

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
**KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE**

Studijní program: Regionální environmentální správa



**Problematika azbestu ve venkovním prostředí, zejména v okolí kamenolomů a skládek**

The issue of asbestos in the outdoor environment, especially in the vicinity of quarries and landfills

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: MUDr. Magdalena Zimová, CSc.

Diplomant: Renata Turnovská

Praha 2022



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autorka práce:	Bc. Renata Turnovská
Studijní program:	Regionální environmentální správa
Vedoucí práce:	MUDr. Magdalena Zimová, CSc.
Garantující pracoviště:	Katedra aplikované ekologie
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	<b>Problematika azbestu ve venkovním prostředí zejména v okolí kamenolomů a skládek</b>
Název anglicky:	<b>The issue of asbestos in the outdoor environment, especially in the vicinity of quarries and landfills</b>
Cíle práce:	Diplomová práce je zaměřena na problematiku výskytu azbestu ve venkovním prostředí, zejména na potenciální zdroje z těžebných hornin, z neodborného odstraňování stavebních materiálů a ze skládek nebezpečného odpadu a i z černých skládek. Cílem práce budou návrhy vhodných metod pro stanovení azbestových vláken ve venkovním ovzduší. V návaznosti na metody budou stanoveny návrhy limitů pro sledované prostředí. Práce se zabývá metodami stanovení azbestových vláken ve venkovní ovzduší, jeho odběr a následně analýzy v akreditované laboratoři. Popis jednotlivých lokalit odběru, postup monitoringu ovzduší jak v těsné blízkosti těžebních ploch, tak i ve vzdálenějších oblastech zejména nejbližších obcích. Dále se práce zabývá legislativou upravující nakládání s azbestem a materiály obsahujícími azbest, zejména pak absencí limitů pro venkovní prostory a neřešení azbestových minerálů přirozeně se vyskytujících v těžebních horninách, které se dále používají ve stavebnictví nebo i jako posypový materiál.
Metodika:	Práce bude postupovat v několika krocích. Zpracování rešerše Provedení analýzy platné EU a ČR legislativy upravující nakládání s azbestem a materiály obsahujícími azbest a stanovení limitů pro venkovní prostory. Výběr monitorovaných lokalit a stanovení metod odběru a analýz ovzduší Analýzy vybraných materiálů s možným obsahem azbestu Návrh metodiky pro hodnocení prostředí s potenciálním výskytem azbestu a azbestových minerálů přirozeně se vyskytujících v těžebních horninách, které se dále používají ve stavebnictví nebo i jako posypový materiál.  Práce bude navazovat na BP diplomantky "Metody stanovení azbestu a rizika spojená s jeho odstraněním".
Doporučený rozsah práce:	cca 50 stran + přílohy
Klíčová slova:	azbest, zdravotní rizika, těžba hornin, venkovní ovzduší
Doporučené zdroje informací:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. CERESOLI, Giovanni Luca, Emilio BOMBARDIERI a Maurizio D' INCALCI. Mesothelioma [online]. 2019. © Springer Nature Switzerland, 2019, 340 s. ISBN 978-3-030-16883-4.</li><li>2. Geologie, mineralogie, historie dolování: Serpentiný [online]. Praha: Velebil, 2005 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <a href="http://www.velebil.net/mineraly/serpentiný">http://www.velebil.net/mineraly/serpentiný</a></li><li>3. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Dopady na životní prostředí: integrovaný registr znečišťování [online]. [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <a href="https://www.irz.cz/irz/látky/azbest.html">https://www.irz.cz/irz/látky/azbest.html</a></li><li>4. platné předpisy ČR a EU</li><li>5. VÍT, Michael. Zdravotní rizika expozice azbestu. Praha: Státní zdravotní ústav, 2014. Dostupné také z: <a href="http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzduši/Vnitri_ovzduši/azbest_seminar_15._12._2014/Vit_azbest_zdravi.pdf">http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzduši/Vnitri_ovzduši/azbest_seminar_15._12._2014/Vit_azbest_zdravi.pdf</a></li></ol>
Předběžný termín obhajoby:	2021/22 ZS - FŽP

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Problematika azbestu ve venkovním prostředí zejména v okolí kamenolomů a skládek“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti GDPR.

V Praze 30. 03. 2022

Podpis: .....

## Poděkování

Ráda bych poděkovala MUDr. Magdaleně Zimové, CSc., za cenné rady, věcné připomínky, vstřícnost a trpělivost při konzultacích, které pomohly ke zpracování této diplomové práce. Dále bych poděkovala svému trpělivému manželovi, bez kterého by tato práce nevznikla.

## Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na problematiku výskytu azbestu ve venkovním prostředí, na potenciální zdroje z těžebných hornin, z neodborného odstraňování stavebních materiálů a ze skládek nebezpečného odpadu a i z „černých skládek.“ V diplomové práci byly zmíněny metody stanovení azbestových vláken, obecné informace, co vlastně azbest je, vznik a původ minerálu. Jeho základní druhy, chemické složení a jeho charakteristické vlastnosti. Využití azbestových vláken, v čem spočívá jeho nebezpečnost pro lidské zdraví a dopad na životní prostředí. V současné době se můžeme setkat s výskytem azbestu nejvíce při rekonstrukcích staveb nebo při jejich demolicích. Stavební odpady by měly být analyzovány z důvodu identifikace azbestu, aby následně s takovým odpadem bylo nakládáno jako s nebezpečným odpadem. Práce podrobněji popisuje metody stanovení azbestových vláken ve venkovní ovzduší, jeho odběr a následné analýzy v akreditované laboratoři. Popis jednotlivých lokalit odběru, postup monitoringu ovzduší jak v těsné blízkosti těžebních ploch, tak i ve vzdálenějších oblastech, zejména nejbližších obcích.

Dále se práce zabývá legislativou upravující nakládání s azbestem a materiály obsahujícími azbest, zejména pak absencí limitů pro venkovní prostory a neřešení přítomnosti azbestových minerálů přirozeně se vyskytujících v těžebních horninách, které se dále používají ve stavebnictví nebo i jako posypový materiál.

Klíčová slova:

Azbest, analýza, identifikace, stanovení, respirabilní, ovzduší

## Abstract

The diploma thesis is focused on the issue of asbestos in the outdoor environment, on potential sources from mined rocks, from unprofessional removal of building materials and from landfills of hazardous waste and from black landfills. The diploma thesis mentions methods for determining asbestos fibers, general information about what asbestos is, the origin and origin of the mineral. Its basic types, chemical composition and its characteristic properties. The use of asbestos fibers, which is its danger to human health and the impact on the environment. At present, we can encounter the occurrence of asbestos mostly during the reconstruction of buildings or during their demolition. Construction waste should be analyzed to identify asbestos so that such waste is subsequently treated as hazardous waste. The work describes in more detail the methods of determination of asbestos fibers in outdoor air, its sampling and subsequent analysis in an accredited laboratory. Description of individual sampling sites, air monitoring procedure both in close proximity to mining areas and in more remote areas, especially the nearest municipalities.

Furthermore, the work deals with legislation governing the handling of asbestos and asbestos-containing materials, especially the absence of limits for outdoor areas and failure to address asbestos minerals naturally occurring in mining rocks, which are further used in construction or as a sanding material.

## Keywords:

Asbestos, analysis, identification, determination, respirable, air

## Obsah

Úvod .....	11
Cíl práce .....	12
Literární rešerše .....	13
1 Azbest a jeho charakteristika .....	13
1.1 Vznik a jeho původ .....	13
1.2 Charakteristika a vlastnosti .....	14
1.2.1 Fyzikální a chemické vlastnosti .....	15
1.3 Charakteristika jednotlivých druhů .....	16
1.3.1 Chryzotil .....	16
1.3.2 Antofylit .....	17
1.3.3 Amosit .....	18
1.3.4 Krokydolit .....	20
1.3.5 Aktinolit .....	22
1.3.6 Tremolit .....	23
2 Legislativa ČR a EU .....	25
2.1 Analýza platné legislativy EU upravující nakládání s azbestem a materiály obsahující azbest .....	25
2.2 Analýza platné legislativy ČR upravující nakládání s azbestem a materiály obsahující azbest .....	28
3 Výskyt azbestu ve venkovním prostředí .....	31
3.1 Z těžných surovin .....	31
3.2 Neodborné odstraňování stavebních materiálů .....	32
3.3 Sklárky nebezpečného odpadu .....	34
3.4 Černé sklárky .....	36
3.5 Demolice budov .....	36

3.5.1	Michelské pekárny .....	37
3.5.2	Tesla Hloubětín v Praze 9 .....	38
3.5.3	InterContinental Prague .....	39
3.5.4	Rekonstrukce obchodního domu Kotva .....	40
3.5.5	Demolice Telecom Žižkov .....	41
3.5.6	Demolice budovy Transgasu .....	41
3.5.7	Havárie – přírodní katastrofy .....	42
3.6	Přírozně se vyskytující azbest .....	44
4	Zdravotní rizika způsobená expozicí azbestu .....	45
4.1	Inhalační riziko expozice azbestových vláken.....	45
4.2	Riziko konzumace azbestových vláken s vodou.....	46
4.3	Onemocnění z azbestu .....	47
4.3.1	Nemaligní choroby související s azbestem – benigní (azbestóza, hyalinóza pleury) .....	47
4.3.2	Maligní choroby související s azbestem (karcinom plic, mezoteliom, peritonea) 48	
	Metodika.....	50
5	Charakteristika vybraných lokalit .....	53
5.1	Kamenolom Čenkov .....	53
5.2	Kamenolom Libodřice .....	54
5.3	Kamenolom Litice u Plzně .....	54
5.4	Kamenolom Mítov u Plzně.....	56
5.5	Kamenolom Stříbrná Skalice.....	57
5.6	Kamenolom Sýkořice .....	58
5.7	Kamenolom Zbraslav.....	61
5.8	Kamenolom Želešice .....	61



5.9	Skládka Benátky nad Jizerou.....	62
5.10	Skládka odpadů v Břasích.....	65
5.11	Skládka odpadu Lukavec.....	65
5.12	Sběrný dvůr Praha FCC Regios.....	66
6	Praktická část.....	67
6.1	Výběr lokalit pro monitoring.....	67
6.2	Postup odběru vzorků.....	67
7	Výsledky.....	71
7.1	Analýzy vybraných materiálů s možným obsahem azbestu.....	71
7.1.1	Výsledky venkovního prostředí kamenolom Litice.....	71
7.1.2	Výsledky venkovního prostředí kamenolom Mítov.....	72
7.1.3	Výsledky měření venkovního prostředí skládky odpadu Břasy.....	72
7.1.4	Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Sýkořice.....	72
7.1.5	Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Zbraslav.....	73
7.1.6	Výsledky měření venkovního prostředí sběrného dvora Praha FCC Regios 73	
7.1.7	Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Libodřice.....	73
7.1.8	Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Stříbrná skalice..	74
7.1.9	Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Čenkov.....	74
7.1.10	Výsledky měření venkovního prostředí skládky odpadu Benátky nad Jizerou	74
7.1.11	Výsledky měření pracovního prostředí v kamenolomu Želešice na výskyt azbestu	75
7.1.12	Výsledky měření vnitřního prostředí v obci Želešice na výskyt azbestu 76	
7.1.13	Výsledky měření prachu v obci Želešice.....	76

7.1.14 Výsledky měření venkovního prostředí v obci Želešice na výskyt azbestu

77

7.2	Návrh metodiky pro zacházení s materiálem potenciálně obsahující azbest a azbestových minerálů přirozeně se vyskytujících v těžebních horninách a hodnocení venkovního prostředí potenciálně kontaminovaného azbestem .....	78
8	Diskuse .....	82
9	Závěr .....	88
10	Zdroje .....	90
11	Seznam použitých zkratk.....	97
12	Seznam obrázků .....	99
13	Seznam tabulek .....	101
14	Seznam příloh.....	102

## ÚVOD

Při zpracování diplomové práce jsem získala mnoho informací o problematice azbestových vláken ve vnitřním prostředí, kde je tato problematika zakotvena jak v legislativě, tak v pro ni existujících normách. Pracuji v analytické laboratoři, která se zabývá stanovením azbestových vláken a to zejména ve stavebním odpadu, dále jsou v naší laboratoři zpracovávány vzorky pracovního prostředí, zejména z oblasti odstraňování azbestu při demolicích, či rekonstrukcích objektů a následných kontrol prostor, zda tyto sanační práce byly správně provedeny. Avšak málokdo se zajímá o venkovní prostředí, zejména v okolí staveb, při rekonstrukcích a demolicích, kdy je azbest z těchto budov odstraňován a často je zde stavební materiál drcen přímo na místě a posléze odvážen jako běžný stavební odpad, či je druhotně využíván jako plnivo. Zejména při nedodržení pracovních postupů a nešetrném zásahu do těchto budov může docházet ke kontaminaci širokého okolí. Dalším zdrojem byly pak nepovolené skládky, kdy je stavební odpad, zejména ze soukromých staveb vyvážen na „černou skládku.“ Významný podíl mají i lomy, kde se těží nerostné suroviny, jako jsou kámen, písek či mastek, jejichž součástí mohou být azbestové minerály, které při těžbě a následném zpracování mohou do ovzduší uvolňovat vlákna, která jsou při příznivých povětrnostních podmínkách schopna se dostávat do širokého okolí.

V současnosti, je v řadě vyspělých zemí těžba azbestu a produkce komodit s příměsí azbestu zákonem zakázána. Existují však i země, kde se azbest nadále těží a je jako příměs přidáván do řady výrobků. Jsou však i výrobky, které mohou obsahovat azbest jako nežádoucí složku, která nebyla do produktu přidána záměrně, ale byla součástí suroviny použité k jejich výrobě.

## CÍL PRÁCE

Hlavní cíl této diplomové práce byl zaměřen na problematiku výskytu azbestu ve venkovním prostředí, zejména na potenciální zdroje z těžných hornin, z neodborného odstraňování stavebních materiálů i ze skládek nebezpečného odpadu a nakonec i z „černých skládek.“ Cílem práce byly návrhy vhodných metod pro stanovení azbestových vláken ve venkovním ovzduší. V návaznosti na metody byly stanoveny návrhy limitů pro sledované prostředí. Práce se zabývá metodami stanovení azbestových vláken ve venkovním ovzduší, jeho odběr a následné analýzy v akreditované laboratoři. Popis jednotlivých lokalit odběru, postup monitoringu ovzduší jak v těsné blízkosti těžebních ploch, tak i ve vzdálenějších oblastech zejména nejbližších obcích.

Dále se práce zabývá legislativou upravující nakládání s azbestem a materiály obsahujícími azbest, zejména pak absencí limitů pro venkovní prostory a neřešení přítomnosti azbestových minerálů přirozeně se vyskytujících v těžebních horninách, které se dále používají ve stavebnictví nebo i jako posypový materiál.

# LITERÁRNÍ REŠERŠE

## 1 AZBEST A JEHO CHARAKTERISTIKA

Azbest je obecný název pro šest různých přirozeně se vyskytujících vláknitých minerálů. Na základě jejich chemických a fyzikálních vlastností je rozlišujeme na dvě základní skupiny a to serpentiny (hadce) a amfiboly (*CCOHS©2021*).

Serpentiny jsou minerály s obsahem křemíku, hořčíku, popřípadě hliníku, či dalších prvků s OH skupinou. Do této skupiny náleží chryzotil  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ , který se mnohdy vyskytuje jako horninotvorný minerál serpentinitů, neboli hadců, do této skupiny spadají ještě antigorit a lizardit, ty však nejsou zařazeny na seznam nebezpečných karcinogenů. Serpentiny tvoří v hadcích celistvé nebo vláknité neprůhledné, černé, zelené, žlutozelené, šedé až bílé agregáty. Chryzotil se běžně vyskytuje v podobě vláknitých až plstnatých agregátů, tzv. chryzotilových azbestů. Vláknité chryzotily vytvářejí žilky pronikající serpentinitem (hadcem), přičemž vlákna jsou orientována kolmo na plochy žíly (*Velebil, 2005*).

Amfiboly je rozsáhlá a důležitá skupina minerálů buď magmatického, nebo metamorfního původu. Do skupiny amfibolů patří antofylit, tremolit, aktinolit, krokydolit (riebeckit) a amosit (grunerit) (*W. B. Simmons, 2021*).

Amfiboly jsou silikáty hořčíku, železa, vápníku, sodíku a někdy i hliníku a titanu, jejichž singulární prvky se ve struktuře minerálu vzájemně zastupují. Amfiboly jsou černé, hnědé, zelené, některé jsou i bílé. Tvoří sloupcovité, stébelnaté až jehlicovité agregáty. Hojně se vyskytující jsou také plstnaté formy amfibolů, tzv. amfibolové azbesty (antofylit, aktinolit, tremolit). V malých zrnech jsou amfiboly průsvitné, čím větší krystaly jsou, tím jsou méně průhledné (*Velebil, 2005*).

### 1.1 Vznik a jeho původ

Na rozdíl od mnoha látek v životním prostředí, které mají pevnou chemickou strukturu, reprezentují azbestoformní vlákna skupinu materiálů, které jsou méně snadno definovatelné. Mají širokou škálu chemických složení a krystalových struktur, velikostí, tvarů a vlastností. Různost minerálů se rozlišuje morfologií, změnami v chemickém

složení, krystalové struktury a podmínkách krystalizace. Asbestoformní typ popisuje speciální typ vláknitosti, což je široký pojem, který zahrnuje například azbest, ale i vláknitý křemen. Azbest se skládá z odlišných vláken s jedinečnými vlastnostmi, zatímco většina vláknitých křemenů se rozpadá na nedělitelné úlomky, které nesouvisí s jeho zjevným vláknitým vzhledem. Azbestová vlákna mají jasně definovaný vzhled, minerální fragment musí být třikrát tak delší než je široký, je pružný a silnější než základní minerál. Jako vlákna označujeme monokrystaly, které svým vzhledem připomínají organická vlákna, jako jsou vlasy nebo vlákna bavlny nebo velké krystaly či krystalické agregáty, které vypadají, že jsou složeny z vláken (tj. dlouhých, tenkých, jehlicovitých prvků). Mnoho typů minerálních fragmentů vzniká v důsledku neustálého zvětrávání hornin a také z různých lidských činností. Obecně minerální složení těchto částic přibližně odráží relativní hojnost minerálů v zemské kůře. Tyto částice jsou transportovány vodou a vzduchem, než jsou nakonec uloženy v nekonsolidovaných sedimentárních horninách, a velmi malé částice mohou zůstat v prostředí zejména ve vzduchu a vodě velmi dlouhou dobu (NCBI©1984).

## 1.2 Charakteristika a vlastnosti

Všechny formy azbestu jsou odolné vůči teplu, ohni, chemickým a biologickým rozkladům. Azbest se nerozpouští ve vodě, ani se neodpaří. Tyto vlastnosti znamenají, že azbestová vlákna nehoří, neprocházejí významnými reakcemi s většinou chemikálií a v prostředí se výrazně nerozkládají. Mezi další vlastnosti azbestu, díky nimž je tak komerčně žádaný, je jeho pevnost v tahu, tepelné, elektrické a zvukové izolační schopnosti a jeho absorpční kapacita. Díky těmto vlastnostem byl azbest užitečný v celé řadě vyráběných výrobků, jako jsou stavební materiály, třecí výrobky a žáruvzdorné textilie.

Azbest je drobný materiál, což znamená, že když je suchý, lze jej rozdrtit, na prach nebo prášek. Drobná vlákna a shluky vláken se mohou uvolňovat do vzduchu jako prach. Vdechování azbestu během jeho výroby, nebo používání, je hlavním zdravotním problémem (CCOHS©2021).

### 1.2.1 Fyzikální a chemické vlastnosti

Azbest má řadu fyzikálních vlastností, které jsou v průmyslu považovány za velmi užitečné.

Mezi tyto vlastnosti patří:

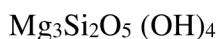
- Vysoká pevnost v tahu – azbestová vlákna mají vyšší pevnost v tahu než ocel, což znamená, že kabely naplněné azbestem mají vyšší odolnost, než se přetrhnou.
- Nehořlavý – azbest nelze spálit ani roztavit a to, ani při extrémně vysokých teplotách až do 2750 °C (*Mesowatch@2021*)
- Odolný vůči teplu – azbest je skvělý izolant, který snižuje teplotní změny a chrání objekty před vysokými teplotami
- Elektrický odpor – azbest nepřenáší elektrický proud
- Chemická odolnost – azbest nereaguje na širokou škálu žíravých, nebo oxidujících chemikálií
- Pružnost – azbestová vlákna jsou velmi pevná v tahu, přesto jsou velmi ohebná, flexibilní a tím dobře spřadatelná
- Chemicky inertní – chemická vlákna jsou odolná vůči kyselinám i zásadám a při smíchání s jinými materiály jsou tak stabilní, a nemají žádnou chemickou reakci
- Nekoroduje – azbestové potrubí, které bylo uloženo v zemi, nebylo ovlivňováno agresivitou okolní půdy
- Lehký – použití azbestových vláken tak dovede snížit hmotnost výrobku až o polovinu
- Odolný – azbestová vlákna jsou velmi odolná, nepodléhají vnějším přírodním vlivům a odolávají většině chemických roztoků (*Mesothelioma Justice Network at Asbestos, ©2019*)

### 1.3 Charakteristika jednotlivých druhů

Azbest je obecný název pro šest přirozeně se vyskytujících minerálů, které byly použity v komerčních produktech pro svoji pevnost, pružnost, nízkou elektrickou vodivost a odolnost vůči teplu a chemikáliím. Skládá se z křemíku, kyslíku, vodíku a různých kovů.

Azbest lze rozdělit na dvě základní skupiny, serpentiny a amfiboly, které se odlišují svými fyzikálními vlastnostmi. Serpentinový azbest se vyvíjí ve vrstvené formě, zatímco amfibolový azbest má strukturu podobnou řetězci. Azbest je obecně tvořen svazky vláken, které se snadno rozdělují na dlouhá, tenká vlákna. Pozitivní identifikace konkrétního typu vlákna vyžaduje mikroskopickou analýzu a vyšetření. Všechna azbestová vlákna jsou nebezpečná pro lidské zdraví (*Brayton Purcell, 2021*).

#### 1.3.1 Chryzotil



Chryzotil je jedním ze šesti typů minerálů, ze kterých jsou azbestová vlákna odvozena. Materiál je bílý a měkký na pohled, ve srovnání s jinými druhy azbestu má „nadýchanější“ vzhled.

Chryzotil je druh azbestu, který se v přírodě vyskytuje jako dihydrát křemičitanu hořečnatého. Existuje ve dvou formách, pokovená forma je antigorit a vláknitá forma je chryzotil. Vláknitá forma bývá z 95 % všech azbestových výrobků. Chryzotil je bílé velmi jemné vlákno ve větších svazcích nazelenalé barvy, je odolný vůči ohni a většině rozpouštědel. Jeho dlouhá vlákna jsou velmi pevná a dobře spřadatelná. Používá se jako tepelně odolný materiál v cementu a brzdových obloženích (*PubChem©2021*).



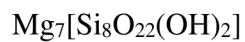


*Obrázek 1: Vlákenný chryzotil s typickým hedvábným leskem (Jirásek, Vavro 2008)*



*Obrázek 2: Chryzotilová vlákna v azbestocementové desce (autor 2020)*

### 1.3.2 Antofylit



Antofylit je zřídka se vyskytující forma azbestu, která zaznamenala omezené komerční využití. Stopy antofylitu můžeme nalézt ve vermikulitu nebo v produktech z mastku, podobně jako tremolit.

Antofylitový azbest je členem třídy amfibolů. Tato forma je drobivá a rozpadá se na rovné vláknité prameny minerálu, které připomínají jehly. Jehlicovitý tvar amfibolového azbestu zvyšuje pravděpodobnost jejich vdechnutí a zapuštění do plicní tkáně ve srovnání s vlnitými vlákny chryzotilu.

Antofylit má vysoký obsah hořčíku a železa, takže nezpracovaný minerál vypadá jako rudě hnědá, nebo zemitá načervenalá barva. Může se jevit také jako bílý nebo šedý v závislosti na přítomnosti jiných chemických prvků.

Antofylit nebyl nalezen v tak velkém množství jako jiné formy azbestu, například amosit či chryzotil. Doly existovaly ve Finsku na konci 19. století a nová, malá ložiska byla později lokalizována v amerických státech Georgia a Severní Karolína (Mesowatch©2021).

