simple illustrative tool for the CVD risk estimation. From the studies carried out so far, in

stárnutí v iniciálních stádiích a jejich důsledná terapie mohou příznivě ovlivnit cévní věk daného jedince. Neméně významný je i vliv délky expozice rizikovým faktorům a případná reverzibilita cévního věku, kdy bylo prokázáno, že při časné a dlouhodobé intervenci dochází ke zlepšení parametrů cévního věku [7].

7.2 Využívání preventivní péče

Dbát o vlastní zdraví by mělo být pro každého samozřejmostí. Součástí péče o zdraví by mělo být podstoupení pravidelných preventivních prohlídek, které jsou nezbytné pro včasný záchyt onemocnění, případně pro včasné zahájení léčby. I když se člověk cítí zdravý, neměl by ignorovat preventivní prohlídky, které mohou odhalit závažná onemocnění ve stadiu, kdy jsou snadněji léčitelná. Na preventivní prohlídky má v Česku nárok v pravidelných intervalech každý pojištěnec zdarma.

Řada onemocnění, zejména kardiovaskulárních, je preventabilní, lze je až z 80 % ovlivnit životním stylem. Nicméně jejich včasný záchyt a správná léčba mohou oddálit vážné komplikace onemocnění, která se vyvíjejí pomalu, a řadu let probíhají bez příznaků. Jde například o nemoci a stavy, jako hypertenze, diabetes nebo vysoká hladina cholesterolu. Včasná diagnóza umožní vyhnout se náročné léčbě i nevratnému poškození zdraví, a dosáhnout nižších léčebných nákladů.

Za všeobecnou preventivní prohlídku se považuje kompletní vyšetření, které může být provedeno samostatně nebo během jiné návštěvy u lékaře, např. při kontrole po prodělaném onemocnění, nebo v rámci předoperačního vyšetření. Pacient by měl být lékařem informován, že podstupuje preventivní prohlídku. Ta má mimo jiné obsahovat aktualizaci informací o zdravotním stavu, změření krevního tlaku, výšky a váhy pacienta, orientační vyšetření moči papírkem, kontrolu očkování. U dospělých zahrnuje onkologický screening (např. test na okultní krvácení od 50 let), 1× za 10 let vyšetření hladiny krevních tuků a od 40. roku věku vyšetření hladiny cukru v krvi. Za preventivní prohlídku se nemá považovat např. pouze kontrolní změření krevního tlaku nebo kontrolní odběr krve při zvýšené hladině cholesterolu [8].

Pojem screening definuje WHO jako „předpokládanou identifikaci nerozpoznaného onemocnění

all populations the average vascular age exceeded the average chronological age by 2–26 years [6]. In the EHES survey, this difference was about 5 years. Early detection of the main components negatively affecting vascular aging in the initial stages and their consistent therapy can favourably affect the vascular age of that individual. Equally important is the effect of the length of exposure to the risk factors and the possible reversibility of vascular age, where it has been proven that early and long-term intervention improves the vascular age parameters [7].

7.2 The use of preventive health care services

One's own health care should be important for everyone. Part of health care should accomplish regular preventive examinations, which are necessary for the early detection of the disease, or for the early initiation of treatment. Even if people feel healthy, they should not ignore preventive examinations, which can identify serious diseases at a stage when they are easier to treat. In the Czech Republic, every health insured person is entitled to preventive health care services for free of charge at regular intervals.

A number of diseases, especially cardiovascular diseases, are preventable; up to 80% of them can be affected by lifestyle. However, if they are detected early, enable more effective treatment in term of bigger impact on the diseases, which develop slowly and manifest without symptoms for many years. These are, for example, diseases and conditions such as hypertension, diabetes or high blood cholesterol. Early diagnosis allows avoiding demanding treatment and irreversible damage to health, and achieving lower health care expenditure.

A regular preventive check-up is a complete examination that can be carried out separately or during another visit to the health professional, e.g. during a check-up after an illness or as part of a pre-operative examination. The patient should be informed by the doctor that he is undergoing a preventive examination. This should include, among others, an update of information on the health status, measurement of the blood pressure, height and weight, an orientation test of urine and a vaccination control. For adults, it includes oncology screening (e.g. faecal occult blood test from the age of 50), once every 10 years a blood lipids screening

u zjevně zdravé, asymptomatické populace pomocí testů“ [9]. Screening je v podstatě hrubý proces třídění, který identifikuje osoby, které pravděpodobně mají nemoc, od těch, které ji pravděpodobně nemají, resp. poskytující pravděpodobnost, že osoba může být ohrožena nebo je bez rizika onemocnění [10]. Screening cílený na kardiovaskulární onemocnění by měl odhalit jedince s rizikovými faktory kardiovaskulárních onemocnění a případně zajistit, aby těmto jedincům byla včas poskytnuta intervence (např. poradny podpory zdraví – odvykání kouření, zdravá výživa, kontrola hmotnosti) ke snížení jejich rizika, případně aby byla včas zahájena léčba. Screeningové testy v populaci mají pouze orientační charakter, nejsou nikdy 100% přesné. Podle posledních dostupných informací z roku 2017 absolvovalo preventivní prohlídku u praktického lékaře pro dospělé cca 2 mil. osob, tj. cca ¼ dospělé populace. Tento podíl osob se v předchozích 10 letech nezměnil [11].

Screeningová vyšetření sledovaná dotazníkem EHIS byla zaměřena zejména na rizikové faktory vzniku kardiovaskulárních onemocnění, která hrají v populaci zásadní roli a jsou důležitým elementem kvalitní a udržitelné zdravotní péče. Součástí dotazníku byla také otázka na absolvování preventivní prohlídky u praktického lékaře.

Preventivní prohlídku u praktického lékaře absolvovalo v roce 2019 necelých 50 % mužů i žen, před 1–3 lety bylo vyšetřeno cca 41 % mužů a 43 % žen. U 11 % mužů a 9 % žen byl interval preventivní prohlídky delší než 3 roky. Podíl osob, který absolvoval preventivní prohlídku v posledním roce, stoupal s věkem. Ve věku 55–64 let ji absolvovalo 63 % mužů a 59 % žen (obr. 7.3).

Krevní tlak byl v roce 2019 změřen zdravotnickým pracovníkem u 59 % mužů a 65 % žen. V posledních třech letech pak bylo měření provedeno téměř všem respondentům (93 % mužům a 95 % žen). Podíl osob, který uvedl screening krevního tlaku zdravotníkem v posledním roce, opět narůstal s věkem; ve věku 55–64 to bylo téměř 80 % mužů i žen (obr. 7.4).

Screening hladiny cholesterolu v krvi byl v roce 2019 proveden u 53 % mužů a 54 % žen. U 35 % respondentů byla hladina cholesterolu vyšetřena před 1–3 lety a 11 % žen a 13 % mužů bylo vyšetřeno před více než 3 roky. Podíl osob, který uvedl screening

and from the age of 40 a blood sugar screening. A preventive check-up should not be considered, for example, only a control measurement of blood pressure or a control blood collection in the event of an elevated blood cholesterol level.

The WHO defines screening as “the presumptive identification of unrecognized disease in an apparently healthy, asymptomatic population by means of tests, examinations or other procedures that can be applied rapidly and easily to the target population” [9]. Screening is essentially a crude sorting process that identifies those who are likely to have the disease from those who are unlikely to have it, or providing the probability that a person may be at risk or is without risk of the disease [10]. Targeted screening for cardiovascular diseases should identify individuals with cardiovascular disease risk factors and, where appropriate, ensure that these individuals are provided with early intervention (e.g. health promotion counselling – smoking cessation, healthy diet, weight control) to reduce their risk, or if that it is timely treatment started. Screening tests in the population are only indicative; they are never 100% accurate. According to the latest available information from 2017, about 2 million people, i.e. about ¼ of the adult population in the Czech Republic, had a preventive check-up at a general practitioner. This share of people has not changed in the previous 10 years [11].

Screening examinations followed by the EHIS questionnaire were focused mainly on risk factors which cause cardiovascular diseases and play a crucial role in the population and are an important element of quality and sustainable health care. A question on a preventive check-up at a general practitioner was also included in the questionnaire.

*In 2019, less than 50% of both men and women completed a **preventive check-up at a general practitioner**; 1–3 years ago approximately 41% of men and 43% of women were examined. For 11% of men and 9% of women, the preventive check-up interval was longer than 3 years. The share of people who had a preventive check-up in the last year increased with age. At the age of 55–64, 63% of men and 59% of women completed it (Fig. 7.3).*

*In 2019, 59% of men and 65% of women had their **blood pressure** measured by a healthcare professional.*

cholesterolu v posledním roce, opět narůstal s věkem; ve věku 55–64 to bylo 73 % mužů a 71 % žen (obr. 7.5).

Screening diabetu (měření hladiny cukru v krvi) byl v roce 2019 proveden u 51 % mužů a 53 % žen, dalším cca 35 % respondentům bylo toto měření provedeno během posledních 1–3 let. Interval více než 3 roky od vyšetření uvedlo cca 12 % žen a 14 % mužů. Podíl osob, který uvedl screening diabetu v posledním roce, opět narůstal s věkem; ve věku 55–64 to bylo 72 % mužů a 64 % žen (obr. 7.6).

Z tvrzení respondentů vyplynulo, že většina absolvuje preventivní prohlídku v intervalech, na které mají nárok. Zdravotnická data však tuto skutečnost nepotvrzují [11]. Důvodů tohoto rozdílu může být více, např. větší zájem uvědomělejších osob o účast ve studii zdravotního stavu nebo nadhodnocování vlastní účasti na prevenci respondenty, což bylo potvrzeno řadou studií porovnávající třeba reportovanou a skutečnou účast na screeningových programech zhoubných novotvarů [12].

Sebe-reportovaná míra účasti na screeningu rizikových faktorů souvisejících se vznikem KVO je v Česku v porovnání s EU vyšší [13]. Z výsledků šetření EHES 2019 vyplynulo, že přes dostatečný screening KVO nedosahuje populace dobrého kardiometabolického zdraví; prevence a léčba je v populaci stále nedostatečná, např. řada osob se zjištěným rizikovým faktorem nedodrжуje vhodná režimová opatření a/nebo adekvátní léčbu či je léčba neúspěšná [1].

