

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE



Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**

Diplomová práce

Řešení prašnosti v oblasti lomu Jiří

Vedoucí práce: Doc.Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Diplomant: Bc. Martina Fattoum Maršíková

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Martina Fattoum Maršíková

Regionální environmentální správa

Název práce

Řešení prašnosti v oblasti lomu Jiří

Název anglicky

Solution of dustiness in the area of the quarry Jiří

Cíle práce

Cílem práce je zhodnocení již stanoveného opatření vedoucího ke snižování a likvidaci prašnosti produkované ve vztahu k prováděné hornické činnosti.

Návrh dalšího řešení vedoucí k eliminaci prachu.

Metodika

1. Klíčová slova:

prach, pásový dopravník, míšení, znečištění ovzduší, těžba uhlí, rotační atomizér

2. Metodika

Literární rešerše snížení prašnosti a zařízení na snižování prachu.

Návrh řešení k eliminaci prašnosti okolí lomu Jiří s ohledem na okolní obce.

Zhodnocení naměřených dat měření imisí v dotčených obcích.

Vytipování vhodného zařízení a umístění, např. rotačních atomizérů na okrajích lomu, které by měly vytvořit dostatečně účinnou vodní clonu eliminující prašnost.

3. Harmonogram zpracování:

8-9/2014 Rešerše odborné literatury

10-11/2014 Terénní průzkum zájmové oblasti, data měření, konzultace

1-2/2015 Návrh vhodného zařízení

3/2015 Předložení práce, konzultace, oprava

4/2015 Odevzdání DP

Doporučený rozsah práce

50 stran

Doporučené zdroje informací

Anderson, J.O. Clearing the Air: A review of the Effect of Particulate Matter Air Pollution on Human Health

Brejcha, J.: Měření koncentrace polévatvé prašnosti a spadu práchu po řešení minimalizace prašnosti
Moní, V.: Studie možnosti snížení prašnosti v areálu složišť VEP Severní lom-Elektřárny Prunéřov
Moní, V., Táuber, J., Holý, F.: Snížování prašnosti strojních zařízení používaných na hnédouhletných dolech

Schwela, D.: Air pollution and health in urban areas

Svoboda, J., Táuber, J., Holý, F.: Odprášení drtiče a třídiče

Táuber, J., Brejcha J., Vaidišová L.: Snížení prašnosti v okolí dolů

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 9. 1. 2015

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 1. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Řešení prašnosti v oblasti lomu Jiří vypracovala samostatně pod vedením doc.Mgr. Marka Vacha, Ph.D., použila jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Chodově dne 14.4.2015

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce doc.Mgr. Marku Vachovi, Ph.D., za cenné podněty a projevenou vstřícnost během mé práce. Dále bych chtěla poděkovat ing. Jiřímu Šenkýřovi za cenné rady a pomoc při orientaci v oblasti těžby uhlí. Poslední dík patří mé rodině.

V Chodově, dne 16.4.2015

Podpis:

Abstrakt

Ve své práci se zabývám problematikou prašnosti z povrchových dolů, respektive z lomu Jiří a vlivem prachu na okolní obce, které jsou v bezprostřední blízkosti lomu.

Vzhledem ke změně zákona o ochraně ovzduší, zákon zařadil do stacionárních zdrojů činnosti spojené s tříděním a jiné studené úpravy uhlí a také povrchové doly paliv, rud, nerudných surovin a jejich zpracování, především těžbu.

S ohledem na tuto změnu, by měly těžební společnosti věnovat větší pozornost problematice prašnosti, která vzniká při samotné těžbě uhlí, dopravě a další úpravě nerostných surovin.

Společnost Sokolovská uhelná, p.n., a.s., by měla v nejbližší době připravit projekt vedoucí k omezení prašnosti v okolí lomů.

Zhodnotila jsem zde již zavedené opatření vedoucí ke snižování a likvidaci prašnosti produkované ve vztahu k prováděné hornické činnosti, a dále jsem se pokusila navrhnout nějaké další řešení vedoucí k eliminaci prachu.

Klíčová slova: prach, pásový dopravník, mlžení, znečištění ovzduší, těžba uhlí, rotační atomizér

Abstract

In my thesis I deal with dustiness from the surface down, respectively, from the quarry Jiří and the influence of dust on surrounding communities, which are in the immediate vicinity of the quarry.

Because of changes to the law on air protection law of ranked in stationary sources related activities sorting and other cold coal preparation and surface mines fuels, ores, industrial and their processing, primarily mining.

With respect to this change mining companies should pay more attention to dustiness issues that arise during the actual mining of coal transport and further treatment of raw material.

The company Sokolovská uhelná, p.n., a.s., should soon prepare a project leading to reduce dust in near quarries.

I evaluated here already established measures to reduce and disposal of dustiness produced in relation to mining activities and I tried suggest any other solution to eliminate dust.

Keywords: dust, belt conveyor, misting, air pollution, coal mining, rotary atomizer

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Cíl a metodika práce	11
3	Literární rešerše	12
3.1.1	Základní pojmy v oblasti tuhých znečišťujících látek	12
3.2	Koncentrace aerosolu.....	16
3.3	Prašný spad	17
3.4	Charakteristika prachových částic	18
3.5	Aerosoly.....	19
3.5.1	Vzdušný aerosol.....	20
3.6	Zdravotní dopady polévatého prachu.....	21
3.7	Legislativa.....	23
3.7.1	Národní program snižování emisí České republiky	24
3.7.2	Historie vývoje imisní situace.....	24
3.8	Vznik tuhých znečišťujících látek.....	26
3.8.1	Základní mechanismy uvedení prachu do vznosu	27
3.9	Transport prachu do okolí.....	28
3.10	Možnosti likvidace prašnosti	32
3.11	Účinnost skrápěcích technologií	32
4	Charakteristika posuzované oblasti	35
4.1	Změny v legislativě.....	37
4.2	Legislativní podmínky těžby.....	40
4.3	Popis stávajícího stavu těžby	42
4.4	Úroveň znečištění ovzduší v zájmovém území	44
4.5	Měření imisí v zájmové lokalitě.....	46
5	Výsledky práce	51
5.1	Stávající opatření	51

5.2	Návrh řešení snížení prašnosti	55
5.2.1	Ochranné valy	57
5.2.2	Mlžné stěny.....	57
5.2.3	Mlžná stěna a ochranný val	59
5.2.4	Zakrytování pasových dopravníků.....	60
5.2.5	Zalesnění svahů.....	60
6	Diskuze	60
7	Závěr	62
8	Použitá literatura	64
9	Seznam obrázků, grafů a tabulek	70
10	Přílohy.....	73

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČHMÚ Český hydrometeorologický ústav

CHLÚ chráněné ložiskové území

DP dobývací prostor

EEA European environment agency

EIA Environmental Impact Assessment – hodnocení vlivů na ŽP

EPA Environmental Protection Agency

MŽP Ministerstvo životního prostředí

NPR národní přírodní rezervace

NS nakládací stanice

OBÚ obvodní báňský úřad

PD pasový dopravník

PM Particulate Matter

POPD plán otvírky, přípravy a dobývání

SHP severočeská hnědouhelná pánev

SZÚ Státní zdravotní ústav

TPD technicko-provozní dokumentace

TZL tuhé znečišťující látky

SU,a.s. Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s.

VÚHU Výzkumný ústav pro hnědé uhlí

WHO World Health Organization – světová zdravotnická organizace

1 Úvod

Jednou z významných znečišťujících látek emitovaných do ovzduší je prach. Polétavý prach (PM z anglického particulate matter) je název pro mikročástice o velikosti několik mikrometrů (μm). Prachové částice mají negativní dopad na lidské zdraví a životní prostředí. V některých případech může prach zhoršit estetičnost okolního prostředí, v závažnějších případech může způsobit vážné zdravotní potíže (Papagiannis et al. 2014). Tyto prachové částice uvolněné do ovzduší celkově ovlivňují nemocnost i úmrtnost. Jedná se převážně o onemocnění srdce, cév a o plicní onemocnění (Valavanidis et al. 2013).

Dělí se podle velikosti, jež je ovlivněna zdrojem původu. Rozsahy a závažnosti těchto negativních dopadů jsou tedy silně závislé na velikosti částic a na složení těchto částic. Zdrojem původu jsou spalovací procesy ať průmyslové či automobilové. Dále pak se prach dostává do ovzduší i přírodní cestou, např. při výbuchu sopky, při požárech. Dalším neméně významným zdrojem je těžební průmysl, respektive otevřené povrchové lomy. Existují různé zdroje prachu v těžebním průmyslu, přičemž nejdůležitější jsou například z vrtání či odstřelování skrývky a rud, nakládání a samotná přeprava materiálů, zpracování a další manipulace (drcení, prosévání), likvidace odpadů či větrná eroze v zasažených oblastech, kde se nachází rozsáhlé plochy bez vegetace. Samotný rozptyl prachových částic je problémem u téměř všech typů těžby (Papagiannis et al. 2014).

Právě polétavému prachu z povrchových lomů, jeho negativním vlivem na zdraví člověka, eliminaci prašnosti jsem se věnovala ve své diplomové práci.

2 Cíl a metodika práce

Cílem práce je zhodnocení již stanoveného opatření vedoucího ke snižování a likvidaci prašnosti produkované ve vztahu k prováděné hornické činnosti.

Dále zhodnocení naměřených dat imisí v dotčených obcích. Zejména se jedná o bezprostřední blízkost lomu ve vztahu k obcím Lomnice, Vintřův, Královské Poříčí a lokalitě Šenvert u města Sokolova.

Postupem lomu západním směrem je nejvíce ohrožena zvýšenou prašností obec Lomnice. Jižním směrem se negativní důsledky hornické činnosti začnou větší měrou projevovat ve vztahu k městu Sokolov, zejména na lokalitě Šenvert. Dále pak jihovýchodním směrem se lom bude nacházet v bezprostřední blízkosti obce Královské Poříčí. Obec Vintířov je na východním okraji lomu ohrožena nakládací stanicí a terminálem uhelného meziproduktu.

Předmětem diplomové práce je návrh dalšího řešení vedoucí k eliminaci prachu z lomu Jiří. Například vytipování vhodného zařízení a umístění rotačních atomizérů na okrajích lomu, které by měly vytvořit dostatečně účinnou vodní clonu eliminující prašnost. Dále výstavba protiprašných ochranných valů a vysazení vhodné zeleně. V neposlední řadě navazování na již stávající opatření jako je například zakrytování pasových dopravníků.

3 Literární rešerše

3.1.1 Základní pojmy v oblasti tuhých znečišťujících látek

Znečišťování ovzduší – pod tímto pojmem si můžeme představit značnou škálu procesů a úkonů, tedy děj jímž se znečišťující látka dostane do ovzduší (Obroučka 2001). Za základní můžeme považovat dělení na zdroje původu antropogenního či přírodního. Mezi antropogenní zdroje můžeme jednoznačně zařadit činnosti, které způsobuje člověk. Zejména emise ze spalovacích zařízení a jiných průmyslových zařízení, emise z dopravy. Za přírodní cestu znečišťování ovzduší můžeme považovat lesní požár způsobený přílišným suchem, výbuch sopky, půdní erozi, kosmický prach a jiné. Dalším členěním je primární a sekundární znečištění, kdy vnášení znečišťující látky do ovzduší přímo ze zdroje je považováno za primární. Jako sekundární znečištění můžeme označit důsledek fyzikálně-chemických reakcí probíhajících v atmosféře (ČHMÚ 2013). Již znečištěné ovzduší může být definováno jako, jakýkoli stav atmosféry, ve kterém jsou přítomny znečišťující látky v takových koncentracích, které mohou mít za následek nežádoucí účinky na člověka a jeho životní prostředí (Rao 1998).

Znečišťující látka – dle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší ve znění zákona č. 64/2014 Sb. a zákona č. 87/2014 Sb (dále jen zákon) je: „*každá látka, která svou přítomností v ovzduší má nebo může mít škodlivé účinky na lidské zdraví nebo*

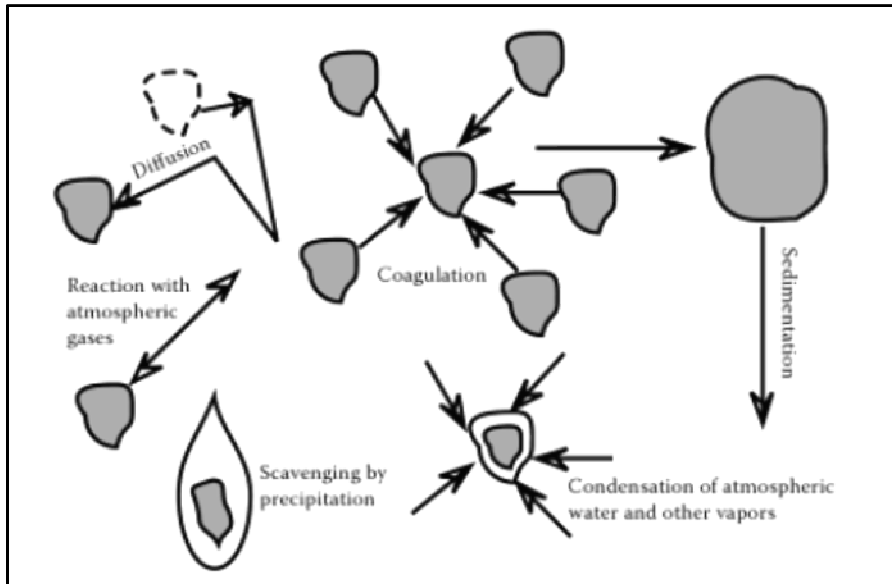
životní prostředí anebo obtěžuje zápachem.“ Podle typu vzniku můžeme tyto znečišťující látky rozdělit na primární a sekundární. Znečišťující látky vznikající přímo ve zdrojích považujeme za primární, např. oxidy dusíku, oxid uhelnatý a siřičitý. Sekundární znečišťující látky vznikají ve volném ovzduší reakcemi primárních znečišťujících látek (polutantů) mezi sebou nebo působením s jinými látkami přítomnými v troposféře. Za sekundární polutant je považován troposférický (přízemní) ozón vznikající chemickými reakcemi oxidu sírového, oxidů dusíku, VOC (Volatile Organic Compounds – skupina těkavých organických sloučenin) a prašného aerosolu (Berezin et al. 1991; zákon).

Emise – je „*vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší*“ (zákon).

Imisí – se rozumí fyzikálně-chemické přeměna znečišťující látky, tedy emise. Zákon o ochraně ovzduší rozumí „*úroveň znečištění hmotnostní koncentrace znečišťující látky v ovzduší (imise) nebo její depozice na zemský povrch za jednotku času*“.

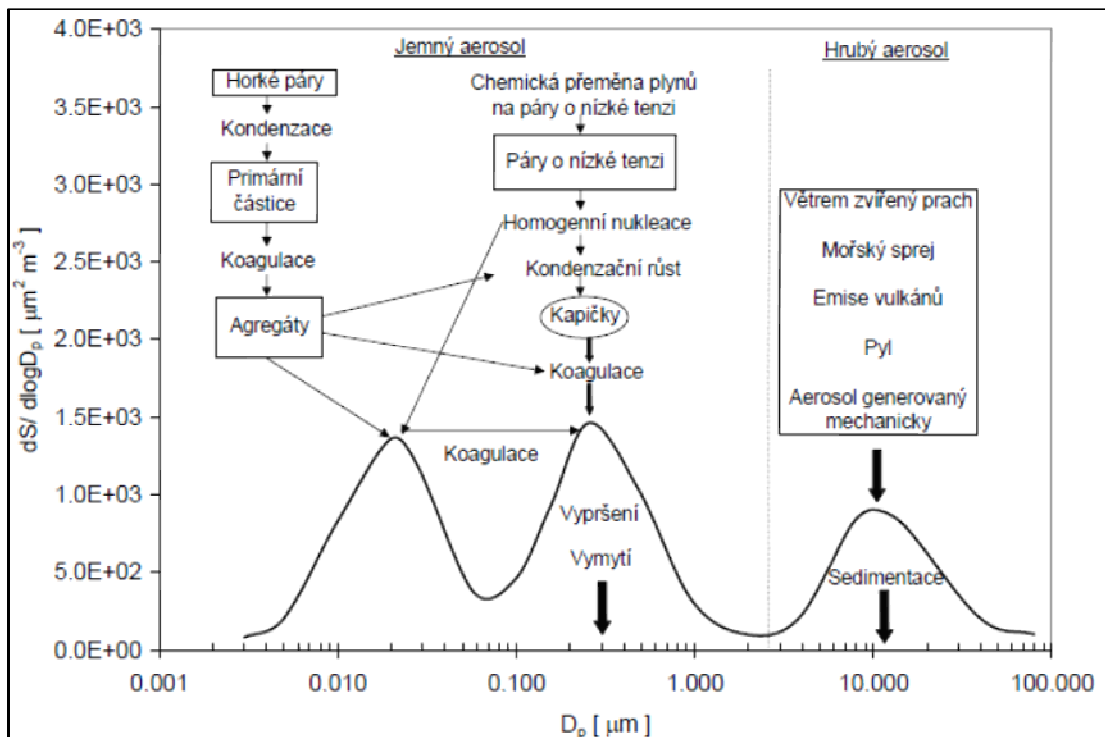
Atmosférickým aerosolem – se nazývá soubor tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti 1 nm - 100µm, které jsou suspendované v atmosféře. Skládají se ze dvou fází, pevných či kapalných částic a plynů ve kterém jsou suspendovány (Hinds 1999).

Jak ukazuje obrázek č.1, atmosférické částice procházejí v atmosféře řadou procesů. Mezi nejdůležitější parametr, který ovlivňuje chování aerosolu v atmosféře je velikost jeho částic. Nejmenší koloidní částice jsou předmětem difúzních procesů, malé částice se navzájem srážejí (koagulace) a spoluvytvářejí částice větší, které rychleji sedimentují (Manahan 2010).



obr.č.1 : Procesy částic v atmosféře
Zdroj: books.google.cz

Sedimentace je tedy jeden ze dvou hlavních mechanismů pro odstranění částic z atmosféry. Druhým procesem vedoucím k odstranění těchto částic je vymývání dešťovými kapkami, či jinými formami srážek (Manahan 2010). Na obrázku č.2 je zjednodušené reakční schéma a zdroje jednotlivých velikostních skupin aerosolu, jejich formy a hlavní mechanismy vedoucí k odstraňování aerosolů z atmosféry.



obr.č.2 : Schéma distribuce povrchu částic atmosférického aerosolu
Zdroj: recetoxmuni.cz

K dalším speciálním vlastnostem aerosolu ovlivňujícím životní prostředí a zdraví člověka se řadí koncentrace, chemické složení, optické vlastnosti apod. (Holoubek 2007).

Aerosolové částice jsou v souvislosti s hodnocením čistoty ovzduší označovány mnoha pojmy. Například s pojmem tuhé znečišťující látky TZL (termín z legislativy emisí), polétavým prachem, prašným aerosolem a v literatuře se suspendovanými částicemi SPM (suspended particulate matter), PM (particulate matter), černým kouřem (black smoke BS) či jemnými nebo ultrajemnými částicemi (fine/ultrafine particles) (SZÚ 2005).

Koagulace – je proces spojování aerosolových částic, které se vzájemně srážejí a splývají ve větší agregáty, shluklé částice jsou poutány adhezními silami svého povrchu. Tento proces, vedoucí ke zvýšení velikosti částic, je rychlý pouze v případě, že koncentrace částic jsou vysoké. Koagulace je velmi důležitým procesem při přenosu částic z režimu nukleace do režimu akumulace. Proces koagulace částic silně ovlivňují fyzikálně-chemické reakce, které se vyskytují v atmosféře v souvislosti s antropogenním vlivem (Maricq 2007).

Nukleace – spontánní tvorba nových malých kapalných nebo pevných částic z plynných látek obsažených v ovzduší z emisí spalovacích zdrojů, s průměry menšími než 50 nm. Vzniklé částice se stávají kondenzačními jádry pro vznik sekundárních aerosolů. Tyto částice přetrvávají v atmosféře přechodnou dobu, jelikož vlivem jejich vysoce difúzního charakteru se snadno samovolně transformují do částic větších nebo se absorbují na povrchy částic větších (Sun et al. 2015). Příčina difúzního charakteru vyplývá z jejich nízké hmotnosti a náchylnosti k Brownovu pohybu (Holoubek 2007).

Prašné částice – či prach se používá pouze pro pevné částice, je to tedy aerosol tuhého skupenství, vznikající při mechanickém zpracování pevných materiálů lidskou činností (dobývání, řezání, broušení, vrtání), dále může vznikat při rozmělnovacích procesech (mletí, drcení). Možnost vzniku i bez zásahu člověka vlivem proudění vzduchu a následným rozptylem částic z povrchu země, který je odkrytý a neupravený, dále činností sopek, tvorbou aerosolu a oblastech blízko mořského pobřeží. Velikost prašných částic se udává od 1 až 100 μm (Holerová 2007).

Aerosolové částice (ParticulateMatter) PM_{10} ($PM_{2,5}$, PM_1) - jsou jedním z polutantů ve vnějším (atmosféra) i vnitřním (např. pracoviště, byty, společenské místnosti, dopravní prostředky apod.) prostředí. Vedle účinků na lidské zdraví působí aerosolové částice negativně i na ekosystémy (vegetace, půda, vodní toky) a kulturní památky (Ondráčková et al. 2009). PM lze definovat jako komplexní směs suspendovaných částic s různými fyzikálními, chemickými a biologickými vlastnostmi, určující chování těchto částic jak v oblasti životního prostředí tak oblasti vlivu na lidské zdraví (EPA 2004).

