



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Studies

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zdravotně sociální fakulta  
Katedra radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

## Diplomová práce

# Radiačně indukovaná nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary

Vypracoval: Bc. Klára Krejčí  
Vedoucí práce: Prof. Dr. rer. nat. Friedo Zölzer  
Konzultantka: doc. MUDr. Květoslava Kotrbová, Ph.D.

České Budějovice 2014

## Abstrakt

V roce 1959 byla nedaleko Českých Budějovic u obce Mydlovary zahájena výstavba chemické úpravny uranových rud MAPE Mydlovary. V říjnu 1962 došlo k zahájení provozu a ke zpracovávání uranové rudy. V MAPE Mydlovary se uranová ruda nedobývala, vždy se sem pouze dovážela a upravovala se buď kyselým, nebo alkalickým loužením. Během provozu zde bylo zpracováno přibližně 17 milionů tun uranové rudy, materiál ze zpracovaných uranových rud se ukládal do přilehlých odkališť. Provoz v úpravně MAPE Mydlovary byl ukončen v listopadu 1991. Areál chemické úpravny MAPE Mydlovary byl částečně zlikvidován, dekontaminován a předán k privatizaci, nyní zde probíhají sanační a rekultivační práce. Přesto představuje v současné době úpravna MAPE Mydlovary pro životní prostředí jednu z největších zátěží, která vznikla po těžbě a úpravě uranových rud v České republice. Předpokládá se, že následky této činnosti se budou odstraňovat ještě mnoho let.

V bezprostřední blízkosti areálu MAPE Mydlovary se nacházejí obce Mydlovary, Olešník a Zahájí. Lze předpokládat, že při zpracování uranových rud a následném ukládání odpadů do přilehlých odkališť mohlo docházet k působení radionuklidů na obyvatele těchto obcí a nelze vyloučit ani možnost, že se v okolí MAPE Mydlovary stále vyskytují zdroje kontaminace a působí na obyvatele obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí i dnes, téměř 23 let po ukončení provozu. Proto se tato diplomová práce zabývá vlivem úpravny MAPE Mydlovary na obyvatele obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí, konkrétně je zaměřena na počet úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel těchto obcí.

Data byla shromažďována od října 2013 do dubna 2014 a obsahují údaje za období 1971-2010. Data byla získávána pomocí nestandardizovaných rozhovorů a byla poskytnuta praktickými lékaři zkoumaných obcí, dále byla data získána z Českého statistického úřadu.

Prvním cílem této práce bylo analyzovat a srovnat úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary a u obyvatel celé České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění). Analýza a srovnání počtu úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí a počtu úmrtí na

nádorová onemocnění u obyvatel celé České republiky bylo provedeno pomocí statistického šetření. Pro statistické šetření je použito neparametrické testování a je použit tzv. Fisherův exaktní test, který je proveden pomocí statistického softwaru [www.ncss.com](http://www.ncss.com). Pro tento test byla použita hladina významnosti  $\alpha = 0,2$ .

Druhým cílem bylo vyhodnotit možný vliv radiační zátěže na úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary. Vliv radiační zátěže na úmrtí na nádorová onemocnění je statisticky významný pouze u obce Mydlovary, kde je možné statisticky prokázat zvýšený počet úmrtí na nádorová onemocnění oproti počtu úmrtí na nádorová onemocnění v celé České republice. Příčin, proč tomu tak je, může být několik. V teoretické rovině můžeme uvažovat o poloze obce, kontaminaci podzemních vod, přenosu radionuklidů z přilehlých odkališť vzduchem, o počtu zaměstnanců žijících v této obci, u kterých mohlo docházet ke zvýšenému výskytu nádorových onemocnění a mnoho dalších faktorů, které se mohly na zvýšeném počtu úmrtí na nádorová onemocnění podílet (jako je například životní styl a neradiační kontaminanty).

Hypotéza, že u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary je úmrtnost na nádorová onemocnění větší než u obyvatel celé České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění) byla potvrzena pouze u obce Mydlovary, jelikož byl statisticky významný výskyt úmrtí na nádorová onemocnění potvrzen pouze v této obci.

Na základě vyhodnocení získaných dat lze konstatovat, že bývalá chemická úpravná uranových rud MAPE Mydlovary pravděpodobně měla a stále ještě může mít negativní vliv na obyvatele žijící v okolních obcích, zejména na obyvatele obce Mydlovary. V roce 1991 sice došlo k ukončení provozu v úpravně MAPE Mydlovary, stále však existuje nebezpečí, že se stále v areálu bývalé úpravní MAPE Mydlovary a zejména v přilehlých odkalištích vyskytují radionuklidy, které mohou mít vliv na zdravotní stav obyvatel žijících v okolních obcích. Proto je důležité provádět i nadále v areálu bývalé chemické úpravní MAPE Mydlovary sanační a rekultivační práce, které jsou v současné době prováděny státním podnikem DIAMO a zabraňovat tak další možné expozici obyvatel v okolních obcích, i když následky činností bývalé úpravní MAPE Mydlovary se budou odstraňovat ještě mnoho let.

Vliv bývalé chemické úpravní uranových rud MAPE Mydlovary na obyvatelstvo je problematikou, která je velice obsáhlá a její zkoumání je časově velice náročné, jelikož je potřebné dohledat data, která jsou stará více než 50 let. Proto je v této práci proveden pouze základní výzkum, na který je potřeba dále navázat a tuto problematiku prozkoumat podrobněji. V této práci nejsou zahrnuty faktory, které by mohly vznik nádorových onemocnění ovlivnit, bylo by proto vhodné se touto problematikou dále zabývat a data týkající se obyvatel okolních obcí dále získávat a zpracovávat. Proto doufám, že závěry a doporučení uvedené v této práci přispějí k dalšímu výzkumu, který bude zaměřen na vliv bývalé chemické úpravní uranových rud MAPE Mydlovary na obyvatele okolních obcí.

Klíčová slova: MAPE Mydlovary, obyvatelé České republiky, obyvatelé obcí v okolí MAPE Mydlovary, úmrtí na nádorová onemocnění.

## **Abstract**

In 1959, the building of chemical preparation plant of uranium ore MAPE Mydlovary was initiated in a small village Mydlovary, near České Budějovice. In October 1962, the operation and processing of the uranium ore started. Uranium ore was never mined in MAPE Mydlovary, it was only transported to the site and there it was processed either by soaking in acid or alkaline lye. During operation, about 17 million tons of uranium ore were processed and the material from processed uranium ores was stored into the contiguous sludge lagoons. The operation of this plant was terminated in November 1991. The premises of MAPE Mydlovary were partially liquidated, decontaminated and handed over for privatization, nowadays there are recovery and reclamation works in process. Even though, MAPE Mydlovary is nowadays one of the most dangerous strains for environment, which emerged after mining and processing of uranium ores in the Czech Republic. The projection is to liquidate the consequences of this process for many more years from now.

In immediate closeness to the premises of MAPE Mydlovary there lie the villages Mydlovary, Olešník and Zahájí. It can be assumed that during the processing of uranium ores and subsequent storing of waste into the contiguous sludge lagoons there could have been some impact on the inhabitants of these villages by radio nuclides. The possibility that there are still some sources of contamination and effect on the inhabitants of the three neighboring villages cannot be excluded nowadays, even after almost 23 years after the shutdown of the plant. For this reason this diploma thesis is dealing with the effects of the preparation plant MAPE Mydlovary on the inhabitants of Mydlovary, Olešník and Zahájí, specifically on the amount of deaths due to cancer diseases of inhabitants of these villages.

Data was collected from October 2013 till April 2014 and it includes figures from the period 1971-2010. It was collected using non-standardized interviews and was provided by practicing physicians of the investigated villages; furthermore, data was collected from websites of the Czech Statistical Office.

The first aim of this thesis was to analyze and compare the deaths due to cancer diseases of the inhabitants in the surroundings of MAPE Mydlovary and of inhabitants in the whole Czech Republic (whole republic's cancer disease mortality). The analysis and comparison of the number of deaths of inhabitants of villages Mydlovary, Olešník and Zahájí and the number of deaths of the population of the Czech Republic was carried out using statistical research. Non parametric testing was used for the statistical research and the so called Fisher exact test was used, which is carried out by means of statistical software – [www.ncss.com](http://www.ncss.com). For this test the level of significance -  $\alpha = 0,2$  was used.

The second goal was to evaluate the possible influence of the radiation load on the number of deaths due to cancer diseases of inhabitants in the surroundings of MAPE Mydlovary. The influence of the radiation load on the number of deaths due to cancer diseases is statistically significant only in the village Mydlovary, where it is possible to prove statistically an increased number of deaths due to cancer diseases in comparison to the number of deaths due to cancer diseases in the whole Czech Republic. There can be more than one cause, but these statements cannot be supported with any scientific outcomes. Theoretically, we can speculate about the location of the village, contamination of the underground water, transfer of radio nuclides from the contiguous sludge lagoons through air, number of employees of MAPE Mydlovary living in the village, which could show an increased number of cancer diseases and a lot of further factors, which could have influenced the increased number of deaths due to cancer diseases, e.g. lifestyle or non-radiation contaminants.

There was only partial proof of the hypothesis that the number of deaths due to cancer diseases was higher regarding the inhabitants of the villages in the surroundings of MAPE Mydlovary than regarding the whole population of the Czech Republic (whole republic's cancer disease mortality). It was mainly because of the fact that the only significant presence of deaths due to cancer diseases was statistically proven only in the village Mydlovary.

Based on the evaluation of the obtained data we can state that the chemical preparation plant of uranium ore MAPE Mydlovary most likely had and still may have a

negative impact on the inhabitants of the neighboring villages, especially on the inhabitants of the village Mydlovary. Even though the preparation plant MAPE Mydlovary was closed in 1991 there is still a high risk of presence of radio nuclides in the premises of MAPE Mydlovary, especially in the contiguous sludge lagoons, which can have some impact on the health of the inhabitants of surrounding villages. For this reason it is very important to continue with the recovery and reclamation works in the premises of the chemical preparation plant of uranium ore MAPE Mydlovary. These are currently carried out by the state-owned company DIAMO and their main objective is to protect the inhabitants of surrounding villages against possible exposure to the radio nuclides. Nevertheless, the impacts of processing the former chemical preparation plant of uranium ore MAPE Mydlovary will be eliminated for many more years.

The impact of the former chemical preparation plant of uranium ore MAPE Mydlovary on the inhabitants of the neighboring villages is a comprehensive issue and its investigation is very time consuming, due to the fact that there is need to search for more than 50-year-old data. Therefore only a basic research was carried out in this thesis, which is showing need for further research and finding out more details. There are no factors included in this thesis that could have an impact on the occurrence of cancer diseases, therefore it would be convenient to look into this issue deeper and continue obtaining and processing data concerning the inhabitants of neighboring villages. For this reason I hope that the conclusions and recommendations stated in this thesis can contribute to further research which would be focused on the impact of the former chemical preparation plant of uranium ore MAPE Mydlovary on the inhabitants of the neighboring villages.

Key words: MAPE Mydlovary, inhabitants of the Czech Republic, inhabitants of the villages in the surroundings of MAPE Mydlovary, deaths due to cancer diseases

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 11. května 2014

.....

Bc. Klára Krejčí



## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala především prof. Dr. rer. nat. Friedo Zölzerovi a doc. MUDr. Květoslavě Kotrbové, Ph.D., za jejich odborné vedení práce, za jejich cenné rady, názory, pomoc a za čas, který mi při vedení práce věnovali.

Za veškerou pomoc a poskytnutí cenných informací k této práci děkuji také doc. Ing. Ladislavu Beránkovi, CSc., MBA, Mgr. Josefu Kaňkovskému, MUDr. Georgi Markovovi a MUDr. Jiřímu Vodičkovi.

Dále bych ráda poděkovala také RNDr. Jiřímu Kosovi, MUDr. Zdeňkovi Šmerhovskému, Ph.D., RNDr. Markovi Malému, CSc. a doc. MUDr. Františkovi Vorlovi, CSc. za jejich pomoc a za poskytnutí odborných rad a Ing. Radmile Řepové za poskytnutí potřebných materiálů k této práci.

# Obsah

Úvod .....	14
<b>1 Teoretická část .....</b>	<b>15</b>
1.1 Rozdělení zdrojů ionizujícího záření .....	15
1.1.1 Přírodní zdroje .....	15
1.1.2 Umělé zdroje.....	15
1.1.2.1 Umělé zdroje využívané v medicíně .....	15
1.1.2.2 Jaderné zbraně .....	16
1.1.2.3 Zdroje využívané v jaderné energetice.....	16
1.2 Možnosti ozáření.....	17
1.2.1 Zevní a vnitřní ozáření .....	17
1.2.2 Program monitorování v radiační ochraně.....	19
1.3 Nemoci z ozáření .....	20
1.3.1 Stupeň závažnosti nemocí z ozáření .....	20
1.3.2 Časné, pozdní a deceniální účinky.....	20
1.3.3 Deterministické a stochastické účinky.....	21
1.3.3.1 Deterministické účinky.....	21
1.3.3.2 Stochastické účinky.....	23
1.4 Akutní nemoc z ozáření (ANO).....	25
1.4.1 Fáze ANO .....	25
1.4.1.1 Prodromální fáze .....	26
1.4.1.2 Latentní fáze .....	26
1.4.1.3 Manifestní fáze .....	26
1.4.1.4 Fáze rekonvalescence .....	27
1.4.2 Klinické formy ANO .....	28
1.4.2.1 Hematopoetická (deňová) forma .....	28
1.4.2.2 Gastrointestinální (střevní) forma.....	29
1.4.2.3 Neurovaskulární (CNS) forma .....	30
1.5 Chronická nemoc z ozáření.....	31
1.6 Problematika radonu .....	32

1.6.1	Zdroje radonu v budovách .....	33
1.6.1.1	Radon z geologického podloží .....	33
1.6.1.2	Radon ze stavebního materiálu.....	33
1.6.1.3	Radon v používané vodě .....	34
1.6.2	Radonový index .....	34
1.6.2.1	Radonový index v okolí MAPE Mydlovary.....	35
1.7	Těžba a zpracování uranu .....	35
1.7.1	Úprava uranových rud .....	35
1.7.2	Radionuklidy v uranovém hornictví .....	36
1.7.3	Expozice pracovníků.....	36
1.7.4	Možné zdroje ozáření obyvatel a okolí.....	37
1.7.5	Vyřazované provozy těžby a zpracování uranových rud.....	38
1.8	Úpravna uranových rud MAPE Mydlovary.....	39
1.8.1	Technologie úpravny v MAPE Mydlovary .....	41
1.8.2	Odkaliště úpravny MAPE Mydlovary .....	43
1.8.3	Významné radionuklidy vyskytující se v oblasti MAPE Mydlovary .....	44
1.8.3.1	Uran .....	44
1.8.3.2	Radium .....	46
1.8.3.3	Radon.....	47
1.8.4	Významné neradiační kontaminanty v oblasti MAPE Mydlovary .....	49
1.8.4.1	Hlavní kontaminanty způsobující karcinogenitu.....	49
1.8.4.2	Další kontaminanty.....	52
1.8.5	Zdroje kontaminace úpravny MAPE Mydlovary .....	54
1.8.6	Úpravna MAPE Mydlovary v současnosti .....	55
<b>2</b>	<b>Hypotéza a metodika výzkumu .....</b>	<b>56</b>
2.1	Cíle práce .....	56
2.2	Hypotéza .....	56
2.3	Metodika výzkumu .....	56
<b>3</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>59</b>
3.1	Data získaná od praktických lékařů a z ČSÚ.....	59

3.1.1	Výsledky šetření u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary.....	59
3.1.1.1	Obec Mydlovary .....	59
3.1.1.2	Obec Olešník .....	62
3.1.1.3	Obec Zahájí .....	65
3.1.2	Výsledky šetření u obyvatel celé České republiky .....	68
3.2	Statistické šetření výsledků u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary a u obyvatel celé České republiky .....	71
3.2.1	Statistické hodnocení dat obecně .....	71
3.2.2	Statistické hodnocení – konkrétní případy v obcích Mydlovary, Olešník a Zahájí ve srovnání s Českou republikou.....	72
3.2.2.1	Statistické hodnocení obyvatel - Česká republika.....	73
3.2.2.2	Statistické hodnocení obyvatel - Mydlovary .....	75
3.2.2.3	Statistické hodnocení obyvatel - Olešník .....	78
3.2.2.4	Statistické hodnocení obyvatel - Zahájí .....	81
3.3	Závěrečné shrnutí výsledků výzkumu .....	83
<b>4</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>85</b>
<b>5</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>95</b>
<b>6</b>	<b>Seznam použitých zdrojů</b> .....	<b>97</b>
<b>7</b>	<b>Přílohy</b> .....	<b>103</b>

## Seznam použitých zkratk

ANO – akutní nemoc z ozáření

Bq - becquerel

CNS – centrální nervový systém

ČSÚ – Český statistický úřad

GIT – gastrointestinální trakt

Gy – gray

IZ – ionizující záření

JČKNV – Jihočeský krajský národní výbor

MAPE - MAnegese PErchlorate

MeV – mega elektron volt

mGy – miligray

mSv - milisievert

RTG - rentgenový

SÚJB – Státní úřad pro jadernou bezpečnost

SÚRO – Státní ústav radiační ochrany

ÚZIS – Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR

NOR – Národní onkologický registr

## Úvod

V druhé polovině padesátých let došlo k mimořádnému rozvoji těžby uranových rud, proto bylo také rozhodnuto o výstavbě nové chemické úpravný, která byla situována nedaleko Českých Budějovic u obce Mydlovary. Úpravna dostala název MAPE Mydlovary, výstavba byla zahájena v roce 1959, samotné zpracování uranových rud začalo v říjnu 1962. Do MAPE Mydlovary se uranová ruda pouze dovážela a upravovala se buď kyselým, nebo alkalickým loužením. Během provozu zde bylo zpracováno 17 mil. tun uranové rudy, materiál ze zpracovaných uranových rud se ukládal do přilehlých odkališť. Provoz v úpravně MAPE Mydlovary byl ukončen v listopadu 1991. V současné době je areál MAPE Mydlovary postupně sanován a rekultivován, přesto se budou následky této činnosti odstraňovat ještě mnoho let.

Při zpracování uranových rud a následném ukládání odpadů do přilehlých odkališť mohlo docházet k ozařování nejen zaměstnanců podniku, ale také obyvatel těchto obcí. Nelze vyloučit ani možnost, že se v okolí MAPE Mydlovary stále vyskytují zdroje kontaminace a působí na obyvatele okolních obcí i dnes. V bezprostřední blízkosti areálu MAPE Mydlovary se nacházejí tři obce – Mydlovary, Olešník a Zahájí, proto jsem se ve své práci věnovala vlivu úpravný MAPE Mydlovary na obyvatele právě těchto tří obcí.

Začátek diplomové práce je věnován problematice ionizujícího záření a vlivu ionizujícího záření na zdraví člověka. Dále jsem se zabývala problematikou radonu, těžbou a zpracováním uranu a popisem bývalé chemické úpravný uranových rud MAPE Mydlovary a jejím vlivem na okolí. Prvním cílem práce je analyzovat a srovnat úmrtnost na nádorová onemocnění u obyvatel obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí a úmrtnost na nádorová onemocnění v celé České republice. Druhým cílem je vyhodnotit vliv radiační zátěže na úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí. Na základě získaných dat je zpracováno porovnání úmrtnosti na nádorová onemocnění u obyvatel obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí s celorepublikovou úmrtností na nádorová onemocnění. V závěru práce jsem vyhodnotila zjištěné údaje a následně analyzovala a zhodnotila stanovenou hypotézu.

# 1 Teoretická část

## 1.1 Rozdělení zdrojů ionizujícího záření

Podle původu můžeme zdroje ionizujícího záření (IZ) dělit na přírodní a umělé. (1)

### 1.1.1. Přírodní zdroje

V současné době jsou největší obavy a pozornost soustředěny na umělé zdroje záření, ovšem největší ozáření obyvatelstva je způsobeno zdroji přírodními, zejména radonem v ovzduší budov. Přírodnímu ozáření jsou organismy vystavovány odjakživa a do jisté míry nevyhnutelně. (7) Přírodními zdroji IZ jsou kosmické záření a přírodní radionuklidy vyskytují v přírodě. (9)

### 1.1.2 Umělé zdroje

Pro potřeby současné vědy, techniky, průmyslu a zdravotnictví se musí zdroje ionizujícího záření (IZ) vyrábět také uměle. (53)

Umělé zdroje IZ můžeme rozdělit do tří skupin - umělé zdroje užívané v medicíně, jaderné zbraně a umělé zdroje užívané v jaderné energetice (25)

#### 1.1.2.1 Umělé zdroje využívané v medicíně

Umělé zdroje IZ vytvořené člověkem zahrnují rentgenky, urychlovače, umělé radionuklidy, jaderné reaktory aj. (10)

**Rentgenky** – rentgenka je speciální vakuová elektronka, která je zdrojem pronikavého záření X. Při expozici X-zářením vzniká rentgenový obraz vyšetřované tkáně, který je denzitním projekčním stínovým obrazem, který zobrazuje rozdíly v hustotě tkání. (51)

**Umělé radionuklidy** - pro potřeby současné vědy, techniky, zdravotnictví a průmyslu už nejsou dostačující pouze radionuklidy přírodního původu, proto se radionuklidy musí vyrábět také uměle. Aby bylo možné vyrobit ze stabilního jádra jádro radioaktivní, je nutné změnit počet protonů či neutronů a porušit tak stabilitu jádra. (53)

**Urychlovače** - podle tvaru dráhy urychlované nabitě částice se urychlovače dělí na dva základní typy – lineární a kruhové. V praxi se běžně využívají lékařské urychlovače s energií do desítek MeV. Pro léčbu nádorových onemocnění se kromě elektronových urychlovačů využívají i urychlovače protonů a těžkých iontů. (9)

**Jaderné reaktory** - jaderný reaktor je zařízení, v němž probíhá řízené štěpení jader. V jaderných reaktorech se vyrábí nejen elektrická energie, ale i radionuklidy pro použití v lékařství a dalších oborech. (9)

#### **1.1.2.2 Jaderné zbraně**

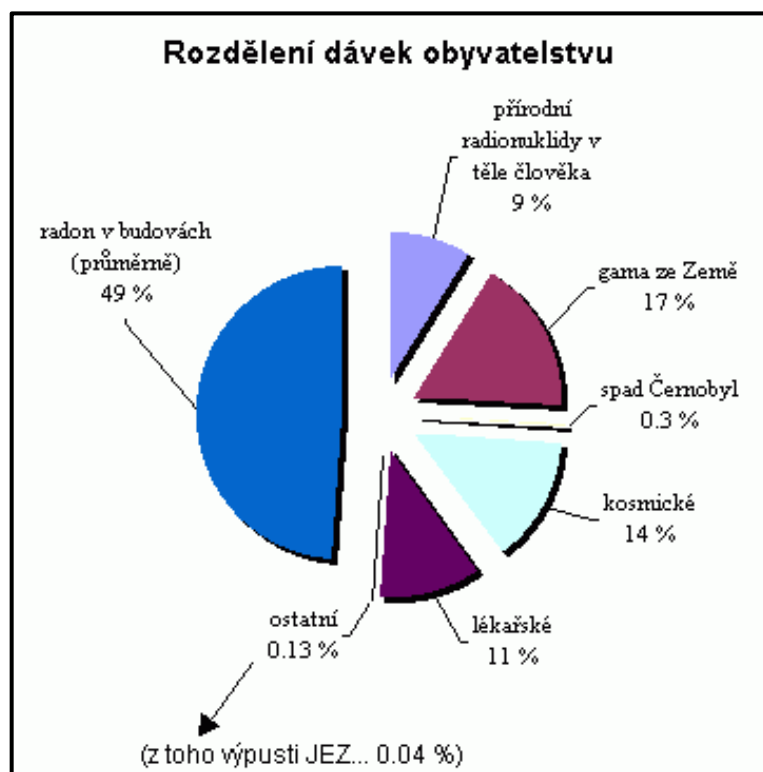
Jaderné zbraně se rozdělují na dva základní typy, a to na štěpné nálože a termonukleární (vodíkové) nálože. (11, 25) Základem jaderné bomby je dobře štěpitelný prvek, který slouží jako nálož. Může být použit uran, který se běžně vyskytuje v přírodě, ale použity mohou být i jiné těžké prvky – například plutonium, které se vyrábí v jaderném reaktoru. Jaderné zbraně se na světě stále vyskytují a hrozí reálné nebezpečí, že budou opět použity. Při jedné jediné jaderné explozi by došlo k tragédii s obrovským dosahem. (3)

#### **1.1.2.3 Zdroje využívané v jaderné energetice**

Jaderný reaktor je nejintenzivnějším zdrojem IZ. V jaderných reaktorech je takové seskupení štěpného materiálu, při kterém může probíhat řízená řetězová reakce. Pravděpodobnost radiační nehody, zvláště nových typů jaderných elektráren, je velmi malá. Reálný je únik těkavých radionuklidů a vzácných plynů, ale i bez ochranných opatření by byla expozice obyvatelstva patrně pod prahem deterministických účinků. (25)



Rozdělení dávek obyvatelstvu z přírodních a umělých zdrojů IZ je znázorněn na obrázku č. 1.