Předcházet kardiovaskulárním chorobám znamená dělat chytrá rozhodnutí, která se budou vyplácet po zbytek života s cílem změnit postoje a chování populace i jednotlivců k vlastnímu zdraví, ke stravování, k pohybu, a naučit se „zdravým“ dovednostem pro celý život. Každý v jakémkoli věku může mít prospěch z jednoduchých kroků k udržení svého zdraví. Zdravý způsob života je nejlepší způsob, jak oddálit nebo se vyhnout mnoha nejen kardiovaskulárním onemocněním, a tím prodloužit roky prožité ve zdraví.

Citace:

- [1] ČAPKOVÁ, N., LUSTIGOVÁ, M. 2022. Zdravotní stav české populace: výsledky studie EHES 2019. Státní zdravotní ústav. ISBN 978-80-7071-415-7.

In the last three years, the measurement was performed on almost all respondents (93% of men and 95% of women). The share of people who reported blood pressure screening by a healthcare professional in the last year again increased with age; at the age of 55–64, it was almost 80% of both men and women (Fig. 7.4).

Blood cholesterol screening was performed in 2019 at 53% of men and 54% of women. 35% of respondents had their cholesterol level checked 1–3 years ago, and 11% of women and 13% of men had their cholesterol checked more than 3 years ago. The share of people reporting cholesterol screening in the past year again increased with age; at the age of 55–64 it was 73% of men and 71% of women (Fig. 7.5).

*In 2019, 51% of men and 53% of women were **screened for diabetes** (measurement of blood sugar level), and another 35% of respondents had this measurement done within the last 1–3 years. Approximately 12% of women and 14% of men reported an interval of more than 3 years since the examination. The proportion of people reporting diabetes screening in the last year again increased with age; at the age of 55–64 it was 72% of men and 64% of women (Fig. 7.6).*

Most of respondents declared a regular preventive examination at the intervals to which they are entitled. However, health data do not confirm this fact [11]. There may be several reasons for this difference, e.g. the greater interest of people who are more willing in participating in a health survey or respondents' overestimation of their own participation in preventive check-up, which was confirmed by a number of studies comparing, for example, self-reported and real participation in screening programs for malignant neoplasms [12].

The self-reported rate of participation in CVD risk factors screening is higher in the Czech Republic compared to the EU [13]. The results of the EHES 2019 survey showed that despite sufficient CVD screenings, the population does not achieve good cardiometabolic health; prevention and treatment is still insufficient in the population, e.g. a number of people with an identified risk factor do not follow appropriate healthy lifestyle recommendations and/or adequate treatment or the treatment is unsuccessful [1].

Preventing cardiovascular diseases means making smart decisions that will pay off for the rest of life,

- [2] SAVJI, N., ROCKMAN, C.B., SKOLNICK, A.H., GUO, Y., ADELMAN, M.A., RILES, T., BERGER, J.S. 2013. Association Between Advanced Age and Vascular Disease in Different Arterial Territories. *Journal of the American College of Cardiology* [online]. 61(16), 1736–1743 [vid. 2022-07-25]. ISSN 07351097. Dostupné z: doi:10.1016/j.jacc.2013.01.054
- [3] HAMCZYK, M. R., NEVADO, R.M., BARETTINO, A., FUSTER, V., ANDRÉS, V. 2020. Biological Versus Chronological Aging. *Journal of the American College of Cardiology* [online]. 75(8), 919–930 [vid. 2022-07-25]. ISSN 07351097. Dostupné z: doi:10.1016/j.jacc.2019.11.062
- [4] CONROY, R.M., 2003. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *European Heart Journal* [online]. 24(11), 987–1003 [vid. 2021-08-17]. ISSN 0195668X. Dostupné z: doi:10.1016/S0195-668X(03)00114-3
- [5] CUENDE, J. I., CUENDE N., CALAVERAS-LAGARTOS, J. 2010. How to calculate vascular age with the SCORE project scales: A new method of cardiovascular risk evaluation. *European Heart Journal* [online]. 31(19), 2351–2358. Dostupné z: doi:10.1093/EURHEARTJ/EHQ205
- [6] GROENEWEGEN, K., A., DEN RUIJTER H.M., PASTERKAMP, G., POLAK, J.F., BOTS M.L., PETERS, A.E. 2016. Vascular age to determine cardiovascular disease risk: A systematic review of its concepts, definitions, and clinical applications. *European Journal of Preventive Cardiology* [online]. 23(3), 264–274 [vid. 2021-08-23]. ISSN 2047-4873. Dostupné z: doi:10.1177/2047487314566999
- [7] PUDIL, R. 2020. Early vascular aging and how to influence it. *Medicína pro praxi* [online]. 17(3), 165–170 [vid. 2022-07-25]. ISSN 12148687. Dostupné z: doi:10.36290/med.2020.032
- [8] EUROSTAT, 2018. European Health Interview Survey (EHIS wave 3) Methodological manual [online]. 2018 editi. B.m.: Eurostat. ISBN 978-92-79-80333-8. Dostupné z: doi:10.2785/020714
- [9] WHO. 2020. Screening: when is it appropriate and how can we get it right? [online]. WHO Regional Office in Europe. Dostupné z: https://apps.who.int/iris/handle/10665/330810

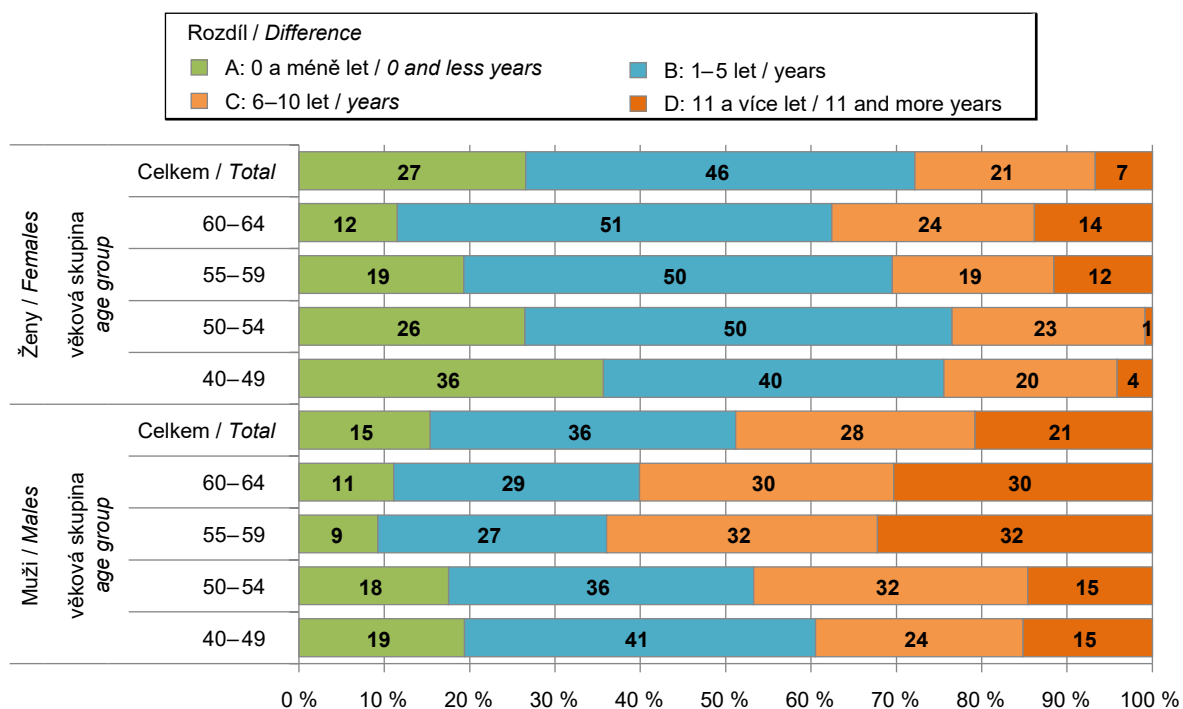
with the goal of changing the attitudes and behaviours of the population and individuals about their own health, eating habits, physical activity habits, and learning “healthy” skills for whole life. Anyone at any age can benefit from taking simple steps to own health care. A healthy lifestyle is the best way to delay or avoid many not only cardiovascular diseases, and thus extend the healthy life years.

Citation:

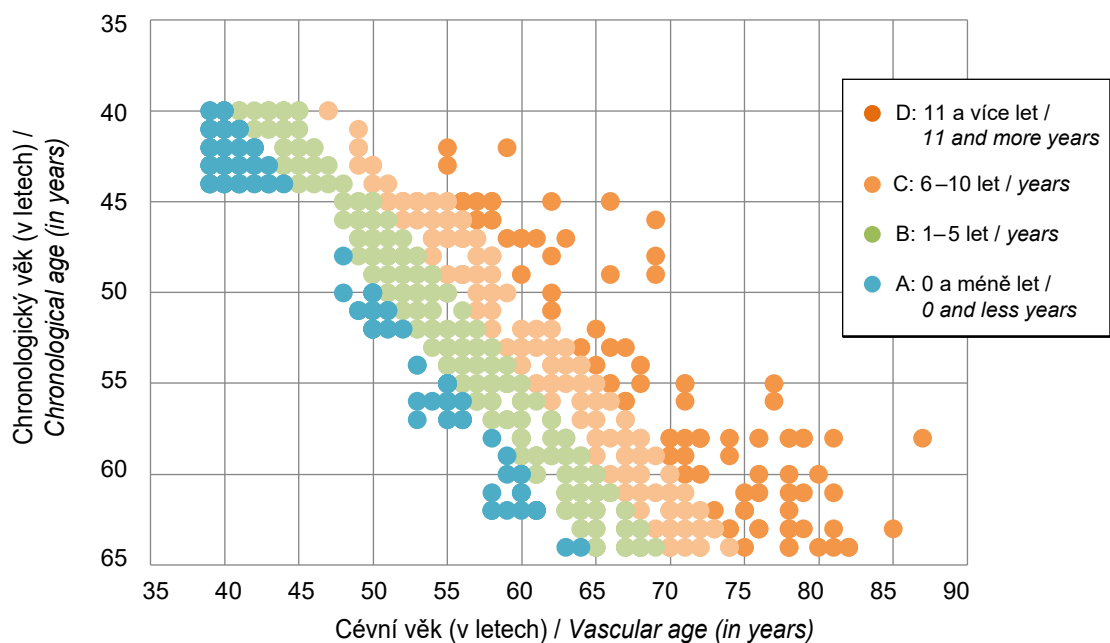
- [1] ČAPKOVÁ, N., LUSTIGOVÁ, M. 2022. Health status of the Czech population: study results EHES 2019. [In Czech]. National Institute of Public Health. ISBN 978-80-7071-415-7.
- [2] SAVJI, N., ROCKMAN, C.B., SKOLNICK, A.H., GUO, Y., ADELMAN, M.A., RILES, T., BERGER, J.S. 2013. Association Between Advanced Age and Vascular Disease in Different Arterial Territories. *Journal of the American College of Cardiology* [online]. 61(16), 1736–1743 [vid. 2022-07-25]. ISSN 07351097. Available from: doi:10.1016/j.jacc.2013.01.054
- [3] HAMCZYK, M. R., NEVADO, R.M., BARETTINO, A., FUSTER, V., ANDRÉS, V. 2020. Biological Versus Chronological Aging. *Journal of the American College of Cardiology* [online]. 75(8), 919–930 [vid. 2022-07-25]. ISSN 07351097. Available from: doi:10.1016/j.jacc.2019.11.062
- [4] CONROY, R.M., 2003. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *European Heart Journal* [online]. 24(11), 987–1003 [vid. 2021-08-17]. ISSN 0195668X. Available from: doi:10.1016/S0195-668X(03)00114-3
- [5] CUENDE, J. I., CUENDE N., CALAVERAS-LAGARTOS, J. 2010. How to calculate vascular age with the SCORE project scales: A new method of cardiovascular risk evaluation. *European Heart Journal* [online]. 31(19), 2351–2358. Available from: doi:10.1093/EURHEARTJ/EHQ205
- [6] GROENEWEGEN, K., A., DEN RUIJTER H.M., PASTERKAMP, G., POLAK, J.F., BOTS M.L., PETERS, A.E. 2016. Vascular age to determine cardiovascular disease risk: A systematic review of its concepts, definitions, and clinical applications. *European Journal of Preventive Cardiology* [online]. 23(3), 264–274 [vid. 2021-08-23].