3.2 Koncentrace aerosolu

Nejpoužívanější způsob stanovení koncentrace vzdušného aerosolu je gravimetrická metoda. Vzorek ovzduší prochází definovaným průtokem záchytným zařízením. Zachycený vzorek aerosolových částic se zváží. Koncentrace se vypočítá z objemu vzorkovaného ovzduší a hmotnosti zachyceného vzorku. Záchytným zařízením je nejčastěji filtr, na kterém se zachytí prakticky všechny částice. Lze použít také cyklon. V tomto zařízení se podle konstrukce a rychlosti prosávané vzdušiny zachytí pouze určitá hrubší frakce částic. Jemnější částice záchytným zařízením prochází. Pro tuto vlastnost se těchto zařízení používá i pro odloučení hrubší frakce částic při stanovení PM_{10} , $PM_{2,5}$ nebo $PM_{1,0}$. (Gehrig et al. 2005)

V kaskádovém uspořádání lze pomocí těchto zařízení stanovit i frakční složení vzdušných aerosolových částic. Princip se používá při:

- jednorázových manuálních měřeních,
- sekvenčních měřeních, tj. měření s automatickou výměnou záchytných zařízení ve zvoleném časovém intervalu. Po expozici záchytných zařízení se provádí jejich manuální výměna,
- kontinuálních měřeních.

Dalším často používaným způsobem stanovení koncentrace aerosolů v ovzduší jsou metody využívající rozptylu světla na částicích. Metoda umožňuje stanovení okamžité úrovně koncentrace. Proto je používána ke kontinuálním měřením. Nevýhodou metody z pohledu koncentrace je významná závislost odezvy na velikosti částic a dále i na jejich tvaru, členitosti povrchu i na jejich optických

vlastnostech (průhlednost, index lomu). Závislosti odezvy na velikosti částic se využívá při stanovení velikostní distribuce aerosolů v ovzduší (Xu 2015)

3.3 Prašný spad

Prašný spad je významnou složkou při hodnocení znečištění životního prostředí, zejména v oblastech s velkou koncentrací energetického či těžkého průmyslu. Hrubé částice tvoří převážnou část prašného spadu. Zdravotní riziko hrubých částic je nižší než rizika způsobená suspendovanými částicemi PM₁₀ a PM_{2,5}, jelikož hrubé částice nepronikají hlouběji do organismu dýchacím traktem. Z psychologického hlediska se však prašný spad jeví jako obtěžující složka žp. Sedimentace hrubých částic důsledkem gravitačních sil je patrná na pohled, např. prach na okenním parapetu. Právě vzhledem k možnosti viditelnosti tohoto prachu je jeho depozice citlivě vnímána a z laického pohledu užívána jako indikátor znečištění ovzduší aerosolovými částicemi zejména v oblastech s hustou sítí energetického či těžkého průmyslu (Brejcha et Vaidišová 2009).

V období vegetace ovlivňuje úroveň prašného spadu i výskyt pylu. Z měření prašného spadu z roku 2011 až 2013 v lokalitě jezera Most a následného vyhodnocení vyplývá, že v případě prašného spadu je sezónnost vázána na místo měření. Významné sezónní fluktuace lze pozorovat na většině stanovišť umístěných v blízkém okolí jezera. V letních měsících se na významném zvýšení depozice podílí resuspenze hrubých prachových částic a v okolí jezera zvyšují úroveň prašného spadu nálety pylu z okolní vegetace i udržovací práce na rekultivovaných plochách. V zimním období je naopak resuspenze významně potlačena zvýšenou vlhkostí a případně sněhovou pokrývkou (Vágnerová et Brejcha 2014).

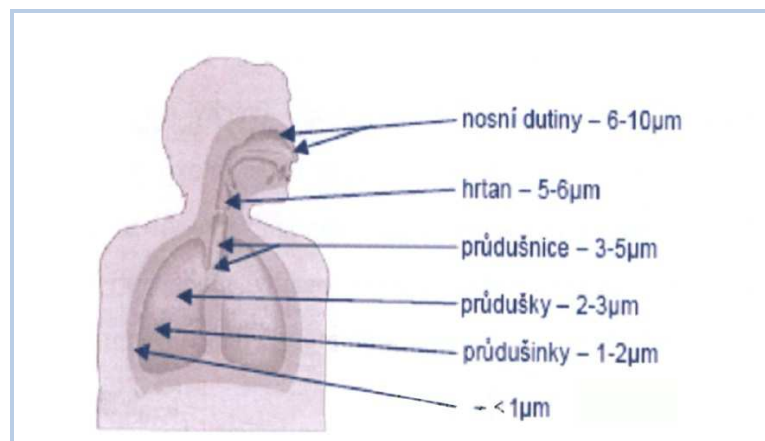
Přestože v současné době neexistuje legislativně závazná limitní hodnota úrovně prašného spadu, lze výsledky jeho měření využít jako jeden z ukazatelů sledování vývoje znečištění ovzduší. Při stanovení prašného spadu se sedimentující prach zachycuje do nádob s definovaným sedimentačním kruhovým průřezem po dobu zpravidla 30 dnů. Po ukončení odběru se zachycený prach ze vzorkovnice kvantitativně separuje a jeho množství se vyhodnotí gravimetricky. Z hmotnosti vzorku prachu, sedimentačního průřezu a doby expozice se vypočítá prašný spad v g.m⁻² za 30 dní (Vágnerová et Brejcha 2014).

3.4 Charakteristika prachových částic

Prachové částice, neboli obecně prach, jsou tuhé částice o průměru menším než 500 mikrometrů. Prach je jednou z nejrozšířenějších škodlivin, které se v ovzduší vyskytují. Můžeme se s nimi setkat jak v běžném životě, tak při práci. Prach z různých zdrojů představuje vážné zdravotní riziko. Působnost škodlivého účinku prachu na člověka je svým rozsahem velmi široká. Projevuje se především při vdechování prachu do plic. Záleží na vlastnostech a velikosti částic, na zdroji původu a jeho koncentraci ve vzduchu (Obroučka 2001, Holerová 2007)

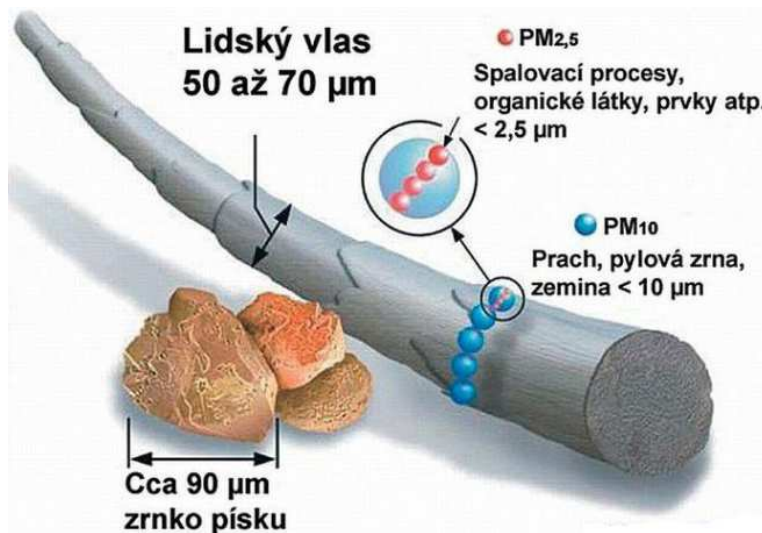
Jak již bylo řečeno rozeznáváme částice PM_{10} , s velikostí menší než $10\mu m$, které lidský organismus zachytí v nose, či dýchacím ústrojí, z něhož jsou vykašlávány a z části spolknuty.

Dále rozeznáváme částice jemnější $PM_{2,5}$ a $PM_{1,0}$, které jsou dost malé na to, aby se při vdechnutí dostali až do plicních sklípků (obr.č.3). Expozice prachu je závislá na množství prachu a také na fyzikálních vlastnostech.



obr.č.3: Průnik jednotlivých velikostních frakcí prachu do dýchacích cest
Zdroj: svcement.cz

Částice odpovídají zhruba 1/12 šířky průměrného lidského vlasu (obr.č.4). Tyto částice jsou tedy nebezpečnější než PM_{10} (Schwela 2000; Anderson 2012).



obr.č.4. Porovnání velikosti průměru lidského vlasu se zrnkem prachu
Zdroj: U.S.EPA (2013)

Prachové částice uvolněné do ovzduší celkově ovlivňují nemocnosti i úmrtnost. Jedná se převážně o onemocnění srdce, cév a o plicní onemocnění (Valavanidis et al. 2013)

3.5 Aerosoly

V hygienické praxi pracovního prostředí je prach vyjádřený jako veškeré tuhé aerosoly. Hrubý prach jsou rychle sedimentující částice větší než 30 μm . Pod pojmem bioaerosol rozumíme látky biologického původu, jež se svou velikostí pohybují v rozsahu velikosti prachových částic. Jsou to například pyly, spory plísní a mikroorganismy (Holerová 2007).

Aerosolové částice s největší pravděpodobností výskytu v ovzduší nabývají velikosti okolo 0,3 μm . Pokud vzroste koncentrace tak, že hustota aerosolu je větší než 1% hustoty vzduchu, pak se tyto částice jeví jako oblak. Aerosoly o velikosti menší než 0,05 μm se jeví jako dým. Jde se o shluky částic, které vzniknou při vysokoteplotních procesech. Pokud se zde navíc vyskytují kapalně částice, můžeme hovořit o tzv. kouři, tedy důsledku nedokonalého spalování (Holoubek 2005)

Z hlediska velikosti se aerosolové částice při hodnocení životního prostředí dělí do následujících kategorií:

- **nanočástice:** částice menší než 50 nm,
- **velmi jemné částice:** částice menší než 100 nm,
- **jemné částice:** částice větší než 0,1 μm a menší než 2,5 μm ,
- **hrubé částice:** částice větší než 2,5 μm .

Jemná frakce $\leq 1 \mu\text{m}$ (fineparticles)

Tyto kyselé částice, tedy částice menší než 1 μm vznikají ve své většině sekundárními reakcemi plynů a jsou částečně rozpustné ve vodě. Obsahují aerosoly vznikající sekundární kondenzací plynů, převážně ze spalování fosilních paliv a z dopravy, uhlíkaté látky, amonné soli, těžké kovy a také zkondenzované organické páry. V atmosféře přetrvávají dny až týdny. Vytvářejí stabilní pole, které může být transportováno ve vzdušných masách na veliké vzdálenosti, až tisíce km (viz saharský prach) a rozptýleno na velkém území (SZÚ 2005).

Hrubá frakce $\geq 1 \mu\text{m}$ (coarseparticles)

Tyto hrubší částice, tedy částice větší než 1 μm vznikající nekontrolovaným spalováním jsou převážně ve vodě nerozpustné. Dále vznikají při rozpadu různých materiálů a hornin (demolice), při dopravě na prašných komunikacích a následně sekundárním vířením prachu. Rychle sedimentují a transportují se do kilometrových vzdáleností (SZÚ 2005). Mechanicky generované částice jsou obvykle větší než 1 μm . Na částice této kategorie již významně působí gravitační síly a jejich životnost v prostředí je proto mnohem kratší než u částic vzniklých v akumulacím režimu (Holoubek 2007).

3.5.1 Vzdušný aerosol

Z hlediska fyzikálních a chemických pochodů vzniku částic lze obecně rozdělit vzdušný aerosol na primární a sekundární (Hnilicová 2008).

Primární částice jsou emitovány přímo z antropogenních nebo přírodních zdrojů.

antropogenních zdroje:

- spalovací procesy, např. spalování fosilních paliv, motory dopravních prostředků apod.
- technologické procesy,
- deponie sypkých hmot,
- těžba a úprava surovin,
- zemědělská činnost, např. polní práce.

přírodní zdroje:

- mořský aerosol,
- sopečná činnost,
- kosmický spad,
- bioaerosoly - pyly.

Sekundární částice oproti primárním nejsou emitovány přímo z antropogenních či přírodních zdroj. Sekundární částice jsou výsledkem chemických reakcí v atmosféře (oxidace), které vedou k tvorbě málo těkavých látek. Následnou kondenzací těchto málo těkavých látek vznikají pevné či kapalné částice převážně menší než 1 μm (Holoubek 2007).

3.6 Zdravotní dopady polétavého prachu

Základní dělení prachu dle různých kritérií je na toxický a netoxický. Účinky na lidský organismus lze specifikovat dle původu vzniku prachu. Podle jeho původu pak lze odhadnout jeho účinky na lidský organismus (Holerová 2007).

Dle odhadů Světové zdravotnické organizace (WHO 2004) přispívá polétavý prach k cca 100 000 předčasných úmrtí ročně. Dále ve své zprávě WHO uvedla účinky na zdraví spojené s expozicí částic PM znečišťujících ovzduší.

- Znečišťující látky PM spojené s krátkodobou expozicí
 - ◆ *Plicní záněty*
 - ◆ *Respirační příznaky*
 - ◆ *Nežádoucí účinky na kardiovaskulární systém*
 - ◆ *Zvýšení spotřeby léků*
 - ◆ *Zvýšení hospitalizací*

- ◆ *Zvýšení úmrtnosti*
- Znečišťující látky PM spojené s dlouhodobou expozicí
 - ◆ *Zvýšení respiračních příznaků*
 - ◆ *Snížení funkce plic u dětí*
 - ◆ *Zvýšení chronické nemoci plic*
 - ◆ *Snížení funkce plic u dospělých*
 - ◆ *Snížení průměrné délky života (zejména v důsledku kardiovaskulárních úmrtí a pravděpodobně rakoviny plic)*

Poléťavý prach je část znečištění ovzduší, která se skládá z velmi malých částic kapiček kapaliny obsahující kyseliny, organické chemikálie, kovy a půdní prachové částice. Je kategorizován dle velikosti a také dle podílu znečištění ovzduší spojené s účinky na lidský organismus (Anderson 2012).

Schwela (2000) taktéž shrnul ve svém článku z recenze Světové zdravotnické organizace, o účincích poléťavého prachu na lidské zdraví, že spojení mezi koncentracemi prachu a nemocností či dokonce úmrtností jsou významné. Studie byly prováděny v městských částech větších evropských měst zatížených silniční dopravou. Nemocnice zaznamenaly zvýšený počet přijetí s onemocněním dýchacích cest, bronchitidy, aj.

Z hlediska působení prachu na člověka se prach dělí na:

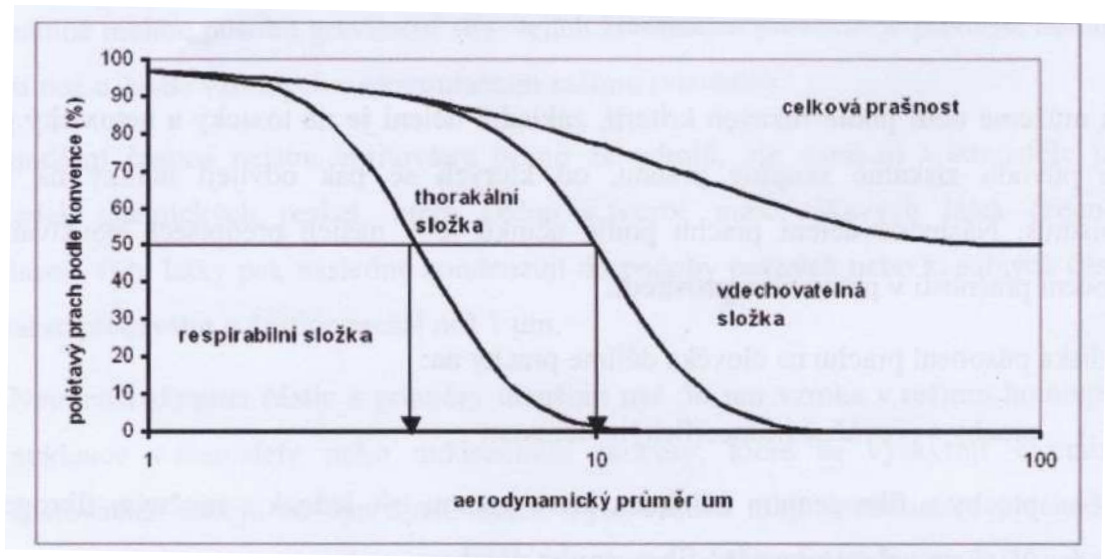
- prach s převážně nespecifickým účinkem,
- prach s fibrogenním účinkem,
- prach s dráždivým účinkem (případně senzibilizujícím účinkem),
- minerální vláknitý prach.

Dalším, velmi důležitým faktorem z hlediska ohrožení lidského zdraví je skutečnost, jak hluboko se dostanou částice do dýchacího ústrojí při dýchání. Byly tedy definovány základní pojmy z hlediska působnosti prachových částic (ČSN EN 481). Následující pojmy se používají v oblasti pracovní hygieny. Jedná se o hmotnostní frakce poléťavých (vdechovaných) částic:

vdechnutých nosem a ústy - vdechovatelná (inhalable) frakce

pronikajících za hrtan - thorakální (thoracic) frakce . Obrázek č.5 ukazuje, že 50 % polétavého prachu s $D = 10 \mu\text{m}$ je v thorakální frakci.

pronikajících do dýchacích cest - respirabilní (respirable) frakce. Obrázek č.5 ukazuje, že 50 % polétavého prachu s $D = 4 \mu\text{m}$ je v respirabilní frakci.



Obr.č.5: Vdechovatelná, thorakální a respirabilní konvence dle ČSN EN 481
Zdroj: ČSN EN 481

3.7 Legislativa

Legislativně stanovené limity látek znečišťujících ovzduší byly postupně upravovány v souladu s realizací harmonizace české legislativy s právem EU. V oblasti ochrany životního prostředí je tato problematika v ČR řešena v zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v příloze č. 1. V tabulce č.1 jsou uvedeny imisní limity částic PM_{10} .

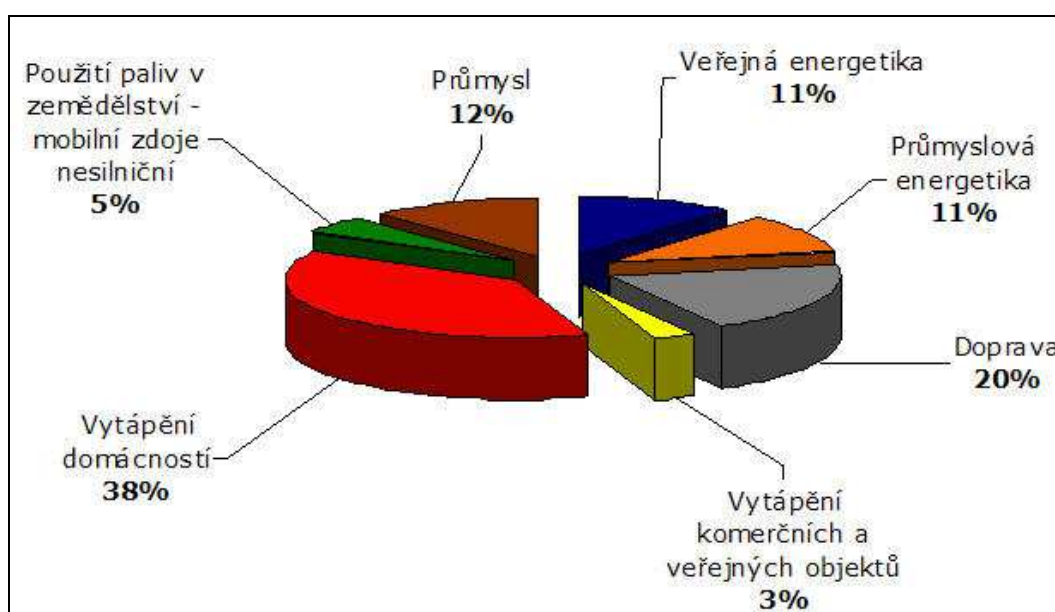
tab.č. 1: Imisní limity pro suspendované částice PM_{10} pro ochranu zdraví a maximální počet jejich překročení za rok

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit $\mu\text{g.m}^{-3}$	Počet překročení za rok
PM10	24 hodin	50	max. 35x
	1 kalendářní rok	40	-

Zdroj: MŽP

3.7.1 Národní program snižování emisí České republiky

Příprava tohoto programu je uložena zákonem o ochraně ovzduší a vyplývá z legislativy EU. Program analyzuje stav ovzduší, příčiny znečištění ovzduší a podílejší se sektory ekonomiky na znečišťování ovzduší a dodržování závazků České republiky. Velmi významnými jsou sektory energetické (veřejná a průmyslová energetika a vytápění domácností), které tvoří přibližně dvě třetiny % celkových emisí PM₁₀ z nichž nejvýznamnější je jednoznačně sektor vytápění domácností (ČHMÚ 2013). Průměrný podíl významných sektorů na národních primárních emisích prachových částic PM₁₀ pak zachycuje obrázek č.8.