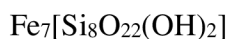
Výrobky kde bylo použito antofylitu:

- Kompozitní podlahy
- Výrobky z mastku
- Vermikulitové výrobky



Obrázek 3: Antofylit – minerál (Weinrich Minerals, Inc. 2022)

### 1.3.3 Amosit



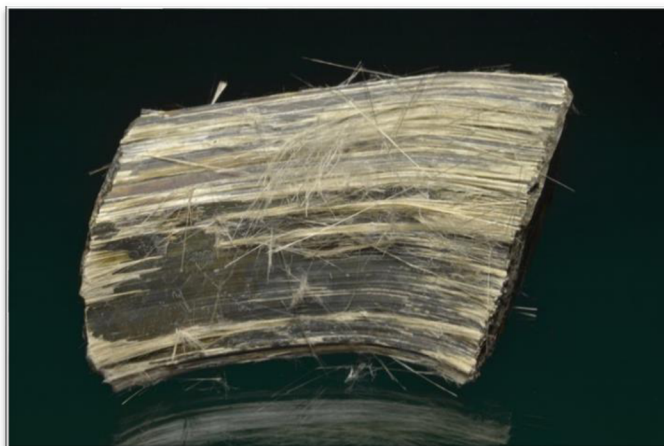
Amosit má hnědý nebo zemitě šedý vzhled, někdy se mu říká „grunerit“.

Složení azbestových minerálů amfibolového typu se rozkládají na rovná jehlicovitá vlákna. Tato vlákna mohou být snadněji vdechnuta než vlákna chryzotilová. Vzhledem k tomu, že se snadněji dostávají do plic a ještě se při vdechnutí do plicní tkáně mohou zlomit, jsou tato vlákna považována za více nebezpečná než vlákna serpentínová.

Stejně jako ostatní azbestové minerály má amosit vysokou odolnost vůči teple, vykazuje dobrou pevnost v tahu, což bylo využito v průmyslu a byl přísadou konstrukční ocele. Amosit je také hydrofobický, jeho absorpční schopnosti bylo využíváno v materiálech ke snížení kondenzace a ke zvukové izolaci.



*Obrázek 4: Amosit v azbestocementové desce (autor)*



*Obrázek 5: Grunerit forma amositu (Mindat.org online)*

Ve stavebním průmyslu se amosit používal běžně od 20. let do konce 60. let 20. století. V 70. letech mnoho zemí zakázalo jeho používání, protože se ukázalo, že amositová, vysoce lámavá vlákna jsou velmi nebezpečná, hned za krokydolitem. Těžba v Jižní Africe ustala na počátku dvacátých let minulého století (Mesowatch©2021).

Běžné výrobky s příměsí amositového azbestu:

- Izolační desky
- Konstrukční ocel
- Kryty potrubí
- Stropní desky
- Stropní tašky
- Akustická izolace

#### 1.3.4 Krokydolit



Díky svému nádhernému modrozelenému odstínu je krokydolit typem azbestu s klamně podmanivým vzhledem, který skrývá smrtící povahu materiálu. Tento minerál ve své azbestové formě je uznáván jako nejškodlivější a nejvíce karcinogenní ze všech azbestových minerálů.

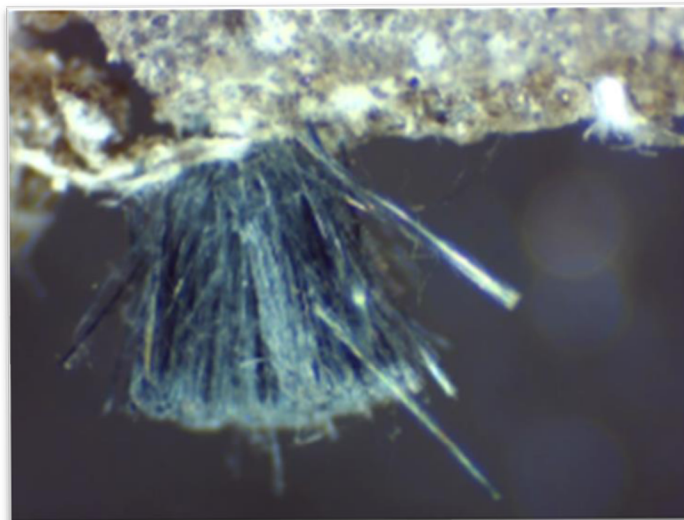
Amfibolové druhy azbestu mají rovná jehlicovitá vlákna, která se liší od vlnitých vláken chryzotilu. Tato rovnější vlákna zvyšují pravděpodobnost vdechnutí vláken a současně způsobují více karcinogenních účinků v kratším časovém období.

Vysoký obsah sodíku spolu se stopami železa a hořčíku způsobují, že krokydolit v mnoha přírodních i zpracovaných formách vypadá modře. Může se však také zdát žlutý, nebo tmavě šedý, v závislosti na zdroji těžby a zpracování.

Krokydolit má odolnost vůči vysokým teplotám a extrémně vysokou odolnost vůči kyselinám. Materiál je také vysoce křehký a drobivý. Protože je krokydolit přirozeně tvořen ve svazcích z dlouhých, ostrých vláken, je snadněji vdechován a způsobuje tak rychlejší zdravotní problémy, než jakákoli jiná forma azbestu. Krokydolit byl původně upřednostňován vedle chryzotilu pro průmyslové použití v Evropě, Austrálii a Africe. Používal se k izolaci potrubí i tepelné izolaci, a to zejména v průmyslových zařízeních. První zdroje krokydolitů byly objeveny v Africe, ještě před objevením dalších dolů v Austrálii a Bolívii. Jeho škodlivé účinky vedoucí k rakovinovému bujení byly odhaleny poměrně brzy, což vedlo ke zničení celých těžebních komunit. S vědomím tohoto nebezpečí američtí výrobci zřídka používali krokydolit. Azbest krokydolit tak obsahovaly méně než čtyři procenta veškerého azbestu v USA (*Mesowatch*©2021).

Běžné výrobky vyrobené z azbestu krokydolitů:

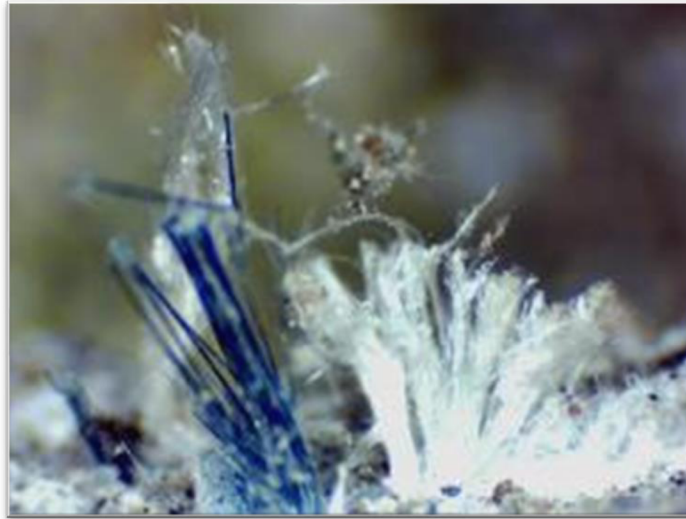
- Stříkaná izolace
- Izolace potrubí
- Příze a brzdící lana
- Azbestocementové desky



*Obrázek 6: Vlákna krokydolitů v azbestocementové desce (autor)*

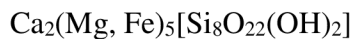


*Obrázek 7: Krokydolitový minerál (Mindat.org online)*



*Obrázek 8: Vlákna krokydolitů a chryzotilu v azbestocementové desce (autor)*

### 1.3.5 Aktinolit



Aktinolit je extrémně vzácná forma azbestu s vysokým obsahem hořčíku. Může se objevit v mnoha odstínech, včetně žluté, zelené, modrozelené, hnědé, bílé nebo šedé.

Komerční doly nemohly produkovat dostatek aktinolitu, aby ho bylo možné využívat jako aditiva do výrobků, ale stopová množství aktinolitu lze nalézt ve výrobcích v dostatečné míře, aby představovala zdravotní rizika.

Aktinolit je členem třídy amfibolů azbestových minerálů. Amfiboly se rozpadají na malá, rovná jehlicovitá vlákna, která se snadno přenášejí vzduchem a představují větší riziko vdechnutí a onemocnění než například chryzotil.

Aktinolit se nejčastěji tvoří ve skupinách metamorfovaných hornin, které obklopují vyvřelé horniny. Když se tyto horniny rozbijí, vytvoří dlouhá, rovná vlákna, která lze rozdělit na mikroskopické součásti. Je zajímavé, že aktinolit má i formu nevláknitou známou jako nefrit.

Aktinolit produkuje pouze několik dolů, typicky v malých množstvích, která nejsou dostačující pro komerční využití materiálu. Aktinolit lze však nalézt jako kontaminující látku v mnoha dalších produktech, včetně produktů obsahujících mastek a vermikulit.

Aktinolit může být také stopovým kontaminantem nacházejícím se v minerálních směsích barev, tmelů, protipožárních výrobků, betonových výrobků, zahradnických půd a dalších.

Běžné výrobky vyrobené z azbestu aktinolit:

- Vermikulitové výrobky
- Sádrokarton
- Dětské hračky
- Tmely
- Mastek
- Azbestový beton



*Obrázek 9: Zelený vláknitý aktinolit (Matýsek 2002)*

### 1.3.6 Tremolit



Tremolitový azbest je v přírodě neobvyklý, ve velkém množství se prakticky nevyskytuje, je ho však možné nalézt ve stopovém množství některých minerálů, jako je mastek a vermikulit. Jeho vlákna mají typicky bílý, nebo šedý vzhled. Na rozdíl od chryzotilu z třídy serpentinu, mají typy azbestu třídy amfibol rovná, jehlicovitá vlákna, která jsou křehká a snadněji se vdechují. Jsou proto silnějšími karcinogeny a představují větší riziko pro pracovníky a obyvatele budov. Vzhledem k jeho ostrým, rovným vláknům

a malému výskytu, byl pro průmyslovou výrobu prakticky nevyužíván, není tak častou příčinou mezoteliomu, nebo jiných druhů rakoviny, jako jiné typy azbestových vláken. Tremolit má vysoký obsah hořčíku a železa, díky čemuž je mnohem méně pružný než jiné druhy azbestu. Díky této kvalitě byl nepoužitelný pro průmyslovou výrobu nebo samotné zpracování. Tremolit se však může přirozeně vyskytovat v jiných produktech s komerčním využitím, jako je vermikulit a minerální mastek. Jako příklad běžného materiálu, může minerální vermikulit obsahovat vysoké stopy tremolitu. Izolace podkroví zonolitem a přísady vermikulitu do zalévací pudy, představují riziko kontaminace tremolitu. Před osmdesátými léty, by minerální mastek, používaný v práškové formě, mohl mít potenciálně stopy tremolitu, což mohlo způsobit jeho karcinogenitu (*Mesowatch©2021*).

Běžné produkty, které mohou obsahovat tremolit:

- Izolace podkroví
- Zalévání pudy
- Půdní přísady
- Mastek
- Kosmetika a barvy obsahující mastek



*Obrázek 10: Tremolit z Francie (Alamy Limited online)*



## 2 LEGISLATIVA ČR A EU

Azbest byl na základech posudků Mezinárodního úřadu pro výzkum rakoviny (IARC – International Agency for Research on Cancer) zařazen mezi karcinogeny. Proto bylo potřeba vytvořit zákony týkající se azbestu na evropské úrovni a tím sjednotit legislativní předpisy ve všech členských zemích EU.

### 2.1 Analýza platné legislativy EU upravující nakládání s azbestem a materiály obsahující azbest

Legislativa týkající se azbestu prošla řadou změn, bylo tedy provedeno podrobné vyhledání příslušných vyhlášek, nařízení a zákonů zabývajících se azbestem. Především bylo využito databáze ESIPA online (sbírka zákonů, vyhlášek, nařízení vlády a jiných právních předpisů). Na základě vyhledané příslušné legislativy byla provedena analýza a zhodnocení této legislativy.

Sjednocení legislativních předpisů omezující používání nebezpečných látek zahrnující i azbest v členských zemích zajišťovala směrnice evropské rady 76/769/EHS, která si od svého vzniku do současnosti prošla nesčetnými novelizacemi a doplněními o další látky, v současné době platí verze 1999/51/ES ze dne 26. května 1999, která se adaptuje na technický pokrok a omezuje používání některých dalších nebezpečných látek (cín, kadmium, PCP). V roce 1980 vychází směrnice rady 80/1107/EHS, která se zabývá ochranou zaměstnanců před riziky spojenými s expozicí, fyzikálních a biologických činitelů. Tato směrnice byla novelizována a rozšířena o zákaz aplikace azbestu postříkem a pracovní postupy, které zahrnují použití izolačních nebo zvukotěsných materiálů s nízkou hustotou (menší než  $1 \text{ g/cm}^3$ ) obsahující azbest. V současné době je tedy platná směrnice Evropského parlamentu 2009/148/ES. Směrnicí rady 87/217/EHS jsou stanovena opatření a doplněna již platná ustanovení, jejímž cílem je předcházení a snižování znečištění azbestem v zájmu ochrany zdraví člověka a životního prostředí. Jsou zde stanoveny limity, kdy koncentrace azbestu emitována výdychy do ovzduší, nepřekročila mezní hodnotu  $0,1 \text{ mg azbestu /m}^3$  vypouštěného vzduchu. Minimální požadavky na ochranu zaměstnanců před riziky expozice azbestem a ochranu jejich zdraví a bezpečnosti jsou uvedeny ve směrnici rady 98/24/ES.

Co se týče odpadu obsahující azbestová vlákna, či prach, je nutno tento odpad ukládat na skládky k tomu určené, musí být řádně zabalen a zakryt. Zřetel je brán na místní podmínky tak, aby se předcházelo úniku azbestových vláken do životního prostředí. Tato kritéria jsou uvedena v rozhodnutí rady 2003/33/ES a Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES)č.98/2008. Směrnice Rady 1999/31/ES má za cíl předcházet a omezovat negativní vliv skládek na podzemní a povrchové vody, půdu, ovzduší a lidské zdraví. Průmyslové emise a seznam znečišťujících látek je uveden ve směrnici Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2010/75/EU o integrované prevenci a omezování znečištění. Evropská unie v roce 2006 vydala nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 , které má za cíl zlepšit ochranu lidského zdraví a životního prostředí v souvislosti s chemickými látkami. Je v ní také zanesena podpora alternativních metod hodnocení rizik látek s cílem omezit testování na zvířatech. V roce 2008 vyšlo v rámci OSN nařízení (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí. Je to rozsáhlý dokument, který je stále novelizován a rozšiřován a průběžně doplňován. Poslední známá novelizace je z roku 2021. Toto nařízení je právně závazné a vyžaduje, aby výrobci, dovozci a následní uživatelé chemických látek, nebo směsí, tyto produkty před uvedením na trh klasifikovali a řádně označili a zabalili. Z důvodu srozumitelnosti a přehlednosti byly směrnice o emisích, o znečišťování ovzduší, o postupech monitorování životního prostředí ovlivněného průmyslem, shrnuty do jediné směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU.

Evropská legislativa pokrývá ochranu zaměstnanců před riziky související s expozicí azbestu při práci, obsahuje obecná ustanovení povinností zaměstnavatele, limity a zákazy expozice, hodnocení a kontrolu pracovního prostředí, organizaci a technické opatření pro prevenci, sledování zdraví pracovníků, ale také odstraňování stávajících materiálů obsahujícího azbest. Instalace nových materiálů je zakázána.

<b>Legislativní rámec EU v oblasti nakládání s azbestem a materiály obsahující azbest</b>	
<b>87/217/EHS</b>	Směrnice Rady ze dne 19. března 1987 o předcházení a snižování znečištění životního prostředí azbestem (87/217/EHS)
<b>1993/31/ES</b>	Směrnice Rady 1993/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách odpadů
<b>98/24/ES</b>	Směrnice Rady 98/24/ES ze dne 7. dubna 1998 o bezpečnosti a ochraně zdraví zaměstnanců před riziky spojenými s chemickými činiteli používanými při práci (čtrnáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS)
<b>1999/31/ES</b>	Směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách odpadů
<b>1999/51/ES</b>	Směrnice Komise 1999/51/ES ze dne 26. května 1999, kterou se popáté přizpůsobuje technickému pokroku příloha I směrnice Rady 76/769/EHS o sblížení právních a správních předpisů členských států týkajících se omezení uvádění na trh a používání některých nebezpečných látek a přípravků (cín, PCP a kadmium)Text s významem pro EHP
<b>2003/33/ES</b>	Rozhodnutí Rady ze dne 19. prosince 2002, kterým se stanoví kritéria a postupy pro přijímání odpadů na skládky podle článku 16 a přílohy II směrnice 1999/31/ES (2003/33/ES)
<b>(ES) č. 1013/2006</b>	Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006 ze dne 14. června 2006 o přepravě odpadů
<b>1907/2006/ES REACH</b>	Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES
<b>(ES)č.1272/2008 CLP</b>	Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 ze dne 16. prosince 2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č. 1907/2006 (Text s významem pro EHP)
<b>(ES)č.98/2008</b>	Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic (Text s významem pro EHP)
<b>2009/148/ES</b>	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/148/ES ze dne 30. listopadu 2009 o ochraně zaměstnanců před riziky spojenými s expozicí azbestu při práci (Text s významem pro EHP)
<b>2010/75/EU</b>	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění) Text s významem pro EHP

*Tabulka 1: Legislativa odpadového hospodářství (autor)*

## **2.2 Analýza platné legislativy ČR upravující nakládání s azbestem a materiály obsahující azbest**

Analýza platné legislativy ČR týkající se nakládání s azbestem

První zmínky o nebezpečnosti azbestu pocházejí z Velké Británie z roku 1898. V roce 1955 jsou již celosvětově šířeny důkazy o nebezpečnosti tohoto minerálu, a přesto se azbest dočká velkého průmyslového využití. Teprve v roce 1983 byla publikována první omezení směřující k omezení použití azbestu. EU vydává směrnici na ochranu zaměstnanců před rizikem expozice azbestem. Zakazuje se aplikace nástřikem a jsou stanoveny maximální limity pro expozici. V České republice je azbest zařazen mezi karcinogeny v roce 1984 vydáním Směrnice MZ ČR – hlavního hygienika č. 64/1984 Sb., kdy bylo používání azbestových výrobků omezeno pouze na případy, kdy okolnosti nedovolují použití jiného materiálu. V roce 1990 je tato vyhláška upravena výnosem 190/1990 Sb., který upravuje hygienické zásady pro práci s azbestem a výrobky či materiály obsahující azbest. Tato směrnice se dočkala ještě několika změn, až do současné podoby, kdy je od roku 2004 v platnosti vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli. V roce 1995 jsou nemoci způsobené azbestem při výkonu práce zařazeny na seznam nemocí z povolání a to Nařízením vlády č. 290/1995 Sb. V roce 1997 nebyla povolována výroba materiálů obsahujících azbestová vlákna, proto by v budovách, stavěných po roce 1997, se již tento materiál neměl vyskytovat. V roce 1999 vstupuje v platnost zákon č. 157/1998 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých dalších zákonů. Součástí tohoto zákona je příloha č. 2, která definuje látky, jejichž dovoz, výroba a distribuce se v ČR zakazuje. Na seznam jsou zařazena amfibolová vlákna krokydolit, amosit, antofylit, aktinolit a tremolit. Později je nahrazen Zákonem o chemických látkách a chemických přípravcích č. 356/2003 Sb. a v současné době je zahrnut v zákoně č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). V roce 2003 jsou vyhláškou č. 6/2003 Sb. stanoveny hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb, která stanovuje limit azbestových a minerálních vláken na

1000 vláken/m<sup>3</sup>. Odpady s obsahem azbestu jsou řešeny v zákoně č. 106/2005 Sb., kdy původce odpadu je povinen zajistit, aby při nakládání s odpadem nebyl do ovzduší uvolňován azbestový prach a vlákna. Také je povinen zajistit řádné uložení odpadu na skládky tomu určené. Odpad musí být řádně zabalen, označen a uložení na skládku musí být řádně označeno. Provozovatel skládky je povinen zajistit, aby se částice azbestu neuvolňovaly do ovzduší. V zákoně o odpadech č. 541/2020 Sb. se již nehovoří o původci odpadu, ale o každém kdo s odpady obsahující azbest nakládá.

Současná legislativa ČR nám tedy nabízí poměrně ucelený pohled na problematiku týkající se azbestu, jsou zde zastoupeny legislativní opatření pro pracovníky, zaměstnavatele, vzniklý odpad, nemoci z povolání a jsou zde určeny zdravotní limity pro vnitřní ovzduší. Je zde řešen azbest jako přídavek v různých materiálech. V současné legislativě není nikde řešen azbest jako součást jiných těžných nerostů, kdy se při samotné těžbě, nebo posléze při úpravách těžného materiálu mohou uvolňovat azbestová vlákna. V žádném zákoně či vyhlášce není upraveno ani další použití tohoto materiálu ve stavebnictví či jako posypový materiál, i zde se můžou azbestová vlákna z tohoto materiálu uvolňovat.

<b>Legislativní rámec ČR v oblasti nakládání s azbestem a materiály obsahující azbest</b>	
<b>Vyhláška č. 145/1988 Sb.</b>	Vyhláška ministra zahraničních věcí o Úmluvě o závodních zdravotních službách (č. 161)
<b>Nářízení vlády č. 290/1995 Sb.</b>	Nářízení vlády, kterým se stanoví seznam nemocí z povolání
<b>Zákon č. 258/2000 Sb.</b>	Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
<b>Vyhláška č. 432/2003 Sb.</b>	Vyhláška, kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
<b>Vyhláška č. 6/2003 Sb.</b>	Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
<b>Zákon č. 106/2005 Sb.</b>	Úplné znění zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, jak vyplývá z pozdějších změn
<b>Zákon č. 309/2006 Sb.</b>	Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo

	pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)
<b>Zákon č. 183/2006 Sb. Nahrazuje ho zákon č.283/2021</b>	Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) – zrušen k 1. 7. 2023
<b>Vyhláška č. 394/2006 Sb.</b>	Vyhláška, kterou se stanoví práce s ojedinělou a krátkodobou expozicí azbestu a postup při určení ojedinělé a krátkodobé expozice těchto prací
<b>Zákon č. 262/2006 Sb.</b>	Zákon zákoník práce
<b>Vyhláška č.499/2006 Sb.</b>	Vyhláška o dokumentaci staveb – zrušen 1. 7. 2023
<b>NV č.361/2007 Sb.</b>	Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
<b>Zákon č. 350/2011 Sb.</b>	Zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)
<b>Zákon č. 201/2012 Sb.</b>	Zákon o ochraně ovzduší
<b>Vyhláška č. 415/2012 Sb.</b>	Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší
<b>Zákon č. 169/2013 Sb.</b>	Zákon, kterým se mění zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
<b>Vyhláška č.107/2013 Sb.</b>	vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
<b>Vyhláška č. 180/2015 Sb.</b>	Vyhláška o pracích a pracovištích, které jsou zakázány těhotným zaměstnankyním, zaměstnankyním, které kojí, a zaměstnankyním-matkám do konce devátého měsíce po porodu, o pracích a pracovištích, které jsou zakázány mladistvým zaměstnancům, a o podmínkách, za nichž mohou mladiství zaměstnanci výjimečně tyto práce konat z důvodu přípravy na povolání (vyhláška o zakázaných pracích a pracovištích)
<b>Zákon č. 541/2020 Sb.</b>	Zákon o odpadech
<b>Vyhláška č. 8/2021 Sb.</b>	Vyhláška o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů)
<b>Vyhláška č. 273/2021 Sb.</b>	Vyhláška o podrobnostech nakládání s odpady
<b>Zákon č. 283/2021 Sb.</b>	Zákon stavební zákon

*Tabulka 2:Legislativa odpadového hospodářství (autor)*

### 3 VÝSKYT AZBESTU VE VENKOVNÍM PROSTŘEDÍ

Azbest je termín, který se používá pro několik typů přirozeně se vyskytujících vláknitých minerálů nacházejících se po celém světě. Nejběžnějším typem azbestu je chryzotil. Serpentinová hornina často obsahuje chryzotilový azbest. Serpentinová hornina má typicky šedavě zelenou až modročernou barvu a může mít lesklý vzhled.

Množství azbestu, které je přítomno v těchto horninách, se pohybuje od méně než 1 % do asi 25 % a někdy i více. Azbest se z těchto hornin uvolňuje, pokud je hornina narušena, nebo rozdrčena. Přirozeně se tedy uvolňuje zvětráváním a erozí. Jakmile je azbest uvolněn ze skály, může se dostat do vzduchu a může v něm setrvat po dlouhou dobu. Dále se může uvolňovat těžbou, nebo použitím jako posypového materiálu, ale i jízdou aut po nezpevněných komunikacích, které jsou povrchově pokryty těmito horninami.