Obrázek 1 - Ozáření obyvatelstva zdroji IZ (45)

## 1.2 Možnosti ozáření

### 1.2.1 Zevní a vnitřní ozáření

#### *Zevní ozáření*

Zevní ozáření je důležitou expoziční cestou, na celkové efektivní dávce obyvatel se podílí asi z jedné poloviny. K zevnímu ozáření dochází především přírodním ozářením a zdravotnickými expozicemi. Ozáření únikem umělých radionuklidů do životního prostředí a jejich kontrolované uvolňování tvoří pouze malou část zevního ozáření. Monitorování zevního ozáření je důležitým úkolem radiační ochrany. (7)

Opatření, která redukuje individuální zevní ozáření z daného zdroje, jsou ochrana časem, ochrana vzdáleností a ochrana stíněním a jejich vzájemná kombinace. (47)

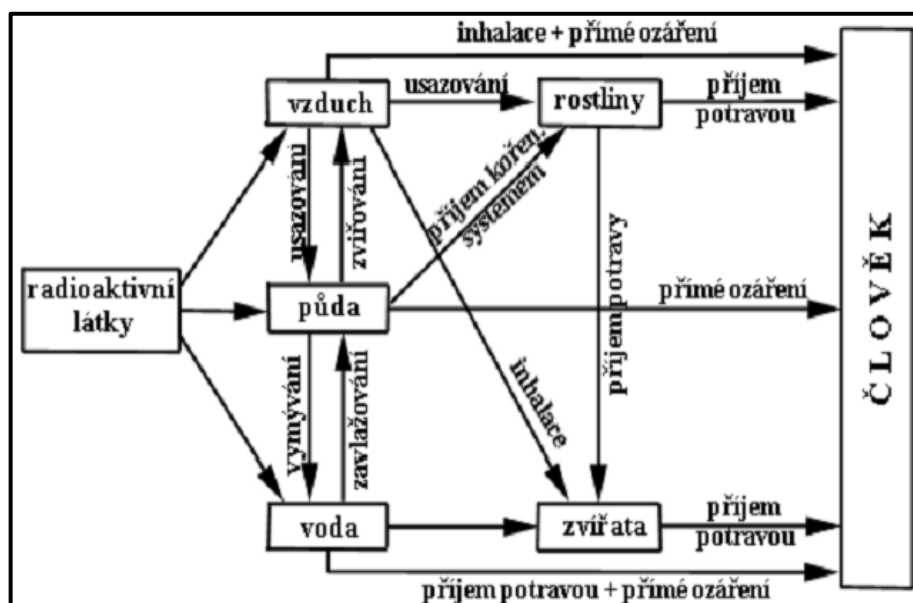
### ***Vnitřní ozáření***

Vnitřním ozářením se rozumí stav, kdy je živý organismus ozařován IZ, které vysílají radionuklidy přítomné v organismu. K vnitřnímu ozáření může dojít při vnitřní kontaminaci po příjmu přírodních či umělých radionuklidů, při lékařském použití radionuklidů nebo také přítomností přírodních radionuklidů v organismu, které jsou normální součástí organismu. (7)

Radionuklidy se do organismu můžou dostat několika cestami: (52)

- ingescí – požitím radioaktivní látky přes kontaminované ruce či jiné předměty, které přicházejí do styku s ústy
- inhalací – vdechováním při práci s radioaktivními plyny, parami či aerosoly, kdy může radioaktivita proniknout do plic
- přes kůži – otevřeným poraněním, ale některé látky jsou schopné při kontaminaci povrchu těla proniknout do organismu i neporušenou kůží (například fosfor nebo plutonium)
- cílenou aplikací radiofarmaka

Odhad dávek z vnitřního ozáření je poněkud složitější než odhad při vnějším ozáření. Pro odhad dávek z vnitřní kontaminace pro obyvatele i pracovníky jsou z výše zmíněných možných cest vstupu radionuklidu do organismu nejdůležitější ingesce a inhalace. (7)



**Obrázek 2** - Působení radioaktivních látek na člověka (21)

Obecně se rozlišují tři druhy ozáření – ozáření při práci, lékařské ozáření a ozáření obyvatel (2, 44).

### 1.2.2 Program monitorování v radiační ochraně

Z hlediska zevního i vnitřního ozáření je v radiační ochraně důležitý program monitorování. Pomocí radiačního monitorování se uskutečňuje splnění požadavků limitování ozářených osob, prokazování optimalizace radiační ochrany, ale i zajištění dalších požadavků na bezpečný provoz pracovišť se zdroji IZ, zejména včasné zjištění odchylek od normálního provozu. (7)

Program monitorování obsahuje: (43)

- monitorování pracoviště
- osobní monitorování
- monitorování výpustí
- monitorování okolí

Program monitorování zahrnuje jak monitorování běžného provozu, tak i monitorování předvídatelných odchylek od běžného provozu, radiačních nehod a havárií. (27)

### **1.3 Nemoci z ozáření**

#### **1.3.1 Stupeň závažnosti nemocí z ozáření**

Stupeň závažnosti nemocí z ozáření určuje několik faktorů. Klinický a laboratorní obraz nemocí z ozáření je ovlivněn fyzikální charakteristikou a dávkou absorbovaného ionizujícího záření. Obraz poškození ovlivňuje také frekvence a doba ozařování. (10)

Absorbovaná dávka může být jednorázová s vysokým expozičním příkonem nebo může být ozáření frakcionované (opakované s nižším expozičním příkonem) či protražované (dávka působí trvale, dlouhodobě s nižším expozičním příkonem). Výsledně postižení organismu je při stejné dávce ozáření nižší při frakcionovaném a protražovaném ozáření a vyšší při jednorázovém ozáření. Tento fakt je dán rozvojem reparačních procesů nastupujících ihned po ukončení ozáření. (10)

#### **1.3.2 Časné, pozdní a deceniální účinky**

Z hlediska časového rozlišujeme orgánová poškození na poškození časná, pozdní a deceniální. (10)

Časná orgánová poškození vznikají bezprostředně po ozáření v průběhu do jednoho roku po ozáření. Jsou nejčastější, postiženy bývají lymfatické orgány, střevní epitel, krvetvorné buňky kostní dřeně a pohlavní buňky varlat. Dochází zde k přechodnému nebo trvalému útlumu či zániku funkce. Patří sem například psychologické účinky, radiační dermatitida či akutní nemoc z ozáření. (10)

Pozdní orgánová poškození se vyskytují mezi jedním a desátým rokem po ozáření a mají charakter reparačních procesů. Pozdními změnami je například fibróza postihující

vnitřní orgány (plíce, gastrointestinální trakt) a postradiační poškození plic, gonád, ledvin, endokrinních a smyslových orgánů. (10)

Deceniální orgánová poškození vznikají mezi desátým a třicátým rokem po ozáření a patří sem například postradiační nádorová onemocnění. (10)

### **1.3.3 Deterministické a stochastické účinky**

Podle dávky a ochrany před zářením rozlišujeme účinky záření na stochastické a deterministické. Grafické vyjádření stochastických a deterministických účinků je znázorněno na obrázku 3. (11, 26)

#### **1.3.3.1 Deterministické účinky**

Deterministické účinky vznikají v případech, kdy dávka záření překročí určitý práh. Tento práh je u jednotlivých tkání jiný, proto se tyto účinky nazývají také účinky prahové. Příčinou vzniku je ozáření podstatné části buněk dané tkáně. U deterministických účinků stoupá s rostoucí dávkou záření v oblasti nad prahem závažnost poškození a stoupá také procento poškozených jedinců. (11, 14)

Účinky se charakterizují jako časné, protože vznikají krátce po ozáření, v průběhu několika dnů až týdnů. Může dojít k reparaci, při které se obnoví procesy biologického poškození. Pokud se dávka v těle nebo v orgánech nachází pod prahem vzniku deterministických účinků, tyto účinky nenastanou. Proto je radiační ochrana z hlediska vzniku deterministických účinků poměrně jednoduchá. (5)

#### ***Akutní nemoc z ozáření (ANO)***

Tato nemoc se rozvíjí po jednorázovém ozáření celého těla nebo jeho převážné části dávkou pronikavého záření, která je vyšší než 0,7 Gy. Podrobněji je problematika ANO popsána v kapitole 1.4. (10)

### ***Akutní lokální poškození***

K akutnímu poškození může dojít jak při radiačních nehodách se zdroji externího záření, tak i při vnitřní kontaminaci, případně kombinací obou příčin, ale někdy i při běžném provozu lékařských pracovišť. Akutní lokální poškození vzniká v případě, že je zdroj záření blízko povrchu těla nebo dokonce v přímém kontaktu s ním. Dávka v kůži je podstatně vyšší než v kterékoliv jiné současně ozářené části těla. K poškození kůže dochází po prahové dávce vyšší než 2 Gy. (5)

### ***Pozdní nenádorová poškození***

Jedná se především o chronickou radiační dermatitidu, která může vzniknout po dlouhodobém ozařování zdroji IZ. K poškození dochází po obdržení prahové dávky 30 až 50 Gy. (5)

### ***Katarakta***

Katarakta může vzniknout po jednorázovém ozáření dávkou vyšší než 1,5 -2 Gy nebo po dlouhodobé profesionální expozici dávkou 2-4 Gy. Doba latence je alespoň 2 roky. (5)

### ***Poškození fertility***

U mužů dochází k dočasnému postižení fertility při nižších dávkách, než je tomu u žen. Přechodná oligospermie je při běžném frakcionovaném ozařování pozorována již při dávkách 0,1-0,3 Gy, trvalé poškození vzniká při dávce nad 3 Gy. U žen způsobují sterilitu v závislosti na typu frakcionace dávky 2,5-8 Gy. (5)

### ***Poškození embrya či plodu***

Závažnost tohoto poškození závisí jak na absorbované dávce v plodu, tak i na době uplynulé od oplodnění, v níž došlo k ozáření. Pokud dojde k ozáření v prvních dvou týdnech gravidity, dojde s vysokou pravděpodobností ke smrti zárodku nebo nenastane implantace. Při ozáření v období od 3. do 8. týdne se při dávkách v plodu vyšších než 100 mGy mohou vyskytnout malformace, abnormality, katarakta, zpomalení růstu aj.

Ozáření v období od 8. do 15. týdne dávkou v plodu 1 Gy má za následek snížení IQ, při překročení prahové dávky 300 mGy vzniká závažná mentální retardace. (5)

Ozáření v kterémkoliv období gravidity je spojeno s rizikem vzniku zhoubných nádorů a leukémie. Biologické účinky ozáření plodu jsou tedy jak deterministické, tak i stochastické. (5)

### **1.3.3.2 Stochastické účinky**

U stochastických účinků roste s dávkou míra účinku, z čehož vyplývá, že jakékoliv ozáření má nenulovou pravděpodobnost vzniku. Stochastickými účinky jsou například nádorová onemocnění indukovaná ozářením u ozářených jedinců nebo genetické změny, které se projevují u následujících generací. (10, 14, 25)

Stochastické účinky jsou charakterizovány tím, že jsou bezprahové. Genetické změny v DNA může způsobit již jediná ionizace, každé zvýšení dávky je spojeno s úměrným zvýšením pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků. (5, 52) U buněk, které přežily ozáření, mohou mít dceřiné buňky chromozomální nestabilitu a způsobovat karcinogenezi. (15)

### ***Nádorová onemocnění vyvolaná IZ***

Mechanismy, které prostřednictvím IZ ovlivňují vznik a rozvoj nádorových onemocnění, nejsou přesně známy. Nejsou dokonce ani objasněny podmínky vzniku a rozvoje samotného nádorového bujení. Na rozvoj a růst nádorů působí mimo jiné i regulační a integrační systémy organismu, z nichž některé mohou přispívat k eliminaci atypických buněk (např. imunitní), jiné naopak růst nádorů podporují. (např. hormonální). Pro hodnocení rozvoje nádorových onemocnění vzniklých po ozáření je významný časový faktor. Doba latence (tedy doba mezi ozářením a manifestací nádoru) trvá několik let – například pro leukémie byl stanoven medián doby latence na 8 let. U řady solidních nádorů je medián doby latence 15 - 25 let, pro některé solidní nádory je medián latence dokonce 45 let. V současné době je zastáván názor, že vznik nádorové

bujení nelze chápat jako jednu časově omezenou událost, ale že se jedná o proces vícestupňový, probíhající po delší dobu. (7)

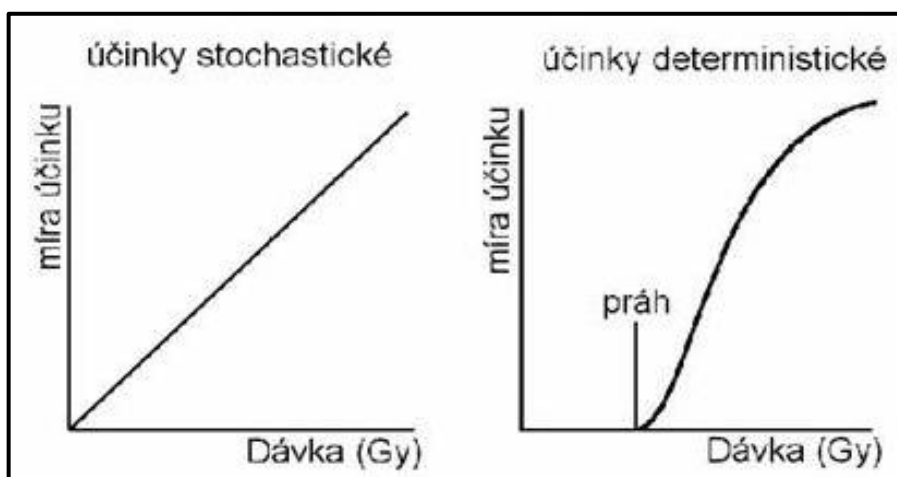
Zhoubné nádorové onemocnění je charakteristické nekoordinovaným růstem abnormálních buněk s postupným šířením do okolních tkání, průnikem do krevního a lymfatického systému a postižením vzdálených orgánů. (4, 12) Maligní nádory rostou zpravidla rychle, expanzivně, prorůstají do okolí, nejsou přesně ohraničeny, po odstranění mohou recidivovat a vytvářejí metastázy. (13, 16)

Stupeň malignity nádoru vyvolaného ionizujícím zářením nezávisí na dávce - s dávkou se zvyšuje frekvence výskytu, avšak jejich závažnost nikoliv. Vzestup těchto účinků lze v ozářené populaci předpovědět, není ovšem možné rozpoznat v každém jednotlivém případě, zda se jedná o následek ozáření. Vzniklá nádorová a genetická poškození se neliší od obdobných poruch zdraví spontánně vznikajících v neozářené populaci. U stochastických účinků se předpokládá platnost lineární bezprahové závislosti pravděpodobnosti těchto účinků na absorbované dávce. V současné odborné literatuře se s jistotou uvádí, že vznik zhoubných nádorů způsobují dávky záření teprve od 100 mSv. (5, 52)

### ***Dědičné důsledky ozáření***

Radiačně indukované genetické poškození je dvojího druhu, a to genové mutace a chromosomové aberace. Genové mutace spočívají v alteraci elementární jednotky dědičnosti neboli genu, realizovaného molekulou DNA nebo její podstatnou částí. Chromosomové aberace jsou vyjádřené změnou struktury chromosomů nebo změnou jejich počtu. Důsledky mutací se manifestují velmi různorodým způsobem. Genetické poškození může vést k narušení vývoje plodu a jeho obalů a způsobit potrat, podílí se také na zvýšení perinatální a kojenecké úmrtnosti. Zvláštní kategorií jsou vrozené malformace, které jsou charakterizované zjevnými anatomickými odchylkami. (7)





**Obrázek 3** - Grafické vyjádření stochastických a deterministických účinků (10)

#### **1.4 Akutní nemoc z ozáření (ANO)**

Akutní nemocí z ozáření se rozumí poškození organismu jednorázovou dávkou IZ, která je vyšší než 0,7 Gy. Na absorbované dávce IZ je závislý výskyt tří základních syndromů ANO – jedná se o hematopoetický syndrom (dřeňový), gastrointestinální syndrom a neurovaskulární syndrom. (10, 11)

IZ způsobuje v kostní dřeni úhyn nezralých krvetvorných buněk, které jsou velmi radiosenzitivní. Méně radiosenzitivní jsou epiteliální buňky sliznice střev, ale pokud dojde k poklesu počtu těchto buněk, může dojít ke vzniku gastrointestinálního syndromu. Nejvíce radiorezistentními buňkami jsou nervové buňky, jelikož jsou plně diferencované a dále se nemnoží. (10)

##### **1.4.1 Fáze ANO**

ANO probíhá ve čtyřech fázích. Délka a závažnost jednotlivých fází závisí na dávce ozáření, klinický projev ovšem nemusí vždy odpovídat závažnosti laboratorních nálezů. (10)

#### **1.4.1.1 Prodromální fáze**

Prodromální fáze je bezprostřední, stresová reakce organismu na ozáření. Symptomy začínají v minutách, případně hodinách po ozáření. Doba trvání prodromálních příznaků není zpravidla delší než 2 dny. Jedná se o projev neurovegetativní a nespecifické humorální reakce organismu na první projevy poškození. Se zvyšující se dávkou záření se zvyšuje intenzita a doba trvání obtíží. (25)

Klinickým projevem prodromální fáze je anorexie, nauzea, zvracení, nechutenství a hypodynamie. U dávek, které přesahující hodnotu 6 Gy, je rozvoj poškození organismu velice rychlý. Kromě uvedených příznaků lze bezprostředně po ozáření pozorovat výrazné funkční poruchy, které způsobují až zneschopnění postižených. Prodromální příznaky se mohou objevit také u pacientů, kteří jsou ozařováni z léčebných důvodů, zejména při léčbě maligních procesů v oblasti břicha. (10)

#### **1.4.1.2 Latentní fáze**

U latentní fáze dochází přechodně, v závislosti na dávce záření, k úplnému nebo částečnému ústupu subjektivních obtíží, které se objevily v prodromální fázi. Se zvyšující se dávkou se doba období latence zkracuje. Zvýšená fyzická zátěž zhoršuje prognózu přežití a zvyšuje se nebezpečí rychle se rozvíjející manifestní fáze, která je doprovázená komplikacemi. (10)

Přestože jsou klinické projevy příznivé, laboratorní nálezy prokazují rozvíjející se poškození životně důležitých systémů, ke kterému dochází zejména v důsledku poškození hematopoetického systému a gastrointestinálního traktu. (10)

#### **1.4.1.3 Manifestní fáze**

Manifestní fáze je charakteristická plným rozvojem onemocnění. Dochází ke komplexnímu poškození, které je doprovázeno odezvou v oblasti látkové výměny a na úrovni neurohumorálních regulačních mechanismů. Klinický obraz je dán patologic-

koanatomickými a patofyziologickými změnami jednotlivých orgánů. Typické projevy manifestní fáze jsou zvýšená únava, třesavka, krvácení z nosu a z dásní, vředy na sliznici úst a epilace. Tyto projevy mohou být doprovázeny horečkou, průjmy, při vyšších dávkách se mohou vyskytnout i krvavé průjmy. Komplikací může být zvýšená náchylnost k rozvoji virových, mikrobiálních a plísňových onemocnění. (10)

Manifestní fáze trvá 4 až 6 týdnů, v příznivém případě na ni navazuje fáze rekonvalescence. Těžkou velmi těžkou formu onemocnění lze léčit pouze paliativně, postižený v této fázi umírá. (10)

#### 1.4.1.4 Fáze rekonvalescence

Fáze rekonvalescence je obdobím, ve kterém dochází podle závažnosti ANO k částečnému nebo úplnému uzdravení organismu. Úplné uzdravení závisí zejména na citlivosti vůči IZ, která je u každého jedince individuální. Nejčastěji přetrvávající poruchou (většinou doživotní) je porucha spermatogeneze či ovariogeneze. (10)

FÁZE ANO		SYNDROMY		
		CNS	GIT	DŘEŇOVÝ
PRODROMÁLNÍ	nástup	3 min	3–30 min	30–120 min
LATENTNÍ	trvání	chybí	3–5 dní	10–20 dní
MANIFESTNÍ	trvání	1–2 dny	5–8 dní	30–60 dní
SMRT		100 %	100 %	0–100 %

**Obrázek 4** - Doba trvání jednotlivých fází ANO (25)

## 1.4.2 Klinické formy ANO

### 1.4.2.1 Hematopoetická (dřeňová) forma

K poškození kmenových buněk krvetvorby dochází při dávkách 1-8 Gy, v závislosti na obdržené dávce dochází k atrofii a pancytopenii kostní dřeně. (11, 25)

V prodromální fázi se vyskytuje nauzea, zvracení a průjem. Pokud je během 48 hodin po ozáření pozorován těžký průjem, je vysoká pravděpodobnost letálního průběhu onemocnění. Období latence je poměrně dlouhé, klinické příznaky se objevují obvykle za 21-30 dní po ozáření a trvají 2 týdny. Hlavními letálními projevy jsou infekce spojené s pancytopenií způsobené nedostatečnou funkcí kostní dřeně a hemoragie, vznikající v důsledku poklesu počtu trombocytů v periferní krvi. (11, 25)

V krevním obraze se změny rozvíjejí nejdříve po 24 hodinách po ozáření, čas útlumu jednotlivých typů buněk je různý. Nejrychleji dochází ke snížení hodnot u lymfocytů, poté se hodnoty snižují u ostatních leukocytů, dále u trombocytů a nejpomaleji se hodnoty snižují u erytrocytů. Ke snížení hodnot dochází s maximem za 3 dny po ozáření, klinický obraz se plně rozvíjí 3. až 6. týden po ozáření. (10)

PERIFERNÍ KREV				
Typ buněk		Maximální pokles		Důsledky
LYMFOCYTY	⇒	3. den	⇒	INFEKCE
GRANULOCYTY	⇒	14.–30. den	⇒	INFEKCE
TROMBOCYTY	⇒	14.–30. den	⇒	KRVÁCENÍ
ERYTROCYTY	⇒	30.–60. den	⇒	ANEMIE

**Obrázek 5** - Maximální pokles jednotlivých krevních buněčných typů v periferní krvi po celotělovém ozáření jednorázovým gama zářením (25)

Útlum krvetvorby se projevuje ztrátou funkcí, které jednotlivé krevní buňky zastávají - nedostatečná tvorba erytrocytů má za následek anémii, pokles trombocytů se projevuje zvýšeným nekontrolovatelným krvácením a úbytek granulocytů způsobuje sníženou rezistenci proti infekcím. (10, 11)

Při dávkách, které přesahují hodnotu 6 Gy přetrvávají ostrůvky schopné regenerace, některá ložiska mohou být pouze abortivní, jiná právě postupně regenerují. Kostní dřevě má značnou regenerační schopnost a známky regenerace mohou být patrné už v prvním týdnu po ozáření. (10)

#### **1.4.2.2 Gastrointestinální (střevní) forma**

Střevní buňky jsou citlivé vůči IZ od dávky 4 Gy. Nejcitlivější částí gastrointestinálního traktu vůči IZ je sliznice tenkého střeva (zejména duodena). (10) K poškození střevního epitelu dochází po celotělovém ozáření dávkami 8-30 Gy. V prodromální fázi se vyskytuje nauzea, zvracení, průjem a křeče, poté nastává období latence, které je poměrně krátké (3-5 dní). (25)

Dávka 20 Gy a vyšší způsobuje zastavení reprodukce epiteliálních buněk a v průběhu 4 – 7 dnů dochází k obnažení sliznice. Je narušena resorpce a bariérová schopnost, dochází k natrávení a zvrhovatění sliznice, k hemoragiím a důsledkem toho může vzniknout nekrotická až gangrenózní zánět tenkého střeva. Střevní klky jsou zbaveny epiteliálního krytu a důsledkem je porucha vstřebávání a zvýšené vylučování tekutin, elektrolytů a bílkovin. Poškozené střevní klky jsou zároveň vstupní branou pro bakterie, které mohou proniknout do organismu a způsobit toxémii. Možným důsledkem toxémie je septický šok a následné celkové poškození organismu. (10)

K ireverzibilnímu poškození sliznice tenkého střeva dochází při dávce vyšší než 50 Gy. Při celotělovém ozáření o dávce 10-100 Gy je střevní forma dominantním příznakem vyvíjející se ANO. (10) Smrt nastává v důsledku oběhového selhání, a to do 7-10 dní po ozáření. Nižší dávky způsobují smrt obvykle v pozdějším období, až mezi 14. - 21. dnem po ozáření. (25)

### 1.4.2.3 Neurovaskulární (CNS) forma

Neurovaskulární forma má dvě podformy - vaskulární a mozkovou. Spodní hranicí je radiační dávka 30 Gy, ozáření takovouto dávkou vede ke kardiovaskulárnímu šoku. Výsledkem je ztráta séra a elektrolytů únikem do extravaskulárních tkání s následným edémem mozku, zvýšeným intrakraniálním tlakem a cerebrální anoxií, což může způsobit smrt, která nastane do 2 dní po ozáření. Latentní fáze trvá pouze několik hodin, za 5-6 hodin se klinické příznaky vrací. (25)

Při působení IZ jsou periferní nervy po stránce funkční i morfologické značně radiorezistentní, ovšem při působení IZ na mozkovou tkáň dochází již při nízkých dávkách ke změnám elektroencefalografické aktivity. V míšní tkáni se při dávkách 20 – 30 Gy objevují dystrofické změny, které mohou způsobit až nekrózu tkáně. (10)

Neurovaskulární forma je dominantní při dávkách vyšších než 80 Gy, jejím následkem je vždy smrt. Poškození tkáně je ireparabilní a je dáno buď přímým působením IZ na nervovou buňku, nebo hypoxií, která vzniká v důsledku radiačního poškození mozkových cév. (10)

Neurovaskulární forma akutní nemoci z ozáření vede vždy k smrti. Smrt nastává při dávce do 100 Gy během několika dnů, při dávce 500 Gy během dvou hodin a při dávce vyšší než 1 000 Gy nastává smrt okamžitě. (10)

**Tabulka 1:** Stupeň závažnosti akutní nemoci z ozáření v závislosti na dávce, odpovídající klinická forma a prognóza (10)

stupeň závažnosti	dávka ( $\pm 30\%$ ) Gy	klinická forma	prognóza
lehký	1 – 2	hematopoetická	zcela příznivá
střední	2 – 4		příznivá
těžký	4 – 6		poměrně příznivá
velmi těžký	6 – 10		poměrně nepříznivá
	10 – 80	gastrointestinální	zcela nepříznivá
	80	neurovaskulární	

## 1.5 Chronická nemoc z ozáření

Chronická nemoc z ozáření se rozvíjí nepozorovaně, působením dlouhodobých malých dávek IZ, případně při ozáření nízkým dávkovým příkonem. (10)

### *1. Stádium astenovegetativních obtíží*

V tomto stadiu udává postižený řadu netypických obtíží, jako je únava, malátnost, podrážděnost, noční nespavost, ale i zvýšená potivost, snížená chuť k jídlu a třes prstů a víček. Časté bývají i bolesti hlavy, zejména při psychických a emociálních zátěžích. Mohou se rovněž objevit poruchy neurocirkulační a zažívací. V krevním obraze se může objevit mírná leukopenie, která je způsobena zejména lymfopenií. (10)

