

ROSTLINSTVO BIOTOPŮ VZNIKLÝCH HORNICKOU A TĚŽEBNÍ ČINNOSTÍ NA KRUŠNÝCH HORÁCH

THE PLANTS OF BIOTOPES CREATED BY MINING ACTIVITY IN THE KRUŠNÉ HORY MOUNTAINS

Iva MACHOVÁ¹, Karel KUBÁT², Jiří ŠTOJDL¹

¹Fakulta životního prostředí, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Králova výšina 7, 400 96 Ústí nad Labem; e-mail: Iva.Machova@ujep.cz, Jiri.Stojdl@ujep.cz

²Přírodovědecká fakulta, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Za Válcovnou 1000/8, 400 01 Ústí nad Labem; e-mail: Karel.Kubat@ujep.cz

Abstrakt

V rámci projektu zaměřeného na biotopy vzniklé hornickou činností byl proveden výzkum lokalit, které jsou povrchovým pozůstatkem hornické činnosti na Krušných horách. Hornické památky byly rozděleny na štoly, pinky, sejpy, těžební haldy, vodní díla a ostatní struktury vzniklé těžební činností. Ukázalo se, že tato stanoviště výrazně přispívají k druhové rozmanitosti rostlin na lokalitách. Je to způsobeno zvýšenou rozmanitostí prostředí včetně extrémních faktorů jako nedostatek půdy, světla a zvýšený obsah těžkých kovů. Na odvalech na lokalitě Tisovec byla prokázána extrémně vysoká koncentrace chromu, arsenu a mědi. Na biotopech vzniklých hornickou činností byly zjištěny i botanicky cenné druhy jako *Arnica montana*, *Meum athamanticum*, *Equisetum variegatum*, *Empetrum nigrum*, *Pedicularis sylvatica*, *Drosera rotundifolia*, *Oxycoccus palustris*.

Abstract

Within the project aimed on the biotopes created by the mining activity, we carried out the field survey of the localities, which are the remnants of this activity in the Krušné hory Mountains. Mining Monuments were divided in adits, pinges, spoil tips, water engineering structures and other structures created by the mining. It has turned out that these sites strongly contribute to plant species diversity in the localities. It is a consequence of the increased variability of the environment on sites including extreme factors such as lack of soil or light, and increased content of heavy metals. On dump heaps in the Tisovec locality, the extreme concentration of chrome, arsenic and copper was detected. On the mining monuments, were found rare species such as *Arnica montana*, *Meum athamanticum*, *Equisetum variegatum*, *Empetrum nigrum*, *Pedicularis sylvatica*, *Drosera rotundifolia*, *Oxycoccus palustris*.

Klíčová slova: *Krušné hory, antropogenní těžební tvary, cévnaté rostliny, toxicita půd*

Key words: *Krušné hory Mountains, mining structures, vascular plants, soil toxicity*

Úvod

Príspevek prináša dílčí výsledky řešení projektu Cíl IV. „Ochrana a zachování vybraných biotopů, vzniklých [historickou] hornickou činností a zemědělským využíváním Krušných hor“ na PřF UJEP v Ústí nad Labem v letech (2018-2019). V rozsáhlé dokumentaci k žádosti o zápis „hornické kulturní krajiny Montanregion Krušnohoří/Erzgebirge“ na seznam Svě-

tového dědictví UNESCO byla podrobně zmapována historická hornická činnost po všech stránkách kromě dopadu na živou přírodu.

Původní počet navržených lokalit do seznamu UNESCO byl 85, z toho 6 na české straně. V současnosti se na české straně jedná o následující oblasti: „Hornická kulturní krajina Jáchymov“, která zahrnuje městskou památkovou zónu Jáchymov, důl Svornost, štolu č. 1, Eliášské údolí atd., „Hornická kulturní krajina Abertamy – Boží Dar – Horní Blatná“ zahrnuje např. městskou památkovou zónu Horní Blatná, důl Mauritius v Hřebečné, důl Červená jáma, Blatenský vodní příkop mezi Božím Darem a Horní Blatnou, sejpoviště u Božího Daru. „Hornická kulturní krajina Krupka“ zahrnuje městskou památkovou zónu Krupka, důlní revír Knotel, štolu Starý Martin, velkou pinku na Komáří hůrce atd. Součástí jsou i menší hornické areály „Rudá věž smrti u Ostrova“; „Hornická krajina Vrch Mědník“; „Areál vápenky v Háji u Loučné pod Klínovcem“ (Urban et Albrecht 2014). Celý proces přípravy, podání a schvalování trval ca 20 let a vyvrcholil 6. 7. 2019 oficiálním zapsáním památek na seznam UNESCO.

Hornická činnost na Krušných horách byla již dříve dokumentována; např. Urban a kol. (2014, 2015) se zaměřili na horní města v Krušných horách. O evidenci hornických antropogenních tvarů v okolí Krupky se pokusila Černá (2012) a Eminger (2017). Příkladem doprovodných aktivit je virtuální naučná stezka Krupským hornictvím s řadou zastavení [<https://krupskymhornictvim.webnode.cz>]. Rozsáhlé knižní publikace zaměřené na historii, mineralogii, hornickou činnost a přírodu Jáchymovska představují práce Hlouška (2016).

Cílený botanický výzkum zaměřený na hornické památky Krušných hor nebyl dosud zpracován. Existuje jen několik prací, např. Ondráček (2012) sepsal druhy z vrchu Mědník u Měděnce. V rámci terénního průzkumu Severočeské pobočky botanické společnosti byly zjištěny druhy z hornických děl v okolí Měděnce (Ondráček 2014). Floristické poměry na deponiích po těžbě rud v Čechách zpracovali Pyšek A. et Pyšek P. (1988), včetně několika lokalit na Krušných horách. Fytcenologické snímky z výsypek bývalých uranových dolů Adam a Eva u Jáchymova publikovali Dostálek et Čechák (1998). Plán péče pro lokalitu Tisovec zpracovala Málková (2012). Obdobně byl zpracován i plán péče o přírodní rezervaci Ryžovna (Anonymus 2012) a botanický průzkum EVL Krušnohorské plató, což je nově navrhovaná oblast k ochraně přírody zahrnující i okolí Božího Daru, Ryžovny atd. Cílem předkládané práce je poukázat na význam hornických památek i z přírodovědného, především botanického hlediska.