- [10] WHO. 2020. Screening programmes: a short guide. Increase effectiveness, maximize benefits and minimize harm [online]. B.m.: WHO Regional Office for Europe. ISBN 978-92-890-5478-2. Dostupné z: <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/screening-programmes-a-short-guide.-increase-effectiveness,-maximize-benefits-and-minimize-harm-2020>
- [11] ÚZIS. 2018. ZDRAVOTNICTVÍ ČR: Stručný přehled činnosti oboru praktický lékař pro dospělé 2007–2017. NZIS REPORT č. K/17 [online]. Dostupné z: https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/nzis_rep_2018_K17_A040_prakticky_lekar_pro_dospELE_2017.pdf
- [12] HOWARD, M., AGARWAL G., LYTWYN, A. 2009. Accuracy of self-reports of Pap and mammography screening compared to medical record: A meta-analysis. *Cancer Causes and Control* [online]. 20(1), 1–13 [vid. 2022-07-27]. ISSN 09575243. Dostupné z: doi:10.1007/S10552-008-9228-4/FIGURES/1
- [13] EUROSTAT. 2020. Healthcare activities statistics - preventive services [online]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthcare_activities_statistics_-_preventive_services
- ISSN 2047-4873. Available from: doi:10.1177/2047487314566999
- [7] PUDIL, R. 2020. Early vascular aging and how to influence it. *Medicina pro praxi* [online]. 17(3), 165–170 [vid. 2022-07-25]. ISSN 12148687. Available from: doi:10.36290/med.2020.032
- [8] EUROSTAT, 2018. *European Health Interview Survey (EHIS wave 3) Methodological manual* [online]. 2018 editi. B.m.: Eurostat. ISBN 978-92-79-80333-8. Available from: doi:10.2785/020714
- [9] WHO. 2020. Screening: when is it appropriate and how can we get it right? [online]. WHO Regional Office in Europe. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330810>
- [10] WHO. 2020. Screening programmes: a short guide. Increase effectiveness, maximize benefits and minimize harm [online]. B.m.: WHO Regional Office for Europe. ISBN 978-92-890-5478-2. Available from: <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/screening-programmes-a-short-guide.-increase-effectiveness,-maximize-benefits-and-minimize-harm-2020>
- [11] ÚZIS. 2018. ZDRAVOTNICTVÍ ČR: Brief overview of the activity of the field of general practitioner for adults 2007–2017. [In Czech]. NZIS REPORT č. K/17 [online]. Available from: https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/nzis_rep_2018_K17_A040_prakticky_lekar_pro_dospELE_2017.pdf
- [12] HOWARD, M., AGARWAL G., LYTWYN, A. 2009. Accuracy of self-reports of Pap and mammography screening compared to medical record: A meta-analysis. *Cancer Causes and Control* [online]. 20(1), 1–13 [vid. 2022-07-27]. ISSN 09575243. Available from: doi:10.1007/S10552-008-9228-4/FIGURES/1
- [13] EUROSTAT. 2020. Healthcare activities statistics – preventive services [online]. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthcare_activities_statistics_-_preventive_services

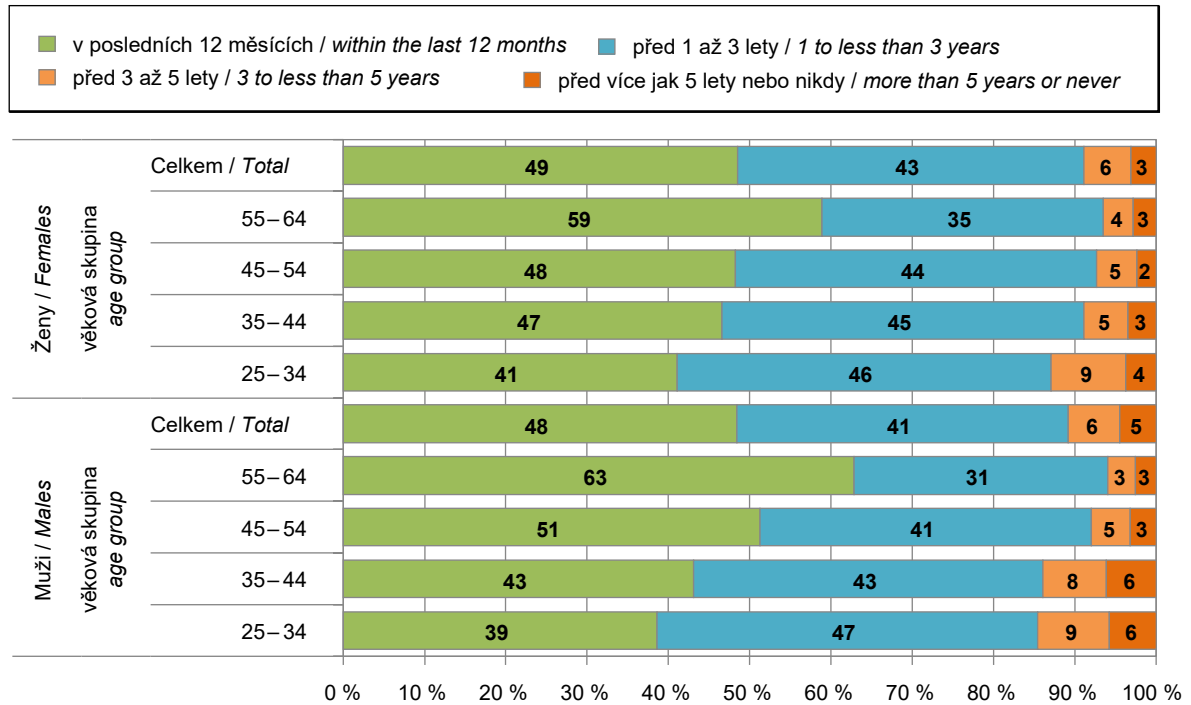
Obr. 7.1 Rozdíl mezi cévním a chronologickým věkem A, populace 40–64 let
Fig. 7.1 Difference between vascular and chronological age A, population 40–64 years



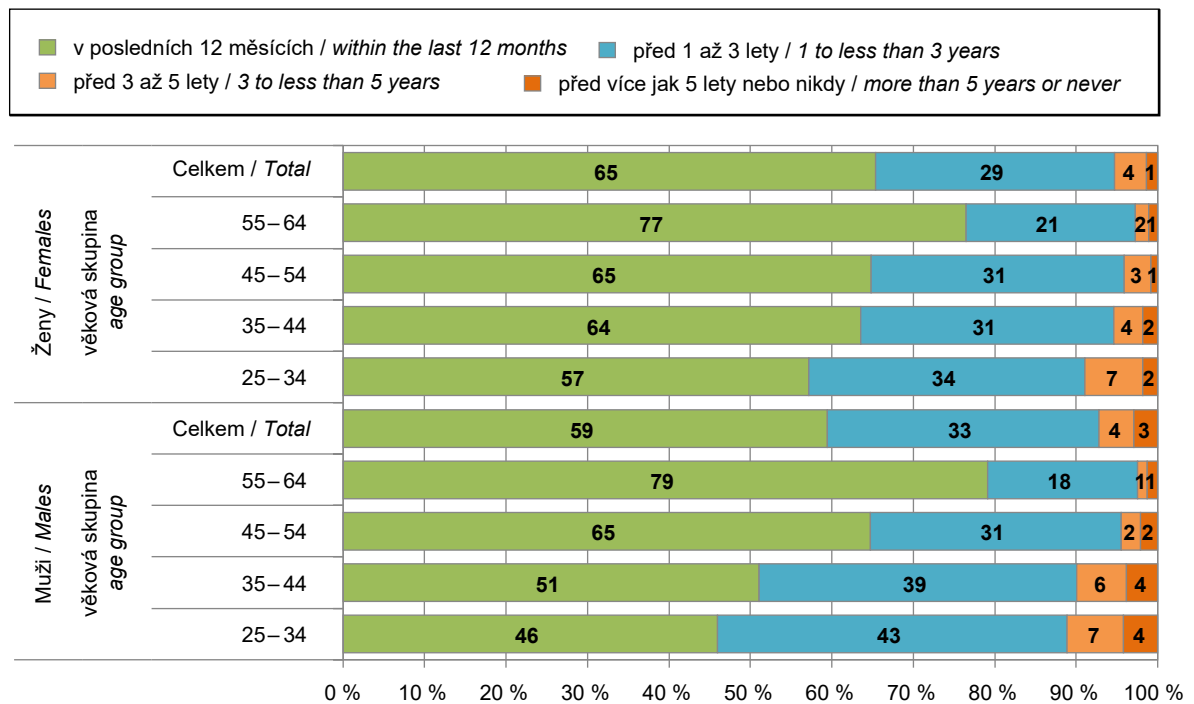
Obr. 7.2 Rozdíl mezi cévním a chronologickým věkem B, populace 40–64 let
Fig. 7.2 Difference between vascular and chronological age B, population 40–64 years



