



Zastosowanie nowoczesnych metod rekultywacji w rejonie kopalni Bilina

Application of modern restoration methods in the vicinity of Bilina Mines

Marcela ŠAFÁŘOVÁ¹⁾, Michal ŘEHŮŘ²⁾, Tomáš LANG³⁾

¹⁾ Ing.; VÚHU, a.s., Budovatelů 2830, Most 434 37, sedlacek@vuhu.cz

²⁾ RNDr.; VÚHU, a.s., Budovatelů 2830, Most 434 37

³⁾ VÚHU, a.s., Budovatelů 2830, Most 434 37

RECENZENCI: Eur. Ing. Douglas E. JENKINSON; dr inż. Elżbieta PIETRZYK-SOKULSKA

Streszczenie

Zewnętrzne i wewnętrzne zwałowiska kopalni Bilina są ważnymi częściami krajobrazu północnych Czech powstałymi wskutek wydobywania. Zarówno kopalni jak i mieszkańcom regionu zależy na jak najszybszym przygotowaniu tych obszarów i stopniowym integrowaniu ich z ekosystemem regionu. Ten referat krótko podsumowuje wyniki analiz i badań próbek pobranych z nadkładu oraz wewnętrznego zwałowiska w kopalni Bilina i ze zrehabilitowanych terenów w miejscowościach Střimice, Radovesice, Pokrok. Wyniki badań wskazują na konieczność zróżnicowanego podejścia do konkretnych zwałowisk w oparciu o wyniki prac badawczych. Tylko w ten sposób można wydzielić zwałowiska do bezpośredniej rekultywacji od tych, które wymagają dodatkowych prac przygotowawczych.

Summary

External and internal dumps of Bilina mine are a significant part of the North – Bohemian landscape sustained by excavation. Here as fast as possible preparation and gradual integration into ecosystem of the area is of interest to the citizens of the Bilina area and the mining company. The paper briefly summarizes the results of tests and evaluation of samples taken from overburden cuts of Bilina mine and on restoration at Střimice, Radovesice, Pokrok and the internal dump at Bilina mine. From the results, it follows the need for a different approach to each site based on consequential analysis of survey works. Only in this way, it is possible to alter the optimal localities for direct restoration from those, requiring just the basic preparation of their top layers.

1. Wprowadzenie

Jednym z problemów regionu północnych Czech jest istnienie na znaczącym jego obszarze krajobrazu trwale zmienionego w wyniku eksploatacji węgla brunatnego. Znaczącą jego częścią są zewnętrzne zwałowiska kopalni odkrywkowych. Zarówno kopalniom jak i mieszkańcom regionu zależy na jak najszybszym przywróceniu im użyteczności pozwalającej na integrację z ekosystemami regionu.

Bez ingerencji człowieka procesy te trwałyby wiele lat, a z powodu niekorzystnego składu skał złożonych na zwałowiskach mogłoby do nich nie dojść w ogóle. Z tego powodu rekultywacja terenów zagłębia północnych Czech ma jeszcze większe znaczenie. Z punktu widzenia składu deponowanych skał, najtrudniejszym przypadkiem są zwałowiska na terenie kopalni Bilina. Z tego powodu są tam stosowane bardziej złożone metody rekultywacji.

Możliwości aktualnie prowadzonych zaawansowanych prac rekultywacyjnych na różnych dostępnych zwałowiskach są oparte na wynikach badań przeprowadzonych na zwałowiskach Střimice, Radovesice oraz Pokrok. W badaniach najwięcej uwagi poświęcono zwałowisku Radovesice, które należy do najrozsleglejszych, a jego rekultywacja wciąż trwa.

1. Introduction

One of the problems of the North – Bohemian region is the considerable extent of landscape sustained by the brown coal excavation. A significant part there also are the external dumps of coal opencast mines. Interest by the local inhabitants and the mining companies is the fast as possible preparation and gradual integration of such derelict landscapes into the ecosystem of region.

The natural processes would take, without intervention of man a minimum of tens of years and in cases of unfavourable composition of rocks stacked on the dump they would not improve at all. For that reason the restoration works on dumps of the North – Bohemian basin acquire still greater meaning. From the standpoint of the composition of backfilled rocks, the situation is most difficult at some localities of the Bilina Mines. For that reason, the most difficult methods of restoration are applied at this location.