Celkový obraz nemocného není zcela typický, mohou se vyskytnout i subfebrilie, typické pro virové onemocnění. Pokud je lékař méně zkušený a zvláště pokud se neseznámí s pracovní anamnézou nemocného, může usuzovat, že se u nemocného jedná pouze o virový nebo povirový stav. (10)

### *2. Stádium výrazné symptomatologie*

Toto stadium je charakteristické vystupňováním obtíží, které se objevují v předcházejícím stadiu. Při laboratorním vyšetření se vyskytuje obraz poškození kostní dřeně. V tomto období je stále ještě možná kompenzace. U neurocirkulačních obtíží se vyskytuje také hypotonie a na snímku RTG vyšetření lze pozorovat začínající známky srdečního selhávání. Při vyšetření kreatininové clearance se objevuje snížení renálních funkcí. Stupňují se bolesti hlavy a je porušena funkce slinivky břišní, která zhoršuje dyspeptické obtíže. Objevuje se nauzea, chronický průjem a úbytek váhy. Snižuje se funkce kůry nadledvinek, objevuje se poškození CNS. Objevit se mohou také důsledky působení IZ na kůži, jako je suchost, ztráta elasticity, lomivost a epilace. Vzhledem ke snížené obranyschopnosti organismu se častěji vyskytují komplikace způsobené infekčním onemocněním postihujícím zejména dýchací cesty a GIT. (10)

### **3. Stádium nereparabilního poškození**

Toto stádium probíhá jako obraz předčasného opotřebování, případně předčasného stárnutí organismu. Je spojené s nereparabilním poškozením některých metabolických pochodů organismu. Objevuje se svalová hypotonie a hypodynamie bez regeneračních možností. Nápadné jsou trofické změny kůže, na sliznicích jsou ulceronekrotické změny a výrazné hemoragie. Obvykle se objevuje příměs krve ve stolici, dochází ke snížené funkci ledvin a detoxikační činnosti jater. Na myokardu jsou patrné dystrofické změny, začínají se objevovat známky katarakty, funkce gonád je snižena až vymizelá. (10)

Při laboratorním vyšetření se objevuje obraz hypoproteinemie a hypercholesterolemie. Dále je znatelná leukopenie, která je provázená buď absolutní lymfopenií nebo již relativní trombocytopenií, lymfocytózou a hyperchromní anemií s úbytkem, případně vymizením, retikulocytů. Dochází k celkovému oslabení organismu, hrozí infekční až septická komplikace. Vzhledem k tomu, že je hladina leukocytů výrazně snižena, místní hnisavá ložiska se neohraničují a dlouho se hojí. (10)

## **1.6 Problematika radonu**

Radon je všudypřítomný přírodní radioaktivní plyn, vyskytují se ve všech materiálech zemské kůry - vzduchu, vodě i zemi, vyskytuje se v atmosféře, hydrosféře i litosféře. Je přítomen v životním i pracovním prostředí, tedy doma, venku i na pracovišti. Radon sám se přeměňuje na další radioaktivní prvky, jako jsou izotopy polonia, olova a vizmutu. Ty jsou příčinou zdravotních problémů, protože se při vdechování zachycují v dýchacích cestách a ozařují je, dokonce se v prostředí s vysokými koncentracemi radonu podařilo prokázat zvýšený výskyt rakoviny plic. Radon vede v průměru k nejvyššímu radiačnímu ozáření populace, průměrná efektivní dávka způsobená radonem je u nás v České republice odhadována na více než 2 mSv ročně. (46)



### **1.6.1 Zdroje radonu v budovách**

Hlavními zdroji radonu v budovách jsou geologické podloží domu, stavební materiál, použitá voda, venkovní vzduch a použitý zemní plyn. (7)

Do budov se radon nejčastěji dostává z geologického podloží pod budovou, kde mohou být koncentrace radonu vysoké. Menší význam má zpravidla uvolňování radonu ze stavebního materiálu, nejméně závažné zdroje radonu jsou z venkovního vzduchu, z podzemní vody a zemního plynu přiváděných do budov. (46)

#### **1.6.1.1 Radon z geologického podloží**

Jak již bylo zmíněno, podloží budovy je zpravidla nejvýznamnějším zdrojem radonu. Koncentrace radonu v domě úzce souvisí s množstvím radonu v podloží a s propustností půdy pro plyny. Významná je také těsnost objektu vůči podloží a intenzita větrání objektu, protože ve vytápěné budově vzniká u podlah sklepa a přízemí mírný podtlak a radon je nasáván z podloží různými prasklinami a netěsnostmi. O velikosti nasávání radonu z podloží rozhoduje jak kvalita základové bariéry vůči podloží, tak i těsnění dveří a oken v obytném prostoru. (7, 48)

#### **1.6.1.2 Radon ze stavebního materiálu**

Běžný stavební materiál je vyroben z přírodních surovin, které obsahují přírodní radionuklidy – tedy i uran se všemi členy své radioaktivní řady. Ve stavebním materiálu dochází k uvolňování radonu obdobně jako v půdě. Jeho přítomnost ve stavebním materiálu vede k ozáření osob, a to jak vdechováním produktů přeměny radonu uniklého ze stavebního materiálu, tak i pronikavým zářením gama, které vzniká ve stavebním materiálu důsledkem radioaktivní přeměny přítomných přírodních radionuklidů. Proto se ukládá výrobcům a dovozcům stavebních materiálů povinnost zajišťovat systematické měření a hodnocení obsahu radia ve vyráběných materiálech. Povinnost ukládá zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a

ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů a vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb., kterou se mění vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně. (50)

### **1.6.1.3 Radon v používané vodě**

Podzemní vody vždy obsahují určité množství radonu, v povrchových vodách je radonu zanedbatelně. Do podzemních vod přechází radon z hornin obsahujících uran a radium a společně s vodou se dostávají do budov. Při používání vody v bytě se část radonu uvolňuje do ovzduší a vytváří zde krátkodobé produkty přeměny radonu, které přispívají k ozáření osob. Pití vody, která obsahuje radon, je z hlediska ozáření považováno za méně významné. (49)

Podle vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb., kterou se mění vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně a podle zákona č. 18/1997, o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, musí voda ve veřejných vodovodech splňovat předepsané limity a jsou pro ni stanoveny směrné hodnoty. (27, 28, 29)

### **1.6.2 Radonový index**

Kombinací dvou základních měřených parametrů – koncentrace radonu v půdním vzduchu a plynopropustnost půd - lze vypočítat radonový index na daném místě a lze charakterizovat statisticky převažující radonový index v geologických jednotkách a prezentovat jej v mapové formě. Hodnocení radonového indexu pozemku je součástí stavebního řízení a podle jeho úrovně se navrhuje odpovídající protiradonová opatření. (31)

### **1.6.2.1 Radonový index v okolí MAPE Mydlovary**

Radonový index v okolí bývalé úpravny uranových rud MAPE Mydlovary je z hlediska vzniku nádorových onemocnění velice důležitý, jelikož se na vzniku zhoubných nádorů také významně podílí. Proto je důležité znát kategorii radonového rizika z geologického podloží v obcích Mydlovary, Zahájí a Olešník.

Radonový index je zanesen do map radonového indexu, které orientačně naznačují průměrnou míru výskytu a tedy i aktivity radonu v různých jednotkách geologického podloží. Tyto mapy mají ovšem pouze orientační charakter a neslouží pro stanovení radonového indexu či míry rizika na konkrétních pozemcích či dokonce v konkrétních objektech. (34)

Mapa radonového indexu pro celou Českou republiku je zobrazena v Příloze B. Mapa radonového indexu pro obce Mydlovary, Olešník a Zahájí je zobrazena v Příloze C. Z mapy je patrné, že v obci Mydlovary je riziko nízké, v okolí obce je riziko přechodné. V obci Zahájí je riziko nízké a přechodné a v obci Olešník je riziko nízké, přechodné a střední.

## **1.7 Těžba a zpracování uranu**

### **1.7.1 Úprava uranových rud**

Základními typy uranových ložisek v České republice jsou žilná ložiska a pískovcová ložiska. Dříve se využívalo obohacování uranových rud gravitačním a radiometrickým tříděním. V současné době probíhá úprava uranových rud hydrometalurgickým zpracováním kyselým nebo alkalickým loužením. Tyto chemické úpravy uranových rud jsou zpravidla zřizovány v centru oblastí dobývání rud. V České republice je v současné době provozovaná jediná úpravna uranových rud v Rožné (Dolní Rožínka). (7)

### 1.7.2 Radionuklidy v uranovém hornictví

V uranovém hornictví se setkáváme s radionuklidy přírodními, konkrétně s radionuklidy uran-radiové rozpadové řady. Ozáření pracovníků v uranovém hornictví je tvořeno třemi podíly. (7)

Prvním podílem je vnější záření gama, rozhodujícím zdrojem záření gama je  $^{226}\text{Ra}$ , které je i významným zářičem alfa, proto byly v uranovém hornictví od roku 1961 zavedeny osobní filmové dozimetry pro zjišťování tohoto ozáření pracovníků. (7)

Druhou složkou je  $^{222}\text{Rn}$ , kterému je v uranovém hornictví přisuzován největší význam, proto byl od samých počátků těžby monitorován. Radon je nejtěžší plyn ze skupiny inertních plynů, je přirozeně radioaktivní. Je mateřským prvkem krátké rozpadové řady tvořené krátkodobými produkty přeměny radonu – jedná se o izotopy  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  a  $^{214}\text{Po}$ . Tyto radionuklidy mají krátký poločas rozpadu - od zlomků sekund po desítky minut. Mají charakter pevných látek, po svém vzniku se vážou na aerosolové částice v ovzduší a při vdechování jsou v závislosti na velikosti aerosolových částic zachycovány v plicích. Samotný radon je většinou vydechnut zpět, takže přispívá k ozáření plicní tkáně jen velice málo. (7)

Třetí složku představují dlouhodobé radionuklidy uran-radiové řady emitující záření alfa  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  a  $^{210}\text{Po}$ , které jsou součástí složky prašného aerosolu v ovzduší. Dlouhodobé radionuklidy jsou v osobní dozimetrii uranového průmyslu zjišťovány a zaznamenávány až od roku 1997, kdy vešel v platnost zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. Do té doby byly zjišťovány pouze nahodile nebo pro potřeby různých studií a jejich podílu na ozáření horníku se nepřisuzoval zásadní význam. (7)

### 1.7.3 Expozice pracovníků

Pro každého pracovníka, který pracuje v riziku IZ, je vedena a archivována osobní dozimetrická karta. V souladu s ustanovenými prováděcími předpisy k zákonu č.

18/1997 Sb., mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, jsou údaje o osobních dávkách pracovníků v uranovém průmyslu zařazeny do státního systému evidence ozáření. Všichni pracovníci přicházející do uranového průmyslu se musí od roku 1949 podrobovat vstupním lékařským prohlídkám, od roku 1954 je zaveden systém pravidelných lékařských prohlídek. (7)

Od roku 1949 do roku 1998 prošlo pracovišti v podzemních uranových dolech téměř 100 000 pracovníků, dalších tisíce pracovníků pracovalo v úpravách, dopravě a na dalších povrchových pracovištích zařazených do rizikové kategorie. To dokladuje významné postavení uranového průmyslu v radiační ochraně České republiky. (7)

Z hlediska zdravotních rizik je v případě uranu nejvíce prozkoumána radioaktivita, proto je zřejmé, že rozpad uranu a následný vznik IZ je významným rizikovým faktorem pro vznik rozmanitých nádorových onemocnění. U lidí neprofesionálně exponovaných se riziko vzniku nádorových onemocnění velice složitě prokazuje, ale u pracovníků v oblasti těžby a úpravy uranu je toto riziko dobře zdokumentováno. Za nejběžnější nádorové onemocnění z povolání je považován karcinom plic, mezi méně častá nádorová onemocnění patří bazaliom či spinaliom, ale může se vyskytnout také akutní nebo chronická myeloidní leukémie nebo karcinom hrtanu. (54)

#### **1.7.4 Možné zdroje ozáření obyvatel a okolí**

Z pracovišť uranového průmyslu může dojít k uvolňování radioaktivních látek do životního prostředí. Při těžbě a zpracování uranových rud, zejména v počátcích provozů, docházelo k prakticky neomezenému uvolňování radionuklidů do půdy, vod a ovzduší. (7)

Z možných zdrojů ozáření obyvatel v okolí těžby a úpravy uranových rud je ozáření možné: (7)

- výduchy z dolů, které znečišťují ovzduší radonem a produkty jeho přeměny
- přepravními trasami rudy, které jsou kontaminovány úsypy na vozovku a přilehlé okolí

- důlními a úpravárenskými vodami s obsahem radionuklidů vypouštěných do vodotečí
- odvaly hlušiny z těžby - jsou zdrojem zevního ozáření, prašnosti s obsahem radionuklidů, exhalace radonu a jako zdroj znečišťující vodu průsaky srážkových vod
- velkými odkalištními plochami - jsou zdrojem exhalace radonu, prašnosti s obsahem radionuklidů z pláží, zevního ozáření a jako potenciální zdroj kontaminace podzemních vod

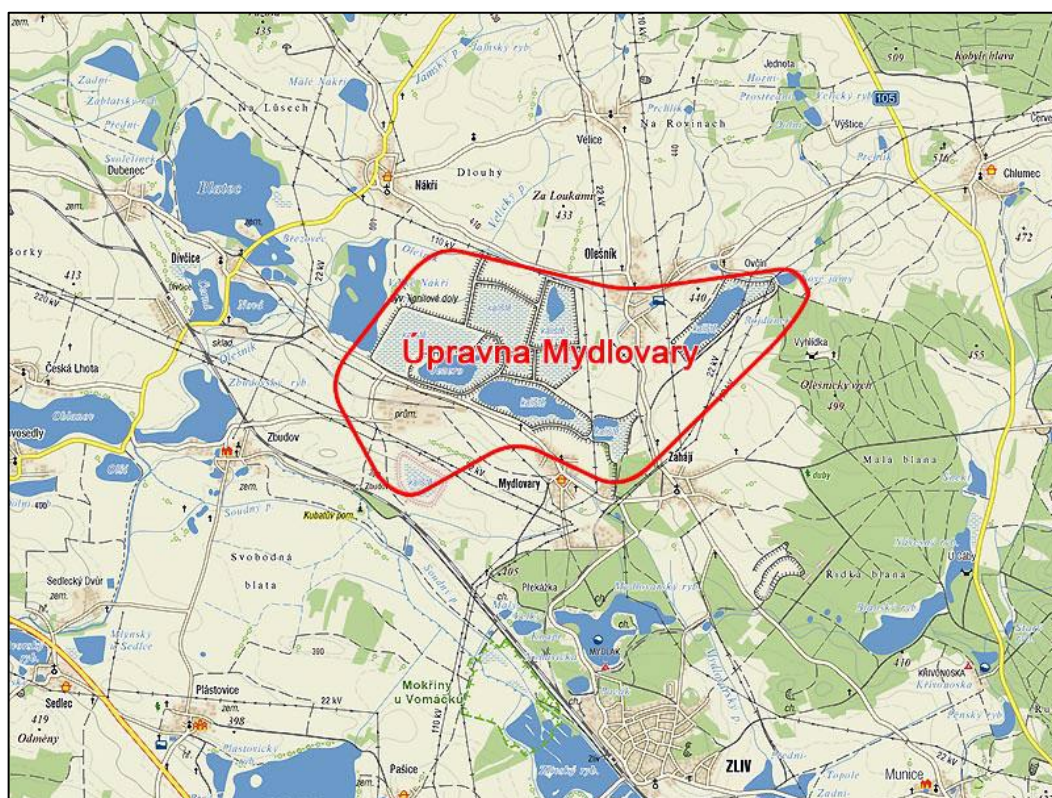
Z uvedených možných zdrojů mohou být ovlivněny základní složky životního prostředí, tedy půda, voda a ovzduší a jejich užíváním i člověk. Jejich sledování je proto součástí monitorování výpustí a okolí těžby a úpravny uranových rud. Zavádí se technická opatření a monitoruje se půda, podzemní i povrchové vody a ovzduší. (7)

#### **1.7.5 Vyřazované provozy těžby a zpracování uranových rud**

Nejdříve byly vyřazeny provozy v lokalitách Jáchymov, Horažďovice, Horní Slavkov, Zálesí-Javorník, Trutnov a mnoho dalších. Po zahájení razantního útlumu těžby uranových rud na počátku devadesátých let začalo vyřazování z provozu v oblastech Zadní Chodov, Příbram, Dyleň, Okrouhlá Radouň, Mydlovary, Olší a Stráž nad Ralskem. Tyto provozy představují zátěž, která ovlivňuje životní prostředí zvýšeným obsahem radionuklidů v ovzduší, půdě i ve vodách. V počátečním období těžby a zpracování uranových rud nebylo zajištěno řízené uvolňování radionuklidů do životního prostředí a vyřazováním z provozu se mnohdy a jen povrchně zahlazovaly stopy po těžbě a zpracování, aniž by se řešily možné dlouhodobé projevy. V současné době jsou areály dekontaminovány a rekultivovány, ale vzhledem k tomu, že touto činností byla narušena původní rovnováha přírodních poměrů, která vznikala dlouhodobě, předpokládá se i dlouhodobá náprava tohoto stavu. (7) Mapa uranových rud v České republice je znázorněna v Příloze A.

## 1.8 Úpravna uranových rud MAPE Mydlovary

V druhé polovině padesátých let byl mimořádný rozvoj těžby uranových rud, který byl provázen odpovídajícím rozvojem zpracovatelských kapacit. Po vyhodnocení technologických vlastností rud perspektivní těžby bylo rozhodnuto o výstavbě nové chemické úpravně, která měla technologie kyselých a karbonátových procesů. Úpravna byla situována, na základě posouzení několika návrhů, asi 20 kilometrů severozápadně od Českých Budějovic a západně od obce Mydlovary. (6, 19, 55)

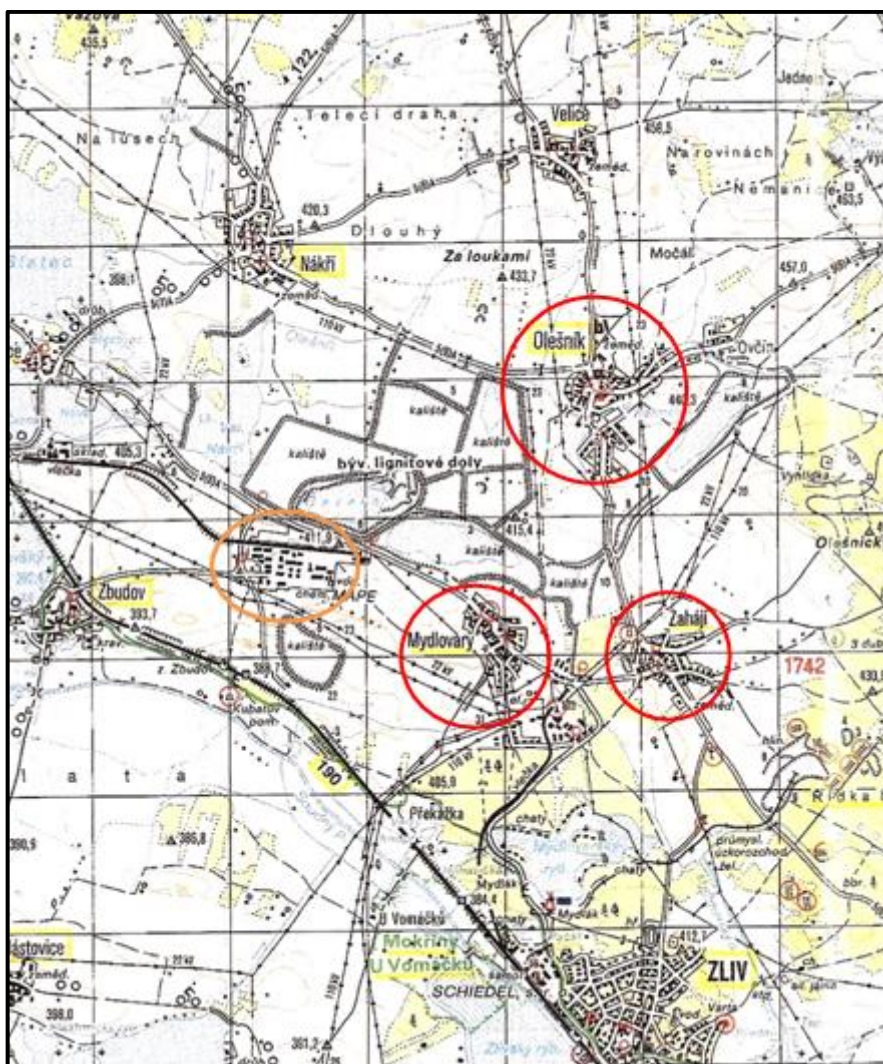


Obrázek 6 - Úpravna MAPE Mydlovary (32)

Úpravna uranové rudy dostala název MAPE Mydlovary - MAPE byl zkrácený název z používané chemikálie MAnганese PErchlorate. Výstavba úpravně uranových rud byla zahájena v roce 1959, zpracování rud začalo 1. 10. 1962. Původní kapacita byla 300 000 tun/rok, postupně byla rozšířena na 600 000 tun/rok. (24, 38, 41, 55)



V bezprostřední blízkosti areálu MAPE a odkališť se nacházejí tři obce – Mydlovary, Olešník a Zahájí. Nejvíce ohroženi jsou obyvatelé Mydlovar a Olešníku, a to radonem, respektive jeho rozpadovými produkty. (30) Poloha obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí vůči úpravně MAPE Mydlovary je znázorněna na obrázku č. 7.



**Obrázek 7** - Výřez turistické mapy – chemická úpravna MAPE Mydlovary (v oranžovém poli) a obce Mydlovary, Olešník a Zahájí (v červeném poli) (17)

Oblast MAPE Mydlovary má mezi ostatními oblastmi výskytu radioaktivní kontaminace specifické postavení, jelikož se zde uranová ruda nikdy nedobývala, ale



vždy se sem pouze dovážela. (8, 55) Ruda, která byla těžená na důlních závodech, totiž svými parametry zdaleka neodpovídala produktu pro export a musela se zpracovávat na uranový koncentrát. (18) V úpravně MAPE se zpracovávala převážně ruda z oblasti Příbrami, západních Čech a Okrouhlé Radouň a pracovalo se jak s kyselým loužením rud kyselinou sírovou, tak i s alkalickým loužením roztoky sody. Během své činnosti zpracoval podnik MAPE Mydlovary přibližně 17 mil. tun uranové rudy. Materiál ze zpracovaných uranových rud se ukládal do přilehlých odkališť, která jsou situována mezi obcemi Mydlovary, Zahájí, Olešník a Dívčice. Do těchto odkališť bylo uloženo asi 36 mil. tun kalů. Celková výměry plochy provozu je 5,2 km<sup>2</sup> a zahrnuje areál úpravní, odkaliště a přilehlé vlečky. (6)

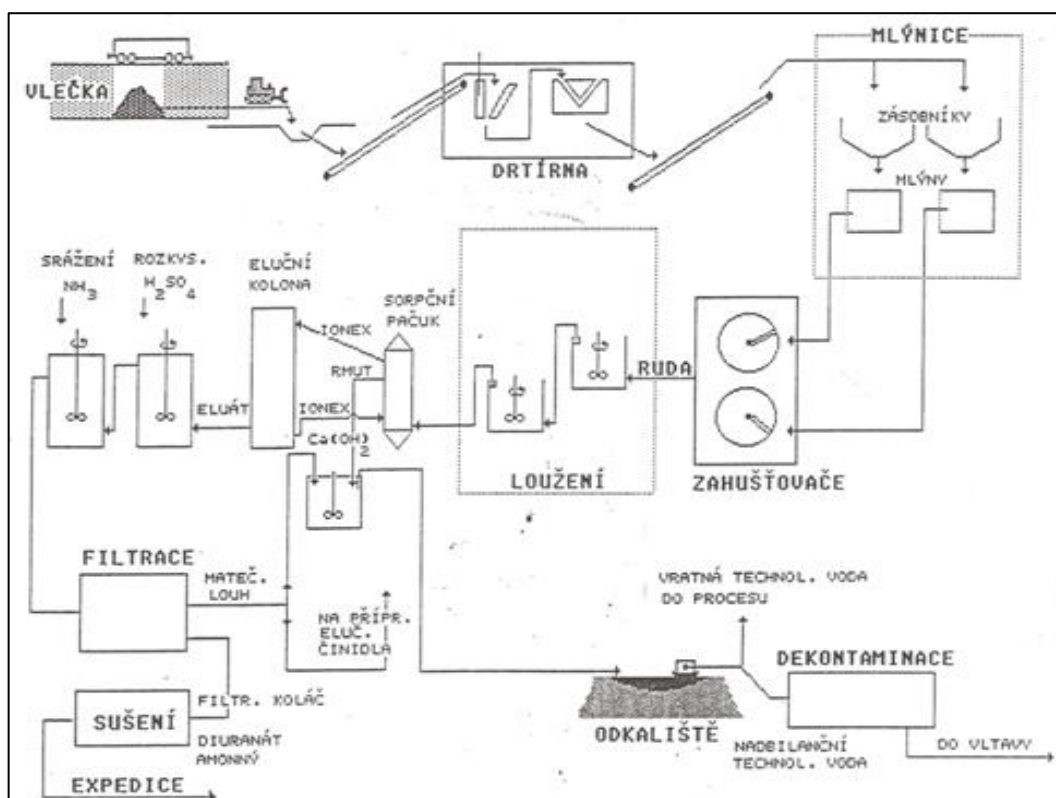
### **1.8.1 Technologie úpravní v MAPE Mydlovary**

V úpravně MAPE Mydlovary se zpracovávala uranová ruda na uranový koncentrát – diuranát amonný. Ruda byla přivážena vlečkou na výklopných vagónech na seřadiště vagónů MAPE, odkud byla dopravena většinou po 4 vagónech na vykládací most, kde se po otevření vagónu ruda vysypala na plato pod mostem. Poté byla nahrnuta buldozerem zásobníku a odtud pásovým dopravníkem dopravena do drtírny, po nadrcení na 30 mm byla přepravena do zásobníku mlýnice a dle charakteru rudy byla ruda dále zpracovávána buď na „kyselé“ lince – loužením kyselinou sírovou nebo na „alkalické“ lince – loužením roztokem sody (rudy s vyšším obsahem uhličitánů). Nadrcená ruda byla umleta v kulových mlýnech na velikost menší než 0,1 mm a umletý rmut byl po přidání flokulačního činidla (polyakrylamidu) zahuštěn v kruhových zahušťovačích. Zahuštěný rmut byl po předehřátí na 80 °C smíchán s loužícím činidlem, do kterého byl přidáván burel (přírodní kysličník mangančitý, který sloužil k převodu U<sup>+4</sup> na U<sup>+6</sup>). (8)

Po uplynutí doby loužení bylo v loužící pulpě upraveno pH na optimální hodnotu pro sorpci. Protože loužící roztok rozpustí z rudy nejenom uran, ale i ostatní složky, jako je molybden, železo, selen, vanad, olovo a arzén, musí být uran ze získaného roztoku oddělen ionexovými výměníky. Po smíchání pulpy s ionexem probíhala

v sorpčních nádržích sorpce vylouženého uranu na ionex a oddělení ionexu od rmutu. Rmut byl na stanici konečné neutralizace neutralizován vápenným mlékem a hydraulicky dopraven potrubím k uložení na odkaliště. Na odkališti došlo k sedimentaci pevné fáze a voda se používala jako vratná technologická voda. (8, 42)

Při technologickém zpracování rudy je z původní radioaktivity odstraněno asi 5 % původní hodnoty, zbylých 95 % radioaktivity zůstává v rudě. Oddělený ionex je eluován v elučních kolonách a vrací se zpět na sorpci. Vzniklý eluát je rozkyselen kyselinou sírovou a uran je plynným čpavkem vysrážen jako diuranát amonný, který je na vakuových filtrech odfiltrován jako tzv. „žlutý koláč“ a je usušen v protiproudé rozprašovací sušárně na žlutý prášek. Vysušený diuranát amonný je plněn do obalů a expedován pro výrobu jaderného paliva, matečný roztok z diuranátu je zčásti použit pro přípravu elučního činidla, nadbilanční část je odvedena přes stanici konečné neutralizace na odkaliště.

