

Instalace protivětrných stěn na Úpravně uhlí Ledvice – objekt Hlubinný zásobník I a II

Installation of windbreak walls at the Ledvice Coal Treatment Plant - the Hlubinný stack I and II facility / Errichtung von Windschutzvorrichtungen in der Kohleaufbereitungsanlage Ledvice - Tieflager I und II

ING. DAVID HIRMAN^{1,3}, ING. VLADIMÍR HERŠKOVIČ^{2,3}

¹Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most; hirman@vuhu.cz

²Severočeské doly a.s. Bílina; herskovic@sdas.cz

³VŠB – Technická univerzita Ostrava

Přijato: 27. 4. 2023, recenzováno: 6. 6. 2023 (2 posudky)

ABSTRAKT

Při dobývání povrchovým způsobem a následném transportu vytěženého nerostu dochází prakticky při všech činnostech (ať už těžebních nebo transportních) k úniku prachových částic do okolí. Ochrana životního prostředí je v současnosti prioritou každé těžební společnosti. Článek popisuje využití protivětrných stěn jako jednoho z prostředků pro snížení negativních projevů úniku fugitivních emisí do okolí, a dále instalaci a specifické charakteristiky tohoto pasivního prostředku. Snížení projevů prašnosti je znatelné zejména v blízkosti obydlených částí. V článku je rovněž uvedeno porovnání hodnot sedimentační prašnosti v přílehlé obci Ledvice před a po instalaci předmětného opatření.

During surface mining and the subsequent transport of mined minerals, practically all activities (whether mining or transport) lead to the release of dust particles into the surroundings. Environmental protection is currently a priority for every mining company. The article describes the use of windbreak walls as one of the means for reducing the negative effects of fugitive emissions escaping into the surroundings, as well as the installation and specific characteristics of this passive means. The reduction in dustiness is especially noticeable near populated areas. The article also provides a comparison of sedimentation dust values in the adjacent village of Ledvice before and after the installation of the measure in question.

Während des Tagebaus und des anschließenden Transports des abgebauten Materials werden bei praktisch allen Tätigkeiten (ob Abbau oder Transport) Staubpartikel in die Umgebung freigesetzt. Der Schutz der Umwelt ist heute eine Priorität für jedes Bergbauunternehmen. In diesem Beitrag wird der Einsatz von Windschutzvorrichtungen (Wände) als eines der Mittel zur Verringerung der negativen Auswirkungen flüchtiger Emissionen auf die Umwelt beschrieben, ebenso wie die Installation und die spezifischen Merkmale dieser passiven Vorrichtung. Die Verringerung der Staubeentwicklung ist besonders in der Nähe von Wohngebieten spürbar. Der Artikel enthält auch einen Vergleich der Sedimentationsstaubwerte im benachbarten Dorf Ledvice vor und nach der Installation der fraglichen Maßnahme.

Klíčová slova: ekologie - protivětrná stěna - fugitivní emise - snížení prašnosti, prachové částice
Keywords: ecology - windbreak wall - fugitive emissions - dust reduction, dust particles

1 | ÚVOD

Na ekologické investice, zaměřené na snížení vlivu těžby na okolí, jsou každoročně vynakládány značné finanční prostředky. Je na každém zpracovatelském subjektu, které z prostředků pro snížení negativních projevů prašnosti zvolí. Jestli se vydá cestou využití zkrápění, postřiků nebo odsávání a hermetizací přesypů. Avšak bez ohledu na to, jakou technologii zvolí, stále zde zůstává poměrně významný faktor, který nelze zpravidla nějak jednoduše ovlivnit. Tímto faktorem jsou klimatické vlivy, a to především činnost větru. Při vyšších rychlostech proudění vzduchu dochází ke zviřování prachu, jeho uvedení do vznosu a následně jeho přenosu do širokého okolí. V souvislosti s požadavky na minimalizaci výše uvedených vlivů bylo přistoupeno ke spolupráci se společností VIVO consult s.r.o. nabízející produkty americké společnosti DSI, která vyrábí protiprašné systémy, včetně propustných sítí pro snížení vlivu větru na chráněné objekty a prostory. Protivětrné stěny jsou jedním z takřka bezúdržbových řešení uvedené situace. V návaznosti na instalaci tohoto prostřed-