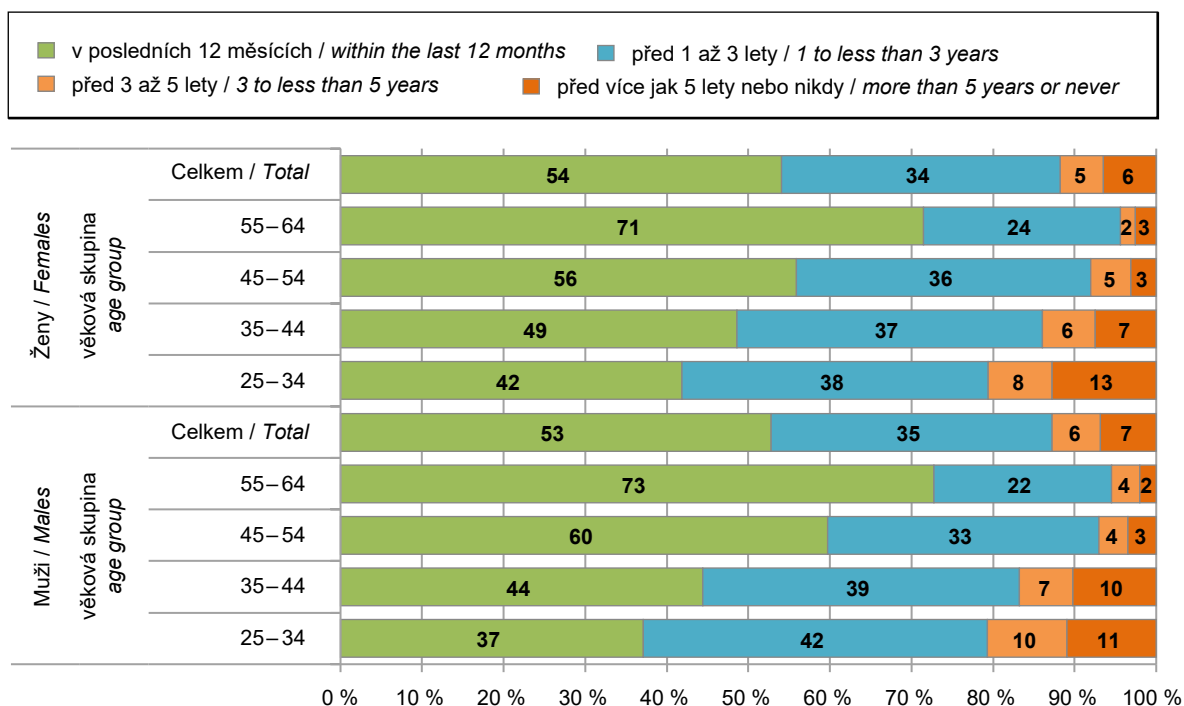
Obr. 7.3 Účast na preventivní prohlídce u praktického lékaře podle pohlaví a věku (%), populace 25–64 let
Fig. 7.3 Participation at preventive check-up at general practitioner by sex and age (%), population 25–64 years



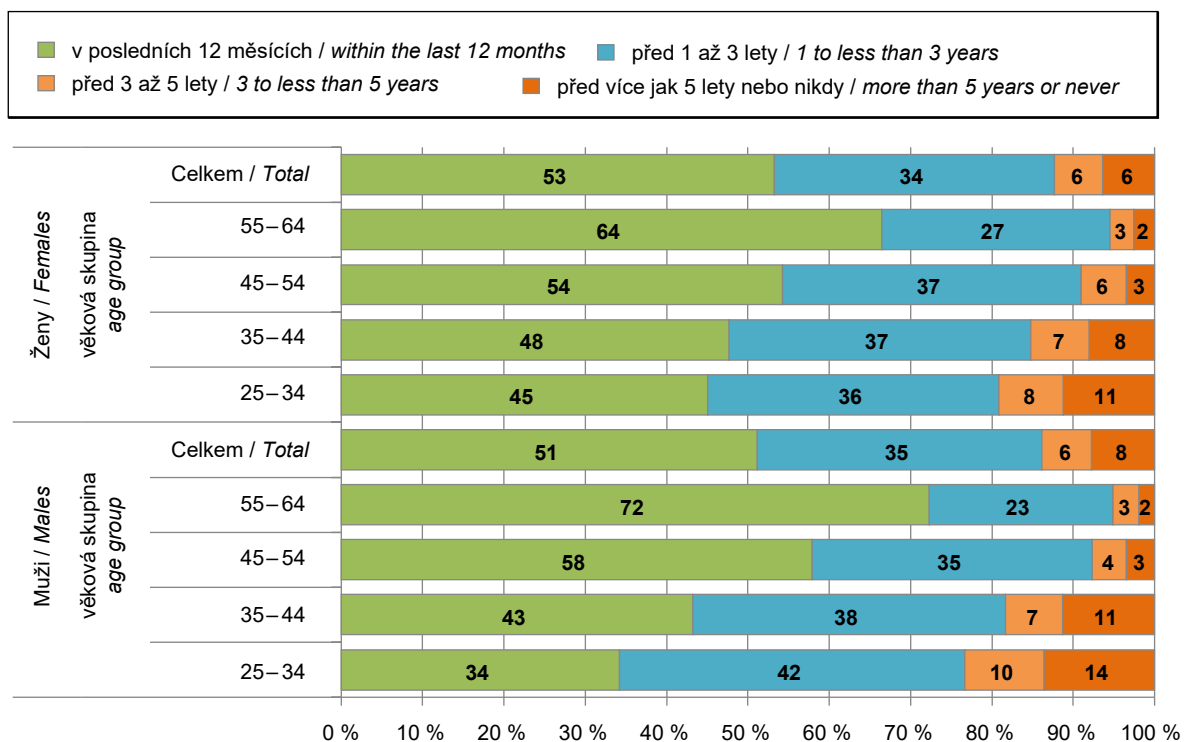
Obr. 7.4 Screening krevního tlaku zdravotníkem podle pohlaví a věku (%), populace 25–64 let
Fig. 7.4 Screening of blood pressure by health professional by sex and age (%), population 25–64 years



Obr. 7.5 Screening hladiny cholesterolu v krvi podle pohlaví a věku (%), populace 25–64 let
Fig. 7.5 Screening of blood cholesterol level by sex and age (%), population 25–64 years



Obr. 7.6 Screening diabetu podle pohlaví a věku (%), populace 25–64 let
Fig. 7.6 Screening of diabetes by sex and age (%), population 25–64 years



8. ZDRAVOTNÍ RIZIKA PRACOVNÍCH PODMÍNEK A JEJICH DŮSLEDKY

8.1 Monitorování expozice na základě údajů z kategorizace prací a pracovišť

K monitorování expozice rizikovým faktorům práce a pracovních podmínek slouží systém kategorizace prací. V jeho rámci má každý zaměstnavatel povinnost zhodnotit riziko a zařadit práce, které jsou na jeho pracovištích vykonávány, do jedné ze 4 kategorií, v závislosti na výskytu rizikových faktorů práce a na jejich závažnosti. Z údajů v Informačním systému Kategorizace prací vyplývá, že k datu 15. 6. 2022 bylo zařazeno do všech kategorií práce (2, 2R, 3, 4) celkem 2 835 320 osob, což je o 38 559 osob více než za minulé období k 15. 6. 2021. V kategoriích rizikové práce (2R, 3, 4), bylo evidováno 558 782 osob, což je o 7 061 zaměstnanců více než za minulé období. Do kategorie 4, což jsou pracoviště vysoce riziková, bylo v ČR zařazeno 13 435 osob, což je o 429 zaměstnanců více než za minulé období.

Aktuální počet zaměstnanců zařazených podle jednotlivých kategorií práce v krajích je uveden v tab. 8.1.1

8. OCCUPATIONAL HEALTH HAZARDS AND THEIR CONSEQUENCES

8.1 Exposure monitoring based on data from categorization of work and workplaces

The job categorization system is used to monitor exposure from work risk factors and working conditions. As part of this framework, each employer is obliged to evaluate the risk and classify the work performed at their workplaces into one of 4 categories, depending on the occurrence of work risk factors and their severity. It follows from the data in the Work Categorization Information System that as of 6. 15. 2022 a total of 2,835,320 people were classified in all work categories (2, 2R, 3, 4), which is 38,559 people more than the previous year from 15 June 2021. In the hazardous work categories (2R, 3, 4), 558,782 people were registered, which is 7,061 employees over than in the previous period. In the Czech Republic, 13,435 people were classified in category 4, over 429 more employees than in the previous period.

The current number of employees classified according to individual job categories in the regions is shown in Tab. 8.1.1 and in Fig. 8.1. The largest number of

Tab. 8.1.1 Počet exponovaných zaměstnanců v kategoriích práce podle krajů k 15. 6. 2022

Tab. 8.1.1 Number of exposed employees in categories of work: by region, as of June 15, 2022

Kraj Region	Kategorie 2+2R+3+4 Category 2+2R+3+4		Kategorie 2 Category 2		Kategorie 2R Category 2R		Kategorie 3 Category 3		Kategorie 4 Category 4	
	Celkem Total	Ženy Women	Celkem Total	Ženy Women	Celkem Total	Ženy Women	Celkem Total	Ženy Women	Celkem Total	Ženy Women
Hl. m. Praha	247 034	104 933	202 531	93 057	1 763	655	42 185	11 218	555	3
Jihočeský	132 911	54 966	103 508	43 927	484	341	28 107	10 667	812	31
Jihomoravský	261 553	106 984	217 763	91 090	2 597	1 590	40 596	14 262	597	42
Karlovarský	69 503	31 651	61 435	29 291	113	11	7 871	2 341	84	8
Královéhradecký	124 245	50 379	97 828	41 450	4 078	1 432	21 530	7 413	809	84
Liberecký	90 444	38 107	73 336	32 564	608	132	15 998	5 388	502	23
Moravskoslezský	289 125	109 981	181 422	79 439	8 320	3 930	95 272	26 282	4 111	330
Olomoucký	156 906	61 306	115 745	48 083	5 293	2 168	34 836	10 932	1 032	123
Pardubický	116 120	46 136	94 357	40 739	3 495	687	17 681	4 658	587	52
Plzeňský	153 668	62 349	121 826	53 404	2 433	1 415	28 348	7 485	1 061	45
Středočeský	270 200	100 678	216 167	83 920	5 555	2 118	47 320	14 601	1 158	39
Ústecký	185 263	78 322	135 502	60 198	1 685	972	47 224	17 089	852	63
Vysočina	121 427	46 637	97 818	41 291	3 330	1 099	19 785	4 235	494	12
Zlínský	128 576	51 996	96 858	39 454	2 743	1 169	28 194	11 207	781	166
Neuvedeno / N.a.	19	0	19	0						

