

Ing. Karel Balon, Vratislav Ondráček, Severočeské doly, a.s., Chomutov

Ing. Petr Čermák, CSc. - VÚMOP Praha, s.p.

RNDr. Michal Řehoř - Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s., Most

Moderní rekultivační metody Dolů Bílina a jejich aplikace na výsypce Radovesice

Moderne Rekultivierungsmethoden der Tagebaue Bílina und ihre Anwendung auf der Kippe Radovesice

Die Rekultivierung der von den Tagebauen Bílina betriebenen Kippen stellt hinsichtlich ihrer Fläche und Eigenschaften der verkippten Gesteine einen der wesentlichen Probleme des nordböhmischen Beckens dar. Der Beitrag informiert über die Methodik der Rekultivierungsarbeiten und die langfristige Untersuchung, die auf diesen Lokalitäten durchgeführt wird.

Die Aufmerksamkeit ist besonders der Kippe von Radovesice gewidmet, wo eine anspruchsvolle Rekultivierung durch das Mergelverfahren verläuft. Die Mergeldosierung wird durchlaufend gemäß der durchführenden Untersuchungsarbeiten bestimmt. Im Beitrag sind ausführlich die Ergebnisse beschrieben, die durch verschiedene Mergelanwendung erreicht wurden. Vorausgesetzte Schlußfolgerungen sind in Tabellen und Graphiken dargestellt.

Die erreichten Ergebnisse beweisen, daß es bei guten Kenntnissen des Charakters, der durch die Kohlenförderung übertragenen Böden und aller Naturbeziehungen des bestimmten Gebietes möglich ist, eine Lösung zu finden, die die negativen Einflüsse auf die Ökologie des Gebietes wesentlich verringert.

Modern restoration methods of Bílina mines and their application on Radovesice dump

Restoration of dumps operated by Mines Bílina is one of consequential problems of the North-Bohemian basin with regard to their area and properties of back-filled rocks. The article informs about the methodics of restoration works and long-term research passing on these localities.

The attention is devoted above all to Radovesice dump where is passing intensive restoration by marliting. The dosing of marlites is determined

by results of runningly passing research works. In article there are in detail specified the results achieved by various ways of marlite application. The submitted conclusions are proved by tables and graphes.

The achieved results prove that at knowledge of character of rocks dislocated by excavation and all natural relations in the territory it is managed to solve the solution substantially limiting the negative impacts to ecology of territory.

Современные методы рекультивации а/о Разрезы Билина и их прикладное использование на отвале "Радovesице"

Рекультивация отвалов имеющихся в эксплуатации а/о Разрезы Билина представляет собой, из-за размера их площади и свойств укладываемых пород, одну из важнейших проблем Северочешского бурогоугольного бассейна. Статья информирует о методике рекультивационных работ и о долгосрочном исследовании проходящем на данных участках.

Внимание уделяется прежде всего отвалу "Радovesице", где осуществляется специфическая рекультивация с нанесением мергеля. Дозировка мергелистого камня определяется результатами непрерывных научно-исследовательских работ.

В статье подробно описаны результаты достигнутые при различных способах применения мергеля. Представляемые выводы доложены таблицами и графиками.

Достигнутые результаты документируют, что зная характер нарушенных и перенесенных добычными операциями пород и всех природных соотношений данной территории, удастся найти решение, которое существенно ограничит

неблагоприятные последствия на экологию территории.

Moderní rekultivační metody Dolů Bílina a jejich aplikace na výsypce Radovesice

Rekultivace výsypek provozovaných Doly Bílina je vzhledem k jejich ploše a vlastnostem zakládaných hornin jedním ze závažných problémů severočeské pánve. Článek informuje o metodice rekultivačních prací a dlouhodobém výzkumu probíhající na těchto lokalitách.

Pozornost je věnována především výsypce Radovesice, kde probíhá náročná rekultivace slínováním. Dávkování slínovců je určováno výsledky průběžně probíhající výzkumných prací. V článku jsou podrobně rozvedeny výsledky dosažené různými způsoby aplikace slínovců. Předkládané závěry jsou doloženy tabulkami a grafy.

Dosažené výsledky dokumentují, že při znalosti charakteru těžbou přemístěných hornin a všech přírodních vztahů v území se daří najít řešení podstatně omezující negativní dopady na ekologii území.