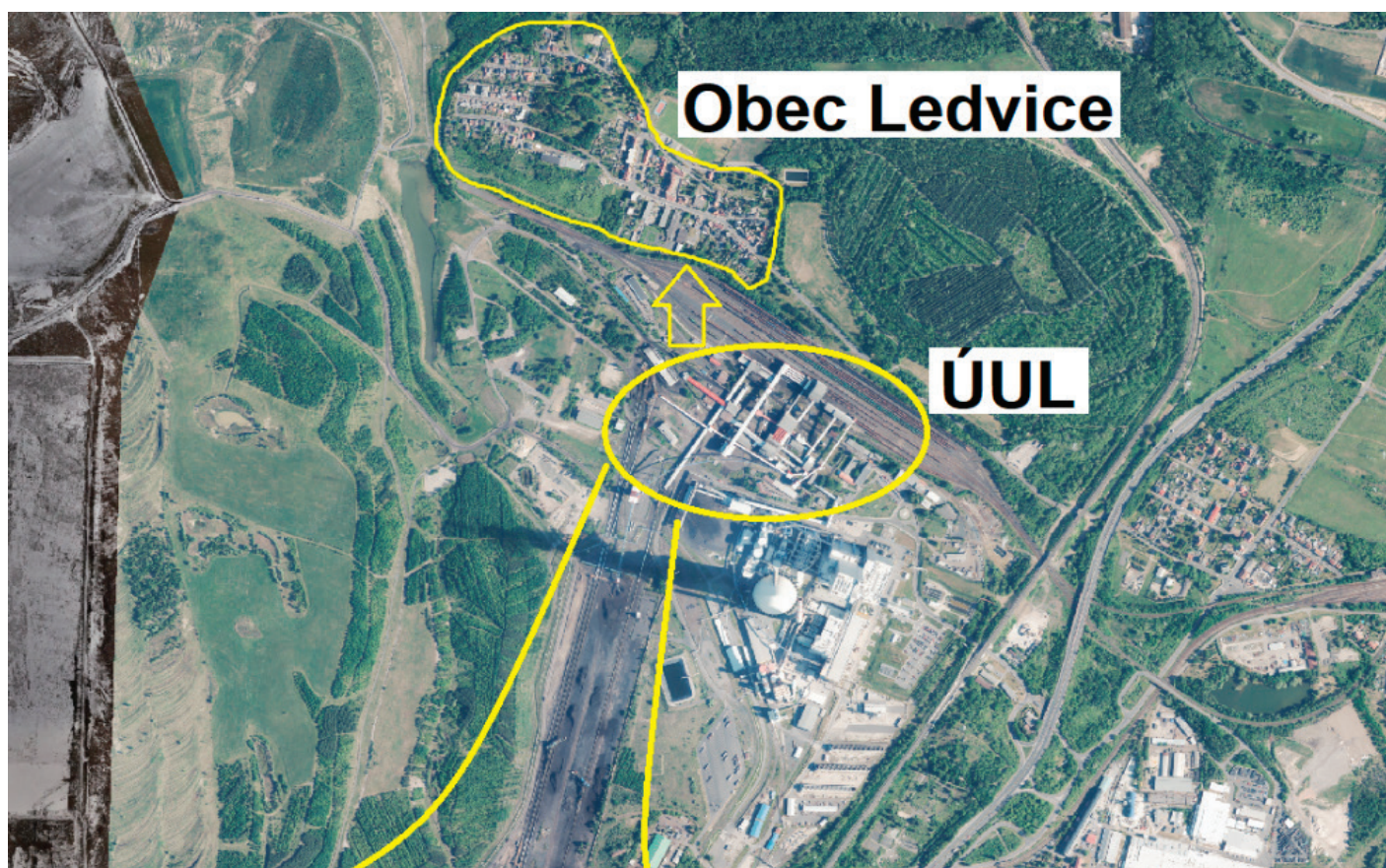
ku je vždy naprosto zásadní zohlednit nejen výšku a rozměr protivětrné stěny, ale také případně instalaci několika vzájemně se doplňujících stěn.

2 | POPIS OBJEKTU HLUBINNÝ ZÁSOBNÍK I A II

Hlubinné zásobníky představují zastřešené, částečně otevřené objekty, jejichž plné uzavření není z technických a bezpečnostních důvodů možné. Povrch zásobníků je trvale pokryt vrstvou uhelného prachu, stejně tak i jejich okolí a střechy zásobníků. Při zauhlování, v návaznosti na zvýšené rychlosti proudění vzduchu, pak dochází k zviřování deponovaného prachu a jeho přenosu do širokého okolí. V rámci předmětného provozu se tedy jedná o místa se zvýšenou prašností.