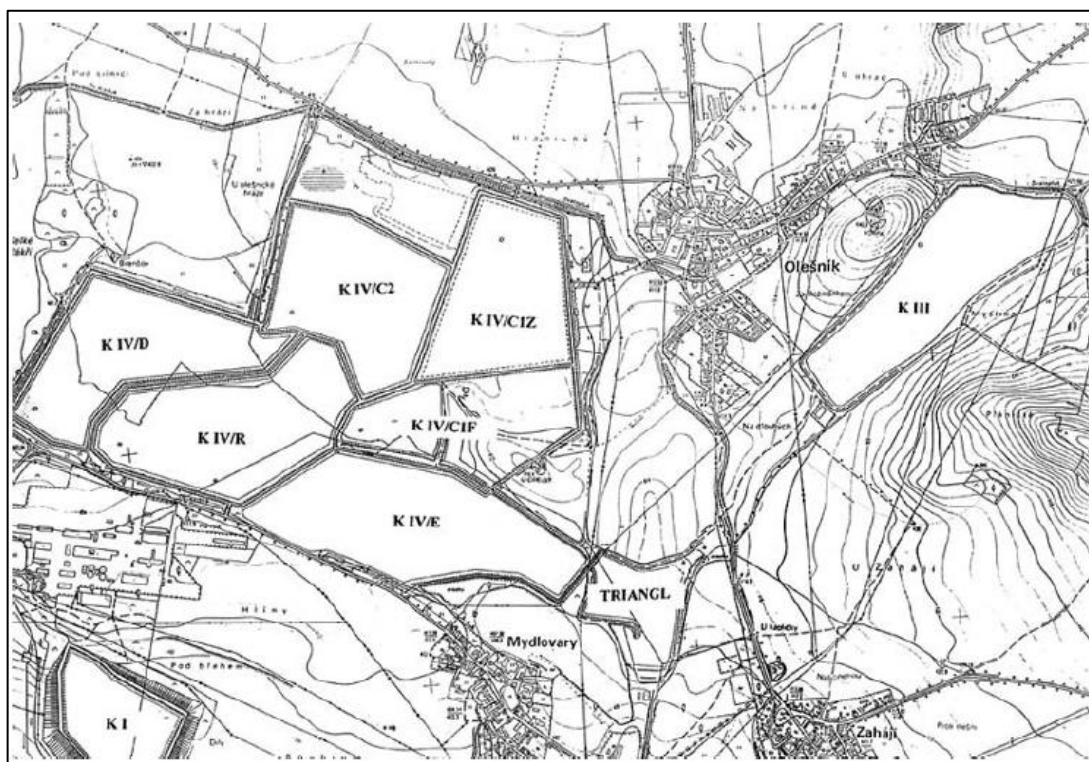


Obrázek 8 - Schéma technologie úpravy MAPE Mydlovary (8)

## 1.8.2 Odkaliště úpravny MAPE Mydlovary

Vyloužená ruda byla ukládána v odkalištích umístěných v prostorách po těžbě lignitu. Těžba lignitu zde probíhala v letech 1910 až 1973, plocha odkališť zaujímá plochu přibližně 227 ha. (41)

Odkaliště jsou situována v prostoru mezi obcemi Mydlovary, Zahájí, Olešník a Dívčice na severním okraji Českobudějovické pánve. Území je odvodňováno v severní části stokou Svatopluk, v jižní části Soudným potokem. Tyto vodní toky tvoří současně napájecí systém rybníční soustavy a přirozený srážkový odtok z oblasti vyúsťuje přes rybníky Zbudovský, Zlivský a Bezdrev do Vltavy. (8)



Obrázek 9 - Mapa odkališť úpravny MAPE Mydlovary (42)

Množství kalů je prakticky stejně velké jako množství vytěžené rudy, protože při obsahu uranu např. 0,1 % zůstane 99,9 % odpadní rudy. Kal obsahuje kromě uranu ještě 85 % původní radioaktivity rudy, protože dlouhodobé rozpadové produkty, jako je například thorium 230 a rádiu 226 se neodstraní. Protože nelze z technických důvodů

získat veškerý uran, obsahuje kal také ještě 5% až 10 % původně v rudě obsaženého uranu. Kal z úpravy uranové rudy byl do odkališť ukládán hydraulickou dopravou – tedy pomocí vody a potrubních tras. Materiál byl na odkaliště dopravován pomocí systému plavící a vratné vody, vody ze systému nesměly proniknout do okolních vod. Kalojem byly označeny jako K I, K II, KIII a K IV. Kalojem K IV se skládá ze sekcí K IV/D, K IV/C2, K IV/C1Z, K IV/R, K IV/C1F, K IV/E. (42)

Významnými kontaminanty pocházejícími z odkališť jsou emise prachu, objemová výdajnost radonu a gama záření. Z výsledků monitorování stavu životního prostředí je zřejmé, že tato odkaliště negativně ovlivňují zejména jakost ovzduší a podzemních vod. Původcem tohoto znečištění jsou vysychající pláže kalojemů, které jsou zdrojem radionuklidů a sekundární prašnost, které je způsobená návozem rekultivačních materiálů na odkaliště. (42)

V lokalitě Olešník existuje pro obyvatele riziko nebezpečí při vdechování manganu v ovzduší. U obyvatel obcí Mydlovary, Zahájí a Olešník existuje riziko vdechování radonu, zevní expozice gama zářením a v případě hypotetického scénáře pití podzemní vody i berylium a kadmium. Z hlediska prachu není zanedbatelná ani aktivita rádia  $^{226}\text{Ra}$  v půdě. (42, 55)

### **1.8.3 Významné radionuklidy vyskytující se v oblasti MAPE Mydlovary**

V této kapitole je stručně popsána problematika radionuklidů vyskytujících se v zájmové oblasti MAPE Mydlovary.

#### **1.8.3.1 Uran**

Uran je bílý lesklý kov, nejdůležitějšími minerály jsou smolinec a karnotit. Všechny izotopy uranu jsou radioaktivní. Přírodní uran tvoří směs tří izotopů:  $^{238}\text{U}$  (s poločasem přeměny  $T_{1/2} = 4,47 \cdot 10^9$  let a zastoupením 99,276 %),  $^{235}\text{U}$  (s poločasem přeměny  $T_{1/2} = 7,1 \cdot 10^5$  let a zastoupením 0,7196 %) a  $^{234}\text{U}$  (s poločasem přeměny  $T_{1/2} = 2,47 \cdot 10^7$  let a zastoupením 0,0057 %). Jadernými reakcemi byly připraveny další

umělé izotopy uranu, v současnosti je prakticky výhradní použití uranu v jaderné energetice. (22)

Uran je pro zdraví člověka nebezpečný jak svou chemickou toxicitou, tak i radioaktivitou. Při vniknutí do organismu zasahuje do metabolismu glycidů, poškozují ledviny, jako cílový orgán jsou uváděny také kosti. Po určité době dochází také k poškození jater, při velké expozici poškozují životně důležitá centra. (22)

Velmi důležitá je zejména chemická forma, ve které k expozici člověka došlo – jedná se zejména o mocenství uranu. Uran vystupuje jako prvek troj-, čtyř-, pěti- a šestimocný. V nižších oxidačních stupních má vlastnosti zásadité, v oxidačním stupni VI se však chová jako prvek amfoterní. Běžně se uran vyskytuje ve formě  $U^{IV}$  a  $U^{VI}$ , rozpustnější jsou sloučeniny šestimocné, které se rychle vylučují močí. Zároveň je důležité také to, jaká část organismu je zasažena (plíce nebo trávicí ústrojí). Při požití nejsou sloučeniny uranu příliš jedovaté, závažnější je inhalační expozice, kde je toxicita ovlivněna také velikostí aerosolových částic. (22)

**Tabulka 2:** Základní vlastnosti  $^{238}U$  a  $^{235}U$  (22)

	$^{238}U$	$^{235}U$
<b>poločas přeměny</b>	4,5 . 10 <sup>9</sup> let	7,13 . 10 <sup>8</sup> let
<b>emise alfa</b>	4,2 MeV	4,5 MeV
<b>emise gama</b>	-	0,143 - 0,204 MeV
<b>emise beta</b>	-	-
<b>zdroj</b>	uranová řada	aktiniová řada
<b>hlavní rezervoár v biosféře</b>	litosféra	litosféra
<b>hlavní způsob expozice člověka</b>	inhalace, ingesce	inhalace, ingesce
<b>stupeň začlenění do potravního řetězce</b>	nízký až střední	nízký až střední
<b>kritický orgán</b>	ledviny, plíce, zažívací trakt	ledviny, plíce, zažívací trakt
<b>stupeň vstřebávání do organismu</b>	velmi nízký	velmi nízký
<b>stupeň retence v organismu</b>	střední	střední

Obecně lze říci, že pro čistý uran je chemická toxicita poněkud závažnější než radiační riziko. V přírodních podmínkách je tomu naopak - uran nevyskytuje v tak dobře rozpustných sloučeninách a hlavně situaci komplikují dceřiné produkty rozpadu uranu, kterými jsou zejména  $^{226}\text{Ra}$  a  $^{222}\text{Rn}$ , jelikož jsou nositeli převážné části radiačního rizika. (22)

### 1.8.3.2 Radium

V elementárním stavu je radium bílý lesklý kov, který se vyskytuje v přírodě prakticky jen s uranem. Je význačným zářičem  $\alpha$  a členem uranové rozpadové řady. Na rozdíl od uranu je nebezpečný pouze radioaktivitou, účinky, které by souvisely s jeho chemickou povahou alkalického kovu, nepřicházejí prakticky v úvahu, jelikož se běžně nevyskytuje ve významných koncentracích. (22)

**Tabulka 3:** Základní vlastnosti radia (22)

<b>poločas přeměny</b>	1 620 let
<b>biologický poločas</b>	900 dní celotělově 12 - 15 let kosti
<b>max. přípustná celotělová aktivita</b>	$3,7 \cdot 10^3$ Bq
<b>mezní roční příjem pro veřejnost</b> - ingescí - inhalací	$2,33 \cdot 10^3$ Bq (rozp.); $9,62 \cdot 10^5$ Bq (nerozp.) $2,5 \cdot 10^3$ Bq (rozp.); $4,81 \cdot 10^2$ Bq (nerozp.)
<b>kritický orgán</b>	kosti
<b>nutriční analog</b>	vápník
<b>hlavní cesty ozáření člověka</b>	ingesce, vnější záření
<b>stupeň zadržování v organismu</b>	vysoký
<b>stupeň vstřebávání do organismu</b>	střední
<b>stupeň začlenění do potravního řetězce</b>	střední

Hlavním izotopem radia vázaným na uran je  $^{226}\text{Ra}$ , který je zářičem  $\alpha$  s poločasem rozpadu 1620 let. Součástí thoriové rozpadové řady je  $^{228}\text{Ra}$ , který má poločas rozpadu 6,7 let. Vázaný na uran nebo thorium se v přírodě vyskytují ještě krátkodobé izotopy  $^{223}\text{Ra}$  s poločasem rozpadu 11,43 dne a  $^{224}\text{Ra}$  s poločasem rozpadu 3,64 dne. Celá řada dalších izotopů se připravuje uměle. (22)

### 1.8.3.3 Radon

Za standardních podmínek je radon nejtěžší plyn ze skupiny inertních plynů, je přirozeně radioaktivní. Radon má tři přirozené izotopy, a to  $^{220}\text{Rn}$  z thoriové rozpadové řady s poločasem přeměny  $T_{1/2}= 51,5$  s,  $^{221}\text{Rn}$  z aktiniové rozpadové řady s poločasem přeměny  $T_{1/2}= 3,9$  s a  $^{222}\text{Rn}$  z uran-radiové rozpadové řady s poločasem přeměny  $T_{1/2}=3,8$  dne. Právě  $^{222}\text{Rn}$  je z těchto tří v přírodě se vyskytujících izotopů radonu dozimetricky nejvýznamnější a z hlediska potenciálního ozáření pracovníků i jedinců z řad obyvatelstva je v podmínkách ČR dominantní. (22)

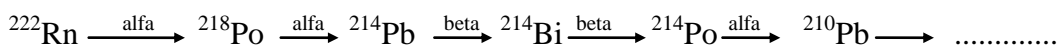
**Tabulka 4:** Základní vlastnosti radonu (22)

<b>poločas přeměny</b>	3,825 dne
<b>biologický poločas</b>	není definován
<b>max. přípustná celotělová aktivita</b>	$3,7 \cdot 10^3$ Bq
<b>odpovídající průměrná objemová aktivita ve vdechovaném vzduchu</b>	$1260 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>radioaktivní rozpad – alfa</b>	5,49 MeV (100 %)
<b>kritický orgán</b>	plíce, zejména bronchiální epitel
<b>hlavní cesty ozáření člověka</b>	inhalace
<b>stupeň zadržování v organismu</b>	zanedbatelný
<b>stupeň vstřebávání do organismu</b>	zanedbatelný
<b>stupeň začlenění do potravního řetězce</b>	zanedbatelný

Ve venkovním prostředí se koncentrace pohybují od  $3,7$  do  $18,5 \text{ Bq}/\text{m}^3$ , průměrně je v České republice udávána koncentrace okolo  $5,5 \text{ Bq}/\text{m}^3$ . Z hlediska rizika ozáření

obyvatelstva je ale podstatně větší riziko zjišťováno v uzavřených prostorech, zejména v bytech. (22)

Dozimetrický význam  $^{222}\text{Rn}$  je založen spíše než na jeho vlastní radioaktivitě na tom, že je začátkem krátké rozpadové řady, tzv. krátkodobých rozpadových (dceřinných) produktů Rn, která je znázorněna v následující řadě: (22)

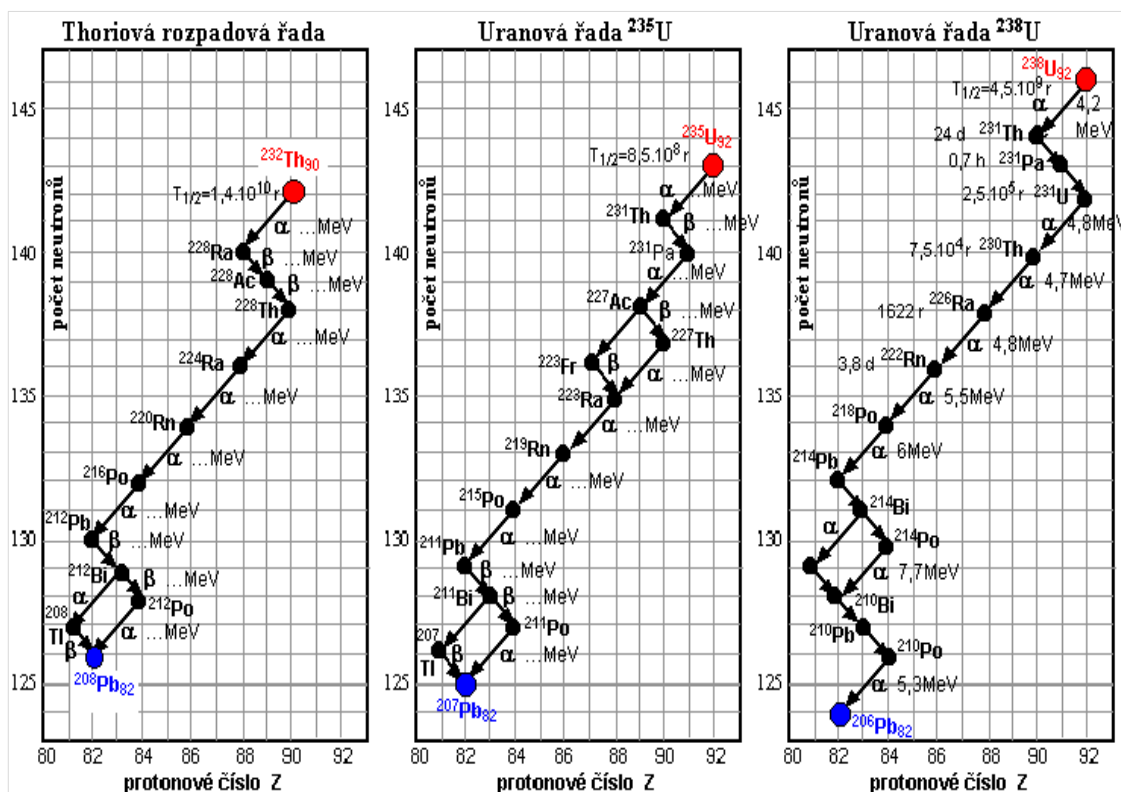


Radionuklidy  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  a  $^{214}\text{Po}$  mají poměrně krátké poločasy rozpadu - od zlomků sekund po desítky minut. Po svém vzniku se vážou na aerosolové částice přítomné ve vzduchu a při vdechování vzduchu jsou zachycovány v plicích, převážně v dolních cestách dýchacích, kde vzhledem k svým krátkým poločasům rozpadu odevzdávají veškerou svou energii. Samotný radon je vydechnut zpět, odhaduje se, že přispívá k ozáření plicní tkáně maximálně 1 - 3 %. (22)

V případě dlouhodobé expozice relativně malými dávkami je považována za dominantní vlastnost karcinogenita, tedy možnost vzniku nádorových onemocnění. Mezi zhoubná onemocnění, která vznikají po celotělovém ozáření, patří zejména leukémie, zhoubná onemocnění plic, tlustého střeva a žaludku. Asi poloviční jsou koeficienty rizika pro zhoubné nádory močového měchýře, prsu, jater, jícnu a štítné žlázy, ještě nižší je hodnota pro kůži a kostní povrchy. (22)

Při posuzování nádorů, u nichž se předpokládá, že mohou být indukovány vlivem ionizujícího záření, je třeba brát v úvahu to, že doba latence od doby ozáření do vzniku nádorových onemocnění je poměrně dlouhá. (22)





Obrázek 10: Přírodní rozpadové řady thoria  $^{232}\text{Th}$  a uranu  $^{235}\text{U}$  a  $^{238}\text{U}$  (53)

#### 1.8.4 Významné neradiační kontaminanty v oblasti MAPE Mydlovary

V této kapitole jsou stručně popsány kontaminanty, které se vyskytují v zájmovém území MAPE Mydlovary a nejsou radioaktivní.

##### 1.8.4.1 Hlavní kontaminanty způsobující karcinogenitu

###### *Chrom*

Chrom je pro organismy jedním ze základních prvků, jeho nedostatek způsobuje diabetes, aterosklerózu a růstové problémy, může způsobit záněty kůže a ekzémy. Nejvíce je chrom akumulován v játrech, ledvinách, slezině a plicích. Při kontaktu kůže s chromem může docházet k řadě alergických reakcí. Požití 0,5 - 1 g dichromanu sodného je fatální, absorpce kůží je rovněž velmi nebezpečná. Způsobuje průjmy,

krvácení ze žaludku, poruchy jater a ledvin a křeče, dlouhodobá inhalace chromátového prachu způsobuje narušení nosní přepážky a ztrátu čichu, dermální kontakt s chromem může vyvolat vředy. Mezi zdravotně nejzávažnější účinky chromu patří jeho karcinogenní účinky, při delší expozici může chrom způsobit rakovinu plic, kromě toho se vyskytují i nádory zažívacího traktu a kůže. Popsány jsou také mutagenní účinky u lidských lymfocytů v podmínkách in vitro i in vivo. (23)

### ***Měď***

Pro organismy je měď jedním ze základních prvků, přes potravní řetězce se dostává do vyšších organismů. V organismu se měď akumuluje v játrech, mozku a ledvinách. Ve vysokých dávkách je měď pro organismus toxická, požití větší dávky způsobuje akutní otravu, která se projevuje žaludeční nevolností, zvracením a průjmy. Při vážné otravě nastává kóma, případně i smrt. Inhalace prachu a výparu solí mědi způsobuje podráždění nosní dutiny, inhalace výparů kovové mědi způsobuje nevolnosti, bolesti žaludku a průjmy. Dlouhodobá expozice vede k usazování mědi v plicích a způsobuje fibrózu, případně některé druhy nádorových onemocnění v plicích a játrech. (23)

### ***Arsen***

Arsen existuje elementárně ve dvou formách - běžnou stabilní formou je šedý neboli kovový arsen, žlutý arsen je nestabilní. K expozici As může dojít požitím, inhalací, případně dermální absorpcí. Příznaky akutní otravy arsenem jsou stahování hrdla, dysfagie, zvracení a průjem. Tyto příznaky se objevují několik minut až hodin po požití a mohou mít trvalé následky, dlouhodobější expozice ingescí může způsobit kožní a nervová onemocnění. Inhalace a dermální kontakt způsobují podráždění nosních dutin, dermatitidu a kožní alergie a nervové poruchy. Arsin a halogenidy arsenu jsou nejtoxičtější formy arsenu, tyto sloučeniny jsou přijímány erytrocyty, způsobují hemolýzu, destrukci červených krvinek, mohou poškozovat ledviny a způsobit smrt.