Possibilities of present restoration advances at differentiated access to particular localities are supported by results reached at the restoration of dumps at Střimice, Radovesice and Pokrok. Attention is devoted especially to the Radovesice dump as it is

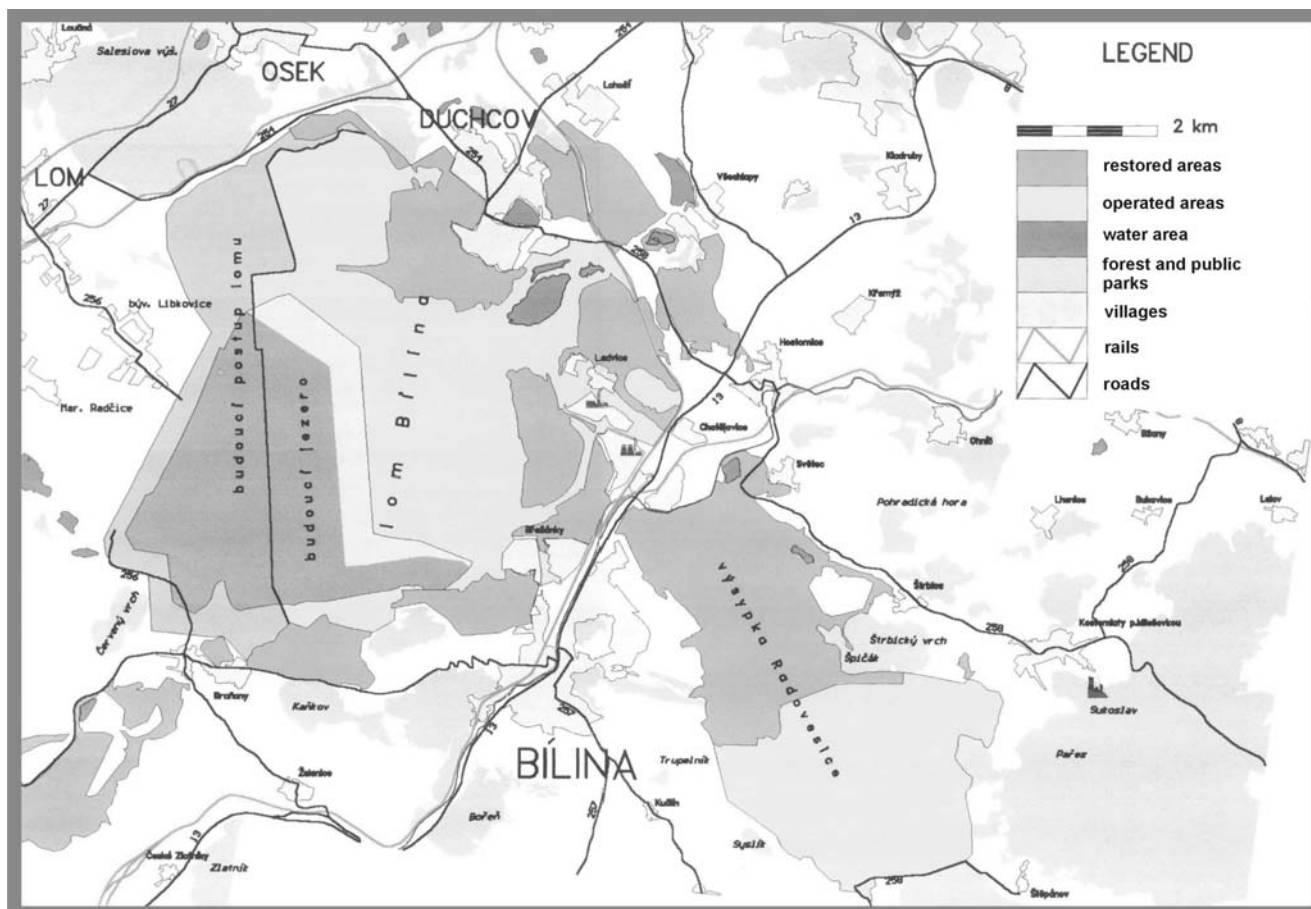
2. Krótka charakterystyka skał nadkładu z kopalni Bilina

Wydobycie w Kopalni Bilina jest prowadzone na północnym brzegu zagłębia węgla brunatnego północnych Czech pomiędzy wsiami Duchcov, Mariánské Radčice oraz Libkovice. Rozpoczęło się ono na dużą skalę w 1964 roku. Eksploatacja odbywa się wzdłuż ściany o długości 5 km w kierunku zachodnim a pokład węgla znajduje się na głębokości od 80 do 120 metrów.

the most extensive dump in the area and its restoration has only just started.