2.1 | PRÁVNÍ ASPEKTY PROVOZU STÁVAJÍCÍHO ZAŘÍZENÍ

Z hlediska platných právních předpisů jsou v souvislosti se skladováním uhlí plněny všechny právně



Obr. 1: Grafické znázornění proudění jižních větrů.

vymahatelné hodnoty a povinnosti. Jedná se o zákon o ochraně ovzduší a jeho prováděcí právní předpis – vyhlášku o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. [1,2]

Záměr byl realizován v prostoru těžební lokality Doly Bílina, v areálu Úpravny uhlí Ledvice, a to na hlu-
binných zásobnících HZ I a HZ II a v jejich nejbližším okolí. Úpravna uhlí Ledvice je vyjmenovaným sta-
cionárním zdrojem ve smyslu přílohy č. 2 zákona
č. 201/2012 Sb., kód 3.3 Třídění a jiná studená úprava
uhlí. Záměr se však týkal výhradně emisí zvířených
větrem – tzv. fugitivních emisí, pro něž platná právní
úprava nestanovuje žádný emisní limit ani podmín-
ky provozu a z tohoto zákona nevyplývá žádná pří-
má povinnost fugitivní emise regulovat. [3]

2.1.1 | TZL, PM_{10} A $PM_{2,5}$

Tuhé znečišťující látky (TZL) jsou částice od 0,1 μm po 0,5 mm charakteristické různorodým složením. Tuhé znečišťující látky mohou vznikat jak přírodní, tak lidskou činností. Termín se používá při posuzování a hodnocení úrovně znečišťování (emise).

Aerosolové částice (particulate matter - PM_{10} , $PM_{2,5}$) – jsou částice, které projdou při odběru vzorku zne-
čištěného vzduchu velikostně-selektivním vstupním
odlučovacím zařízením, které vykazuje pro ekviva-
lentní aerodynamický průměr 10 μm (2,5 μm) odlu-
čovací účinnost 50 %. Termíny se používají převážně
při posuzování a hodnocení úrovně znečištění (imi-
se) a nebo kvantifikaci obsahu frakcí PM_{10} ($PM_{2,5}$)
v TZL.

2.2 | NEŽÁDOUCÍ PROJEVY PŮSOBENÍ VĚTRU

Úpravna uhlí Ledvice je umístěna ve východní části
Dolů Bílina – mezi terénním ochranným valem a při-
lehlou elektrárnou Ledvice, vtěsné blízkosti obce Led-
vice. Působením jižního větru docházelo vlivem kori-
dorového proudění k nežádoucímu transportu pra-
chových částic směrem na obec Ledvice.

Množství emisí prachu zvířeného větrem bylo vy-
čísleno na základě metodiky US EPA a dat České-
ho hydrometeorologického ústavu. Použitá metodi-
ka AP-42: Compilation of Air Emission Factors, kapi-
tola 13.2.5 Industrial Wind Erosion představuje ve-
řejně dostupnou a obecně respektovanou metodi-

Tab. 1: Četnost proudění vzduchu dle větrné růžice ČHMÚ (% z celkové roční doby).

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Bezvětrí
4,45	9,88	12,28	1,92	1,5	6,68	27,29	13,73	22,27

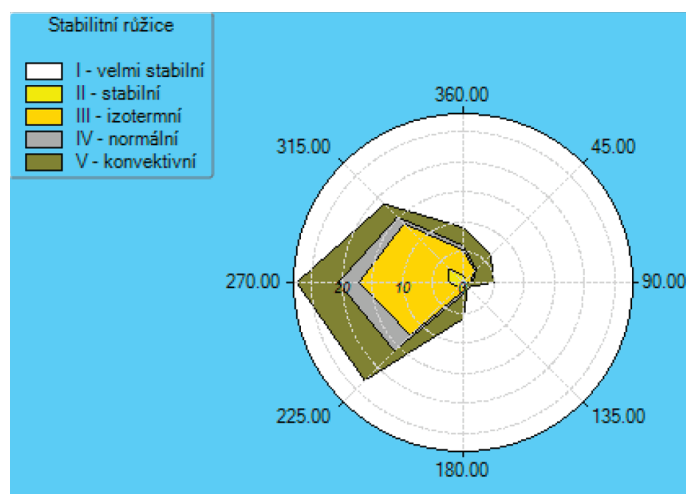
ku, která se prioritně zaměřuje právě na emise zvířené větrem při skladování a úpravě uhlí. [4]

Jako soubor vstupních dat byly zajištěny hodnoty maximálních rychlostí větru v 10minutových intervalech, naměřené na stanici Kopisty u Mostu za období 5 let, tj. za roky 2014–2018. Průměrná roční emise tuhých znečišťujících látek byla následně stanovena na cca 33,4 tun ročně. [5] Takový stav byl dlouhodobě neudržitelný.