Metodika

V přípravné fázi byly získány mapy území, které byly předkládány pro vyhlášení hornických památek. Následně byly získány informace od Ing P. Krásky a Mgr. P. Tájky z AOPK Karlovy Vary o přírodovědně zajímavých lokalitách, které vznikly jako důsledek hornické činnosti. Dalším zdrojem byly vlastní zkušenosti z území Krušných hor a literární zdroje, např. brožura Hornické památky (Urban et Albrecht 2014).

Definice antropogenních geomorfologických tvarů vycházejí z práce Kirchner et Smolová (2010). Obvykle se dělí na vlastní (povrchový lom, štola, kamenolom, pískovna) včetně akumulčních tvarů jako sejpy, těžební haldy) a průvodní těžební tvary jako jsou poklesové sníženiny a pinky.

Výzkum v terénu probíhal v letech 2018 - 2019. Zaměření terénního výzkumu je botanické, ale i geomorfologické a sledování dalších specifík, např. mikroklimatická měření, vybrané chemické charakteristiky půdy atd.

Botanický průzkum proběhl na všech typech geomorfologických tvarů zjištěných v území. Součástí botanického průzkumu byl zápis asi 45 fytcenologických snímků; výběr z nich je publikován v této práci. U snímků jsou uvedeny souřadnice GPS, aby bylo možné sledovat vývoj a sukcesi na lokalitách. Jména rostlin jsou většinou podle Danihelky et al. (2012), údaje o ohrožení podle Grulichy (2017).

S cílem zjistit obsah těžkých kovů na haldách byly na lokalitě Tisovec odebrány z hloušiny půdní vzorky. Odběr vzorků proběhl na ploše 3×3 m, bylo proseto z povrchové vrstvy (do hloubky 15 cm) šterku asi 200 g materiálu. Jednalo se o 6 vzorků; tři byly odebrány na půdě tmavé barvy, tři na půdě

okrové. Vzorky půdy byly vysušeny a následně nadrceny na analytickou jemnost pomocí vibračního mlýnu Retsch MM-200 v miskách z karbidu wolframu. Takto připravený vzorek byl analyzován pomocí rentgenového spektrometru (XRF) InnovX Delta Premium 50.

Pro snadnější zjištění polohy lokalit uvedených v textu byla zhotovena mapka (Příloha č. 1). V textu jsou u lokalit uvedena velká písmena, a tyto značky jsou použity i v mapě.

Výsledky

I. Štola je vodorovná (nebo téměř vodorovná) hlubinná chodba. V mapách jsou označovány zkříženým kladivem a mlátkem. Místa jsou zpřístupněna pro veřejnost, např. štola Starý Martin v Krupce, bývalá štola Marie Pomocné na Měděnci, Mikulášská štola v obci Hora Sv. Kateřiny, Důl Mauritius v Hřebečné, štola Johannes u Zlatého Kopce. Častěji se v Krušných horách setkáme s uzavřenými vstupy do starých štol, např. štola Barbora v Krupce, štola Panny Marie Pomocné u Perninku, výstupy štol v Hoře Sv. Kateřiny. Protože se jedná o podpovrchové tvary nebo kamenné vstupy do podzemí, jsou tyto útvary z botanického hlediska nezajímavé. Výjimku tvoří štola v obci Hora Sv. Kateřiny, kde ve vstupní části na stěně byl zjištěn trs *Dryopteris expansa* (C4a).

II. Pinka (poklesová sníženina) vzniklá propadnutím nebo zřícením důlních děl. Pinky větších rozměrů jsou turisticky atraktivní s velkou návštěvností, např. Ledová jáma (propad dolu Jiří) a Vlčí jáma (propad dolu Wolfgang) u Horní Blatné; propadlina dolu Červená jáma a Schnepnova pinka u Hřebečné, kruhová pinka označovaná jako Velká pinka u Komáří vížky. Jiné pinky jsou opomíjeny např. četné pinky u Horní Krupky, liniové propadliny na vrchu Rudná u Potůčků, Panský důl u Přebuzi. Velké pinky mají šíři jednotky až desítky metrů. Do některých je vstup omezen z bezpečnostních důvodů.

Pinky jsou heterogenní stanoviště, obvykle s větší mírou kamenitosti, tvořené svislými stěnami, osypy a dnem. Velký vliv na flóru má dostupnost světla. Vyšší pokrývnost rostlinami mají horní hrany, stěny a dna, pokud jsou dostatečně osvětleny. Dna hlubších propadlin jsou holá, kamenitá nebo porostlá mechy. Většinou jsou obklopeny smrkovým lesem nebo kulturními loukami a pastvinami. Z botanického hlediska se jedná o místa, která přispívají k lokální biodiverzitě. Nebyly zjištěny druhy, které by byly pro pinky specifické, ale z hlediska zvýšení lokální diverzity jsou přínosem. Zvyšují estetickou hodnotu a specifickou jednodlých lokalit.

Panský Důl (Otto) u Přebuzi (A) je tvořen četnými pinkami protáhlého tvaru, které mají průběh po spádnicí Čertovy hory. Hloubka propadlin je ca 1 – 3 m. Vlhčí, zastíněné pinky mají vyšší pokrývnost mechu a na kamenitých kolmých stěnách brusnicová společenstva. Liší se pokrývností v závislosti na orientaci stěn a tím dostupností světla. V pinkách jsou druhy typické pro smrkový les, např. *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina*, *Melampyrum sylvaticum*, *Dryopteris dilatata*, *Maianthemum bifolium*, *Luzula pilosa*, *Trientalis europaea*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Calamagrostis villosa*. Celé území je z bezpečnostních důvodů omezeně přístupné. Okolní kulturní smrkový les má přirozený charakter, k čemuž přispívají i popadané stromy, které zůstávají na místě a jsou v různém stádiu rozpadu.