#### 3.1 Z těžených surovin

Azbest byl těžen pro výrobu více produktů běžně používaných v domácnostech, komerčních nemovitostech, přístřešcích a hospodářských budovách. Byl levný, trvanlivý, flexibilní a byl přirozeným izolačním a protipožárním materiálem. Protože však bylo prokázáno, že azbestová vlákna způsobují rakovinu a jiná plicní onemocnění, byl azbest zakázán a vláda NSW se aktivně zapojila do komunitních vzdělávacích programů, zajišťujících bezpečné nakládání s materiály obsahujícími azbest a azbest v jeho přírodních formách (*Asbestos awareness online*).

Na území ČR se naleziště azbestu vyskytovala, avšak žádné z nich nebylo dostatečně významné, aby zde probíhala průmyslová těžba. V některých lomech se krátce azbest těžil, nicméně tato činnost byla vyhodnocena jako nerentabilní a neperspektivní. Jednalo se o těžbu chryzotilu v Holubově u Kremže, Mirovice u Písku nebo těžbu amfibolových azbestů v Loužnici u Železného Brodu, Heřmanově a další drobná naleziště.

Azbest lze nalézt také jako doprovodný minerál v běžně těžených horninách. Hornina je vlastně složena z různých minerálů, které se navzájem od sebe liší jak chemickým složením, tak fyzikálními vlastnostmi, morfologií, atomovou stavbou a samozřejmě rozmístěním v prostoru. Díky tomu je hornina, jako taková, chemicky variabilní, na rozdíl od minerálů, které mají ve všech svých částech stejné chemické složení a stejnou

strukturu. Azbestové silikáty tvoří vláknité, až plstnaté agregáty sloupcovitých, až jehlicovitých krystalů serpentínů a amfibolů (*M. Petruš, 2013*).

Vznik azbestových minerálů souvisí s mineralizací. Tyto procesy mají odlišné podoby a probíhají za rozdílných chemických a fyzikálních podmínek. Z této příčiny tak nelze určit klíč, podle kterého lze s jistotou stanovit, nebo vyloučit přítomnost vláknitých azbestových struktur ve sledovaných horninách. Lze tedy prioritně vybrat okruh hornin, které mohou za určitých podmínek serpentínové a amfibolové azbestové minerály obsahovat. V kamenolomech, kde byl již azbest v těžném materiálu prokázán, se prioritně těží spilit. Lze tedy předpokládat, že tomu tak bude i v ostatních lomech.

### **3.2 Neodborné odstraňování stavebních materiálů**

Během renovace, nebo demolice, mohou být materiály obsahující azbest narušeny. S materiály obsahující azbest, by tedy měli manipulovat, odstraňovat jej a likvidovat pouze odborníci na odstraňování azbestu. Při nesprávném zacházení s těmito materiály může dojít k uvolnění azbestových vláken do prostoru a k následné expozici azbestovými vlákny, která se mohou šířit vzduchem na velké vzdálenosti.

Azbest může být stále přítomen v domech a budovách postavených před rokem 1997. Azbestová vlákna nejsou lidským okem viditelná a může být obtížné je identifikovat. Je důležité, aby si lidé byli vědomi běžných materiálů, které mohou obsahovat azbest, aby se zabránilo expozici. Na trhu byla pestrá škála stavebních materiálů, která obsahovala azbest. Obvykle se používal jako tepelný izolátor ve veřejných budovách, soukromých společnostech a školách. V některých případech byly azbestové povlaky nanесeny na kovové nosníky jako ohnivzdorný materiál. Azbest byl také přimícháván do směsí a omítek používaných na stěny a stropy (*Mesothelioma.com, online*).

Výrobky obsahující azbest se používaly zejména při výstavbě a k izolaci, ale toxický minerál lze nalézt také v mnoha typech spotřebního zboží. Existují předpisy, které omezují používání azbestu, ale omezují i práci s materiály obsahujícími azbest. Ve světě je stále ještě dost zemí jako je Rusko, Čína, Indie či Mexiko kde se azbest těží a přidává se do různých výrobků (*Asbestos.com online*).

Azbest byl v minulosti využíván především ve stavebnictví a to pro své výborné fyzikální i chemické vlastnosti. Mezi jeho skvělé vlastnosti patří nehořlavost,



žárovzdornost, odolnost vůči chemikáliím, je velmi pevný přesto je pružný, ohebný a má dobré elektroizolační vlastnosti. Pro tyto vlastnosti byl hojně využíván v podobě azbestocementového potrubí, jako vzduchotechnické instalace – kouřovody, ale i v rozvodech odpadu. Azbestocementové desky se zas používaly na stavbu bytových jader, podhledy stropů, střešní krytina, jako nehořlavé podložky pod elektrické rozvody, okolo kamen, brzdové destičky, těsnící prvky, nehořlavé oděvy a v neposlední řadě se používal i azbestový nástřík jako protipožární a elektroizolační ochrana různých konstrukcí a rozvodů (A. Lajčíková, M. Hornychová, SZÚ Praha 2010).

Výjimkou, která ve všeobecném zákazu platí, je chryzotil. Používá se prozatím v membránách stávajících chlorových elektrolyzačních aparatur, avšak nové instalace chryzotilových membrán již povoleny nejsou. Dále je zde azbest, který se vyskytuje přirozeně ve skalách, či půdě, nejedná se tedy o „záměrné přidání“, dále je povolené také vojenské použití chryzotilu (SZÚ, 2008).

<b>Příklady stavebních materiálů s obsahem azbestu, které byly v ČR*) v minulosti vyráběny</b>			
<i>výrobek</i>	<i>Doplňující údaje</i>	<i>Místo výroby</i>	<i>Ukončení výroby</i>
Střešní šablony Eternit, Betonit	400x400x4, 450x400x4 Šedé, černé a červené i jiné barvy $\rho=2100 \text{ kg/m}^3$	Beroun Šumperk Nitra	1996 (od roku 1912)
Vnitřní střešní krytina typu A a B (podle velikosti „vlny“)	desky šedé, černé, červené, zelené i jiné barvy, různých rozměrů, $\rho = 1800 \text{ kg/m}^3$	Beroun Šumperk Hranice Nitra Púchov	1995
Hřebenáče, tvarovky a střešní větrací prvky	různé doplňky k základním střešním prvkům	Beroun, Šumperk, Hranice, Nitra	1996
Izolační šňůra	$\phi = 1-50 \text{ mm}$	Zvěřinec	1990
Netkané textilie NETAS	tloušťka 0,6 - 1,1 mm	Zvěřinec	1990
Izolační deska ID a IDK	tloušťka 1-6 mm	Zvěřinec	1990
Květinové truhlíky a zahradní doplňky	různá velikost a tvar	Beroun Nitra	1999
Tlakové a kanalizační roury a tvarovky	$\phi = 50-1000 \text{ mm}$ , délek 500-5000 mm	Beroun Hranice Nitra	1999
Interiérové velkoplošné desky (Dupronit A, B, C, Ezalit A, B, C)	tloušťka 6, 8, 10, 12 mm = 600 až 1800 $\text{kg/m}^3$ v přírodní světle šedé barvě	Beroun Šumperk Nitra Púchov	1995 2000
Desky exteriérové a podstřešní (Dekalit, Lignát, Cembalit, Cemboplat, Unicel)	tloušťka 6, 8, 10, 12 mm = 600 až 2000 $\text{kg/m}^3$ v přírodní světle šedé barvě	Beroun, Hranice Šumperk Černousy Nitra, Púchov	1995

Sendvičové desky s pěnovým polystyrenem		Nitra	1995
Desky Pyral	požárně odolné sendvičové desky s vlnitou hliníkovou fólií v jádru	Praha	1992
Desky Izomín, Akumín, Calothermex	termoizolační desky, = 250–400 kg/m <sup>3</sup>	Nová Baňa Banská Štiavnica	1992
Asfaltové desky ASBIT	výrobky s mikromletým azbestem	Brno	1990
Asfaltové pásy – např. Aralebit, Bitagit, Cufolbit, Arabit-S, plastbit	výrobky s mikromletým azbestem	Brno Hostinné Bělá pod Bezdězem	1990
Nástříkové hmoty Pyrotherm	protipožární nástříky zejména na ocelové konstrukce	Praha Dlhá Ves Čičajovce Parchovany	1992
*) ČR – Česká republika, pod tímto názvem jsou pro potřeby tohoto metodického návodu míněny i státní útvary, do nichž ČR patřila před svým vznikem (ČSR, ČSSR, ČSFR, Č-SFR)			

*Tabulka 3: Přehled stavebních materiálů s obsahem azbestu (MŽP, 2018)*

### 3.3 Sklárky nebezpečného odpadu

Sklárky nebezpečných odpadů jsou navrhovány tak, aby se minimalizovala možnost úniku nebezpečných látek do životního prostředí. Dle zákona č.541/2020 Sb. je sklárka definována jako technické zařízení, určené k odstraňování odpadů jejich trvalým a řízeným umístěním na zemi, nebo do země. Jediným, tedy možným a správným uložením odpadu s obsahem azbestu jsou sklárky nebezpečného odpadu, jež smí tento odpad přijímat, ten je označován pod katalogovým číslem 17 06 05. Tímto číslem jsou označovány stavební materiály obsahující azbest. Takto demontovaný materiál by měl být na sklárku dopraven v zabaleném stavu. Na skládce pak musí být ihned po uložení zahrnut inertním materiálem. Menší množství materiálu obsahující azbest lze obvykle také odevzdat ve sběrném dvoře. Materiál opět musí být zabalen a označen. Prostory, kde se s azbestem manipulovalo a pracovalo, je nejlépe uklízet od prachu mokrou cestou (*M. Havel, 2016*).

Azbestový odpad lze také ukládat na jiných skládkách, než na skládkách nebezpečného odpadu a to za určitých podmínek:

- Odpad nesmí obsahovat jiné nebezpečné látky, než azbest
- Sklárka přijímá pouze azbestový odpad

- Odpad s obsahem azbestu je uložen v odděleném prostoru skládky, která není označena jako skládka nebezpečného odpadu, prostor musí být dostatečně samostatně uzavřen
- Pro zabránění rozptylu azbestových vláken, musí být úložný prostor denně a před každým stlačením překryt vhodným materiálem, a pokud odpad není zabalen, musí být pravidelně kropen
- Na závěr musí být nanesena dostatečně vysoká krycí vrstva
- Na skládce se nesmí provádět žádné práce, které by mohly způsobit uvolňování vláken, jedná se například o vrtání děr
- Při uzavření skládky musí být uchován plán a umístění skládky (území), zejména dokumentace o uložení odpadu obsahujícího azbest
- Je důležité přijmout taková opatření, která zabrání po uzavření skládky použití půdy k dalšímu použití (SZÚ, 2008)

<b>06</b>	<b>Odpady z anorganických chemických procesů</b>
06 07 01*	Odpady obsahující azbest z elektrolýzy
06 13 04*	Odpady ze zpracování azbestu
<b>10</b>	<b>Odpady z tepelných procesů</b>
10 13 09*	Odpady z výroby azbestocementu obsahující azbest
10 13 10	Odpady z výroby azbestocementu neuvedené pod číslem 10 13 09
<b>15</b>	<b>Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené</b>
15 01 11*	Kovové obaly obsahující nebezpečnou výplňovou hmotu (např. azbest) včetně prázdných tlakových nádob
<b>16</b>	<b>Odpady v tomto katalogu jinak neurčené</b>
16 02 10*	Vyřazené zařízení obsahující volný azbest
<b>17</b>	<b>Stavební a demoliční odpady (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst)</b>
17 06	Izolační materiály a stavební materiály s obsahem azbestu
17 06 01*	Izolační materiál s obsahem azbestu
17 06 05*	Stavební materiály obsahující azbest

Tabulka 4: Zařazení odpadů s obsahem azbestu v Katalogu odpadů (zdroj : vyhláška 8/2021 Sb.)

### 3.4 Černé skládky

V ČR nakládání s odpady podléhá zákonu o odpadech 541/2020 a místním vyhláškám, kdy původce odpadu je povinen roztřídit odpad podle původu a kategorie, a nakládat s ním podle skutečných vlastností. S odpadem obsahující azbest musí být zacházeno tak, aby nebyla z odpadu do ovzduší uvolňována vlákna, nebo azbestový prach a nedošlo k rozliti kapalin obsahujících azbestová vlákna. Při nakládání s odpady obsahující azbest, je nutné dodržovat technické požadavky stanovené vyhláškou ministerstva a požadavky dalších právních předpisů (*eAGRI.cz online*).

Nelegálnímu uložení odpadu bez povolení příslušných orgánů se také říká „černá skládka“, kde dochází k nelegálnímu odložení odpadu. Takové místo není tedy logicky pro ukládání odpadu technicky vybaveno a nespĺňuje tudíž dané podmínky pro ukládání odpadu. Na „černých skládkách“ se objevuje odpad různého druhu a původu a to od klasického směšného komunálního odpadu, až po objemový odpad, ale také i nebezpečný odpad, mezi které řadíme i materiál s obsahem azbestu. „Černé skládky“ jsou tak skutečnou hrozbou pro životní prostředí. Z takovýchto skládek může do ovzduší unikat řada škodlivých látek, ohrožují půdy, povrchové a podzemní vody. V ČR bylo evidováno asi 10 000 nelegálních skládek a to v období let 2013-2019. Řadu se jich podařilo odstranit, bohužel řada dalších vznikla a vzniká. Bohužel, jen málokdy se podaří viníka odhalit a pokutovat (*samosebou.cz, 2019*).

### 3.5 Demolice budov

Řešením nedostatku stavebních míst je demolice budov, které původně byly na okrajích měst a sloužily povětšinou jako průmyslové stavby, továrny a zemědělské areály. V současné době, kdy se města rozrostla a jejich hranice se posunuly, staly se tyto budovy prakticky součástí obytných center. Tyto demolice pak umožňují revitalizaci a rozvoj dané oblasti, zejména využití již zastavěné plochy pro novou funkci. Recyklace těchto ploch se řadí mezi hlavní témata udržitelného rozvoje měst ve všech vyspělých zemích (*MPO, 2019*).

Demolice budov by se měla řídit určitými pravidly, před odstraňováním stavby by se měl provést průzkum stavby (historie, stavebně technická dokumentace). Tento průzkum

by měl určit, zda se v budově určené k demolici nachází azbest, v jakém množství a následně by měl být vydán plán prací (*J. Mičan, 2013*).

1. 1. 2001 nabyt účinnosti zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Dle tohoto zákona jsou firmy, jež provádějí demolice, povinny toto hlásit příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví. Hlášení je nutno podat nejméně 30 dní před zahájením prací. Součástí tohoto hlášení je stanovení opatření k zajištění ochrany zdraví osob vykonávající práci s azbestem a materiály, které ho obsahují, a také osob které mohou být na pracovišti a v blízkosti pracoviště přítomné, kde může dojít k expozici azbestu. Technologický postup, který byl předložen příslušné hygienické stanici, je posouzen a měl by být i kontrolován, zda firma plán dodržuje a řádně podle něj postupuje. Realita pak bývá zcela jiná. Již na počátku bývá opomenut průzkum budovy, chybí dokumentace, během života se v budovách přestavovalo, používal se různý materiál a nejsou o tom nikde žádné záznamy. Pak už jen vítězí výdělek nad zdravím a zodpovědností (*EnviWeb, 2013*).

### 3.5.1 Michelské pekárny

Michelské pekárny byly obloženy takzvanými „boletickými“ panely a mělo zde být tedy postupováno dle platné legislativy ČR a EU v rámci ochrany zdraví a životního prostředí. V zákoně č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví se v paragrafu 41 píše, že zaměstnavatel, v tomto případě sanační firma, která práci na demolici bude provádět, je povinna, tuto práci ohlásit předem příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví, což je místní hygienická stanice. Firma tak měla učinit nejméně 30 dní před započítím prací. V případě Michelských pekáren tak dle dostupných informací učiněno nebylo a jak je patrné i z fotodokumentace místních občanů, budovy se začaly bourat, aniž by byl nejdříve azbest odstraněn. Na místo toho, byl tento stavební odpad rovnou na místě drcen na menší části (*J. Pšenička, 2021*).

V listopadu 2021 byla firmě TREPART, která demolici prováděla udělena pokuta 450 000 Kč. Avšak spočítáme-li náklady na správné odstranění odpadu s azbestem, je pokuta zanedbatelnou částkou.



*Obrázek 11: Bourání Michelských pekáren v Praze (M. Divíšek, 2020)*



*Obrázek 12: Rozsáhlý areál Michelských pekáren (Google maps online)*

### **3.5.2 Tesla Hloubětín v Praze 9**

Demolice areálu Tesla Hloubětín započala v polovině března 2021. Firma, která demolicí byla pověřena, tuto činnost nahlásila na hygienickou stanici 17. března 2021, avšak zákonem je lhůta tohoto oznámení dána na minimálně 30 dní před započítáním prací. Dle tohoto hlášení měl být nebezpečný odpad s obsahem azbestu z této demolice deponován na skládce nebezpečného odpadu v Benátkách nad Jizerou. Navzdory tomuto hlášení bylo místo uložení azbestového odpadu změněno a to na skládku v Lánech, kam mělo být dopraveno 170 tun azbestového odpadu (dle průzkumu z roku 2018, který

provedla firma CZ BIJO, se mělo jednat až o 409 tun nebezpečného odpadu a dle oznámení na hygienickou stanici se jednalo o 93 tun nebezpečného odpadu). Kde tedy odpad opravdu skončil a v jakém množství je tedy nejasné. Nejvíce azbestu se mělo nacházet dle průzkumu v podlahách, především v hlavní budově. Podlahy měly být odstraňovány v kontrolovaném pásmu, o této činnosti však neexistuje žádná dokumentace (J. Pšenička, 2021).



Obrázek 13: Bourání areálu Tesla Hloubětín, Praha (J. Pšenička, 2021)

### 3.5.3 InterContinental Prague

Rekonstrukce hotelu InterContinental Prague začala v březnu 2021 a odhalila tak 35 tun azbestového materiálu ve formě podokenních panelů na fasádě budovy, i v obkladech výtahových šachet. Odpad měl být deponován na skládce „Ekologie Lány“. Dle fotodokumentace nebylo odstraňování panelů nejšetrnější. Lidé žijící v okolí hotelu byli nemile překvapeni, že se azbestová zátěž neodstraňovala „pod zaplachtováním“ (M. Bereň, 2021).



*Obrázek 14:Rekonstrukce hotelu Intercontinental (D. Hromada 2021)*

#### **3.5.4 Rekonstrukce obchodního domu Kotva**

Rekonstrukce obchodního domu Kotva se teprve očekává, ale již teď se ví, že pod obvodovým pláštěm se skrývá azbest. Další části domu, kterého se rekonstrukce dotkne, je výměna technologií, jako je chlazení, topení a osvětlení. I zde se dá očekávat výskyt azbestového materiálu. Vzhledem k tomu, že budova stojí v husté zástavbě, bylo by dobré odstranění azbestu provést v kontrolovaném pásmu, což k netradičnímu vzhledu a rozměrnosti budovy, bude velmi problematické a nákladné.



*Obrázek 15:Obchodní dům Kotva Praha (ČTK, 2010)*



### 3.5.5 Demolice Telecom Žižkov

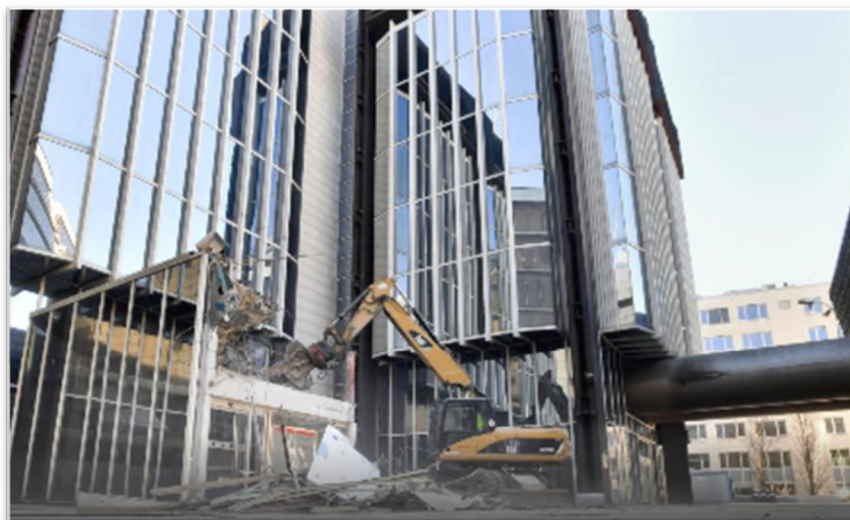
Ústřední telekomunikační budova Žižkov se skládá ze dvou budov a telekomunikační věže. To vše má ustoupit nové výstavbě. Pro developera to bude co do rozsahu komplexu, tak do faktu, že budova je protkána azbestem, stát mnoho náročné práce a nemalé finanční zatížení. Demolice by se zde totiž měla řídit pravidly, které uvádí zákon č. 258/2000 Sb. zákon o ochraně veřejného zdraví a zákon č. 541/2020 Sb. o odpadech (M. Bajtler, 2020).



Obrázek 16: Budova bývalého Telecomu na pražském Žižkově (AI Design, 2021)

### 3.5.6 Demolice budovy Transgasu

S demolicí komplexu tří budov Transgasu bylo započato v březnu 2019, demolice trvala 9 měsíců, práce s azbestem byla nahlášena a provedené analýzy odebraných vzorků azbest nepotvrdily (M. Havlíková, 2019).



*Obrázek 17: Bourání budovy Transgasu (V. Šimánek, 2021)*

### 3.5.7 Havárie – přírodní katastrofy

Přírodní katastrofy, jako jsou požáry, hurikány, záplavy a tornáda, či zemětřesení, mohou poškodit materiály obsahující azbest a vést k expozici azbestu mezi záchranáři, úklidovými četami a okolními obyvateli. Vdechování těchto vláken po přírodní katastrofě může po letech vést k vážným zdravotním stavům. Čím více je někdo vystaven azbestu, tím vyšší je riziko vzniku onemocnění souvisejících s azbestem. Přírodní katastrofy představují nebezpečí od okamžiku, kdy k nim dojde. Lidé často neuvažují o zdravotních rizicích poté, co se jejich čtvrti prožene tornádo, nebo blesková povodeň zničí jejich osobní majetek. První lidé, kteří čelí této expozici, jsou týmy nouzové reakce a dobrovolníci včasné reakce, ti jsou nejvíce vystaveni zvýšenému riziku expozice azbestu v důsledku přírodní katastrofy. Proto je tak nezbytně nutné, aby lidé, kteří zasahují v takto postižených oblastech, používali v rámci možností ochranu úst a nosu. Různé typy přírodních katastrof představují různá rizika expozice azbestu. Tornáda, mohou například přenášet azbestové úlomky z jednoho místa na druhé, zatímco povodně, mohou kontaminovat místní vodní toky a sousedství azbestovými materiály.

Hurikány, tornáda a větrné bouře představují tři primární zdroje ničení: silné větry, bouře a deště. Bouře vedou k záplavám podél pobřeží, poškozují domy, hotely a veřejná prostranství. Silné větry a tornáda mohou zničit domy a budovy, zatímco silné deště

způsobují bleskové povodně. Množství trosk, které se hromadí po hurikánu, je značné a může rychle zaplavit komunitu a zrušit normálně přísná pravidla pro nakládání s nebezpečnými materiály (*Asbestos.com online*).

Problém jsou i požáry objektů, kde se nachází například eternitová střecha, či eternitové šablony kryjící štíty budov, při požáru tato krytina praská a odlétává do okolí. Azbest odolává vysokým teplotám, ale už ne materiál, ve kterém se nachází, jako je beton, asfalt, PVC a další materiály.

- 11. 9. 2001 Světové obchodní centrum
- 23. 8. – 31. 8. 2005 hurikán Katrina
- 12. 1. 2010 zemětřesení na Haiti
- 11. – 12. 2. 2016 požár Národního muzea (zahoření filtračního zařízení na zachycení azbestových vláken)
- 24. 6. 2021 tornádo na Moravě



*Obrázek 18: Zřícení první věže Světového obchodního centra v New Yorku 11. září 2001 (D. Kanter, 2001)*

### **3.6 Přírozně se vyskytující azbest**

Termín „přírozně se vyskytující azbest“ označuje minerál, jako příroznou součást půdy, nebo hornin, na rozdíl od azbestu v komerčních produktech, těžbě, nebo zpracovatelských operacích. Přírozně se vyskytující azbest může být uvolňován z hornin, nebo půd rutinními lidskými aktivitami, jako je stavba nebo přírozná zvětrávání. Pokud není narušen přírozně se vyskytující azbest a vlákna nejsou uvolňována do ovzduší, pak nepředstavují zdravotní riziko (*ATSDR, 2015*).