Jedním z problémů severočeského kraje je značný rozsah krajiny postižené těžbou hnědé uhlí. Její významnou součástí jsou vnější výsypky uhelných lomů. V zájmu obyvatel pánevních okresů i těžebních podniků je jejich co nejrychlejší úprava a postupné začlenění takto nově vzniklé krajiny do ekosystému území.

Jde o procesy, které by bez zásahu člověka trvaly minimálně desítky let a v případě nepříznivého složení hornin, sypaných na výsypku, by k nim patrně vůbec nedošlo. Proto nabývají rekultivační práce na výsypkách severočeské pánve stále většího významu. Z hlediska složení zakládaných hornin je situace nejsložitější na některých lokalitách Dolů Bílina. Proto jsou zde aplikovány nejnáročnější metody rekultivace.

Možnosti současných rekultivačních postupů dokládají výsledky dosažené při rekultivaci lokality Radovesice, která je nejvýznamnější vnější výsypkou Dolů Bílina.

Stručná charakteristika skrývkových hornin dolu Bílina

Těžba Dolů Bílina se rozvíjí na jižním okraji severočeské hnědouhelné pánve mezi obcemi Duchcov, Mariánské Radčice a Libkovicemi. Od roku 1964 vytváří velký lom, který postupuje v porubní frontě delší než 5 km směrem k západu a sleduje uhelnou sloj v hloubkách 80 až 120 metrů. K západu upadající podloží, hloubka uložení uhelné sloje a nedostatečná geomechanická stabilita skrývaných hornin vede k nutnosti uložit podstatnou část těžných skrývkových hornin mimo uhelný lom.

Ze skrývaných terciérních hornin se na výsypkách Dolů Bílina vyskytují horniny hlavní uhelné sloje, svrchních písčito-jílovitých vrstev a kvartéru.

Z hornin hlavní uhelné sloje se na výsypkách vyskytují zejména akumulace písků, které lokálně nahrazují uhelnou sedimentaci. Z hlediska rekultivační využitelnosti jde o horniny extrémně nepříznivé, prakticky sterilní. Je to dáno zejména jejich kyselostí, nevhodným zrnitostním složením a sorpčními vlastnostmi.

Horniny svrchních písčito-jílovitých vrstev se vzhledem k mocnosti souvrství objevují na povrchu výsypek nejčastěji. Převážně jsou tvořeny prachovitými až písčitými jíly až pískami. Jejich chemismus a mineralogické složení jsou příznivější než v případě písků ze souvrství hlavní uhelné sloje. Vzhledem k malé protierozní odolnosti a většinou nevhodnému zrnitostnímu složení jsou však pro rekultivační využití málo vhodné. S přibýváním jílové složky při hlavě souvrství se rekultivační využitelnost hornin lepší (libkovické vrstvy).

Kvartérní uloženiny jsou představovány zejména sprašovými hlínami, hlínami a štěrkopísky. Jejich rekultivační využitelnost je zpravidla velmi dobrá, mocnost se však pohybuje pouze v rozmezí 0 - 10 m.

Stručná charakteristika výsypky Radovesice

Výsypka Radovesice je největší vnější výsypkou Dolů Bílina. Její budování začalo roku 1964. Je situována do katastrálního území osad Radovesice, Kostomlaty a Světec. Bezprostředně navazuje na výsypku Jirásek. Celková předpokládaná výměra činí 970 ha. Má protáhlý tvar severojižního směru. Oblast výsypky spadá geograficky do vrchoviny Českého středohoří.

Obtížnost rekultivace výsypky Radovesice spočívá v nepříznivých vlastnostech hornin zakládáných do jejího tělesa. V tomto případě to jsou zejména horniny svrchních písčito-jílovitých vrstev. Jde o písky, kaolinitické jílovité písky a kaoliniticko-illitické jíly. Příměsi v sypaných horninách tvoří organická (uhelná) hmota, siderit a pyrit. Tyto horniny jsou mechanicky nestabilní vůči větrné i vodní erozi. Probíhajícím větráním získávají vlivem iontů SO_3 a Al nepříznivý, kyselý (až toxický) charakter /1/.