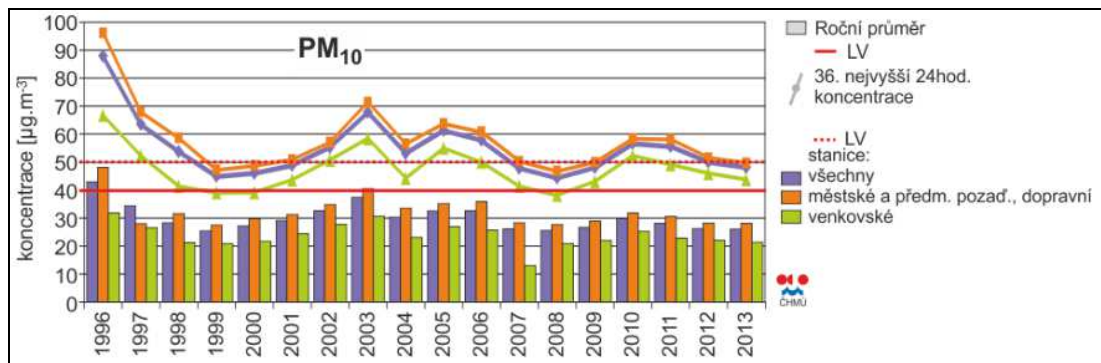
obr.č.6: Průměrný podíl významných sektorů na národních primárních emisích prachových částic PM₁₀ Zdroj: ČHMÚ

3.7.2 Historie vývoje imisní situace

V důsledku intenzivní realizace opatření eliminujících emise látek znečišťujících ovzduší, zejména na velkých a velmi velkých zdrojích i snižování energetické spotřeby průmyslu, se od roku 1990 v Evropě kvalita ovzduší významně zlepšovala. Ovšem od roku 1997 již nebylo výrazné zlepšení u koncentrací jemných částic a ozónu zaznamenáno, což může být vysvětleno zčásti meteorologickou proměnlivostí a z části problémem dálkového přenosu znečišťujících látek v ovzduší z jiných částí světa na náš kontinent. Významný podíl obyvatel evropského kontinentu žije ve městech, v nichž jsou stále překračovány některé mezní hodnoty kvality ovzduší, které stanovila Evropská unie na ochranu zdraví lidí. Omezení

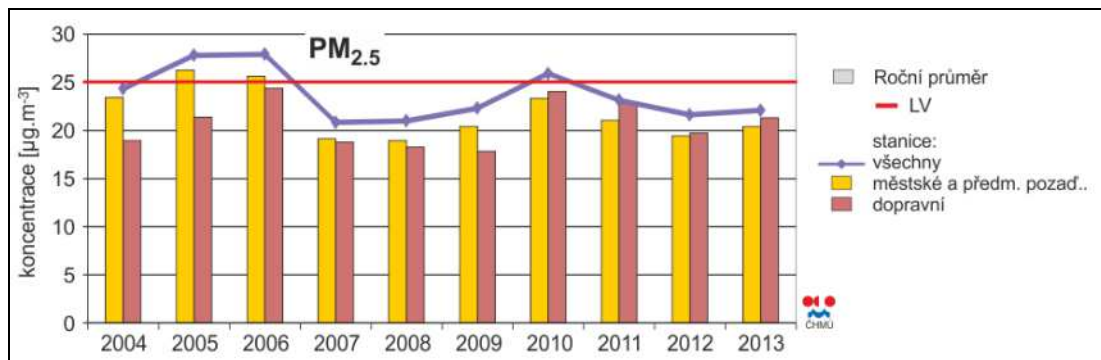
expozice látek znečišťujících ovzduší proto zůstává stále závažným úkolem. V dnešní době se aerosolové částice (prach) a přízemní ozón považují za jedny z významně znečišťujících látek s ohledem na lidské zdraví. (EEA 2014).

V České republice jsou hodnoty imisních limitů pro suspendované částice, které jsou platné ve všech státech EU, z pravidla lokálně i plošně překračovány. V 90. letech minulého století byl zaznamenán výrazný pokles koncentrace suspendovaných částic PM_{10} . Toto snížení emisí TZL a prekurzorů suspendovaných částic (SO_2 , NO_x , NH_3 , VOC) bylo způsobeno důsledkem legislativních změn v letech 1990 – 2001. Dále došlo k restrukturalizaci národního hospodářství a k modernizaci zdrojů, z nichž některé omezily, či přímo ukončily provoz. Legislativní změny se týkaly zejména zavedení emisních limitů s platností od roku 1998. V letech 2001 – 2003 byl opět patrný vzestup ve znečištění ovzduší PM_{10} což bylo podmíněno nepříznivými meteorologickými podmínkami. Po tomto zakolísání se v roce 2004 začala sledovat i frakce $PM_{2,5}$. V letech 2005 – 2006 byly opět koncentrace suspendovaných částic vysoké vlivem nepříznivých rozptylových podmínek. Dle výsledků měření byl v letech 2005 a 2006 překročen denní limit pro imise ve třetině území ČR, což představuje 60% obyvatel země. V letech následujících tedy 2007 – 2009, kdy byly rozptylové podmínky výrazně lepší, koncentrace suspendovaných částic klesly ve srovnání s lety 2003, 2005 a 2006. Pokles zaznamenaný v roce 2008 byl pravděpodobně způsoben i výrazným poklesem emisí některých prekurzorů částic v důsledku ekonomické krize, která způsobila útlum některých hospodářských odvětví. Ovšem rok 2010 opět zaznamenal vzestup koncentrací suspendovaných částic vlivem nepříznivých meteorologických i rozptylových podmínek. V posledních letech od roku 2010 koncentrace suspendovaných částic klesají. Průměrné roční koncentrace PM_{10} jsou dlouhodobě pod imisním limitem, oproti tomu koncentrace $PM_{2,5}$ a nejvyšší 36. denní koncentrace PM_{10} se pohybuje v průměru kolem hodnoty imisního limitu (ČHMÚ 2013). Následující grafy (obr.č.6 a obr.č.7) vykazují trendy ročních charakteristik PM_{10} a $PM_{2,5}$ zprůměrovaných pro celou Českou republiku.



obr.č.7: Trendy ročních charakteristik PM₁₀ v České republice v letech 1996-2013

Zdroj: ČHMÚ



obr.č.8: Trendy ročních charakteristik PM_{2.5} v České republice v letech 1996-2013

Zdroj: ČHMÚ

3.8 Vznik tuhých znečišťujících látek

Při těžbě uhlí povrchoým způsobem je používána těžká mechanizace, která uvolňuje obrovské množství prachu (Dhar 1994). Brejcha (2009) uvedl že, základními zdroji TZL v lomu jsou zejména:

- Technologická zařízení – technologie pro povrchové dobývání a zakládání uhlí a skrývky
 - těžební velkstroje
 - dobývací orgán
 - přesypy dopravníků
 - dálková pasová doprava
 - přesypy DPD, vynášecí mosty
 - drtiče skrývky
 - zakládací velkstroje
 - přesypy dopravníků

- vlastní výsyp zakládáního materiálu na výsypkovou etáž
- Dopravní cesty při jízdě automobilové či jiné techniky
- Nezatravněné plochy a povrchy těžebních řezů a výsypkových etáží při větrném počasí

Základními fázemi přenosu prachu do okolí a následně vzniku prašného prostředí jsou:

- Přítomnost volného prachu (suchá, nespojená hmota)
- Uvedení prachu do vznosu
- Transport prachu do okolí

3.8.1 Základní mechanismy uvedení prachu do vznosu

Depozice prachu – neboli spad prachových částic, kdy dojde příčinou kontaktu částice s povrchem tuhé či kapalné fáze k odloučení částice ze vzduchu (Obroučka, 2001). Souvislý tok hmoty při pádu (např. při zakládání skládkovými stroji, na přesypech dálkové pásové dopravy, z korby zemních strojů) se v závislosti na pádové výšce postupně rozvolňuje a nasává do uvolněného prostoru okolní vzduch. Při dopadu je vzduch zpětně vytlačován do okolí a strhává s sebou převážně jemnější částice. Prašné emise, jak už bylo řečeno, obsahují částice o různých velikostech, tedy s rozdílnou pádovou rychlostí. Pádová rychlost malých částic, tedy částic pod 10 μm , je velmi malá. Vzhledem k tomu je depozice těchto menších částic spíše závislá na vymývání atmosféry srážkami. Se zvyšováním velikosti částic pádová rychlost vzrůstá a stává se hlavní příčinou sedimentace, tedy usazování prachu (Věstník MŽP 2013).

Vegetace svojí přítomností ovlivňuje u povrchu proudění v mezní vrstvě a přispívá tak k depozici částic ještě nad zemským povrchem. Vzhledem k tomu, že u nás pokrývá značnou část povrchu terénu, hraje vegetace důležitou roli v procesu depozice suspendovaných částic (Obroučka 2001).

Resuspenze – je mechanismus vzniku prachových částic, kdy proudění vzduchu strhává prach z povrchu (materiál na pasovém dopravníku, deponie hmot, sedimentovaný prach ze země, či zařízení viz. foto č.1). Takto způsobené uvedení prachu do vznosu je závislé na rychlosti proudění vzduchu, zrnitosti prachu a množství prachu, struktuře povrchu hmoty. Při nízké rychlosti proudu vzduchu k resuspenzi prachu převážně nedochází. Místní proudění, působením tlakových a třecích sil, rozhodujícím způsobem ovlivňuje zvednutí částice z povrchu (Obroučka 2001).



foto č.1: Prach ve vznosu na přesypech DPD
Zdroj: autor

3.9 Transport prachu do okolí

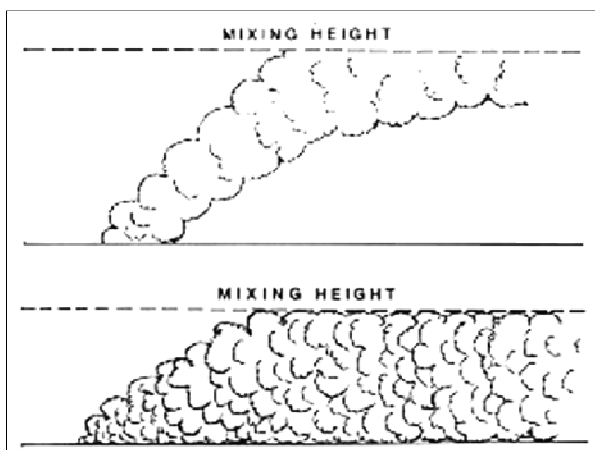
Prach se vlivem proudění vzduchu transportuje do okolí. Tento pohyb částic je ovlivněn řadou mechanismů, ovlivňující výslednou disperzi těchto částic v neomezeném prostoru, pomineme-li kontakt s jiným tělesem, či vliv deště (Obroučka 2001). Ze vzniklého prachového oblaku se postupně uvolňují částice hrubšího charakteru v závislosti na rychlosti pádu částic. Proudění vzduchu může být jak horizontální tak vertikální. Proudění vzduchu nad materiálem dopravovaným pásovými dopravníky má převážně charakter horizontálního proudění. Vznik vertikálního proudění je dán vyšší povrchovou teplotou daného místa než je teplota okolí (sálání tepla), tedy teplotním zvrstvením atmosféry. Spolu s prouděním

horizontálním zajišťuje vertikální proudění promíchávání vrstev vzduchu nad zemským povrchem a ředění emisí (Richter 2014).

Obroučka (2001) se zmiňuje o transportu částí, které mohou být ovlivněny těmito mechanismy:

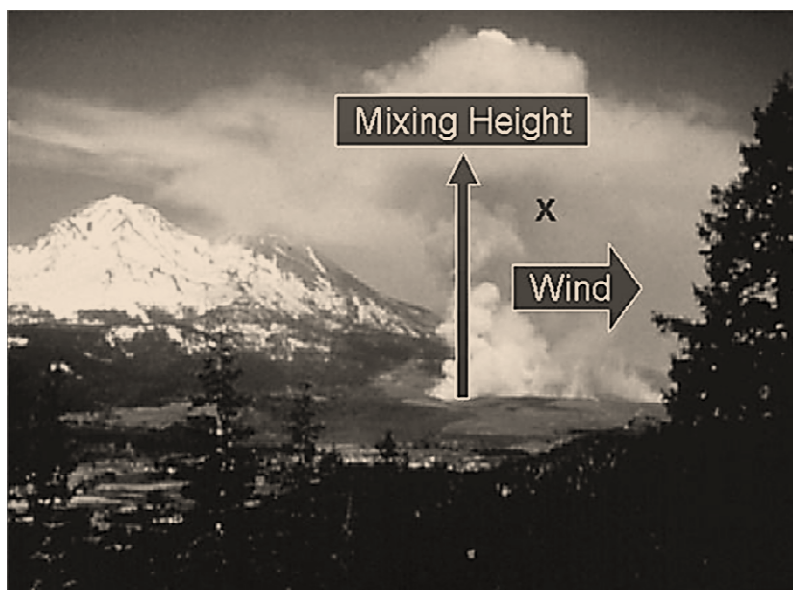
- advektivní transport – základ transportních mechanismů
- turbulentní difúze – uvažuje se vždy, pokud se nejedná o laminární proudění
- Brownova difúze – pouze u transportu velmi malých částic, pod 0,2 μm
- působení vnějších sil
- působení setrvačných sil – při náhlé změně směru vzduchu

Rozptylové podmínky – pojem používaný v souvislosti s hodnocení kvality ovzduší a koncentracemi znečišťujících látek, tedy i prachu. Rozptylové podmínky ovlivňují úroveň imisních koncentrací mísením a ředěním emisí zdrojů. Pokud jsou rozptylové podmínky dobré, tak se emise znečišťujících látek průběžně rozptylují horizontálně a vertikálně do prostoru vlivem mechanické a termické turbulence. Horizontální proudění vynáší z proudu hmoty především jemnější částice v závislosti na rychlosti průniku do rozvolněného proudu hmoty. Turbulentní proudění může vznikat i při pohybu dopravních prostředků v závislosti na rychlosti pohybu kol, či pohybu pod vozidlem. Toto proudění tedy zviřuje prach z povrchu komunikace. Intenzivnější turbulentní promíchávání zvyšuje výšku směšovací vrstvy (obr.č.9), což je vrstva ovzduší přilehlá k zemskému povrchu, kde mísení probíhá (Keder et Škáchová 2011).



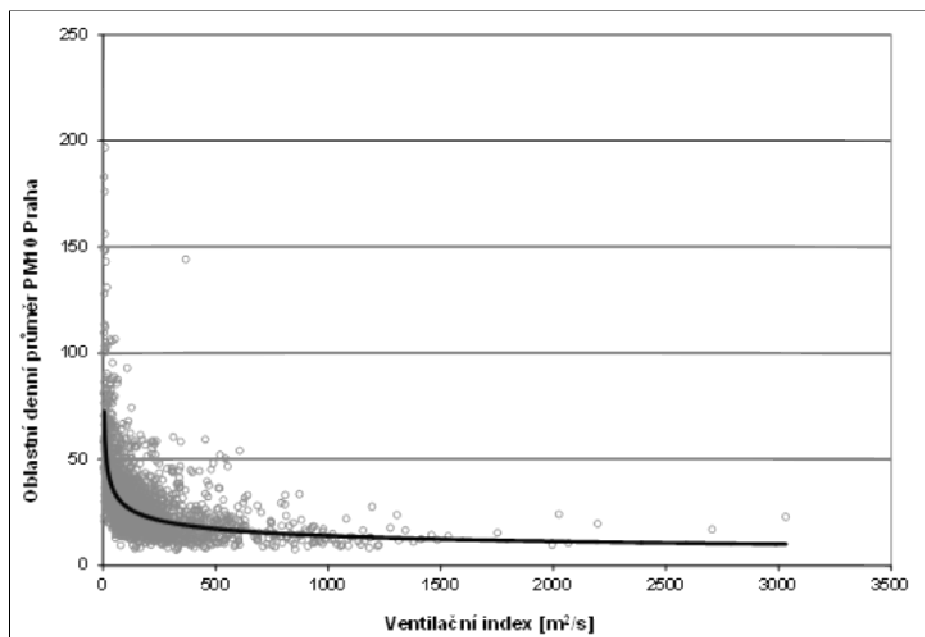
obr.č.9: Směšovací vrstva
Zdroj: Keder et Škáchová (2001)

Tzv. ventilační index (obr.č.10), navržený jako vhodný parametr pro hodnocení rozptylových podmínek je součin výšky směšovací vrstvy a průměrné rychlosti větru uvnitř směšovací vrstvy (Keder et Škáchová 2011 ex. Hardy et al. 2001).



obr.č.10: Ventilační index
Zdroj: Keder et Škáchová (2001)

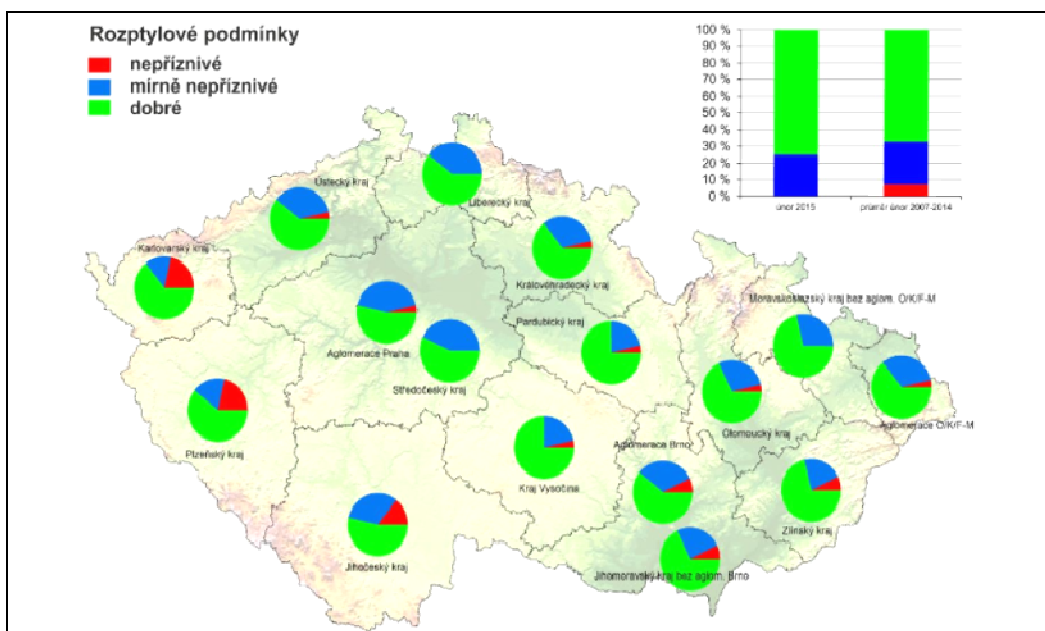
Pokud se zvyšuje rychlost větru a výška směšovací vrstvy dojde k poklesu koncentrací a k většímu rozředování látek. Čím větší je tedy hodnota ventilačního indexu tím lepší jsou rozptylové podmínky. Vazba mezi koncentrací a ventilačním indexem je znázorněna na obrázku č.11.



obr.č.11 : Vztah koncentrací a ventilačního indexu
Zdroj: Keder et Škáchová (2001)

Stav kdy se teplota vzduchu s výškou nemění a vertikální proudění atmosféry ustává se nazývá izotermie, dochází ke zhoršení rozptylových podmínek (Richter 2014).

Na obrázku č.12 je znázorněna skladba ventilačního indexu v jednotlivých krajích České republiky z února 2015.



obr.č.12: Skladba ventilačního indexu v krajích a aglomeracích České republiky, únor-2015
Zdroj: ČHMÚ

Ovšem nepříznivé rozptylové podmínky nutně neznamenají vysoké koncentrace znečišťujících látek. Ale lze říci, že k výraznému plošně rozsáhlému překračování imisních limitů dochází výhradně za mírně nepříznivých rozptylových podmínek spolupůsobením dalších meteorologických faktorů, v případě PM_{10} např. nízké teploty (ČHMÚ 2015).

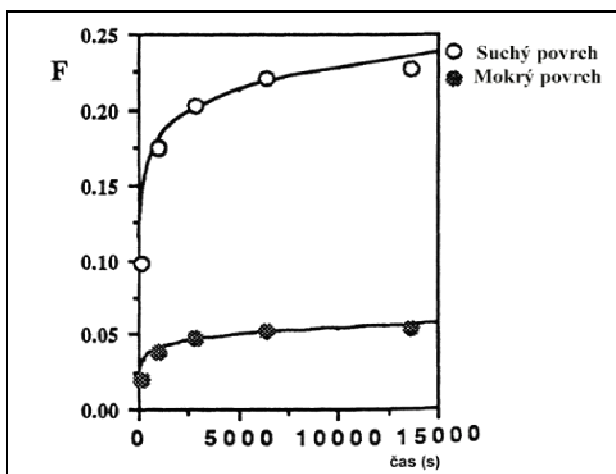
3.10 Možnosti likvidace prašnosti

Při těžbě uhlí a s ním spojených činnostech se vzniku prašnosti prakticky nedá předcházet (Moni et al. 2013 ex Täuber et al. 2009). Proto je důležité zaměřit se na omezení tohoto sekundárního úniku prašných částic.

Při možnosti jak zabránit úniku prachu do ovzduší jsou využívány dva základní principy. V první řadě jde o takzvané suché odprašení reprezentované odsátím a odstraněním prachu z odsáté vzdušiny v různých filtračních zařízeních. Druhá možnost je takzvaná mokrá cesta, tedy mokré odprašení pomocí vodní mlhy. Mokré odprašení může být definováno jako pouhé zvlhčení dopravovaného materiálu s omezením vzniku prašnosti při pádu materiálu z výšky v přesypech, nebo mlžení volných ploch, např. výsypek či přesypů pásových dopravníků (Moni et al. 2013).