2.2.1 | NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ

V souvislosti s požadavky na minimalizaci výše uvedených vlivů bylo přistoupeno ke spolupráci s americkou společností DSI, zastoupenou společností VIVO Consult, s.r.o., která vyrábí protiprašné systémy, včetně protivětrných stěn s instalovanou polyesterovou tkaninou s vysokou houževnatostí ke snížení intenzity větru po prostupu stěnou. Protivětrné stěny jsou jedním z takřka bezúdržbových řešení této situace. V návaznosti na instalaci tohoto prostředku je vždy naprosto zásadní zohlednit nejen výšku a rozměr protivětrné stěny, ale také případně instalaci několika vzájemně se doplňujících stěn.

Instalaci samotné předcházela několikrát měření a v průběhu roku 2017 se pracovníci výroby Dolů Bílina ve spolupráci s Odborem investic a odborníky společnosti DSI intenzivně zabývali možností protivětrných stěn v oblastech se zvýšenou prašností u Hlubinných zásobníků ÚUL. Jako výstup spolupráce byla na začátku roku 2018 vytvořena studie [3], která jednoznačně určila nejvyšší podíly směru a intenzity větrů. Její součástí byly větrné růžice. Růžice znázorňující třídy stability je na obrázku č. 2. Samotnému návrhu rozměrů a přesného umístění protivětrných stěn předcházela náročná simulace proudění vzduchu mezi objekty úpravy a přilehlé Elektrárny Ledvice, a to zapracované do širšího reliéfu okolní krajiny. [6]



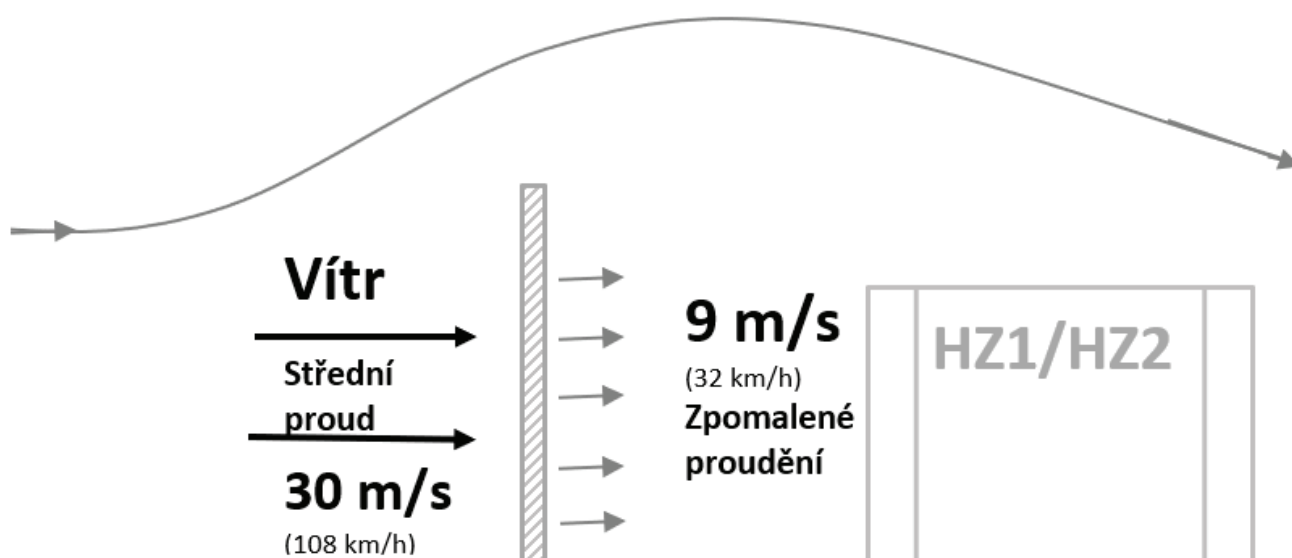
Obr. 2: Grafické vyjádření větrné růžice - dle tříd stability.

Na základě těchto analýz byla vypočtena emise TZL po realizaci projektu, která činí 5,1 t TZL ročně.