2. Brief characterization of overburden rocks of Bilina mine

The excavation of Mines Bílina start at the northern margin of the North Bohemian brown coal basin between the villages of Duchcov, Mariánské Radčice and Libkovice. Starting in 1964 large scale opencast mining began, that advances with a working face longer than 5 km in direction to the west and follows the coal seam in depths 80 to 120 metres.



Rys.1
Plan sytuacyjny rejonu rekultywacji kopalni Bilina

Fig. 1
The situation of Bilina mine restored localities

Na zwałowisku kopalni Bilina występują skały z głównego pokładu węglowego, górnej warstwy iłowo-piaszczystej i czwartorzędu. Z punktu widzenia przydatności do rekultywacji są one skrajnie niekorzystne. Wynika to głównie z kwasowości, nieodpowiedniego składu ziarnowego i niekorzystnych właściwości sorbcyjnych. Skały tego typu pojawiły się również na zwałowisku Střimice oraz od niedawna na wewnętrznym zwałowisku kopalni Bílina.

Rocks of the main coal seam, top sand-clay strata and Quaternary appear on the dumps of Bilina Mines. Especially the sand accumulations that locally replace the coal sedimentation appear from the rocks of main coal seam on dumps. From the standpoint of restoration utilization, they are extremely unfavourable, being practically sterile. Due especially by their acidity, unsuitable granularity composition and sorption properties. The rocks of this type occurred on the Střimice dump and recently on the internal dump of the Bílina mine.



Rys. 2
Eksploatacja nadkładu w kopalni odkrywkowej Bilina

Fig. 2
The overburden cuts of opencast Bilina mine

Skały górnej warstwy ilasto-piaszczystej pojawiają się, na powierzchni zwałowiska, w zależności od grubości warstw poszczególnych kompleksów. Najczęściej tworzą je ropy piaszczyste i piaski. Ich skład chemiczny i mineralogiczny jest lepszy od składu piasków pochodzących z grupy produktywnej głównego pokładu węglowego. Z powodu małej odporności na erozję oraz nieodpowiedniego, w większości przypadków, uziarnienia w małym stopniu nadają się one do rekultywacji. Tego typu skały są typowe dla zwałowiska Radovesice. Przydatność skał do rekultywacji wzrasta wraz ze zwiększającym się udziałem ropy występujących w warstwach libkowickich.

Utwory czwartorzędowe są głównie reprezentowane przez ropy lessowe, ropy i żwir piaszczysty. Ich przydatność dla rekultywacji jest z reguły bardzo dobra, jakkolwiek ta warstwa ma grubość tylko 0 do 10 cm.

Główne właściwości typowych skał kopalni Bilina są wymienione w tablicy 1. Próbka 1 składa się z czwartorzędowego ropy lessowego, próbka 2 z szarego ropy warstw libkowickich, próbka nr 3 z górnej warstwy ropy piaszczystych i próbka 4 z piasków pokładu węglowego.

Rocks of top sand-clay strata appear with regard to thickness of group of strata on the dump surface the most often. They are formed mostly by dusty to sandy clays and sands. Their chemistry and mineralogical composition are more favourable than in case of sands from the group of strata of main coal seam. With regard to small against – erosion resistance and mostly unsuitable granularity composition they are however for restoration utilization of little use. These rocks are typical for Radovesice dump. The restoration utilization of rocks is better according to increasing of clay content at top of the strata (Libkovic strata).

Quaternary deposits are represented especially by loess loams, loams and gravel sands. Their restoration utilizability is as a rule very good, the thickness is however in range only 0 – 10 cm.

Significant properties of typical rocks of Bilina mine are given in Table No.1 The sample No. 1 is formed by Quaternary loess loam, sample No. 2 by grey clay of Libkovic strata, sample No. 3 by sand clay of top sand-clay strata and sample No.4 by sand of coal strata.

Tablica 1
Właściwości skał nadkładu w kopalni Bilina

Table 1
Properties of rocks of overburden cuts of Bilina mine

No. of sample Nr próbki	Taking interval Miejsce pobierania próbek [m]	Nitrog. content Zawartość azotu [%]	Org. mass content Zawartość masy org. [%]	CaCO ₃ content Zawartość CaCO ₃ [%]	pH [H ₂ Oext.]	Acceptable nutrients Przyswajalne składniki odżywcze [mg. kg ⁻¹]			Sorption Sorpcja mmol/100 g [%]		
						P	K	Mg	S	T	V
						1	foreland przedpole	0,11	1,1	5,4	6,9
2	1.overbur. cut 1 warstwa nadkł.	0,06	0,4	1,4	7,3	0	212	226	12	12	100
3	3.overbur. cut 3 warstwa nadkł.	0,02	1,1	1,7	7,0	0	100	130	10	10	100
4	coal strata warstwa węglowa	0	5,2	0,5	4,7	0	55	46	–	–	–