Krajně nepříznivý charakter větrání hornin nasypávaných na výsypku dokládají starší výsledky analýz vzorků odebraných na výsypce Střimice v sedmdesátých letech /2/. Povrch výsypky byl tehdy vzorkován 8 let po terénních úpravách, takže se zvětrávací procesy již mohly uplatnit. Hodnoty půdní reakce ve vodním výluhu klesají zpravidla pod 4, obsah CaCO_3 je prakticky nulový a hodnoty sorpce T většinou klesají hluboko pod 10 mekv/100g zeminy. Tyto výsledky potvrzují, že není-li povrchová zóna upravena, získávají horniny tohoto typu ze zemědělského hlediska prakticky sterilní charakter (nízké hodnoty pH i sorpční kapacity).

V současnosti je na výsypce prováděna převážně lesnická rekultivace. Vzhledem k rozsahu výsypky, jejímu významu a nepříznivému charakteru většiny sypaných zemin probíhá dle metodiky Dr. Fišery /1/ úprava povrchu výsypky s využitím místních slínovců. Ty tvoří geologický povrch erozního údolí v podloží výsypky /1/. Těžba slínovců probíhá v bezprostřední blízkosti výsypky, což podstatně snižuje náklady. Vzhledem k prvním velmi pozitivním výsledkům bylo rozhodnuto použít tuto metodu na celém povrchu výsypky.

Definitivní úpravy povrchu výsypky i meliorační a rekultivační práce se provádějí postupně, po dosypání technických částí výsypky. Zásadní význam má zkrácení mezidobí sypaní - rekultivace, čímž se zkracuje doba větrání původního materiálu povrchu výsypky. Vyloučí se tím oxidace pyritů a rozpad jílových minerálů /1/. První úpravy části plochy výsypky byly dokončeny na jaře 1991.

Cílem současné etapy výzkumu je optimalizace aplikovaných dávek slinitých hornin.

Využití slinitých hornin při rekultivaci zemin výsypky Radovesice

Cílem rekultivačních technologií, založených na procesu promísení (homogenizace) vhodného objemu slinitých hornin s meliorovanou výsypkovou zeminou, je vytvoření půdního profilu o určité mocnosti s vhodnými chemickými, fyzikálními a hydrofyzikálními vlastnostmi.

Za plně vyhovující nově vytvářenou mocnost meliorovaného půdního profilu výsypky pomocí těchto hmot lze považovat 0,6 m (pro potřeby lesnických i zemědělských rekultivací). V případě, že se využívají ve fázi vytváření povrchového půdního horizontu i dostupné zúrodnitelné zeminy (ornice, sprašové hlíny), je možno tuto požadovanou meliorovanou mocnost půdního profilu slinitými horninami adekvátně snížit, a to o potenciální výšku půdního horizontu, vytvářenou těmito zúrodnitelnými zeminami.

Tab. 1: Použitelná dávka slinitých hornin ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)

dávka meliorační hmoty v % z celkového objemu meliorované výsypkové zeminy	požadavek na mocnost požadovaného půdního profilu (m)		
	0,2	0,4	0,6
20	400	800	1200
40	800	1600	2400
60	1200	2400	3600
80	1600	3200	4800

Při porovnání fyzikálních a chemických vlastností výsypkových zemín meliorovaných odlišnými dávkami slinitých hornin bylo využito nejčastěji se vyskytujících výsypkových substrátů na Radovesické výsypce. Porovnávané veličiny odpovídají podmínkám fyzikální stabilizace meliorované výsypkové zeminy slinitými horninami po dvou letech, s vegetačním krytem tvořeným jetelotravním porostem. Po chemické stránce byly všechny hodnocené meliorační úpravy ovlivněny jednorázovou aplikací vícesložkových hnojiv v dávce $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ č.ž. MPK (15, 15, 15 %).