Tab. 8.1.2 Počet evidovaných expozic zaměstnanců podle faktoru, stav k 15. 6. 2022

Tab. 8.1.2 Number of registered exposures of employees by factor, as of 15 June 2022

Faktor Factor	Kategorie 2+2R+3+4 Category 2+2R+3+4		Kategorie 2 Category 2		Kategorie 2R Category 2R		Kategorie 3 Category 3		Kategorie 4 Category 4	
	Celkem Total	Ženy Women	Celkem Total	Ženy Women	Celkem Total	Ženy Women	Celkem Total	Ženy Women	Celkem Total	Ženy Women
Biologické činitele / Biological factors	231 111	170 811	197 951	147 341	9 879	6 533	23 217	16 879	64	58
Fyzická zátěž / Physical load	1 478 677	614 614	1 340 875	539 545	8 929	5 244	128 862	69 825	11	0
Hluk / Noise	907 138	198 474	625 047	158 089	22 215	3 905	258 359	36 461	1 517	19
Chemické látky / Chemicals	359 114	168 095	332 522	159 526	8 193	3 645	16 217	4 598	2 182	326
Ionizující záření / Ionizing radiation	50	25	50	25	0	0	0	0	0	0
Neionizující záření / Non-ionizing radiation	43 024	5 847	11 797	1 718	270	13	30 957	4 116	0	0
Práce ve zvýšeném tlaku / Work at elevated pressure	279	74	162	50	3	2	113	22	1	0
Pracovní poloha / Working position	1 193 342	480 790	1 136 188	458 856	1 459	847	55 695	21 087	0	0
Prach/ Dust	306 344	51 785	241 431	44 227	5 363	1 321	54 515	5 740	5 035	497
Psychická zátěž / Psychical load	915 216	378 493	875 540	365 621	1 862	749	37 814	12 123	0	0
Vibrace / Vibration	276 970	23 702	205 873	20 462	6 079	451	58 664	2 601	6 354	188
Vybrané práce / Selected works	1 101	280	1 074	271	0	0	27	9	0	0
Zátěž chladem / Cold load	277 168	56 873	271 736	55 950	27	2	5 405	921	0	0
Zátěž teplem / Heat load	158 649	40 030	145 212	38 041	734	142	12 600	1 844	103	3
Zraková zátěž / Visual load	241 747	115 601	225 681	109 643	190	115	15 876	5 843	0	0
Neurčeno / Not determined	16	10	12	10	0	0	4	0	0	0

a na obr. 8.1. Nejvíce exponovaných zaměstnanců v kategoriích rizikové práce (2R, 3, 4) je v kraji Moravskoslezském 117 151, což je oproti období od 4. 6. 2020 zvýšení o 724 zaměstnanců, následuje Středočeský kraj 56 130 osob, což je zvýšení o 2 819 zaměstnanců a Ústecký kraj se 51 009 osobami, což je snížení o 39 zaměstnanců. V Praze bylo evidováno 45 133 osob, což je zvýšení o 1 593 zaměstnanců.

Nejvíce zaměstnanců ve všech kategoriích práce (2, 2R, 3, 4) je evidováno podle faktoru Fyzická zátěž – 1 478 677 osob (oproti minulému období nárůst o 2,2 %), Pracovní poloha – 1 193 342 osob (nárůst o 2,1 %), Hluk – 907 138 osob (nárůst o 0,5 %).

V kategoriích rizikové práce (2R, 3, 4) je nejvíce evidovaných zaměstnanců v riziku faktoru Hluk – 282 091 osob (oproti minulému období pokles o 0,1 %),

exposed employees in the hazardous work categories (2R, 3, 4) is in the Moravian-Silesian Region, 117,151, which is an increase of 724 employees, followed by the Central Bohemian Region with 56,130 employees, which is an increase of 2,819 employees, and the Ústí Region with 51,009 employees, which is a decrease of 39 employees. A total of 45,133 people were registered in Prague, which is an increase of 1,593 employees.

The largest number of employees in all work categories (2, 2R, 3, 4) is registered according to the Physical Load factor – 1,478,677 people (an increase of 2.2% in comparison to the previous period), work posture – 1,193,342 people (an increase of 2.1%), noise – 907,138 people (increase by 0.5%).

In the risk work categories (2R, 3, 4), the majority of registered employees are at risk of noise – 282,091 people

Fyzická zátěž – 137 802 osob (nárůst o 2,4 %), Vibrace – 71 097 osob (nárůst o 2,1 %), Prach – 64 913 osob (pokles o 1,1 %), (viz tab. 8.1.2.)

Uvedené počty evidovaných osob nelze považovat za neměnné. V dalším období bude docházet vzhledem k relativně rychlé obměně výrobních programů u malých a středních podniků k zániku a vzniku pracovišť. Je otázkou, zda IS KaPr bude schopen v aktuálním čase tyto změny zaevidovat. Bude docházet ke změnám počtu prací v jednotlivých kategoriích. V průběhu času dochází také k legislativním změnám, které zahrnují i nové poznatky o působení škodlivin na člověka.

8.2. Monitorování zdravotních účinků rizikových faktorů práce – Národní zdravotní registr nemocí z povolání

Výskyt profesionálních onemocnění zahrnujících nemoci z povolání a ohrožení nemocí z povolání je jedním z ukazatelů zdravotního stavu populace a pracovních podmínek. Nemoc z povolání je definována v nařízení vlády č. 290/1995 Sb., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání, ve znění pozdějších předpisů (zatím poslední novelizace byla provedena nařízením vlády č. 506/2021 Sb.). Podle tohoto nařízení se za nemoci z povolání považují nemoci vznikající nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických nebo jiných škodlivých vlivů, pokud vznikly za podmínek uvedených v seznamu nemocí z povolání. Nemocí z povolání se rozumí též akutní otrava vznikající nepříznivým působením chemických látek. Ohrožením nemocí z povolání se podle § 347 zákona č. 262/2006 Sb., zákoníku práce, rozumí takové změny zdravotního stavu, jež vznikly při výkonu práce nepříznivým působením podmínek, za nichž vznikají nemoci z povolání, avšak nedosahují takového stupně poškození zdravotního stavu, který lze posoudit jako nemoc z povolání, a další výkon práce za stejných podmínek by ke vzniku nemocí z povolání vedl.

Rok 2021 byl i z pohledu statistiky nemocí z povolání ve znamení epidemie covid-19, která způsobila dramatický nárůst počtu a změnu ve struktuře hlášených nemocí z povolání. V roce 2021 bylo v České republice u 5 890 pracovníků (1 249 mužů a 4 641 žen) hlášeno celkem 6 043 profesionálních onemocnění, z toho bylo 5 991 nemocí z povolání a 52 ohrožení nemocí z povolání.

(a decrease of 0.1% compared to the previous period), physical load – 137,802 people (an increase of 2.4%), vibration – 71,097 people (increase of 2.1%), dust – 64,913 people (decrease by 1.1%), (Tab. 8.1.2).

The given numbers of registered persons cannot be considered as unchangeable. In the near future, due to the relatively rapid change of production programmes in small and medium-sized enterprises, workplaces will be defunct and others will be created. It is an issue whether or not IS KaPr will be able to register these changes in present time. There will be changes in the numbers of work in individual categories. Over time, legislative changes occur that include new findings about the effects of harmful substances on humans.

8.2. Monitoring the health effects – National Health Register of Occupational Diseases

The incidence of occupational diseases, including occupational diseases and the threat of occupational diseases, is one of the indicators of the health status of the population and working conditions. Occupational disease is defined by Government Regulation No. 290/1995 Coll., which establishes a list of occupational diseases, as amended (the last amendment was made by Government Regulation No. 506/2021 Coll.). According to this regulation, occupational diseases are considered to be diseases arising from the adverse effects of chemical, physical, biological or other harmful influences, if caused under the conditions specified in the list of occupational diseases. Occupational disease also means acute poisoning caused by adverse effects of chemical substances. According to § 347 of Act No. 262/2006 Coll., the Labour Code, the threat of occupational diseases means such changes in health status that have arisen during the performance of work due to the adverse effects of the conditions under which occupational diseases arise, but do not reach such a degree of health damage – a state of health that could be assessed as an occupational disease, and further performance of work under the same conditions would lead to the occurrence of an occupational disease.

From the point of view of occupational disease statistics, 2021 was also marked by the Covid-19 epidemic, which caused a dramatic increase in the number and a change in the structure of

Ve srovnání s rokem 2020 tak v roce 2021 vzrostl celkový počet hlášených profesionálních onemocnění o 4 931, tj. o 443 % případů (obr. 8.2). Incidence profesionálních onemocnění vzrostla z 23,7 na 128,9 případu na 100 tisíc pojištěnců.

U 141 osob byla v průběhu roku hlášena více než jedna nemoc z povolání, ohrožení nemocí z povolání nebo jejich kombinace. Nejčastěji šlo o kombinaci syndromu karpálního tunelu na pravé a levé ruce, nebo o reinfekce covid-19 (32 případů).

Nemoci z povolání

V roce 2021 bylo nejvíce nemocí z povolání hlášeno na území Moravskoslezského kraje (celkem 1 187, tj. 19,8 % všech hlášených případů). Nejpočetnější kategorií hlášených nemocí z povolání v Moravskoslezském kraji představovala onemocnění přenosná a parazitární (celkem 1 009, z toho covid-19 tam vznikl 999×). V sestupném pořadí následovaly nemoci způsobené fyzikálními faktory (celkem 129 případů, z toho nejčastěji nemoci z přetěžování končetin (74 případů) a nemoci z vibrací (52 případů)). Méně často se zde hlásily nemoci dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice (celkem 39 případů, z toho pneumokonióza uhlokopů 36×) a kožní nemoci z povolání (10 případů). Ostatní nemoci se hlásily méně často nebo ojediněle.