Arsen je klasifikován jako karcinogen, jeho inhalace způsobuje rakovinu plic, jeho ingesce způsobuje rakovinu vnitřních orgánů, jako jsou ledviny, játra, plíce a močový měchýř. (23)

### ***Berylium***

Berylium je lehký stabilní kov, který je přijímán organismy požitím nebo inhalací. Negativní účinky požitého berylia nebyly prokázány, inhalace berylia může způsobit akutní plicní onemocnění, jako je bronchitida, záněty plic, edém plicních sklípků, apod. Absorpce berylia kůží je omezená, může však vyvolat kožní onemocnění. Berylium je klasifikováno jako pravděpodobný lidský karcinogen, expozice berylia v ovzduší může způsobovat rakovinu plic. (23)

### ***Nikl***

Nikl je biogenní, esenciální prvek, v přírodě se vyskytuje převážně ve formě sulfidů a křemičitanů. Nejzávažnějším následkem zpravidla dlouhodobé profesionální expozice bývá výskyt rakoviny plic, nosní dutiny a poněkud vzácněji hrtanu. Kromě karcinogenních účinků má nikl účinky alergenní. (23)

### ***Železo***

Železo je pro život nezbytným prvkem, který má velký a mnohostranný biologický význam, jelikož je součástí hemoglobinu a některých dýchacích fermentů. Je proto důležitý pro funkce životně zcela nezbytné, jako je krvetvorba, transport a využití kyslíku v organismu. (23)

Závažná je jedovatost oxidů železa, které se vyskytují v dýmech vznikajících při tavení a sváření. Vdechování těchto dýmů dráždí dýchací cesty a může způsobit onemocnění podobné horečce slévačů. Toto onemocnění vzniká při chronické inhalaci. Nebezpečný je také účinek prachu některých železných rud. Po dlouhodobé inhalaci jemného železného prachu vzniká plicní prašné onemocnění - siderosa. K onemocnění dochází po inhalaci vyšších koncentrací prachu za více než 10 let práce. Klinicky se nalézá u vyvinutých případů velmi často obraz chronické bronchitidy. Siderosa přispívá ke vzniku plicní tuberkulózy nebo nádorů plic. (23)

### ***Nepolární extrahovatelné látky***

Do této skupiny látek patří široké spektrum produktů zpracování ropy od nízkovroucích, přes středně vroucí až po materiály na bázi dehtu a mazutu, obecně se jedná o směsi uhlovodíků. Nepolární extrahovatelné látky jsou směsí alifatických a aromatických látek a právě aromatická složka je biologicky agresivní, zejména při styku s pokožkou, kdy může způsobovat dermatózy a u některých případů i nádorová onemocnění kůže. Obecně platí, že rizikovost těchto látek klesá směrem od lehkých uhlovodíků k uhlovodíkům těžkým. Obecně ovšem platí, že nepolární extrahovatelné látky jsou spíše než pro člověka toxičtější pro vodní organismy. (23)

#### **1.8.4.2 Další kontaminanty**

##### ***Hliník***

Hliník je kumulativní kov, který se hromadí v kostech a v plicích, vdechování hliníkového prachu způsobuje aluminózu plic. Inhalace hliníkového prachu může způsobovat chronickou aluminózu, plicní fibrózu, chronickou bronchitidu případně encefalopatii a poruchy srážlivosti krve. V oblastech se zvýšenou koncentrací hliníku v pitné vodě byl zjištěn zvýšený výskyt neurologických poruch. Při inhalační expozici většího množství hliníkového prachu může docházet k zánětu plic a k horečce, může vzniknout také kašel a astma. Chronická toxicita bývá spojována s výskytem Alzheimerovy choroby. Karcinogenní účinky hliníku nejsou prokázány, proto není klasifikován jako karcinogen. (23)

##### ***Mangan***

Mangan je pro organismy základním prvkem, ve větším množství je ale toxický. Požitý mangan většinou nemá negativní účinky, naopak inhalovaný mangan je toxický, dlouhodobá expozice manganem má negativní účinky na plíce a nervový systém a způsobuje bronchitidu, záněty plic, neurologické a psychické poruchy. Z hlediska karcinogenity nelze mangan klasifikovat jako lidský karcinogen vzhledem k nedostatku relevantních dat. (23)

### **Zinek**

Zinek je nezbytný pro funkci různých enzymů, vyskytuje se prakticky ve všech rostlinných a živočišných tkáních. Při nedostatku zinku v organismu dochází k dermatitidě, anorexii, hubnutí a zpomalení růstu. Karcinogenita zinku není prokázána, ale je podezříván z kokarcinogenity. (23)

### **Amonné ionty $NH_4^+$**

Organismy přijímají  $NH_4^+$  požitím, vdechováním a dermální kontaktem, cílovými orgány při expozici jsou dýchací orgány a oči. Inhalace par může způsobit závažné podráždění nebo popálení dýchacích cest, záněty nebo plicní edémy, kontakt s pokožkou nebo očima způsobuje silné podráždění nebo popáleniny. Při dlouhodobém působení na oči může dojít k oslepnutí. Ingesce může způsobit popáleniny dutiny ústní a trávicího traktu. Karcinogenní účinky  $NH_4^+$  nebyly zkoumány. (23)

### **Sírany**

Sírany se dostávají do životního prostředí z odpadních vod nebo atmosférickou depozicí. Příjem síranů je především ingescí, příjem inhalací je zanedbatelný. Sírany patří mezi nejméně toxické anionty, nicméně při vysokých koncentracích mohou dráždit zažívací ústrojí a způsobovat dehydrataci. (23)

### **Chloridy**

Chloridy jsou jednou z makrosložek vod a jsou nejvýznamnější formou výskytu chloru ve vodách prakticky všech druhů. (23)

### **Dusičnany**

Dusičnany jsou poměrně stabilní součástí složení vod, jsou také významnou složkou tzv. dusíkového koloběhu a společně s dusitany patří k tzv. oxidovaným formám dusíku. Dusičnany ani dusitany nepůsobí přímo karcinogenně, ale existují obavy, že mohou zvyšovat riziko vzniku nádorových onemocnění. O vztahu mezi dusičnany a zhoubnými nádory zatím není dostatek epidemiologických důkazů. (23)

### 1.8.5 Zdroje kontaminace úpravny MAPE Mydlovary

Ovlivnění složek životního prostředí provozem chemické úpravny bylo způsobeno (a v některých případech stále je) těmito zdroji kontaminace: (8)

- vykládka rudy – méně významný zdroj kontaminace prašnosti, protože převážná ruda byla převážně vlhká, případně bylo možné zapojit na vykládacím mostě zvlhčovací zařízení
- ventilační komín – byl 80 metrů vysoký, odváděl do ovzduší očištěný vzduch z odsávacího a ventilačního systému technologických aparátů a budov, v odváděném vzduchu byl rudný prach, aerosoly  $H_2SO_4$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $SO_2$  a  $NO_x$
- komín sušárny diuranátu – odváděl teplý vzduch a páry po sušení diuranátu amonného – vzduch procházel filtry k zachycení zbytků diuranátu, přesto část diuranátu procházela přes očištěná zařízení
- suché pláže odkališť – v případě vysušení naplavených pláží a silnějšího větru docházelo k víření a roznášení prachu z odkališť do okolí
- odkaliště – jsou zdrojem radonu a rozpadových produktů radonu, které vítr roznáší do okolí, průsaky kalištních vod do podzemí ovlivňují podzemní vody v okolí odkališť
- nadbilanční technologické vody – byly vody silně mineralizované s obsahem uranu, radia a stopových prvků, tyto vody byly vypouštěny do Vltavy
- splaškové vody – splašková a dešťová kanalizace byla propojena a docházelo k průniku radioaktivních kontaminantů do splaškových vod a ke kontaminaci vod Soudného potoka

Radioaktivní zátěž po chemické úpravně uranových rud MAPE Mydlovary lze rozdělit do dvou základních problematik: (37)

1. Vlastní areál chemické úpravny včetně technologických celků a vlečky
2. Odkaliště a jejich technologická vybavení

### 1.8.6 Úpravna MAPE Mydlovary v současnosti

Úpravna MAPE Mydlovary představuje pro životní prostředí jednu z největších zátěží, která vznikla po těžbě a úpravě uranových rud v České republice. Areál vlastní chemické úpravy byl částečně zlikvidován, dekontaminován a předán k privatizaci, odkaliště jsou jako zdroj významné ekologické zátěže postupně sanována a rekultivována. (6, 36)

Koncepce sanačních a rekultivačních prací spočívá v zabezpečení stability hrází, likvidaci nadbilančních vod z odkališť, vyplnění sanačním materiálem a překrytí povrchu odkališť. Tato překryvná vrstva je rozhodující pro odstínění záření z uloženého rmutu, omezení průsaku vod do odkaliště a snížení exhalace radonu. Závěrečnou fází sanace je rekultivace zatravněním, osazením dřevinami a oplocení rekultivovaných ploch. (6, 8, 20)

V roce 1990 upozornila veřejně ekologická organizace Greenpeace na nebezpečí, spočívající u obcí Mydlovary, Zahájí a Olešník. Organizace zaslala výzvu československé vládě, předsedovi JČKNV a podniku MAPE Mydlovary a otevřela tak problematiku MAPE z pohledu trvalé zátěže životního prostředí a obyvatel. Požadavky organizace Greenpeace z 22. 1. 1990 jsou v Příloze D. (42)

Zpracování uranových rud v úpravně MAPE Mydlovary bylo ukončeno 1. 11. 1991. Za dobu provozu úpravy bylo zpracováno 16 745 835 t uranové rudy, a to ve dvou hlavních technologických linkách – kyselé loužení (při kterém bylo zpracováno celkem 13 mil. tun uranové rudy) a alkalické loužení (při kterém bylo zpracováno celkem 4 mil. tun uranové rudy). (30, 39, 41)

S problematikou sanace je úzce svázáno nakládání s odkalištními vodami, protože bez odstranění vody z kaliště nelze sanaci ukončit. Čištění drenážních vod bude nutné jak po dobu sanace, tak i po skončení sanačních prací, jelikož bude docházet k postupnému uvolňování vody vázané na vylouženou rudu. (41) Následky činností úpravy MAPE Mydlovary se budou odstraňovat ještě mnoho let, odhad doby čištění drenážních vod je kolem 100 let. (40)

## **2 Hypotézy a metodika výzkumu**

### **2.1 Cíle práce**

Prvním cílem práce je analyzovat a srovnat úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary a u obyvatel České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění).

Druhým cílem práce je vyhodnotit vliv radiační zátěže na úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary.

### **2.2 Hypotéza**

U obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary je úmrtnost na nádorová onemocnění větší než u obyvatel celé České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění).

### **2.3 Metodika výzkumu**

V této práci jsou použity informace z odborné literatury, internetu, sborníků a ze studií a příloh týkajících se bývalé chemické úpravny MAPE Mydlovary. Data týkající se obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí jsem získala od praktických lékařů daných obcí, data týkající se České republiky jsem získala z Českého statistického úřadu (ČSÚ). Data se týkají počtu úmrtí na nádorová onemocnění a jsou sbírána od roku 1971 do roku 2010. Data za předchozí roky se mi nepodařilo nikde získat, ale vzhledem k tomu, že provoz v úpravně uranových rud MAPE Mydlovary byl zahájen v roce 1962 a dobu latence pro vznik nádorových onemocnění můžeme počítat přibližně 10 let, pro tento výzkum by měla být získaná data dostačující. Je nutné poznamenat, že doba latence pro vznik nádorových onemocnění se může samozřejmě lišit, záleží na daném jedinci a druhu nádorového onemocnění, v tomto výzkumu se ale počítá s průměrnou dobou latence, která je 10 let.



Nejdříve jsem shromažďovala data z obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí, které leží v bezprostřední blízkosti úpravny MAPE Mydlovary. Data bylo velice problematické dohledat, bohužel se mi nepodařilo shromáždit také ostatní důležité epidemiologické charakteristiky osob, zejména ty, které by mohly mít na vznik nádorových onemocnění vliv (jako je například věk, pohlaví, zaměstnání, informace o životním stylu, např. kouření, aj.), jelikož chorobopisy pacientů už nejsou v současné době k dispozici. Data z obcí Mydlovary a Zahájí mi poskytl MUDr. Georgi Markov, který působil jako praktický lékař ve Zlivi. MUDr. Markov působil jako praktický lékař pro obce Zliv, Mydlovary a Zahájí od roku 1966 do roku 2010. Kontakt na pana doktora Markova jsem získala od praktické lékařky pro děti a dorost ve Zlivi. Data z obce Olešník mi poskytl MUDr. Jiří Vodička, který působí jako praktický lékař pro obce Olešník, Dříteň a Dívčice.

Dále jsem hledala vhodnou obec, se kterou bych mohla získaná data srovnat. Vytipovala jsem některé obce, které mají podobný počet obyvatel a podobné radonové podloží jako obce Mydlovary, Olešník a Zahájí. Navštívila jsem praktické lékaře v těchto obcích, ale takto stará data už lékaři v těchto obcích bohužel nemají. Nakonec jsem toto téma konzultovala s RNDr. Jiřím Kosem z Jihlavy a na jeho doporučení jsem problematiku konzultovala s MUDr. Zdeňkem Šmerhovským, Ph.D. z Ministerstva zdravotnictví a s RNDr. Markem Malým, CSc. ze Státního zdravotního ústavu. Nakonec jsme dospěli k závěru, že nelze vytipovat vhodnou obec, ve které by obyvatelé žili ve stejných podmínkách jako v obcích Mydlovary, Olešník a Zahájí, jelikož by se o všech obcích musely sehnat velice podrobné informace. Existuje totiž mnoho okolností, které mohou počty vzniklých nádorových onemocnění a počty úmrtí na nádorová onemocnění výrazně ovlivnit a výsledky by proto nemusely být zcela validní. Proto jsme se rozhodli data získaná z obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí srovnat s celorepublikovým úmrtím na nádorová onemocnění.

Údaje o počtech úmrtí a úmrtích na nádorová onemocnění v jednotlivých obcích jsem získávala od praktických lékařů, údaje o počtech obyvatel v jednotlivých obcích jsem získávala z ČSÚ. Data o počtech obyvatel, o počtech úmrtí a počtech úmrtí na

nádorová onemocnění v České republice za jednotlivé roky jsem získala také z ČSÚ. Data od praktických lékařů jsem získávala pomocí nestandardizovaných rozhovorů.

V této diplomové práci je použit kvantitativní výzkum. Získaná data jsou zanesena do tabulek a dále jsou statisticky zpracována. Statistické zpracování jsem provedla s pomocí doc. Ing. Ladislava Beránka, CSc., MBA. Hodnocení získaných dat u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary i u obyvatel České republiky je provedeno pomocí neparametrického testování. Data byla statisticky zpracována pomocí Fisherova exaktního testu s hladinou významnosti testu  $\alpha = 0,2$ .

## **3 Výsledky**

### **3.1 Data získaná od praktických lékařů a z ČSÚ**

V následujících tabulkách jsou zobrazena data týkající se obyvatel obcí v okolí bývalé chemické úpravný uranových rud MAPE Mydlovary a data týkající se obyvatel České republiky. Jedná se o data za období od roku 1971 do roku 2010, v tabulkách jsou znázorněny počty obyvatel, počty celkových úmrtí a počty úmrtí na nádorová onemocnění v jednotlivých letech. Základním souborem jsou obyvatelé obcí v okolí bývalé úpravný MAPE Mydlovary, srovnávacím souborem jsou obyvatelé celé České republiky.

#### **3.1.1 Výsledky šetření u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary**

Následující tabulky poskytují údaje získané o obyvatelích obcí v okolí bývalé úpravný uranových rud MAPE Mydlovary. Jedná se o základní soubor, kdy základním souborem jsou obce v bezprostřední blízkosti areálu MAPE Mydlovary, tedy obec Mydlovary, obec Olešník a obec Zahájí.

##### **3.1.1.1 Obec Mydlovary**

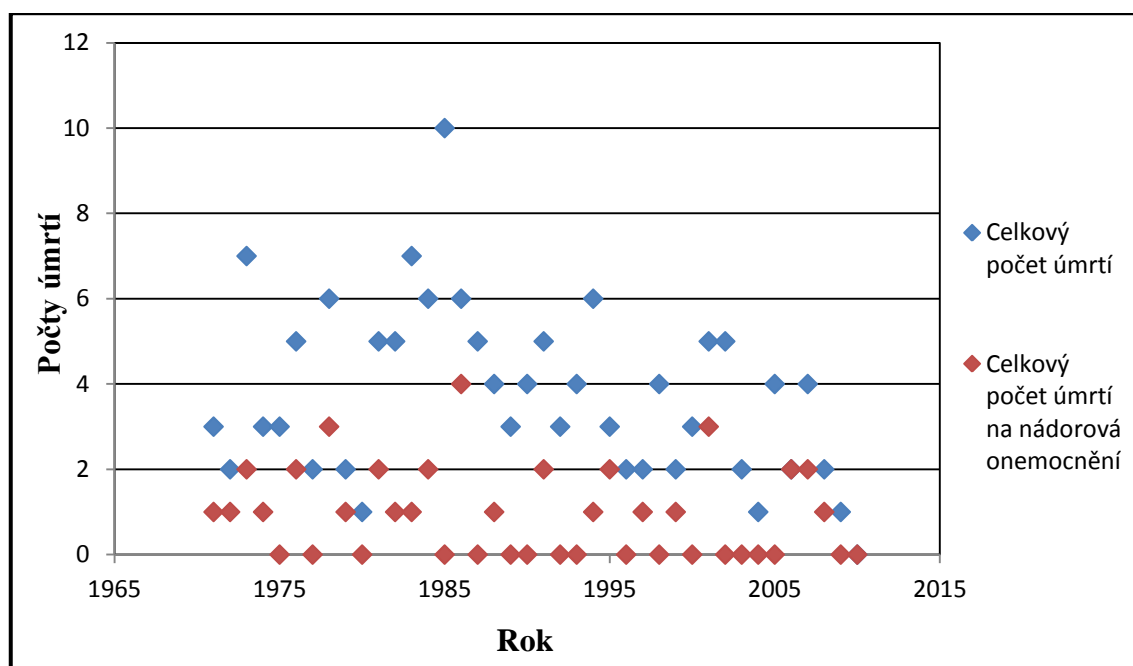
Obec Mydlovary je samostatnou obcí od roku 1991, do roku 1990 spadaly Mydlovary pod obec Dívčice. Proto jsou data o počtu obyvatel dostupná až do roku 1991, kdy se obec osamostatnila. Data o počtu obyvatel jsou získána z ČSÚ. Přesto se mi podařilo získat také počty obyvatel z roku 1970 a 1980, a to z internetových stránek Sčítání lidu, domů a bytů. Díky tomu se počty obyvatel, které nebyly za některé roky známy, dopočítaly pomocí lineární interpolace. Počty obyvatel dopočítané pomocí lineární interpolace jsou v tabulce znázorněny červenou barvou. Data o celkovém počtu úmrtí a o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění poskytl bývalý praktický lékař pro Mydlovary, MUDr. Georgi Markov.

**Tabulka 5:** Data o počtu obyvatel, o celkovém počtu úmrtí a o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění u obce Mydlovary, zdroj: vlastní výzkum

Rok	Počet obyvatel	Celkový počet úmrtí	Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění
1971	(1970) 388	3	1
1972	382	2	1
1973	377	7	2
1974	372	3	1
1975	367	3	0
1976	362	5	2
1977	357	2	0
1978	352	6	3
1979	347	2	1
1980	342	1	0
1981	334	5	2
1982	327	5	1
1983	319	7	1
1984	312	6	2
1985	305	10	0
1986	298	6	4
1987	291	5	0
1988	283	4	1
1989	276	3	0
1990	268	4	0
1991	260	5	2
1992	273	3	0
1993	275	4	0
1994	271	6	1
1995	268	3	2

<b>Rok</b>	<b>Počet obyvatel</b>	<b>Celkový počet úmrtí</b>	<b>Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění</b>
<b>1996</b>	267	2	0
<b>1997</b>	255	2	1
<b>1998</b>	268	4	0
<b>1999</b>	273	2	1
<b>2000</b>	277	3	0
<b>2001</b>	273	5	3
<b>2002</b>	267	5	0
<b>2003</b>	277	2	0
<b>2004</b>	283	1	0
<b>2005</b>	277	4	0
<b>2006</b>	285	2	2
<b>2007</b>	309	4	2
<b>2008</b>	308	2	1
<b>2009</b>	307	1	0
<b>2010</b>	300	0	0

**Graf 1:** Celkové počty úmrtí a celkové počty úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obce Mydlovary, zdroj: vlastní výzkum



### 3.1.1.2 Obec Olešník

Obec Olešník byla ve všech letech, za která jsou data sbírána, samostatnou obcí, proto nenastal problém s tím, že by nešlo v některých letech počty obyvatel dohledat. Data o počtu obyvatel jsou získána ČSÚ. Data o celkovém počtu úmrtí a o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění poskytl praktický lékař obce Olešník, MUDr. Jiří Vodička.

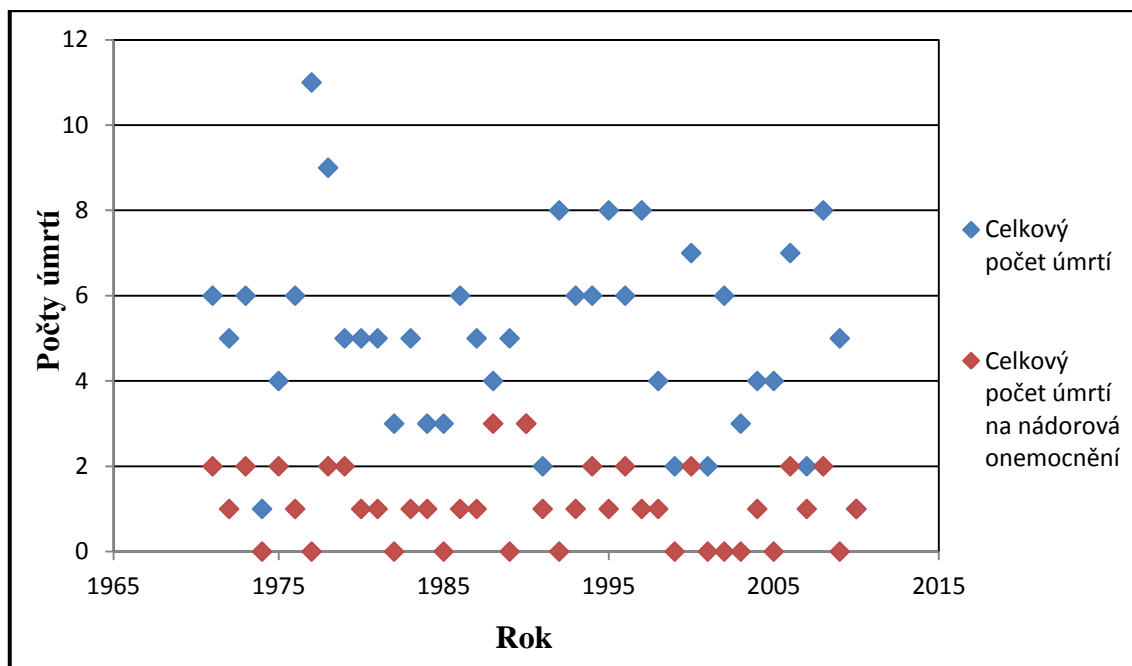
**Tabulka 6:** Data o počtu obyvatel, o celkovém počtu úmrtí a o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění u obce Olešník, zdroj: vlastní výzkum

<b>Rok</b>	<b>Počet obyvatel</b>	<b>Celkový počet úmrtí</b>	<b>Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění</b>
1971	768	6	2
1972	763	5	1
1973	774	6	2
1974	769	1	0
1975	763	4	2
1976	764	6	1
1977	753	11	0
1978	750	9	2
1979	738	5	2
1980	735	5	1
1981	737	5	1
1982	742	3	0
1983	732	5	1
1984	745	3	1
1985	753	3	0
1986	757	6	1
1987	764	5	1
1988	767	4	3
1989	759	5	0
1990	754	3	3
1991	747	2	1
1992	729	8	0
1993	736	6	1
1994	738	6	2
1995	712	8	1

<b>Rok</b>	<b>Počet obyvatel</b>	<b>Celkový počet úmrtí</b>	<b>Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění</b>
<b>1996</b>	706	6	2
<b>1997</b>	704	8	1
<b>1998</b>	703	4	1
<b>1999</b>	703	2	0
<b>2000</b>	715	7	2
<b>2001</b>	719	2	0
<b>2002</b>	717	6	0
<b>2003</b>	726	3	0
<b>2004</b>	729	4	1
<b>2005</b>	735	4	0
<b>2006</b>	743	7	2
<b>2007</b>	745	2	1
<b>2008</b>	751	8	2
<b>2009</b>	763	5	0
<b>2010</b>	770	1	1



**Graf 2:** Celkové počty úmrtí a celkové počty úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obce Olešník, zdroj: vlastní výzkum



### 3.1.1.3 Obec Zahájí

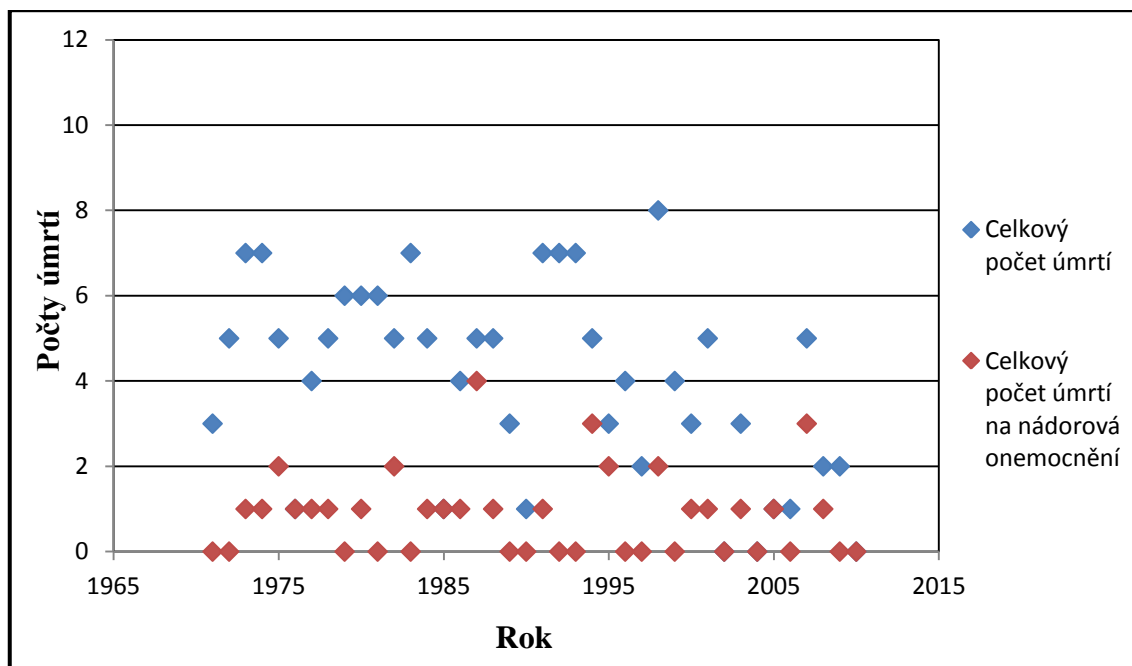
Obec Zahájí byla do roku 1975 samostatnou obcí, od roku 1976 do roku 1990 spadalo Zahájí pod město Zliv, od roku 1991 bylo Zahájí opět samostatnou obcí. Proto jsou data o počtu obyvatel dostupná do roku 1975 a poté až od roku 1991. Data o počtu obyvatel jsou získána z ČSÚ. Počty obyvatel od roku 1976 do roku 1990 se opět dopočítaly pomocí lineární interpolace. Počty obyvatel dopočítané pomocí lineární interpolace jsou v tabulce znázorněny červenou barvou. Data o celkovém počtu úmrtí a o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění poskytl stejně jako obce Mydlovary, bývalý praktický lékař pro Zahájí, MUDr. Georgi Markov.