Fyzikální vlastnosti výsypkových zemín meliorovaných odlišnými dávkami slinitých hornin

Z posouzení změn způsobených meliorací písčitých hornin (dle zrnitostního složení) vyplývá, že v důsledku použitých melioračních hmot se zvyšováním jejich podílu souběžně narůstá i zastoupení I. zrnitostní kategorie (střední a jemný prach) a II. zrnitostní kategorie (hrubý prach). Z fyzikálních vlastností lze považovat za pozitivní faktor především nárůst hodnot maximální kapilární kapacity (podporující vododržnost meliorovaného půdního profilu), která se dostává se zvyšujícím se podílem použitých slinitých hornin (při 80%) přibližně na úroveň slinité horniny. U ostatních důležitých fyzikálních veličin (pórovitosti, objemových hmotností, minimální vzdušné kapacity) nebyly v důsledku prováděných meliorací a pěstované biomasy vyhodnoceny žádné výraznější kvalitativní změny.

V případě meliorovaných výsypkových jílovitohlinitých zemín jsou změny hodnocených veličin oproti předchozímu případu značně odlišné. Zřejmě se zde výrazně uplatňuje proces tvorby stabilních (strukturních) agregátů. Změny zrnitostního složení meliorovaných výsypkových zemín jsou poměrně málo výrazné. Zastoupení I. zrnitostní kategorie se v důsledku zvyšujících se dávek slinitých hornin jen mírně zvyšuje a přechází u variant s 20, 40, 60 a 80 % použitých slinitých hornin do půdního druhu jílovitého.