Ve srovnání s rokem 2020 došlo ve všech krajích k nárůstu počtu hlášených nemocí z povolání o 50 až 935 případů, největší nárůst byl zaznamenán v kraji Olomouckém, nejmenší v kraji Karlovarském. U 37 pracovníků vznikla nemoc z povolání při práci v zahraničí.

Nejčastěji onemocněli pracovníci v Sekci ekonomické činnosti „Q – Zdravotní a sociální péče“ (celkem 5 402 případů) a v Sekci „C – Zpracovatelský průmysl“ (350 případů). V odvětví ekonomické činnosti „Q86 – zdravotní péče“ převažovala přenosná a parazitární onemocnění (5 011 případů, z toho covid-19 byl hlášen 4 964× a scabies 27×). V Sekci C bylo nejvíce nemocí z povolání hlášeno v odvětví ekonomické činnosti „C29 – Výroba motorových vozidel“ (97 případů), převažovala onemocnění z přetěžování končetin (77 případů). V dalších odvětvích ekonomických činností byl počet hlášených nemocí z povolání v rozmezí 1–380 případů.

reported occupational diseases. In 2021, a total of 6,043 occupational diseases was reported among 5,890 workers (1,249 men and 4,641 women) in the Czech Republic, of which 5,991 were occupational diseases and 52 times threat of occupational disease.

Compared to 2020, the total number of reported occupational diseases increased by 4,931 in 2021 (443% of cases) (see Fig. 8.2). The incidence of occupational diseases increased from 23.7 to 128.9 cases per 100,000 insured persons.

In the course of the year 2021, 141 persons were reported to have more than one occupational disease, threat of occupational disease or a combination thereof. Most often this was a combination of carpal tunnel syndrome on the right and left hand, or Covid-19 reinfection (32 cases).

Occupational diseases

In 2021, the majority of occupational diseases were reported in the Moravian-Silesian region (a total of 1,187 cases, or 19.8% of all reported cases). The most reported occupational diseases in the Moravian-Silesian Region were transmissible and parasitic diseases (a total of 1,009, of which covid-19 999×). In descending order, diseases were caused by physical factors (a total of 129 cases, of which the most common were diseases from physical overuse of limbs (74 cases) and diseases from vibration (52 cases). Diseases of the respiratory tract, lungs, pleura and peritoneum were reported less frequently (a total of 39 cases, including 36 cases coal miner pneumoconiosis) and occupational skin diseases (10 cases). Other diseases were reported less frequently or rarely.

In comparison to 2020, there was an increase in the number of reported occupational diseases in all regions by 50, to 935 cases. The largest increase was recorded in the Olomouc region, the smallest in the Karlovy Vary region. 37 workers developed an occupational disease while working abroad.

Workers in the Economic Activity Section “Q – Health and Social Care” (5,402 cases) and in the “C – Manufacturing Industry” Section (350 cases) had most frequent illness. Communicable and parasitic diseases predominated in the sector of economic activity “Q86 – health care” (5,011 cases, of which Covid-19 was reported 4,964 times and scabies 27 times). In Section C,

Podle kategorizace předmětné práce zaměstnavatelem vzniklo nejvíce nemocí z povolání u pracovníků při práci nerizikové, zařazené do kategorie 1 a 2 – celkem 4 266, tj. 71,2 % onemocnění. Zde vznikaly zejména nemoci přenosné a parazitární (4 066 případů), nemoci kožní (57 případů), alergické nemoci plic a horních cest dýchacích (celkem 12 případů), u nichž dopředu nelze možnost onemocnění předvídat, protože se zde uplatňuje také individuální vnímavost jednotlivých osob. Problémem nadále zůstávají nemoci z povolání, které vznikly v důsledku působení fyzikálních faktorů (vibrace a přetěžování končetin) u prací původně zaměstnavatelem zařazených do nerizikových kategorií 1 či 2 (celkem 128 případů). Protože v rámci šetření nemoci z povolání bylo KHS ověřeno, že podmínky vzniku nemoci z povolání byly splněny, znamená to, že u těchto případů byla původní kategorizace prací provedena zaměstnavatelem chybně.

Při práci zařazené zaměstnavatelem do rizikových kategorií 2, 3 a 4 vzniklo celkem 1 590, tj. 26,5 % případů. U 135 (2,3 %) případů nebyla kategorizace práce zaměstnavatelem dosud provedena nebo se práce nekategorizuje.

Nejvíce nemocí z povolání bylo vyvoláno přenosnými a parazitárními nemocemi (kapitola V – celkem 5 473, tj. 91,4 % případů). V sestupném pořadí následovaly nemoci způsobené fyzikálními faktory (kapitola II – celkem 349 případů), nemoci týkající se dýchacích

the majority of occupational disability was reported in the sector of economic activity “C29 – Manufacture of motor vehicles” (97 cases) where diseases from overuse of limbs (77 cases) prevailed. In other sectors of economic activity the number of reported occupational diseases was in the range of 1–380 cases.

According to the categorization of work in question by the employer, the majority of occupational diseases occurred among non-risk workers at work, classified in categories 1 and 2 – a total of 4,266 cases, or 71.2%. In particular, transmissible and parasitic diseases (4,066 cases), skin diseases (57 cases), allergic diseases of the lungs and upper respiratory tract (12 cases in total) were registered, in which cases the possibility of disease cannot be predicted in advance due to individual sensitivity. Occupational diseases that arose as a result of physical factors (vibration and overloading of limbs) in jobs originally classified by the employer in non-risk categories 1 or 2 (a total of 128 cases) remain problematic. Because the regional Public Health Authority (PHA) verified that the conditions for occurrence of occupational disease were met, the conclusion is that in these particular cases the original work categorization was carried out incorrectly by the employer.

A total of 1,590 (26.5% of cases) occurred during work classified by the employer in risk categories 2, 3 and 4. In 135 (2.3%) cases, the employer has not

Tab. 8.2.1 Hlášené nemoci z povolání a ohrožení nemocí z povolání v letech 2011–2021

Tab. 8.2.1 Reported cases of occupational diseases and threat of occupational disease in 2011–2021

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet pacientů <i>Number of patients</i>	1 054	911	876	1 065	911	1 051	1 117	1 034	951	952	5 890
Profesionální onemocnění celkem <i>Professional diseases total</i>	1 266	1 099	1 042	1 250	1 092	1 297	1 370	1 282	1 145	1 112	6 043
<i>Z toho: / From that:</i>											
Nemoci z povolání <i>Occupational diseases</i>	1 210	1 042	983	1 214	1 035	1 242	1 278	1 222	1 067	1 035	5 991
Ohrožení nemocí z povolání <i>Threat of occupational disease</i>	56	57	59	36	57	55	92	60	78	77	52
Profesionální onemocnění – muži <i>Professional diseases – men</i>	746	687	545	598	542	678	566	531	475	438	1 289
Profesionální onemocnění – ženy <i>Professional diseases – women</i>	520	412	331	467	369	619	551	503	476	514	4 702
Incidence na 100 000 nemocensky pojištěných zaměstnanců <i>Incidence rate per 100,000 medically insured employees</i>	30,3	24,6	23,6	28,3	24,4	28,4	29,3	27,1	24,2	23,7	128,9

cest, plic, pohrudnice a pobřišnice (kapitola III – celkem 84 případů), nemoci kožní (kapitola IV – celkem 80 případů), nemoci způsobené ostatními faktory a činiteli (kapitola VI – celkem 3 případy) a nemoci způsobené chemickými látkami (kapitola I – celkem 2 případy).

Covid-19

Onemocněním covid-19 bylo postiženo v odvětví ekonomické činnosti „Zdravotní a sociální péče“ (CZ NACE Q86-88) celkem 5335 pracovníků. Onemocněly zejména zdravotní sestry (2670 případů). V sestupném pořadí následovali lékaři (780 případů), dále sanitárky – ošetrovatelky (732 případů), pracovníci sociálních služeb (289 případů) a záchranáři – řidiči sanitních vozů (272 případů). Z dalších 4 odvětví pocházelo 1–14 pracovníků (13× byli postiženi vojáci z povolání a strážníci městské policie z odvětví „O84 – Veřejná správa a obrana“, 12× učitelé a dvě kuchařky ve školní jídelně z odvětví „P85 – Vzdělávání“ a po jednom případě fyzioterapeutka a farmaceutická laborantka z odvětví „G46 – Velkoobchod“ a „G47 – Maloobchod“. V 65 % případů probíhalo onemocnění pod klinickým obrazem virózy s chřipkovými příznaky nebo se zánětem dýchacích cest. U 5 % případů byl uveden zápal plic a v 10 případech došlo k úmrtí pro respirační nebo multiorgánové selhání. U ostatních případů nebyly klinické příznaky tohoto onemocnění ve formulářích hlášení popsány.

V roce 2021 se hlásily především případy, které vznikly v roce 2020 (celkem 4413, tj. 82,3 % případů). Případy onemocnění, které vznikly v lednu až říjnu 2021 (celkem 956 případů) a dostaly se do statistiky v roce 2021, však tvoří jen zlomek těch, které skutečně v tomto období vznikly. Další případy covidu-19 se objeví ve statistikách až v následujících letech.

Ohrožení nemocí z povolání

V roce 2021 bylo u 36 mužů a 16 žen hlášeno celkem 52 případů ohrožení nemocí z povolání. Nejvíce případů ohrožení nemocí z povolání bylo hlášeno z kraje Moravskoslezského (29, tj. 55,8 % případů). Postižení byli především pracovníci „při těžbě černého uhlí“ (CZ NACE B05 celkem 18, tj. 34,6 % případů).

Nejčastěji bylo diagnostikováno ohrožení nemocí z povolání poškozením periferních nervů z vibrací (celkem 21, tj. 40,4 % případů) a ohrožení poškozením periferních nervů z dlouhodobé nadměrné

yet categorized the work or the work has been not categorized.

The majority of occupational diseases were caused by transmissible and parasitic diseases (Chapter V – a total of 5,473, or 91.4% of cases). Diseases caused by physical factors (Chapter II – a total of 349 cases) followed in descending order, diseases related to the respiratory tract, lungs, pleura and peritoneum (Chapter III – a total of 84 cases), skin diseases (Chapter IV – a total of 80 cases), diseases caused by other factors (Chapter VI – 3 cases in total) and diseases caused by chemical substances (Chapter I – 2 cases in total).