Pinka: fytoocenologický snímek (24. 6. 2018) poloha: důl Otto, 50° 21' 36,0" N, 12° 36' 39,4" E; plocha: 10×10 m; E3 (80 %): *Picea abies* 5; E2 (0); E1 (35 %): *Vaccinium myrtillus* 2a, *Sorbus aucuparia* juv. 2m, *Oxalis acetosella* 2m, *Picea abies* juv. 2m, *Melampyrum sylvaticum* 2m, *Dryopteris dilatata* 1, *Trientalis europaea* +, *Athyrium filix-femina* 1, E0=80%.

Červená jáma leží sz. Hřebečné (B). V jejím okolí se nachází několik dalších větších propadlin. Jáma svými rozměry 230×30 m a hloubkou až 20 m je největší. Porost každé z jam je strukturován především vertikálně a v závislosti na orientaci stěny. Typické jsou porosty vřesu a brusnic na horní hraně jam. Byly zjištěny i zajímavější druhy *Homogyne alpina* a *Arnica montana* (C3, §3). Červená jáma v zimě zadržuje sníh a po jeho rozpuštění je dno zaplavené vodou, která vysychá až v létě (obr. 1). To ukazuje na nepropustnost dna. Příkré stěny a terasy zarůstají nízkými dřevinami *Picea abies*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Salix caprea*, *Fagus sylvatica*, *Sambucus racemosa* a bylinami *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Nardus stricta*, *Avenella flexuosa*, *Galium saxatile*, *Rubus idaeus*, *Calamagrostis villosa*, *Dryopteris dilatata*, *Hieracium murorum*, *Senecio ovatus*, *Epilobium angustifolium*, *Trientalis europaea*, *Silene dioica*.



Obr. 1. Pinka: Červená jáma vyplněná vodou z tajícího sněhu

duben 2019, foto K. Kubát

Schnepnova pinka u Hřebečné (C) je největší z řady okolních propadlin. Ze zajímavějších druhů byly zjištěny *Empetrum nigrum* (C3, §3), *Arnica montana* (C3, §3), *Homogyne alpina*. Pravidelně můžeme vidět na kamenité horní hraně keříčková společenstva např. s druhy *Calluna vulgaris*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus*, *Nardus stricta*, *Polygonatum verticillatum*, *Crepis mollis* subsp. *succisifolia*, *Meum athamanticum* (C3, §3), *Epilobium angustifolium*. Na stěnách a v dolní části jámy dřeviny: *Sorbus aucuparia*, *Salix aurita*, *Salix caprea*, *Picea abies*, *Betula pendula*. Svislé stěny s nedostatkem světla zarůstají mechy a lišejníky (obr. 2).

Obdobný charakter mají méně známé pinky na Rudném vrchu (D) ssv. od obce Potůčky. Některé dosahují 10 až 25 m šíře. Opět je na svislých stěnách strukturovaný porost včetně dřevin. Na dně dostupné pinky byly zjištěny druhy vázané na vlhká, živinami zásobená stanoviště. Kromě druhů z okolních smrkových lesů jako *Calamagrostis villosa*, *Senecio ovatus*, *Athyrium filix-femina*, *Oxalis acetosella* byly zjištěny i druhy *Urtica dioica*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Stellaria alsine*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Myosotis nemorosa*.

Méně nápadná jsou pinková pole, která jsou v území porostlém lesem, např. mezi Abertamskou zátáčkou a Jáchymovem (E) (obr. 3) a ve smrkovém lese u Potůčků.



Obr. 2: Detail stěny Schnepovy pinky, porost mechů na svislých stěnách

červenec 2019, foto K. Kubát

III. Sejpy jsou malé akumulční haldy štěrku a písku vzniklé při rýžování. Rozsáhlejší sejpová pole jsou při potoku Černá u Božího Daru, Myslivny, Ryžovny a Horní Blatné. Botanický význam sejpů je značný. Vrcholky sejpů jsou holé nebo mají cévnaté rostliny nízkou pokryvnost. Na úpatí sejpů jsou keříčková společenstva. Je tak patrný gradient podmínek a porostů. Větší, skokový rozdíl je v podmínkách panujících na sejpech a v okolní nivě.

Sejpy u Božího Daru (F) jsou obklopeny obtížně průchodnými sníženinami, neboť je zde vysoká hladina spodní vody s porosty *Carex rostrata*, *Valeriana dioica* (C4a), *Cirsium heterophyllum*, *Lychnis flos-cuculi*, *Valeriana officinalis*, *Comarum palustre* (C4a), *Carex nigra*, *Eriophorum angustifolium*, *Achillea ptarmica*, *Vaccinium uliginosum*, *Aconitum* cf. *plicatum*. Na sejpech rostou i suchomilnější druhy *Arnica montana* (C3, §3), *Solidago virgaurea*, *Veronica chamaedrys*, *Rhinanthus minor*, *Veronica officinalis*, *Trientalis europaea*, *Meum athamanticum* (C3, §3), *Carex pilulifera*, *Lycopodium clavatum*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum nigrum* (C3, §3), *Juncus squarrosus*.

Sejpy na Černé: 1. fytoecenologický snímek: západně Božího Daru, (23. 6. 2018), poloha 50° 24' 45,2'' N, 12° 54' 11,2'' E; plocha 4×5 m, 978 m n. m., převýšení sejpu nad okolím ca 1m; E1 (80 %): *Calluna vulgaris* 2b, *Galium saxatile* 2b, *Vaccinium myrtillus* 2a, *Nardus stricta*, 2a, *Avenella flexuosa* 2m, *Vaccinium vitis-idaea* +, *Potentilla erecta* +, *Picea abies* juv.+, *Luzula multiflora* r, *Carex nigra* r.