Souběžně se zvyšujícím se podílem této zrnitostní kategorie naopak dochází k mírnému poklesu (a to opět u všech testovaných variant) II. zrnitostní kategorie.

Z hodnocených fyzikálních veličin lze považovat za pozitivní nárůst hodnot pórovitosti, snížení objemových hmotností a zvýšení minimální vzdušné kapacity. Hodnoty maximální kapilární kapacity nejsou melioračním zásahem prakticky ovlivněny a zůstávají na stejné kvalitativní úrovni jako např. hodnocená výsypková zemina. Na obr. 1 je ukázáno zrnitostní složení výsypkových zemin meliorovaných odlišnými dávkami slinitých hornin.

Chemické vlastnosti výsypkových zemin meliorovaných odlišnými dávkami slinitých hornin

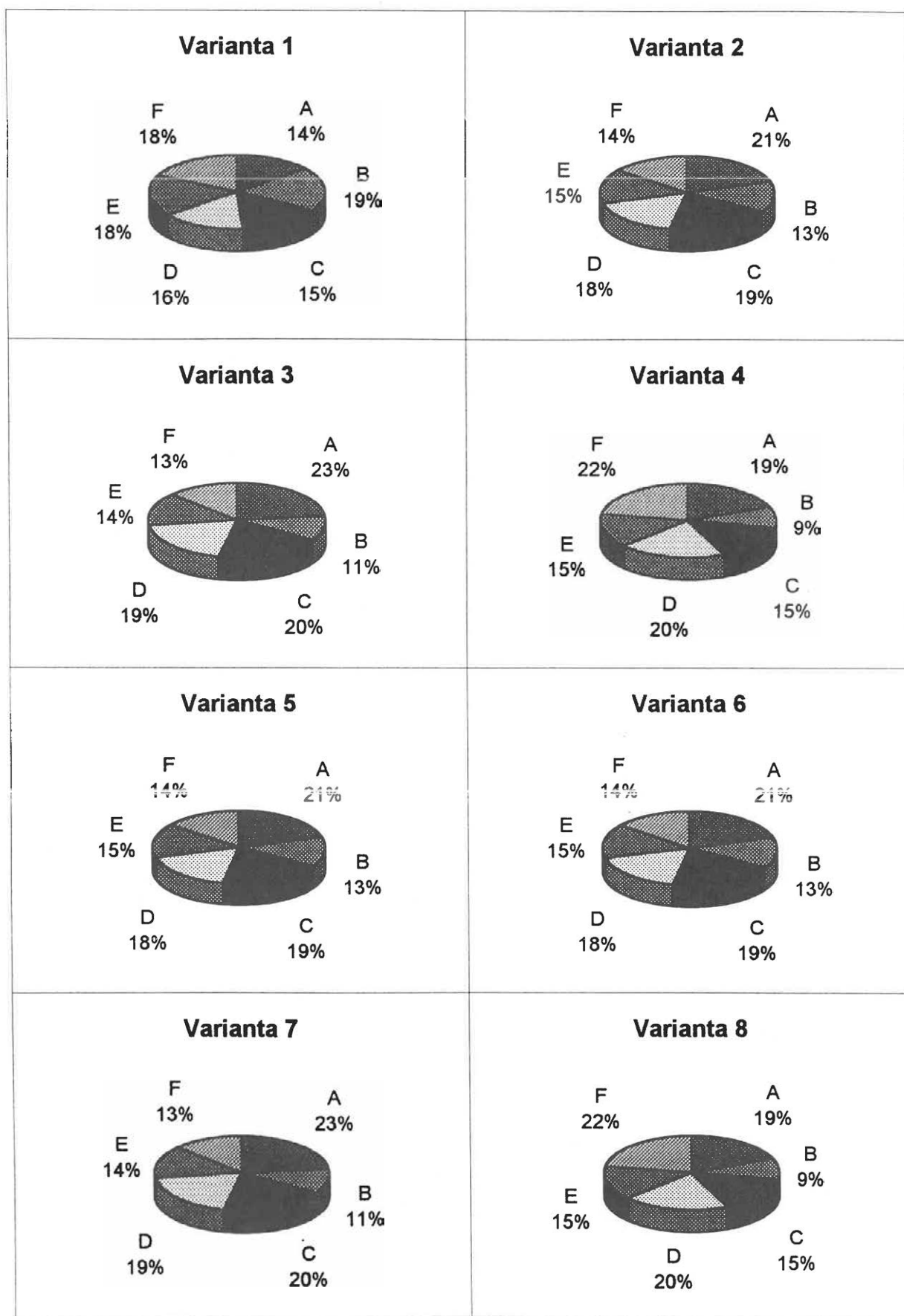
Vliv prováděných meliorací výsypkových zemin na změny chemických půdních vlastností je podstatně výraznější u zemin písčitých. Vlivem těchto melioračních úprav dochází ke zvýšení obsahu uhličitánů, půdní reakce, sorpční schopnosti meliorované výsypkové zeminy, zvýšení obsahu draslíku, hořčíku a vápníku. Nárůst obsahu (zvýšení) hodnocených kvalitativních ukazatelů je podmíněn zvyšujícím se množstvím použitých slinitých hornin k melioračním účelům. Zvýšení obsahu fosforu v důsledku prováděných melioračních úprav těchto zemin není prokazatelné.