3.11 Účinnost skrápěcích technologií

Vlhkost povrchu, na kterém jsou prachové částice usazovány je zcela zásadním ovlivňujícím faktorem pro vznik sekundární prašnosti. Čím vyšší vlhkost tím více dochází ke shluku částic a předpoklad pro zvěření těchto částic se snižuje. Pokud je zemský povrch mokrá, ke vzniku sekundární prašnosti prakticky nedochází. S následným vysycháním povrchu se pravděpodobnost výskytu sekundární prašnosti opět zvětšuje. Množství prachových částic uvolněných do ovzduší je také nepřímo úměrné počtu srážkových dní v roce. Na obrázku č.13 je znázorněno, jaký je rozdíl mezi množstvím větrem zvěřených částic z vlhkého a suchého povrchu. Proto je zvyšování vlhkosti povrchu terénu s výskytem prachu nejúčinnější metodou, která zamezuje jeho uvedení do vznosu (Giess et al. 1997).



obr.č.13: Podíl částic zvířeným prouděním vzduchu v závislosti na vlhkosti povrchu
Zdroj: Envis Praha

Skrápění – nejjednodušším způsobem za účelem snížení úletu a tvorby prachových částic je namáčení prašného materiálu vodou. Při skrápění (dříve také sprchování) prochází voda nebo penetrační látka postřikovou tryskou popř. kropítkem. Voda je v menší míře tříštěna i na jemnější části (kapky, kapičky). Na účinnost sprchování má pak vliv, zda jsou volná prachová zrna daného materiálu dobře smáčivá, popřípadě je nutno použít smáčedla. Většinou se používá sprchování v aplikacích, kde není důležitá změna původní velikosti materiálu, protože spotřeba vody je daleko vyšší než při mlžení (Swinderman et al. 2002). Tlak vody, který se u těchto zařízení používá je cca 0,2 – 0,1 MPa, což je běžný tlak vodovodního řádu.

Mlžení – účinná technologie ke snížení prašnosti mokrou cestou, založená na kombinaci tří souběžných dějů. Voda prochází pod vysokým tlakem speciálními tryskami (rozprašovači). Trysky vody rozprašují na jemnou mlhovinu (aerosol), která na sebe naváže zvířený prach. Vlivem gravitační síly prachové částice se zvýšenou hmotností rychle sedimentují (Moni et al. 2013).

Pro vznik mlhoviny (aerosolu) je jeden z nejdůležitějších prvků tvar trysky (prvku, na kterém dochází k tříštění vody na menší části). Dalším prvkem je tlak vody, obecně platí čím vyšší tlak, tím se dosáhne vyšší roztržitosti vodních částic. Při mlžení je pak spotřeba vody oproti skrápění několikanásobně menší. V určitých aplikacích se rovněž používá přídavek smáčedla při nesmáčivosti povrchu zrn prachu (Xi et al. 2014).

Principy rozmlžování

Pro výrobu mlhy se tradičně využívá principů jednofázového rozprašování (tzv. hydraulické) pomocí tlaku a dvoufázového rozprašování (tzv. vzduchové) pomocí tlakového vzduchu. Dále se používá ultrazvukového rozprašování pomocí chvění piezokeramického prvku a pro nejjemnější vodní mlhu se pak používají rotační atomizéry (velikost kapek např. pouze do cca 30 μm), využívající odstředivou sílu rotačního zařízení k rozmlžování vody (Moni et al. 2013).

Tradiční jednofázové a dvoufázové rozprašování se poměrně často využívá v povrchových lomech. Reprezentují je MiniJety, které mají ovšem nevýhody v podobě vysoké spotřeby vody, požadavku na nízký obsah nerozpuštěných látek ve vodě a vlivu biologie na zarůstání trysek. Tyto nedostatky zcela eliminuje vytváření vodní mlhy využívající odstředivou sílu rotačního zařízení, tedy rotační atomizéry (Moni et al. 2013 ex. Moni 2012).

Princip rotačního atomizéru

Rotační atomizér (obr.č.13) používá jinou techniku než běžné systémy využívající trysek k rozmlžování vody. Rotační atomizér vyrobí milióny mikroskopických kapiček vody, tenčích než lidský vlas, pomocí rotační hlavy (až 238 miliard kapiček o velikosti 20 – 30 μm z 1 litru vody). Odstředivá síla rotační hlavy vytlačí kapky vody na vnější pevné síto, a tam dojde k roztržení kapek vody na mikroskopické částičky. Pomocí ventilátorů vytvořená mlha dosáhne až 30 m (Moni et al. 2013).

Výhody

- účinnější výroba mlhy s využitím menšího množství vody a elektrické energie,
- cena, rotační atomizéry jsou levnější než jiné systémy,
- vysoká spolehlivost s použitím v jakékoli pracovní poloze
- nevyžaduje použití čisté vody jako vysokotlaká zařízení, dostačující je voda běžná



Obr.č.14: Mlžící zařízení Sentinel
Zdroj: SUAS.cz

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. prováděl v roce 2012 rozsáhlé testování mlžícího zařízení Sentinel v praxi ve spolupráci s Vršanskou uhelnou a.s. Měření se provádělo v místech s vysokou prašností i přes nasazení MiniJetů (Svoboda et al. 2012). V průběhu testů byla prokázána vysoká účinnost (obr.14 a,b) rotačního atomizéru při mlžení přesypů uhelných dopravníků (Moni et al. 2013).



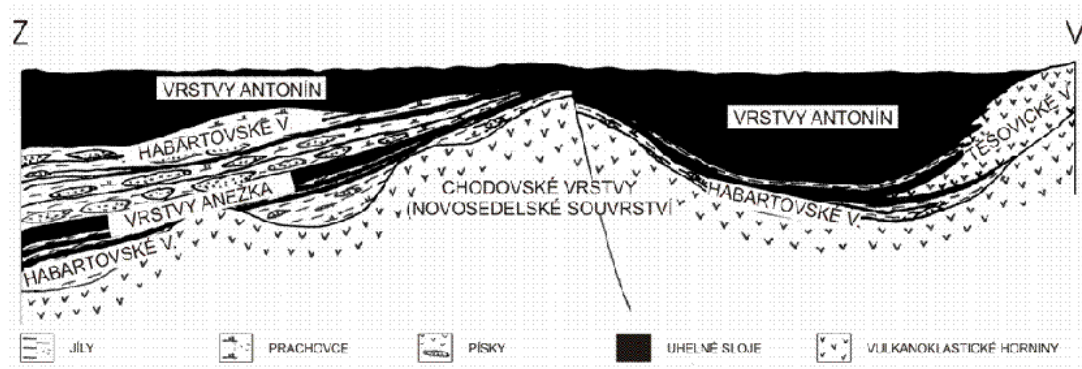
Obr.č. 14 a,b: Srovnání jednoznačně dokazující účinnost zařízení
Zdroj: SUAS.cz

4 Charakteristika posuzované oblasti

V roce 2005 byl Českou stratigrafickou komisí přijat návrh stratigrafie sokolovské pánve (Rojík 2005). Návrh stratigrafie je založen na litostratigrafickém principu. Časová škála je fixována na důležité časové hladiny, datové biostratigrafy a magnetostratigrafy. Dle tohoto návrhu je terciární výplň sokolovské pánve rozčleněna do těchto litostratigrafických jednotek:

- Starosedelské souvrství
- Novosedelské souvrství – Davidovské vrstvy, Josefské vrstvy, Chodovské vrstvy
- Sokolovské souvrství – Habartovské vrstvy, Těšovické vrstvy, Anežské vrstvy, Antonínské vrstvy
- Cyprisové souvrství

Vztah mezi slojemi Anežka a Antonín zobrazuje obr.č.15. V západní části pánve, kde jsou vyvinuty obě sloje, je Anežka vždy starší a je oddělená habartovskými vrstvami od sloje Antonín. V centrální části je spodní část sloje Antonín ekvivalentní se sloji Anežka.



Obr.č.15: Stratigrafické vztahy mezi miocénními slojemi
Zdroj: Rojík (2005)

Sokolovská hnědouhelná pánev se nachází v jihozápadním křídle podkrušnohorské příkopové propadliny. Svou rozlohou zasahuje území mezi obcí Habartov, městy Sokolovem a Karlovými Vary. Je tvořena systémem vzájemně propojených, izolovaných reliktních pokrývajících plochu více než 200 km², které jsou sestaveny v depresi SV směru. Sokolovská pánev je na severu ohraničena krystalinikem Krušných hor, na jihu je ohraničena krystalinikem Slavkovského lesa, na západě je ohraničena krystalinickým hřbetem Chlumu sv. Maří. Východní ohraničení je tvořeno neovulkanity Doupovských hor.

Pánev je stupňovitě uspořádaná, nápadná, oboustranně tektonicky omezená, příčně asymetrická deprese protažená severovýchodním-jihozápadním směrem. Severovýchodní protažení pánve způsobují významné zlomy jihozápadního směru. Na severu je to zlom krušnohorský, který pokračuje ze severočeské pánve a paralelně

s ním zlom oherský. K dalším významným zlomům SV- JZ směru patří zlom lipnický, grassetský, novosedelský a kytlický. K příčným zlomům patří zlom svatavský, chodovský a karlovarský.

Dle významných příčných zlomů se provozně rozděluje na část západní, střední (západní a střední část dohromady tvoří Sokolovskou pánev v užším slova smyslu) a východní (Karlovarsko-otovická pánev) s poněkud odlišným vývojem některých jednotek. Maximální mocnosti dosahují pánevní sedimenty ve střední části (oblast bývalého lomu Družba – nyní Jiří II) a to až 350 m. Podle blokového členění náleží sokolovská pánev ke krušnohorskému bloku Českého masívu. Vývoj pánve byl primárně řízen endogenními procesy (vulkanismus) - podíl vulkanického materiálu v sokolovské pánvi je asi 55 %. Avšak na vývoji pánevních sedimentů se podílely i exogenní geologické procesy.

Terciární vulkanicko-sedimentární výplň pánve obsahuje čtyři souvrství: **starosedelské** (hranice eocén/oligocén, stáří 35-34 milionů let), **novosedelské** (oligocén/miocén, 24–23 milionu let), **sokolovské** (miocén, 22,8–21,3 milionu let) a **cyprisové** (miocén, 21,3–16,5 milionu let). Souvrství jsou oddělena zjevnými nebo skrytými diskordancemi, pouze hranice mezi sokolovským a cyprisovým souvrstvím není diskordantní je však ostrá a odráží náhlou změnu v procesu sedimentace (Roják 2005).

4.1 Změny v legislativě

Nový zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší nabyl účinnosti dne 1. 9. 2012 a přinesl pro těžební společnosti především novou skutečnost, že oproti předchozí verzi zákona č. 86/2002 Sb. jsou „*Povrchové doly paliv, rud, nerostných surovin a jejich zpracování, především těžba, vrtání, odstřel, bagrování, třídění, drcení a doprava, o projektované kapacitě vyšší než 25 m³.den⁻¹*“ uvedeny v Příloze č. 2 k tomuto zákonu jako vyjmenované stacionární zdroje.

Z této skutečnosti vyplývají nově provozovateli stacionárního zdroje – těžební společnosti – některé nové povinnosti.

- 1) Provozovatel musí podle § 41 odst. 6 požádat o povolení provozu stacionárního zdroje podle tohoto zákona do 1 roku od nabytí účinnosti zákona, pokud již takové povolení nemá. Povolení provozu stacionárního zdroje vydává krajský úřad podle § 11, odst. 2d).
- 2) Provozovatel stacionárního zdroje zjišťuje podle § 6 úroveň znečišťování pro znečišťující látky, pro něž má stanoven emisní limit nebo emisní strop, anebo pokud je tak stanoveno v povolení provozu anebo u znečišťující látky, pro niž má stanovenou pouze **technickou podmínku provozu**. Úroveň znečišťování stanovuje provozovatel měřením. V případě, že provedení měření není možné, rozhodne krajský úřad na žádost provozovatele, že pro zjištění se použije výpočet.
- 3) Úroveň znečišťování se zjišťuje jednorázovým měřením emisí v intervalech stanovených prováděcím předpisem (doposud platná Vyhláška č. 205/2009 Sb. – bude nahrazena Vyhláškou novou – nyní v připomínkovém řízení) nebo kontinuálním měřením. Kontinuální měření provádí provozovatel stacionárního zdroje uvedeného v Příloze č. 4 k tomuto zákonu. Podle této přílohy pod odstavcem 1.7 v části B je stanoveno, že kontinuální měření provádí stacionární zdroj v případě, že se dodržení **emisního limitu** dosahuje úpravou technologického řízení výrobního procesu pro znečišťující látky, jejichž roční hmotnostní tok překračuje při maximálním projektovaném výkonu a) 200 t tuhých znečišťujících látek.
- 4) Všechny povinnosti provozovatele stacionárního zdroje jsou uvedeny v §17 zákona. Zde se opět zmiňuje povinnost zjišťovat úroveň znečišťování podle § 6 odst.1.
- 5) § 15 zákona potom stanoví, že provozovatel stacionárního zdroje uvedeného v Příloze č. 2 zákona je poplatníkem poplatku za znečišťování. Předmětem poplatku jsou znečišťující látky vypouštěné stacionárním zdrojem, pro něž má provozovatel povinnost zjišťovat úroveň znečištění podle § 6 odst. 1 písm. a). Základem poplatku je množství emisí ze stacionárního zdroje v tunách. Poplatkovým obdobím je kalendářní rok.

Rozhodující jako dopad nového zákona pro těžební společnosti bude tedy postup a stanovisko krajského úřadu, který musí pro vyjmenovaný stacionární zdroj vydat podle §11 odst. 2 písm. d) povolení k provozu.

Náležitosti **Povolení** stanoví zákon podle §12 odst. 4 – zde je opět výslovně uvedeno, že obsahuje závazné podmínky pro provoz stacionárního zdroje, kterými jsou:

- a) specifické emisní limity,
- b) způsob, podmínky a četnost zjišťování úrovně znečišťování,
- c) emisní stropy,
- d) provozní řád,
- e) technické podmínky provozu.

Podle §12 zákona krajský úřad při vydání povolení k provozu vychází z programů zlepšování kvality ovzduší a z úrovně znečištění látkami, které mají stanoven imisní limit v příloze č.1 zákona. TZL jsou v této příloze samozřejmě uvedeny. Úroveň znečištění ovzduší v pánevních okresech je pro TZL velmi nepříznivá a pánevní okresy jsou pravidelně uváděny ve Věstníku MŽP jako oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší.

Pro postup krajského úřadu je důležitý nový prováděcí předpis – Vyhláška MŽP č. 415/2012 Sb., která nahrazuje dosud platnou a s působností nového zákona zrušenou Vyhlášku č. 205/2009 Sb. Vyhláška je poměrně rozsáhlý dokument, který podrobně definuje a stanovuje specifické emisní limity pro jednotlivé emisní zdroje uvedené v zákoně. Stanovuje dále postupy a četnosti jednorázových nebo kontinuálních měření.

Nová Vyhláška č. 415/2012 Sb. nestanovuje pro ostatní stacionární zdroje uvedené v příloze č. 2 zákona specifické emisní limity. Jediné, co vyhláška pro tyto zdroje stanovuje, jsou **tzv. technické podmínky provozu**, u nichž uvádí následující definici:

„Snižít emise tuhých znečišťujících látek na všech místech a při všech operacích, kde dochází k emisím tuhých znečišťujících látek do ovzduší, a to

v závislosti na povaze procesu“, například:

- a) zakrytím třídících a drtících zařízení a všech dopravních cest,
- b) instalací zařízení k omezování emisí - odprašovací, mlžící, pěnové, skrápěcí zařízení,
- c) opatřeními pro skladování prašných materiálů - uzavřené skladovací prostory, umístění venkovních skládek na závětrnou stranu, jejich skrápění a budování zástěn,
- d) opatřeními pro přepravu materiálů - pravidelná očista a skrápění komunikací a manipulačních ploch, omezení rychlosti pohybu vozidel v areálu zdroje, zakrývání nákladních prostorů expedujících dopravních prostředků.

Tato skutečnost však může vést k tomu, že podle § 6 zákona - viz bod 2 – tohoto dokumentu bude nutno provádět měření emisí nebo jejich úroveň stanovit výpočtem.

4.2 Legislativní podmínky těžby

Předkládaná hornická činnost POPD „Lom Jiří 2020“ je umístěna v dobývacím prostoru Alberov a svojí jihozápadní částí zasahuje do dobývacího prostoru Královské Poříčí a severní částí zasahuje do dobývacího prostoru Lomnice.

Dobývací prostor Alberov byl stanoven na základě rozhodnutí bývalého ministerstva paliv č. j. 14.2. /781/62 ze dne 27. 7. 1962 a změnou MP č. j. 32.1/130/63 ze dne 22. 11. 1963 a byl přidělen národnímu podniku Marie Majerová. Ústřední báňský úřad v Praze vydal pro DP Alberov „Osvědčení o zaevidování dobývacího prostoru číslo 0513-DP/1962“ ze dne 22. prosince 1962. Zásoby zahrnuté do dobývacího prostoru Alberov byly schváleny KKZ výměrem č. j. 05/8-58, 05/167-58 a 05/26-54.

Dobývací prostor Královské Poříčí byl stanoven na základě rozhodnutí MP č. j. 14.2/782/62 ze dne 27. 7. 1962. Zásoby zahrnuté do dobývacího prostoru Královské Poříčí byly schváleny KKZ výměrem č. j. 05/8-58 z 28. 1. 1958.

Dobývací prostor Lomnice byl stanoven rozhodnutím bývalého Ministerstva hornictví ze dne 16.5.1966 pod zn. ODV/66/771 Sb a byl přidělen národnímu podniku Důl 25. únor ve Vintířově. Ústřední báňský úřad v Praze vydal pro DP Lomnice „Osvědčení o zaevidování dobývacího prostoru“ pod č. j. 3777/1966 ze dne 30. 5. 1966. Zásoby zahrnuté do dobývacího prostoru Lomnice byly schváleny KKZ výměrem č. 475-05/24-65 ze dne 1. 6. 1965.

Rozhodnutí vlády ČR z roku 1991 o útlumu uhelného hornictví v ČR bylo z hlediska hodnocení disponibilních zásob a těžeb hnědého uhlí zcela zásadním zásahem do výhledového rozvoje těžby v území SHP. Na základě tohoto rozhodnutí vlády ČR byla následně vydána tři, níže specifikovaná vládní usnesení o územně ekologických limitech (ÚEL) v podkrušnohorských hnědouhelných pánvích.

- č. 331/91 Sb. ze dne 11. září 1991 ke zprávě o účelnosti další těžby hnědého uhlí v Chabařovicích, okres Ústí nad Labem;
- č. 444/91 Sb. ze dne 30. října 1991 ke zprávě o územních ekologických limitech těžby hnědého uhlí a energetiky v SHP;
- č. 490/91 Sb. ze dne 27. listopadu 1991 k programu ozdravení životního prostředí v okrese Sokolov;

Dle platných vládních usnesení č. 331/91 a 444/91 je v prostoru území SHP blokováno celkem 3,259 mld. tun využitelných zásob hnědého uhlí, a to nejenom na tzv. rezervních lokalitách, ale i v předpolí činných lomových provozů (Morvicová et Morvic 2014).

Ochrana ložisek

Na těžbu a využívání nerostného bohatství státu (vyhrazených nerostů) se vztahuje zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (Horní zákon). Účelem je: *„stanovit zásady ochrany a hospodárneho využívání nerostného bohatství, zejména při vyhledávání a průzkumu, otvírce, přípravě a dobývání ložisek nerostů, úpravě a zušlechťování nerostů prováděných v souvislosti s jejich dobýváním, jakož i bezpečnosti provozu a ochrany životního prostředí při těchto činnostech“*.

Chráněné ložiskové území (CHLÚ)

CHLÚ se zajišťuje jeho stanovením jako ochrana výhradního ložiska proti znemožnění nebo ztížení jeho dobývání v souladu s horním zákonem a následnou vyhláškou MŽP ČR č. 364/1992 Sb. o CHLÚ. Změny či zrušení, včetně evidence CHLÚ přísluší MŽP ČR. V současné době je evidováno na území SHP 29 CHLÚ, vztahujících se k těžbě uhlí.

Dobývací prostory (DP)

Problematika dobývacích prostorů je řešena horním zákonem č. 44/1988 Sb., a navazující legislativou (vyhlášky ČBÚ č. 172/1992 Sb. a č. 351/2000). Stanovení, změny či zrušení DP přísluší orgánům státní báňské správy (ČBÚ, OBÚ).

Dobývací prostor je stanoven: „ *na základě výsledků průzkumu ložiska podle rozsahu, uložení, tvaru a mocnosti výhradního ložiska se zřetelem na jeho zásoby a úložní poměry tak, aby ložisko mohlo být hospodárně vydobyto. Při stanovení dobývacího prostoru se vychází ze stanoveného chráněného ložiskového území a musí se přihlídnout i k dobývání sousedních ložisek a k vlivu dobývání* “. V rozhodnutí o stanovení dobývacího prostoru je uveden termín zahájení dobývání výhradního ložiska. Platnost rozhodnutí o stanovení dobývacího prostoru není časově omezena, pokud v rozhodnutí není stanoveno jinak, § 27, odst. 3, horního zákona.

4.3 Popis stávajícího stavu těžby

Dobývání ložiska bude i nadále prováděno povrchovým způsobem s paralelním postupem front, s použitím blokového způsobu na skrývce i uhlí v návaznosti na vytvořené porubní fronty stávajícího lomu Jiří. Odtěžené skrývkové hmoty jsou zakládány na vnitřní výsypce lomu Jiří a jsou určeny pro následné sanační a rekultivační práce (osobní sdělení).