Sejpy na Černé: 2. fytoecenologický snímek: západně Božího Daru, (23. 6. 2018), 50° 24' 55,7'' N, 12° 52' 01,6'' E; plocha 1×1 m, 952 m n. m., sklon 20°, expozice S; E1 (40 %): *Galium saxatile* 2b, *Homogyne alpina* 2a, *Calluna vulgaris* 2a, *Avenella flexuosa* 1, *Bistorta officinalis* 1, *Festuca rubra* +, *Luzula* sp. +, *Nardus stricta* +



Obr. 3. Pinka v kulturním smrkovém lese. Lokalita se nachází mezi Abertamskou zatáčkou a Jáchymovem u výsypky dolu Nikolaj

říjen 2019, foto K. Kubát

Sejpy v nivě Rolavy (G): 3. fytocenologický snímek: Přebuz (6. 7. 2018), poloha 50° 22' 36,4'' N, 12° 36' 48,9'' E; plocha 5×3m; E1 (85 %): *Calluna vulgaris* 3, *Lycopodium clavatum* 2b, *Vaccinium myrtillus* 2m, *Vaccinium uliginosum* 1, *Vaccinium vitis-idaea* 1, *Sorbus aucuparia* juv. 1, *Empetrum nigrum* 1, *Juncus squarrosus* 1, *Hieracium* sp. r, *Picea abies* juv., *Melampyrum pratense* r.

IV. Těžební haldy vznikají nahromaděním hlušiny z dolů. Haldy po středověké hornické činnosti mají malé převýšení, ale vysokou četnost. Mohou být zarostlé jako součást lesů nebo zůstaly i po stletích bez souvislé vegetace.

Haldy po těžbě v minulém století mohou být i krajinotvorným prvkem a jejich svahy dosahují délky desítky metrů. Porosty na nich mají nízkou pokrývnost. Dlouhodobou existenci holiny nelze vysvětlit jen extrémními podmínkami jako svažitosť, kamenitosť, nedostatek živin či klimatické extrémy. Předpokládali jsme i chemická rezidua z těžby. Proto jsme provedli na lokalitě Tisovec odběr půdy v hlušině. Následně byla provedena prvková analýza.

Lokalita vrch Tisovec na Kraslicku (H). Lokalita je pokryta bezlesými plochami buď úplně bez vegetace, nebo mají charakter vřesoviště (obr. 4). Dominuje *Calluna vulgaris*, lokalita částečně zastíněná *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Picea abies*. Kvalita lokality vedla k jejímu vyhlášení jako PP. Rozvoj dřevin je omezen i cíleným prořezáváním.

Vrch Tisovec: fytocenologický snímek. (5. 7. 2018); poloha 50° 21' 04,5'' N, 12° 30' 42,2'' E; 675 m n. m.; plocha 10×10 m, sklon ca 30°, expozice J; E3 (15 %): *Betula pendula* 2b; E2 (40 %): *Betula pendula* 2b, *Picea abies* 2a, *Pinus sylvestris* 2a; E1 (90 %): *Calluna vulgaris* 4, *Vaccinium myrtillus* 2m, *Avenella flexuosa* +, *Galium album* r.



Obr. 4: Celkový pohled na sekundární vřesoviště na vrchu Tisovec na Kraslicku

červenec 2018, foto I. Machová

Halda hlušiny po těžbě chalkopyritu, tvořené paleozoickým kvarcitickým fylitem, zarostly vřesovištěm přirozeného charakteru. Na lokalitě se mozaikovitě vyskytovaly dva barevně odlišné druhy půdy. První byl černě zbarvený a druhý žlutě. Na základě barevnosti byly odebrány dva směsné vzorky půd. Při chemické analýze obou vzorků byl zjištěn vysoký obsah chromu a arsenu a lehce zvýšený obsah antimonu. Naměřené hodnoty byly porovnávány s hodnotami udávanými v metodickém pokynu MŽP „Indikátory znečištění“. Koncentrace chromu byla téměř 25krát vyšší a koncentrace arsenu byla přibližně 450krát vyšší než daný limit pro průmyslově využívané oblasti. Koncentrace mědi byla přibližně desetkrát vyšší než limit stanovený vyhláškou MŽP indikující podezření z ohrožení růstu rostlin a produkční funkce půdy.

Tab. 1: Hodnoty dvou směsných vzorků analyzované metodou XRF. Hodnoty kontaminantů udávané pro průmyslově využívané plochy a ostatní plochy udávané metodickým pokynem MŽP „Indikátory znečištění“ a násobek naměřené koncentrace vůči limitu. Limit stanovený vyhláškou MŽP 153/2016 sb. „Indikační hodnoty, při jejichž překročení může být podezření z ohrožení růstu rostlin a produkční funkce půdy (mg. kg-1 sušiny)“ pro měď

	Cr	Cr +/-	Cu	Cu +/-	As	As +/-	Sb	Sb +/-
	ppm	Ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Žlutý vzorek	137	29	1467	36	1110	19	115	21
Černý vzorek	111	28	1174	32	661	14	77	810
Poměr žlutý / černý	1,23		1,25		1,68		1,49	
Průmyslově využívané území	5,6		41000		2,4		410	
Násobek vůči PVÚ	24,4		0,04		463		0,28	
Ostatní plochy	2,9		3100		0,61		31	
Násobek vůči ostatním plochám	47,1		0,473		1820		3,7	
Ohrožení růstu rostlin			150 - 300					

Středověká důlní pole u Horní Krupky (I). Z botanického pohledu jsou zajímavá výskytem mozaiky různověkého smíšeného lesa a holin na hlušině. Odvaly po historické těžbě na lokalitě Krupka, např.

Siebergova výsypka a revír Steinknochen, hostí relativně teplomilné druhy, které se v okolních většinou smrkových monokulturách nevyskytují. Jedná se o *Sanguisorba minor*, *Euphorbia cyparissias*, *Trifolium medium*, *Pimpinella saxifraga*, *Silene inflata*, *Cytisus scoparius*, *Pyrus pyraeaster*, *Fragaria moschata*, *Thymus pulegioides*, *Acinos arvensis*, *Sedum album*, *Carlina vulgaris*.