Covid-19

A total of 5,335 workers in the economic activity “Health and social care” sector (CZ NACE Q86-88) were affected by Covid-19. Nurses in particular fell ill (2,670 cases). In descending order, they were followed by doctors (780 cases), paramedics – nurses (732 cases), social service workers (289 cases) and paramedics – ambulance drivers (272 cases). 1–14 workers came from the other 4 sectors (professional soldiers and city police officers from sector “O84 – Public administration and defence” were affected 13 times, teachers and two cooks in a school canteen from sector “P85 – Education” 12 times and in two cases a physiotherapist and pharmaceutical laboratory technician from sectors “G46 – Wholesale” and “G47 – Retail”. In 65% of cases the disease was clinically diagnosed as a virus with flu symptoms or inflammation of the respiratory tract. Pneumonia was reported in 5% of cases and death occurred due to respiratory or multiorgan failure in 10 cases. In other cases the clinical symptoms of this disease were not described in the report forms.

In 2021, mostly the cases that arose in 2020 were reported (a total of 4,413, or 82.3% of cases). However, the cases of the disease that arose between January and October 2021 (a total of 956 cases) and entered the statistics in 2021 are only a fraction of those that actually occurred in this period. Further cases of covid-19 will appear in the statistics in the following years.

Threat of occupational disease

In 2021, a total of 52 cases of threat of occupational disease were reported for 36 men and 16 women. The

jednostranné zátěže končetin (celkem 19, tj. 36,5 % případů). Lehký syndrom karpálního tunelu byl diagnostikován ve 40 případech.

Ohrožení nemocí z povolání bylo nejčastěji diagnostikováno u pracovníků zařazených podle Klasifikace zaměstnání (CZ ISCO) do hlavní třídy č. 8 s názvem „Obsluha strojů a zařízení, montéři“ (31, tj. 59,6 % případů) a do hlavní třídy č. 7 s názvem „Řemeslníci a opraváři“ (17, tj. 32,7 % případů).

Nejvíce případů ohrožení nemocí z povolání bylo hlášeno u pracovníků při práci zařazené zaměstnavatelem do rizikové kategorie 2R až 4 (celkem 38, tj. 73,1 % případů). V nerizikových kategoriích 1 a 2 šlo celkem o 13, tj. 25 % případů. V jednom případě nebyla práce zaměstnavatelem kategorizována.

Podle hygienických posudků vypracovaných KHS bylo uznáno při pracích, které byly šetřeny a následně zařazeny do rizikové kategorie 2R až 4, celkem 49, tj. 94,2 % ohrožení nemocí z povolání. V nerizikových kategoriích 1 a 2 to byly 3, tj. 5,8 % případů.

I zde problémem zůstávají případy ohrožení nemocí z povolání, které vznikly v důsledku působení vibrací

largest number of cases of exposure to occupational diseases were reported from the Moravian-Silesian region (29, or 55.8% of cases). Those affected were mainly workers in black coal mining (CZ NACE B05 in total 18, or 34.6% of cases).

The most frequently diagnosed threat of occupational disease was damage to peripheral nerves from vibration (a total of 21, or 40.4% of cases) and threat of damage to peripheral nerves from long-term excessive unilateral load to the limbs (a total of 19, or 36.5% of cases). Mild carpal tunnel syndrome was diagnosed in 40 cases.

The threat of occupational disease was most often diagnosed among workers classified according to the Classification of Occupations (CZ ISCO) in main class No. 8, “Machine and equipment operators, assemblers” (31, or 59.6% of cases) and in main class No. 7 entitled “Craftsmen and repairmen” (17, or 32.7% of cases).

The greatest number of cases of threat of occupational disease were reported among workers at work classified by the employer in risk categories 2R

Tab. 8.2.2 Nemoci z povolání a ohrožení nemocí z povolání podle kapitol seznamu nemocí z povolání, 2017–2021

Tab. 8.2.2 Occupational diseases and threat of occupational disease by the Chapter of the List of occupational diseases, 2017–2021

Číslo a název kapitoly Chapter number and title	2017		2018		2019		2020		2021	
	Celkem Total	%	Celkem Total	%	Celkem Total	%	Celkem Total	%	Celkem Total	%
I. Nemoci způsobené chemickými látkami / Diseases caused by chemicals	7	0,5	9	0,7	6	0,6	5	0,5	2	0,0003
II. Nemoci způsobené fyzikálními faktory / Diseases caused by physical factors	767	60,0	754	58,8	527	49,4	480	46,4	400	6,7
III. Nemoci dýchacích cest, plic, pohrudnice, pobříšnice / Diseases of the respiratory tract, lungs, pleura and peritoneum	155	12,1	200	15,6	172	16,1	125	12,1	85	1,4
IV. Nemoci kožní / Diseases of the skin	177	13,8	166	12,9	168	15,7	131	12,7	80	1,3
V. Nemoci přenosné a parazitární / Infectious and parasitic diseases	171	13,4	153	11,9	193	18,1	294	28,4	5 473	90,6
VI. Nemoci způsobené ostatními faktory a činiteli / Diseases caused by other factors and agents	1	0,1	0	0	1	0,1	0	0	3	0,0004

nebo přetěžování končetin u prací původně zaměstnavatelem zařazených do nerizikových kategorií 1 a 2. Protože v rámci šetření nemoci z povolání bylo KHS ověřeno, že podmínky vzniku ohrožení nemoci z povolání byly splněny, znamená to, že u těchto 12 případů byla původní kategorizace prací provedena zaměstnavatelem chybně.

Detailní rozbor profesionálních onemocnění hlášených v roce 2021 je dostupný na www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice. Další informace týkající se nemocí z povolání je možné získat na požádání na adrese registrnzp@szu.cz.

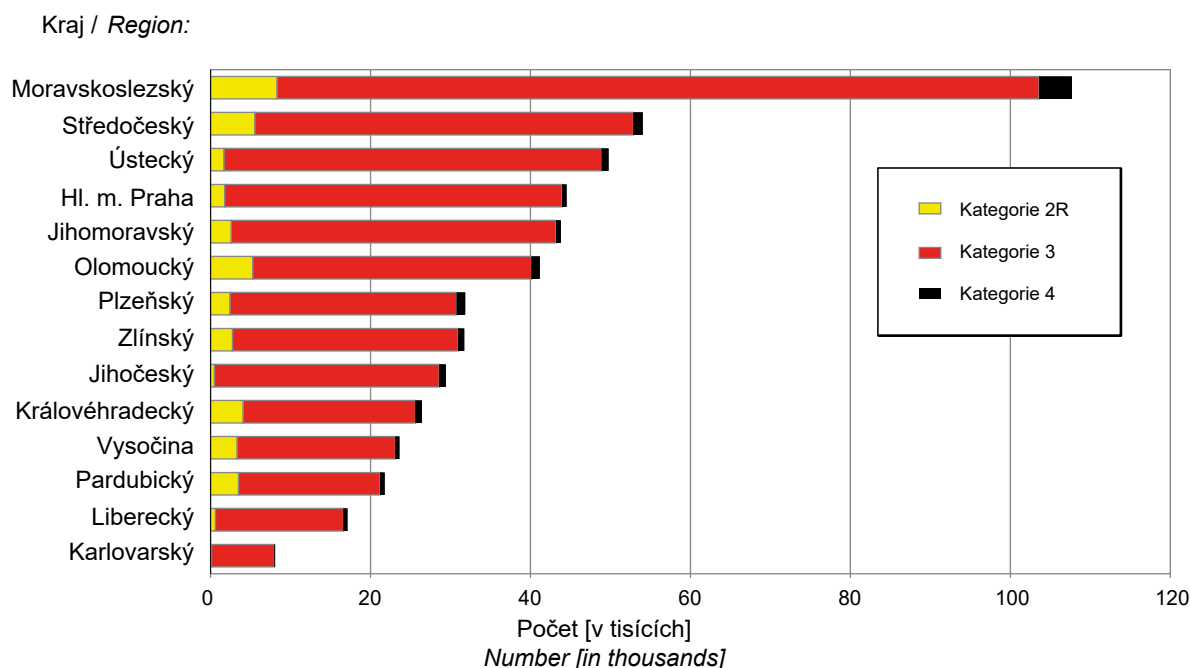
to 4 (a total of 38, or 73.1% of cases). In non-risk categories 1 and 2, there was a total of 13, i.e. 25% of cases. In one instance the job was not categorized by the employer.

According to the assessments prepared by the PHA, a total of 49 (94.2%) cases of the threat of occupational disease were recognized in the works that were investigated and subsequently classified in risk categories 2R to 4. In non-risk categories 1 and 2, it was 3 (5.8% of cases).

Even here, cases of threat of occupational disease arising as a result of exposure to vibrations or overloading of the limbs in jobs originally classified by the employer in non-risk categories 1 and 2 remain problematic. Because PHA occupational disease stipulations were fulfilled, this means that in these 12 cases the original job categorization was carried out incorrectly by the employer.

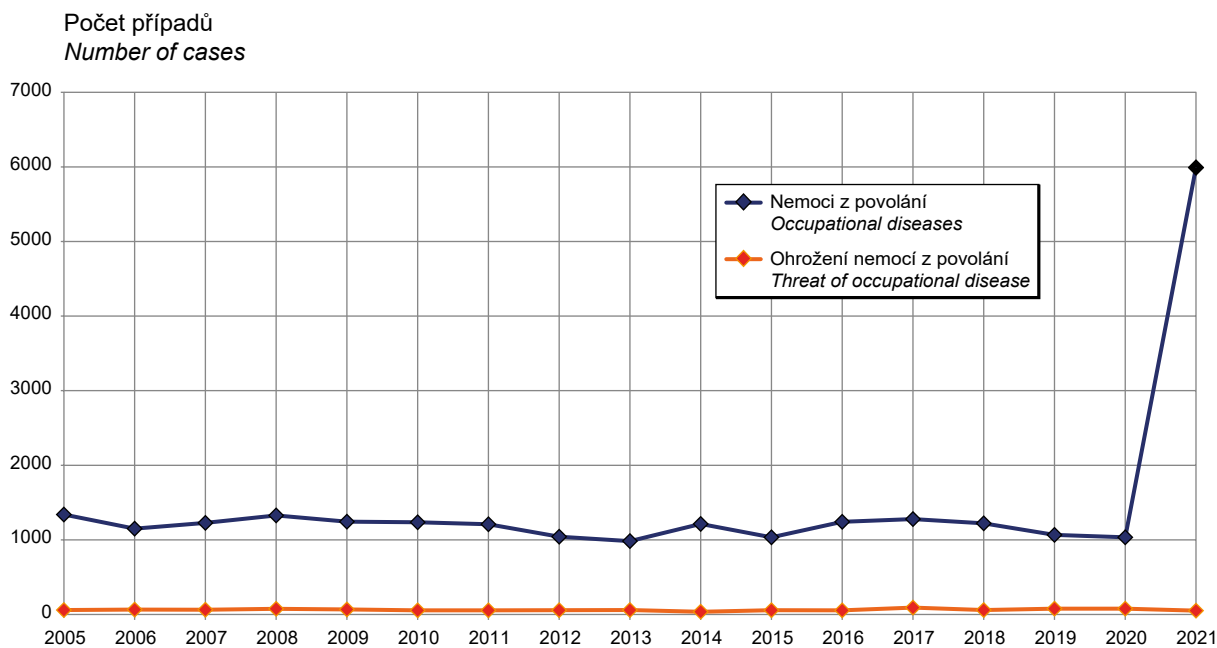
A detailed analysis of occupational diseases reported in 2021 is available at www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice [in Czech]. Further information regarding occupational diseases can be obtained on request at registrnzp@szu.cz.