U výsypkových zemin jílovitohlinitých jsou probíhající změny v hodnocených vlastnostech odlišné. Se stoupajícím množstvím použitých slinitých hornin dochází ke zvýšení obsahu uhličitánů, půdní reakce zůstává neměnná a ke zvýšení sorpční schopnosti meliorovaných zemin nedochází. Z přístupných živin vykazuje zvýšení pouze fosfor a vápník, naopak u draslíku a hořčíku dochází ke snížení jeho obsahu, které je závislé na objemu použitých slinitých hornin. Obr. 2 a 3 ukazují některé chemické vlastnosti výsypkových zemin meliorovaných odlišnými dávkami slinitých hornin (obsahy přijatelných živin na obr. 3 jsou uvedeny v mg.kg^{-1}).

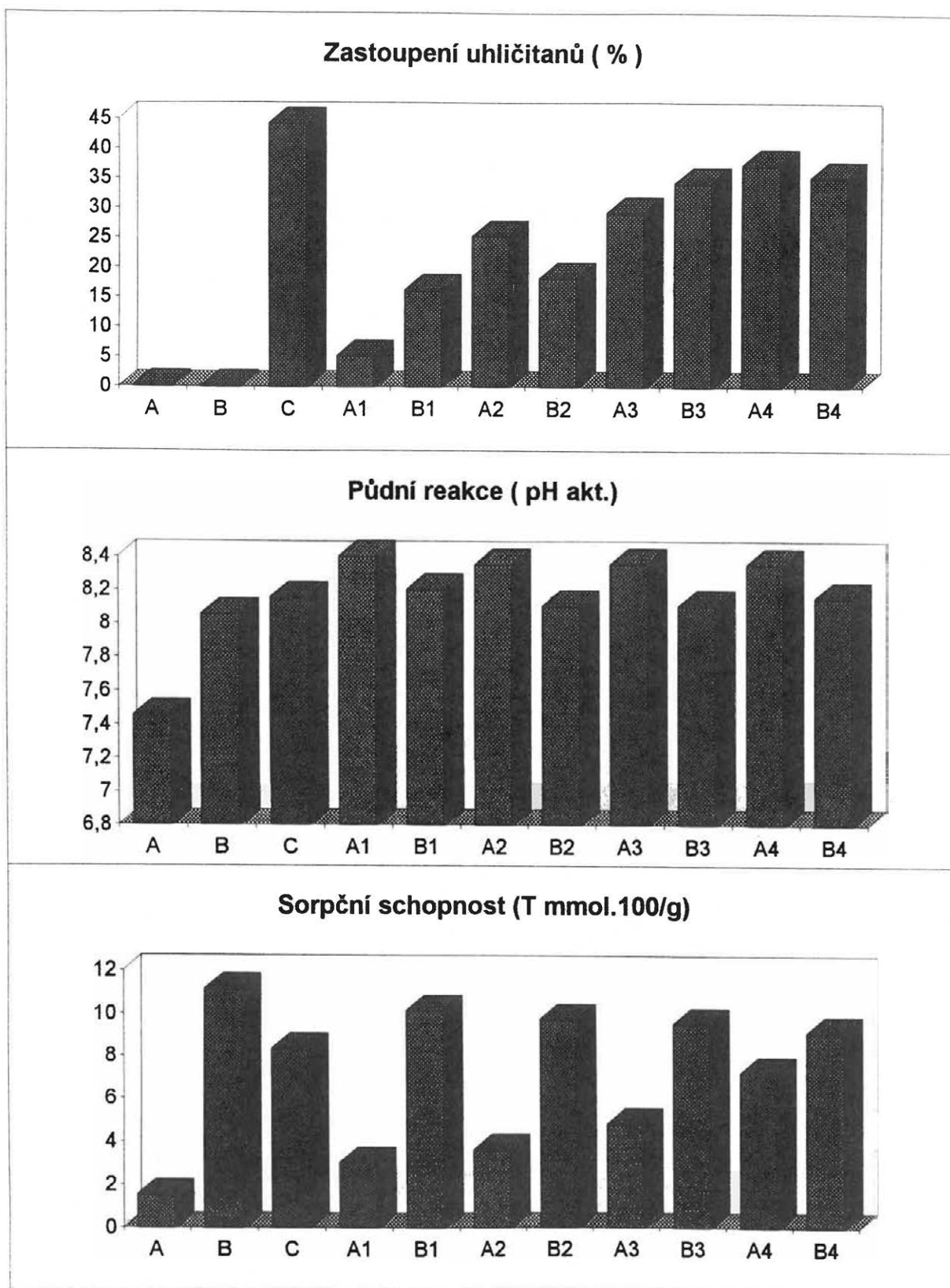
Produkční potenciál výsypkových zemin meliorovaných odlišnými dávkami slinitých hornin

Za optimální způsob meliorace vedoucí k dosažení vyšší produkce pěstované biomasy lze považovat technologické postupy založené na aplikaci 40% objemu slinitých hornin. Vyšší výnosy jsou relativně dosažitelné na výsypkových zeminách písčitých za předpokladu vytvoření půdních podmínek se srážkovým úhrnem během vegetačního období kolem cca 360 mm. Pokud není tento vlhkostní faktor vytvořen, výnosové rozdíly mezi hodnocenými meliorovanými výsypkovými zeminami (písčitými a jílovitohlinitými) mohou být zcela nevýrazné.