Postupy skrývky jsou ovlivněny stykem s bývalou hlubinou činností. V postupu lomu 2009 – 2020 se nacházejí některé objekty hlubinného dolu např. větrací vrty.

Těžba uhlí je prováděna kolesovými rypadly typu KU300S (obr.č.) v I., II. a III. uhelném řezu a 6. skrývkovém řezu (PD 6) a 7. skrývkovém řezu (PD 73, PD 15 a PD 16) a rýpadlem typu KU800 (obr.č.) ve 3., 3a. skrývkovém řezu.



foto č.2: Kolesové rypadlo typu KU300S

Zdroj: autor

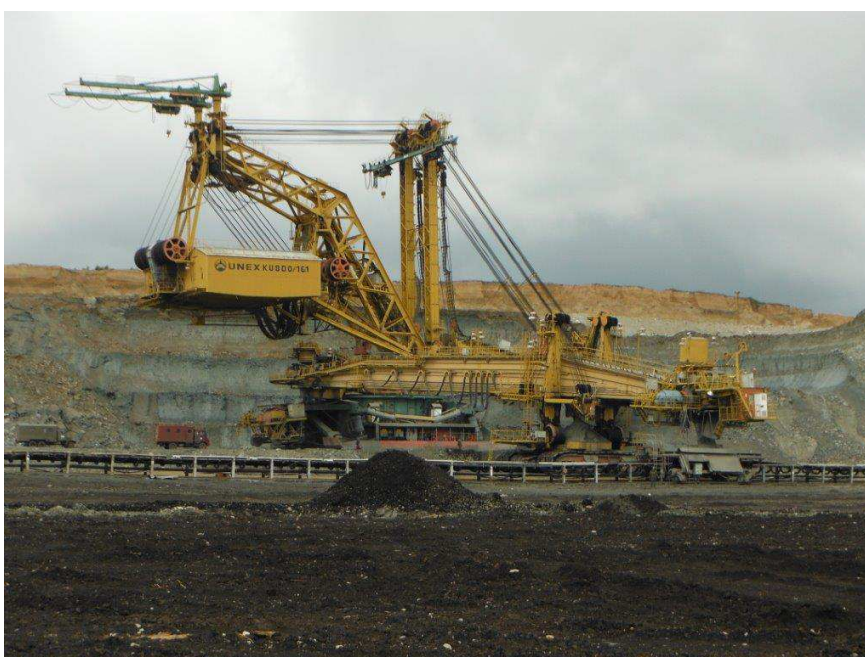


foto.č.3: Kolesové rýpadlo typu KU800

Zdroj: foto autor

Uhlí je dopravováno porubními linkami na sběrné uhelné linky a těmi na nakládací stanice NSII a NSIIA. Odtud je uhlí dopravováno kolejovou dopravou k jednotlivým odběratelům.

4.4 Úroveň znečištění ovzduší v zájmovém území

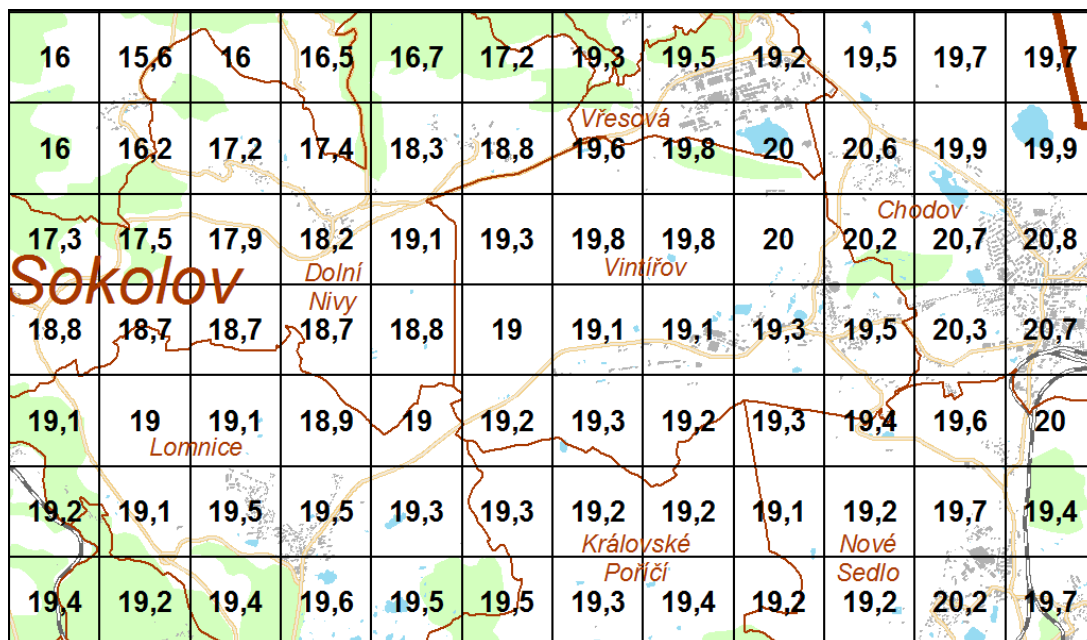
Obecně je kvalita ovzduší ovlivněna intenzitou emisí znečišťujících látek a rozptylovými podmínkami. Kritériem pro posuzování imisní situace je porovnat výsledky měření s imisními limity danými zákonem. Pro aerosolové částice PM_{10} jde o hodnotu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro koncentrace za 24 hodin. Tato koncentrace nesmí být překročena více jak 35x za kalendářní rok. Další limitem je průměrná koncentrace v kalendářním roce jejíž hodnota je $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (zákon).

Podle zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., v platném znění, se hodnocení stávající úrovně znečištění provádí na základě map úrovní znečištění konstruovaných v síti 1×1 km. Tyto mapy obsahují v každém čtverci hodnotu klouzavého pětiletého průměru koncentrací. Každoročně je zveřejňuje MŽP prostřednictvím Českého hydrometeorologického ústavu na internetových stránkách.

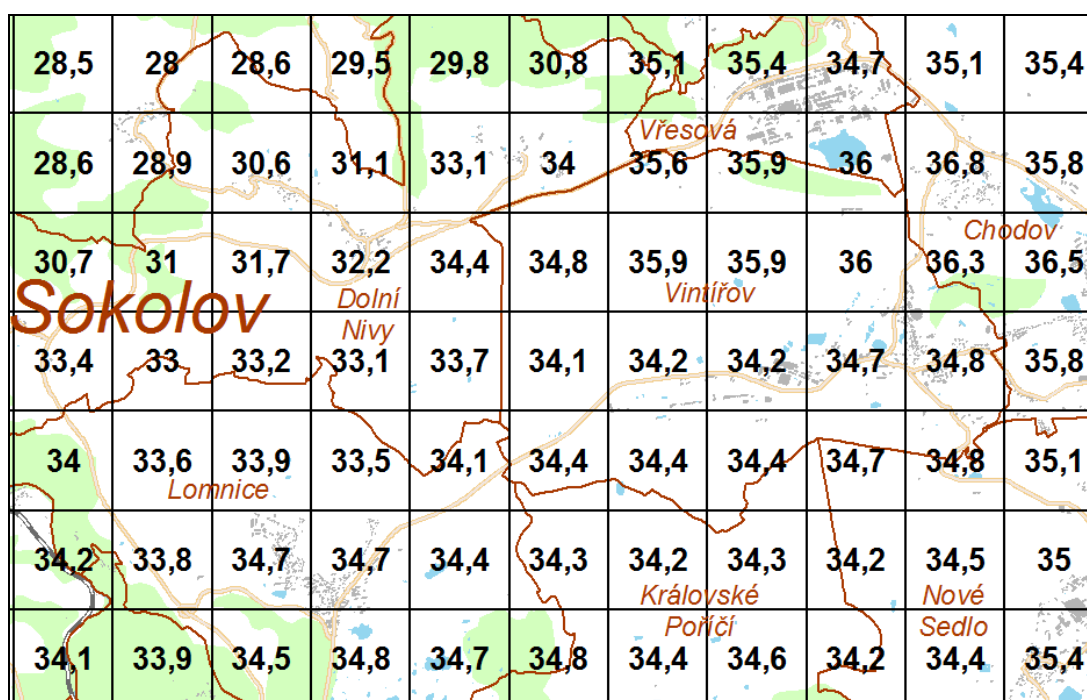
Tabelární přehled jsou naměřená imisní data, tedy přehled koncentrací znečišťujících látek ve venkovním prostředí v České republice za daný kalendářní rok, uložené do databáze ISKO. Tento přehled vydává ČHMÚ od začátku 70.tých let. V databázi jsou ukládána data z monitorovacích sítí ČHMÚ (státní imisní síť), dále ze sítí zdravotních ústavů (ZÚ), ze stanic sítí Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM), ČEZ, a.s. provozovaných Organizací pro racionalizaci energetických závodů (ORGREZ) a sítí komunálního monitoringu. Prezentace naměřených a uložených dat v databázi ISKO odpovídají současné legislativě ČR v oblasti ochrany životního prostředí (ČHMÚ 2013).

V přílohách č.1 a č.2 jsou uvedeny podrobné přehledy imisních hodnot pro měřicí program KSOMA v lokalitě Sokolov v Karlovarském kraji pro částice $PM_{2,5}$ a PM_{10} za rok 2013 metodou radiometrie – absorpce beta záření.

Úroveň znečištění ovzduší z pohledu PM₁₀ v zájmovém území dokládají následující obrázky č. 16 a 17.



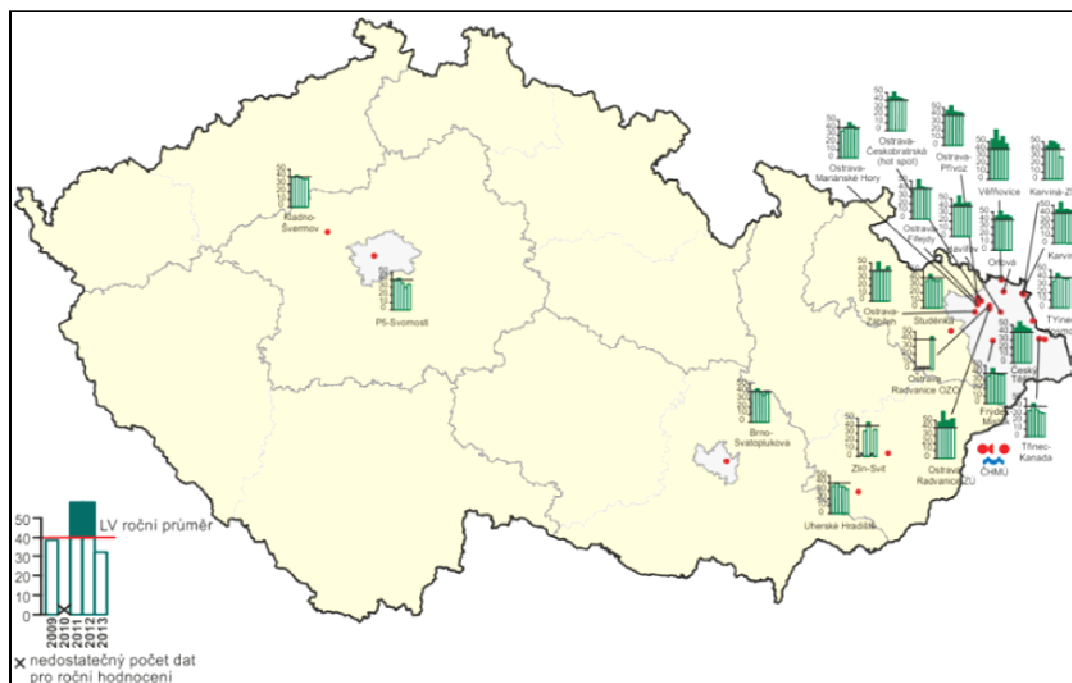
obr. č. 16: Pětiletý průměr 2009 – 2013 - roční průměrné koncentrace PM₁₀ (µg.m⁻³) v zájmovém území
Zdroj: ČHMÚ



obr. č. 17: Pětiletý průměr 2008 – 2012 - 36. nejvyšší 24-hod. koncentrace PM₁₀ (µg.m⁻³) v zájmovém území
Zdroj: ČHMÚ

Z pohledu znečištění ovzduší patří karlovarský kraj k nejméně zatíženým regionům. K překračování imisních limitů docházelo v předešlých letech pouze v případě

imisišního limitu pro polycyklické aromatické uhlovodíky vyjádřené jako beno(a)pyren a troposférický ozon. K překračování hodnot imisišního limitu pro ochranu zdraví pro PM_{10} v karlovarském kraji tedy nedochází (viz. obrázek č.18).



obr.č.18 : Roční průměrné koncentrace PM_{10} v letech 2009 – 2013 na stanicích, kde byl překročen imisišní limit
Zdroj: ČHMÚ

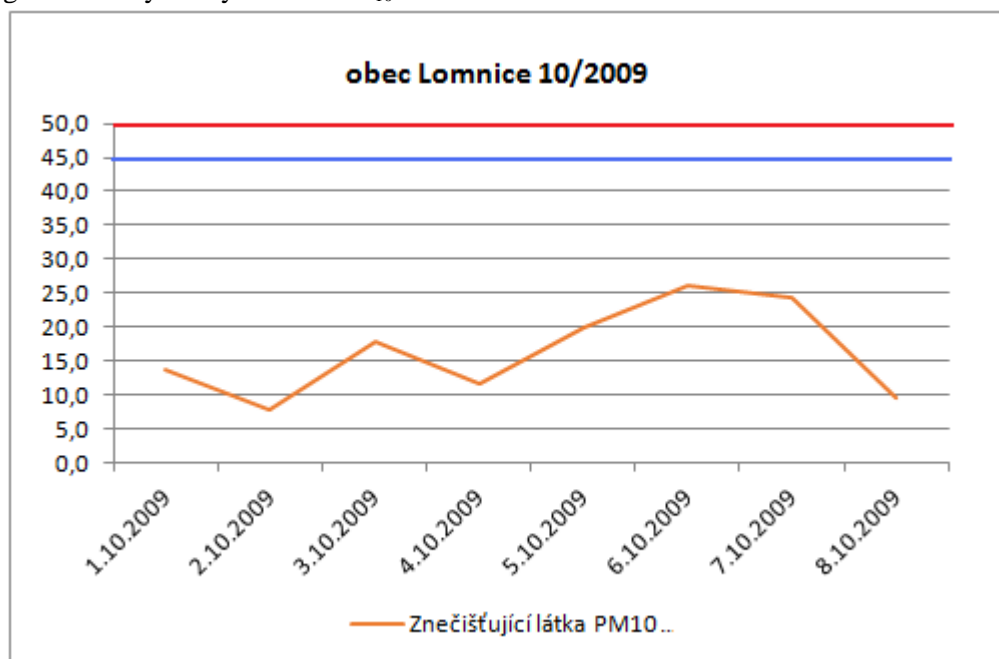
4.5 Měření imisí v zájmové lokalitě

Dle zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., v platném znění se 2x ročně provádí měření imisí v lokalitách Lomnice, Vintřřov, Královské Poříčí, Nové Sedlo. Společnost Sokolovská uhelná je držitelem autorizace k měření imisí vydané MŽP ČR pro měření suspendovaných částic metodou absorpce beta záření. Měření koncentrace PM_{10} , tedy imisí poletavého prachu, se provádí kontinuálně radiometrií. Podstatou je, že se prachové částice obsažené ve vzorku zachytí na filtr, kterým prochází β -záření ze zářiče v přístroji, tedy prachoměru SHARP 5030, umístěného v měřicím voze. Hmotnost prachu (μg) je přímo úměrná velikosti útlumu intenzity β -záření. Koncentrace ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) je vypočítána jako podíl hmotnosti prachových částic a prosátého objemu vzduchu (ČHMÚ 2013).

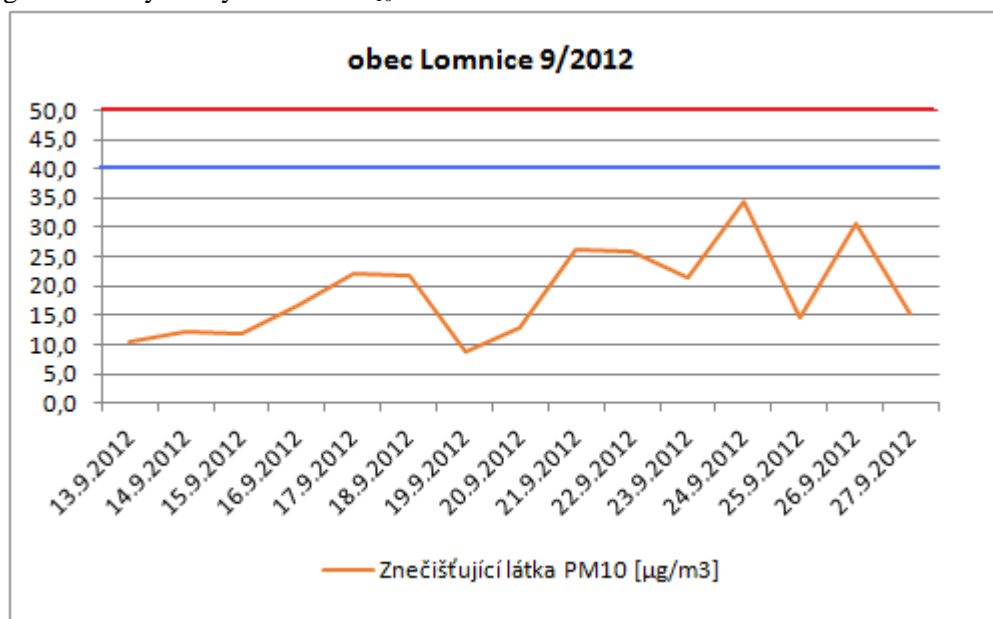
Pro porovnání výsledků jsem vybrala obec Lomnici (viz. grafy č.19,20,21,22) a obec Královské Poříčí (viz. grafy č.23,24,25,26), které budou do budoucna v

bezprostřední blízkosti lomu. Naměřená data byla poskytnuta příslušnými obecními úřady a jsou dostupná k nahlédnutí. V grafech jsou pro lepší orientaci vyznačeny limity dané zákonem pro koncentraci za 24 hodin ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a pro průměrnou koncentraci v kalendářním roce ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Měřící místa jsou zobrazena v přílohách č.5 (pro obec Lomnici) a č.6 (pro obec Královské Poříčí).