3. Rekultywacja zwałowiska Radovesice

Budowa zwałowiska Radovesice rozpoczęła się w 1964 roku. Zostało ono zlokalizowane na terenie wsi Radovesice, Kostomlaty oraz Světec. Jego obszar rozciąga się z SE na NW opadając w kierunku Średniogórza Czeskiego. Jest to najrozleglejsze zwałowisko jakie było czynne w kopalni Bílina. Do jego rekultywacji wykorzystano doświadczenia zdobyte w trakcie rekultywacji zwałowiska Střimice.

Obecnie na terenie zwałowiska prowadzona jest rekultywacja głównie w kierunku leśnym. Biorąc pod uwagę obszar zwałowiska, jego znaczenie oraz niekorzystne właściwości większości zwałowanej gleby, zastosowano prace mające przygotować powierzchnię zwałowiska do rekultywacji zgodnie z metodologią Dra Fišera [2]. Przygotowania polegały na pokryciu powierzchni zwałowiska warstwą margli wydobywanych w sąsiedztwie, co znacznie zmniejszyło kosztu przedsięwzięcia. Z powodu bardzo dobrych wyników w fazie początkowej zdecydowano, aby metodę tę wykorzystać na całej powierzchni zwałowiska.

Przygotowanie powierzchni zwałowiska, agromelioracja oraz właściwe prace rekultywacyjne są wykonywane stopniowo, po zakończeniu etapu rekultywacji technicznej. Podstawowe znaczenie ma skrócenie czasu prac rekultywacyjnych, ponieważ wiąże się to ze skróceniem czasu oddziaływania erozji na pierwotny materiał powierzchni zwałowiska. Utlenianie pirytu i rozkład minerałów ilastych zachodzi w nieznacznym stopniu [3].

Agromelioracja powierzchni zwałowiska Radovesice rozpoczyna się naniesieniem warstwy o grubości 0,3 metra margla na określoną powierzchnię, a następnie jej zaoranie na głębokość 0,5 – 0,7 m. Ze względu na złożoność składu mineralnego zwałowiska, zwięzłość margli i wymaganą głębokość orania prace te są najtrudniejszym etapem rekultywacji. Proces ten powtarza się zwiększając głębokość

3. Restoration of Radovesice dump

Construction of Radovesice dump started in 1964. It was situated in the territory of the villages of Radovesice, Kostomlaty and Světec. It has elongated form from south — east to north — west and its territory falls into the highlands of Czech Middle – Mountains. It is the most extensive up till now operated dump of the Bílina complex. The experiences gained at Střimice locality were utilized at this site.

At the present time the forest restoration is mostly carried out on this dump. With regard to dump extent, its significance and unfavourable character of majority of bulked soils, the preparation of dump surface with utilization of local marlites is performed according to the methods of Dr. Fišera /2/. Those form the geological surface of erosion valley in the underlying strata of the dump /1/. The marlite excavation runs quite closely to the dump and this fact substantially decreases the costs. With regard to the first very positive results it was decided to use this method on the whole dump surface.

The preparation of dump surface, improvement and restoration works are executed gradually, after finishing – bulking of technical parts of the dump. The basic significance is the shortening of interval bulking – restoration, because it means shorter time for erosion of original material of dump surface. Oxidation of pyrite and breakdown of clay minerals are low /3/.

Improvements on the surface of the Radovesice dump begins with laying 0.3 m marlites for the chosen area and ploughing with plough to a depth of 0.5 – 0.7 m. With regard to compactness of dump, stone character of marlites and required depths of ploughing these works are technically the most difficult problems of restoration. By the ploughing, the dump materials will again get onto the surface, these are again layered with 0.3 m marlites and ploughed into depth 0.7 – 1.0 metres. So they enter into the mixture the

zaorania na 0,7 – 1,0 m. W ten sposób uzyskuje się końcową mieszaninę do głębokości 0,6–1,0 m.

originally ploughed in marlite and the final mixture is increased by a real depth 0.6 – 1.0 metres.



Rys. 3
Rekultywacja powierzchni (rejon Radovesice)

Fig. 3
The restoration of dump surface (locality Radovesice)

Następnie prowadzone są badania powstającego systemu korzeniowego. Obecnie prowadzone są badania eksperymentalnego obszaru, polegające na stosowaniu różnej ilości margli z oraniem lub bez lub pokrywanie go innymi rodzajami gleb. Na podstawie wyników badań zaproponowano zmniejszenie ilości przykrywających margli o około jedną trzecią.