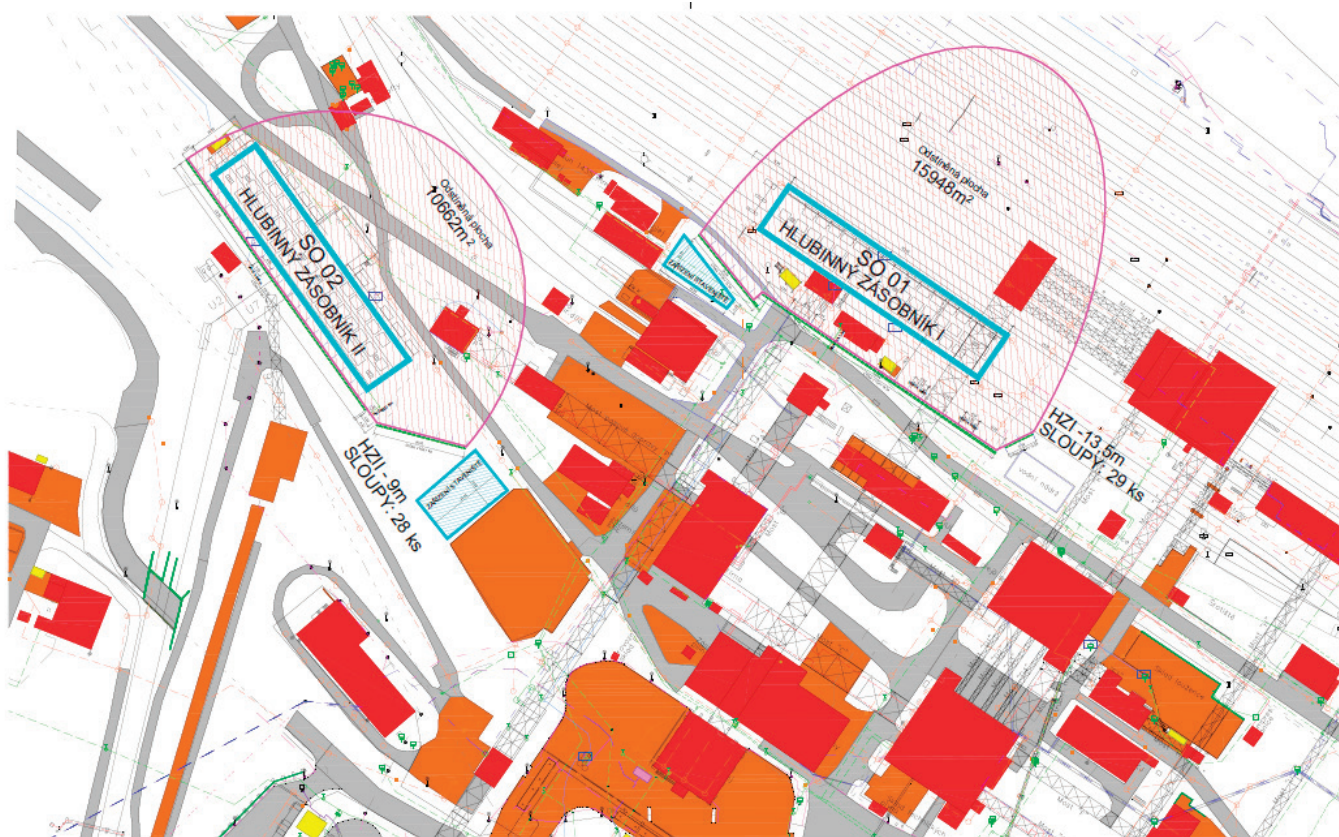
Výhodou bylo, že převládající směr větrů je dle grafického vyjádření větrné růžice v kalendářním roce převážně západní. Nicméně, aby se zamezilo unášení prachových částic do okolí ÚUL při proudění jižního větru, bylo rozhodnuto o instalaci protivětrných stěn před HZ I a HZ II.