Obr.8.1 Zaměstnanci zařazení v kategoriích rizikové práce v krajích, stav k 15. 6. 2022
Fig. 8.1 Employees registered in the risk work categories in regions, on June 15, 2022



Zdroj: Informační systém kategorizace prací
Source: Information system of work categorization

Obr. 8.2 Vývoj počtu nově hlášených profesionálních onemocnění v ČR, 2005–2021
Fig. 8.2 Trend in professional diseases incidence in the Czech Republic, 2005–2021



Zdroj: Národní registr nemocí z povolání
Source: National Register of Occupational Diseases

9. ZÁVĚRY

Výstupy Systému monitorování za rok 2021 přinesly nové údaje o velikosti a trendech expozice obyvatel České republiky toxickým látkám ze sledovaných složek životního prostředí a o vyplývajících zdravotních rizicích a dopadech.

V návaznosti na přísnější směrné cílové hodnoty koncentrací škodlivin v ovzduší vydané v roce 2021 Světovou zdravotnickou organizací (WHO) na základě nových vědecko-epidemiologických poznatků o účincích na lidské zdraví, vychází hodnocení expozice obyvatelstva základním sledovaným škodlivinám za rok 2021 o něco hůře než v předchozích letech, přestože z hlediska platných imisních limitů byla situace příznivá. Pandemie SARS-CoV-2 krátkodobě zasáhla do kvality ovzduší na počátku roku vzhledem k rozšíření práce z domova, kdy se na jedné straně v naměřených koncentracích projevil pokles intenzity dopravy, a na straně druhé vliv více využívaných domácích topenišť. Odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku dlouhodobé expozice aerosolovým částicím v ovzduší na celkové (přirozené) úmrtnosti obyvatel ČR starších 30 let věku činil 1,2 %.

Počty nedodržení limitních hodnot kvality a hodnocení možných zdravotních dopadů toxických látek obsažených v pitné vodě z veřejných vodovodů ČR se výrazně neliší od předchozích let. Z výsledků monitoringu vyplývá, že pitím pitné vody z veřejného vodovodu není pravděpodobné poškození zdraví (nekarcinogenním) působením sledovaných látek. V důsledku chronické expozice karcinogenním látkám v pitné vodě může konzumace, podle standardního výpočtu rizika, přispět k ročnímu zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění v ČR zhruba o dva případy.

V roce 2021 byl zpracován odhad průměrné chronické expoziční dávky škodlivinám z celého spotřebního koše potravin „průměrného občana ČR“ v období 2020–2021. Přetrvává plošná, avšak nízká kontaminace perzistentními organickými polutanty, jako jsou polychlorované bifenyly PCB, metabolity pesticidu DDT nebo lindan. Podle současných znalostí nepředstavují významné zdravotní riziko, ovšem pokud jsou hodnoceny jako individuální chemické látky a nikoli ve směsi. Přívod sledovaných anorganických kontaminantů potravin byl v porovnání s expozičním limitem nejvyšší u kadmia a manganu. Ve vybraných

9. CONCLUSIONS

In 2021, the Monitoring System presents new data on the magnitude and trends of exposure of the Czech population to toxic substances from the monitored exposure pathways, and resulting health risks and effects.

Although the situation in air quality was considered favourable in terms of air quality limits, due to stricter target guideline values issued in 2021 by the WHO the assessment of the population's exposure to the basic monitored pollutants for the year 2021 is slightly worse than in previous years. The SARS-CoV-2 pandemic had a short-term effect on air quality at the beginning of the year due to wider introduction of "home office" model; the measured concentrations showed on the one hand a decrease in the intensity of traffic, and the effect of more used domestic sources of pollution on the other. The estimate of the share of premature deaths due to long-term exposure to aerosol particles in the total (natural) mortality of the Czech population over 30 years of age was 1.2%.

The number of non-compliances with drinking water quality limit values and evaluation of possible health impacts of toxic substances contained in drinking water from public water supply systems in the Czech Republic does not differ significantly from previous years. It follows from the monitoring results that drinking water from the public water supply is not likely to cause health damage due to the (non-carcinogenic) effects of the monitored substances. As a result of chronic exposure to carcinogenic substances in drinking water, consumption according to the standard risk calculation can contribute to an annual increase in the probability of developing cancer by roughly two cases in the Czech Republic.

An estimate of the average chronic exposure dose to harmful substances from the entire food consumption basket of the "average citizen of the Czech Republic" in the period 2020–2021 was prepared. Widespread but low contamination with persistent organic pollutants such as polychlorinated biphenyls (PCBs), metabolites of the pesticide DDT or lindane persists. According to current knowledge, they do not represent a significant health risk, however, if they are evaluated as individual chemical substances and not in a mixture. In comparison with the exposure limit,

potravinách byl také zkoumán výskyt toxinogenních plísní, které produkují mykotoxiny jako aflatoxin či ochratoxin A. Vysoká kontaminace byla zjištěna například v hladké a polohrubé mouce, černém i ovocném čaji, vlašských ořechách, ale i v některých druzích ovoce, jako jsou jablka nebo hrozny.

Pokračovalo sledování zátěže české populace toxickými látkami prostřednictvím lidského biomonitoringu. Ve vzorcích mateřského mléka, sbíraných v roce 2020, byly kromě obsahu dříve používaných PCB a organických chlorovaných pesticidů zkoumány také hladiny bromovaných zpomalovačů hoření a per- a polyfluorovaných alkylovaných sloučenin. Tyto látky se přidávají do širokého spektra běžně používaných předmětů pro zlepšení jejich vlastností, a proto je expozice každého člověka všudypřítomná. Podle dosavadních zjištění narušují hormonální rovnováhu organismu, mají neurotoxické účinky, jsou potenciálně karcinogenní a mohou poškozovat vývoj plodu. Z 31 sledovaných per- a polyfluorovaných sloučenin se v mateřském mléce českých žen nejčastěji nacházejí starší, legislativou již regulované sloučeniny PFOA a PFOS. Zpomalovače hoření jsou v mateřském mléce přítomny s nižší frekvencí; jde rovněž většinou o starší, legislativou regulované polybromované difenylethery.

SZÚ koordinoval v roce 2019 druhé celonárodní lékařské vyšetření (EHES) zaměřené na výskyt rizikových faktorů nemocí oběhové soustavy v české dospělé populaci. V této zprávě jsme se zaměřili na odhad rizik kardiovaskulárních onemocnění pomocí predikčního modelu odhadujícího cévní věk. Pokud je cévní věk člověka vyšší než jeho věk chronologický, hrozí zvýšené riziko rozvoje kardiometabolických onemocnění a akutních cévních příhod (srdečního infarktu nebo mrtvice). Ukázalo se, že průměrný vaskulární věk u respondentů šetření byl o 5 let vyšší než průměrný věk chronologický. U mužů lze pozorovat výrazné zhoršení po 55. roce věku. Podíl žen s výraznějším rozdílem cévního a chronologického věku narůstá pozvolněji, a i ve věku 60–64 let mělo přes 65 % žen rozdíl mezi cévním a chronologickým věkem nižší než 5 let.

the intake of monitored inorganic food contaminants was highest for cadmium and manganese. In selected foods, the occurrence of toxinogenic fungi that produce mycotoxins such as aflatoxin or ochratoxin A was also investigated. High contamination was found, for example, in plain and semi-coarse flour, black and fruit tea, walnuts, and also in some types of fruit, such as apples or grapes.

In 2021, national human biomonitoring programme continued. Breast milk samples collected in 2020 were examined for levels of brominated flame retardants and per- and polyfluorinated alkylated substances in addition to the content of previously used PCBs and organochlorine pesticides. These substances are added to a wide range of commonly used items to improve their properties, and therefore the exposure is ubiquitous. According to recent knowledge, they disrupt the hormonal balance of the body, have neurotoxic effects, are potentially carcinogenic and can harm fetal development. Of the 31 monitored per- and polyfluorinated substances, the older compounds PFOA and PFOS, which are already regulated by legislation, are most often found in the breast milk of Czech women. Flame retardants are present in breast milk at a lower frequency; these are also mostly older, legally regulated polybrominated diphenyl ethers.

In 2019, the NIPH Prague coordinated the second nationwide medical examination survey (EHES) focused on the occurrence of cardiovascular disease risk factors in the Czech adult population. We focused also on the estimation of cardiovascular disease risk using a prediction model estimating vascular age. If a person's vascular age is higher than its chronological age, there is an increased risk of developing cardiometabolic diseases and acute vascular events (heart attack or stroke). We found out that the average vascular age of survey respondents was 5 years higher than the average chronological age. In men, a significant deterioration can be observed after the age of 55. The share of women with a significant difference in vascular and chronological age increases more slowly, and even at the age of 60–64, over 65% of women had a difference between vascular and chronological age of less than 5 years.

**Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva
České republiky ve vztahu k životnímu prostředí**

***Environmental Health Monitoring System
in the Czech Republic***

**Souhrnná zpráva za rok 2021
*Summary Report, 2021***

Sazba a litografie / *Layout and setting:* TIGIS, spol. s r.o.

Tisk / *Print:* TIGIS, spol. s r.o.

1. vydání / *1st edition*, 90 stran / *pages*

Náklad 150 výtisků / *copies*