## 4 ZDRAVOTNÍ RIZIKA ZPŮSOBENÁ EXPOZICÍ AZBESTU

Azbestové minerály se v životním prostředí vyskytují naprosto přirozeně. Vyskytují se nejen ve vzduchu, ale i v půdě a vodě. Azbest má tu vlastnost, že se nevypařuje a není rozpustný ve vodě, je křehký, polétavý a tím i lehce vdechnutelný. Do prostředí se může dostat přirozenou cestou a to větrnou erozí, anebo působením lidského faktoru v okolí azbestových dolů, okolí budov, zejména při odstraňování azbestových materiálů v důsledku renovace, oprav nebo demolice. Toto riziko se zvětšuje zejména neodborným zásahem. Nejvíce tak mohou být ohroženi pracovníci, kteří tyto práce vykonávají. Expozice pracovníků je řešena normami a legislativou, které vyžadují po zaměstnavatelích, aby nahlašovali práce, kde je možnost expozice zaměstnanců azbestem. Hladiny azbestu ve vzduchu nesmí nikdy překročit zákonné limity expozice pracovníků. Pro žádný typ azbestových vláken neexistuje žádná bezpečná úroveň expozice (*OSHA online*).

### 4.1 Inhalační riziko expozice azbestových vláken

Účinky dlouhodobé nebezpečné expozice azbestu na lidské zdraví jsou dobře zdokumentovány. Azbestová vlákna se snadno vdechují a přenášejí do dolních oblastí plic, kde mohou způsobit fibrotické plicní onemocnění (azbestózu) a změny výstelky hrudní dutiny (pleura). Tato onemocnění mohou vést ke snížení respiračních funkcí a smrti. Dlouhodobá inhalace azbestových vláken také zvyšuje riziko rakoviny plic a mezoteliomu. Zvýšený odpor průtoku krve plicemi může způsobit i zvětšení srdce. Lidé, kteří mají větší pravděpodobnost onemocnět v souvislosti s azbestem, jsou lidé, kteří jsou vystaveni vysokým koncentracím azbestu, po delší čas a opakovaně. Průměrná doba od expozice (doba latence) je 20 až 30 let. Přestože je onemocnění spojené s dlouhodobým vystavením azbestu, jsou známy i studie, které ukazují na zvýšené riziko výskytu rakoviny plic u pracovníků s expozicí 1 až 12 měsíců. Jsou známy i případy pravděpodobné sekundární expozice u rodinných příslušníků zaměstnanců pracujících s azbestem kdy k expozici dochází přenosem z pracovního oděvu (*CCOHS, 2015*).

## 4.2 Riziko konzumace azbestových vláken s vodou

Azbestová vlákna požitá pitnou vodou působí jako kokarcinogen v přítomnosti benzo (a) pyrenu a podle IARC (Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny existují důkazy poukazující na příčinný účinek požitého azbestu na žaludeční a kolorektální karcinom. Riziko je úměrné koncentraci požitých vláken, míře individuální spotřeby vody, načasování expozice a možné expozici dalším toxinům. Expozice azbestu požitím by navíc mohla vysvětlit epidemiologický nález mezoteliomu u subjektů zcela jistě neexponovaných vdechováním. Po požití může být přítomno také zdravotní riziko hlavně po dlouhodobém každodenním požití pitné vody. Přestože azbestová potrubí jsou stále dosti rozšířená a v provozu, tak se azbest běžně ve vodě nestanovuje a není určena ani mezní referenční hodnota rizika (*A. Di Ciaula, V. Gennaro, 2016*).

V ČR byl azbest zařazen mezi sledované parametry v pitné vodě od roku 1991 v normě ČSN 757111 – Jakost vod a pitná voda, byla zde doporučena limitní hodnota  $3 \times 10^5$  vláken/litr. V současné době je tato norma již neplatná a do následujících legislativních předpisů, které se požadavky na pitnou vodu zabývají, stanovení azbestu nebylo již zahrnuto. Jediný stanovený limit pro azbestová vlákna v pitné vodě je z roku 1989 vydaný pro USA americkou agenturou pro ochranu životního prostředí (US EPA). Limit uvedený v této normě je  $7 \times 10^6$  vláken / litr, započítávají se vlákna delší než  $10 \mu\text{m}$ .

Azbest ve vodě byl zevrubně zkoumán jak u populací pijících vodu s vysokými koncentracemi azbestu, tak i experimentálně u zvířecí populace a ani jedna skupina neprokázala přesvědčivý důkaz o zvýšení nádorového onemocnění způsobené požitím azbestu s vodou. Jako riziko, se tedy azbest ve spojení s vodou, jeví práce na azbestocementovém potrubí, nebo použití takto znečištěné vody k zalévání, kdy následně po vyschnutí vody mohou být vlákna unášena ovzduším a následně vdechnuta (*F. Kožíšek, P. Pummann, 2014*).

## 4.3 Onemocnění z azbestu

### 4.3.1 Nemaligní choroby související s azbestem – benigní (azbestóza, hyalinóza pleury)

Nemaligní choroby jsou choroby nezhoubné, které nevedou k těžšímu poškození organismu a směřují k vyléčení. Benigní nádor je ohraničen, neničí okolní tkáň, nezakládá další ložiska a má omezený růst. Slovo benigní pochází z latinského *benignus* = přívětivý, dobrodějný (Vokurka a Hugo, 2015).

#### 4.3.1.1 Azbestóza

Azbestóza je chronické plicní onemocnění, při kterém se v plicích tvoří tkáň podobná jizvě (plicní fibróza). Tato fibróza snižuje pružnost plic, což ztěžuje dýchání. Dýchavičnost je nejčastějším příznakem. Ve většině případů je běžným fyzickým znakem „praskání“ - zvuky, které lze slyšet fonendoskopem, také známé jako „krepitus“.

Při diagnostice azbestózy, budou rentgeny hrudníku vykazovat malé nepravidelné neprůhlednosti (skvrny na rentgenovém filmu, kde rentgenové paprsky „nevidí“ skrz tkáň). Ty se běžně nacházejí ve středních a dolních plicích. Testy funkce plic mohou pomoci určit, jak vážný je tento stav. Lidé s plně vyvinutou azbestózou mají dušnost, kašel, bolest na hrudi, sníženou funkci plic, klubání prstů a namodralé zbarvení kůže.

Vývoj azbestózy obvykle vyžaduje několik let expozice azbestovými vlákny. Vývoj a progrese azbestózy se liší od jednotlivce k jednotlivci. Často je pomalý, s malými změnami v průběhu pěti, deseti nebo více let. Mnoho případů po stanovení diagnózy nepostupuje. U některých jedinců to však může být rychlejší kvůli jiným podmínkám expozice prachu v minulosti (CCOHS, 2015).

#### 4.3.1.2 Hyalinóza pleury

Hyalinóza pleury jsou vazivové změny na pohrudnici. Odhalena bývá náhodně při RTG plic a většinou nevede ke zhoršení kvality života. Ovlivňuje-li funkci plic, lze pak hyalinózu plic nahlásit jako nemoc z povolání (B. Dlouhá, 2006).

### 4.3.2 Maligní choroby související s azbestem (karcinom plic, mezoteliom, peritonea)

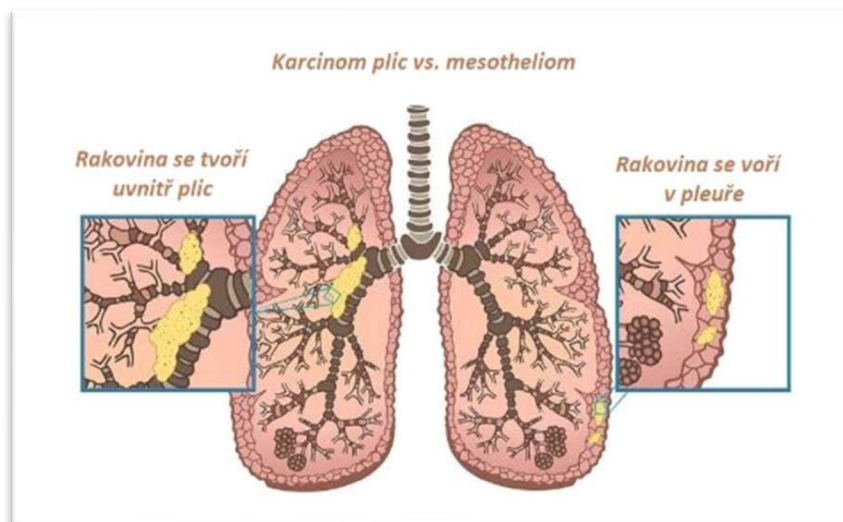
Maligní choroby jsou choroby zhoubné, jejich průběh může vést k vážnému poškození organismu či úmrtí. Maligní nádorové bujení je proces, který se projevuje výrazně agresivním růstem, ničením okolní tkáně, zakládá ložiska v okolních orgánech. Dochází k celkovému vyčerpání celého organismu až úmrtí (*Vokurka a Hugo, 2015*).

#### 4.3.2.1 Karcinom plic

Rakovinný (maligní) nádor, je skupina rakovinotvorných buněk, které se množí a ničí tak blízkou tkáň. Buňky se také mohou šířit i do jiných částí těla tzv. metastázovat. Plíce jsou součástí dýchacího systému a jsou tedy vdechnutím azbestových vláken ohroženy nejvíce. Buňky v plicích se někdy mění a již nerostou, tyto změny mohou vést k nerakovinným (benigním) nádorům. Rakovina plic se dělí na nemalobuněčný karcinom a malobuněčný karcinom plic podle typu buňky, ve které bujení začalo.

Nemalobuněčný karcinom plic – začíná na vnější části plic, nebo v buňkách, lemující průdušky (*Canadian Cancer Society, online*).

Malobuněčný karcinom plic – začíná ve středu plic



Obrázek 19: Mezoteliomové rakovinné buňky se nacházejí ve výstelce plic, rakovina plic je obecně nádor v samotné plíci (*Asbestos.com, 2020*)



#### 4.3.2.2 Mezoteliom

Mezoteliom je velmi vzácný typ rakoviny. Obvykle začíná v pohrudnici, která se nazývá mezoteliom pleury. Je to maligní nádor, který může prorůstat do okolní tkáně a tak ji ničí, často metastázuje i do jiných částí těla (*Canadian Cancer Society, online*).

Maligní mezoteliom bývá diagnostikován až po 70. roce věku, doba přežití bývá 4-18 měsíců, rizikovým faktorem je expozice azbestu, která může být i relativně malá a to i několik týdnů. Latence je naopak velmi dlouhá a to 30–50 let. Maligní mezoteliom vykazuje slabou odpověď na chemoterapii a medián přežití je též velmi krátký (*B. Dlouhá, 2012*).

#### 4.3.2.3 Peritonea – primární peritoneální karcinom

Peritoneální karcinom je převážně diagnostikován u žen, jsou však známy i dva případy onemocnění u mužů. Prvotně byl peritoneální karcinom začleněn mezi mezoteliomy, na konci 70. let byl schválen jako samostatná patologická jednotka (*P. Zatloukal a L. Petruželka, 2001*).

# METODIKA

## Zpracování rešerše

- Cílem rešerše bylo shrnutí informací o vlastnostech azbestových minerálů
- Popsána byla legislativa ČR a EU, která řeší problematiku azbestu
- Výskyt azbestu ve venkovním prostředí, popsány byly potenciální zdroje, které mohou kontaminovat venkovní prostředí. Mezi tyto zdroje patří těžba hornin, neodborné odstraňování materiálu s obsahem azbestu, skládky nebezpečného odpadu a nelegální skládky
- Dále se rešerše zabývá zdravotními riziky způsobené expozicí azbestových vláken a onemocnění, které tato expozice může způsobit

## Analýza platné legislativy ČR a EU řešící problematiku azbestu

- Zhodnocení vývoje legislativy v ČR a EU
- Analýza platné legislativy ČR upravující nakládání s azbestem a materiály obsahující azbest, její vývoj
- Absence limitů vnějšího prostředí v legislativě

## Výběr lokalit pro monitoring vnějšího ovzduší

- Byly vybrány dvě skupiny lokalit jako potenciální zdroje kontaminace azbestem, které se nacházejí v obydlených částech a mohou tak negativně ovlivnit zdraví obyvatel
- První skupinou byly kamenolomy a jejich bezprostřední okolí
- Druhou skupinou pak byly skládky odpadu a jejich bezprostřední okolí
- Kritérium pro výběr skupiny kamenolomů byla těžená hornina a pro skupinu skládek byl odpad s obsahem azbestu

## Analýza vnějšího prostředí v okolí kamenolomů

- Byl proveden výběr lokalit kamenolomů na základě těžené horniny.
- Byl zde proveden monitoring venkovního ovzduší a byly odebrány vzorky půdy, kameniva a listí.

- V laboratoři bylo provedeno zpracování vzorků vhodnou přípravnou metodou
- Vzorky vzduchu byly analyzovány pomocí elektronového mikroskopu
- Postup kvalitativního stanovení azbestových vláken pomocí SEM/EDS je v příloze č. 3
- Pevné vzorky byly analyzovány pomocí optického mikroskopu
- Postup kvalitativní stanovení azbestových vláken pomocí PLM v pevných vzorcích je v příloze č. 4
- Vzorky byly vyhodnoceny dle příslušné normy pro daný materiál

### **Analýza vnějšího prostředí v okolí skládek jsou**

- Bylo vytipováno několik skládek, na kterých se ukládá odpad s obsahem azbestu
- V okolí těchto skládek byl proveden odběr venkovního ovzduší a byly odebrány vzorky půdy, kameniva a listí.
- V laboratoři bylo provedeno zpracování vzorků vhodnou přípravnou metodou pro daný typ materiálu
- Byla provedena analýza vzorků, postup je součástí přílohy č. 3 a č. 4
- Vzorky byly vyhodnoceny dle příslušné normy pro daný materiál

### **Stanovení metod odběru**

- Primární cíl odběru bylo ovzduší, pro odběr byla vybrána metoda stacionárního odběru vzdušniny
- Sekundární odběr vzorků byl sběr listů, lišejníků, kameniva a půdy
- Pokusný odběr byl proveden na lepových pásech umístěných po dobu 30 dní v blízkosti pravděpodobného zdroje kontaminace

### **Stanovení metod analýz**

- Pro tuto práci byla vybrána metoda využívající rastrovací elektronovou mikroskopii (SEM) pro vzorky ovzduší
- Optická polarizační mikroskopie pro pevné vzorky

## **Výsledky**

- Vlastní naměřená data byla zpracována formou tabulek
- Naměřená data pracovního, vnitřního a venkovního ovzduší v obci Želešice zpracovaná formou tabulek
- Návrh metodiky pro hodnocení prostředí s potenciálním výskytem azbestu přirozeně se vyskytující v těžných horninách

## **Diskuze**

- Porovnání naměřených výsledků s dosavadními publikovanými výsledky

## **Závěr**

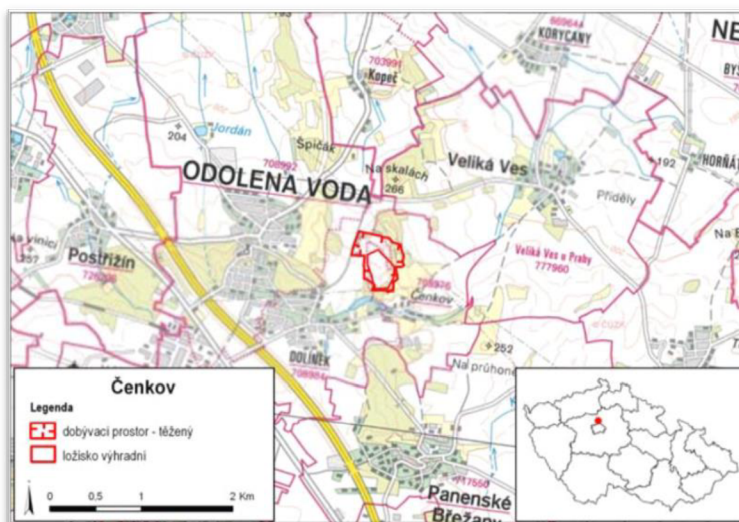
- V závěru byly shrnuty cíle diplomové práce

## 5 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH LOKALIT

K monitoringu byly vybrány dvě skupiny zdrojů potenciální kontaminace azbestem. První skupinou byly kamenolomy a druhou skupinou byly skládky nebezpečného odpadu. Do skupiny kamenolomů bylo vybráno osm lokalit lomů, ve kterých se těží spilit, a do skupiny skládek byly vybrány tři skládky nebezpečného odpadu, kde se ukládá azbest a jeden sběrný dvůr, kam byl svážen stavební odpad. Ve vybraných lokalitách bylo vytipováno několik míst, kde byla umístěna čerpadla pro monitoring vnitřního a venkovního ovzduší.

### 5.1 Kamenolom Čenkov

Kamenolom Čenkov se nachází v katastru obce Odolena Voda. Těžená surovina v tomto kamenolomu je spilit, který se používá na výrobu drceného kameniva. Odolena Voda trpí zvýšeným hlukovým pozadím, prašností a sníženou kvalitou ŽP, díky funkčnímu kamenolomu Čenkov u východního cípu území. V kamenolomu se konají clonové odstřely cca 2x měsíčně (K. Hladká, 2020).

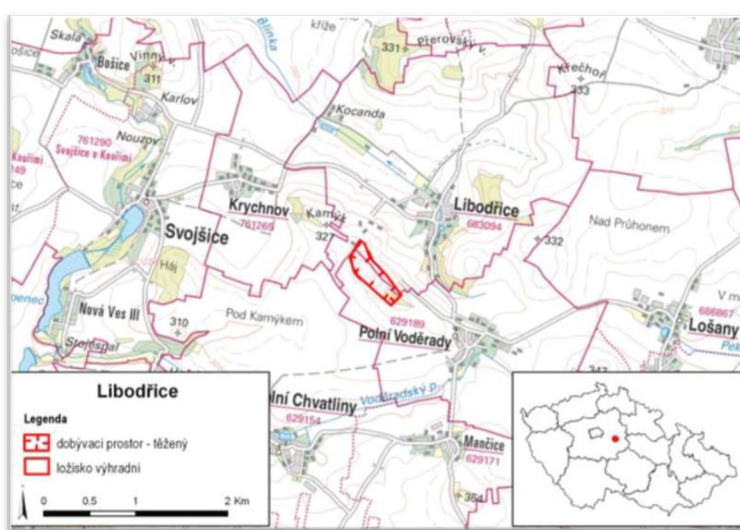


Obrázek 20: Mapa umístění kamenolomu Čenkov (J. Godany, 2015)

## 5.2 Kamenolom Libodřice

Zájmové území se nachází ve Středočeském kraji, okrese Kolín, na katastrálním území Libodřice a Polní Voděrady. Obytné domy obce Libodřice jsou vzdáleny cca 0,5 km a obytné domy obce Polní Voděrady jsou vzdáleny cca 0,8 km.

V kamenolomu se těží amfibolit. Amfibolit se používá ve všech oblastech stavební výroby, drcené kamenivo se používá do betonu, železobetonu, předepjatých betonů, prefabrikovaných dílců a vodo stavebního betonu (J. Tomášek, 2008).



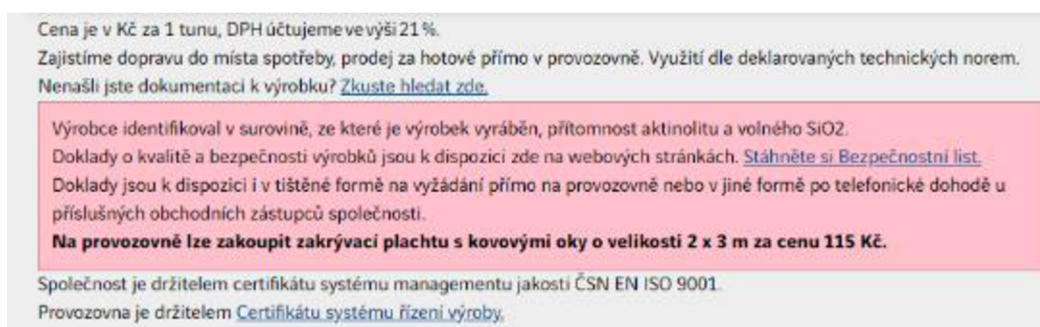
Obrázek 21: Mapa umístění kamenolomu Libodřice (J. Godany, 2015)

## 5.3 Kamenolom Litice u Plzně

Kamenolom Litice je v katastrálním území města Plzně, je zde těžena hornina spilit, ten má tmavošedou až nazelenalou barvu. V hornině, která je zde těžena, byl detekován aktinolit, který je zařazen mezi amfibolové azbesty. Tato skutečnost může mít negativní vliv na zdraví člověka, pokud by byl dlouhodobě vystaven respirabilnímu prachu, zejména tedy pracovníci kamenolomu, by měli používat při práci osobní ochranné pomůcky. Přítomnost azbestových vláken v hornině v lomu Litice naměřila v roce 2012 Foster Bohemia a nezávisle byla prokázána i rozbořem kameniva Karlovou univerzitou v Praze v témže roce. Následkem těchto skutečností byl lom dočasně uzavřen (Plzeňský Deník online).

Na podzim roku 2012 byla těžba obnovena za určitých podmínek, které jsou definovány v Povolení provozu kamenolomu. Mezi tato opatření patří vybavení pro odsávání a odloučení vrtného prachu z vrtacího zařízení, odstřely musí být plánovány na období kdy je vlhké a nevětrné počasí. Dopravní pásy a suroviny na skládkách by měly být zkrápěny. Dopravní cesty musí mít bezprašnou povrchovou úpravu, jako asfalt, nebo beton, musí být pravidelně čištěny a při suchém počasí i zkrápěny. To by mělo platit i pro nákladní automobily, které opouští prostor kamenolomu, dále by měly být zakryty plachtou (P. Vrzal, 2016).

O tom že v kamenivu může být přítomen aktinolit, informuje EUROVIA Kamenolomy, a.s. na svých stránkách



Obrázek 22: Bezpečnostní upozornění na obsah nebezpečných látek v kamenivu (EUROVIA Kamenolomy, online)

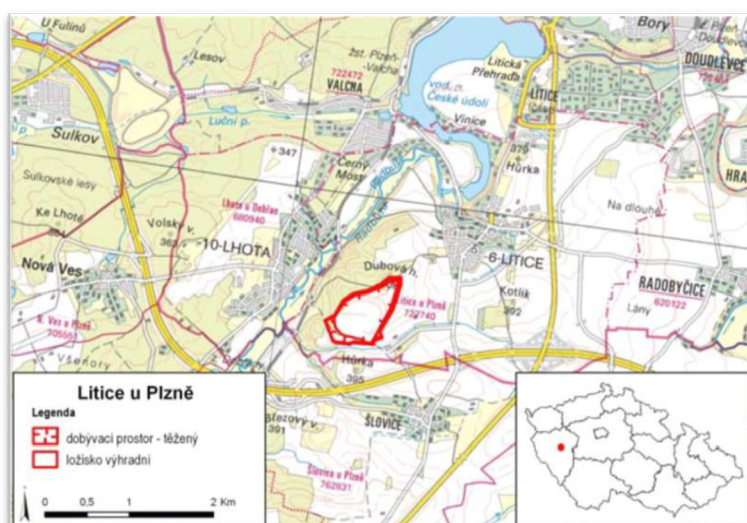
Přesto v roce 2014 lom dostává pokutu od ČIŽP, pro překročené specifické emisní limity respirabilních azbestových vláken.

Při úpravě kameniva byly překročeny limity, které Krajský úřad Plzeňského kraje stanovil v povolení pro provoz kamenolomu a to ve výši 10 000 vláken/m<sup>3</sup>. Na jednotlivých výduších byl překročen několikanásobně. Takto vysoké emise respirabilních vláken azbestu ze zpracování kameniva pokládá Česká inspekce životního prostředí za významnou, protože všechny typy azbestů jsou dle klasifikace IARC (International Agency for Research of Cancer) hodnoceny jako karcinogeny 1 kategorie. Výskyt takto značného množství respirabilních vláken azbestu v kamenivu, které mohlo, nebo patrně již bylo použito k úpravě nebezpečných povrchů komunikací, je alarmující (ČIŽP, 2015).



Obrázek 23: Kamenolom Litice – volný pád kameniva na sypný kužel (J. Mertová, 2019)

V roce 2019 zde bylo shledáno další pochybení a to v překračování maximální výšky volného pádu kameniva na sypný kužel (ČIŽP, 2019).