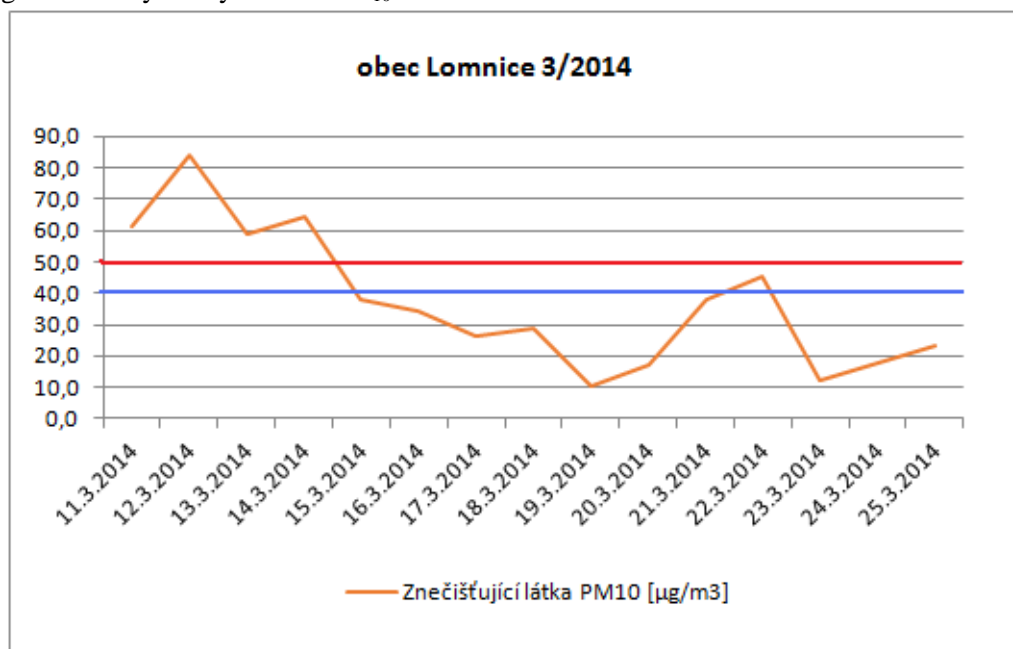
graf č.19: Výsledky měření PM_{10} v Lomnici v období 1.10.2009 – 8.10.2009



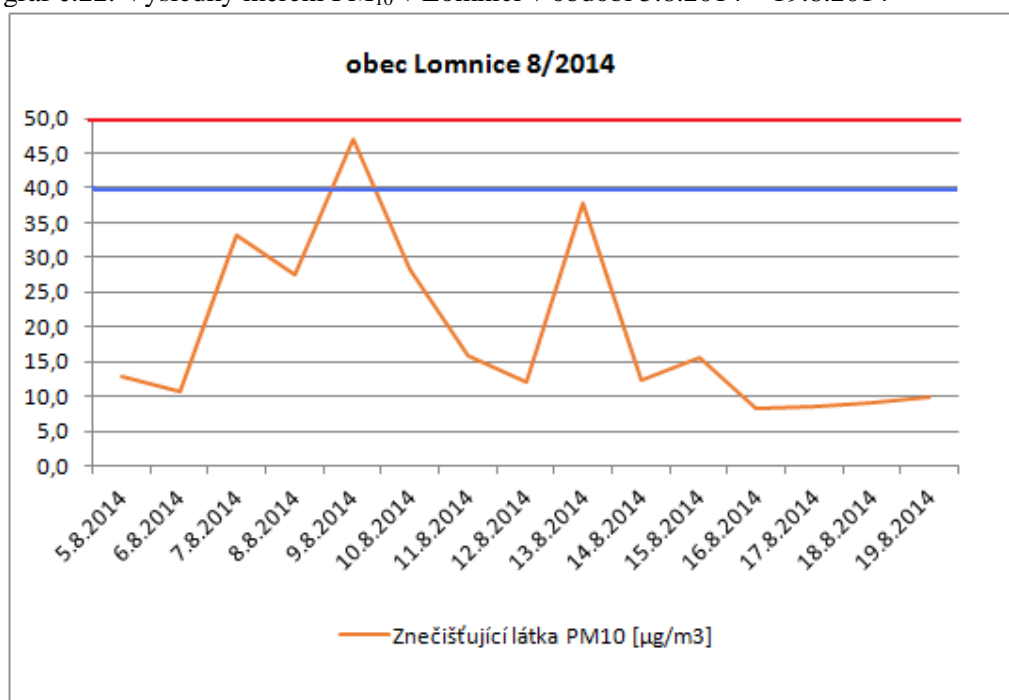
graf č.20: Výsledky měření PM_{10} v Lomnici v období 13.9.2012 – 27.9.2012



graf č.21: Výsledky měření PM₁₀ v Lomnici v období 11.3.2014 – 25.3.2014

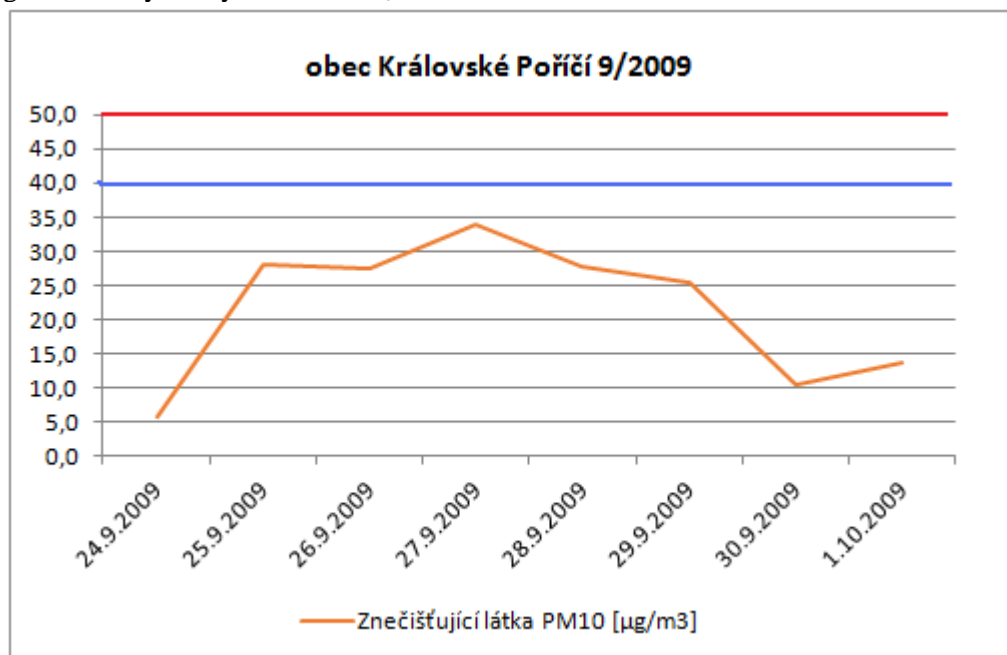


graf č.22: Výsledky měření PM₁₀ v Lomnici v období 5.8.2014 – 19.8.2014

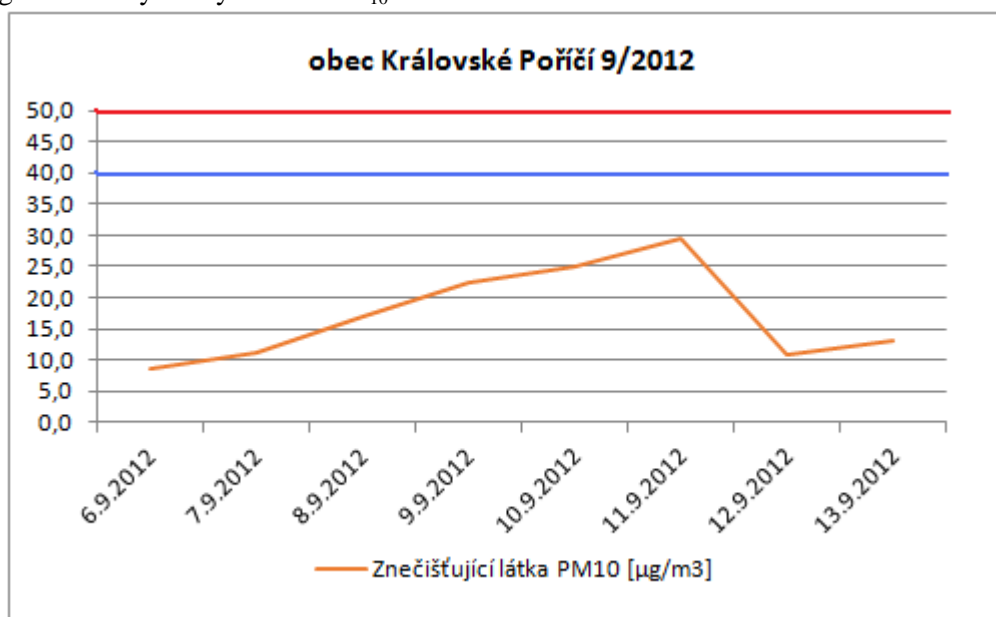


Ze zhotovených grafů za roky 2009, 2012 a 2014 je zřejmé, že úroveň znečištění ovzduší poléťavým prachem má rok od roku lehce zhoršující se charakter, což je vzhledem k postupu lomu směrem k obci Lomnice v zásadě očekávatelné.

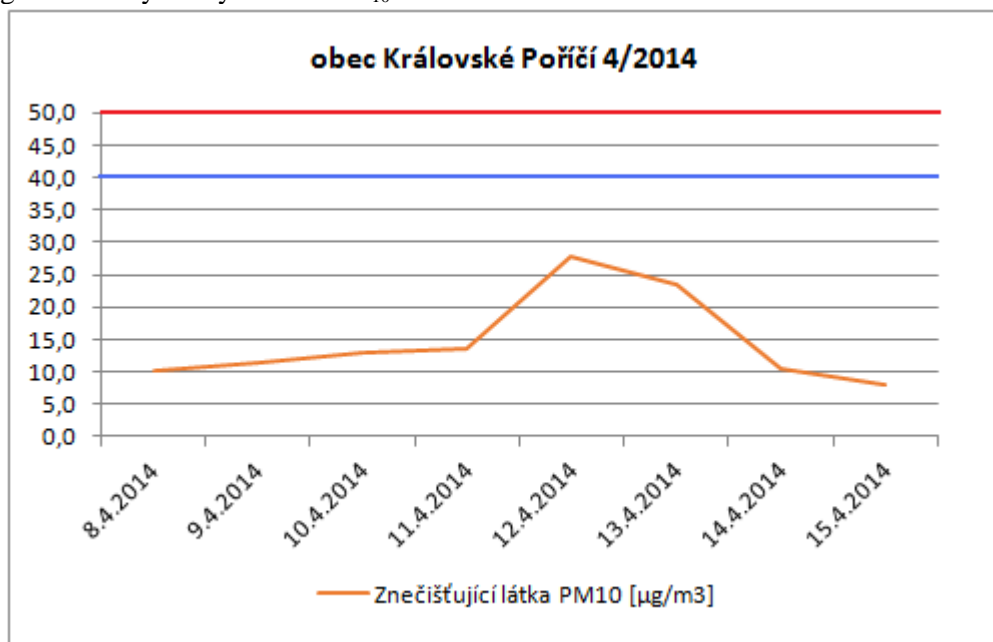
graf č.23: Výsledky měření PM₁₀ v Královském Poříčí v období 24.9.2009 – 1.10.2009



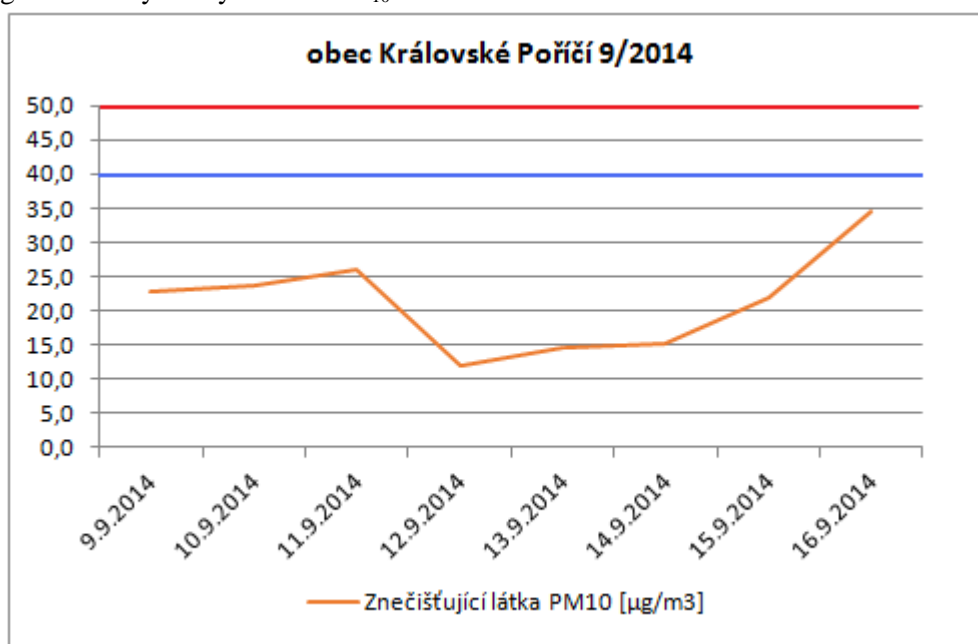
graf.č.24: Výsledky měření PM₁₀ v Královském Poříčí v období 6.9.2012 – 13.9.2012



graf č.25: Výsledky měření PM₁₀ v Královském Poříčí v období 8.4.2014 – 15.4.2014



graf č.26: Výsledky měření PM₁₀ v Královském Poříčí v období 9.9.2014 – 19.6.2014



U obce Královské Poříčí jsou výsledky měření koncentrace PM₁₀ stále pod povolenými hranicemi. V určitém směru se dá i říct, že v posledním roce 2014 mají lehce snižující se charakter. Pravděpodobně je to způsobeno momentálně nečinným přilehlým lomem Jiří II (bývalý lom Družba). Ovšem dle POPD se v budoucnosti

bude lom vyuhlovat ze strany druhé, takže se taktéž bude jednat o maximální přiblížení se lomu s přílehlou obcí Královské Poříčí.

5 Výsledky práce

5.1 Stávající opatření

Odstraňování uhelného prachu

Při těžbě, dopravě a nakládce uhlí dochází ke značnému vývinu uhelného prachu, který se následně usazuje na konstrukcích, plochách a dalších zařízeních a vlivem klimatických podmínek se dále šíří do okolí. Uhelny prach je látka lehce zápalná a ve směsi se vzduchem jde o látku výbušnou, vrstva silnější 1 mm je schopna šířit požár. Nebezpečnost tohoto prachu se pak zvyšuje po vysušení a nadměrném rozvívání. Z těchto důvodů se uhelný prach průběžně na jednotlivých pracovištích odstraňuje.

Na nakládacích stanicích a drtírnách se prach pravidelně shrabuje a v letních měsících i splachuje. Shrabováním, smetáním a splachováním se také pravidelně zbavují uhelného prachu velkstroje těžící uhlí. Nepřístupná místa jsou utěšňována nehořlavým materiálem. Na poháněcích stanicích dálkových pasových dopravníků probíhá každodenní odstraňování uhelného prachu a uhelné spady z konstrukcí, krytů a podlah (TPD).

Skrápění terminálu uhelných meziproduktů

TUM je určen ke skládkování hnědého uhlí v nedrceném i drceném stavu s celkovou kapacitou cca 100 tisíc tun. Jelikož se terminál nachází na nezakryté, otevřené ploše je v suchých letních měsících značným zdrojem prachu. Šíření uhelného prachu do okolí se tedy eliminuje postřikem. Po obvodu TUM jsou rozmístěna vodní děla napojená na rozvod užitkové vody. Děla postřikují terminál v půlkruzích, které na sebe navazují tak, aby byl skrápěn celý manipulační prostor terminálu. Jelikož se jedná o značné množství uhlí navrstveného na sobě, postřik slouží nejen k eliminaci prachu, ale také slouží jako opatření při samovznícení uloženého materiálu. Hromady jsou pravidelně kontrolovány jak na povrchu tak kontrolou teploty vně hromady. Zvýšená teplota se může projevat například rychlým vysycháním vlhkých míst po dešti, tmavými místy na povrchu hromad, unikáním páry či kouře. Pokud pracovníci tyto jevy zpozorují, musí neprodleně místa vzniku zkontrolovat a pomocí techniky

vyjmout či vyhnout z hromady zapařené uhlí a rozprostít na jiné volné místo, kde nechají uhlí vychladnout, případně urychlí chlazení právě již zmiňovaným postřikem vody (TPD).

Skrápění nakládací stanice

Pro snížení prašnosti je na jedné ze dvou nakládacích stanice nainstalováno skrápěcí zařízení, které rozprašováním vodní mlhy v přesypech zabraňuje víření uhelného prachu.

Vysávání

Dále je na nakládací stanici po celé konstrukční části rozvedeno potrubí průmyslového vysavače a pracovníci v pravidelných intervalech celou stanicí zbavují prachu pomocí toho zařízení.

Asfaltování pozemních komunikací

Postupem času se v lomu začaly asfaltovat hlavní příjezdové cesty (viz foto č.4), které jsou značným zdrojem zvlíšeného prachu z povrchu komunikace (viz foto č.5).



foto č.4: Hlavní příjezdová cesta k lomu
Zdroj: autor



foto č.5: Zvlíšený prach po průjezdu auta
Zdroj: autor

Při jízdě vozidel po písčitých a jílovcovitých materiálech dochází k postupnému rozmělnění tohoto materiálu na mikroskopické částičky, které zůstávají po rozvíření dlouho ve vznosu, vítr a teplé proudy je potom roznáší do širokého okolí.

Cesty se zejména v suchých obdobích pravidelně zkrápí – pomocí zkrápěcích vozů (viz foto č.6).



foto č.6: Zkrápěcí vůz
Zdroj: autor

Ve vyjímečných situacích, zejména v letních měsících při velmi teplém počasí bez srážek jsou přístupové cesty, komunikace a také TUM intenzivněji skrápěny. Při extrémních podmínkách může dojít i k omezení provozu strojů a zařízení, aby bylo zamezeno značnému výskytu polétavého prachu (TPD).

Údržba strojního zařízení

Vlivem pokroku se postupně zdokonalují údržby strojního zřízení a jejich údržba je čtenější.

Hašení záparů a utěšňování starých důlních děl

Dalším problémem jsou zápary v uhelných a smíšených řezech s narušenou uhlennou slojí bývalou hlubinnou těžbou a ve skrývkových řezech v její blízkosti (podrubané území). Jsou tedy prováděny pravidelné kontroly lomu a v případě výskytu zápary se neprodleně zajistí její likvidace (foto č.9) v souladu s provozními předpisy. Preventivní opatření proti vzniku zápar spočívají v minimalizaci přehozů uhlenného materiálu, vychlazený zapařený materiál se těží a ukládá na výsypku separátně, po založení se přehrne vrstvou nehořlavého materiálu (nadložního jílu). Otevřená důlní díla se ihned po jejich otevření těžebním postupem uzavírají inertním materiálem (viz foto č. 7 a 8) . V lomu Jiří se jako inertní materiál používá sádrovec , odpad z mokré vápencové vypírky (TPD).



foto č.7 : Utěšňování důlních děl
Zdroj: foto autor



foto č. 8: Utěšňování důlních děl
Zdroj: foto autor



foto č.9: Likvidace zápany
Zdroj: foto autor

Zakrytování pasových dopravníků

K dalším opatřením vedoucím k eliminaci prašnosti bylo zakrytování pasových dopravníků před drtící linkou (foto č.10) a před vstupem do jedné ze dvou nakládacích stanic (foto č.11).



foto č.10: Zakrytované pasovky před drtírnou
Zdroj: autor



foto č.11: Zakrytované pasovky před nakládací stanicí
Zdroj: autor

5.2 Návrh řešení snížení prašnosti

Vzhledem k tomu, že resuspenzí z povrchu lomu a těžebních technologií způsobené větrem jsou zasaženy především obce přímo sousedící s lomem Jiří (obr.č.27), a vzhledem k maximálnímu přiblížení lomu v blízké budoucnosti (obr.č.28), bylo by vhodné zaměřit se na eliminaci prachu právě u těchto obcí. Jedná se o obce:

- Lomnice
- Sokolov – lokalita Šenvert
- Královské Poříčí



obr.č.27: Mapa zájmového území s ohraničením současného lomu
Zdroj: Google maps



obr.č.28: Mapa zájmového území s ohraničením současného (červená) a budoucího (žlutá) lomu
Zdroj: Google maps

5.2.1 Ochranné valy

Pro snížení spadu TZL u těchto obcí bych navrhla jako jedno z řešení vybudovat ochranné valy (obr.č.29), které by částečně mohly prachové částice zachytit. Ochranné valy, které by částečně lemovaly okraje lomu by měly být zazeleněny, zejména ze strany lomu, kde bude mít zeleň největší ochranný význam a bude tvořit trvale ochranný prvek před prachem. Následně by svahy valů mohly být osázeny vhodnými typy dřevin. Ochranné valy všeobecně budou bezesporu plnit mimo ochranné protiprašné funkce i funkci estetickou. V příloze č.3 je na výřezu z mapového podkladu zakreslen ochranný val u obce Královské Poříčí.



obr.č.29: Návrh ochranných valů u obcí Lomnice, Svátava, Královské Poříčí
Zdroj: Google maps

5.2.2 Mlžné stěny

Vhodným opatřením, které by snížilo negativní dopad prašnosti při těžbě uhlí by mohlo být vybudování mlžné stěny pomocí rotačních atomisérů přímo u hranic budoucího dobývacího prostoru, konkrétně jihovýchodním směrem u obce Lomnice (obr.č.30). Mlžící stěna musí být tvořena klimatologickou stanicí, která je osázená čidly pro vyhodnocení rychlosti a směru větru a pro vyhodnocení vlhkosti vzduchu. Dále je tvořena vhodným přívodem vody, rozvody elektroinstalace a ovládání elektrických částí. V neposlední řadě samotnými mlžícími jednotkami umístěnými na sloupech (Moni et al. 2013). Jak již bylo řečeno rotační atomiséry, produkující vodní mlhu pomocí rotační hlavy, vyrobí mikroskopické kapičky vody, které se pomocí

ventilátoru rozstříkují až několik desítek metrů do prostoru. Proudů vzduchu unášející prach po svazích až přes horní okraje lomu snadno přenesou prachové částice až do vzdálenějšího okolí. Vytvořením překážky u hranice lomu se částice prachu nabalí na vodní mlhu a vlivem rychlejší sedimentace se zabrání úniku prachu do vzdálenějších míst.



obr.č.30 : Foto zájmového území s návrhem mlžící stěny u obce Lomnice
Zdroj: Google maps

5.2.3 Mlžná stěna a ochranný val

Vzhledem k prvotnímu postupu lomu směrem k obci Lomnice v blízké budoucnosti, respektive k dalšímu postupu lomu jihovýchodním směrem by stálo za zvážení zkombinovat již zmiňovaný ochranný val s mlžnou stěnou. Dle PODP budou hranice lomu v roce 2020 v těsné blízkosti s obytnou zónou obce Lomnice. Myslím, že kombinace těchto dvou subjektů (obr.č.31) by tak mohla zajistit vysokou účinnost ve snížení prašnosti z přilehlého lomu.

V příloze č.3 je zobrazen mapový podklad lomu Jiří u obce Lomnice, 2015, se zakreslenou budoucí hranicí (zelená) lomu dle POPD 2020.



obr.č.31 : Foto zájmového území s návrhem mlžící stěny a ochranného valu u obce Lomnice
Zdroj: Google maps

5.2.4 Zakrytování pasových dopravníků

Vzhledem k blízkosti druhé nakládací stanice s komunikací vedoucí z Chodova do Sokolova (viz obr.č.32) a blízkosti obce Vintířov, by bylo efektivní zakrýt dva pasové dopravníky směřující na nakládací stanici podobným způsobem, jako jsou již zakryté pasovky na novější NS (viz foto č.11).



obr.č.32 : Letecký snímek NS s přilehlou komunikací
Zdroj: Google maps.cz



foto č.12: Nezakryté pasové dopravníky na NS
Zdroj: autor

5.2.5 Zalesnění svahů

Jak již bylo řečeno nakládací stanice nacházející se v blízkosti silnice je značným zdrojem polétavého prachu při samotné nakládce uhlí. Výsadba stromů na svahu vedoucímu k silnici (foto č.13) by byl poměrně jednoduchý způsob, kterým se může snížit koncentrace polétavého prachu. Stále zelené stromy, tedy jehličnany, by tvořily přirozenou bariéru mezi silnicí a budovou nakládací stanice a navíc plnily by funkci po celý rok.



foto č.13: Pohled z NS na nezakrytý svah
Zdroj: autor

6 Diskuze

Cílem této práce bylo zhodnotit již zavedená opatření při snižování prašnosti z lomu a navrhnout vhodná řešení, která by byla dalším přínosem pro zkvalitnění ovzduší v zájmové lokalitě.