**Tabulka 7:** Data o počtu obyvatel, o celkovém počtu úmrtí a o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění u obce Zahájí, zdroj: vlastní výzkum

Rok	Počet obyvatel	Celkový počet úmrtí	Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění
1971	405	3	0
1972	396	5	0
1973	399	7	1
1974	402	7	1
1975	401	5	2
1976	399	1	1
1977	396	4	1
1978	394	5	1
1979	391	6	0
1980	389	6	1
1981	387	6	0
1982	385	5	2
1983	383	7	0
1984	381	5	1
1985	379	1	1
1986	377	4	1
1987	375	5	4
1988	373	5	1
1989	371	3	0
1990	369	1	0
1991	367	7	1
1992	359	7	0
1993	365	7	0
1994	358	5	3
1995	359	3	2

<b>Rok</b>	<b>Počet obyvatel</b>	<b>Celkový počet úmrtí</b>	<b>Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění</b>
1996	351	4	0
1997	353	2	0
1998	359	8	2
1999	353	4	0
2000	354	3	1
2001	359	5	1
2002	375	0	0
2003	368	3	1
2004	365	0	0
2005	376	1	1
2006	385	1	0
2007	396	5	3
2008	438	2	1
2009	440	2	0
2010	454	0	0

**Graf 3:** Celkové počty úmrtí a celkové počty úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obce Zahájí, zdroj: vlastní výzkum



### 3.1.2 Výsledky šetření u obyvatel celé České republiky

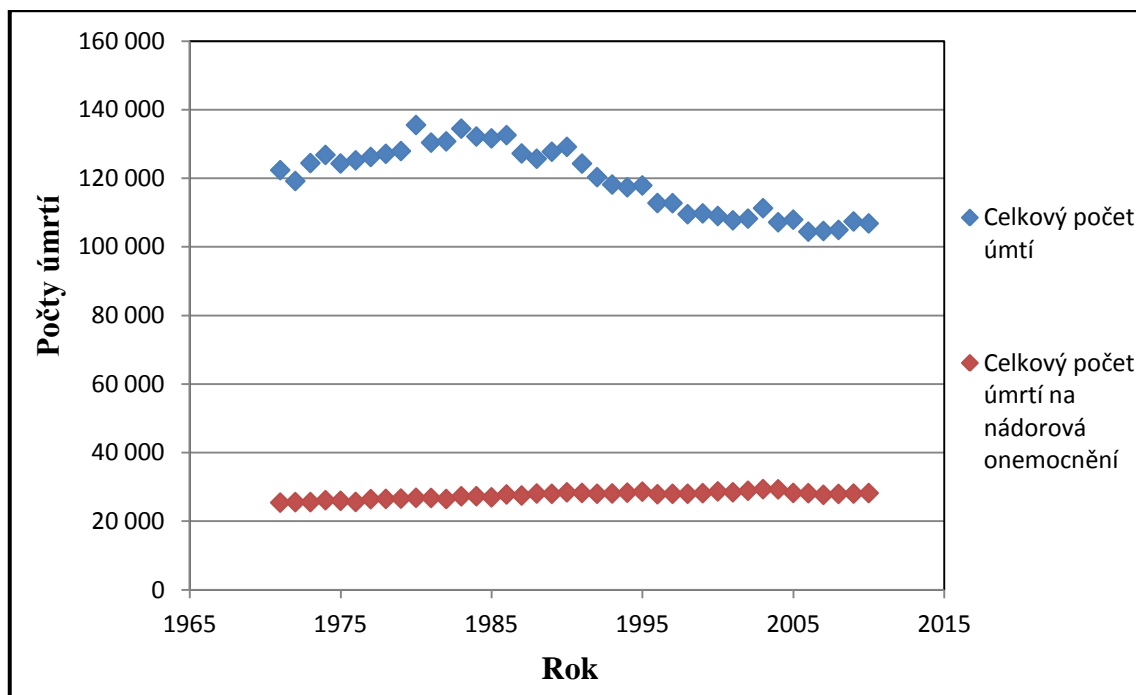
Následující tabulka poskytuje údaje získané o obyvatelích celé České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění). Jedná se o srovnávací soubor, kdy srovnávacím souborem jsou všichni obyvatelé celé České republiky. Data o počtech obyvatel, o celkovém počtu úmrtí a o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění jsou získána z ČSÚ.

**Tabulka 8:** Data o počtu obyvatel, o celkovém počtu úmrtí a o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění u celé České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění), zdroj: vlastní výzkum

<b>Rok</b>	<b>Počet obyvatel</b>	<b>Celkový počet úmrtí</b>	<b>Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění</b>
1971	9 830 602	122 375	25 437
1972	9 868 379	119 205	25 584
1973	9 919 519	124 437	25 584
1974	9 994 761	126 809	26 143
1975	10 062 366	124 314	25 962
1976	10 128 220	125 232	25 633
1977	10 189 312	126 214	26 445
1978	10 245 686	127 136	26 519
1979	10 296 489	127 949	26 611
1980	10 326 792	135 537	26 846
1981	10 303 208	130 407	26 795
1982	10 314 321	130 765	26 494
1983	10 322 823	134 474	27 287
1984	10 330 481	132 188	27 307
1985	10 336 742	131 641	26 979
1986	10 340 737	132 585	27 814
1987	10 348 834	127 244	27 506
1988	10 356 359	125 694	28 084
1989	10 362 257	127 747	28 007
1990	10 362 740	129 166	28 434
1991	10 308 682	124 290	28 258
1992	10 317 807	120 337	28 018
1993	10 330 607	118 185	28 102
1994	10 336 162	117 373	28 327

<b>Rok</b>	<b>Počet obyvatel</b>	<b>Celkový počet úmrtí</b>	<b>Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění</b>
<b>1995</b>	10 330 759	117 913	28 631
<b>1996</b>	10 315 353	112 782	27 879
<b>1997</b>	10 303 642	112 744	28 008
<b>1998</b>	10 294 943	109 527	28 015
<b>1999</b>	10 282 784	109 768	28 185
<b>2000</b>	10 272 503	109 001	28 705
<b>2001</b>	10 224 192	107 755	28 455
<b>2002</b>	10 200 774	108 243	28 893
<b>2003</b>	10 201 651	111 288	29 364
<b>2004</b>	10 206 923	107 177	29 304
<b>2005</b>	10 234 092	107 938	28 255
<b>2006</b>	10 266 646	104 441	28 180
<b>2007</b>	10 322 689	104 636	27 709
<b>2008</b>	10 429 692	104 948	27 981
<b>2009</b>	10 491 492	107 421	28 064
<b>2010</b>	10 517 247	106 844	28 222

**Graf 4:** Celkové počty úmrtí a celkové počty úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel České republiky, zdroj: vlastní výzkum



### 3.2 Statistické šetření výsledků u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary a u obyvatel celé České republiky

#### 3.2.1 Statistické hodnocení dat obecně

Pro statistické šetření je použito neparametrické testování a je použit tzv. Fisherův exaktní test, který je proveden pomocí statistického softwaru [www.ncss.com](http://www.ncss.com). Za účelem zjištění, zda byl v exponovaných lokalitách (Mydlovary, Olešník a Zahájí) oproti celé České republice větší výskyt úmrtí na nádorová onemocnění, byl použit *test nulové hypotézy* o tom, že pravděpodobnost úmrtí na nádorová onemocnění v České republice  $\pi_{CR}$  se rovná pravděpodobnosti úmrtí na nádorová onemocnění v dané exponované lokalitě  $\pi_{lokalita}$  proti *jednostranné alternativě*, že v dané exponované lokalitě je tato pravděpodobnost vyšší.

Tedy:

$$H_0 : \pi_{CR} = \pi_{\text{lokalita}} ,$$

$$H_A : \pi_{CR} < \pi_{\text{lokalita}} .$$

Jedná se o případ testování pravděpodobností *alternativních rozdělení*. Experimentální reprezentací takovýchto pravděpodobností jsou tzv. *nula-jedničková data* (0 znamená neúmrtí, 1 znamená úmrtí apod.).

Jako výsledek testování se používá tzv. *p-hodnota* (dosažená hodnota pravděpodobnosti chyby I. druhu), která se porovnává s hladinou významnosti testu  $\alpha$  (požadovaná hodnota pravděpodobnosti chyby I. druhu). V lékařských vědách se v naprosté většině případů používá hladina významnosti testu  $\alpha = 0,05$ . Je-li *p-hodnota* menší než hladina významnosti testu  $\alpha$ , je nulová hypotéza  $H_0$  zamítnuta a platí hypotéza alternativní  $H_A$ . V opačném případě nulová hypotéza  $H_0$  zamítnuta není a hypotéza alternativní  $H_A$  neplatí.

V některých případech však, když chceme například pouze „zavadit“ o sledovaný trend, použijeme „měkčí“ test, tj. „měkčí“ hladinu významnosti testu  $\alpha = 0,1$ , případně až  $\alpha = 0,2$ . V jiných případech, když naopak chceme například prosadit lék, který je 5krát dražší oproti léku dosud používanému apod., použijeme „přísnější“ test, tj. „přísnější“ hladinu významnosti testu  $\alpha = 0,01$ , případně až  $\alpha = 0,001$ . Jiné hladiny významnosti testu se nepoužívají.

Pro toto statistické šetření byla použita „měkčí“ hladina významnosti testu  $\alpha = 0,2$ .

### **3.2.2 Statistické hodnocení – konkrétní případy v obcích Mydlovary, Olešník a Zahájí ve srovnání s Českou republikou**

Pro statistické hodnocení bylo nutné za jednotlivé roky vypočítat také počet obyvatel, kteří nezemřeli na nádorové onemocnění. Tyto počty jsou zaneseny do následujících tabulek a jsou označeny jako „netumor“. Pro přehlednost jsou zde opět znázorněny tabulky, které kromě počtu obyvatel, celkového počtu úmrtí a celkového počtu úmrtí na nádorová onemocnění zobrazují také počet netumorů.



U tabulek znázorňující data týkající se obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí je také za jednotlivé roky zobrazena dosažená hladina významnosti - p-hodnota, která byla vypočítána na statistickém softwaru [www.ncss.com](http://www.ncss.com). Pro tento test byla použita hladina významnosti  $\alpha = 0,2$ . V případech, kdy je p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  a kdy je tedy nulová hypotéza  $H_0$  zamítnuta a platí hypotéza alternativní, je tato p-hodnota vyznačena v tabulce červenou barvou.

### 3.2.2.1 Statistické hodnocení obyvatel - Česká republika

**Tabulka 9:** Statistická data o počtu obyvatel, o celkovém počtu úmrtí, o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění a o počtu netumorů u celé České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění), zdroj: vlastní výzkum

Rok	Počet obyvatel	Celkový počet úmrtí	Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění	Netumor
1971	9 830 602	122 375	25 437	9 805 165
1972	9 868 379	119 205	25 584	9 842 795
1973	9 919 519	124 437	25 584	9 893 935
1974	9 994 761	126 809	26 143	9 968 618
1975	10 062 366	124 314	25 962	10 036 404
1976	10 128 220	125 232	25 633	10 102 587
1977	10 189 312	126 214	26 445	10 162 867
1978	10 245 686	127 136	26 519	10 219 167
1979	10 296 489	127 949	26 611	10 269 878
1980	10 326 792	135 537	26 846	10 299 946
1981	10 303 208	130 407	26 795	10 276 413
1982	10 314 321	130 765	26 494	10 287 827
1983	10 322 823	134 474	27 287	10 295 536
1984	10 330 481	132 188	27 307	10 303 174
1985	10 336 742	131 641	26 979	10 309 763

<b>Rok</b>	<b>Počet obyvatel</b>	<b>Celkový počet úmrtí</b>	<b>Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění</b>	<b>Netumor</b>
<b>1986</b>	10 340 737	132 585	27 814	10 312 923
<b>1987</b>	10 348 834	127 244	27 506	10 321 328
<b>1988</b>	10 356 359	125 694	28 084	10 328 275
<b>1989</b>	10 362 257	127 747	28 007	10 334 250
<b>1990</b>	10 362 740	129 166	28 434	10 334 306
<b>1991</b>	10 308 682	124 290	28 258	10 280 424
<b>1992</b>	10 317 807	120 337	28 018	10 289 789
<b>1993</b>	10 330 607	118 185	28 102	10 302 505
<b>1994</b>	10 336 162	117 373	28 327	10 307 835
<b>1995</b>	10 330 759	117 913	28 631	10 302 128
<b>1996</b>	10 315 353	112 782	27 879	10 287 474
<b>1997</b>	10 303 642	112 744	28 008	10 275 634
<b>1998</b>	10 294 943	109 527	28 015	10 266 928
<b>1999</b>	10 282 784	109 768	28 185	10 254 599
<b>2000</b>	10 272 503	109 001	28 705	10 243 798
<b>2001</b>	10 224 192	107 755	28 455	10 195 737
<b>2002</b>	10 200 774	108 243	28 893	10 171 881
<b>2003</b>	10 201 651	111 288	29 364	10 172 287
<b>2004</b>	10 206 923	107 177	29 304	10 177 619
<b>2005</b>	10 234 092	107 938	28 255	10 205 837
<b>2006</b>	10 266 646	104 441	28 180	10 238 466
<b>2007</b>	10 322 689	104 636	27 709	10 294 980
<b>2008</b>	10 429 692	104 948	27 981	10 401 711
<b>2009</b>	10 491 492	107 421	28 064	10 463 428
<b>2010</b>	10 517 247	106 844	28 222	10 489 025
<b>Σ</b>	<b>410 429 268</b>	<b>4 783 730</b>	<b>1 025 421</b>	<b>409 403 847</b>

Obyvatelé České republiky jsou srovnávacím souborem, v této tabulce je tedy navíc dopočítaný a znázorněný pouze počet netumorů. Z těchto dat vychází srovnání a další statistické hodnocení obyvatel obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí a výpočet p-hodnoty.

### 3.2.2.2 Statistické hodnocení obyvatel - Mydlovary

**Tabulka 10:** Statistická data o počtu obyvatel, o celkovém počtu úmrtí, o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění, o počtu netumorů a p-hodnota u obce Mydlovary, zdroj: vlastní výzkum

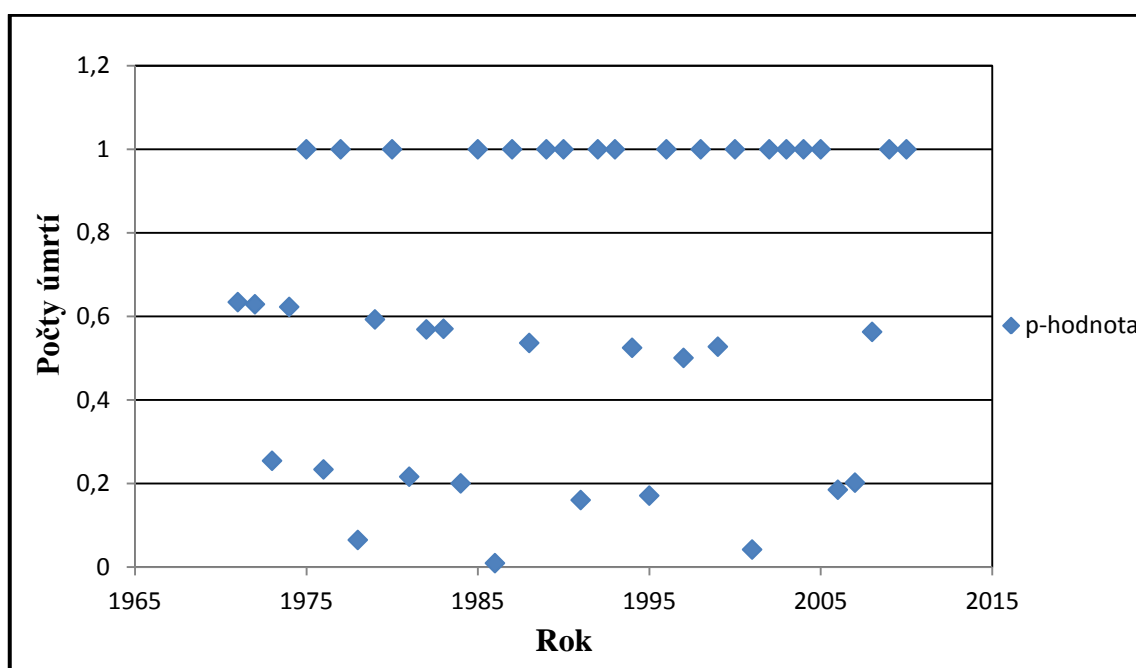
Rok	Počet obyvatel	Celkový počet úmrtí	Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění	Netumor	P-hodnota
1971	388	3	1	387	0,6341
1972	382	2	1	381	0,629
1973	377	7	2	375	0,2541
1974	372	3	1	371	0,6226
1975	367	3	0	367	1
1976	362	5	2	360	0,2334
1977	357	2	0	357	1
1978	352	6	3	349	0,0645
1979	347	2	1	346	0,5926
1980	342	1	0	342	1
1981	334	5	2	332	0,216
1982	327	5	1	326	0,5687
1983	319	7	1	318	0,5702
1984	312	6	2	310	0,2
1985	305	10	0	305	1
1986	298	6	4	294	0,009
1987	291	5	0	291	1
1988	283	4	1	282	0,5363

Rok	Počet obyvatel	Celkový počet úmrtí	Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění	Netumor	p-hodnota
1989	276	3	0	276	1
1990	268	4	0	268	1
1991	260	5	2	258	0,1601
1992	273	3	0	273	1
1993	275	4	0	275	1
1994	271	6	1	270	0,5247
1995	268	3	2	266	0,1707
1996	267	2	0	267	1
1997	255	2	1	254	0,5005
1998	268	4	0	268	1
1999	273	2	1	272	0,5273
2000	277	3	0	277	1
2001	273	5	3	270	0,0416
2002	267	5	0	267	1
2003	277	2	0	277	1
2004	283	1	0	283	1
2005	277	4	0	277	1
2006	285	2	2	283	0,1848
2007	309	4	2	307	0,2018
2008	308	2	1	307	0,5628
2009	307	1	0	307	1
2010	300	0	0	300	1
<b>Souhrnné hodnocení 1971-2010</b>	12 232	149	37	12 195	<b>0,1417</b>

Z tabulky je patrné, že je p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  v letech 1978, 1984, 1986, 1991, 1995, 2001 a 2006, z čehož vyplývá, že je tato p-hodnota nižší než hladina

významnosti  $\alpha = 0,2$  a v těchto letech je tedy zamítnuta nulová hypotéza  $H_0$  a platí hypotéza alternativní  $H_A$ . Po souhrnném hodnocení (po sečtení všech hodnot celkového úmrtí na nádorová onemocnění a neúmrtí na nádorové onemocnění) je p-hodnota 0,1417, z čehož opět vyplývá, že je p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  a je tedy zamítnuta nulová hypotéza  $H_0$  a platí hypotéza alternativní  $H_A$ .

**Graf 5:** Dosažená hladina významnosti - p-hodnota v jednotlivých letech u obce Mydlovary, zdroj: vlastní výzkum



### 3.2.2.3 Statistické hodnocení obyvatel - Olešník

**Tabulka 11:** Statistická data o počtu obyvatel, o celkovém počtu úmrtí, o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění, o počtu netumorů a p-hodnota u obce Olešník, zdroj: vlastní výzkum

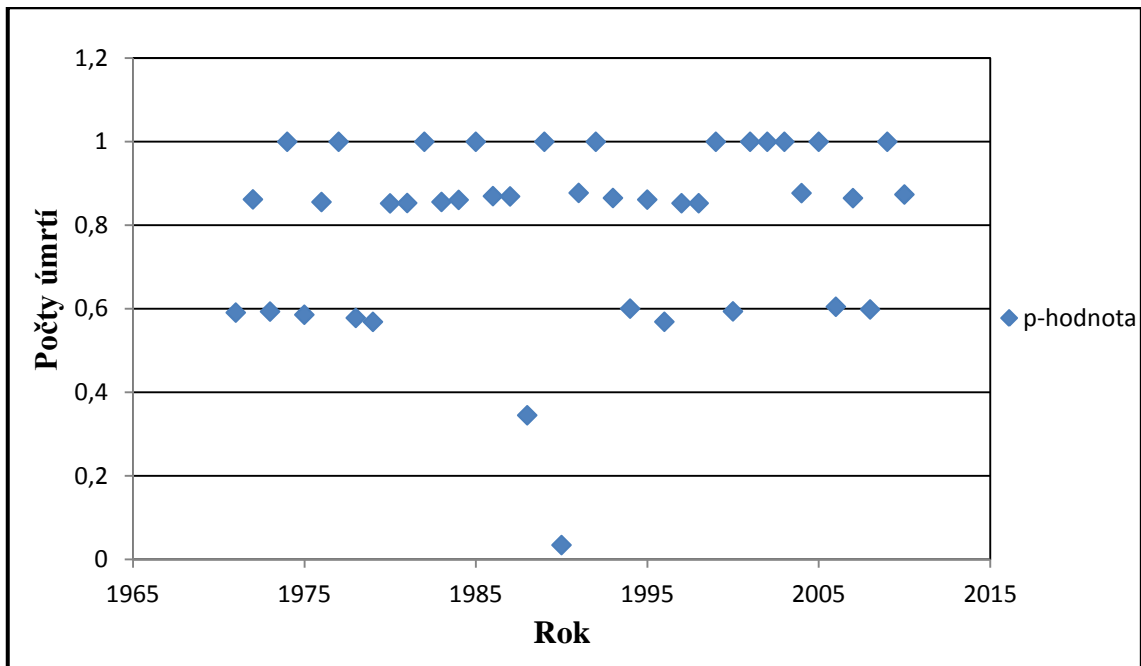
Rok	Počet obyvatel	Celkový počet úmrtí	Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění	Netumor	p-hodnota
1971	768	6	2	766	0,5909
1972	763	5	1	762	0,862
1973	774	6	2	772	0,5933
1974	769	1	0	769	1
1975	763	4	2	761	0,5858
1976	764	6	1	763	0,8557
1977	753	11	0	753	1
1978	750	9	2	748	0,5782
1979	738	5	2	736	0,5687
1980	735	5	1	734	0,8524
1981	737	5	1	736	0,8533
1982	742	3	0	742	1
1983	732	5	1	731	0,8559
1984	745	3	1	744	0,8608
1985	753	3	0	753	1
1986	757	6	1	756	0,8698
1987	764	5	1	763	0,8691
1988	767	4	3	764	0,345
1989	759	5	0	759	1
1990	754	3	3	751	0,0342
1991	747	2	1	746	0,8775
1992	729	8	0	729	1

Rok	Počet obyvatel	Celkový počet úmrtí	Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění	Netumor	p-hodnota
1993	736	6	1	735	0,8653
1994	738	6	2	736	0,6004
1995	712	8	1	711	0,8614
1996	706	6	2	704	0,5689
1997	704	8	1	703	0,8528
1998	703	4	1	702	0,8528
1999	703	2	0	703	1
2000	715	7	2	713	0,5938
2001	719	2	0	719	1
2002	717	6	0	717	1
2003	726	3	0	726	1
2004	729	4	1	728	0,877
2005	735	4	0	735	1
2006	743	7	2	741	0,6049
2007	745	2	1	744	0,865
2008	751	8	2	749	0,5984
2009	763	5	0	763	1
2010	770	1	1	769	0,8737
<b>Souhrnné hodnocení 1971-2010</b>	29 678	199	42	29 636	1

Z tabulky je patrné, že je p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  pouze v roce 1990, z čehož vyplývá, že je tato p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  a v tomto roce je tedy zamítnuta nulová hypotéza  $H_0$  a platí hypotéza alternativní  $H_A$ . Po souhrnném hodnocení (po sečtení všech hodnot celkového úmrtí na nádorová onemocnění a neúmrtí na nádorové onemocnění) je p-hodnota 1, z čehož vyplývá, že je tato p-hodnota

vyšší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  a je tedy zamítnuta alternativní hypotéza  $H_A$  a platí hypotéza nulová  $H_0$ .

**Graf 6:** Dosažená hladina významnosti - p-hodnota v jednotlivých letech u obce Olešník, zdroj: vlastní výzkum





### 3.2.2.4 Statistické hodnocení obyvatel - Zahájí

**Tabulka 12:** Statistická data o počtu obyvatel, o celkovém počtu úmrtí, o celkovém počtu úmrtí na nádorová onemocnění, o počtu netumorů a p-hodnota u obce Zahájí, zdroj: vlastní výzkum

Rok	Počet obyvatel	Celkový počet úmrtí	Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění	Netumor	P-hodnota
1971	405	3	0	405	1
1972	396	5	0	396	1
1973	399	7	1	398	0,6431
1974	402	7	1	401	0,6511
1975	401	5	2	399	0,277
1976	399	1	1	398	0,6362
1977	396	4	1	395	0,6427
1978	394	5	1	393	0,6398
1979	391	6	0	391	1
1980	389	6	1	388	0,6367
1981	387	6	0	387	1
1982	385	5	2	383	0,2602
1983	383	7	0	383	1
1984	381	5	1	380	0,6352
1985	379	1	1	378	0,6286
1986	377	4	1	376	0,6377
1987	375	5	4	371	0,0186
1988	373	5	1	372	0,6368
1989	371	3	0	371	1
1990	369	1	0	369	1
1991	367	7	1	366	0,6348
1992	359	7	0	359	1

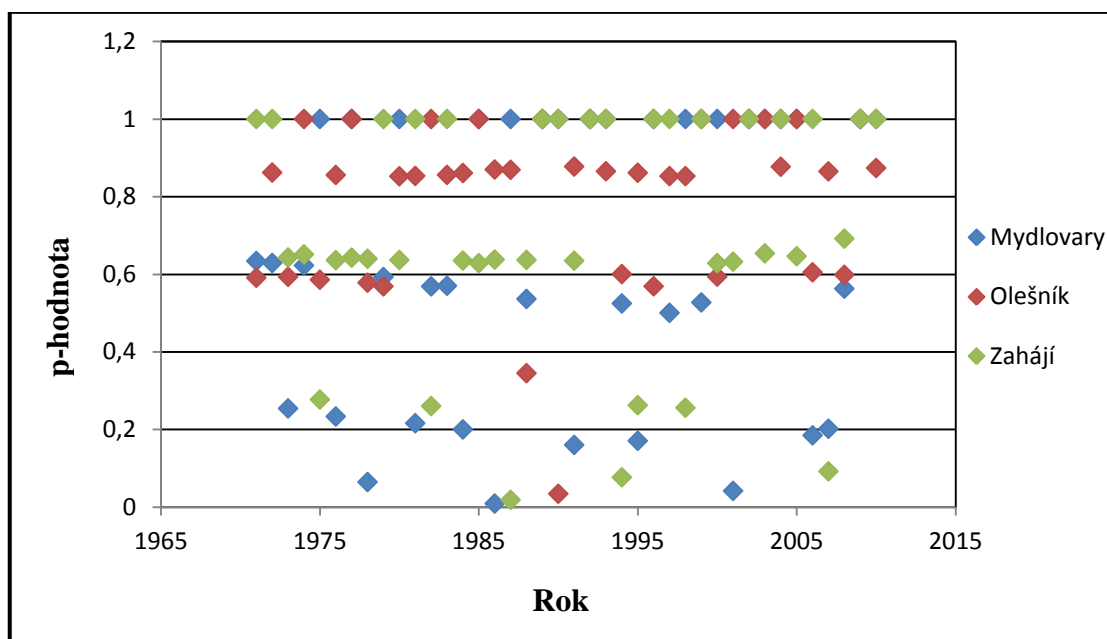
Rok	Počet obyvatel	Celkový počet úmrtí	Celkový počet úmrtí na nádorová onemocnění	Netumor	p-hodnota
1993	365	7	0	365	1
1994	358	5	3	355	0,0766
1995	359	3	2	357	0,2624
1996	351	4	0	351	1
1997	353	2	0	353	1
1998	359	8	2	357	0,2558
1999	353	4	0	353	1
2000	354	3	1	353	0,6286
2001	359	5	1	358	0,6323
2002	375	0	0	375	1
2003	368	3	1	367	0,6538
2004	365	0	0	365	1
2005	376	1	1	375	0,6464
2006	385	1	0	385	1
2007	396	5	3	393	0,092
2008	438	2	1	437	0,6917
2009	440	2	0	440	1
2010	454	0	0	454	1
<b>Souhrnné hodnocení 1971-2010</b>	15 286	160	34	15 252	0,773

Z tabulky je patrné, že je p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  pouze v letech 1987, 1994 a 2007, z čehož vyplývá, že je tato p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  a v těchto letech je tedy zamítnuta nulová hypotéza  $H_0$  a platí hypotéza alternativní  $H_A$ . Po souhrnném hodnocení (po sečtení všech hodnot celkového úmrtí na nádorová onemocnění a neúmrtí na nádorové onemocnění) je p-hodnota 0,773, z čehož vyplývá, že je



v České republice přes celé sledované období 1971-2010, se prokázal statisticky vážný výskyt úmrtí na nádorové onemocnění pouze v obci Mydlovary:  $p = 0,1417$ .