2.3 | POPIS NAVRŽENÉHO OPATŘENÍ

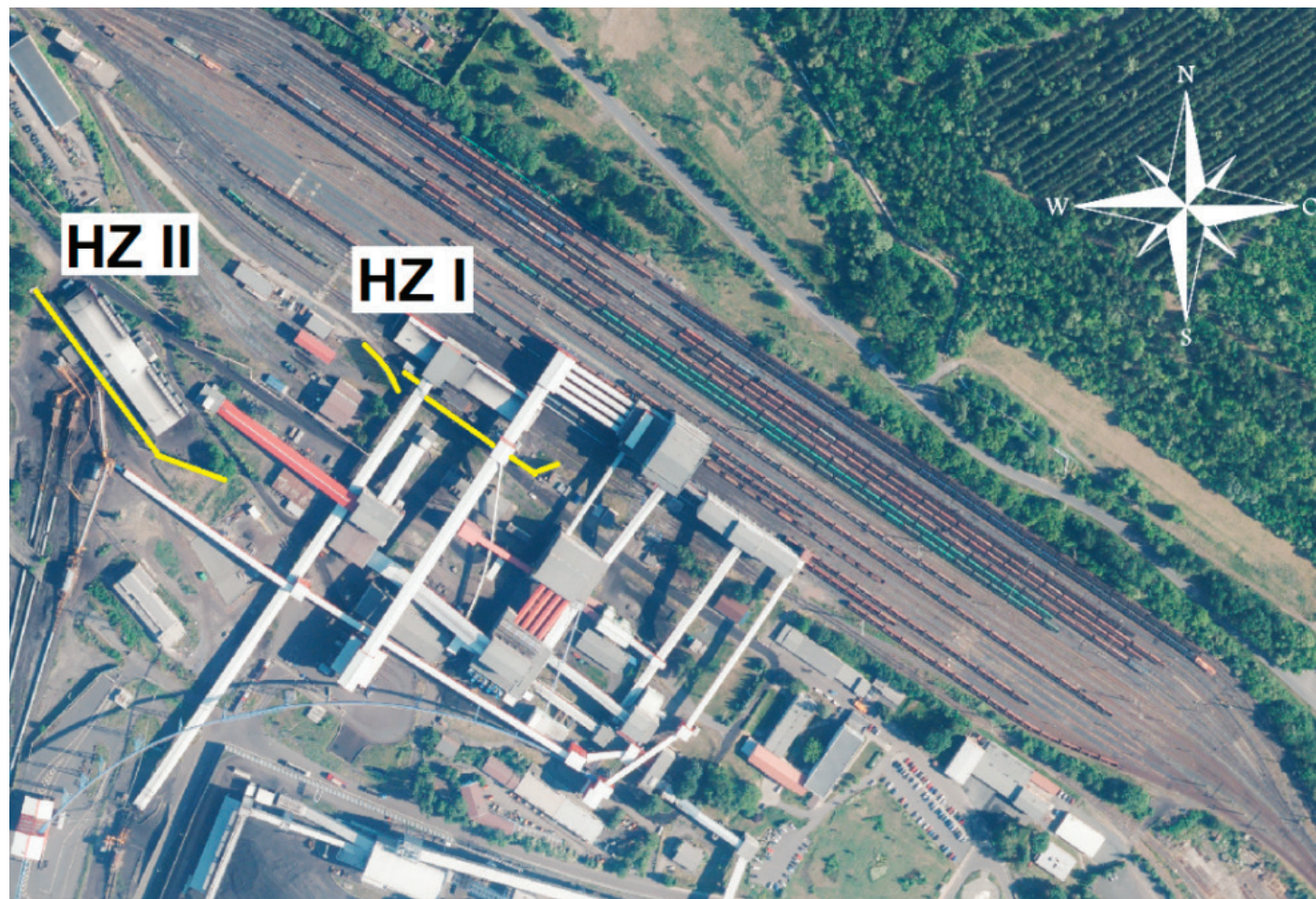
Primárním účelem protivětrných stěn je snížit rozlet prachových částic přinášených větrem, dále z dopravaného a uskladněného uhlénného materiálu u objektů HZ I, HZ II a prachu sedimentovaného v jejich bezprostředním okolí. Zamezením rozletu prachu u zdroje bude docíleno i snížení prašnosti v dotčených okolních městech a obcích. Princip opatření pro snížení prašnosti spočívá v instalaci protivětrných stěn snižujících rychlost proudění vzduchu a prach se tak nedostává do vznosu.



Obr. 3: Princip fungování protivětrné stěny s porézní tkaninou. [6]



Obr. 4: Grafické znázornění "odstíněné plochy".



Obr. 5: Místa instalace protivětrných stěn před HZ I a HZ II.

Protivětrné stěny jsou jedním z takřka bezúdržbových řešení této situace. Odborné výstupy ze studie dále již rozpracovala společnost PRODECO, a.s. do dalších stupňů projektové realizace až po finální realizaci celého projektu. [6]

Působení větru na protivětrnou stěnu a celý princip fungování redukce síly větru při průchodu porézním materiálem je znázorněn na obrázku č. 3.