Při zhodnocení již zavedených opatření vedoucích ke snížení prašnosti všech uvedených bodových, liniových i plošných zdrojů prachu lze s určitostí říct, že společnost má zájem o zlepšování stavu ovzduší vzhledem k důlní činnosti, kterou provozuje a nadále snad ještě několik let provozovat bude. Dosud zavedené způsoby eliminace prašných částic likvidují prach v místě jejího vzniku. Prašnost, která

ovlivňuje okolí lomu, způsobená pohybem vozidel na prašných komunikacích je jednou z hlavních příčin vznosu prachových částic do blízkého i vzdálenějšího okolí. Z důvodu snížení prašnosti především v suchých letních měsících je účinným opatřením především pravidelné čištění a skrápění komunikací. Ovšem vzhledem k velkému počtu pohybu vozidel je dle mého názoru kropení důlních cest nedostačující. Nejjednodušším způsobem je dle mého názoru pokračovat v projektech vedoucích ke snižování prašnosti v místech jejího vzniku. Zaměřit se tedy na zakrytování pasových dopravníků, z nichž některé jsou téměř na horizontu veřejné komunikace a tím je vyšší předpoklad, že se prachové částice povětrnostním vlivem přenesou do vzdálenějšího okolí. Mezi další procesy, kterými se již eliminuje prach je skrápění nakládacích stanic. Ovšem z vlastních zkušeností vím, že skrápění, neboli mokřý výplach se provádí zpravidla 1x do měsíce. Bylo by vhodné zavést pravidelnější výplachy NS, zvláště pak v období sucha, a s ohledem na klimatické podmínky plánovat individuální výplachy.

Co se týká návrhů vhodných řešení eliminace prachu by zpočátku mohl být jednoduchý způsob, i co se investice týká, ozelenění nezakrytých ploch, které jsou značným zdrojem polétavého prachu. Protože vítr na otevřených pláních jednotlivých řezů a výsypek zvedá částice prachu a roznáší je do okolí. Dále osázení přílehlých svahů stále zelenými stromy je jedním z účinných opatření, jelikož stromy částečně zachytí polétavý prach. Dále vhodné umístění protiprašných valů by vzhledem k dostupnosti materiálu potřebného k vybudování nemusel být zásadní problém.

Jak již bylo řečeno zóna karlovarského kraje patří k nejméně zatíženým regionům z pohledu znečištění ovzduší a k překročení imisního limitu pro ochranu zdraví pro PM_{10} v kraji nedochází. Položme si tedy otázku, proč řešit prašnost z lomu, když dle stávajících výsledků měření imisí limity prachu v této lokalitě, či vůbec v karlovarském kraji překračovány nejsou?

Těžba v sokolovské hnědouhelné pánvi se pomalu přibližuje ke svému závěru. I nadále však ještě nějaký čas budou mít města a obce v těsné blízkosti lomů prospěch z těžby. Poplatky, které obce dostávají jsou poplatky z vydobytého nerostu a z území, tedy z dobývacího prostoru. Stát zvažuje značné navýšení poplatků spojených s těžbou, z nichž nejvýznamnější je poplatek z vydobytého nerostu. Většina peněz z tohoto navýšení ovšem nepůjde obcím, ale do státního rozpočtu.

Pokud bude toto navýšení schváleno, bude to mít značný ekonomický dopad na zdejší region.

Další otázkou tedy zůstává, jakou částku by byla ochotna, či přesněji byla schopna společnost investovat na nákladnější zařízení typu rotačních atomizérů, které jsou dle VÚHU nejúčinnějším zařízením eliminujících prach. Za zvážení jistě stojí využití dotačních programů z Evropských fondů.

7 Závěr

Proces těžby uhlí a s ním spojená doprava a další úprava této suroviny jsou takové činnosti, kde se vzniku prachových částic prakticky předejít nedá. Omezení úniku těchto sekundárních částic by mělo být nadále jedno z hlavních kritérií těžebních společností. S prachem je spojena spousta zdravotních rizik, ať už se jedná o částice menší než 10 μm či částice jemnější. Polétavý prach patří mezi závažnou znečišťující látku, která se v ovzduší vyskytuje a dle prokazatelných studií prachové částice ovlivňují i úmrtnost, jelikož se škodlivost jemnějších částic prachu projevuje především vdechováním prachu do plic.

Všeobecně by tedy těžební společnosti měly zainvestovat nejprve do složek přímo u zdroje prachu, tedy do modernizace svých pasových dopravníků či například utěšňování přesypů uhlí, kterých je v lomech nespočetně mnoho. Dalším krokem by měla být minimalizace nezakrytých ploch bez vegetace a tím snižovat zdroje prašnosti.

I nadále by provozovatel v rámci trvalého zlepšování měl realizovat případná další opatření ke snižování zátěže obyvatel obcí prachem. Vzhledem k postupu těžby směrem k obcím nemůžeme s jistotou vyloučit, že by se v blízké budoucnosti koncentrace PM10 nezvyšovaly. Společnost by se tedy měla připravit na tento možný negativní dopad postupující těžby. Abychom i nadále v dalších letech mohly s určitou nadsázkou tvrdit, že Karlovarský kraj patří k nejméně zatíženým regionům z pohledu znečištění ovzduší.

Vzduch, čistý vzduch je velmi důležitou součástí pro existenci lidských a jiných živých organismů.

Zlepšení kvality ovzduší lze kvalifikovat nejen jako přínos k ochraně zdraví lidí a životního prostředí, ale také jako vstřícný krok stále probíhající báňské činnosti ve vztahu k okolním obcím, které budou v bezprostředním kontaktu s lomy SU, a.s.

8 Použitá literatura

ANDERSON J.O., 2012: Clearing the Air: A review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health. *Journal of medici toxicology*. 8/2: 166-175. DOI: 10.1007/s13181-011-0202-1

BEREZIN V. G., DRUGOV Yu. S., 1991: Gas Chromatography in Air Pollution Analysis. *New York: Elsevier*. 211 s. ISBN 978-0-444-98732-7

BREJCHA J., 2009: Fungisivní emise prachu z povrchových dolů. *Příloha Zpravodaje Hnědé uhlí 4/2009*: 58-62, ISSN 1213-1660

BREJCHA J., VAIDIŠOVÁ L., 2009: Vztah mezi depozicí prašného spadu a koncentrací aerosolových částic PM₁₀. *Příloha Zpravodaje Hnědé uhlí 4/2009*

DHAR B.B., 1994: Changing environment scenario in mining industry. *Journal of Mines, Metals and Fuels*: 309–314

EPA, 2004: Air Quality Criteria for Particulate Matter, Volume I of II. *United States Environmental Agency, Washington D.C., EPA/600/P-99/002aF, 900 pp, 4-7.*

GEHRIG R., HUEGLIN CH., SCHWARZENBACH B., SEITZ T., BUCHMANN, B., 2005: A new method to link PM₁₀ concentrations from automatic monitors to the manual gravimetric reference method according to EN12341. *Atmospheric Environment, Volume 39, Issue 12, Pages 2213-2223. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2005.01.005*

GIESS P., GODDARD A.J.H, SHAW G., 1997: Factors affecting particle resuspension from grass swards. *Journal of Aerosol Science*, 28: 1331 – 1349

HARDY, C.C, OTTMAR, R.D., PETRSON, L., CORE, J.E., SEAMON,P., eds. 2001: Smoke management guide for prescribed and wildland fire. 226 p. In: KEDER, J., ŠKÁCHOVÁ, H., 2011: Hodnocení rozptylových podmínek pro šíření znečišťujících látek pomocí ventilačního indexu. *Ochrana ovzduší ve státní správě – teorie a praxe VII. Sborník, MŽP, p.100. ISBN: 978-80-86832-62-3*

HOLOUBEK, I., 2005: Troposférická chemie. 1. vyd. MU, *Faculty of Science*, p. 160. ISBN 80 -210 -3656 -7

KEDER, J., ŠKÁCHOVÁ, H., 2011: Hodnocení rozptylových podmínek pro šíření znečišťujících látek pomocí ventilačního indexu. *Ochrana ovzduší ve státní správě – teorie a praxe VII. Sborník, MŽP, p.100. ISBN: 978-80-86832-62-3*

MANAHAN, S.E., 2010: Environmental chemistry, ninth edition. *CRC press, Taylor & Francis Group. Chapter 10, Pages 265 – 267. ISBN: 978-1-4200-5920-5*

MARICQ, M.M. 2007: Coagulation dynamics of fractal-like soot aggregates. *Journal of Aerosol Science. Volume 38, Issue 2, Pages 141-156, DOI: 10.1016/j.jaerosci.2006.11.004*

MONI V., 2012: Studie možností snížení prašnosti v areálu složišť VEP Severní lom – Elektrárny Pruněřov. In: MONI V., TÄUBER J., HOLÝ F., 2013: Snižování prašnosti strojních zařízení používaných na hnědouhelných dolech. *Zpravodaj Hnědé uhlí 2/2013: 29*

MONI V., TÄUBER J., HOLÝ F., 2013: Snižování prašnosti strojních zařízení používaných na hnědouhelných dolech. *Zpravodaj Hnědé uhlí 2/2013: 29*

OBROUČKA K., 2001: Látky znečišťující ovzduší. *VŠB-Technická univerzita Ostrava (skripta), Ostrava, 73 s. ISBN 80-248-001-X*

ONDRÁČKOVÁ L., ONDRÁČEK J., ANDĚLOVÁ L., SMOLÍK J., 2009: Koncentrace aerosolu v barokním knihovním sále národní knihovny. In: Sborník konference 2009, *Čejkovice, Česká aerosolová společnost. 78 s: 9. ISBN 987-80-86186-20-7*

PAPAGIANNIS A., ROUSSOS D., MENEGAKI M., DAMIGOS D., 2014: Externalities from lignite mining-related dust emissions. *Volume 74, Issue C, 2014, Pages 414-424. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.08.026*

RAO C.S.,1998: Environmental Pollution Control Engineering. In: Gautam S, Patra A.K., Prusty B.K., 2012: Opencast mines: A subject to major concern for human

health. *International Research Journal of Geology and Mining*. Volume 2 (2): 25-31. ISSN: 2276-6618

RICHTER M., 2014: Technologie ochrany životního prostředí, část II. Technologie ochrany ovzduší. *Skripta. Ústí nad Labem*.

ROJÍK P., 2005: Návrh stratigrafického členění terciéru sokolovské pánve. *Zpravodaj Hnědé uhlí, 2/2005, 16-34, Most*

SCHWELA D., 2000: Air pollution and health in urban areas. *Reviews on Environmental Health*. 15/1-2: 13-42. DOI: 10939084

SVOBODA J., TÄUBER J., HOLÝ, F., 2012: Odprášení drtiče a třídiče, linka B, zpráva TPD-013/12, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. In: MONI V., TÄUBER J., HOLÝ F., 2013: Snižování prašnosti strojních zařízení používaných na hnědouhelných dolech. *Zpravodaj Hnědé uhlí 2/2013: 29*

SUN, W., NIU, L., CHEN, S., SUN, X., HOU, Y., 2015: Numerical investigation of nitrogen spontaneous condensation flow in cryogenic nozzles using varying nucleation theories. *Original Research Article, Cryogenics, Volume 68, Pages 19-29* DOI: 10.1016/j.cryogenics.2015.01.010

SWINDERMAN R.T., GOLDBECK L.J & MARTI A.D., 2002: Foundations 3. The Practical Resource for Total Dust & Material Control. *Martin Engineering Neponset, Illinois, USA. Chapter 11: 114 – 123. ISBN 0-9717121-0-7*

ŠPINETTIOVÁ L., 2011: Provozní řád lomu Jiří vzhledem k ochraně ovzduší. *TPD. 68.*

TÄUBER J., BREJCHA J., VAIDIŠOVÁ L., 2009: Snížení prašnosti v okolí dolů – rešerše. In: MONI V., TÄUBER J., HOLÝ F., 2013: Snižování prašnosti strojních zařízení používaných na hnědouhelných dolech. *Zpravodaj Hnědé uhlí 2/2013: 29*

VALAVANIDIS, A., VALACHOGIANNI, T., FIOTAKIS, K., LORIDAS, S., 2013: Pulmonary oxidative stress, inflammation and cancer: Respirable particulate matter, fibrous dusts and ozone as major causes of lung carcinogenesis through reactive oxygen species mechanismus. *International Journal of*

Environmental Research and Public Health. 10/9: 3886 – 3907. DOI: 10.3390/ijerph10093886

XU R., 2015: Light scattering: A review of particle characterization applications, *Particuology*, 2/2015: 11-21 DOI:10.1016/j.partic.2014.05.002

XI Z., JIANG M., YANG J., TU X., 2014: Experimental study on advantages of foam – sol in coal dust kontrol. *Proces safety and Environmental. Elsevier*. 637 – 644.

Internetové odkazy:

1. **HINDS, W., 1999:** Aerosol Technology, Library of Congress Cataloging – in Publication Data, USA, online, citace 15.3.2015, dostupné z http://samples.sainsburysebooks.co.uk/9781118591567_sample_414021.pdf
2. **HNILICOVÁ H., 2008.:** Emise PM10 a jejich zdroje. Přednáška, ČHMÚ, online, citace 15.3.2015, dostupné z: www.svcement.cz/.../sd2008-prednaska-hh-emise-pm10-a-jejich-zdroje
3. **HOLLEROVÁ J., 2007:** Prašnost na pracovišti. Státní zdravotní ústav Praha, online, citace dne 7.3.2015, dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti-1>
4. **HOLOUBEK I., 2007:** Chemie životního prostředí III, Atmosféra (02) Aerosoly, Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí, Masarykova univerzita Brno, online, citace 10.3.2015, dostupné z : www.recetox.muni.cz/res/file/...iii/chzp-iii-atmosfera-02-aerosoly.pdf
5. **ČHMÚ, 2013:** Grafická ročenka, online, citace 10.3.2015, dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/13groc/gr13cz/II_ovzd_CZ.html
6. **ČHMÚ, 2012:** Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2012, online, citace 10.3.2015, dostupné z: <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr12cz/kap2421.html>
7. **EEA, 2014** – European Environment Agency, Znečištění ovzduší, online, citace 15.3.2015, dostupné z <http://www.eea.europa.eu/cs/themes/air/intro>

8. **MEMBERS OF THE WHO, 2004.:** Health aspects of air pollution. Results from the WHO project "Systematic review of health aspects of air pollution in Europe", online, citace 15.3.2015, dostupné z: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf.../E83080.pdf
9. **MORVICOVÁ L., MORVIC P., 2014:** Oznámení záměru, Rozšíření přímo dotčené oblasti již posuzovaného záměru hornické činnosti v dobývacích prostorech východní části sokolovského revíru – odtěžení nadloží od původního terénu v rozšířené ploše. Informační systém EIA, online, citace 10.4.2015, dostupné z: < http://portal.cenia.cz/eiasea/download /RUIBX09W NDEyNF9vem5hbWVuaURPQ180Mj I5Njk2MDE5NTY2M zM3NzU 5Ln BkZg/OV4124 _ oznameni.pdf>
10. **MŽP, 2013:** Věstník Ministerstva životního prostředí, Ročník VIII, online, citace dne 2.4.2015, dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/ docs/uoco/ oez/emise/evidence/aktual/Vestnik_2013_8.pdf
11. **ROČENKA PRAHA, 1999:** Životní prostředí, Ovzduší - Imise, 1B.4 – Prašný spad, online, citace 7.3.2015, dostupné z: http://envis.praha-mesto.cz/ rocenky/pr_99/kap_01b4.htm
12. **SZÚ PRAHA, 2005:** Suspendované částice (tuhý/prašný/pevný a nebo jen aerosol), online, citace dne 27.3.2015, dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/konz_dny_a_seminare/20 05/2_suspendovane_castice.pdf
13. **VÁGNEROVÁ M. , BREJCHA J., 2014:** Ovzduší a hydrická rekultivace hnědouhelných lomů. Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., online, citace 7.3.2015, dostupné z: http://mosteckejezero.cz/wpcontent/uploads/2014/04/ Clanek_Vagnerova2_03032014.pdf
14. **VLASÁKOVÁ L., ŠKÁCHOVÁ H., CRHOVÁ L., 2015:** Kvalita ovzduší a rozptylové podmínky na území ČR, ČHMÚ, online, citace dne 2.4.2015 dostupné z: http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/ UNOR _ 2015.pdf

Legislativa

15. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb., online, [cit.2015.03.21], dostupné z <aplikace.mvcr.cz/sbirkazakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=24089>
16. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, online, [cit. 2015.03.21], dostupné z <<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf>>
17. ČSN EN 481 Ovzduší na pracovišti. Vymezení velikostních frakcí pro měření polétavého prachu, 10/1999
18. ČSN ISO 7708 Kvalita ovzduší - Definice velikostních částic pro odběr vzorků k hodnocení zdravotních rizik, 1/1998
19. ČSN EN 1540 Ovzduší na pracovišti - Terminologie, 9/1999
20. Vyhláška MŽP č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečištění a jejím zjištění a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, online, [cit.2015.03.21], dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-415>>
21. Usnesení vlády ČR č. 331/91 Sb. ze dne 11. září 1991 ke zprávě o účelnosti další těžby hnědého uhlí v Chabařovicích, okres Ústí nad Labem
22. Nařízení vlády ČR č. 444/1991 Sb., ze dne 30. října 1991 ke zprávě o územních ekologických limitech těžby hnědého uhlí a energetiky v SHP
23. Usnesení vlády ČR č. 490/91 Sb. ze dne 27. listopadu 1991 k programu ozdravení životního prostředí v okrese Sokolov
24. Zákon č. 44/1988 Sb., Horní zákon, ve znění pozdějších předpisů, konsolidované znění, online, [cit.2015.03.18], dostupné z <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1988-44>>

9 Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obrázek č.1: Procesy částic v atmosféře (online) [cit. 2015.03.20], dostupné z <<https://books.google.cz/books...MANAHAN,+S.E.:+Environmental+chemistry,+ninth+edition&source>>

Obrázek č.2: Schéma distribuce povrchu částic atmosférického aerosolu (online) [cit. 2015.03.21], dostupné z <<https://www.recetox.muni.cz/res/file/...iii/chzp-iii-atmosfera-02-aerosoly.pdf>>

Obrázek č.3: Průnik jednotlivých velikostních frakcí prachu do dýchacích cest (online) [cit. 2015.03.21], <http://www.svcement.cz/includes/dokumenty/pdf/sd2008-prednaska-hh-emise-pm10-a-jejich-zdroje.pdf>>

Obrázek č.4: Porovnání velikosti průměru lidského vlasu se zrnkem prachu (online) [cit. 2015.03.20], dostupné z: <<http://www.epa.gov/region02/mediacenter/imagegallery/>>

Obrázek č.5: Vdechovatelná, thorakální a respirabilní konvence dle ČSN EN 481 (online) [cit. 2015.03.25], dostupné z:< <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>>

Obrázek č.6: Průměrný podíl významných sektorů na národních primárních emisích prachových částic PM₁₀ (online) [cit.2015.03.25], dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/13groc/gr13cz/SumObr_CZ.html>

Obrázek č.7: Trendy ročních charakteristik PM₁₀ v České republice v letech 1996-2013 (online) [cit.2015.03.25], dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/13groc/gr13cz/SumObr_CZ.html>

Obrázek č.8: Trendy ročních charakteristik PM_{2,5} v České republice v letech 1996-2013 (online) [cit.2015.03.25], dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/13groc/gr13cz/SumObr_CZ.html>

Obrázek č.9: Směšovací vrstva

Obrázek č.10: Ventilační index

Obrázek č.11: Vztah koncentrací a ventilačního indexu

Obrázek č.12: Skladba ventilačního indexu v krajích a aglomeracích České republiky (online) [cit.2015.03.12], dostupné z <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/UNOR_2015.pdf>

Obrázek č.13: Podíl částic zvířeným prouděním vzduchu v závislosti na vlhkosti povrchu (online) [cit.2015.03.20], dostupné z < http://envis.prahamesto.cz/rocnky/DZ_OO/pril_practexty/BK14/SekPrasnost.pdf>

Obrázek č.14: Mlžící zařízení Sentinel, Zpravodaj hnědého uhlí 4/2013 (<http://intranet.suas.cz/zpravodaj-h-uhli>)

Obrázek č.14 a,b: Srovnání jednoznačně dokazující účinnost zařízení, Zpravodaj hnědého uhlí 4/2013 (<http://intranet.suas.cz/zpravodaj-h-uhli>)

Obrázek č.15: Stratigrafické vztahy mezi miocénními slojemi, Zpravodaj Hnědé uhlí, 2/2005 (<http://intranet.suas.cz/zpravodaj-h-uhli>)

Obrázek č.16: Pětiletý průměr 2009 – 2013 - roční průměrné koncentrace PM₁₀ (µg.m⁻³) v zájmovém území (online) [cit.2015.03.20], dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/13petileti/png/PM10/13PM10_regionK.png>