**Graf 8:** Porovnání p-hodnot u exponovaných obcí za jednotlivé roky, zdroj: vlastní výzkum



## 4 Diskuze

Svoji diplomovou práci jsem věnovala problematice radiačně indukovaných nádorových onemocnění u obyvatel obcí v okolí bývalé chemické úpravný uranových rud MAPE Mydlovary. Tato práce bude dále použita pro výzkum, který provádí Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Projekt je pod vedením Prof. Dr. rer. nat. Friedo Zölzera a je nazván „Vyšetření zdraví bývalých zaměstnanců MAPE Mydlovary a obyvatel v okolí“. Doufám, že tato práce bude pro tento projekt přínosem.

Při sbírání a zpracování dat jsem narazila na mnoho problémů a komplikací. Data bylo velice problematické dohledat a shromáždit, jelikož bylo potřebné dohledat údaje, které jsou staré více než 50 let. Původním záměrem bylo zpracovat data od roku 1962, kdy byl zahájen provoz úpravný MAPE Mydlovary. Vzhledem k obrovským komplikacím, které doprovázely sbírání dat, jsou ale nakonec zpracována data za období 1971-2010 a ve výzkumu je tedy počítáno s průměrnou dobou latence, která je u vzniku nádorových onemocnění přibližně 10 let. Data pro toto šetření byla sbírána od října 2013 do dubna 2014.

Nejdříve jsem provedla záměrný výběr zkoumaných obcí v okolí MAPE Mydlovary. Podle mapy na internetových stránkách společnosti DIAMO (která provádí v současné době sanaci a rekultivaci úpravný MAPE Mydlovary), na které je znázorněn areál bývalé úpravný uranových rud MAPE Mydlovary, jsem vytipovala obce, které se nacházejí v okolí bývalé úpravný MAPE Mydlovary. Ve své práci jsem se rozhodla zaměřit pouze na obce, které se nacházejí v bezprostřední blízkosti areálu MAPE Mydlovary, a kde by mohl být vliv činnosti úpravný MAPE Mydlovary na obyvatele největší. Proto je tato práce zaměřena na obce Mydlovary, Olešník a Zahájí.

Data jsem zjišťovala nejdříve v obci Zliv, kde sídlí praktický lékař pro dospělé. Jelikož obce Mydlovary a Zahájí svého praktického lékaře nemají, předpokládá se, že obyvatelé těchto obcí mají praktického lékaře právě ve Zlivi, která je nejbližší těmto obcím. Ve Zlivi se mi podařilo navštívit pouze praktickou lékařku pro děti a dorost, která mi doporučila zkontaktovat právě pana doktora Markova, který býval praktickým

lékařem pro obce Zliv, Mydlovary a Zahájí. Zkontaktovala jsem tedy pana doktora, který mi po několika osobních setkáních poskytl data uvedená ve výsledcích, včetně diagnóz uvedených v Příloze F. Kromě celkového počtu úmrtí a počtu úmrtí na nádorová onemocnění jsem chtěla zjistit také anamnézu a další potřebné údaje, které mohly mít vliv na vznik nádorových onemocnění u daných jedinců. Tyto informace se mi už bohužel nepodařilo získat, jelikož pan doktor odmítl další spolupráci. Přesto jsem mu velice vděčná za data, která mi byl ochotný poskytnout. Kromě obcí Mydlovary a Zahájí poskytl pan doktor také informace o obci Zliv, která se nachází v širším okolí úpravní MAPE Mydlovary, a kde můžeme také uvažovat o zvýšeném počtu úmrtí na nádorová onemocnění, jelikož mohlo a stále může docházet ke kontaminaci obyvatel radionuklidy pocházejícími z bývalé úpravní MAPE Mydlovary. Proto by se data týkající se obyvatel obce Zliv mohla v dalším výzkumu využít, jelikož by bylo vhodné v dalším šetření prozkoumat také obce v širším okolí úpravní MAPE Mydlovary – kromě obce Zliv se jedná hlavně o obce Dříteň, Nákří a Dívčice. Data o obci Olešník mi poskytl pan doktor Vodička, kterého jsem požádala, zda by mi poskytl stejná data jako pan doktor Markov. Pan doktor Vodička byl velice ochotný a spolupracovalo se mi s ním velice dobře.

Po získání dat o obcích Mydlovary, Olešník a Zahájí, jsem hledala vhodnou obec, se kterou bych mohla porovnat počty úmrtí na nádorová onemocnění. Proto jsem se sešla v Jihlavě s panem doktorem Kosem a problematiku s ním konzultovala. Doporučil mi, abych našla obec s podobným počtem obyvatel a s podobným radonovým podložím, jako mají právě obce Mydlovary, Olešník a Zahájí. Vytipovala jsem tedy obec Černovice u Tábora na Vysočině a Husinec v jižních Čechách. Po e-mailu jsem kontaktovala praktického lékaře pro dospělé v Husinci s dotazem, zda by bylo možné poskytnout data o obyvatelích obce Husinec a vydala jsem se do Černovic u Tábora za praktickou lékařkou pro dospělé. Ta mi sdělila, že chorobopisy se dnes uchovávají pouze po dobu 10 let a není tedy možné informace o počtu úmrtí na nádorové onemocnění dohledat. Zkontaktovala jsem tedy ÚZIS, ČSÚ i NOR s dotazem, zda by bylo možné poskytnout počty úmrtí na nádorová onemocnění ve vybraných obcích,

bohužel data buď vůbec nemají, nebo by bylo získání těchto dat trvalo dlouhou dobu, bylo by velice komplikované a s nejistým výsledkem.

Domluvila jsem si tedy opět schůzku s panem doktorem Kosem a mezitím jsem začala sbírat informace o počtech obyvatel ve zkoumaných obcích. Sehnat tato data byl také problém. Jelikož na e-maily žádný z obecních úřadů nereagoval, rozhodla jsem se na matriky nejdříve zavolat a informovat se a poté navštívit obecní úřady osobně. Na matrice v Olešníku mi telefon položili s odůvodněním, že na takovéto věci nemají čas. Proto obce dále obvolávala paní docentka Kotrbová, které bylo sděleno, že informace o počtech obyvatel by bylo možné pravděpodobně získat, ale pouze tak, že by se na matriky muselo zajít osobně a veškeré počty za jednotlivé roky by se musely vyhledávat ručně v kronikách obce.

Po další konzultaci s panem doktorem Kosem jsem se s paní docentkou Kotrbovou vydala do Prahy, kde jsme prostřednictvím pana doktora Kose měli na Ministerstvu zdravotnictví domluvenou schůzku s panem doktorem Šmerhovským. Seznámily jsme ho s tématem výzkumu a problematiku s ním konzultovaly. Na jeho doporučení jsme upustily od záměru srovnat obce v okolí bývalé chemické úpravní MAPE Mydlovary s jinou obcí, jelikož existuje mnoho faktorů, které mohou úmrtnost na nádorová onemocnění v dané obci ovlivnit a najít vhodnou obec je proto velice problematické. Místo jiné obce jsme se rozhodly jako srovnávací soubor použít celorepublikové pozadí, tedy srovnat údaje o obyvatelích obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí s obyvateli celé České republiky. Dále nám pan doktor domluvil schůzku s panem doktorem Malým ve Státním zdravotním ústavu. Po konzultaci panem doktorem Malým jsme dospěly ke stejnému závěru – a to k tomu, že statisticky nejlepším srovnávacím souborem budou obyvatelé celé České republiky.

Data o obyvatelích České republiky jsem našla na ČSÚ. Za každý rok bylo zpracováno velké množství dat a tabulek, proto jsem musela potřebná data dohledat a vytřídit. Na ČSÚ se mi také podařilo najít počty obyvatel v obcích Mydlovary, Olešník a Zahájí.

Po shromáždění všech potřebných dat jsem problematiku zpracování dat konzultovala s panem docentem Beránkem, který mi se statistickým zpracováním dat

nesmírně pomohl. Data byla zpracována neparametrickým testováním na statistickém softwaru [www.ncss.com](http://www.ncss.com) pomocí Fisherova exaktního testu. Protože se jedná o první výzkum, který se týká obyvatel obcí v okolí bývalé chemické úpravní MAPE Mydlovary, cílem je zjistit, zda se v těchto obcích vlastně vyskytuje nějaká významná statistická odchylka v počtu úmrtí na nádorová onemocnění oproti České republice, která by měla být předmětem dalšího výzkumu. Proto je u těchto obcí použita pouze „měkčí“ hladina významnosti testu  $\alpha = 0,2$ .

Po statistickém zpracování dat je patrné, že u obce Mydlovary je p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  v letech 1978, 1984, 1986, 1991, 1995, 2001 a 2006. Je tedy zamítnuta nulová hypotéza  $H_0$  a platí hypotéza alternativní  $H_A$ . U souhrnného hodnocení (po sečtení všech hodnot celkového úmrtí na nádorová onemocnění a neúmrtí na nádorové onemocnění) je p-hodnota 0,1417 a je tedy zamítnuta nulová hypotéza  $H_0$  a platí hypotéza alternativní  $H_A$ .

U obce Olešník je p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  pouze v roce 1990 a v tomto roce je tedy zamítnuta nulová hypotéza  $H_0$  a platí hypotéza alternativní  $H_A$ . U souhrnného hodnocení je p-hodnota 1 a je tedy zamítnuta alternativní hypotéza  $H_A$  a platí hypotéza nulová  $H_0$ .

U obce Zahájí je p-hodnota nižší než hladina významnosti  $\alpha = 0,2$  pouze v letech 1987, 1994 a 2007. V těchto letech je tedy zamítnuta nulová hypotéza  $H_0$  a platí hypotéza alternativní  $H_A$ . U souhrnného hodnocení je p-hodnota 0,773 a je tedy zamítnuta alternativní hypotéza  $H_A$  a platí hypotéza nulová  $H_0$ .

Z výsledných hodnot je tedy patrné, že ve zkoumaných obcích Mydlovary, Olešník a Zahájí, byl oproti České republice statisticky větší výskyt úmrtí na nádorové onemocnění spíše vzácný. U obce Mydlovary to bylo 7krát, u obce Olešník 1krát a u obce Zahájí 3krát. U souhrnného hodnocení se prokázal statisticky vážný výskyt úmrtí na nádorové onemocnění pouze v obci Mydlovary. Jak jsem již ale zmínila, je nastavena pouze „měkčí“ hladina významnosti testu, protože cílem této práce je zatím zjistit pouze



to, zda je vůbec v některé z obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí statisticky významná odchylka v počtu úmrtí na nádorová onemocnění oproti České republice.

Šetření provedené v této diplomové práci je pouze prvním krokem a přineslo zatím jen základní výsledky o sledovaném souboru. Tuto problematiku je potřebné dále studovat a v dalších fázích výzkumu je zapotřebí dále získávat a zpracovávat potřebná data, jelikož existuje mnoho faktorů, které mohou mít vliv na výskyt a úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel těchto obcí. Jedná se například o informace týkající se pohlaví, věku, zda se jednalo o kuřáka či nekuřáka, jaké bylo jeho zaměstnání, zda pracoval v bývalé chemické úpravně uranových rud MAPE Mydlovary, apod. Je zapotřebí brát v úvahu také to, že za jednotlivé roky byli v jednotlivých obcích noví přistěhovalí a vystěhovalí. Někteří obyvatelé se mohli přestěhovat a vliv bývalé chemické úpravní MAPE Mydlovary se u nich mohl projevit až po přestěhování (zejména pokud budeme brát v úvahu stochastické účinky, které se mohou projevit až po několika letech). U nově přistěhovalých obyvatel se dá předpokládat, že na ně bývalá chemická úpravna MAPE Mydlovary neměla takový vliv jako na obyvatele, kteří zde žili od roku 1962, kdy zde začalo zpracování uranových rud. Samozřejmě, že čím déle po otevření chemické úpravní MAPE Mydlovary se daný jedinec přistěhoval, tím menší vliv úpravní MAPE Mydlovary se u daného jedince předpokládá. Jednak záleží na tom, jak dlouho působila na daného jedince úpravna MAPE Mydlovary a záleží také na tom, zda se daný jedinec přistěhoval do obce v době provozu úpravní nebo až po ukončení provozu úpravní MAPE Mydlovary.

Otázkou zůstává, zda ještě existují chorobopisy obyvatel těchto obcí nebo zda se tyto informace dají někde dohledat. Mně se to bohužel nepodařilo, a to hlavně z toho důvodu, že získání těchto dat je velice náročné, a to zejména časově. Přeci jen by ale bylo vhodné znát potřebné informace o obyvatelích, kteří zemřeli na nádorové onemocnění a určit tak, jakou měrou se na počty úmrtí na nádorová onemocnění podílela právě úpravna uranových rud MAPE Mydlovary.

Po statistickém vyhodnocení dat tedy můžeme říci, že radiační zátěž z bývalé chemické úpravní MAPE Mydlovary pravděpodobně měla a stále ještě může mít vliv na zvýšený počet úmrtí na nádorová onemocnění pouze u obyvatel obce Mydlovary, u obcí Olešník a Zahájí není ani statisticky prokazatelný zvýšený počet úmrtí na nádorová onemocnění. Jedním z důvodů zvýšeného výskytu úmrtí na nádorová onemocnění právě u obce Mydlovary může být to, že obec Mydlovary se nachází v bezprostřední blízkosti úpravní, kde se zpracovávala uranová ruda, naproti tomu obce Olešník a Zahájí jsou sice v blízkosti areálu úpravní MAPE Mydlovary, ale jsou poměrně vzdálené od samotné úpravní uranové rudy. Proto se zde může předpokládat, že na výskyt nádorových onemocnění mělo vliv přímo samotné zpracování uranu. Areál bývalé chemické úpravní uranových rud MAPE Mydlovary, samotná úpravna uranových rud a poloha obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí vůči úpravně je patrná na obrázku č. 6 a 7.

Ke kontaminaci mohlo docházet při prašnosti z vykládek rudy, ze suchých pláží odkališť, ze samotných odkališť, z komínů, z nadbilanční technologické a ze splaškové vody. K přenosu radionuklidů a k ozáření obyvatel docházelo a stále může docházet vzdušnou cestou, a to zejména z odkališť, ze kterých vítr roznáší radioaktivní prach do okolí. Proto může být dalším důvodem zvýšeného výskytu úmrtí na nádorová onemocnění předpoklad toho, že směr větru roznášel radioaktivní prach ze samotné úpravní uranových rud i z celého areálu MAPE Mydlovary směrem k obci Mydlovary a v současné době dochází k přenosu radioaktivního prachu směrem k obci Mydlovary z odkališť úpravní MAPE Mydlovary.

Jak již bylo zmíněno v kapitolách 1.7.4, 1.8.2 a 1.8.3, existují studie, které dokazují, že při těžbě a zpracování uranových rud docházelo (zejména v počátcích provozu) k prakticky neomezenému uvolňování radionuklidů do půdy, vod a ovzduší. Proto mohou být ovlivněny základní složky životního prostředí, tedy půda, voda a ovzduší a jejich užíváním i člověk. Původcem kontaminace jsou v současné době zejména přilehlá odkaliště, která jsou zdrojem radionuklidů a také sekundární prašnost, která je způsobena návozem rekultivačních materiálů na odkaliště při provádění sanačních a rekultivačních prací. Průsaková voda z deponií kalů může ohrožovat obyvatele radiem 226 a arsenem, který je přítomen v rybách vyskytujících se v okolních

vodách, při kontaminaci půdy může dojít také ke kontaminaci rostlin a plodin, které v půdě rostou. Radionuklidy se tak mohou dostat také do potravního řetězce. Tato tvrzení podporují například mnohá studie, například studie, kterou se zabývali Edvard Sequens a Eva Hlasová - *Ekonomické a ekologické důsledky těžby uranu v České republice*, dále studie, které se věnoval Kolektiv pracovníků střediska ochrany životního prostředí - *Revize vlivu chemické úpravy uranového průmyslu MAPE Mydlovary na životní prostředí* a také studie provedená Jaroslavem Švehlou - *Pohled na oblast bývalé chemické úpravy uranových rud MAPE-Mydlovary u Českých Budějovic*. Díky těmto studiím je možné předpokládat, že u obyvatel obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí docházelo stále dochází k radiační zátěži spíše z vnitřní kontaminace než zevního ozáření, protože dochází ke vstupu radionuklidů do organismu zejména ingescí a inhalací.

Velice důležitým faktorem může být také to, zda v dané obci žili zaměstnanci bývalé úpravy uranových rud MAPE Mydlovary. U zaměstnanců úpravy MAPE Mydlovary se předpokládá zvýšený výskyt úmrtí na nádorová onemocnění, jelikož pracovali s radioaktivním uranem. Proto pokud v obcích Mydlovary, Olešník a Zahájí žili a stále žijí dnes už bývalí zaměstnanci úpravy MAPE Mydlovary, dá se předpokládat, že v těchto obcích bude i zvýšený výskyt úmrtí na nádorová onemocnění.

Důležité je brát v úvahu také to, že v oblasti bývalé chemické úpravy MAPE Mydlovary docházelo k chemické úpravě uranové rudy, a proto se zde vyskytovalo a stále vyskytuje mnoho neradiačních kontaminantů, které jsou karcinogenní. Tyto kontaminanty mohou být proto další příčinou zvýšeného výskytu úmrtí na nádorová onemocnění. Karcinogenní kontaminanty v oblasti bývalé úpravy MAPE Mydlovary jsou popsány v kapitole 1.8.4.1.

Jelikož se statistický významný počet úmrtí na nádorová onemocnění prokázal pouze v obci Mydlovary, bylo by vhodné v další fázi výzkumu využít hydrogeologické poznatky a zjistit poměry podzemní vody v okolí bývalé úpravy MAPE Mydlovary. Pokud by se podařilo prokázat, že kontaminovaná podzemní voda vede pouze obcí Mydlovary a nevede obcemi Olešník a Zahájí, mohli bychom předpokládat, že na zvýšený počet úmrtí na nádorová onemocnění má vliv také podzemní voda

kontaminovaná průsakem z odkališť. Důležité je také v dalších fázích výzkumu oddělit běžné obyvatele obcí od zaměstnanců bývalé úpravní MAPE Mydlovary. To, zda měly na zvýšené počty úmrtí na nádorová onemocnění v obci Mydlovary vliv povětrnostní podmínky, zda docházelo ke kontaminaci z radionuklidů či z neradiačních kontaminantů a také to, zda mohlo mít na zvýšený počet úmrtí na nádorová onemocnění vliv to, že se obec Mydlovary nachází velmi blízko samotné úpravní uranových rud, se podaří prokázat jen velice obtížně.

Při sběru dat se mi podařilo získat také diagnózy úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí. Diagnózy úmrtí jsou uvedeny v tabulce v Příloze F, ale bohužel jsou k dispozici jen data za období 1966-2010, data nejsou za každý rok zvlášť. Přesto je z tabulky patrné, že nejčastějšími diagnózami úmrtí na nádorová onemocnění byly nádory plic, průdušek, tlustého střeva, žaludku a leukemie. Pokud bychom v teoretické rovině předpokládali, že na vznik těchto nádorových onemocnění může mít vliv bývalá úpravna MAPE Mydlovary, mohli bychom říci, že nádory plic a průdušek mohou být způsobeny vdechováním radonu, respektive jeho rozpadovými produkty. Z mapy radonového rizika v Příloze C je patrné, že kategorie radonového rizika z geologického podloží je v těchto obcích nízká až střední, takže spíše než vliv radonového podloží je zde vliv zpracování uranu v úpravně MAPE Mydlovary s následným uvolňováním radonu a kontaminací okolí. Na nádory tlustého střeva a žaludku může mít vliv zejména ingesce radionuklidů z potravního řetězce. Na vznik leukémii může mít vliv ionizující záření a také chemikálie, které se při zpracování uranových rud používaly. Nicméně toto jsou pouze hypotetické domněnky, které nejsou podloženy žádnými důkazy a pokud bychom chtěli dokázat, že měla bývalá úpravna uranových rud MAPE Mydlovary vliv na vznik určitých druhů nádorových onemocnění, musela by se tato data porovnat například opět s celorepublikovým pozadím, statisticky vyhodnotit a dále prozkoumat. Toto hodnocení jsem chtěla původně také zahrnout do své diplomové práce, bohužel se mi nepodařilo získat diagnózy úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel České republiky od roku 1966. Údaje o počtech úmrtí na jednotlivé diagnózy nádorových onemocnění u obyvatel

České republiky jsou k dispozici na Web portálu Epidemiologie zhoubných nádorů v ČR, uvedené údaje jsou ovšem dostupné až od roku 1977.

Neméně důležité je také to, zda mohla mít bývalá chemická úpravná MAPE Mydlovary skutečně vliv na obyvatele okolních obcí i po ukončení provozu a zda může mít vliv i dnes, kdy uplynulo téměř 23 let od ukončení provozu. Podle výsledků statistického šetření je patrné, že od roku 1991 byl statisticky větší výskyt úmrtí na nádorové onemocnění (oproti České republice) v obci Mydlovary 3krát, a to v letech 1995, 2001 a 2006, v obci Olešník 0krát a v obci Zahájí 2krát, a to v letech 1994 a 2007. Samozřejmě je nutné opět počítat u vzniku nádorových onemocnění s určitou dobou latence, než se u jedince projeví nádorové onemocnění způsobené samotným provozem úpravní MAPE Mydlovary. Z výsledků je sice patrné, že i po uplynutí průměrné doby latence 10 let je výskyt úmrtí na nádorová onemocnění oproti České republice větší u obce Mydlovary v roce 2006 a u obce Zahájí v roce 2007, ale jak jsem již několikrát zmínila, dobu latence nelze přesně určit. Proto v současné době nelze ještě jednoznačně konstatovat, zda má na úmrtí na nádorová onemocnění, ke kterým došlo po ukončení provozu bývalé chemické úpravní uranových rud MAPE Mydlovary, stále ještě vliv samotný provoz a zpracování uranu v úpravně MAPE Mydlovary a po určité době latence začínají vznikat nádorová onemocnění a obyvatelé na ně umírají, nebo zda už se jedná o vliv po ukončení provozu a obyvatelé jsou ozařováni kontaminovanou půdou, vodou a vzduchem, nebo zda se o vliv bývalé úpravní MAPE Mydlovary vůbec nejedná a příčinou úmrtí na nádorová onemocnění jsou zcela jiné faktory.

Ze získaných dat a následného statistického šetření je patrné, že přes sledované období 1971-2010 je oproti České republice pouze v obci Mydlovary statisticky větší výskyt úmrtí na nádorová onemocnění a můžeme zde proto předpokládat, že příčinou může být možný vliv radiační zátěže z bývalé chemické úpravní uranových rud MAPE Mydlovary. Je nutné brát v úvahu také to, že co se týká obyvatel obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí, jedná se o velice malý statistický soubor, proto je komplikované i statistické vyhodnocení šetření. Jelikož se v těchto obcích předpokládá vznik stochastických účinků, může být v těchto obcích také zvýšený počet dědičných

důsledků ozáření, jako jsou vrozené vývojové vady, potraty, apod. Dědičné důsledky ozáření jsou další oblastí, na kterou se výzkum týkající se vlivu bývalé chemické úpravní MAPE Mydlovary může zaměřit. Jak jsem již zmínila, toto je pouze první a počáteční krok výzkumu, proto zde nejsou zahrnuty faktory, které by mohli vznik nádorových onemocnění ovlivnit. Otázek a nejasností ohledně vlivu bývalé chemické úpravní MAPE Mydlovary na obyvatele okolních obcí je ještě mnoho, a je proto žádoucí získávat a zpracovávat další data týkající se problematiky bývalé úpravní MAPE Mydlovary a touto problematikou se dále zabývat.

## 5 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala počtem úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí bývalé chemické úpravný uranových rud MAPE Mydlovary. V této práci je srovnán počet úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí, které se nacházejí v bezprostřední blízkosti bývalé úpravný uranových rud MAPE Mydlovary a počet úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel celé České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění).

Prvním cílem této práce bylo analyzovat a srovnat úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary a u obyvatel celé České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění). Analýza a srovnání počtu úmrtí na nádorová onemocnění bylo provedeno u obcí Mydlovary, Olešník a Zahájí pomocí statistického šetření, při kterém bylo použito neparametrické testování. Statistické šetření bylo provedeno na statistickém softwaru pomocí Fisherova exaktního testu s hladinou významnosti testu  $\alpha = 0,2$ .

Druhým cílem bylo vyhodnotit vliv radiační zátěže na úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary. Z výsledků je patrné, že vliv radiační zátěže na úmrtí na nádorová onemocnění je prokazatelný pouze u obce Mydlovary, kde můžeme statisticky prokázat zvýšený počet úmrtí na nádorová onemocnění. Možné zdroje radiační zátěže jsou popsány v kapitole 1.7.4 a 1.8.5. a také v kapitole Diskuze.

Hypotéza, že u obyvatel obcí v okolí MAPE Mydlovary je úmrtnost na nádorová onemocnění větší než u obyvatel celé České republiky (celorepubliková úmrtnost na nádorová onemocnění) byla potvrzena pouze u obce Mydlovary, jelikož byl statisticky významný výskyt úmrtí na nádorová onemocnění potvrzen pouze v této obci.