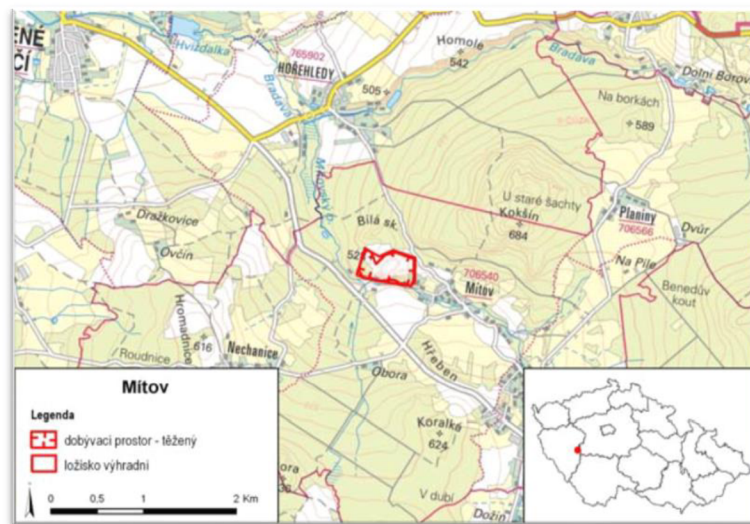
Obrázek 24: Mapa umístění kamenolomu Litice (J. Godany, 2015)

#### 5.4 Kamenolom Mítov u Plzně

Kamenolom Mítov se nachází v Plzeňském kraji, 30 km od kamenolomu Litice. Kapacita stávající těžby lomu činí cca 160 000 t/rok. Těženou horninou je zde spilit, ze kterého se při zpracování a manipulaci mohou uvolňovat vlákna azbestových silikátů aktinolitu. Vdechováním těchto azbestových vláken mohou být ohroženi nejen



zaměstnanci lomu a obyvatelé okolních obcí, ale také i občané v oblastech, kde je těžený kámen z těchto lomů použit. Vzhledem k množství těžené suroviny je možnost uvolňování respirabilních vláken více než pravděpodobná, proto bychom měli této skutečnosti věnovat větší pozornost. Je zde požadavek na záměr podrobit lom dalšímu posuzování dle zákona s tím, že se zde klade zvýšený důraz na zjištěné množství aktinolitu v těžené surovině a na stanovení počtu kritických vláken aktinolitu uvolněného do ovzduší, následkem zpracování těžené suroviny (M. Petří, 2013).

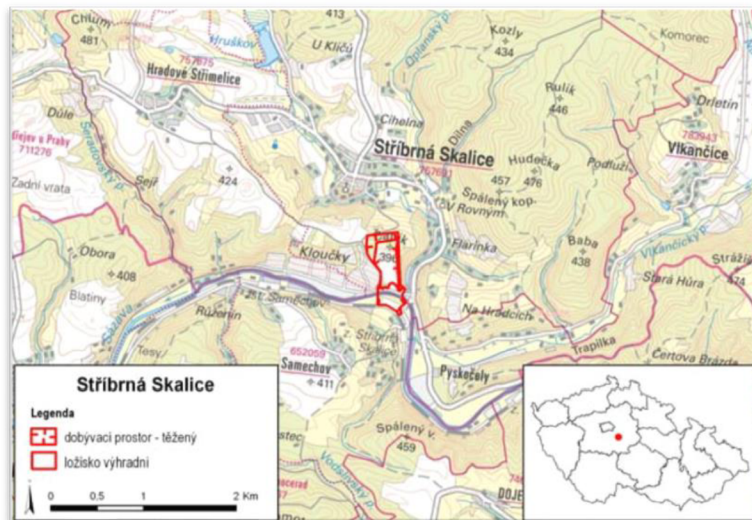


Obrázek 25: Mapa umístění kamenolomu Mítov u Plzně (J. Godany, 2015)

## 5.5 Kamenolom Stříbrná Skalice

Kamenolom Stříbrná Skalice se nachází asi 3,5 km západně od města Sázava, nejbližší obydlí obce Stříbrná Skalice se nachází cca 450 m severně od hranice lomu. Ještě blíže se nachází řada chatových oblastí a to i 20 m od hrany lomu. Aktivní lom leží na pravém břehu řeky Sázavy, dobývací prostor pak zasahuje i na levý břeh kde je prostor pro skládkování materiálu.

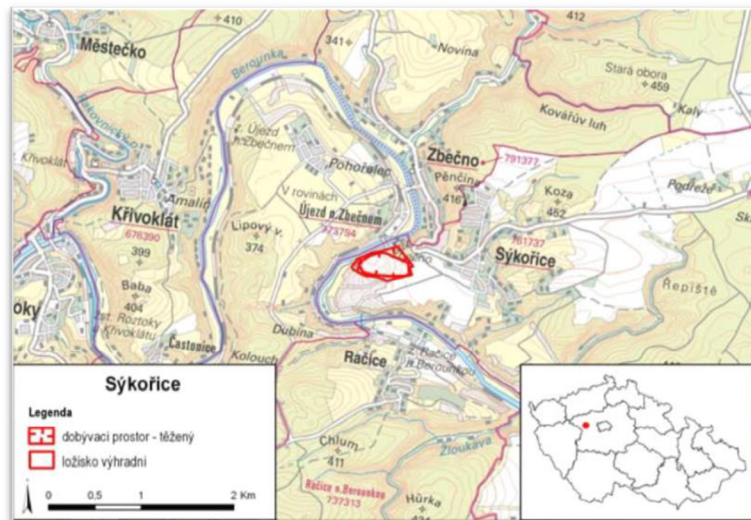
Těženou horninou je amfibolit, který se těží v úrovni šesti etáží. Amfibolit je použitelný ve všech oblastech stavební výroby, obzvláště vhodný je pro výstavbu železničních tratí (HeidelbergCement, 2021).



Obrázek 26: Mapa umístění kamenolomu Stříbrná Skalice (J. Godany, 2015)

## 5.6 Kamenolom Sýkořice

Kamenolom Sýkořice (Zbečno) leží ve středočeském kraji, v katastrálním území obce Sýkořice, Újezd nad Zbečnem, Zbečno a Račice. Samotný prostor lomu je umístěn na levém břehu řeky Berounky a celý dobývací prostor spadá do III. zóny chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko. Na pravém břehu řeky jsou pak umístěny technologické linky pro úpravu kameniva a skládky výrobků. Nejbližší obce jsou Zbečno, cca 0,5km od lomu a Sýkořice, cca 1 km od lomu. Jihozápadně od hranice lomu se nachází chatová osada Lučice a to cca 20 m od hrany lomu. Kamenivo těžené v kamenolomu Sýkořice (Zbečno) je spilit, který je využíván jako stavební kámen. Surovina z tohoto lomu je zpracovávána na drcené kamenivo. Kámen je těžen pomocí clonových odstřelů (V. Závodský, 2018).



Obrázek 27: Mapa umístění kamenolomu Sýkořice (J. Godany, 2015)



Obrázek 28: Pohled do kamenolomu Sýkořice (autor)



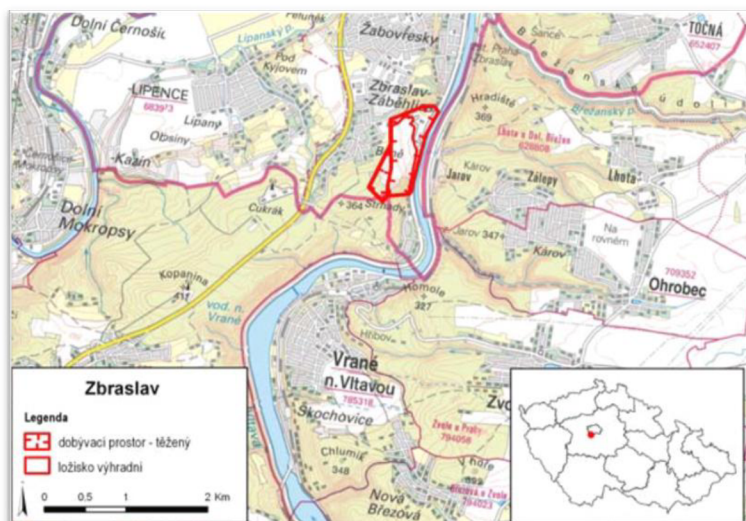
*Obrázek 29: Hranice kamenolomu Sýkořice (autor)*



*Obrázek 30: Umístění odběrového čerpadla na hranici kamenolomu Sýkořice (autor)*

## 5.7 Kamenolom Zbraslav

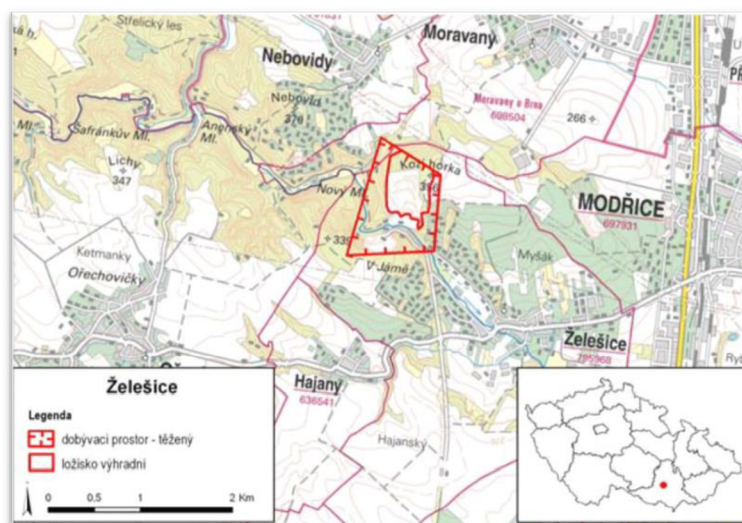
Kamenolom Zbraslav patří mezi největší producenty kameniva v ČR, rozkládá se na levém břehu Vltavy. Těženou horninou je zde spilit, tufit a břidlice. Díky svému umístění je lom důležitým dodavatelem drceného kamene pro celou oblast Prahy (*Kámen Zbraslav, 2021*).



Obrázek 31: Mapa umístění kamenolomu Zbraslav (*J. Godany, 2015*)

## 5.8 Kamenolom Želešice

Kamenolom Želešice, leží zhruba 2 km severozápadně od Želešic, nacházejících se v Jihomoravském kraji. Dobyvací prostor lomu se nachází v Jihomoravském kraji, cca 9 km jihozápadně od Brna. Nejbližší obec jsou Želešice, cca 500 m od dobovacího prostoru. Těžba v lomu probíhá strojní hromadnou těžbou, prováděnou pomocí clonových odstřelů, a je kombinována strojním nakládáním rubaniny (*J. Charouzek, 2008*).



Obrázek 32: Mapa umístění kamenolomu Želešice (J. Godany, 2015)

## 5.9 Skládka Benátky nad Jizerou

Areál řízené skládky Benátky nad Jizerou se nachází 3,5 km od Benátek nad Jizerou cca 500 m od skládky je golfový resort. Vznikla v bývalém vojenském prostoru v letech 1993-1994. Vhodnost lokality je dán po geologické, geotechnické i hydrologické stránce. Celková kapacita skládky je 4 449 000 m<sup>3</sup> rozloha areálu je 45 ha, skládkové těleso zaujímá 27,1 ha, ročně se na skládku naveze 200 000 t odpadů. Kromě komunálního odpadu je zde i prostor pro ukládání nebezpečného odpadu. Jedná se o poměrně celkem rozlehlou skládku. Probíhající rekultivace má za cíle zlepšení životního prostředí v této lokalitě (EnviWeb, 2013).

Azbestový odpad by měl být na skládku ukládán do prohlubně ve vhodném obalu, po uložení by měl být opatřen postříkem rychleschnoucí látky, která na odpadu vytvoří neprodyšnou vrstvu a ihned překryt vrstvou zeminy. Pojezd mechanismů je možný až po navršení vrstvy 1 m. Před hutněním musí být prostor překryt vhodným materiálem a nejlépe zkrápěn, aby se zabránilo prašnosti. Na skládce nesmí být prováděny žádné práce, které by vedly k uvolnění vláken azbestu, tj. vrtací i výkopové práce. I po uzavření skládky je nutno uchovávat dokumentaci o umístění odpadu s obsahem azbestu (MŽP, 2019).



Obrázek 33: Řízená skládka Benátky nad Jizerou (L. Bartáčková, 2010)



Obrázek 34: Řízená skládka Benátky nad Jizerou, rozmístění stacionárních odběrových čerpadel (Google, online)



*Obrázek 35: Umístění stacionárního čerpadla (autor)*



*Obrázek 36: Stacionární čerpadlo (autor)*



## 5.10 Skládka odpadů v Břasích

Skládka se nachází v prostoru bývalého povrchového dolu Flora, kde se těžilo černé uhlí. Skládka spadá do katastrálního území Stupno, cca 1 km od obce Břasy. Skládkové těleso tvoří dvě oddělené části, první část slouží pro ukládání odpadů skupiny S-NO se zvláštním sektorem pro odpad obsahující azbest, ve druhé části jsou pak ukládány odpady skupiny S-O3 (MŽP, 2021).



Obrázek 37: Řízená skládka Břasy (L. Bartáčková, 2010)

## 5.11 Skládka odpadu Lukavec

Areál skládky Lukavec, je vybudován na místě bývalé neřízené skládky kalů z provozu Lovochemie a.s. Lovosice. Při odstranění staré ekologické zátěže bylo vybudováno dno stávající skládky, kontaminované kaly a zeminy byly odstraněny a zpětně uloženy již do zabezpečeného prostoru. Vlastní těleso skládky je rozděleno na provozní části, které využívají jednotlivé plochy pro úpravu odpadů biodegradací, sodifikací a víceúčelovou halu pro nakládání s nebezpečnými odpady (MŽP, 2021).



Obrázek 38: Řízená skládka Lukavec (L. Bartáčková, 2010)

## 5.12 Sběrný dvůr Praha FCC Regios

Sběrný dvůr FCC Regios, je již v současné době veden již jen jako překladiště. V době jeho plného provozu, kdy se na dvůr svážel stavební odpad, byl na sousedním pozemku, kde je hasičská stanice hl. m. Prahy zjištěn výskyt azbestových vláken a to jak na přilehlém pozemku, tak na parapetech budovy a na vnitřních parapetech ložnice. Po ukončení činnosti již azbest prokázán nebyl.



Obrázek 39: Sběrný dvůr Praha FCC Regios (Google online)

## 6 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části diplomové práce byl proveden výběr lokalit, kdy byl proveden samotný odběr vzorků pro analýzu a tím byly získány výsledky pro tuto diplomovou práci.

### 6.1 Výběr lokalit pro monitoring

V ČR je několik kamenolomů a skládek odpadů, které se staly objektem mého zájmu pro svou podstatu těžené horniny, nebo složením ukládaného odpadu. Během průzkumu místa v terénu, jsem se snažila vyhledat co nejvhodnější místo pro odběrové stanice. Podle satelitních map jsem hledala předběžná místa umístění, která jsem posléze v terénu upřesnila.

### 6.2 Postup odběru vzorků

V České republice je pro odběr ovzduší vydaná norma ČSN EN ISO 16000-7, která vychází z norem ISO 14966 a VDI 3492 o kterých lze konstatovat, že jsou téměř shodné. Odebrání vzorku venkovního ovzduší může být ovlivněno povětrnostními podmínkami v dané lokalitě. Proto by se měl odběr provádět nejlépe za ideálních podmínek, tj. za nízké rychlosti větru a nízké vlhkosti. Po dobu odběru byly povětrnostní podmínky zaznamenávány do protokolu odběru. (*J. Habalová, 2017*)

Postup monitoringu spočíval v umístění odběrové stanice (obr. 41) na místo odběru a jeho nastavení na hodnoty čerpání pro odběr, namontování hlavice a spuštění čerpadla. Zapsání souřadnic, fotodokumentace terénu a umístění, zanesení počasí, teploty, tlaku a povětrnostních podmínek do odběrového protokolu. Odběr vzorků proběhl v co nejbližší možné blízkosti pravděpodobné kontaminace. Byl limitován oplocením monitorovaného areálu, do prostoru kamenolomů nebo skládky není vstup povolen. Čerpadla byla umístěna vždy co nejbliže k této hranici pravděpodobného nekontrolovaného zdroje azbestové emise. Nejbližší obydlené části se nachází i 20 m od hrany kamenolomu, většinou se však obytné domy nachází ve vzdálenosti cca 450 m.

Samotný odběr ovzduší spočíval v použití vhodného čerpacího zařízení (obr. 40) s odběrovou cylindrickou hlavici SKC s membránovým filtrem (obr. 45) pro stanovení početní koncentrace vláken. Vzduch je nasáván přes odběrovou hlavici definovaným průtokem. Průtok je zaznamenáván čerpací jednotkou (*J. Habalová, 2012*).

Stacionární odběr vzorku pro stanovení početní koncentrace azbestových a ostatních anorganických vláken manuální metodou přes měřicí filtr ve vnitřním a venkovním ovzduší vycházel ze směrnice VDI 3492 a je téměř totožný s normou ČSN EN ISO 16000-7 a ISO 14966. Odběr vzorku byl předem naplánován, v plánu odběru je definována adresa, místo a bod odběru, průtok a délka odběru, počet odběrových míst. Plán vzorkování byl vypracován na základě pasportizace lomů a atlasů odpadů a dle závazných postupů výše uvedených norem a směrnic.

Jako doplnění vzorků ovzduší byl proveden i odběr vzorků půdy, kameniva (obr. 44), listí (obr. 43) a lišejníků. Pro dlouhodobý sběr byly použity lepové pásy, které byly na místě ponechány 30 dní (obr. 42).



*Obrázek 40: Stacionární čerpadlo Airbox (autor)*



*Obrázek 41: Umístění stacionárního čerpadla v terénu (autor)*



*Obrázek 42: 30denní vzorek lepových pásů (autor)*



*Obrázek 43: Vzorek listí (autor)*



*Obrázek 44: Vzorek kameniva (autor)*

## 7 VÝSLEDKY

### 7.1 Analýzy vybraných materiálů s možným obsahem azbestu

Měření ovzduší v okolí kamenolomů a skládek nebezpečného odpadu proběhlo od srpna do listopadu 2021. Vzorky vzduchu byly odebrány stacionárními odběrovými čerpadly, osazenými cylindrickými hlavicemi SKC s MCE filtrem ve výšce 150 cm. Čerpadla pro odběr ovzduší zapůjčila laboratoř ALS Czech republic v Praze. Zároveň byly odebrány vzorky listů, lišejníků, kamení a půdy. Tyto vzorky byly podrobeny analýze pod optickým mikroskopem a následně rastrovým elektronovým mikroskopem s EDX detektorem. Analýzy odebraných vzorků vzduchu, listů, kamení a půdy nepotvrdily nadlimitní výskyt azbestových, ani jiných minerálních vláken.



Obrázek 45: Odběrová hlavice SKC s MCE filtrem pro odběr vzdušnin (autor)

#### 7.1.1 Výsledky venkovního prostředí kamenolom Litice

Měřicí místo bylo vybráno na severní straně lomu na samotné hranici dobývacího prostoru kamenolomu, poblíž byla v činnosti lomová lopata. Bylo zde instalováno stacionární čerpadlo, další bylo umístěno na nedaleké vyhlídce, u které se nachází i první obytné domy. Podél hranice lomu byly odebrány i vzorky listů a půdy, které byly viditelně pokryty prachem z kamenolomu. Na příjezdové cestě do lomu pak byly odebrány vzorky

kameniva. Při podrobném prozkoumání odebraných vzorků pod mikroskopem nebyla nalezena žádná vlákna, výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.

### 7.1.2 Výsledky venkovního prostředí kamenolom Mítov

Severní hranice kamenolomu Mítov byla vybrána pro umístění čerpadel, podél hranice byly odebrány vzorky listí a horniny. Analýza vzorku z kamenolomu Mítov neprokázala přítomnost azbestových vláken ve vzduchu, výsledky jsou součástí tabulky 5.

### 7.1.3 Výsledky měření venkovního prostředí skládky odpadu Břasy

Skládka odpadu Břasy se rozkládá na jihu od obce Břasy, vzorky byly odebrány na jižní a severní straně tělesa skládky. Při analýze vzorků nebyla zjištěna žádná vlákna v ovzduší, výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.

<b>Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Litice, Mítov a skládka Břasy</b>		
Místo odběru	29. 10. 2021	18. 11. 2021
	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]
Kamenolom Litice stanoviště A hranice lomu na severní straně	<0,001	<0,001
Kamenolom Litice stanoviště B hranice lomu na severní straně	<0,001	<0,001
Kamenolom Litice vzorek šterku vjezd do lomu	<0,001	<0,001
Kamenolom Litice vzorek listí hranice lomu	<0,001	<0,001
Kamenolom Mítov	<0,001	<0,001
Kamenolom Mítov vzorek šterku vjezd do lomu	<0,001	<0,001
Kamenolom Mítov vzorek listí hranice lomu	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Břasy	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Břasy lepenka 30 dní – jih	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Břasy lepenka 30 dní – sever	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Břasy lišejníky	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Břasy vzorek listí	<0,001	<0,001

*Tabulka 5: Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Litice, Mítov, Břasy (zdroj: zpracování vlastní na základě naměřených dat)*

### 7.1.4 Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Sýkořice

Na jižní hranici kamenolomu Sýkořice byla umístěna čerpadla pro odběr vzduchu. Od hranice lomu ve vzdálenosti 20 m se nachází obytné domy. V okolí byly odebrány vzorky listí, kamene a půdy. Analýza neprokázala přítomnost azbestových, ani minerálních vláken, výsledky jsou uvedeny v tabulce 6.



### 7.1.5 Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Zbraslav

Na levém břehu Vltavy se nachází kamenolom Zbraslav, při jeho západní hranici byla umístěna čerpadla a odebrány vzorky vzduchu. Nejbližší obytné budovy se nachází 80 m od hranice kamenolomu. Kamenolom je jeden z největších v ČR, odebrané vzorky neprokázaly přítomnost azbestu, výsledky jsou uvedeny v tabulce 6.

### 7.1.6 Výsledky měření venkovního prostředí sběrného dvora Praha FCC Regios

Čerpadla pro odběr vzduchu byla umístěna v prostorách hasičské stanice hl. m. Praha východně od sběrného dvora. S ohledem na provoz sběrného dvora v minulosti, byly v prostorách stanice naměřeny hodnoty asbestu v ovzduší i na parapetech oken. Po omezení provozu tohoto sběrného dvora byla provedena nová měření, která již azbestová vlákna v ovzduší neprokázala, výsledky jsou uvedeny v tabulce 6.

<b>Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Sýkořice, Zbraslav, sběrný dvůr Praha FCC Regios</b>		
Místo odběru	2. 9. 2021	18. 9. 2021
	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]
Kamenolom Sýkořice stanoviště A	<0,001	<0,001
Kamenolom Sýkořice stanoviště B	<0,001	<0,001
Kamenolom Sýkořice vzorek štěrku	<0,001	<0,001
Kamenolom Sýkořice vzorek listí	<0,001	<0,001
Kamenolom Zbraslav – lom	<0,001	<0,001
Kamenolom Zbraslav – vyhlídka	<0,001	<0,001
Sběrný dvůr Praha FCC Regios – altán	<0,001	<0,001
Sběrný dvůr Praha FCC Regios – pumpa	<0,001	<0,001
Sběrný dvůr Praha FCC Regios – parapet	<0,001	<0,001
Sběrný dvůr Praha FCC Regios – střecha	<0,001	<0,001
Sběrný dvůr Praha FCC Regios – věž	<0,001	<0,001

Tabulka 6: Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Sýkořice, Zbraslav, sběrný dvůr Praha FCC Regios (zdroj: zpracování vlastní na základě naměřených dat)

### 7.1.7 Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Libodřice

Na východní straně kamenolomu byla na hranici kamenolomu umístěna čerpadla pro odběr vzduchu. Nejbližší obytné budovy se nachází na východní straně kamenolomu, kudy vede i obslužná dopravní komunikace. Domy jsou přibližně ve vzdálenosti 200 m od této části lomu. Analýza odebraných vzorků neprokázala přítomnost azbestu v ovzduší, výsledky jsou uvedeny v tabulce 7.

### 7.1.8 Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Stříbrná skalice

700 m na jih od obce Stříbrná Skalice se nachází kamenolom, nejbližší obytné budovy jsou v osadě Čapík na západní hranici kamenolomu cca 30 m od této hranice. Odebrané vzorky neprokázaly přítomnost azbestových vláken, výsledky jsou uvedeny v tabulce 7.