Obrázek č.17: Pětiletý průměr 2008 – 2012 - 36. nejvyšší 24-hod. koncentrace PM₁₀ (µg.m⁻³) v zájmovém území (online) [cit.2015.03.20], dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/13petileti/png/PM10m36/13PM10m36_regionK.png>

Obrázek č.18 : Roční průměrné koncentrace PM₁₀ v letech 2009 – 2013 na stanicích, kde byl překročen imisní limit (online) [cit.2015.03.20], dostupné z <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/UNOR_2015.pdf>

Graf č.19: Výsledky měření PM₁₀ v Lomnici v období 1.10.2009 – 8.10.2009

Graf č.20: Výsledky měření PM₁₀ v Lomnici v období 13.9.2012 – 27.9.2012

Graf č.21: Výsledky měření PM₁₀ v Lomnici v období 11.3.2014 – 25.3.2014

Graf č.22: Výsledky měření PM₁₀ v Lomnici v období 5.8.2014 – 19.8.2014

Graf č.23: Výsledky měření PM₁₀ v Lomnici v období 5.8.2014 – 19.8.2014

Graf.č.24: Výsledky měření PM₁₀ v Královském Poříčí v období 6.9.2012 – 13.9.2012

Graf č.25: Výsledky měření PM₁₀ v Královském Poříčí v období 8.4.2014 – 15.4.2014

Graf č.26: Výsledky měření PM₁₀ v Královském Poříčí v období 9.9.2014 – 19.6.2014

Obrázek č.27: Mapa zájmového území s ohraničením současného lomu (online) [cit.2015.03.20], dostupné z< Google maps

Obrázek č.28: Mapa zájmového území s ohraničením současného (červená) a budoucího (žlutá) lomu (online) [cit.2015.03.20], dostupné z< Google maps

Obrázek č.29: Návrh ochranných valů u obcí Lomnice, Svatava, Královské Poříčí (online) [cit.2015.03.20], dostupné z< Google maps

Obrázek č.30: Foto zájmového území s návrhem mlžící stěny u obce Lomnice (online) [cit.2015.03.20], dostupné z< Google maps

Obrázek č.31: Foto zájmového území s návrhem mlžící stěny a ochranného valu u obce Lomnice (online) [cit.2015.03.20], dostupné z< Google maps

Obrázek č.32: Letecký snímek NS s přílehlou komunikací Lomnice (online) [cit.2015.03.20], dostupné z< Google maps

Foto č.1: Prach ve vznosu na přesypech DPD

Foto č.2: Kolesové rypadlo typu KU300S

Foto.č.3: Kolesové rýpadlo typu KU800

Foto č.4: Hlavní příjezdová cesta k lomu

Foto č.5: Zvířený prach po průjezdu auta

Foto č.6: Zkrápěcí vůz

Foto č.7: Utěšňování důlních děl

Foto č.8: Utěšňování důlních děl

Foto č.9: Likvidace zápary

Foto č.10: Zakrytované pasovky před drtírnou

Foto č.11: Zakrytované pasovky před nakládací stanicí

Foto č.12: Nezakryté pasové dopravníky na NS

Foto č.13: Pohled z NS na nezakrytý svah

Tabulka č. 2: Imisní limity pro suspendované částice PM₁₀ pro ochranu zdraví a maximální počet jejich překročení za rok (online) [cit.2015.03.20], dostupné z <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/9f4906381b38f7f6c1257a94002ec4a0?OpenDocument>

10 Přílohy

Příloha č.1: Denní koncentrace částic $PM_{2,5}$ za rok 2013 naměřené v lokalitě Sokolov, (online) [cit.2015.03.20], dostupné z http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/13petileti/png/PM10/13PM10_regionK.png

Příloha č.2: Denní koncentrace částic PM_{10} za rok 2013 naměřené v lokalitě Sokolov , (online) [cit.2015.03.20], dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/13petileti/png/PM10m36/13PM10m36_regionK.png>

Příloha č.3: Výřez z mapového podkladu – lom Jiří u Královského Poříčí, 2015, se zakresleným návrhem ochranného protiprašného valu

Příloha č.4: Mapový podklad – lom Jiří u obce Lomnice, 2015, se zakreslenou budoucí hranicí (zelená) lomu dle POPD 2020

Příloha č.5: Umístění měřicího místa – Lomnice, (online) [cit.2015.03.20], dostupné z: <https://maps.google.cz>

Příloha č.6 Umístění měřicího místa – Královské Poříčí, (online) [cit.2015.03.20], dostupné z: <https://maps.google.cz>

V přílohách č. 1a a 1b jsou uvedeny průměrné hodnoty denní koncentrace částic PM_{2,5} za rok 2013 naměřené v lokalitě Sokolov

Příloha č.1a

Průměrné denní koncentrace v měrných jednotkách - tabelární přehled 2013

Den /měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	10,0	5,3	3,4	3,2	2,5	1,3	6,0	6,2	3,1	2,9	3,8	7,5	21,0	20,1	24,6	29,6	19,6
2	7,0	2,1	1,8	1,7	1,8	6,5	6,6	6,8	9,3	16,1	25,6	34,5	27,8	32,0	34,5	32,4	33,5
3	6,1	13,4	9,0	12,0	22,6	34,6	31,9	32,5	15,5	6,9	24,2	22,5	22,5	18,3	12,7	18,2	18,8
4	13,3	23,8	24,2	24,6	26,8	10,3	10,2	17,9	11,2	2,7	3,9	3,0	4,3	8,5	6,8	11,5	8,0
5	22,2	16,5	14,7	10,7	14,6	17,8	11,4	9,3	8,3	5,6	8,5	3,0	2,8	3,9	10,5	11,9	8,1
6	3,4	2,0	5,8	9,7	8,3	14,0	15,6	14,2	10,4	9,5	8,5	10,6	11,8	4,9	7,6	4,7	16,9
7	8,4	10,5	8,7	6,5	16,4	14,6	11,4	17,0	24,4	17,4	9,8	12,1	13,2	14,4	10,0	15,2	17,5
8	10,0	14,6	20,6	11,5	18,8	14,8	14,6	9,5	9,7	11,2	10,5	10,0	6,4	6,7	10,5	12,3	16,7
9	5,0	9,0	4,8	10,1	11,5	17,1	16,8	16,3	3,7	5,2	3,1	4,9	8,0	4,7	3,2	2,7	4,4
10	12,8	10,8	13,5	14,2	20,4	23,0	23,8	34,5	24,1	3,2	3,6	10,5	9,5	19,4	10,0	10,8	4,7
11	26,5	6,6	2,7	1,6	6,3	2,9	1,8	8,6	7,0	3,4	5,9	16,0	11,7	16,4	22,5	19,8	21,0
12	6,3	11,4	27,6	14,0	8,4	3,7	6,8	8,6	7,5	6,8	2,7	7,3	3,0	10,1	14,0	22,2	30,5

Zdroj: CHMI.cz

Příloha č.1b

Průměrné denní koncentrace v měrných jednotkách - tabelární přehled 2013

Den /měsíc	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	X	Max.	N
1	18,0	28,2	37,5	73,8	77,6	98,3	46,5	45,8	37,1	32,1	4,6	1,0	1,2	2,0	21,7	98,3	31,0
2	20,2	7,9	4,9	14,7	32,0	29,3	***	***	***	***	17,5	***	***	***	16,9	34,5	24,0
3	27,0	6,1	3,2	12,6	17,3	20,5	15,5	18,6	15,1	24,0	37,6	56,9	42,2	18,1	20,5	56,9	31,0
4	12,5	7,3	11,5	25,5	30,5	11,6	11,3	10,2	12,8	3,8	10,6	10,0	15,7	***	12,8	30,5	30,0
5	6,2	7,7	3,3	2,4	2,2	4,1	6,7	5,9	1,4	5,5	5,2	6,2	1,8	6,3	7,9	22,2	31,0
6	22,5	26,2	19,7	4,5	6,5	3,8	***	***	1,0	1,0	6,5	6,2	6,1	***	9,4	26,2	28,0
7	18,6	13,8	12,8	9,7	14,1	19,6	16,5	14,1	17,3	21,7	14,9	6,8	6,7	6,3	13,6	24,4	31,0
8	11,2	7,9	9,6	13,9	18,0	16,5	17,0	9,8	10,0	14,2	12,3	15,2	18,8	16,6	12,9	20,6	31,0
9	4,4	5,8	4,1	3,9	9,2	5,2	9,8	17,8	11,0	8,8	12,2	10,6	10,6	***	8,1	17,8	30,0
10	8,6	19,9	13,7	7,5	18,2	9,5	7,1	13,4	13,9	3,4	4,9	5,2	9,2	17,2	12,9	34,5	31,0
11	13,5	15,7	5,8	12,1	15,3	10,1	4,6	6,8	9,6	12,8	10,9	8,0	6,4	***	10,4	26,5	30,0
12	32,2	37,1	25,9	11,5	7,7	7,9	15,1	19,9	17,3	8,0	24,5	2,9	13,9	21,6	14,1	37,1	31,0

Zdroj: CHMI.cz

V přílohách č. 2a a 2b jsou uvedeny průměrné hodnoty denní koncentrace částic PM₁₀ za rok 2013 naměřené v lokalitě Sokolov

Příloha č.2a

Průměrné denní koncentrace v měrných jednotkách - tabelární přehled 2013

Den/ Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	14,4	11,1	6,6	6,5	4,1	3,3	11,4	10,1	7,3	7,8	6,0	11,9	32,7	25,9	32,3	34,0	24,9
2	16,6	6,0	6,7	5,0	7,1	12,2	10,5	11,0	16,4	20,4	29,0	38,6	33,5	38,9	39,3	45,4	38,8
3	13,3	21,5	16,1	21,9	31,5	43,6	40,9	42,7	24,3	11,8	30,7	27,3	27,8	23,6	16,8	25,1	23,5
4	17,5	27,3	28,0	29,8	32,7	15,2	16,5	25,0	16,1	6,4	7,2	5,3	8,3	14,2	12,4	19,4	16,5
5	30,4	26,5	23,3	16,2	20,5	28,2	19,9	12,9	14,0	12,2	14,5	5,5	7,4	8,5	14,5	15,8	13,0
6	5,3	3,5	11,0	14,8	11,3	20,1	21,8	20,5	15,0	14,4	11,9	16,0	17,6	9,8	10,9	8,6	26,1
7	12,2	12,8	9,9	9,4	16,7	15,5	12,8	18,6	25,4	22,4	13,9	15,1	16,2	17,2	12,1	18,4	20,3
8	12,5	19,3	26,8	15,7	19,0	18,9	16,7	11,6	14,3	11,9	13,0	13,4	8,6	10,1	13,8	15,0	20,6
9	11,5	13,3	6,2	12,2	12,8	17,8	17,4	17,7	5,3	6,5	3,5	6,6	9,0	6,1	14,5	4,5	7,8
10	16,2	13,6	15,5	18,5	23,1	27,2	26,4	38,5	30,3	3,5	4,7	11,1	9,8	21,2	12,2	13,6	8,3
11	33,1	8,7	4,9	3,4	9,6	5,9	4,2	12,6	11,0	6,8	8,6	21,1	16,5	22,0	27,5	26,3	25,3
12	11,2	20,9	32,5	16,5	9,5	8,4	9,4	9,3	8,9	10,2	5,2	9,4	6,7	13,4	18,2	27,0	38,0

Zdroj: CHMI.cz

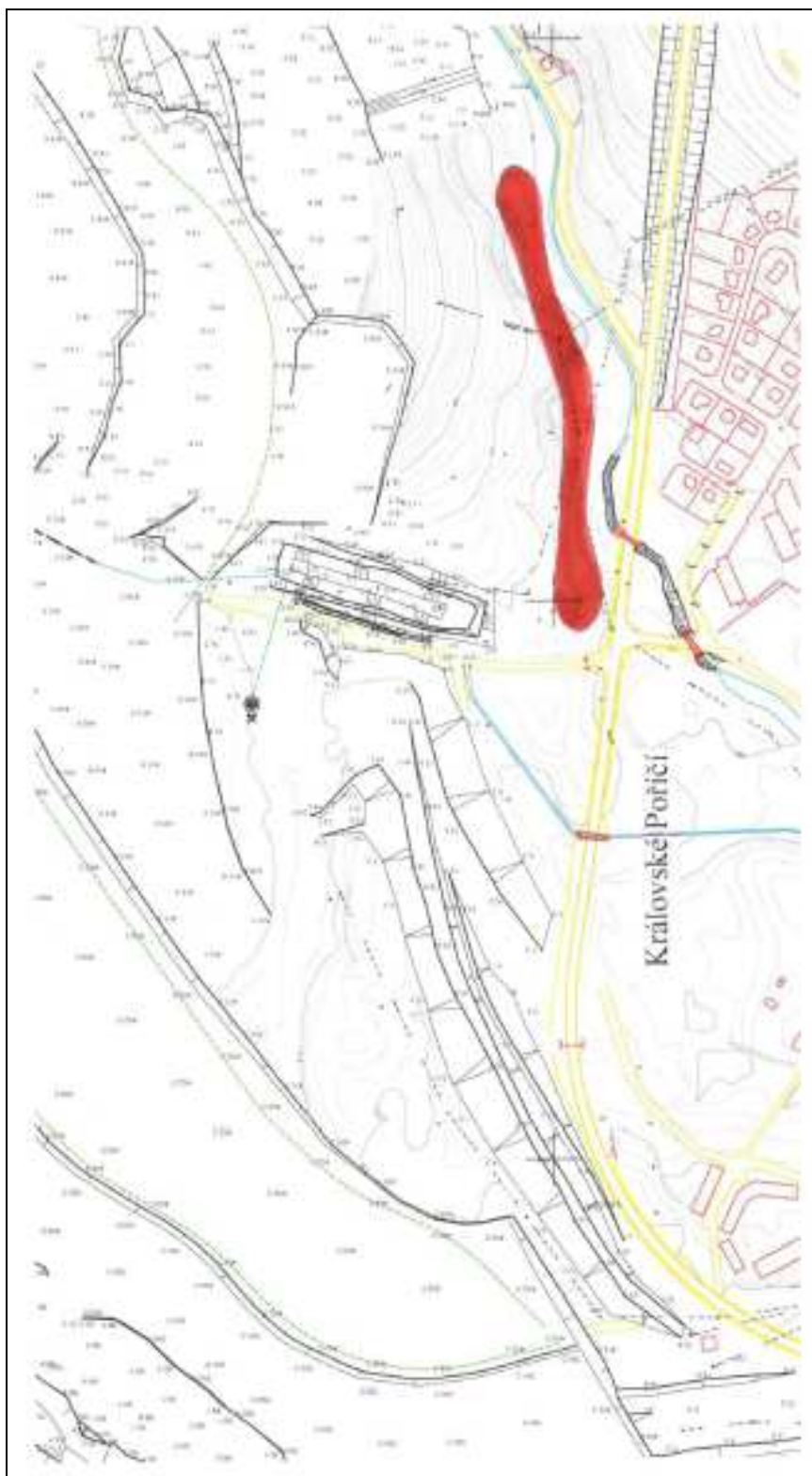
Příloha č.2b

Průměrné denní koncentrace v měrných jednotkách - tabelární přehled 2013

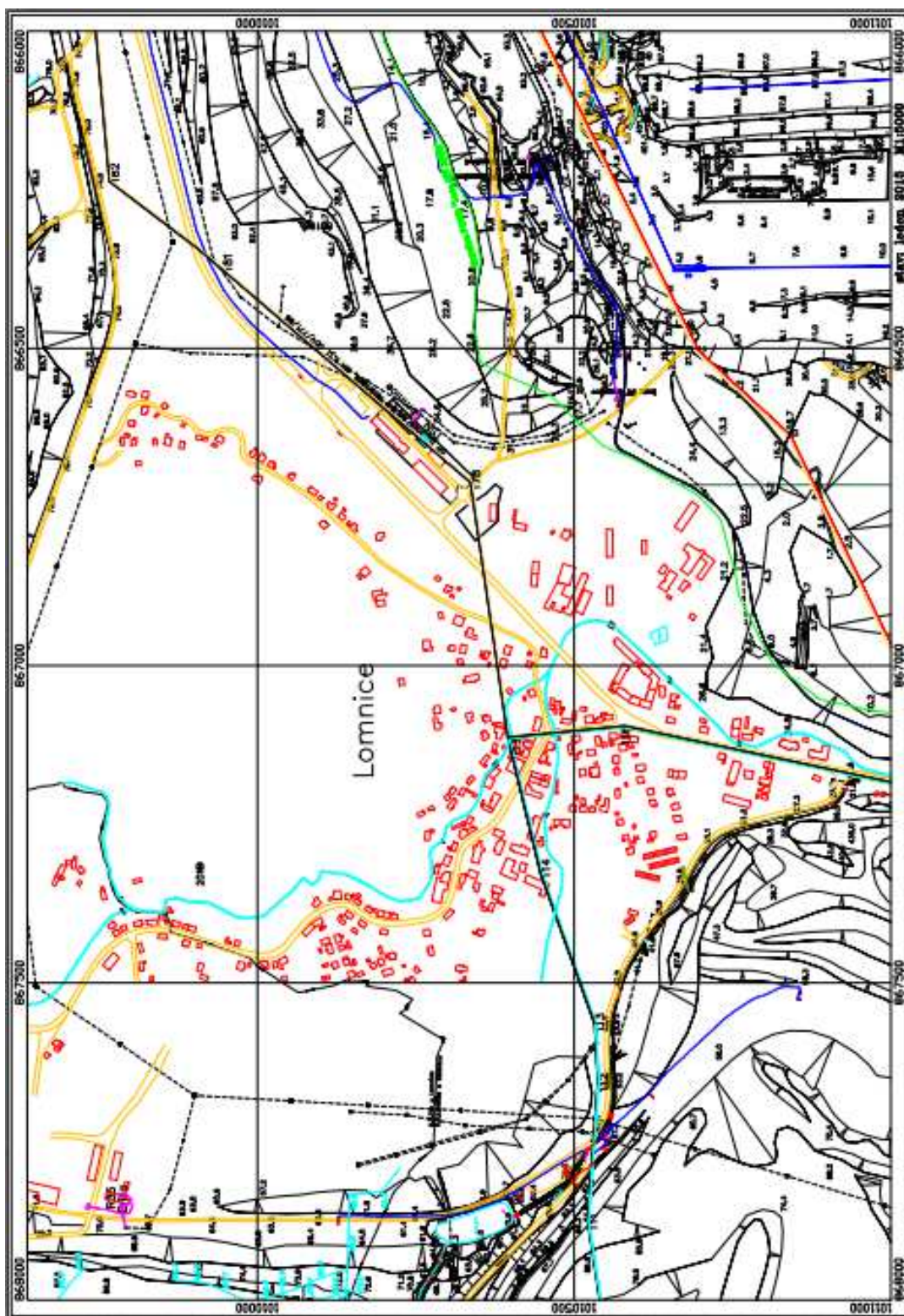
Den/ Měsíc	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	X=Ø	Max.	N počet dní
1	25,1	33,0	41,2	82,1	92,3	134,2	62,0	53,3	43,5	42,1	12,2	2,2	4,0	9,3	28,6	134,2	31
2	25,1	11,8	9,4	19,6	36,0	35,9	***	27,5	17,1	21,1	25,0	***	***	***	22,4	45,4	27
3	32,7	8,0	5,5	15,2	21,6	24,8	19,9	24,3	22,2	28,8	41,5	62,2	48,3	20,4	26,4	62,2	31
4	22,8	17,8	20,0	36,8	44,9	19,8	28,1	22,1	23,7	6,5	14,8	16,8	21,0	***	19,7	44,9	30
5	9,7	8,8	5,0	5,6	6,6	8,2	10,7	10,4	2,0	9,3	9,2	10,9	4,2	9,5	12,7	30,4	31
6	34,4	36,1	24,5	8,6	13,3	5,8	5,7	1,0	7,1	11,7	10,2	8,6	10,4	***	13,9	36,1	30
7	21,7	18,9	15,1	10,4	16,9	23,1	19,4	15,1	20,8	26,4	19,0	9,3	9,6	8,7	16,2	26,4	31
8	15,9	10,3	12,4	14,9	18,3	19,0	18,2	10,5	13,1	16,0	14,7	21,9	18,8	18,7	15,6	26,8	31
9	5,5	7,2	6,5	5,8	11,7	7,2	12,5	20,8	13,9	10,7	13,7	12,0	12,6	***	10,4	20,8	30
10	12,2	25,1	18,5	11,5	21,1	12,5	12,2	18,2	17,0	6,9	6,5	11,1	19,9	25,8	16,5	38,5	31
11	14,0	19,9	6,0	14,3	17,0	11,0	6,8	10,5	15,3	18,2	11,9	9,3	8,6	***	13,7	33,1	30
12	35,5	38,5	29,2	12,8	9,6	10,4	15,8	21,4	18,0	10,3	26,8	5,2	16,0	23,6	17,0	38,5	31

Zdroj: CHMI.cz

Příloha č.3 Výřez z mapového podkladu – lom Jiří u Královského Poříčí, 2015, se zakresleným návrhem ochranného protiprašného valu



Příloha č.4 Mapový podklad – lom Jiří u obce Lomnice, 2015, se zakreslenou budoucí hranicí (zelená) lomu dle POPD 2020



Příloha č.5 Umístění měřicího místa – Lomnice, GPS: N50°12.683 E012°38.246



Příloha č.6 Umístění měřicího místa – Královské Poříčí, GPS: N50°11.549 E012°40.782