Závěrem bych ráda zmínila fakt, že bývalá chemická úpravna uranových rud MAPE Mydlovary pravděpodobně měla a stále ještě může mít negativní vliv na obyvatele žijící v okolních obcích, zejména na obyvatele obce Mydlovary. V listopadu 1991 byl sice provoz úpravný MAPE Mydlovary ukončen, následky činností úpravný MAPE Mydlovary se ale budou odstraňovat ještě mnoho let. Existuje stále ještě reálné

nebezpečí, že se v okolí bývalé úpravní MAPE Mydlovary a zejména v přilehlých odkalištích stále vyskytují radionuklidy, které mohou mít vliv na zdravotní stav obyvatel v okolí. Proto je důležité provádět i nadále v areálu bývalé chemické úpravní MAPE Mydlovary sanační a rekultivační práce (které v současné době provádí státní podnik DIAMO) a zabránit tak další možné expozici obyvatel v okolních obcích. Vliv bývalé chemické úpravní uranových rud MAPE Mydlovary na obyvatelstvo je problematikou, která je velice obsáhlá její zkoumání je časově velice náročné. Proto je v této práci proveden pouze základní výzkum, na který je potřeba dále navázat a tuto problematiku prozkoumat podrobněji.



## 7 Seznam použitých zdrojů

### Literatura:

- 1) DARMOVÁ, Vilibalda. *Ionizující a neionizující žiarenie*. 1. vydání. Brno: Tribun EU, 2009. ISBN 978-80-7399-814-1.
- 2) DOPORUČENÍ ICRP Č. 103: *Doporučení Mezinárodní komise radiologické ochrany*. SÚJB, ©2009. Dostupné také z: [http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/ICRP103\\_dokument.pdf](http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/ICRP103_dokument.pdf)
- 3) DUŠEK, Jiří a Jan PÍŠALA. *Jaderné zbraně*. 1. vydání. Praha: Computer press, 2006. ISBN 80-251-0817-1.
- 4) FINĎO Bohuslav a Irena FINĎOVÁ. *Vnitřní lékařství*. 1. vydání. Praha: Avicenum, 1976. ISBN 08-048-76.
- 5) HUŠÁK, Václav a kolektiv. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. 1. vydání. Univerzita Palackého v Olomouci: Fakulta zdravotních věd, 2009. ISBN 978-80-244-2350-0.
- 6) KAFKA, Jan a DIAMO. *Rudné a uranové hornictví České republiky*. 1. vydání. Ostrava: Anagram, 2003. ISBN 80-86331-67-9
- 7) KOLEKTIV AUTORŮ. *Principy a praxe radiační ochrany*. 1. vydání. Praha: Azin CZ, 2000. ISBN 80-238-3703-6.
- 8) KOLEKTIV PRACOVNÍKŮ STŘEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Revize vlivu chemické úpravny uranového průmyslu MAPE Mydlovary na životní prostředí*. Stráž pod Ralskem, 1991. Výzkumná zpráva. MEGA-Výzkumný a vývojový ústav, s.p. Stráž pod Ralskem.
- 9) KONEČNÝ, Jiří. *Radiační fyzika*. 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2006. ISBN 80-7040-843-X.
- 10) KUNA, Pavel, et al. *Klinická radiobiologie*. 1. vydání. Praha: Manus, 2005. ISBN 80-86571-09-2.

- 11) MATOUŠEK, Jiří, Jan ÖSTERREICHER a Petr LINHART. *CBRN: Jaderné zbraně a radiologické materiály*. 1. vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2007. ISBN 978-80-7385-029-6.
- 12) NOVOTNÁ, Jaromíra a Jana UHROVÁ. *Ošetrovatelství 2 pro střední zdravotnické školy: obor zdravotnický asistent*. 1. vydání. Praha: Fortuna, 2007. ISBN 978-80-7373-011-6.
- 13) PASTORKOVÁ, Jana. *Chirurgie I*. 3. vydání. Praha: Avicenum, 1977. ISBN 08-044-77.
- 14) PROUZA, Zdeněk a Jiří ŠVEC. *Zásahy při radiační mimořádné události*. 1. vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2008. ISBN 978-80-7385-046-3.
- 15) SHIBATA, Yoshisada, et al. *Radiation and humankind : proceedings of the first Nagasaki Symposium of International Consortium for Medical Care of Hibakusha and Radiation Life Science, Nagasaki, Japan, 21-22 February 2003*. 1. vydání. Amsterdam ; London: Elsevier, 2003. ISBN 0-444-5144-30.
- 16) SLEZÁKOVÁ, Lenka a kolektiv. *Ošetrovatelství pro zdravotnické asistenty III*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 978-80-247-2270-2.
- 17) TOMÁŠEK, Josef. *Přílohy ke Studii EIA: Sanace a rekultivace Mydlovary*. Příloha 1. SOM s.r.o., Mníšek pod Brdy, 2001.
- 18) TOMÁŠEK, Josef. *Přílohy ke Studii EIA: Sanace a rekultivace Mydlovary*. Příloha 2. SOM s.r.o., Mníšek pod Brdy, 2001.
- 19) TOMÁŠEK, Josef. *Přílohy ke Studii EIA: Sanace a rekultivace Mydlovary*. Příloha 3. SOM s.r.o., Mníšek pod Brdy, 2001.
- 20) TOMÁŠEK, Josef. *Přílohy ke Studii EIA: Sanace a rekultivace Mydlovary*. Příloha 5. SOM s.r.o., Mníšek pod Brdy, 2001.
- 21) TOMÁŠEK, Josef. *Přílohy ke Studii EIA: Sanace a rekultivace Mydlovary*. Příloha 21. SOM s.r.o., Mníšek pod Brdy, 2001.
- 22) TOMÁŠEK, Josef. *Přílohy ke Studii EIA: Sanace a rekultivace Mydlovary*. Příloha 22. SOM s.r.o., Mníšek pod Brdy, 2001.

- 23) TOMÁŠEK, Josef. *Přílohy ke Studii EIA: Sanace a rekultivace Mydlovary*. Příloha 23. SOM s.r.o., Mníšek pod Brdy, 2001.
- 24) TOMÁŠEK, Josef, et al. *Oznámení o záměru POUŽITÍ VYŘAZENÝCH PNEUMATIK PRO KONSTRUKCI ROZNÁŠECÍ VRSTVY PŘI SANACI ODKALIŠTĚ K IV/E*. Mníšek pod Brdy: SOM Mníšek pod Brdy, duben 2004. 113 s.
- 25) VÁVROVÁ, Jiřina a Stanislav FILIP. *Radiosenzitivita hematopoetického systému*. 1. vydání. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-7262-200-5.
- 26) ZÁŠKODNÝ, Přemysl. *Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii)*. 1. vydání. Bratislava: Didaktis, 2005. ISBN 80-89160-25-5.

### **Legislativa:**

- 27) Česko. VYHLÁŠKA Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307 ze dne 13. června 2002 o radiační ochraně. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2002, Částka 113, s. 6362 - 6540.
- 28) Česko. VYHLÁŠKA Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 499 ze dne 6. prosinec 2005, kterou se mění vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2002, Částka 174, s. 9806 - 9830.
- 29) Česko. ZÁKON č. 18 ze dne 24. ledna 1997 o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 1997, Částka 5, s. 82 - 106.

### **Internetové odkazy:**

- 30) CALLA. *Uran bude se u nás znovu těžit?* [online]. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: [http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/uran\\_brozura.pdf](http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/uran_brozura.pdf)
- 31) ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. *Radonové riziko: Radon v geologickém podloží*. [online]. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/vav/analyza-zranitelnosti-krajiny/radon>

- 32) DIAMO. *Mydlovary*. [online]. [cit. 2014-03-13]. Dostupné z: <http://www.diamo.cz/mydlovary>
- 33) DIAMO. *Uranové rudy*. [online]. [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.diamo.cz/uranove-rudy>
- 34) Geology.cz [online]. [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: [http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show\\_map.php?mapa=radon500&y=670000&x=1070000&r=250000&s=0](http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=radon500&y=670000&x=1070000&r=250000&s=0)
- 35) Geology.cz [online]. [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: [http://www.geology.cz/demo/CD\\_RADON50/2244/2244c.htm](http://www.geology.cz/demo/CD_RADON50/2244/2244c.htm)
- 36) HLASOVÁ, Eva. 2. Chemická úpravna uranové rudy Mydlovary MAPE. In: *Občanské sdružení Jihočeské matky* [online]. Říjen 29,1999 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.jihoceskematky.cz/cz/2-chemicka-upravna-uranove-rudy-mydlovary-mape>
- 37) HEŠNAUR, Ladislav et al. Sanace radioaktivní zátěže po zpracování uranových rud v oblasti Mydlovar. *Diamo.cz* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: [http://slon.diamo.cz/hpvt/2010/veda/V\\_11.pdf](http://slon.diamo.cz/hpvt/2010/veda/V_11.pdf)
- 38) KOLÁŘOVÁ, Eva. Zahlazování následků hornické činnosti – MAPE Mydlovary. [online dokument]. 2004 [cit. 2014-03-22]. Dostupné z: [http://www.fce.vutbr.cz/veda/dk2004texty/pdf/02\\_Konstrukce%20a%20pozemni%20stavby/2\\_06\\_Geotechnika/Kolarova\\_Eva.pdf](http://www.fce.vutbr.cz/veda/dk2004texty/pdf/02_Konstrukce%20a%20pozemni%20stavby/2_06_Geotechnika/Kolarova_Eva.pdf)
- 39) LUSK, K., P. VESELÝ a L. GOMBOS. Hydrogeologická problematika sanace odkališť MAPE Mydlovary. *Diamo.cz* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://slon.diamo.cz/hpvt/2001/sekce/sanace/15/S15.htm>
- 40) OBEC MYDLOVARY. *Obec Mydlovary*. [online]. [cit. 2014-03-17]. Dostupné z: <http://www.mydlovary.cz/>
- 41) OBEC MYDLOVARY. *Životní prostředí*. [online]. [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.mydlovary.cz/index.php?nid=1416&lid=cs&oid=145644>
- 42) SEQUENS, Edvard a Eva HLASOVÁ. *Ekonomické a ekologické důsledky těžby uranu v České republice*. [online dokument]. [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: [http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/uran\\_studie.pdf](http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/uran_studie.pdf)

- 43) SÚJB. *Radiační monitorování na jaderných elektrárnách k zajištění radiační ochrany*. [online]. [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/zajimavosti-z-praxe-radiacni-ochrany/pokroky-v-zajisteni-radiacni-ochrany/radiacni-monitorovani-na-jadernych-elektrarnach-k-zajisteni-radiacni-ochrany/>
- 44) SURO. *Principy radiační ochrany*. [online]. [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany>
- 45) SURO. *Přírodní radioaktivita a problematika radonu*. [online]. [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/prirodnioz>
- 46) SURO. *Radon v domě: Úvodní rady a informace pro ochranu před radonem*. [online]. [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/faq/radon-v-dome#faq1>
- 47) SURO. *Usměrňování lékařského ozáření*. [online]. [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/usmernovani-ozareni-pri-cinnostech/usmernovani-lekarskeho-ozareni>
- 48) SURO. *Vstup radonu do objektu a jeho chování uvnitř*. [online]. [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/prirodnioz/obecne-informace/radon-v-dome/vstup-radonu-do-objektu-a-jeho-chovani-uvnitř>
- 49) SURO. *Základní informace o radonu v používané vodě*. [online]. [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/prirodnioz/obecne-informace/radon-ve-vode>
- 50) SURO. *Základní informace o radonu ze stavebního materiálu*. [online]. [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/prirodnioz/obecne-informace/radon-ze-stavebnich-materialu>
- 51) ULLMANN, Vojtěch. *Aplikace ionizujícího záření – jaderné a radiační metody*. [online]. [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm>
- 52) ULLMANN, Vojtěch. *Biologické účinky ionizujícího záření: Radiační ochrana*. [online]. [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/RadiacniOchrana.htm>

- 53) ULLMANN, Vojtěch. *Jaderná a radiační fyzika: Radionuklidy*. [online]. [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika4.htm>
- 54) ŠUTA, Miroslav. Uran a jeho těžba z hlediska zdravotních rizik. In: *Těžba uranu v souvislostech: Sborník příspěvků ze semináře o problematice případné obnovy těžby uranu* [online]. Liberec: Nadace Partnerství, 2008 [cit. 2014-03-23]. Dostupné z: <http://www.calla.cz/data/energetika/seminare/tezba/sbornik.pdf>
- 55) ŠVEHLA, Jaroslav. Pohled na oblast bývalé chemické úpravny uranových rud MAPE-Mydlovary u Českých Budějovic. In: *Těžba uranu v souvislostech: Sborník příspěvků ze semináře o problematice případné obnovy těžby uranu* [online]. Liberec: Nadace Partnerství, 2008 [cit. 2014-03-23]. Dostupné z: <http://www.calla.cz/data/energetika/seminare/tezba/sbornik.pdf>

## **7 Přílohy**

Příloha A – Mapa uranových rud v České republice

Příloha B - Mapa radonového indexu podloží pro ČR 1:500 000

Příloha C – Kategorie radonového rizika z geologického podloží pro obce Mydlovary,  
Zahájí a Olešník

Příloha D – Požadavky Greenpeace z 22.1.1990

Příloha E - Jak se pracovalo na MAPE

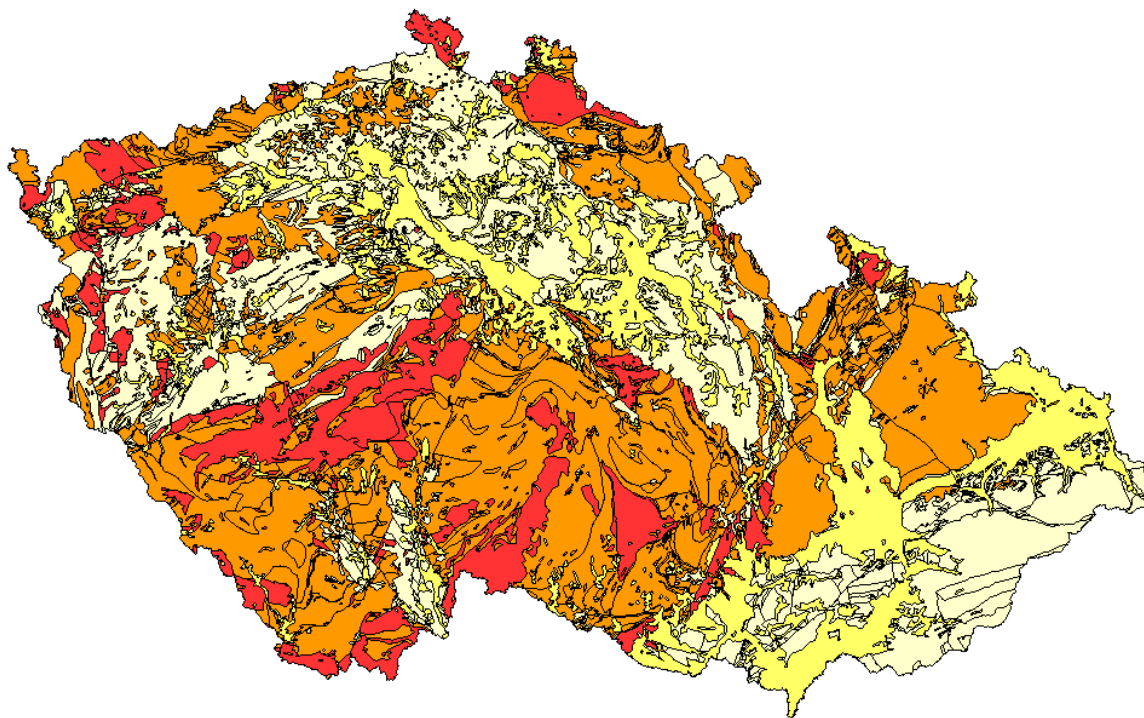
Příloha F - Diagnózy úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí MAPE  
Mydlovary

## Příloha A - Mapa uranových rud v České republice (33)





**Příloha B - Mapa radonového indexu podloží pro ČR 1:500 000 (34)**



***Legenda:***

Převažující radonový index



**Příloha C - Kategorie radonového rizika z geologického podloží pro obce  
Mydlovary, Zahájí a Olešník (35)**



**LEGENDA**

Převažující kategorie radonového rizika z geologického podloží:

- nízká
- přechodná ( nehomogenní kvartérní sedimenty )
- střední
- vysoká

Plochy měření radonového rizika z geologického podloží podle radonové databáze ČSÚ a Asociace Radonové Riziko:

- nízké riziko
- střední riziko
- vysoké riziko

## Příloha D – Požadavky Greenpeace z 22.1.1990 (42)

### Požadavky Greenpeace z 22.1.1990:

*Greenpeace žádá:*

*... od československé vlády:*

- 1) Okamžité uzavření MAPE
- 2) Přípravu a provedení obsáhlých výzkumů, které by realizoval mezinárodní tým expertů pod kontrolou Greenpeace, stejně jako zveřejnění výsledků. Zmíněný tým expertů musí zkoumat obzvláště:
  - studniční vodu v obcích, které nejsou zásobovány vodovodem
  - účinky přímého odvedení odpadů do Vltavy
  - prach
  - odpady uskladněné v bývalých lignitových dolech
  - odpadní vody ze závodu
  - vzorky půdy z okolí závodu
  - zdravotní účinky na pracovníky a okolní obyvatelstvo
  - účinky na zemědělskou rostlinnou a živočišnou výrobu*Po zjištění přesných podrobností o dlouhodobé zátěži obyvatelstva a o dosud zjištěných poruchách musí být neodkladně vypracována a zveřejněna opatření, která z toho nutně vyplývají v zájmu zdraví obyvatelstva. Průzkumy musí obsahovat i chemické analýzy.*
- 3) Detailní výzkumy rakoviny a leukémie u pracovníků závodu stejně jako u obyvatel v celém regionu.
- 4) Sociální a finanční kompenzaci pro postižené pracovníky a obyvatele v okolí.

*...od předsedy JČKNV pana Jáchyma:*

- 1) Objasnění následujících skutečností:
  - jak se mohlo stát, že před 30 lety byly před veřejností utajovány nehody a skandální, zdraví ohrožující provoz, a kdo je za toto utajování zodpovědný?
  - jak mohl být tolerován stav, kdy příslušné instituce (hygienická služba) používaly neadekvátní měřicí metody k měření radioaktivní zátěže okolí, popř. kdy tyto instituce přes známky silně zvýšené radioaktivity nepřijaly žádná další opatření?
- 2) Zveřejnění všech měřících metod a všech výsledků měření.

*... od MAPE:*

- 1) Zveřejnění informací a údajů o výrobních procesech, o zpracování a o ukládání materiálů.
- 2) Zveřejnění údajů o množství materiálu, který se v závodě zpracovával, popř. také o původu rudy.
- 3) Přesné označení použitých chemických látek a údaje o jejich množství.
- 4) Informace o tom, jaká měření byla dosud provedena, zveřejnění všech výsledků dosavadních měření v okolí a v areálu MAPE.
- 5) Zveřejnění informací o všech dosud vzniklých poruchách.
- 6) Zveřejnění všech bezpečnostních opatření, zveřejnění údajů o těch provedených kontrolách dělníků, které z bezpečnostních opatření vyplývají, a rovněž zveřejnění údajů o měřících metodách, které byly při zmíněných kontrolách použity, a zveřejnění jejich výsledků.

## Příloha E - Jak se pracovalo na MAPE

Práce v chemické úpravně uranové rudy nebyla lehká, vypráví o tom invalidní důchodce pan Tetour. Zde je uvedena jeho výpověď: (42)

*"Pracoval jsem na drtírně, bunkrech, depu, Acidkuru (Pahorek smrti). Žhavý popel se sypal na suché mletí, přidávala se kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) nebo kyselina dusičná (HNO<sub>3</sub>) a voda (H<sub>2</sub>O), z toho vznikla záměs o teplotě kolem 100°C. Po otevření víka se uvolňovaly agresivní výpary. Jedinou ochranou byl hadrový respirátor. Vykonávat práci po celou směnu s respirátorem nešlo. O dozimetrech neměl nikdo ze zaměstnanců přehled. Celou směnu jsem dýchal radon, po 4 hodinách jsem byl ospalý a teď spím 12 hodin denně. Když jsem pracoval na Acidkuru, šířil se z místního zařízení žlutý plyn. Ten se šířil podle směru větru dále. Nebyla zde žádná ventilace, práce pokračovala i v prašném prostředí. Na MAPE jsem pracoval 11,5 roku. Dnes jsem v invalidním důchodu. Řekli mi, že jsem přechodil žloutenku. Během zaměstnání jsem chodil na zdravotní prohlídky a vše bylo v pořádku. Ke konci jsem již nemohl, a mistr mi řekl, že jsem jak ožralý. Šel jsem marodit. MUDr. Valenta mi dal tetracyklin, po týdnu mne pustil do práce, ale už jsem to nemohl vydržet. Dostal jsem další dávku, nechal jsem se poslat do PB, po 7-8 měsících (přerušováno pobytem doma) mne posudková komise poslala do invalidního důchodu. Bylo mi řečeno, že to není nemoc z povolání. Mám úbytek červených krvinek. 11 let jsem v důchodu a 3 x za rok jsem chodil na krev, nyní chodím 4 x za rok. Bude mi 57 let. V posudku nemám napsán důvod, proč jsem invalidní. Ostatní spolupracovníci jsou již mrtví, kromě Suchého a Hafnera. Vesměs to byli moji vrstevníci a dělali v MAPE kratší dobu. Dne 23.11.1990 jsem nahlédl do spisu a dozvěděl se, že mám nemoc ze záření. O radonu se vědělo, že působí jako uspávací, ale jako nemoc z povolání se uznává pouze rakovina plic."*

*"Když se najížděl Jarošov, pěníla ruda a přetékala do kanálu i s kyselinou. Zpracovávalo se tehdy 4.500 tun denně a dělo se to minimálně ob šichtu. Vápno nebylo každou chvíli a Kříž (hygienik) dával pokyn pro provoz, i když nebylo vápno k neutralizaci. Únik se dostal do Nákeřského rybníka a tehdy ryby nebyly k jídlu, byly jako z nafty. Kanál běžel i po oficiálním uzavření (2 roky). Bylo moc vody, tak se to v noci čerpalo kanálem do Vltavy. Na drtírně se jelo, i když vypadla ventilace. Respirátory byly po 10 minutách černé i při normálním provozu. Sundávaly se při nutnosti rychlých pohybů. Dozimetry byly umístěny jen do kuželové drtírny (frakce 4 - 15 cm). Tam se drtilo nasucho. Odsávací potrubí bylo brzy zanesené a odsávalo málo nebo vůbec. Čištění potrubí se provádělo 1 x za rok. Do prachu a do koncentrátu byly vkládány filmové dozimetry. Po vyhodnocení v Příbrami nebylo nikdy nic řečeno. V MAPE zaměstnávali chlapy do 45 let a ženy až nad 45 let. Hotový koncentrát vždy doprovázeli naši vojáci. Čtyři Rusové pracovali na laboratořích. Jejich pracovní doba byla 6 hodin. Brali vzorky z každého kusu. V roce 1982 přešli na Hamr. Jeden čas se uvažovalo, že by obsah odkališť prošel znovu procesem, protože je tam plno uranu. Do odkališť šly všechny splachy a havárie. V MAPE se také sjížděl obsah z odkaliště u Nejdku a zpracovávala se také německá ruda. Jedenkrát za rok se konala zdravotní prohlídka, jejíž hlavní náplní bylo počítání leukocytů. Můj kolega Hafner pracoval na mlýnici. Nedostal ani vatu do uší, vozil si ji z domova. Kdo měl větší škody sluchu, šel z práce. Při porušení ventilace se nemohlo dělat, nebylo vůbec vidět. Ventilace je zde odvedena do komína, ale jestli jsou tam filtry, to nevím. Rusové žádali, aby v koncentrátu bylo 50 % izotopu 234 ("bombový kov"). Pro splnění plánu se jela ruda rychle, aniž se stačila zpracovat. Vše šlo do odkaliště. Hygienici tam nešli, měli by zákaz výjezdu do ciziny."*

Příloha F - Diagnózy úmrtí na nádorová onemocnění u obyvatel obcí v okolí

MAPE Mydlovary (vlastní výzkum)

Nádory	Zahájí			Mydlovary			Olešník			Celkem		
	Počet	M	Ž	Počet	M	Ž	Počet	M	Ž	Počet	M	Ž
Průdušek	5	5	0	8	8	0	0	0	0	13	13	0
Plic	4	4	0	5	5	0	10	8	2	19	17	2
Prsu	4	0	4	1	0	1	0	0	0	5	0	5
Hrtanu	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
Jícnu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Žaludku	2	1	1	2	2	0	4	2	2	8	5	3
Tlustého střeva	1	0	1	6	3	3	7	7	0	14	10	4
Konečníku	4	4	0	1	1	0	1	1	0	6	6	0
Jater	1	1	0	1	1	0	2	2	0	4	4	0
Podjaterní krajiny - z neznámého primárního ložiska	2	1	1	1	0	1	2	0	2	5	1	4
Žlučníku a žlučových cest	3	2	1	1	1	0	2	0	2	6	3	3
Močového měchýře	1	1	0	0	0	0	2	2	0	3	3	0
Prostaty	3	3	0	0	0	0	2	2	0	5	5	0
Ledvin	3	3	0	2	1	1	1	1	0	6	5	1
Slinivky břišní	1	0	1	2	1	1	0	0	0	3	1	2
Dělohy a děložního čípku	0	0	0	2	0	2	3	0	3	5	0	5
Vaječníku	2	0	2	0	0	0	3	0	3	5	0	5
Mozku	1	0	1	0	0	0	2	1	1	3	1	2
Nosohltanu	1	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	1
Leukemie	2	0	2	3	3	0	2	2	0	7	5	2
Melanoblastom	2	1	1	1	0	1	2	2	0	5	3	2
Myelom	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
Lymfatické tkáně a histocitů	1	1	0	2	1	1	1	0	1	4	2	2
Osteosarkom	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
Kůže – jiné zhoubné novotvary	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
Novotvar nejistého chování	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0