<b>Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Libodřice, Stříbrná Skalice</b>		
Místo odběru	30. 7. 2021	2. 8. 2021
	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]
Kamenolom Libodřice stanoviště A	<0,001	<0,001
Kamenolom Libodřice stanoviště B	<0,001	<0,001
Kamenolom Libodřice vzorek šterku	<0,001	<0,001
Kamenolom Libodřice vzorek listí	<0,001	<0,001
Kamenolom Stříbrná Skalice stanoviště A	<0,001	<0,001
Kamenolom Stříbrná Skalice vzorek kamene	<0,001	<0,001
Kamenolom Stříbrná Skalice vzorek listí	<0,001	<0,001

Tabulka 7: Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Libodřice, Stříbrná Skalice (zdroj: zpracování vlastní na základě naměřených dat)

### 7.1.9 Výsledky měření venkovního prostředí kamenolomu Čenkov

Kamenolom se nachází na východ od Odolené Vody a jižně od Čenkova, kde se nachází i nejbližší obytné budovy a to 160 m od hranice lomu. Na jižní straně byla umístěna odběrová stanice a odebrány vzorky listů a kamene. Analýza vzorků nepotvrdila přítomnost azbestových vláken v ovzduší, výsledky jsou uvedeny v tabulce 8.

### 7.1.10 Výsledky měření venkovního prostředí skládky odpadu Benátky nad Jizerou

Benátky nad Jizerou jsou západně 3 km od skládky, odběrové stanice byly umístěny na severní straně tělesa skládky. Ve vzdálenosti cca 140 m se na skládce pohybovaly nákladní vozy. Nejbližší obytné budovy se nachází v obci Lipník, která je 2 km od tělesa skládky. Při analýze vzorků nebyla identifikována žádná azbestová vlákna, výsledky jsou uvedeny v tabulce 8.

<b>Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Čenkov a skládka odpadu Benátky nad Jizerou</b>		
Místo odběru	2. 9. 2021	18. 9. 2021
	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]
Kamenolom Čenkov	<0,001	<0,001
Kamenolom Čenkov stanoviště B	<0,001	<0,001
Kamenolom Čenkov vzorek štěrku	<0,001	<0,001
Kamenolom Čenkov vzorek listí	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Benátky nad Jizerou stanoviště A	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Benátky nad Jizerou stanoviště B	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Benátky nad Jizerou stanoviště C	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Benátky nad Jizerou vzorek listí	<0,001	<0,001
Skládka nebezpečného odpadu Benátky nad Jizerou vzorek půdy	<0,001	<0,001

*Tabulka 8: Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Čenkov a skládka odpadu Benátky nad Jizerou (zdroj: zpracování vlastní na základě naměřených dat)*

#### 7.1.11 Výsledky měření pracovního prostředí v kamenolomu Želešice na výskyt azbestu

Pro porovnání zde byly použity výsledky měření z kamenolomu Želešice, kde se monitoruje pracovní ovzduší na výskyt azbestu od roku 2013. Koncentrace vláken v pracovním prostředí je legislativně dána limitní hodnota 0,1 vláken/cm<sup>3</sup> vzduchu. Při tomto měření byly naměřeny podlimitní hodnoty. Hraniční hodnoty byly nalezeny v pracovním prostředí strojníka a obsluhy drtiče.

<b>Odběry vzorků pracovního prostředí v letech 2013-2018 v kamenolomu Želešice na výskyt azbestu</b>										
Místo odběru	20. 11. 2013	20. 5. 2014	9. 9. 2014	20. 4. 2015	7. 9. 2015	7. 12. 2015	12. 9. 2016	25. 4. 2016	2. 10. 2017	24. 9. 2018
	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]									
Nakladač expedice	0,003	0,0168								
Strojník údržbář	0,561	0,182	0,044	0,068	0,053	0,019	0,009	0,0110	0,0105	0,0224
Obsluha damburu	0,003	0,0197								
Obsluha drtiče	0,011	0,161	0,109	0,007	0,003		<0,003		0,0276	0,0334
Obsluha těžebního nakladače	0,015	0,0118								
elektroúdržba	0,002	0,0684								
expedice	0,003	<0,004								

Obsluha vrtné soupravy	0,033	0,0047								
Obsluha rypadla	0,041	0,0231								
kancelář	0,029	0,0029								

Tabulka 9: Odběry vzorků pracovního prostředí v letech 2013-2018 v kamenolomu Želešice  
(zdroj: zpracování vlastní na základě dat ZÚ Ostrava)

### 7.1.12 Výsledky měření vnitřního prostředí v obci Želešice na výskyt azbestu

V tabulce 10 jsou zahrnuty výsledky odběrů prováděných ve vnitřních prostorách MŠ a ZŠ Želešice. Naměřené hodnoty se pohybovaly v některých případech nad hranicí limitu pro vnitřní prostředí 1000 vláken/m<sup>3</sup>.

Odběry vzorků vnitřního prostředí v letech 2016-2017 v obci Želešice na výskyt azbestu					
Místo odběru	29. 11. 2016	1. 12. 2016	14. 12. 2016	18. 1. 2017	21. 6. 2017
	[počet vláken / m <sup>3</sup> ]				
	Foster Bohemia	Foster Bohemia	ZÚ Ostrava	ZÚ Ostrava	ZÚ Ostrava
VIII. třída filtr A 1. patro	1782	2673	918 (90% sádrovec)		
VIII. třída filtr B 1. patro	1584	2475			
VI. třída filtr A 2. patro	990	1287	<170		<180
VI. třída filtr B 2. patro	1089	1188			
Družina	x	x	709		
Družina A				<140	
Družina B				<130	
II. třída 1. patro			299		<190
Třída MŠ			<140		
Školní jídelna MŠ			<130		
Před budovou ZŠ					<200

Tabulka 10: Odběry vzorků vnitřního prostředí v letech 2013-2018 v obci Želešice  
(zdroj: zpracování vlastní na základě dat Foster Bohemia, ZÚ Ostrava)

### 7.1.13 Výsledky měření prachu v obci Želešice

V roce 2017 byl proveden v obci Želešice odběr a rozbor prachu. Ve vzorcích byl nalezen aktinolit a v menší míře tremolit, avšak ne vláknitá forma. Dalším hlediskem byla

velikost těchto částic, která převyšovala velikostí rozměry polévatého prachu PM 10. Výsledky měření jsou shrnuty v tabulce 11.

<b>Analýza vzorků prachu v obci Želešice provedené ČGS</b>		
Místo odběru	1. 6. 2017	26. 7. 2017
	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]	[počet vláken / cm <sup>3</sup> ]
Želešice hřiště – prach na skříni (odběr smetením pomocí kartáčku a štětce)	<0,001	<0,001
Želešice škola – prach z okna (odběr smetením pomocí kartáčku a štětce)	<0,001	<0,001
Želešice lom – násypka, prach (odběr smetením pomocí kartáčku a štětce)	<0,001	<0,001
Želešice lom – 4. etáž (1. žíla drť)		
Želešice lom – 4. etáž (3. žíla drť zvětralá)		
Želešice hřiště – prach ze sběrné nádoby (30 dní)	<0,001	<0,001
Želešice škola – prach ze sběrné nádoby (30 dní)	<0,001	<0,001

Tabulka 11: Odběry vzorků prachu v obci Želešice 2017 (zdroj: zpracování vlastní na základě dat ČGS)

#### 7.1.14 Výsledky měření venkovního prostředí v obci Želešice na výskyt azbestu

V roce 2019 proběhlo v obci Želešice měření dvou akreditovaných společností, kdy bylo najednou rozmístěno 16 stacionárních odběrových stanic, ale jen v jednom případě byly překročeny hodnoty nad limit 1000 vláken/m<sup>3</sup>. Výsledky měření jsou zaneseny v tabulce 12. Největší výskyt vláken byl nalezen na chodníku u obecního úřadu.

<b>Odběry vzorků venkovního prostředí v obci Želešice 11. 9. 2019</b>				
Místo odběru	Celková koncentrace azbestových vláken – vlákna /m <sup>3</sup>			
	Čerpadlo A Foster Bohemia	Čerpadlo B Foster Bohemia	Čerpadlo C Foster Bohemia	Čerpadlo ZÚ Ostrava
vnější prostředí, vojenský prostor v blízkosti kamenolomu Želešice, u ohniště, úroveň okolního terénu	< 99	< 99	< 99	509
vnější prostředí parkoviště před bytovým domem	< 99	< 99	< 99	161
vnější prostředí fotbalové hřiště	99	< 99	< 99	<110
vnější prostředí chodník vstup obecní úřad	198	297	99	2850

Tabulka 12: Odběry vzorků venkovního prostředí v obci Želešice 2019 (zdroj: zpracování vlastní na základě dat Foster Bohemia, ZÚ Ostrava)

## **7.2 Návrh metodiky pro zacházení s materiálem potenciálně obsahující azbest a azbestových minerálů přirozeně se vyskytujících v těžebních horninách a hodnocení venkovního prostředí potenciálně kontaminovaného azbestem**

Pro zacházení s materiálem obsahující azbest v přirozené formě je nutné postupovat v následujících bodech:

- Postup při nakládání s materiálem, který může obsahovat přirozeně se vyskytující azbestová vlákna. Metodický návod se vztahuje na činnosti s horninami potenciálně obsahujícími azbestová vlákna, a to:
  - těžbu a zpracování přirozeně se vyskytujících minerálních surovin obsahujících azbest v lomech (např. šterk, drť, drcený písek, plnivo),
  - Drcení, třídění a skladování horniny a transport materiálu v rámci zpracovatelského závodu
  - další zpracování minerálních surovin obsahujících azbest a směsí a výrobků z nich vyrobených ve stavebnictví (např. silniční a železniční stavby, beton, asfalt),
  - recyklace a opětovné použití surovin obsahující azbest při stavbě silnic (např. zpracování a opětovná instalace recyklovaného materiálu, výroba asfaltu),
  - zpracování přírodního kamene (např. mastku při stavbě kamen),
- Nezbytná ochranná opatření, která musí být použita při činnostech s horninami obsahující azbest:
  - Při práci s materiály obsahujícími azbest musí být pracovní ovzduší zaměstnanců bez azbestových vláken
  - Pokud je překročena koncentrace azbestových vláken 1000 vláken/m<sup>3</sup> musí být pro minimalizaci rizika dodrženo následující ochranná opatření:
    - odsávání, ventilace a filtrace pracovního ovzduší zaměstnanců

- Používání osobních ochranných prostředků
- Materiály obsahující azbest by měly být skladovány tak, aby se z nich neuvolňoval prach
- Manipulace s materiálem musí být, pokud je to technicky možné, bezprašná
- Časté zkrápění materiálu a čištění pracoviště mokrou cestou
- Vozidla, rypadla, vrtné soupravy musí být vybaveny uzavřenými kabinami, klimatizací a prachovým HEPA filtrem třídy 14
- Účinnost přijatých ochranných opatření je třeba kontrolovat po jejich provedení a poté v pravidelných intervalech, nejméně však jednou za rok.
- Povinnosti pro subjekty zabývající se těžbou hornin s potenciálním výskytem azbestu jsou:
  - Vypracování provozního návodu, který se vztahuje k pracovním činnostech, kde hrozí potenciální expozice azbestem
  - Zaměstnanci musí být poučeni o nebezpečích a ochranných opatřeních na základě provozního návodu a to před nástupem do zaměstnání a 1x ročně opakovat
  - Zaměstnanci musí používat poskytnuté osobní ochranné prostředky
  - Vrtací zařízení vybavit zařízením pro odsávání a separaci vrtného prachu
  - Drticí, třídící a dopravníkové zařízení mít v uzavřených prostorech a tyto prostory odsávat. Odsávaný vzduch filtrován, pokud není možné mít drticí linku uzavřenou je nutné ji při spuštění zkrápět
  - Výška pádu kameniva z dopravníkového pásu musí být závislá na velikosti dopravované frakce, při dopravě kameniva musí být dopravník zkrápěn

- Subjekty zabývající se těžbou hornin s potenciálním výskytem azbestu jsou odpovědní a povinni upozornit při prodeji kupujícího na možný výskyt azbestu v hornině a to:
  - Vydáním bezpečnostního listu
  - Bezpečnostní list je vydáván na základě rozboru těžené horniny provedeného z průzkumných vrtů na jednotlivých etážích kamenolomu
  - Na přepravu krytými nákladními vozy
- Povinnosti pro subjekty kupující materiál s potenciálním výskytem azbestu jsou:
  - Přepravovat tento materiál na zakrytých vozech
  - Nepoužívat tento materiál jako posypový materiál
  - Nepoužívat jako stavební materiál, z kterého se mohou uvolňovat azbestová vlákna
- Pro hodnocení prostředí s potenciálním výskytem azbestu je nutné:
  - Provádět kontrolní odběry reprezentativního vzorku materiálu s následnou analýzou na přítomnost azbestu a to nejméně tři stanovení hmotnostního obsahu v intervalech 30 dnů
  - Pravidelná výměna HEPA filtrů v zařízeních která jsou těmito filtry vybavena
  - Měření a hodnocení pracovního prostředí jednotlivých zaměstnanců pracujících v rizikovém prostředí formou osobního odběru vzorků ovzduší vhodným zařízením připevněným na těle, exponované filtry jsou následně analyzovány v akreditované laboratoři
  - Kontrolní měření se provádějí, pokud se nebezpečná situace výrazně změnila, např. změnou provozních podmínek
  - Měření a hodnocení okolního prostředí zejména obydlených částí
    - Provádění pravidelných kontrolních měření za použití stacionárních odběrových stanic, a to nejméně 4x ročně nebo při každém prováděném odstřelu



- Měření jsou ve stacionárních provozních zařízeních v různé dny a ve stejných pracovních oblastech, a na stejných místech v okolí kamenolomu
- Během měření musí být zaznamenány povětrnostní podmínky
- Pro stanovení hmotnostního obsahu azbestu v prachu a filtrech je nutné postupovat dle normy VDI 3866 pro analytické stanovení nízkých hmotnostních obsahů azbestových vláken v prachu, pudru a prášcích pomocí SEM/EDX
  - Větší část materiálu by měla být větší, než 100  $\mu\text{m}$ , což odpovídá vdechovatelnému prachu
- Pro stanovení hmotnostního obsahu azbestu v materiálu v oblasti zpracování např. na drcený kámen a štěrk je nutné postupovat dle normy VDI 3866 pro analytické stanovení obsahu azbestových vláken v pevných vzorcích pomocí PLM
- Při hodnocení jsou zvažována pouze ta vlákna, která mají délku  $> 5 \mu\text{m}$ , průměr  $< 3 \mu\text{m}$  a poměr délky k průměru  $> 3: 1$

## 8 DISKUSE

V současné legislativě týkající se azbestu jsou řešeny především jen vnitřní prostory, venkovní prostory jsou poněkud opomíjeny. V legislativě se také řeší především pracovní prostředí, ale prostředí, v němž člověk každodenně žije a dýchá vzduch, už tak na zřetel brán není.

Součástí ovzduší, ať už vnitřního, tak i vnějšího, je vláknitý prach který se do prostředí dostává otěry, zvětráváním a drobením slabě vázaného azbestu, brzdové destičky automobilů aj. Azbestová vlákna se díky svým vlastnostem mohou v ovzduší šířit na velké vzdálenosti, zabránit šíření může déšť a sníh, nemůže jej však zcela eliminovat. Vlákna tedy zůstávají na zemi, na budovách a v půdě, odkud se mohou díky povětrnostním podmínkám dále šířit. Mnohem větší nebezpečí šíření vláken, je při stavebních pracích, zejména při bourání a rekonstrukcích. Především neodborná manipulace s materiály, které azbest obsahují, mohou zapříčinit zvýšenou prašnost s obsahem azbestových vláken. Pokud je dlouhodobě (20 až 30 let) a opakovaně, takovému prostředí pracovník, nebo obyvatel žijící v bezprostředním okolí zdroje znečištění (skládky stavebního odpadu s obsahem azbestu) vystaven, může dojít k onemocnění, které azbestová vlákna způsobují (*A. Lajčiková, M. Hornychová, SZÚ Praha 2010*).

Azbestová vlákna mohou být obsažena i v kameni, který se těží v řadě lomů a který je dále používán ve stavebnictví, při rekonstrukci chodníků, náměstí a silnic, ale také jako posypový materiál v zimním období. Azbestová vlákna se pak mohou při práci s tímto materiálem nekontrolovaně šířit do prostoru (*M. Petr, 2019*).

Pojem „přírozeně se vyskytující azbest“, označuje minerál jako přírozenou složku půd nebo hornin, na rozdíl od komerčních produktů, kam je přidáván záměrně. Přírozeně se vyskytující azbest, se může z hornin nebo půdy uvolňovat díky lidské činnosti, tou jsou např. odstřely v kamenolomu, drcením těžené horniny, anebo naopak zcela přírozenou cestou a tou je zvětrávání, vlivem přírodních procesů. Pokud nedojde k takovému narušení, dá se říci, že nejde o zdravotní riziko (*ATSDR, 2015*).

V dnešní době je považován za největší zdroj azbestových vláken v ovzduší stará zástavba, kdy při výstavbě bylo hojně využíváno stavebního materiálu právě s příměsí azbestových vláken. Od roku 1997 již nebyla v ČR povolována výroba materiálů

obsahující azbestová vlákna, takže v budovách, postavených po roce 1997, by se již azbestová zátěž neměla vyskytovat. Proto se při neodborné rekonstrukci, či demolici budovy postavené do roku 1997 mohou azbestová vlákna dostat do ovzduší a tak být pro své okolí velkým zdravotním rizikem. Již méně se hovoří o zdravotním riziku azbestu z přírodních zdrojů. Legislativa, která by pokrývala azbest přirozeně se vyskytující v těžných horninách, neexistuje. Jako možný přirozený výskyt azbestu je kontaminace z těžby některých nerostných surovin, například písku a zejména kameniva, jehož může být azbest součástí. V České republice se taková ložiska s obsahem aktinolitu a tremolitu vyskytují ve Středočeském, Plzeňském, Královohradeckém, Olomouckém kraji a kraji Vysočina. Nejde jen o samotnou těžbu a úpravu horniny, jako je drcení na požadovanou frakci, ale zejména o činnosti spojené s použitím tohoto materiálu jako takového zejména při použití kamene jako podkladu při úpravách náměstí, chodníků okolí rodinných domů, pokládky a úpravy železničních svršků, výrobě betonu a živičných směsí (B. Kotlík, 2020).

Kamenolomy, na které byla v této práci zaměřena pozornost, byly vybrány pro surovinu, která se zde těží a tou je spilit (metabazalt). Těžba, kromě odstřelů, zahrnuje i vrtací a trhací práce, dopravu k drtiči, následné drcení a třídění kameniva na jednotlivé frakce. Výrobky, které pak kamenolomy nabízí, jsou drtě, šterky a šterkodrtě, včetně nejjemnější frakce, která se používá ve směsích (B. Kotlík, 2020).

Oficiální informace o lomech, kde by kamenivo obsahovalo i azbest, prakticky neexistují, neoficiálně se jedná o 20 lomů s obsahem více než 5 % aktinolitu v kamenivu. Bohužel, vliv těchto kamenolomů na okolní životní prostředí nepodléhá žádné vnější kontrole, tento požadavek jaksi ze současné legislativy vypadl, ačkoliv zákon o ovzduší tento typ zdroje zmiňuje (B. Kotlík, 2020).

Pro kamenolomy v současné době nejsou stanoveny žádné emisní limity a neexistuje kontrola venkovního prostředí. Problematikou azbestu se zabývá několik zákonů a vyhlášek, zejména vyhláška ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro pobyt v interiéru staveb a pracovního prostředí. Důležitým prvním krokem, by byla studie mapující venkovní ovzduší kolem kamenolomů. Dle zákona č. 201/2012 Sb. Zákona o ochraně ovzduší, na

jehož základě je povolován provoz kamenolomu, jsou stanoveny imisní limity, stropy a technické podmínky pro venkovní ovzduší, bohužel azbest nepatří mezi sledované parametry a nejsou pro něj stanoveny žádné limity. Na základě takové studie by se mohlo přikročit k návrhu limitů pro celkový počet minerálních a azbestových vláken ve vnějším prostředí. Pro vnitřní prostředí je tento limit stanoven na 1000 vláken/m<sup>3</sup>. Tohoto limitu se využívá i při monitoringu venkovního prostředí. Důležité je zmínit, že žádná koncentrace azbestových vláken v ovzduší není zcela bezpečná, ale zároveň se s azbestem ve vzduchu setkáváme v běžném prostředí. Absence limitů pro venkovní prostředí je tak trochu zavádějící a může být vykládáno, „co není zakázáno, je povoleno“

Je-li tedy diskutována škodlivost kamenolomů na lidské zdraví a životní prostředí a hlavním viníkem je označován azbest, vede to k zamyšlení, zda by se nejprve neměla rozšířit škála sledovaných parametrů o azbest. Rozšířit by se mohl i monitoring ovzduší na minimálně 4 odběry do roka a monitoring drtících linek kamene. O výsledku měření by měly být informovány přilehlé obce, které jsou v katastru kamenolomu a které jsou ovlivňovány tím, co se v kamenolomu těží nejvíce.

Pro demolici a rekonstrukci budov, ve kterých se nachází stavební materiál s obsahem azbestu, byl vydán metodický návod pro jeho odstranění. V metodickém pokynu se hovoří jasně o provádění prací renomovanou firmou, která se těmito pracemi zabývá a zaručí řádný a bezpečný technický postup při demontování materiálu, který azbest obsahuje. Ještě před samotným započítím bouracích prací, by měl být materiál s obsahem azbestu odstraněn a deponován v uzavřených obalech a řádně označen, že se jedná o materiál obsahující azbest. Celý prostor by pak měl být vymezen kontrolovaným pásmem, kde musejí být dodržována přísná hygienická pravidla. Veškeré tyto práce musí být nahlášeny na krajskou hygienickou stanici a to 30 dní před jejich samotným započítím. A to v souladu s § 41 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. Všechny náležitosti hlášení jsou uvedeny v § 5 vyhlášky č. 432/2003 Sb., kterou se stanovují podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli. V § 21 Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, tím by mělo být ochráněno zdraví

pracovníků pracujících na stavbách. Bohužel novelizací zákona 258/2000 Sb. tato povinnost není vyžadována pro práce ojedinělé a krátkodobé expozice. A zde vzniká prostor, jak tento zákon obcházet. Při manipulaci se stavebními materiály, zejména při demontáži, se zvyšuje riziko úniku azbestových vláken do okolí. Při této manipulaci by se měl tento demontovaný materiál vlhčit, či penetrovat a tím snížit toto riziko. Odpady by měli být bezodkladně zabaleny do neprodyšných obalů a řádně označeny jako nebezpečný odpad obsahující azbest – katalogové číslo 17 06 05. Takto označené odpady by měly být transportovány do zařízení pro nakládání s nebezpečným odpadem spadající do kategorie S-NO. Na skládce by mělo být místo uložení zahrnuto inertním materiálem a řádně označeno a poloha tohoto odpadu zaznamenána do situačního plánu.

Bohužel, praxe u některých stavebních firem při demolicích je více než kontroverzní. Jak ukazují některé zdokumentované demolice, např. Tesly Hloubětín či Michelských pekáren, kde byla již uložena pokuta firmě, která demolici a následné odstranění azbestu prováděla. K zamyšlení je, zda tato pokuta povede k tomu, aby už jiné firmy neporušovaly závazné předpisy týkající se odstraňování materiálu s obsahem azbestu. V případě Tesly Hloubětín, se například jedná o stavební odpad s obsahem azbestu ve výši 409 tun, ale na skládku bylo uloženo pouhých 93 tun, dalším sporným aktem je samotné uložení, kdy na deklarované skládce žádný takový odpad nepřevzaly. Kam se tedy poděl tento azbestový odpad a jak je možné že je tato praxe umožněna. Chybí důsledné kontroly a sankce za nedodržení předpisů.

Řešením by byl centrální registr oprávněných osob a firem k provádění inspekcí a sanace azbestu, který by byl garantovaný státem, důsledná kontrola staveb určených k demolici, či rekonstrukci, na výskyt azbestu. Dále analýzu hornin v kamenolomech na výskyt azbestových minerálů. Dalším krokem by byl závazný, Národní akční plán odstraňování azbestové zátěže, který by zmapoval azbestovou zátěž v ČR, kolik se jí na našem území nachází a kolik by odstranění stálo, včetně podpory z evropských fondů.

Pro posouzení kontaminace ovzduší azbestem byla vyvinuta řada metod, počínaje metod využívající fázovou kontrastní mikroskopii (PCM), transmisní elektronovou mikroskopii (TEM) a rastrovací elektronovou mikroskopii (SEM). Detekovat azbestové částice ve vnitřních prostorech, či při osobním odběru, je poměrně dobře zmonitorováno

a popsáno v několika metodikách odběru vnitřního ovzduší. Bohužel, venkovní prostředí už tak jednoduché analyzovat není. Monitorování venkovního ovzduší je velice diskutabilní – velmi záleží na povětrnostních podmínkách a pracovním režimu v dané oblasti.

Odběr vzorků ovzduší pro stanovení počtu minerálních a azbestových vláken vychází z normy ČSN EN ISO 16000-7, tato norma je však pro vnitřní prostředí. Odběr venkovního prostředí není žádnou normou v současné době upraven. V rámci běžného vzorkování se měření venkovního ovzduší neprovádí pouze jako komplexnější prověření při identifikaci sekundární kontaminace z okolí budovy (SZÚ, 2012).