Důlní pole u Horní Krupky: fytoocenologický snímek (4. 8. 2019): u bývalého lomu Lukáš, 50° 42' 110'' N, 13° 50' 947'' E; plocha 10×10 m; E3 (0); E2 (5 %): *Larix decidua* 1; E1 (50 %): *Sedum sexangulare* 2b, *Achillea millefolium* 2m, *Euphorbia cyparissias* 2m, *Echium vulgare* 1 *Pilosella officinarum* 1, *Thymus pulegioides* 1, *Turritis glabra* +, *Carlina vulgaris* +, *Campanula rotundifolia* +, *Calamagrostis epigejos* r, *Poa compressa* +, *Potentilla* cf. *heptaphylla* +, *Sanguisorba minor* r, *Arabidopsis thaliana* r.

Největší téměř bezlesé haldy vznikly jako důsledek těžby uranu na Jáchymovsku a v okolí Abertam. V bývalé obci Zálesí u Mariánské bylo zasypáno téměř celé údolí. Přimo ve městě Jáchymov jsou odvaly dolů Bratrství, Svornost atd. Z jihu i severu je výsypkami obklopeno i město Abertamy. Některé výsypky byly rekultivovány, většinou však zarůstají přirozenou sukcesí. Jedná se o druhově chudé porosty s dominancí dřevin *Picea abies*, *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Pinus sylvestris* či rekultivací doplněné druhy *Alnus viridis*, *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Pinus strobus*, *Pinus mugo*. Byliny mají nízkou pokryvnost, setkáváme se s *Lupinus polyphyllus*, *Hieracium* sp., *Campanula rotundifolia*, *Rhinanthus minor*, *Lotus corniculatus*, *Poa compressa*, *Calluna vulgaris*, *Trifolium repens*, *Lycopodium clavatum*, *Epilobium angustifolium* atd.

Výsypka dolu Eduard: 1. fytoocenologický snímek, (26. 6. 2018), poloha severně od obce Mariánská, 50° 23' 03,1'' N, 12° 53' 22,8'' E; plocha 10×10 m; 900 m n. m., sklon 25°, expozice S; E3 (20 %): *Betula pendula* 2b *Pinus sylvestris* 2b; E2 (70 %), *Picea abies* 3, *Salix caprea* 2b, *Betula pendula* +; E1(20 %): *Lycopodium clavatum* 2a, *Vaccinium myrtillus* 2a, *Vaccinium vitis-idaea* 1, *Betula pendula* juv. +, *Salix caprea* juv. +, *Avenella flexuosa* +, *Agrostis capillaris* +, *Pilosella aurantiaca* +, *Orthilia secunda* r, *Pyrola minor* r, *Hieracium* sp. r, *Festuca rubra* r.

Na odvalech jsou patrné i mikroklimatické jevy. Důsledkem foukání studeného a vlhkého vzduchu v dolní části výsypky zde zůstává déle sníh, mechy mají zvýšenou pokryvnost a poloha je vhodná i pro výskyt vlhkomilných a chladnomilných smrků (obr. 5).

Výsypka dolu Adam: fytoocenologický snímek (26. 6. 2019) poloha sz. od obce Mariánská, 50°21'47.811"N, 12°53'12.534"E; plocha 10×10 m, rovina, vysoká kamenitost, místy hrabanka, E3 (30 %): *Picea abies* 2b, *Betula pendula* 2a; E2 (70 %): *Betula pendula* 3, *Picea abies* 2b, *Pinus sylvestris* 2a; E1 (30 %): *Lupinus polyphyllus* 2a, *Picea abies* juv. 2m, *Populus tremula* juv. +, *Vicia cracca* +, *Hieracium* sp. r, *Calluna vulgaris* r, *Campanula rotundifolia* r, *Dactylis glomerata* r, *Rumex acetosa* r, *Vaccinium vitis-idaea* r.



Obr. 5: Úpatí výsypky dolu po těžbě uranu u bývalé obce Zálesí

duben 2019, foto I. Machová

Výsypka dolu Eva v Zálesí: fytoocenologický snímek (26. 6. 2019), poloha: 50°22'3.993"N, 12°52'24.459"E; E3 (80 %): *Betula pendula* 4, *Picea abies* 2a, *Populus tremula* 2m; E2 (30 %): *Betula pendula* 2b, *Picea abies* 2a, *Populus tremula* 2m; E1 (10 %): *Betula pendula* juv. 2m, *Picea abies* juv. 1, *Pinus sylvestris* juv. 1, *Lupinus polyphyllus* 1, *Orthilia secunda* +, *Tussilago farfara* +, *Veronica officinalis* +, *Sorbus aucuparia* juv. +, *Arnica montana* r, *Galium saxatile* r, *Leontodon hispidus* r, *Danthonia decumbens* r.



Obr. 6: Blatenský příkop u křížení NS Blatenský příkop se silnicí Skákavá. Koryto zpevněno bedněním

červen 2019, foto K. Kubát; poloha v místě fotodokumentace 50°24.13862' N, 12°48.03390' E

V. Vodní díla. S hornickou činností je spojen i vznik vodních děl. Nejznámější je Blatenský příkop, který byl zbudován v polovině 16. stol. pro vedení vody pro důlní díla a úpravný v území mezi Božím Darem a Horní Blatnou. Na jeho březích je vyšší výskyt mokřadních druhů např. *Viola palustris*, *Cardamine amara*, *Galium palustre*, *Carex nigra* atd.

V souvislosti s hornickou činností vznikl v 16. století i Horký rybník (M) u Mariánské (50°22.95782' N, 12°53.41612' E). Na jeho březích jsou mokřadní druhy *Glyceria fluitans*, *Scirpus sylvaticus*, *Juncus effusus*, *Deschampsia cespitosa*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium emersum* atd.

Relativně mladý je Rolavský rybník na Rolavském potoce (N) (50°23.53777' N, 12°37.82393' E), který vznikl v souvislosti s těžbou cínu ve 2. pol. 20. stol. a v současnosti má přirozený charakter; v blízké nivě Jeleního potoka nalezneme druhy *Oxycoccus palustris* (C3, §3), *Vaccinium uliginosum*, *Carex rostrata*, *Molinia caerulea*, *Juncus filiformis*, *Carex nigra*, *Eriophorum angustifolium*, *Agrostis stolonifera*, *Drosera rotundifolia* (C3, §2), *Calamagrostis canescens*.