4. Mineralogia i chemia zrehabilitowanej powierzchni składowiska

Zgodnie z opisami geologicznymi pierwotny materiał zwałowisk składa się z iłów, piasków oraz iłów piaszczystych. Analizy mineralogiczne wskazują na występowanie kwarcu, kaolinitu i illitu. Występują również śladowe ilości syderytu. Charakterystycznymi właściwościami tych skał jest duża zawartość kwarcu, mała kalcytu, magnezytu, azotu, przyswajalnych składników odżywczych oraz niska wartość pojemności sorpcyjnej. Ich przydatność w rekultywacji jest bardzo słaba.

Margle i utwory margliste używane do rekultywacji składają się z mieszaniny kalcytu, kwarcu,

Properties of the rooting depth are currently followed up. At present research of experimental area runs and various quantities of marlites are applied by different ways (with ploughing-in and without ploughing-in) or by covering with other soils. Decreasing the quantity of backfilled marlites was reduced by about one third on the results of this research.

4. Mineralogy and chemistry of restored surface of the dump

According to geological descriptions, original material of the dump is formed by clays, sands and sandy clays. The mineralogical analysis gives evidence about the presence of quartz, kaolinite and illite. The traces of siderite also occur here. The characteristic parameters of these rocks are high amounts of quartz, low amounts of calcite, magnesite, nitrogen, acceptable nutrients and the low values of sorption capacity. Their restoration utilization is very low.

kaolinitu i illitu. Na ich uziarnienie największy wpływ ma zawartość kalcytu oraz stosunek żwiru do form piaszczystych w świeżych utworach marglistych. Zawartość kalcytu zmienia się pomiędzy 40 – 55% [4]. Odczyn wodnego wyciągu gleby jest lekko alkaliczny, a wartości pojemności sorpcyjnej oraz przyswajalnych składników odżywczych są niskie.

Tablica 2
Właściwości skał ze zwałowiska Radovesic

No. of sample Nr próbki	Taking interval Przedział głębokości pobieranych próbek [m]	Nitrog. content Zawartość azotu [%]	Org. mass content Zawartość masy org. [%]	CaCO ₃ content Zawartość CaCO ₃ [%]	pH [H ₂ Oext.]	Acceptable nutrients Przyswajalne składniki odżywcze [mg. kg ⁻¹]			Sorption Sorpcja mmol/100 g [%]		
						P	K	Mg	S	T	V
						5	0,00 – 0,30	0,12	0,8	9,4	7,9
6	0,30 – 0,90	0,05	0,4	39,4	8,3	0	112	326	14	14	100
7	under poniżej 0,90	0,03	1,1	1,1	7,9	0	146	269	11	11	100

Warstwa ukorzeniona jest z reguły utworzona z mieszaniny luźnej lub z plastycznych margli i utworów marglistych, ilów i mułów. Wymienione skały są wynikiem wymieszania w wyniku prowadzenia wcześniejszych prac rekultywacyjnych i z tego powodu do badań wybrano tyle próbek. Wartość pojemności sorpcyjnej gleby wynosi 14–18 mmol/100 g. Analiza składu ziarnowego pozwala stwierdzić obecność żwiru zbudowanego z fragmentów margli i bazaltów. Zawartość kalcytu jest zazwyczaj wystarczająca. Bardzo silna reakcja alkaliczna wyciągu wodnego gleby wskazuje na silnie alkaliczny charakter, co związane jest z występowaniem margli na głębokości do jednego metra i świadczy o możliwości zredukowania spodziewanych osadów kwaśnych.

Opisaną metodę można wykorzystać dla zapobieżenia efektem erozji, podobnym do tych, które wystąpiły w pierwszym etapie rekultywacji zwałowiska Střimice. Zostało to pokazane w tablicy 2. Próbkę numer 5 tworzą brązowo – szare ility margliste, próbkę numer 6 tworzą szare margle z fragmentami utworów marglistych zaś próbkę numer 7 brązowo-szare ility z fragmentami węgla.

5. Rekultywacja składowiska Strimice

Zwałowisko jest usytuowane na wschód od miasta Most. Było czynne w latach 1959–1973. Powierzchnia zwałowiska wynosi 160 ha a jego wierzchołowa znajduje się na wysokości 330 m nad poziomem morza.