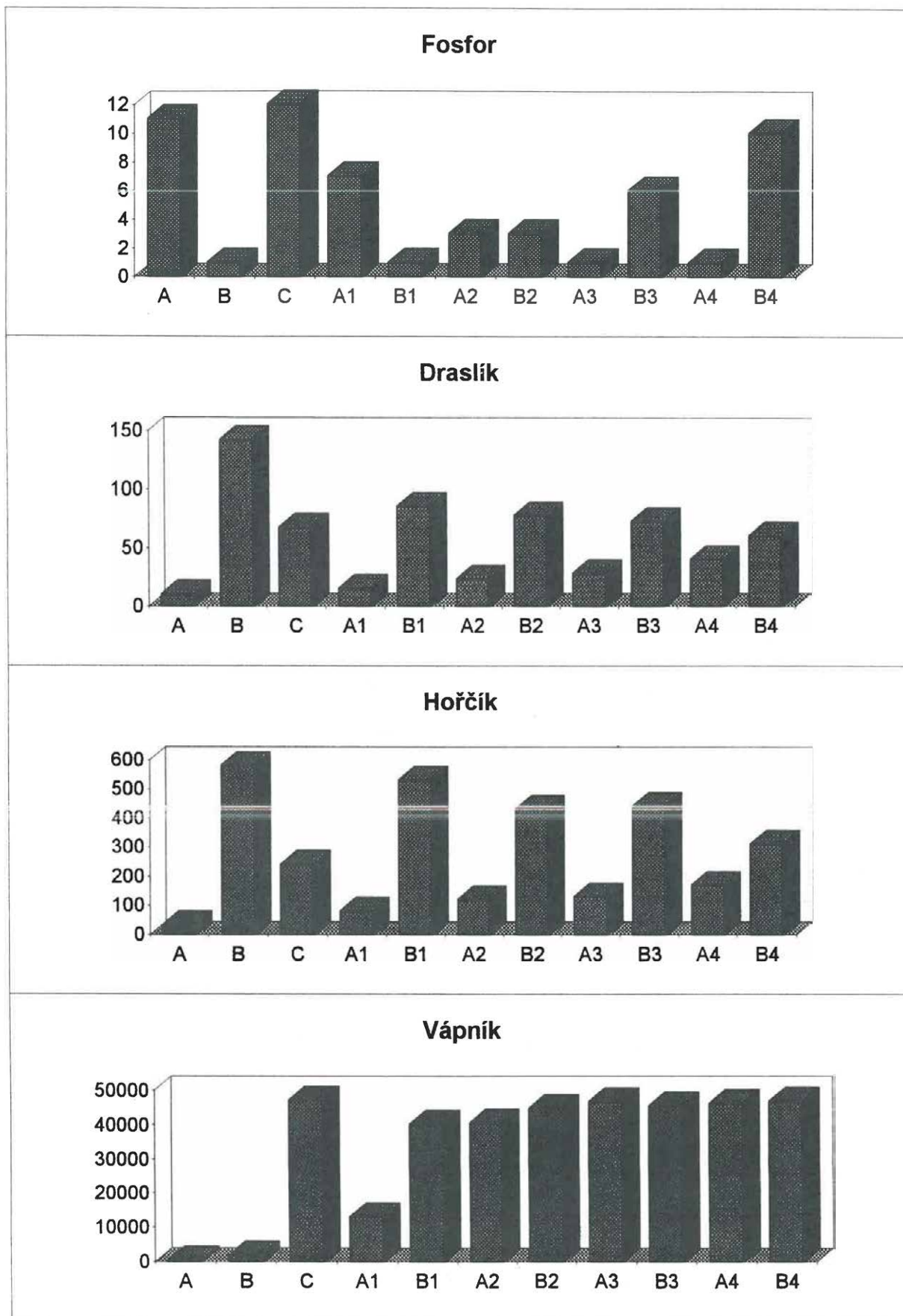
Obr. 1 Zrnitostní složení výsypkových zemin meliorovaných odlišnými dávkami slinitých hornin



Obr. 2 Chemické vlastnosti výsypkových zemin meliorovaných odlišnými dávkami slinitých hornin



Obr. 3 Chemické vlastnosti výsypkových zemin meliorovaných odlišnými dávkami slinitých hornin



Vysvětlivky k obrázku č. 1:

Varianta 1: Zastoupení I. zrnitostní kategorie

Varianta 2: Zastoupení II. zrnitostní kategorie

Varianta 3: Zastoupení III. zrnitostní kategorie

Varianta 4: Zastoupení IV. zrnitostní kategorie

Varianta 1 - 4: Výsypková zemina písčitá

Varianta 5: Zastoupení I. zrnitostní kategorie

Varianta 6: Zastoupení II. zrnitostní kategorie

Varianta 7: Zastoupení III. zrnitostní kategorie

Varianta 8: Zastoupení IV. zrnitostní kategorie

Varianta 5 - 8: Výsypková zemina jílovitohlinitá

A = výsypková zemina

B = slinitá hornina

C = meliorace výsypkové zeminy 20% objemu slinitých hornin

D = meliorace výsypkové zeminy 40% objemu slinitých hornin

E = meliorace výsypkové zeminy 60% objemu slinitých hornin

F = meliorace výsypkové zeminy 80% objemu slinitých hornin

Vysvětlivky k obrázkům č. 2 - 3

A = výsypková zemina písčitá

B = výsypková zemina jílovitohlinitá

C = slinitá hornina

1 = meliorace výsypkové zeminy 20% objemu slinitých hornin

2 = meliorace výsypkové zeminy 40% objemu slinitých hornin

3 = meliorace výsypkové zeminy 60% objemu slinitých hornin

4 = meliorace výsypkové zeminy 80% objemu slinitých hornin

Vyšších a vyrovnanějších výnosů pěstované biomasy ve druhém roce po provedených melioracích slinitými horninami lze dosáhnout na stanovištích, kde v prvním roce byla pěstována plodina na zelené hnojení. Objektivní předpoklad zvýšení výnosu v hodnoceném klimatickém regionu v důsledku těchto melioračních úprav činí 20-60 %. Je závislý na výše hodnocených faktorech (výsypkové zemině, objemu použitých slinitých hornin, vyskytující se vlhkostním deficitu).

Hydrofyzikální vlastnosti a protierozní odolnost výsypkových zemin meliorovaných slinitými horninami

V počáteční fázi po nasypání slinitých hornin či jejich promísení s výsypkovými zeminami dochází k intenzivnímu zvětrávání, které negativně ovlivňuje hydraulické vlastnosti povrchového půdního horizontu (0 - 0,1m). Při simulaci srážek o intenzitě 30 - 40 mm/hod je tato technologie v hodnocených fázích erozního procesu (odtok, smyv) porovnatelná např. s technologiemi využívajícími sprašové hlíny (1. - 3. rok po úpravě).

Výraznější rozdíly se objevují při působení srážek o intenzitě 15 - 20 mm/hod, kdy hodnocené fáze erozního procesu jsou intenzivnější na meliorovaném povrchu tvořeném slinitými horninami. Při vytvoření vegetačního krytu, eventuálně při použití vhodných organických hmot, dochází oproti nerekulťivované výsypkové zemině až k několikanásobnému omezení hodnocených fází erozního procesu (odtok, smyv).

Kvalitativní změny protierozních vlastností výsypkových zemin meliorovaných slinitými horninami současně ovlivňují i probíhající tvorbu dynamiky vodního režimu těchto lokalit. Ta zabezpečuje podstatně intenzivnější akumulaci srážkových vod a tím vytváří příznivější půdní podmínky pro výsadbu a ujímavost sazenic dřevin.



Úspěšně rekulťivované oblasti výsypky

Závěr

Článek stručně shrnuje výsledky dosažené při rekultivaci výsypky Radovesice, spočívající v melioraci výsypkových zemin slinitými horninami.

Dle pozorování a výsledků analýz vzorků se daří zvolenou metodou rekultivace omezit vliv eroze, upravit chemismus i fyzikální skladbu povrchu výsypky Radovesice. Aplikace slínovců brání nežádoucím zvětrávacím procesům na povrchu výsypky. V článku je hodnocena úspěšnost jednotlivých variant spočívajících v aplikaci různého množství slinitých hornin na písčité a hlinitojílovité výsypkové zeminy. Výsledky jsou doloženy grafy v přílohách 1 - 3.

Dosažené výsledky současně dokumentují, že při znalosti charakteru těžbou přemístěných hornin a všech přírodních vztahů v území se daří nalézt řešení podstatně omezující negativní dopady na ekologii území. Výsypka Radovesice se takto postupně organicky začlení do krajiny pod Českým středohořím.

Přehled použité literatury

1. Fišera, E. a kol.: Radovesická výsypka a její začlenění do ekosystému území. Referát, konference RVM, 1992
2. Čermák, P.: Metodické podklady pro hodnocení protierozní odolnosti výsypkových zemin s vegetační nebo jinou úpravou v SHR. Zpráva, VÚMOP Praha, 1993
3. Řehoř, M. : Výzkum vhodnosti skrývkových zemin pro rekultivační účely. Posudek, M.S. VÚHU, 1994