VI. Odkaliště Součástí úpraven rud jsou odkaliště. Největší odkaliště je severně od Měděnce (O). Jemný materiál má specifický vodní režim. Vlhčí místa zarůstají rákosinami s nenáročnými vrbami. Zajímavý je výskyt *Equisetum varietagum* (C1, §1).

Odkaliště u Měděnce: fytoocenologický snímek, severně od vrchu Mědník, (7. 6. 2018), poloha 50°26.21475'N, 13°5.95040'E; plocha 2×2 m, jemný suchý kal; E3 (0); E2 (30 %): *Betula pendula* 2b, *Betula pubescens* 2a; E1 (60 %): *Pilosella* cf. *cymosa* 2a, *Equisetum palustre* 2a, *Equisetum variegatum* 2m, *Salix purpurea* juv. 2m, *Populus tremula* juv. 2m, *Phragmites australis* 1, *Salix aurita* juv. 1, *Tussilago farfara* +, *Taraxacum officinale* agg. +, *Linum catharticum* r.

VII. Ostatní těžební činnost. Méně časté tvary a důsledky jsou u těžební činnosti jako těžba kamene. Za významný můžeme považovat stěnový kamenolom v Hřebečné u Abertam (P). Tento lom je součástí PP Ryžovna. Byl zde lámán čedič, a proto je na lokalitě půdní materiál bohatý živinami. Na stěnu, osypy i plató lomu a les jsou vázány druhy, jinak v Krušných horách méně časté či ojedinělé *Arnica montana* (C3, §3), *Imperatoria ostruthium* (C4a), *Pyrola minor* (C3), *Valeriana officinalis*, *Daphne mezereum* (C4a), *Ranunculus platanifolius* (C4a), *Thalictrum aquilegiifolium*, *Tanacetum corymbosum*, *Cicerbita alpina* (C4a) atd.

Plató lomu v Hřebečné: fytoocenologický snímek (21. 6. 2018), poloha N 50°23.91498', E 12°50.26148'; plocha 5×5 m; E1 (95 %): *Alchemilla* sp. 3, *Anthoxanthum odoratum* 2b, *Achillea millefolium* 2b, *Leucanthemum ircutianum* 2a, *Potentilla erecta* 2a, *Trifolium repens* 2a, *Cirsium heterophyllum* 2m, *Polygala vulgaris* 2m, *Nardus stricta* 2m, *Hypericum maculatum* 2a, *Meum athamanticum* 1, *Trifolium pratense* 1, *Festuca rubra* 1, *Luzula campestris* 1, *Hypochaeris radicata* 1, *Lotus corniculatus* 1, *Rumex acetosa* 1, *Calluna vulgaris* +, *Hieracium murorum* +, *Geranium sylvaticum* +, *Vaccinium myrtillus* +, *Agrostis capillaris* +, *Veronica chamaedrys* +, *Veronica officinalis* +, *Ranunculus acris* +, *Lathyrus pratensis* +, *Carex pilulifera* r.



Obr. 7: Lomová stěna a odlesněné plató čedičového lomu u Hřebečné

květen 2019, foto K. Kubát

Významná šterkopískovna se nachází u hájovny Vlčina u Horní Blatné. V tomto jámovém lomu byl těžen materiál vzniklý rozpadem vyvěřelých hornin. Na dně lomové jámy se střídají sušší místa s keříčkovými společenstvy a podmáčená místa s rašeliníkem a významnými druhy cévnatých rost-

lin: *Drosera rotundifolia* (C3, §2) *Eleocharis mamillata* (C4a), *Eriophorum angustifolium*, *Juncus articulatus*, *Juncus filiformis*, *Juncus squarrosus*, *Lychnis flos-cuculi*, *Nardus stricta*, *Salix aurita*, *Lycopodiella inundata* (C2, §2) *Lycopodium clavatum*, *Pedicularis sylvatica* (C3, §2), atd.

Jáma pískovny ve Vlčině: fytoocenologický snímek (24. 6. 2019), poloha 50°22.91620' N, 12°45.23242' E; plocha 2×2 m, E1 (50 %): *Lycopodiella inundata* 2a, *Agrostis stolonifera* 2m, *Drosera rotundifolia* 1, *Juncus squarrosus* 1, *Nardus stricta* 1, *Calluna vulgaris* +, *Molinia caerulea* +, *Pedicularis sylvatica* +, *Salix* sp. juv. r.

Výčet tvarů, kterými byla rozrůzněna krajina Krušnohoří, není konečný. V lesích jsou různé propadliny, proběhla těžba rašeliny, v krajině jsou rozpadající se betonové a kovové stavby bývalých těžebních jam a úpraven.

Využití hornických děl

Prvořadé současné využití je jako památky po 800 let trvající těžbě. Jsou významné z hlediska vzdělávání a pro rozvoj turistického ruchu. Příkladem využití jsou naučné stezky (NS). Stezka „Stopami horníků“ vede z Bublavy přes Tisovec a zpět. Cestou prochází PP Tisovec, kde je cílem ochrany vřesoviště na haldách hlusiny. NS „Blatenský příkop“ vede z Božího Daru do Horní Blatné a seznamuje s technickou památkou vzniklou v souvislosti s těžbou rud. NS „Jáchymovské peklo“ seznamuje s těžbou uranu a politickou situací v 50. letech 20. stol. NS „Po stopách horníků“ prochází hornickým revírem v okolí Krupky a kromě naučných cedulí v terénu je zpracována virtuální naučná stezka atd. Velký význam z hlediska turistického ruchu mají štoly otevřené pro veřejnost. Hlavní problém dalšího využití spatřujeme v nedokonalém označení nebezpečných míst (Eminger 2017) a nízké informovanosti veřejnosti.