Pierwotna rekultywacja w kierunku leśnym została rozpoczęta w roku 1967. W wyniku niepomyślnych zmian właściwości powierzchniowych

Marls and marlites used at restoration sites are formed by the mixture of calcite, quartz, illite and kaolinite. The size distribution is influenced by the calcite content and the significant proportion of gravel to stones forms at fresh marlites. The content of calcite fluctuates between 40 – 55% [4]. Soil reaction in water leach is slightly alkaline, the values of sorption capacity and acceptable nutrients are low.

Table 2
Properties of rocks of Radovesice locality

The rooting layer is as a rule formed by the mixture of disaggregating or plastic marls and marlites, clays and loams. This group of rocks is the result of restoration works and for that reason many samples of this type were taken here. The values of sorption capacity increased to 14 – 18 mmol/100 g soil. The size analysis proves the presence of gravel composed from the fragments of marlites and basalts. The content of calcite is sufficient, with depth it decreases as a rule. Very significant soil reaction in water leach is mostly slightly alkaline what proves by evidence the action of marlites in depths to one meter and it means the possibility of elimination of presupposed acid precipitations.

It is possible using the mentioned methods to protect for erosion effects as was done in the first stage of restoration of Střimice dump. It can be shown in the following table No. 2. The sample No. 5 forms the grey – brown marl loam, sample No.6 is formed by grey marl with fragments of marlite and sample No. 7 is formed by grey – brown dump clay and fragments of coal mass.

5. Restoration of Střimice dump

The dump is located in easterly direction from Most town. It was dumped in 1959 – 1973. The area of the heap is 160ha. and reaches up to 330 m above sea level.

Original forest restoration started in 1967. With regard to unfavourable changes of surface properties of the dump the forest practically died out. At the same time great erosion effects were manifested.

zwałowiska las praktycznie obumarł. W tym samym czasie stwierdzono nasilenie się zjawisk erozji. Do rekultywacji zastosowano bentonity z kopalni odkrywkowej Černý Vrch (Czarny Wierch). Rekultywacja rozpoczęła się w 1974 r. Warstwa nałożonego bentonitu miała grubość 0,5 m. Po zaoraniu i przygotowaniu powierzchni zasiano trawę a później teren zalesiono. W 1988 roku rozpoczęto rekultywację rolną na powierzchni 89 ha.

We współpracy z Kopalniami Bilina oraz instytucjami badawczymi VÚHU Most i VÚMOP Praha określono najlepsze metody rekultywacji.

Z 3 otworów wykonanych na zwałowisku Střimice pobrano 9 próbek. Wyodrębniono trzy warstwy zróżnicowane pod względem składu. Warstwa górna jest zbudowana z próchnicy (ewentualnie mieszaniny próchnicy i bentonitu), warstwa średnia jest zbudowana z bentonitu (ewentualnie ilu i bentonitu) i warstwa dolna — z pierwotnego materiału znajdującego się na zwałowisku.

Górna warstwa składa się z kwarcu, kaolinitu, illitu i montmorylonitu. Stwierdzono niekiedy występowanie skalenia i muskowitu. Jej właściwości chemiczne mogą być określone jako relatywnie dobre. Odczyn gleby jest obojętny, sorpcja T ma wartości od średniej do wysokiej (zgodnie z zawartością bentonitu), zawartość kalcytu jest zmienna. Zawartość azotu jest niska, a humusu średnia. Zawartość przyswajalnych składników odżywczych jest niska dla fosforu, a dla magnezu i potasu waha się od średniej do wysokiej. Z uwagi na uziarnienie gleba jest raczej grubouziarniona i może być określona jako il piaszczysty lub il. Z punktu widzenia rekultywacji jej właściwości są dobre.

Tablca 3
Właściwości skał z rejonu Střimic

No. of sample Nr próbki	Taking interval Przedział głębokości pobierania próbek [m]	Nitrog. content Zawartość azotu [%]	Org. mass content Zawartość masy org. [%]	CaCO ₃ content Zawartość CaCO ₃ [%]	pH [H ₂ Oext.]	Acceptable nutrients			Sorpton		
						Przyswajalne składniki odżywcze [mg. kg ⁻¹]			Sorpcja mmol/100 g [%]		
						P	K	Mg	S	T	V
8	0,00 – 0,60	0,07	1,2	1,1	6,7	10	190	102	13	19	68
9	0,60 – 0,90	0,05	0,7	9,9	8,2	1	218	494	36	36	100
10	under poniżej 0,90	0,01	2,9	0,3	4,5	1	103	304	3	8	39

Warstwa środkowa jest złożona z bentonitu, a badania mineralogiczne stwierdzają występowanie w niej głównie montmorylonitu. Odczyn gleby jest alakliczny, sorpcja T jest wysoka (wraz z rosnącą zawartością montmorylonitu). Zawartość kalcytu wzrasta. Zawartość azotu i humusu jest niska. Zawartość przyswajalnych składników odżywczych jest wyższa niż w warstwie górnej. Z uwagi na

The bentonites from the opencast mine Černý vrch (Black Hill) were then used for restoration there. Restoration was initiated in 1974. The strata of inbrought bentonite soils was set to 0.5 m. After ploughing – grassification and later afforestation was carried out. In 1988 agricultural restoration was initiated on the dump plain with a total area 89 ha.