Vzdušnina se odebírá pomocí čerpadla a odběrové hlavice, kterou je prosáván vzduch definovaným průtokem po určitou dobu. Mnou použitá čerpadla Airbox mají zabudovaný průtokoměr, kdy po skončení odběru lze pomocí těchto dat vypočítat odebraný objem vzduchu, který je pak potřebný pro výpočet koncentrace respirabilních vláken v ovzduší dané lokality. Čerpadla byla nastavena na průtok vzduchu 1 litr/min  $\pm$  5 %. Použité hlavice obsahovaly filtr o pórovitosti 0,4  $\mu$ m a průměru 25 mm. Průměrná doba odběru byla 5 hodin.

Pro analýzu pevných vzorků půdy, kameniva, listů a lišejníků, byla pro tuto práci vybrána metoda stanovení azbestových vláken pomocí optické mikroskopie, dle norem AS 4964-2004 a VDI 3866. Primárně byly vzorky prohlédnuty pod stereoskopickým mikroskopem, nalezená vlákna byla vložena na podložní sklíčko a zalita imerzní kapalinou. Ta slouží k dosažení většího rozlišení mikroskopu. Pro jednotlivé typy azbestu je určena konkrétní kapalina s odpovídajícím indexem lomu. Takto připravený vzorek byl pak analyzován pomocí polarizačního mikroskopu. Byla sledována morfologie, barva, pleochroismus, anizotropie, zhášení a charakter zón. Tato metoda není vhodná pro identifikaci vláken o šířce menší než 1  $\mu$ m, proto i pevné vzorky byly připraveny pro metodu identifikace vláken elektronovým mikroskopem. Vzorky byly spáleny při 550 °C zbylý podíl materiálu byl rozmělněn a zalit ethanolem, posléze přefiltrován na membránový filtr upevněn na držák vzorku a vložen a analyzován v elektronovém mikroskopu. Pro analýzu vzduchu pak byla vybrána metoda využívající rastrovací elektronový mikroskop.

Skenovací elektronový mikroskop využívá odražených elektronů od povrchu vzorku a poskytuje tak informaci o morfologii, složení a krystalové struktuře vzorku. Morfologie nám udává tvar a velikost, dále je vidět povrch a textura vzorku, je poskytnuta informace o chemickém prvkovém složení, zatímco krystalová struktura nám ukáže uspořádání atomů v zkoumaném materiálu. SEM je schopný dosáhnout detailního vizuálního obrazu částice s vysoce kvalitním a prostorovým rozlišením 1nm. Vzorek je bombardován svazkem elektronů, po dopadu elektronů na povrch materiálu jsou některé elektrony odraženy od povrchu materiálu, to jsou sekundární elektrony. Počet sekundárních elektronů je závislý na úhlu paprsku, který dopadá na povrch vzorku. Skenování povrchu vzorku a sběr sekundárních elektronů pomocí detektoru je vytvářen obraz povrchu skenovaného materiálu. Vzorek pro analýzu v SEMu nesmí obsahovat vodu, musí být stabilní pod svazkem elektronů, vzorek by měl být elektricky vodivý, aby nedocházelo k jeho nabíjení vyslanými elektrony. Pokud je vzorek nevodivý, dochází při analýze k nabíjení skenovaného povrchu. Následkem toho se prostor zahlťe sekundárními elektrony a obraz je nečitelný. Proto vzorky před samotnou analýzou potahujeme tenkou vrstvou kovu jako je zlato, stříbro, platina, nebo uhlík (*K. Kostelanská, J. Gajdziok, 2017*).

V odebraných vzorcích nebyla prokázána azbestová vlákna, pro zdraví obyvatel žijících v okolí potenciální kontaminace, by byl zajisté přínosný další, dlouhodobý, nejlépe pravidelný monitoring ovzduší.

## 9 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zaměřeni se na problematiku výskytu azbestových vláken ve venkovním prostředí, se zaměřením na potenciální zdroje z těžby hornin a ze skládek nebezpečného odpadu a z neodborného odstraňování stavebních materiálů.

V práci byla popsána charakteristika azbestových minerálů, zejména jejich chemicko – fyzikální vlastnosti, pro které byl tak v minulosti hojně využíván. Proto, je azbest v současné době přítomen v mnoha veřejných budovách a střechách rodinných domů.

Stěžejním cílem diplomové práce byl monitoring vnějšího ovzduší v okolí potenciálních zdrojů azbestových vláken. Za pomoci stacionárních čerpadel odběru vzduchu, byly ve vybraných lokalitách odebrány vzorky vnějšího ovzduší, protože pro odběr vzorku vnějšího prostředí neexistuje závazná norma, či metodický pokyn. Byly odebrány vzorky dle ČSN EN ISO 16000-7 pro vnitřní ovzduší – Část 7: Postup odběru vzorku při stanovení koncentrace azbestových vláken v ovzduší. Navíc byly odebrány vzorky půdy, kamene a listů z okolních stromů. Tyto vzorky byly stejně, tak jako vzorky vzduchu, analyzovány pomocí elektronového mikroskopu Tescan VEGA 3. Všechny vzorky byly s podlimitními výsledky na přítomnost azbestových vláken.

V rámci vlastního vzorkování bylo zjištěno, že v okolí kamenolomů a skládek nebezpečného odpadu, nebyl prokázán zvýšený výskyt azbestových, ani jiných minerálních vláken. I když monitoring nedetekoval výskyt vláken v ovzduší, musíme si položit otázku, zda by nemělo být ovzduší v okolí kamenolomů monitorováno pravidelně a to zejména v době odstřelů a při drcení kameniva na jednotlivé frakce. Výsledky měření by mohly být uveřejněny na stránkách kamenolomu a předány přílehlým obcím. Takto například činí EUROVIA Kamenolomy, a.s. závod Litice, která na svých stránkách, kde informuje o přítomnosti azbestu typu aktinolit ve svém produktu a uvádí na svých webových stránkách bezpečnostní list (viz. Příloha 1) a doklad o měření kvality kameniva k jednotlivým frakcím (viz. Příloha 2). Stejně tak by se mohlo přistoupit i ke kvalitě ovzduší a zde je tedy na místě otázka, zda nepřijmout limit pro vnější ovzduší, jako je tomu u vnitřních prostor.

Důležitým bodem je, co se dále děje s kamenivem, kde byl azbest detekován, zda je konečný zákazník upozorněn na skutečnost, že se takový produkt nehodí například jako



posypový materiál. Za úvahu také stojí, zda by neměla probíhat kontrola, jak bylo s takovým materiálem naloženo.

Stejně tomu je u demolic a rekonstrukcí rozsáhlých staveb, které vznikly před rokem 1997. U každé takové rozsáhlé stavební akce by měl být proveden nejdříve průzkum na přítomnost a množství azbestového materiálu, (což se i ve většině případů děje) a následně stanovený plán prací a použitých technologií k odstranění azbestové zátěže z objektu, který by byl následně předán ke schválení a poté by proběhla i následná kontrola o dodržení postupu. K dispozici by měla být i řádná fotodokumentace z probíhajících prací. Konečným bodem by bylo řádné uložení na skládku, opět s přesnou dokumentací.

V současné době je zatím pravomoc rozložena na ministerstvo zdravotnictví, které má na starosti zdraví lidí, MŽP se zabývá životním prostředím a MMR zase stavební agendou a následnými kontrolami se zabývají KHS a ČIŽP. A zákonné předpisy a postihy z nich plynoucí, jsou také velmi zavádějící, jelikož pro vnitřní prostory limity existují a to 1000 vláken/m<sup>3</sup>, Zde může zaměstnavatel, který nedodrží bezpečné pracovní prostředí pro svého zaměstnance, dostat pokutu až ve výši 2 000 000 Kč a to podle zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. Zatímco při neodborné manipulaci ve venkovním prostředí je potenciálnímu nebezpečí expozice vystaveno jakékoliv množství obyvatel. Bohužel pokutování takového jednání je velmi obtížné, protože koncentrace azbestových vláken ve vnějším prostředí není limitována žádnou hranicí. Z tohoto důvodu, je naprosto legální použití kontaminovaného stavebního odpadu k dalšímu využití a stejně je tomu tak u těžného kameniva.

Je proto nevyhnutelné, aby vznikla státní finanční podpora, co by motivace pro soukromé osoby a firmy, ke zvýšení ochrany veřejného zdraví. Tím by se zamezilo využívání tohoto kontaminovaného materiálu a zamezilo by se ohrožení lidského zdraví a naše životní prostředí by bylo o krůček lepší.

## 10 ZDROJE

Agency for Toxic Substances and Disease Registry: *Naturally Occurring Asbestos* [online]. USA: ATSDR, 2015 [cit. 2021-9-1]. Dostupné z: <https://www.atsdr.cdc.gov/noa/>

Agostino DI CIAULA, Valerio GENNARO. *Possible health risks from asbestos in drinking water*. National Center for Biotechnology Information [online]. 2016, 40 [cit. 2021-10-18]. Dostupné z: doi:10.19191/EP16.6.P472.129, <https://www.citacepro.com/dokument/RDOckzaCCqKlAxzq>

*Areál odpadového hospodářství Benátky nad Jizerou – III. etapa rekultivace skládky* [online]. Benátky nad Jizerou: Sweco Hydroprojekt, 2021 [cit. 2021-9-17]. Dostupné z: <https://www.sweco.cz/projekty/areal-odpadoveho-hospodarstvi-benatky-nad-jizerou-iii-etapa-rekultivace-skladky/>

AS 4964-2004. *Method for the qualitative identification of asbestos in bulk samples*. 2004.

*Asbestiform Fibers: Nonoccupational Health Risks*. 1984. Washington (DC): National Academies Press, 1984, 350 s. ISBN 0-309-55757-7. Dostupné z: doi: 10.17226/509

Asbestos awareness: *Naturally Occurring Asbestos (NOA)* [online]. New South Wales: Asbestos awareness, 2021 [cit. 2021-9-1]. Dostupné z: <https://asbestosawareness.com.au/noa/>

*Asbestos Network .com* [online]. USA: Brayton Purcell, 2021 [cit. 2021-8-9]. Dostupné z: <https://www.asbestosnetwork.com/asbestos-use/types-of-asbestos-fibers/>

*Asbestos*. OSHA: Occupational Safety and Health Administration [online]. [cit. 2021-10-3]. Dostupné z: <https://www.osha.gov/asbestos>

Asbestos.com: *Asbestos and Natural Disasters Guide* [online]. Orlando, 2021 [cit. 2022-01-18]. Dostupné z: <https://www.asbestos.com/asbestos/natural-disasters/>

Asbestos.com: *Asbestos Products* [online]. Orlando, 2021 [cit. 2021-9-3]. Dostupné z: <https://www.asbestos.com/products/>

*Azbest: Metody měření znečišťujících látek v únicích do ovzduší. Integrovaný registr znečišťování* [online]. ČR: CENIA a Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.irz.cz/node/120>

*Azbest: Ne všichni postupují při demolici v souladu s legislativou* [online]. Brno: EnviWeb s.r.o, 2013 [cit. 2021-9-28]. Dostupné z: <http://www.eniweb.cz/97406>



*Geologie, mineralogie, historie dolování: Amfiboly* [online]. Praha: Velebil, 2005 [cit. 2021-8-7]. Dostupné z: <http://www.velebil.net/mineraly/amfiboly>

*Geologie, mineralogie, historie dolování: Serpentin* [online]. Praha: Velebil, 2005 [cit. 2021-8-7]. Dostupné z: <http://www.velebil.net/mineraly/serpentin>

HABALOVÁ, Jana: *Odběry vzorků ovzduší pro stanovení azbestu* [online]. Praha: EKOMONITOR, 2012 [cit. 2021-9-10]. Dostupné z: [http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/06\\_prezentace\\_vzorkovani\\_hk\\_2012.pdf](http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/06_prezentace_vzorkovani_hk_2012.pdf)

HAVEL, Milan: *ESTAV.cz: Azbest: Kam s nebezpečným stavebním odpadem?* [online]. Praha, 2016 [cit. 2021-8-29]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/3615.azbest-kam-s-nebezpecnym-stavebnim-odpadem>

HAVLÍKOVÁ, Magdalena. *Lidé se kvůli demolici Transgasu obrací na experty. Bojí se azbestu*. Pražský deník [online]. VLTAVA LABE MEDIA, 15.4.2019 [cit. 2021-9-29]. Dostupné z: [https://prazsky.denik.cz/zpravy\\_region/lide-se-kvuli-demolici-transgasu-obraci-na-experty-boji-se-azbestu-20190415.html](https://prazsky.denik.cz/zpravy_region/lide-se-kvuli-demolici-transgasu-obraci-na-experty-boji-se-azbestu-20190415.html)

HLADKÁ, Kateřina. *Územní plán Odolena Voda: Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území* [online]. Praha: Odolena Voda, 2020 [cit. 2021-9-15]. Dostupné z: [https://www.odolenavoda.cz/assets/File.ashx?id\\_org=10899&id\\_dokumenty=7593](https://www.odolenavoda.cz/assets/File.ashx?id_org=10899&id_dokumenty=7593)

CHAROUZEK ml., Josef: *Pokračování v hornické činnosti na výhradním ložisku stavebního kamene Želešice ve stanoveném dobývacím prostoru Želešice: G E T s.r.o.* [online]. Praha: CENIA, 2008 [cit. 2021-9-16]. Dostupné z: [https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX0pITTU5NI9vem5hbWVuaURPQ18xLnBkZg/JHM596\\_oznameni.pdf](https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX0pITTU5NI9vem5hbWVuaURPQ18xLnBkZg/JHM596_oznameni.pdf)

JÄGER, Aleš a Viera GÄRTNEROVÁ. *Elektronovým mikroskopem do nitra materiálů aneb jak vypadá jejich struktura*. Fyzikální ústav AV ČR [online]. 8.9.2017 [cit. 2021-10-3]. Dostupné z: <https://www.fzu.cz/aktuality/elektronovym-mikroskopem-do-nitra-materialu-aneb-jak-vypada-jejich-struktura>

KÁMEN Zbraslav, a.s.: *Lom Zbraslav* [online]. Praha: Refresh.cz, 2021 [cit. 2021-9-16]. Dostupné z: <https://kamenzbraslav.cz/provozovny/kamenolomy/kamenolom-zbraslav/>

KOSTELANSKÁ, Klára a Jan GAJDZIOK. *Elektronová mikroskopie pro předmět" instrumentální analytické metody ve farmaceutické technologii: Studijní materiál a návod pro praktické cvičení*. Brno, 2017. Dostupné také z: [https://www.vfu.cz/files/3130\\_69\\_kostelanska\\_studijni-material\\_prakticke-cviceni\\_iva.pdf](https://www.vfu.cz/files/3130_69_kostelanska_studijni-material_prakticke-cviceni_iva.pdf).

KOTLÍK, Bohumil. EKOMONITOR: *Národní azbestový profil* [online]. Praha, 2020 [cit. 2021-9-9]. Dostupné z: [http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/6\\_kotlik.pdf](http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/6_kotlik.pdf)

KOŽÍŠEK, František a Petr PUMANN. *Stanovisko NRC pro pitnou vodu k používání azbestocementových potrubí pro dopravu pitné vody*. Státní Zdravotní ústav: Národní referenční centrum pro venkovní a vnitřní ovzduší [online]. Praha: SZÚ Praha a TIGIS, 2014 [cit. 2021-10-19]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/azbest.pdf>

LAJČÍKOVÁ, Ariana a HORNYCHOVÁ, Miroslava: *Azbest v ovzduší a legislativní zajištění ochrany zdraví*. HYGIENA, Praha: SZÚ Praha a TIGIS, 2010, 55(3), 108. ISSN 1802-6281. Dostupné také z: <https://hygiene.szu.cz/pdfs/hyg/2010/03/06.pdf>

Mesothelioma Justice Network at Asbestos.net: *Asbestos Properties* [online]. 2019: Asbestos.net[cit.2020-02-16].Dostupné z: <https://www.asbestos.net/asbestos/history/#section-2>

*Mesowatch: Amosite Asbestos* [online]. MesoWatch [cit. 2021-8-9]. Dostupné z: <https://mesowatch.com/asbestos/types/amosite/>

*Mesowatch: Anthophyllite Asbestos* [online]. MesoWatch [cit. 2021-8-9]. Dostupné z: <https://mesowatch.com/asbestos/types/anthophyllite/>

*Mesowatch: Asbestos Composition* [online]. USA: MesoWatch [cit. 2021-8-8]. Dostupné z: <https://mesowatch.com/asbestos/composition>

*Mesowatch: Crocidolite Asbestos* [online]. MesoWatch [cit. 2021-8-9]. Dostupné z: <https://mesowatch.com/asbestos/types/crocidolite/>

*Mesowatch: Tremolite Asbestos* [online]. MesoWatch [cit. 2021-8-11]. Dostupné z: <https://mesowatch.com/asbestos/types/tremolite/>

*Metodický návod odběru vzorků pro stanovení počtu minerálních a azbestových vláken v ovzduší škol a školských zařízení: (vychází z ČSN EN ISO 16000-7)* [online]. Praha: SZÚ, 2012 [cit. 2021-9-29]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/konz\\_dny\\_a\\_seminare/2012/met\\_pokyn\\_azbest\\_skoly\\_fin.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/konz_dny_a_seminare/2012/met_pokyn_azbest_skoly_fin.pdf)

MIČAN, Jan. *Procesy řešení odstranění azbestového znečištění a jejich kontrola* [online]. Brno: užitečné semináře, 2013 [cit. 2021-9-27]. Dostupné z: <http://www.uzitecneseminare.cz/userfiles/file/A%20.pdf>

MŽP: *Metodický návod pro řízení vzniku odpadů s obsahem azbestu při provádění a odstraňování staveb a pro nakládání s nimi*. 2018, 31 s. Dostupné také z:

[http://www.khskv.cz/informace\\_pro\\_verejnost/Metodicky\\_navod\\_MZP\\_odpad\\_s\\_obsahem\\_azbestu\\_leden\\_2018.pdf](http://www.khskv.cz/informace_pro_verejnost/Metodicky_navod_MZP_odpad_s_obsahem_azbestu_leden_2018.pdf)

*Národní strategie regenerací brownfieldů 2019-2024* [online]. ČR: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2019 [cit. 2021-9-27]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/podpora-brownfieldu/2019/8/NSRB-2019-2024.pdf>

*Nemoci z povolání v České republice*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2020. ISSN 1804-5960. Dostupné také z: <http://www.szu.cz/publikace/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice>

*OSH Answers Fact Sheets: Asbestos - Health Effects*. Canadian Centre for Occupational Health & Safety [online]. 2015 [cit. 2021-10-8]. Dostupné z: <https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/asbestos/effects.html>

PETR, Miroslav. *Azbestový zabiják je všude kolem nás, Češi jsou nepochopitelně lhostejní, varuje znalkyně Guschlová*. Lidovky.cz [online]. 2019 [cit. 2021-9-9]. Dostupné z: [https://www.lidovky.cz/relax/lide/azbestovy-zabijak-je-vsude-kolem-nas-cesi-jsou-nepochopitelne-lhostejni-mini-odbornice-guschlova.A190428\\_194806\\_lide\\_ele](https://www.lidovky.cz/relax/lide/azbestovy-zabijak-je-vsude-kolem-nas-cesi-jsou-nepochopitelne-lhostejni-mini-odbornice-guschlova.A190428_194806_lide_ele)

PETRŮ Mario: *EIA – IPPC – SEA: Problematika výskytu azbestových vláken při hodnocení těžby kamene: ročník XVIII*. Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s CENIA, 2013. ISSN 1801-6901. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/B177B960BB6C94DEC1257BB1002FA6F6/\\$file/Zpravodaj\\_3\\_2013\\_final.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/B177B960BB6C94DEC1257BB1002FA6F6/$file/Zpravodaj_3_2013_final.pdf)

PETRŮ, Mario: *ZÁVĚR ZJIŠŤOVACÍHO ŘÍZENÍ podle §7 zákona č.100/2001Sb., opozuzování vlivů na životní prostředí: Pokračování hornické činnosti v dobývacím prostoru Mítov*. Plzeň. Krajský úřad plzeňského kraje: odbor životního prostředí, 2013. Dostupné také z: <https://docplayer.cz/10553592-Krajsky-urad-plzenskeho-kraje-odbor-zivotniho-prostredi-skroupova-18-306-13-plzen.html>

Plzeňský Deník.cz: *Azbest uzavřel lom v Liticích*, Česká republika: VLTAVA LABE MEDIA, 2012. Dostupné také z: [https://plzensky.denik.cz/zpravy\\_region/azbest-uzavrel-lom-v-liticich-20120402.html](https://plzensky.denik.cz/zpravy_region/azbest-uzavrel-lom-v-liticich-20120402.html)

PŠENIČKA, Jiří. *Dvě otočky s azbestem. Odpad skončil jinde, než firma nahlásila úřadům*. Seznam Zprávy [online]. 14.6.2021 [cit. 2021-9-28]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/dve-otocky-s-azbestem-odpad-skoncil-jinde-nez-firma-nahlasila-uradum-167059>

PŠENIČKA, Jiří. *V Česku se s karcinogenním azbestem nakládá hůř a hůř, varuje odbornice*. Seznam Zprávy [online]. 2021, 20.5.2021 [cit. 2021-9-28]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/v-cesku-se-s-karcinogennim-azbestem-naklada-hur-a-hur-varuje-odbornice-155099>

*PubChem - Chrysotile*: National Library of Medicine [online]. Bethesda, USA: National Center for Biotechnology Information, 2004 [cit. 2021-8-9]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Chrysotile?form=MY01SV&OCID=MY01SV>

*Skládka Benátky nad Jizerou v televizi* [online]. Brno: Enviweb s.r.o, 2013 [cit. 2021-9-19]. ISSN: 1803-6686. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/94111>

SZÚ: *Nakládání s odpady obsahujícími azbest*. 2008. Dostupné také z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/puda/legislativa\\_odpady/odpady\\_azbest.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/puda/legislativa_odpady/odpady_azbest.pdf)

Tara Strand. Mesothelioma.com: *Handling and Disposing of Asbestos* [online]. Connecticut [cit. 2021-8-29]. Dostupné z: <https://www.mesothelioma.com/asbestos-exposure/handling/>

The Quarry Life Award: *Kamenolom Stříbrná Skalice* [online]. ČR: HeidelbergCement, 2021 [cit. 2021-9-15]. Dostupné z: <https://www.quarrylifeaward.cz/quarries/czech-republic/kamenolom-stribrna-skalice>

TOMÁŠEK, Josef. Oznámení k záměru: *Výměna obalovací soupravy živičných směsí Libodřice* [online]. Mníšek pod Brdy: CENIA, 2008 [cit. 2021-9-15]. Dostupné z: [https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX1NUQzk4NV9vem5hbWVuaURPQ18xLnBkZg/STC985\\_oznameni.pdf](https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX1NUQzk4NV9vem5hbWVuaURPQ18xLnBkZg/STC985_oznameni.pdf)

VDI 3866: Determination of asbestos in technical products - Sampling and sample preparation, Blatt 1. Berlin: NORMSERVIS, 2000.

VDI 3866: Determination of asbestos in technical products - Infrared spectroscopy method, Blatt 2. Berlin: NORMSERVIS, 2001.

VDI 3866: Determination of asbestos in technical products - Phase contrast optical microscopy method, Blatt 4. Berlin: NORMSERVIS, 2002.

VDI 3866: Determination of asbestos in technical products - Scanning electron microscopy method, Blatt 5. Berlin: NORMSERVIS, 2017.