Ojedinelé využití mají jako zdroj těžby kamene. Předpokládá se vytěžení výsypky dolu Barbora na lokalitě Vršek (mezi Abertamy a Jáchymovem). Zde je hlusina drcena a frakce různé hrubosti jsou prodávány jako stavební materiál. Lokálně byl těžen kámen i jinde, např. na výsypce severně od Abertam.

Diskuse a závěr

Hornické památky na Krušných horách se nacházejí i mimo oblasti zahrnuté jako hornické památky pod ochranou UNESCO. Nápadné tvary vzniklé v souvislosti s hornickou činností jsou specifické i svými porosty. Předpokládali jsme, že porosty jsou ovlivněny typem reliéfu, prostorovou orientací, délkou vývoje, mírou zásahů člověka v minulosti i v současnosti a přírodními podmínkami. Hlavní přínos pozůstatků po hornické činnosti je v prostorovém rozrůznění reliéfu krajiny, rozrůznění nabídky vody pro organismy, rozrůznění půdních a chemických charakteristik stanoviště, světelných podmínek atd. Důsledkem je diferenciovaná květena, která je na lokální úrovni bohatší než rozsáhlé homogenní plochy vrcholových partií Krušných hor. Krušné hory mají vysoký stupeň zalesnění především smrkovými monokulturami, a proto smíšené lesní porosty i bezlesí v souvislosti s hornickými památkami přináší druhovou rozmanitost. To je patrné ze zjištěných druhů cévnatých rostlin.

Předkládaná práce nepřináší úplný seznam druhů z hornických památek. Klade si spíše za cíl obrátit pozornost k opomíjeným typům stanovišť, která vznikla v důsledku hornické činnosti. Výběr porostů a druhů je reprezentativní pro konkrétní antropogenní geomorfologický tvar. Nejméně botanicky atraktivní jsou různé typy propadlin, neboť faktor světlo je limitující. Botanicky významné jsou sejpy, což bylo již na začátku průzkumu zřejmé z toho, že jsou součástí chráněných území. Odvaly po historické těžbě v okolí Horní Krupky vnášejí na svahy Krušných hor slabě termofilní druhy. Odvaly v okolí Kraslicka zarůstají porostem typickým pro vřesoviště.

Biotope na hornických dílech zarůstají především v důsledku přirozeného vývoje porostů tj. sukcese. V menší míře jsou ovlivněny záměrnou výsadbou při rekultivaci, odstraňováním náletů, stavebními zásahy jako obnova koryta Blatenského příkopu atd. Pokud je doba po ukončení těžby dostatečně dlouhá utvářejí se stabilní porosty. Prach a kol. (2018) uvádějí směřování sukcese na antropogenních stanovištích ke klimaxovému porostu tj. potenciální přirozené vegetaci. Překvapivě zjistili, že primární sukcese do stadia klimaxu dospěje ca za 180 let a sekundární sukcese ca za 260 let. To vysvět-

lují tím, že při sekundární sukcesi na úživných stanovištích je proces brzděn rozvojem konkurenčně silné dominanty. Sledovaný typ stanovišť vzniklých hornickou činností patří do kategorie primární sukcese. Na lokalitách, kde proběhla středověká těžba, dospěl vývoj do stádia lesních porostů. Velká část plochy odvalů však reprezentuje extrémní stanoviště, která jsou dlouhodobě bez vegetace. Absence rostlinstva lze vysvětlit mimo jiné toxicitou odvalu, která byla zjištěna na lokalitě Tisovec. Při chemické analýze půdy z odvalu byl prokázán vysoký obsah chromu a arsenu a lehce zvýšený obsah antimonu. Koncentrace chromu byla téměř 25krát vyšší a arsenu byla přibližně 450krát vyšší než daný limit pro průmyslově využívané oblasti. Skutečné příčiny dlouhodobé absence vegetace vyžadují další studium.

Botanicky bohatší jsou lokality mokřadního typu, či lokality s těžbou čediče či štěrkopísků. Na základě analýzy mokřadů v pískovnách (Müllerová 2018) byl prokázán pozitivní vliv kolísání vodní hladiny na druhovou diverzitu, vliv doby vývoje vegetace především směnou druhů v závislosti na zastínění a eutrofizaci. Z tohoto pohledu je situace ve štěrkopískovně u Horní Blatné příznivá, případné změny druhové skladby v souvislosti se sukcesí byly částečně eliminovány managementovým zásahem. Během něho byla v části štěrkopískovny odstraněna svrchní vrstva materiálu až na hladinu spodní vody. Předpokládáme nový počátek sukcese. Opírali jsme se i o vlastní zkušenosti s vývojem porostů v pískovně v obci Provodín na Českolipsku. Zde populace některých druhů vázaných na otevřené plochy po těžbě písků zanikly sukcesí a poklesem hladiny spodní vody.

Poděkování

Článek vznikl s podporou projektu „Ochrana a zachování vybraných biotopů, vzniklých [historickou] hornickou činností a zemědělským využíváním Krušných hor“. Poděkování náleží i Ing. J. Elznicové, Ph.D. za zpracování mapy lokalit.