In cooperation of Bilina Mines and research institutes VÚHU Most and VÚMOP Praha the successfulness of selected methods of restoration was determined.

Nine samples were taken from three test pits on the Střimice dump. It differed in the top strata by the formation of mould (event. mixture of mould and bentonite), middle strata formed by bentonite (event. mixture of clay and bentonite) and original material of the dump.

The top strata is formed by quartz, kaolinite, illite and montmorillonite. Sometimes the addition of feldspars and muskovite occurs. The chemical properties can be evaluated as relatively favourable. The soil reaction is neutral, sorption T middle to high (according to bentonite content), calcite content fluctuates. The nitrogen content is low, amount of humus is middle. The content of acceptable nutrients is low at phosphorus, at magnesium and potassium middle to high. From a granularity standpoint the soils are rather coarse grain, they can be characterized like sandy loam to loam one. They are acceptable for restoration purposes.

Middle strata is formed mostly by bentonite. In mineralogical composition it corresponds to a more significant share of montmorillonite. The soil reaction is slightly alkaline, sorption T is high (with increasing content of montmorillonite). The calcite content increases. The amount of nitrogen and humus is low. The proportion of acceptable nutrients slightly increases against the top strata. From the granularity

Table 3
Properties of rocks of Střimice locality

uziarnienie jest to próbka średnioziarnista — odpowiadająca zapiaszczonym ilom.

Pierwotny materiał zwałowiska stanowią żółte iły z wkładkami węgla. Jest to materiał zdecydowanie nieodpowiedni z punktu widzenia rekultywacji.

Fakt ten potwierdzają jednoznacznie wyniki badań zawarte w tablicy 3. Próbkę numer 8 stanowi mieszanina próchnicy i bentonitu, próbkę numer 9 — bentonit, próbkę numer 10 szary il.

6. Rekultywacja kolejnych składowisk kopalni Bilina

Obecnie kopalnia Bilina eksploatuje dwa zwałowiska — Pokrok i wewnętrzne kopalni Bilina.

Zwałowisko Pokrok, znajdujące się nieopodal miasta Duchcov, jest wewnętrznym zwałowiskiem Kopalni Bilina. Skały nadkładu (utwory trzecio- i czwartorzędowe) tej kopalni są deponowane na tym zwałowisku. Badane próbki składają się głównie z brązowych ilów z fragmentami gnejsów i rozdrobnionych brązowo-szarych ilów. Na podstawie analiz mineralogicznych i chemicznych stwierdzono, że skały te są przydatne do rekultywacji. W tym przypadku właściwości skał są zdecydowanie różne od właściwości skał na zwałowiskach Radovesice i Střimice. Skały te mogą być wykorzystywane do rekultywacji leśnej, bez konieczności tworzenia dodatkowej warstwy gleby.

Zupełnie inna sytuacja panuje w wewnętrznym zwałowisku kopalni Bilina. Budowa zwałowiska miała miejsce w latach 1979 – 1980, przewidywana powierzchnia całkowita wynosi 438,3 ha.

Na części zwałowiska są zdeponowane skały zawierające iły piaszczyste, piaski, wyjątkowo iły. Ich rekultywacja jest łatwiejsza niż na zwałowisku Radovesice. W części gdzie są zdeponowane skały z poziomu węglowego, który zawiera praktycznie jałowe (nieurodzajne) piaski utrudniające rekultywację konieczne jest pokrycie ich różnymi typami skał o lepszych właściwościach dla rekultywacji.

7. Wnioski

W artykule podsumowano krótko wyniki analiz próbek pobranych na zwałowiskach Střimice, Radovesice, wewnętrznym zwałowisku kopalni Bilina oraz zwałowisku Pokrok. Ze względu na znaczenie i skuteczność rekultywacji największą uwagę poświęcono zwałowisku Radovesice.