VOKURKA, Martin a Jan HUGO. Velký lékařský slovník. 10. aktualizované vydání. Praha: Maxdorf, [2015]. Jessenius. ISBN 978-80-7345-456-2. Dostupné také z: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/benigni>

VRZAL, Pavel. *Povolování provozu kamenolomu Litice v souvislosti s výskytem azbestu* [online]. Plzeň: Krajský úřad Plzeňského kraje, 2016 [cit. 2021-9-16]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/41855147-Povolovani-provozu-kamenolomu-litice-v-souvislosti-s-vyskytem-azbestu-ing-pavel-vrzal-krajsky-urad-plzenskeho-kraje-skroupova-18-plzen.html>

VÝROČNÍ ZPRÁVA 2014: Česká inspekce životního prostředí [online]. Praha: MŽP, 2015 [cit. 2021-9-16]. Dostupné z: <https://www.cizp.cz/file/wm3/vyrocní-zprava.pdf>

William B. Simmons. *Encyclopedia Britannica: Amphibole* [online]. London: Encyclopedia Britannica, 2021 [cit. 2021-8-7]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/amphibole/Physical-properties>

Zákon č. 541/2020 Sb.: *Zákon o odpadech*. In: 2020, verze 1. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541?text=p%C5%AFvodce>

ZÁVODSKÝ, Vladimír. *Obec Zbečno: Rozptylová studie – Dotěžení dobývacího prostoru Sýkořice (Zbečno)* [online]. Praha: GET, 2018 [cit. 2021-9-16]. Dostupné z: [https://www.obeczbečno.cz/e\\_download.php?file=data/editor/96cs\\_5.pdf&original=P%C5%99%C3%ADloha%20%C4%8D.%202\\_rozptylov%C3%A1%20studie%20S%C3%BDko%C5%99ice.pdf](https://www.obeczbečno.cz/e_download.php?file=data/editor/96cs_5.pdf&original=P%C5%99%C3%ADloha%20%C4%8D.%202_rozptylov%C3%A1%20studie%20S%C3%BDko%C5%99ice.pdf)

*Změna povolení: Skládky skupiny S-NO Lukavec, k.ú. Lovosice* [online]. ČR: MŽP, 2021 [cit. 2021-9-22]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/\\$pid/MZPHSHLHQ6P7](https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/$pid/MZPHSHLHQ6P7)

*Zpráva o plnění podmínek integrovaného povolení Řízená skládka Benátky nad Jizerou* [online]. Praha: MŽP, 2019 [cit. 2021-9-19]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/\\$pid/MZPKVHAUMIVT](https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/$pid/MZPKVHAUMIVT)

*Zpráva o plnění podmínek IP: Řízená skládka odpadů Flora Břasy* [online]. ČR: MŽP, 2021 [cit. 2021-9-22]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/\\$pid/MZPJBHKWN6M0](https://www.mzp.cz/ippc/ippc4.nsf/$pid/MZPJBHKWN6M0)

*Životní prostředí: odpady - vznik a druhy odpadů* [online]. Praha: VŠCHT, 2017 [cit. 2021-9-23]. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/odpady/odpady1.htm>



## 11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease
CLP	Classification, Labelling and Packaging
ČGS	Česká geologická služba
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
EDS	Energy Dispersive Spectrometer
EDX	Energy Dispersive X-Ray Analysis
EPA	Environmental Protection Agency
EHP	Evropský hospodářský prostor
EHS	Evropské hospodářské společenství
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
HEPA	High efficiency particulate air
IARC	International Agency for Research on Cancer
IRZ	Integrovaný registr znečištění
ISO	International organization for Standardization
KHS	Krajská hygienická stanice
MCE	Mixed Cellulose Ester
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NSV	New South Wales

NV	Nařízení vlády
OSHA	Occupational Safety and Health
OSN	Organizace spojených národů
PCM	Phase Contrast Microscopy
PCP	PeaCe Pill - Phencyclidine
PLM	Polarized Light Microscopy
REACH	Registration Evaluation Authorization and Restriction of Chemicals
RTG	Radioizotopový termoelektrický generátor
S-OO	Skládka-ostatní odpad
S-NO	Skládka-nebezpečný odpad
SEM	Scanning Electron Microscopy
SEPNO	Systému evidence přepravy nebezpečných odpadů
SZÚ	Státní zdravotní ústav
TRGS	Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WHO	World Health Organization
ZÚ	Zdravotní ústav
ŽP	Životní prostředí

## 12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vlákenný chryzotil s typickým hedvábným leskem (Jirásek, Vavro 2008).	17
Obrázek 2: Chryzotilová vlákna v azbestocementové desce (autor 2020).....	17
Obrázek 3: Antofylit – minerál (Weinrich Minerals, Inc. 2022) .....	18
Obrázek 4: Amosit v azbestocementové desce (autor) .....	19
Obrázek 5: Grunerit forma amositu (Mindat.org online).....	19
Obrázek 6: Vlákna krokydolitů v azbestocementové desce (autor).....	21
Obrázek 7: Krokydolitový minerál (Mindat.org online).....	21
Obrázek 8: Vlákna krokydolitů a chryzotilu v azbestocementové desce (autor).....	22
Obrázek 9: Zelený vláknitý aktinolit (Matýsek 2002) .....	23
Obrázek 10: Tremolit z Francie (Alamy Limited online) .....	24
Obrázek 11: Bourání Michelských pekáren v Praze (M. Divíšek, 2020) .....	38
Obrázek 12: Rozsáhlý areál Michelských pekáren (Google maps online).....	38
Obrázek 13: Bourání areálu Tesla Hloubětín, Praha (J. Pšenička, 2021) .....	39
Obrázek 14: Rekonstrukce hotelu Intercontinental (D. Hromada 2021).....	40
Obrázek 15: Obchodní dům Kotva Praha (ČTK, 2010).....	40
Obrázek 16: Budova bývalého Telecomu na pražském Žižkově (AI Design, 2021) ....	41
Obrázek 17: Bourání budovy Transgasu (V. Šimánek, 2021) .....	42
Obrázek 18: Zřícení první věže Světového obchodního centra v New Yorku 11. září 2001 (D. Kanter, 2001) .....	43
Obrázek 19: Mezoteliomové rakovinné buňky se nacházejí ve výstelce plic, rakovina plic je obecně nádor v samotné plíci (Asbestos.com, 2020).....	48
Obrázek 20: Mapa umístění kamenolomu Čenkov (J. Godany, 2015) .....	53
Obrázek 21: Mapa umístění kamenolomu Libodřice (J. Godany, 2015) .....	54
Obrázek 22: Bezpečnostní upozornění na obsah nebezpečných látek v kamenivu (EUROVIA Kamenolomy, online) .....	55
Obrázek 23: Kamenolom Litice – volný pád kameniva na sypný kužel (J. Mertová, 2019) .....	56
Obrázek 24: Mapa umístění kamenolomu Litice (J. Godany, 2015) .....	56
Obrázek 25: Mapa umístění kamenolomu Mítov u Plzně (J. Godany, 2015).....	57
Obrázek 26: Mapa umístění kamenolomu Stříbrná Skalice (J. Godany, 2015).....	58

Obrázek 27: Mapa umístění kamenolomu Sýkořice (J. Godany,2015) .....	59
Obrázek 28: Pohled do kamenolomu Sýkořice (autor) .....	59
Obrázek 29: Hranice kamenolomu Sýkořice (autor).....	60
Obrázek 30:Umístění odběrového čerpadla na hranici kamenolomu Sýkořice (autor)	60
Obrázek 31: Mapa umístění kamenolomu Zbraslav (J. Godany,2015).....	61
Obrázek 32: Mapa umístění kamenolomu Želešice (J. Godany,2015) .....	62
Obrázek 33: Řízená skládka Benátky nad Jizerou (L. Bartáčková, 2010).....	63
Obrázek 34: Řízená skládka Benátky nad Jizerou, rozmístění stacionárních odběrových čerpadel (Google, online).....	63
Obrázek 35:Umístění stacionárního čerpadla (autor).....	64
Obrázek 36:Stacionární čerpadlo (autor) .....	64
Obrázek 37: Řízená skládka Břasy (L. Bartáčková, 2010) .....	65
Obrázek 38: Řízená skládka Lukavec (L. Bartáčková, 2010).....	66
Obrázek 39: Sběrný dvůr Praha FCC Regios (Google online) .....	66
Obrázek 40: Stacionární čerpadlo Airbox (autor) .....	68
Obrázek 41:Umístění stacionárního čerpadla v terénu (autor).....	69
Obrázek 42: 30denní vzorek lepopových pásů (autor).....	69
Obrázek 43: Vzorek listí (autor).....	70
Obrázek 44: Vzorek kameniva (autor) .....	70
Obrázek 45: Odběrová hlavice SKC s MCE filtrem pro odběr vzdušniny (autor) .....	71
Obrázek 46: Elektronový mikroskop TESCAN VEGA 3 s EDX detektorem (autor) .....	106
Obrázek 47: Elektronový mikroskop TESCAN VEGA 3 s EDX detektorem (autor) .....	106
Obrázek 48: Naprašovačka kovů Quorum Q150R ES P (autor).....	107
Obrázek 49:Umístění vzorků v naprašovačce kovů Quorum Q150R ES P (autor) ...	107


### 13 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Legislativa odpadového hospodářství (autor) .....	27
Tabulka 2: Legislativa odpadového hospodářství (autor) .....	30
Tabulka 3: Přehled stavebních materiálů s obsahem azbestu (MŽP, 2018).....	34
Tabulka 4: Zařazení odpadů s obsahem azbestu v Katalogu odpadů (vyhláška 8/2021 Sb.) .....	35
Tabulka 5: Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Litice, Mítov, Břasy (zdroj: zpracování vlastní na základě naměřených dat) .....	72
Tabulka 6: Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Sýkořice, Zbraslav, sběrný dvůr Praha FCC Regios (zdroj: zpracování vlastní na základě naměřených dat)	73
Tabulka 7: Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Libodřice, Stříbrná Skalice (zdroj: zpracování vlastní na základě naměřených dat) .....	74
Tabulka 8: Výsledky měření venkovního prostředí kamenolom Čenkov a skládka odpadu Benátky nad Jizerou (zdroj: zpracování vlastní na základě naměřených dat).....	75
Tabulka 9: Odběry vzorků pracovního prostředí v letech 2013-2018 v kamenolomu Želešice (zdroj: zpracování vlastní na základě dat ZÚ Ostrava).....	76
Tabulka 10: Odběry vzorků vnitřního prostředí v letech 2013-2018 v obci Želešice (zdroj: zpracování vlastní na základě dat Foster Bohemia, ZÚ Ostrava) .....	76
Tabulka 11: Odběry vzorků prachu v obci Želešice 2017 (zdroj: zpracování vlastní na základě dat ČGS).....	77
Tabulka 12: Odběry vzorků venkovního prostředí v obci Želešice 2019 (zdroj: zpracování vlastní na základě dat Foster Bohemia, ZÚ Ostrava) .....	77

## 14 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1:Bezpečnostní list firmy EUROVIA s.r.o .....	103
Příloha 2:Prohlášení o vlastnostech kamene .....	104
Příloha 3: Postup kvalitativního stanovení azbestových vláken pomocí SEM/EDS .	105
Příloha 4: Postup kvalitativního stanovení azbestových vláken pomocí PLM.....	108

Příloha 1:Bezpečnostní list firmy EUROVIA s.r.o

	<b>Bezpečnostní list</b> podle Nařízení Komise (EU) 2015/830, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady ES č.1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek	Strana 1 z celkem 10
	EUROVIA Kamenolomy, a.s. (IČ: 270 96 670) Provozovna Litice, 321 00 Plzeň <a href="http://www.euroviakamenolomy.cz">www.euroviakamenolomy.cz</a>	
Datum vydání: 2. 1. 2013 Datum revize: 4. 1. 2021		Verze: 2/2021 Nahrazuje verzi ze dne: 4.1.2016

**ODDÍL 1:IDENTIFIKACE SMĚSI A SPOLEČNOSTI**

**1.1 Identifikátor produktu**

Po účely tohoto bezpečnostního listu (dále jen BL), se za produkty považují:

- a) Jednotlivé frakce přírodního kameniva vyráběné ze suroviny s petrografickým označením spilit (metabazalt), těžené a zpracovávané na lomu Litice u Plzně. Týká se i specifických fragmentací (např. zahradni či lomový kámen apod.)
- b) Směsi, tj. produkty, získané smícháním jednotlivých frakcí přírodního kameniva, těženého nebo drceného (viz. též doporučená použití).

**1.2 Příslušná určená použití látky nebo směsi a nedoporučená použití**

Doporučená použití produktu:

- kamenivo do betonu, kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch
- kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace
- kamenivo pro kolejové lože
- kamenivo pro malty

Nedoporučená použití: nejsou známa

Produkt není předmětem běžného užívání ve smyslu § 25 zák. č. 258/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

**1.3 Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu**

**1.3.1 Specifikace společnosti (zhotovitel, dovozce, výrobce)**

Název společnosti: EUROVIA Kamenolomy a.s.  
 Adresa: Londýnská 637/79a; Liberec XI;460 01 Liberec  
 IČO: 270 96 670  
 Tel./fax.: 485 251 911/482 710 154  
 www: [www.euroviakamenolomy.cz](http://www.euroviakamenolomy.cz)  
 e-mail: [secretarv@eurovia.cz](mailto:secretarv@eurovia.cz)

**1.3.2 Osoba odborně způsobilá ke zpracování a zodpovědná za obsah bezpečnostního listu**

Jméno: Ing. Karel Pulec  
 Tel./fax: +420 602 452 869/ +420 377 828 041  
 e-mail: [karel.pulec@eurovia.cz](mailto:karel.pulec@eurovia.cz)

**1.4 Telefonní číslo pro naléhavé situace**

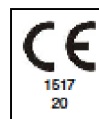
Toxikologické informační středisko (TIS), Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2, telefon nepřetržitě 224 919 293, 224 915 402, nebo (pouze ve dne 224 914 575), email:[tis@vfn.cz](mailto:tis@vfn.cz)

ODDÍL 2: IDENTIFIKACE NEBEZPEČNOSTI			
2.1	Klasifikace produktu:		
	Podle nařízení (ES) č. 1278/2008 není produkt klasifikovaný jako nebezpečný		
	Třída nebezpečnosti	Kategorie nebezpečnosti	Cílové orgány
	-	-	-
	Přítý text H-údajů uvedených v tomto oddíle viz oddíl 16.		

Příloha 2: Prohlášení o vlastnostech kamene

**Prohlášení o vlastnostech č. 196A/10-2020**

podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011



- Identifikační kód výrobku: **121A2000025 LITICE**  
Typové označení výrobku: **Přírodní droené kamenivo – frakce 8/11**
  - Zamýšlená použití stavebního výrobku:  
**Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch**  
**Kamenivo pro nesmělelé směsi a směsi smíšené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace**
  - Výrobce: **EUROVIA Kamenolomy, a.s., Londýnská ul. 637/79a, 460 01 Liberec XI – Růžodol I, IČ: 27 09 66 70**
  - Zplnomocněný zástupce: Michael Junge, Marlin Pekáček - jako členové představenstva výrobce
  - Systém posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebního výrobku: **2+**
  - Harmonizovaná norma: **EN 13043:2002; EN 13242:2002+A1:2007**
- Oznámený subjekt:** Stavort, s. r.o., U Výslaví 3, Praha 7, identifikační číslo 1517, provedl počáteční inspekci ve výrobním závodě, provádí průběžný dozor, posuzování a hodnocení systému řízení výroby a vydal Ověření o shodě řízení výroby č. 1517-CPR- 010102.
7. Deklarované vlastnosti: viz tabulka

Základní charakteristiky	Vlastnosti (vztahující se na použití podle):		Harmonizované technické specifikace
	EN 13043	EN 13242	
<b>Tvar zrn, frakce a objemová hmotnost</b>			U základních charakteristik a vlastností uvedených ve sloupci:  EN 13043 platí odkaz na: EN 13043:2002  EN 13242 platí odkaz na: EN 13242:2002+A1:2007  Poznámka: Pokud se základní charakteristika nebo vlastnost nevztahuje k harmonizované technické specifikaci, řádek je v příslušném sloupci prokmitnut.
- Zrnitost	G <sub>0</sub> 85/15	G <sub>0</sub> 85/15	
- Tolerance pro zrnitost HK s Div <sub>2</sub> 2	NPD	NPD	
- Tvar zrn hrubého kameniva – tvarový index	S <sub>10</sub>	S <sub>10</sub>	
- Tvar zrn hrubého kameniva – Index plochosti	NPD	NPD	
- Procentní podíl droených a lámavých zrn v HK	C <sub>100</sub>	C <sub>100</sub>	
- Objemová hmotnost	2,85 Mg/m <sup>3</sup>	2,85 Mg/m <sup>3</sup>	
<b>Čistota</b>			
- Obsah schránek živočišných v HK	-	-	
- Obsah jemných částic	f <sub>1</sub>	f <sub>1</sub>	
- Kvalita jemných částic	NPD	NPD	
<b>Odolnost proti drncení</b>			
- Odolnost proti drncení metodou LA	LA <sub>10</sub>	LA <sub>10</sub>	
- Odolnost proti drncení rázem	NPD	NPD	
<b>Odolnost proti otěru/ohladitelnosti obrusu</b>			
- Odolnost proti otěru HK (mikro-Deval)	NPD	NPD	
- Odolnost proti ohladitelnosti	PSV <sub>50</sub> (aktivevaní)	-	
- Odolnost proti povrchovému obrusu	NPD	-	
- Odolnost proti obrusu pneumatikami s hroly	NPD	-	
- Odolnost vůči tepelným šokům	NPD	-	
<b>Složky/obsah</b>			
- Složky hrubého recyklovaného kameniva	-	NPD	
- Chloridy	-	-	
- Sirany rozpustné v kyselíně	-	AS <sub>10</sub>	
- Celková síra	-	S	
- Obsah vodou rozpustných siranů v recykl. kamenivu	-	NPD	
- Potenciální přítomnost humusu	-	NPD	
- Obsah těžkých znečišťujících částic	m <sub>100</sub> 0,1	-	
- Obsah oxidu uhličitého v drobném kamenivu	-	-	
<b>Objemová stálost</b>			
- Objemová stálost-smršťování vysycháním	-	-	
- Rozpad křemčitanu vápenatého ve VCHVS	NPD	NPD	
- Rozpad železa ve VCHVS	NPD	NPD	
- Objemová stálost kameniva z ocelářské strusky	NPD	NPD	
<b>Nasákavost</b>			
- Nebezpečné látky		WA <sub>24</sub> 2	
- Obsah přírodních radionuklidů	Pa 226 ≤ 100 Bq/kg / Index ≤ 1,0		
- Uvolňování jiných nebezpečných látek	aktinoid, volný SiO <sub>2</sub>		
<b>Trvanlivost proti zmrazování a rozmrazování</b>			
- Odolnost proti zmrazování a rozmrazování	F <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	
- Zkouška síranem hořčnatým	MS <sub>10</sub>	MS <sub>10</sub>	
<b>Odolnost proti rozpadavosti čediče</b>			
- Ztráta hmotnosti po vaření	NPD	NPD	
- Zvýšení součinitele LA po vaření	NPD	NPD	
<b>Trvanlivost proti alkalicko-křemíčné reakci</b>			
- Alkalicko-křemíčná reakce	-	-	
<b>Petrografický druh kameniva</b>		sp11	

Vlastnosti výše uvedeného výrobku jsou ve shodě se souborem deklarovaných vlastností. Toto prohlášení o vlastnostech se v souladu s nařízením (EU) č. 305/2011 vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného výše. Toto prohlášení je zpřístupněno dle nařízení (EU) č. 157/2014 na webových stránkách výrobce [www.euroviakamenolomy.cz](http://www.euroviakamenolomy.cz).

Podepsáno za výrobce a jeho jménem:

V Liberci, 1. 1. 2020	Jméno a funkce	Ing. Zuzana Sazimová, vedoucí technolog	Podpis
-----------------------	----------------	---	--------



### **Postup kvalitativního stanovení azbestových vláken pomocí SEM/EDS**

Pro tuto práci byla vybrána metoda pro monitoring ovzduší využívající rastrovací elektronovou mikroskopii (SEM) za použití elektronového mikroskopu Tescan VEGA3 s EDX detektorem (obr. 46). Exponovaný filtr byl vyjmut z odběrové hlavice a za pomoci pinzety a uhlíkového lepidla přeneseny na držák vzorku, následně byl vzorek pokoven za pomoci naprašovačky kovů Quorum Q150R ES P (obr. 47). Vzorky jsou téměř elektricky a tepelně nevodivé, proto by při prohlížení vzorku v mikroskopu docházelo k nabíjení rastrového povrchu primárními elektrony, to má za následek deformaci a ztrátu ostrosti obrazu. Aby tento jev byl eliminován, byl vzorek pokryt tenkou vrstvou kovu o tloušťce 10–20 nm, která odvede negativní náboj a zvýší produkci sekundárních elektronů a minimalizuje poškození vzorku primárními elektrony. K pokovení vzorku byla použita naprašovačka kovu Q 150R ES P, kde se daný kov v tomto případě zlato za vysokého vakua elektricky zahřeje na teplotu, při které se z povrchu začnou odpařovat jednotlivé molekuly. Ty se pak šíří všemi směry od zdroje a po dopadu na chladnější místo kondenzují. (VDI 3866-5,2017)

Takto připravený vzorek byl poté vložen do komory mikroskopu. Vlastní analýza spočívala ve vyhledávání vláken a následné identifikaci pomocí morfologie a EDS spektra. Každou podezřelou částici vypadající jako vlákno byla podrobena EDS analýze. Dle výsledného spektra bylo určeno, zda se jedná o azbestové vlákno nebo vlákno jiného typu. Separovaná vlákna byla prohlížena při takovém zvětšení, kde bylo možno rozeznat morfologii vlákna a následně provést EDS analýzu. Vzorky byly prohlíženy postupně od malého zvětšení cca 50x až po velké zvětšení 2000x. (VDI 3866-5,2017)

Identifikace nalezených částic a vláken byla provedena pomocí morfologie a jejich EDS spektra, které byly porovnávány se spektry standardů. Byla pořízena dokumentace spekter analyzovaných objektů a fotodokumentace nalezených vláken.



*Obrázek 46: Elektronový mikroskop TESCAN VEGA 3 s EDX detektorem (autor)*



*Obrázek 47: Elektronový mikroskop TESCAN VEGA 3 s EDX detektorem (autor)*



*Obrázek 48: Naprašovačka kovů Quorum Q150R ES P (autor)*



*Obrázek 49: Umístění vzorků v naprašovačce kovů Quorum Q150R ES P (autor)*

## **Postup kvalitativní stanovení azbestových vláken pomocí PLM v pevných vzorcích**

Odebrané vzorky listů, lišejníků, kamene a půdy, byly nejdříve prohlédnuty pod pomocí stereoskopického mikroskopu Leica S6 D. Vybraná vlákna byla položena na separační sklíčko a zakápnuta imerzní kapalinou pro kompletní určení optických vlastností, pomocí polarizačního mikroskopu Leica DM EP byla vlákna klasifikována jako neazbestová. Imerzní kapalina je kapalina s indexem lomu větším než 1. Imerzní kapalina zvětšuje rozlišovací schopnost objektivu a jas obrazu. K identifikaci vlákna bylo využito následujících optických vlastností: morfologie, barvy, pleochroismu, charakteru zóny, anizotropie a fázového kontrastu. Podle předpokladu na daný typ azbestu byla zvolena imerzní kapalina, ve které byl připraven preparát a provedena identifikace za pomoci optických vlastností analyzovaných vláken. Metodou fázového kontrastu byla dokončena analýza. Při nejasnosti typu vlákna, může být použit jako imerzní kapalina cedrový olej. (VDI 3866-4,2000)

Identifikace vláken pomocí polarizačního mikroskopu je velice rozšířenou metodou, kterou využívají laboratoře po celém světě. Každý druh azbestových vláken má jiné specifické znaky, podle kterých lze určit, o jaký typ vlákna se jedná. Výhodou této metody je nenáročnost na vybavení, malá spotřeba materiálu cca 2 cm<sup>2</sup> nebo 1 cm<sup>3</sup>, poměrně krátký čas na analýzu a oči zkušeného pracovníka. Nevýhodou je nutná vysoká pečlivost a pracnost, zkušený pracovník a touto metodou nelze identifikovat vlákna menší než 0,2μm. Ztížení identifikace mohou způsobit různé rušivé vlivy v podobě dlouhého, tenkého materiálu viditelného pod mikroskopem může se jednat o vlákna pavučin nebo minerální vlákna, která se dostanou do ovzduší. Ke ztížení identifikace může přispět i matrice, ve které vlákna mohou být, stávají se tak těžko separovatelná a je potřeba okolní matici odstranit. Mezi takovéto materiály patří těžená hornina. Po podrobném prozkoumání nebyly ve vzorcích identifikovány žádná okem viditelná vlákna, vzorky byly tedy spáleny v peci při teplotě 550 °C. Poté byl spálený vzorek rozdrcen v třecí misce k drcenému materiálu je přidáno 5–10 ml ethanolu a vzorek byl důkladně rozetřen, za

pomocí vakuové vývěvy přefiltrován. Exponovaný filtr byl připevněn na držák vzorku a byl vložen do naprašovačky k pokovení následně byl umístěn do mikroskopu. (VDI 3866-5,2017) Analýza vzorku je totožná s postupem u filtru exponovaným za použití čerpadla Air box. Pro kvalitativní stanovení azbestu pomocí optického mikroskopu existuje celá řada norem a národních předpisů. Mezi nejznámější patří americké EPA/600/R-93/116, OSHADA ID-191, NIOSHI 9002, německá VDI 3866, část 4, anglická HSG 248 nebo ISO 22262-1.