Literatura a elektronický zdroj

- ANONYMUS (2012): *Plán péče o zvláště chráněné území. Přírodní rezervace Ryžovna 2012 – 2021.* – Ms. (Depon. in KÚ Karlovarského kraje.)
- ČERNÁ N. (2012): *Montánní tvary reliéfu v okolí Krupky.* – Ms., 49 p. (Bakal. Pr., depon. in Knihovna UJEP, Ústí n. L.).
- DANIHELKA J., CHRTEK J. ET KAPLAN Z. (2012): *Checklist of vascular plants of the Czech Republic.* – Preslia 84: 647-811.
- DOSTÁLEK J. ET ČECHÁK T. (1998): *Vegetace na substrátech po těžbě uranové rudy.* – Zpr. Čes. Bot. Společ. 33: 187-196.
- EMINGER D. (2017): *Revize starých důlních děl v Krupském revíru a jejich dopad na životní prostředí.* – Ms., 129 p. (Dipl. Pr., depon. In Knihovna UJEP, Ústí n. L.).
- GRULICH V. (2017): *Červený seznam cévnatých rostlin ČR.* – Příroda 35: 75-132.
- HLOUŠEK J. (2016): *Jáchymov – Joachimsthal – horský urbanistický skvost, který o návštěvníky nestojí. Vol. I, 596 p., vol. II, 548 p.* – Jáchymov.
- KIRCHNER K. ET SMOLOVÁ I. (2010): *Základy antropogenní geomorfologie.* – Ms., 287 p., Scriptum UP Olomouc.
- MÁLKOVÁ J. (2012): *Plán péče o přírodní památku Tisovec na období 2013 – 2022.* – Ms., 22 p. (Depon. in KÚ Karlovarského kraje).
- MÜLLEROVÁ A. (2018): *Sukcese vodní a mokřadní vegetace v pískovnách.* – Zpr. Čes. Bot. Společ. 53: 327-44.
- ONDŘÁČEK Č. (2012): *Floristický průzkum vrchu Mědník v Krušných horách.* – Severočes. Přír. 43: 9-18.

ONDRÁČEK Č. (2014): *Floristický kurz Severočeské pobočky České botanické společnosti 2013 v Kovářské*. – Severočes. Přír.45: 21-32.

PRACH K., VÍTOVCOVÁ K., ŘEHOUNKOVÁ K. et TICHÝ L. (2018): *Co obecného vyplynulo z porovnání sukcesních sérií na antropogenních stanovištích v České republice?* – Zpr. Čes. Bot. Společ. 53: 321-326.

PYŠEK A. et PYŠEK P. (1988). *Zur spontanen Begrünung der erhaltigen und erzlosen Abbaudeponien in Böhmen*. – Preslia 60: 133-155.

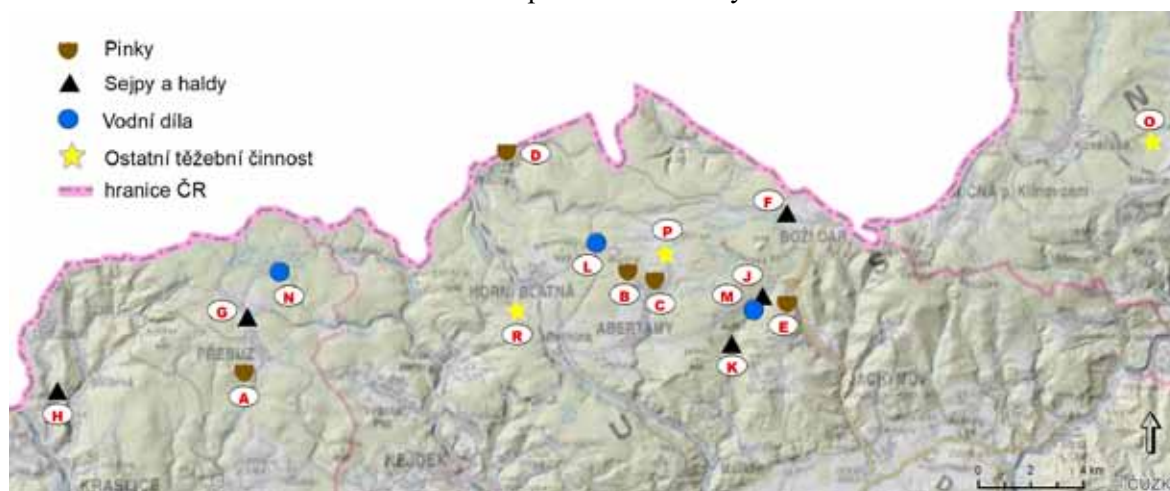
URBAN M. et AL.. (2014): *Horní města Krušných hor. Karlovarský kraj*. – Fornica Publishing, Sokolov, 317 p.

URBAN M. et AL. (2015): *Horní města Krušných hor. Ústecký kraj*. – Fornica Publishing, Sokolov, 325 p.

URBAN M. et H. ALBRECHT H. (2014): *Hornické památky Montanregionu Krušné hory/ Erzgebirge*. – *Montanregion Krušné hory – Erzgebirge, o.p.s*, Karlovarský kraj, 182 p.

<https://krupskymhornictvim.webnode.cz> ze dne 10. 10. 2019

Příloha č. 1: Mapa lokalit uvedených v textu



číslo	popis lokality		
A	Panský Důl (Otto) u Přebuzi	12° 36' 39,36"E	50° 21' 36,02"N
B	Červená jáma u Hřebečné	12° 49' 4,08"E	50° 23' 32,09"N
C	Schnepnova pinka v Hřebečné	12° 49' 56,53"E	50° 23' 22,29"N
D	vrch Rudná u Potůčků	12° 45' 4,57"E	50° 26' 5,75"N
E	les mezi Jáchymovem a Mariánskou	12° 54' 8,76"E	50° 23' 10,22"N
F	Sejpy u Božího Daru	12° 54' 11,20"E	50° 24' 45,22"N
G	Sejpy na Přebuzi	12° 36' 48,86"E	50° 22' 36,42"N
H	vrch Tisovec na Kraslicku	12° 30' 42,14"E	50° 21' 4,52"N
I	důlní pole u Horní Krupky (mimo mapu)	13° 50' 56,88"E	50° 42' 6,60"N
J	výsypka dolu Eduard u Mariánské	12° 53' 22,80"E	50° 23' 3,12"N
K	výsypka dolu Eva v Zálesí	12° 52' 24,45"E	50° 22' 4,01"N
L	Blatenský příkop	12° 48' 2,02"E	50° 24' 8,34"N
M	Horký rybník u Mariánské	12° 53' 24,96"E	50° 22' 57,49"N
N	Rolavský rybník	12° 37' 49,40"E	50° 23' 32,29"N
O	odkaliště u Měděnce	13° 5' 57,04"E	50° 26' 12,90"N
P	čedičový lom u Hřebečné	12° 50' 15,68"E	50° 23' 54,92"N
R	štěrkopískovna u Horní Blatné	12° 45' 13,93"E	50° 22' 54,99"N