2.4 | SPECIFIKACE PROTIVĚTRNÉ STĚNY

Protivětrná stěna se v podstatě skládá ze dvou částí (Wind fence, DustTamerTM) - z pevné konstrukce tvořené sloupy vzdálenými od sebe maximálně 6 m a polyesterové tkaniny s vysokou houževnatostí, která propouští vítr a nevytváří přitom pevnou překážku.

Tkanina DustTamerTM je speciálně navržena pro použití pro řízenou redukci rychlosti větru. Je vyrobena z tkaného polyesteru průmyslového typu, odolného vůči UV záření, počasí a extrémním teplotám. Je široká 1,5 m, je umístěna v horizontálním směru a překrývá podpěrné sloupy, které jsou od sebe vzdáleny cca 6 metrů. DustTamerTM má 30 % pórovitost a snižuje rychlost proudění větru o 70 % do vzdálenosti 15–20 násobku výšky stěny (pro realizaci projektu uvažována konzervativní hodnota 10 násobku výšky). Vzor tkaniny umožňuje vysokou odolnost v tahu bez nutnosti použití jakýchkoliv pomocných vodících lan. Látka odolává velkému zatížení větrem bez poškození (více než $160 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$). Je natažena a uchycena na sloupy silou více než

3 000 N v podélném směru, aby se zamezilo „vyvlátí“ (tzv. vlajkový efekt) a poškození vlivem abraze. Vzor tkaniny DustTamerTM má samočistící efekt, protože za větru se svislé filamenty pohybují podobně jako struny a sklepávají ulpělé částice. Tkanina má jednoduchý upevňovací a fixační systém. Pokud se tkanina DustTamerTM poškodí, oprava je velmi jednoduchá a spočívá pouze ve výměně poškozeného úseku. Trvalá instalace tkaniny je bez nutnosti údržby. Systém protivětrných stěn DustTamerTM má ověřenou životnost více než 20 let. [7]

Uvažovaná „odstíněná plocha“ - tzn. plocha, u níž bude zajištěna eliminace emisí prachu (tj. snížení rychlosti proudění pod úroveň mezní frikční rychlosti). Pro účely emisního výpočtu byla tato plocha definována jako desetinásobek výšky stěny, přičemž podle dostupných podkladů činí uvedená plocha 15–20 násobek výšky stěny, jedná se tedy o značně konzervativní výpočet. Znázorněna je na obrázku č. 4. [3]

2.5 | UMÍSTĚNÍ STĚN V OKOLÍ ZÁSOBNÍKŮ HZ I A HZ II

Podél jihozápadní stěny objektu HZ I byla navržena stěna výšky 13,5 m v celkové délce 164,5 m, tvořená ze třech částí délky: 42 m + 110,5 m + 12 m. Další stěna je rovněž podél jihozápadní stěny objektu HZ II navržena o výšce 9 m v celkové délce 156 m, tvořená ze dvou částí délky: 120 + 36 m. Ve stěnách jsou pro zajištění provozu navržena vrata provedená z ocelových profilů, ke kterým je rovněž upevněna tkanina DustTamerTM. [8]



Obr. 6: Přední část protivětrné stěny u HZ I.



Obr. 7: Detail napnuté tkaniny s prostupy OK.

Sloupy protivětrné stěny jsou navrženy jako trubkové. Sloup tvoří spodní díl většího průměru, horní díl tvoří trubka menšího průměru. Finální umístění stěn je znázorněné na obrázku č. 5.[8]

3 | POROVNÁNÍ PRODUKCE EMISÍ TUHÝCH ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK (TZL)

Vzhledem k údajům v tabulce, každý směr proudění ve větrné růžici odpovídá výseči o rozpětí 45°. Jejich průmětem vůči výše uvedeným výsečím, při nichž lze očekávat fugitivní emise u hlubinných zásobníků HZ I a HZ II, byly odvozeny následující podíly v % z celkové roční doby:

- pro hlubinný zásobník HZ I – 22,54 % roční doby
- pro hlubinný zásobník HZ II – 7,65 % roční doby

Nižší podíl u HZ II je dán výše uvedeným zalomením půdorysu stěny sočasně se skutečností, že u tohoto zásobníku je uvažována menší odstíněná plocha a většina této plochy je tak stěnou dostatečně ochráněna při různých směrech proudění.

Výsledná emise ve stavu "s projektem" je pak dána součinem výše uvedených podílů roční doby

a vstupní současné emise. Porovnání produkce emisí před a po realizaci opatření a vyhodnocení environmentálního efektu projektu - viz tab. 2-4. [3]

Výsledné emise jsou v tabulkách 2, 3 a 4 znázorněny v porovnání před projektem a po instalaci protivětrných stěn, kdy je vyčíslena celková produkce TZL, následně podíl PM_{10} a $PM_{2,5}$.