Na podstawie obserwacji i analizy pobranych próbek wybrano taki sposób rekultywacji, który ograniczy wpływ erozji i dostosuje do składu chemicznego i własności fizycznych powierzchni zwałowisk Radovesice i Střimice. Rekultywacja zwałowiska Radovesice była przeprowadzona w nastę-

standpoint, the samples are middle to coarse grain, they correspond to a sandy loam.

Original material of dumps is formed by yellow clays with coal fragments. They are extremely unsuitable for restoration purposes.

This fact is unambiguously proved by the results in Table No. 3. Sample No. 8 is formed by mixture of mould and bentonite, sample No. 9 by bentonite and sample No. 10 by grey dump clay.

6. Restoration of further localities of Bilina mines

At the present time only two dumps are under operation by the mining company — Pokrok dump and internal dump of Bilina mine.

The Pokrok dump, near the town of Duchcov, is operating an external dump of Bilina Mines. The rocks from top horizons of Bilina mine are mostly backfilled on this dump (Quaternary cover and top Tertiary). Analyzed samples were mostly composed of brown loams with fragments of gneiss and brown — grey disaggregating loams. According to mineralogical and chemical analyses their restoration utilization is very good. In this case the properties of rocks backfilled on the dump are in contrast with determined results of dumps at Radovesice and Střimice. It is possible these rocks can be used for direct forest restoration without the formation of new soil layer.

A quite different situation was determined on the internal dump of Bilina mine. Its construction began in 1979 – 1980, presupposed total area is 438,3 ha.

Rocks of sandy clay strata are backfilled on the dump. They are formed by sandy clays, sands, exceptionally also clays. Their restoration utilization is better than in the case of Radovesice dump. A level containing practically the sterile sands of coal strata is however determined during the investigation. It is necessary to cover this layer by other types of rocks with good restoration utilization.

7. Conclusions

This paper briefly summarizes the analytical results and evaluation of samples taken on locations at Střimice, Radovesice, internal dump of Bilina mine and Pokrok. With regard to extent, significance and success of restoration the greatest attention is devoted to the Radovesice dump.

According to observations and results of sample analyses the methods of restoration were selected to limit the erosion influence, adjust the chemical and physical composition of the surface of Radovesice and Střimice dumps. The application of marlites and bentonite prevent the unfavourable weathering

pujący sposób: zastosowano margiel i bentonit dla uniknięcia niekorzystnych wpływów wietrzenia powierzchni zwałowiska, zdeponowano wyrównane utwory czwartorzędowe, dodano margiel i zaorano go, zastosowano substraty organiczne i przygotowano wegetację roślin. Zbadano także możliwość wykorzystania skał nadkładu do rekultywacji zwałowiska Prokok.

Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że dla każdego zwałowiska należy indywidualnie zaprojektować sposób rekultywacji, korzystając z wyników badań doświadczalnych pobranych próbek.

Analiza skał wydobywanych w trakcie eksploatacji węgla brunatnego i relacje z terenem otaczającym pozwoliły poprzez rekultywację zwałowiska wyeliminować negatywny wpływ na środowisko. Dzięki rozległym pracom badawczym i indywidualnemu podejściu do każdego zwałowiska wpływ kopalni Bilina na krajobraz regionu jest minimalizowany.

Tłumaczenie na język polski: dr inż. Barbara Tora

processes on dump surface. Compensation by Quaternary sediments was artificially formed here. The need for ploughing in marlite, application of organic substrates and vegetation preparation was proved on the Radovesice dump. The suitability of backfilled rocks for restoration purposes was proved on the Pokrok dump.

The results show the need for a differentiated access to particular localities based on consequential analysis of investigational work. Only in that way, it can the different localities be optimised for direct restoration from those, requiring basic preparation of their top layers.

Results obtained at the same time prove that the knowledge of the character of rocks, displaced by excavation, and all natural relations in territory are very important for finding the solutions that substantially limit the negative impacts to the ecology of the region. Thanks to extensive survey works and differentiated access to particular localities, the dumps of Bilina Mines will gradually organically integrate into the landscape under the Czech Middle Mountains.

Literatura — References

1. Čermák, P.: *Methodical bases for evaluation of against – erosion resistance of dump soils with vegetation or other preparation in SHP. Research report, M.S. VÚMOP Praha, 1998*
2. Fišera, E.: *Evaluation of soils of North – Bohemian basin from standpoint of suitability. Research report, M.S. BPT, 1990*
3. Hraško, T.: *Applied soil – knowledge science. Bratislava, 1988*
4. Řehoř, M.: *Research of suitability of overburden soils for restoration purposes. Expert review, M.S. VÚHU, 1999*