4 | ZÁVĚR

Prach patří k nejrozšířenějším škodlivinám, se kterými se člověk setkává jak v běžném životě, tak při svých pracovních činnostech. V případě emisí zvířených větrem navíc dochází k tomu, že není možné určit jednoznačného původce a k již přenášenému prachu se přidávají další různé částičky vznikající ať už výrobou, těžbou či například resuspencí vlivem dopravy z přilehlých komunikací. Nicméně ať už je původ prachových částic jakýkoliv, společnost Severočeské doly a.s. se rozhodla v případě hlubinných zásobníků předmětnou situaci řešit, bez ohledu na to, že prach přinášený větrem není vzniklý z úpravnických procesů.

Vzhledem k důkladné analýze lokality, zpracování vstupních údajů a zpracování modelových situací

Tab. 2: Porovnání produkce emisí tuhých znečišťujících látek (TZL). [3]

Zdroj emisí	Emise TZL [t/rok]		Snížení emisí po realizaci projektu	
	bez projektu	s projektem	[t/rok]	(%)
Hlubinný zásobník HZ I	17,202	3,870	-13,332	-77,50
Hlubinný zásobník HZ II	15,763	1,214	-14,549	-92,30
Celkem	32,965	5,084	-27,881	-84,58

Tab. 3: Porovnání produkce emisí PM₁₀. [3]

Zdroj emisí	Emise PM ₁₀ [t/rok]		Snížení emisí po realizaci projektu	
	bez projektu	s projektem	[t/rok]	(%)
Hlubinný zásobník HZ I	8,601	1,935	-6,666	-77,50
Hlubinný zásobník HZ II	7,882	0,607	-7,275	-92,30
Celkem	16,48	2,542	-13,940	-84,58

Tab. 4: Porovnání produkce emisí PM_{2,5}. [3]

Zdroj emisí	Emise PM _{2,5} [t/rok]		Snížení emisí po realizaci projektu	
	bez projektu	s projektem	[t/rok]	(%)
Hlubinný zásobník HZ I	1,290	0,290	-1,000	-77,50
Hlubinný zásobník HZ II	1,182	0,091	-1,091	-92,30
Celkem	2,472	0,381	-2,091	-84,58

pohybu větrných proudů došlo k situaci, kdy teoretické odhady byly nejen potvrzeny, ale účinnost instalovaných protivětrných stěn je lepší než původní prognózy. Toto zvolené řešení je jedinečné především v takřka bezúdržbovém řešení, kdy po počáteční instalaci je možné velice jednoduše provádět kontrolu funkčnosti. Dalším pozitivem je pak přístupnost instalované tkaniny Dust Tamer™, která eliminuje nežádoucí turbulence, k nimž dochází v případě pevných zábran, a v neposlední řadě především obslužnost a garantovaná životnost produktu.

Jedná se o jedno z řešení, kde je dlouholetá záruka pozitivních dopadů v otázce prašnosti patrná především v okolí provozu Úpravny uhlí Ledvice i v jejím okolí.

LITERATURA

[1] Zákon č. 201/2012 Sb.: Zákon o ochraně ovzduší, dostupné také z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>.

[2] Vyhláška č. 415/2012 Sb.: Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší; Část II Specifické emisní limity a technické podmínky provozu; 2.2.1 Třídění a jiná studená úprava uhlí, dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-415>.

[3] KAREL, J., MARTINOVSKÝ, J.: Analýza souladu projektu s prioritní osou 2 OPŽP, specifický cíl 2.2, snížení prašnosti v okolí HZ I a HZ II.

[4] US EPA: AP 42, Fifth Edition, Volume I, 13.2.5. Industrial Wind Erosion. 2006. Dostupné z: <https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0205.pdf>.

[5] Rozptylová studie pro záměr „Pokračování hornické činnosti - I. etapa Doly Bílina 2019 - 2035“.

[6] KOMRSKA, P.: Protivětrné stěny u hlubinných zásobníků, Ročenka DB 2019, Akord Chomutov, 63 stran, 2019.

[7] Návrh umístění a výšky stěn – autor VIVO consult s.r.o., Ing. Vítězslav Votruba, Kaprova 42/14, 110 00 Praha, Czech Republic.

[8] MACAS, T.: Protivětrné stěny – objekty SO 01, SO 02 - Hlubinné zásobníky HZ I, HZ II, PRODECO, a.s. Bílina, 2017.