




## Simulation Models for the Underground Transport Rationalizing Simulační model pro racionalizaci podzemní dopravy

OTTE, Lukáš<sup>1</sup> & BURÝ, Alois<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ing.,  Institut EaSŘ-545, VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 15, Ostrava - Poruba, 708 33  
 lukas.otte@vsb.cz,  <http://homel.vsb.cz/~ott007>

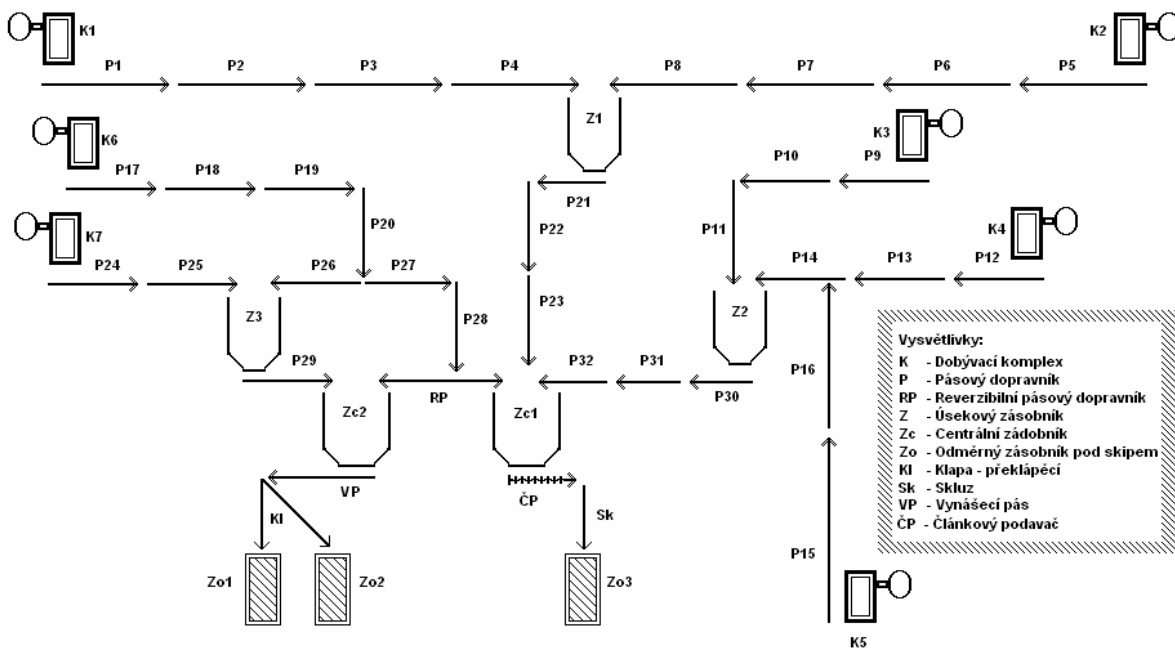
<sup>2</sup> prof., Ing., CSc.,  alois.bury@vsb.cz,  <http://homen.vsb.cz/~bur50>

**Abstrakt:** Tento příspěvek je věnován velmi aktuální otázce - racionalizace horizontální dopravy na hlubinných uhelných dolech v ČR. Existují dva hlavní směry vedoucí ke zlepšujícím se ekonomickým parametrům horizontální dopravy hlubinných dolů. První směr se věnuje systémům, které umožní eliminaci negativních dopadů prázdných dopravníkových linek na vytěženou tunu uhlí. Druhý směr se věnuje využití EZU procesu.

**Klíčová slova:** horizontální doprava, racionalizace, úspory energie, EZU proces

### 1 Úvod

Optimalizace dobývacího procesu na uhelných hlubinných dolech v prostředí zahraniční konkurence na trhu s uhlím vede k racionalizaci těžby. Spolu s vyššími požadavky na těžební proces se zvyšují i požadavky na dopravu jak uhlí, tak i materiálů a důlní výstroje. V současné době je na dolech v OKD horizontální doprava téměř výhradně realizována dopravou kontinuální, kdy těžené uhlí je přepravováno od porubů pomocí linek dopravníků k úsekovým zásobníkům a od nich opět dopravníky k centrálním zásobníkům, viz. obrázek1. Tím je zajištěn tok uhlí od porubů, přes zásobníky až po skipovou dopravu. Kontinuita dopravy však bývá často narušována prostoji dobývacích, respektive razících komplexů, kdy dopravníky běží naprázdno, čímž vznikají ekonomické ztráty a dochází ke zvyšování nákladů na vytěžení jedné tuny uhlí.



Obrázek 1 – Schéma odtěžení na uhelném hlubinném dole

## 2 Stávající podpora řízení a úspor důlní pásové dopravy

Systémy automatického řízení dopravníkových linek na uhelných hlubinných dolech, ať již pneumatické či elektronické, zabezpečují požadavky oborové normy *ON 445010: Automatizace dopravníkových linek v dole* a podmínky provozování, stanovené bezpečnostním předpisem *ČBÚ č. 22/89*. Jde například o automatizační systémy APD1 či MJM 20, které umožňují dálkové řízení několika dopravníkových linek. Například systém MJM 20 automaticky řídí v každé lince až deset dopravníků. Z ovládacího stanoviště lze dálkově iniciovat automatický rozběh jednotlivých linek dopravníků (proti směru dopravy těživa) a také na konci směny jejich postupné zastavování (ve směru dopravy těživa). V případě výskytu poruchového vlivu, který je indikován snímači (například prokluz pásu, respektive přetržení řetězu u hřeblového dopravníku, zahlcení přesypu, a další) a který je monitorován na řídicím stanovišti, řídicí systém zastaví postupně všechny dopravníky, které předcházejí danému dopravníku. A po ukončení poruchového vlivu opět automaticky provede jejich rozběh.

V případě, že však dané důlní pracoviště s různých příčin nepracuje (dobývací komplex netěží) běží odtěžovací linka dopravníků naprázdno a to po celou dobu prostoje porubu. Čím delší jsou tyto prostoje, tím více je zbytečně mařena elektrická energie a rostou tak náklady na ní, které se nepříznivě promítnou do rentability celého těžebního procesu uhelného hlubinného dolu.

Proto byly vyvinuty racionalizační systémy, které jsou nadstavbou systémů automatického řízení dopravníků a které zabraňují chodům naprázdno tím, že odpojí danou odtěžovací linku po dobu nadměrného prostoje. Tyto systémy jsou doplněny o informace o tom, zda daný dobývací či razící komplex je v činnosti anebo ne. Informace o činnosti porubů či přípravných pracovišť jsou odvozovány automaticky od:

- činnosti dobývacího, respektive razícího stroje (například pomocí multi-informačních snímačů typu SEN, SPN 10, apod.),
- přítomnosti těživa (uhlí) na pásech dopravníků (např. pomocí všesměrového snímače MJM 21).

Racionalizační systémy umožňují rovněž zadat tuto informaci o prostoji důlního pracoviště osádce manuálně pomocí podružných ovládacích panelů ( například u inovovaného systému MJM 20 je to panel s označením MJM 20b). Systémy obsahují vždy i nastavitelné

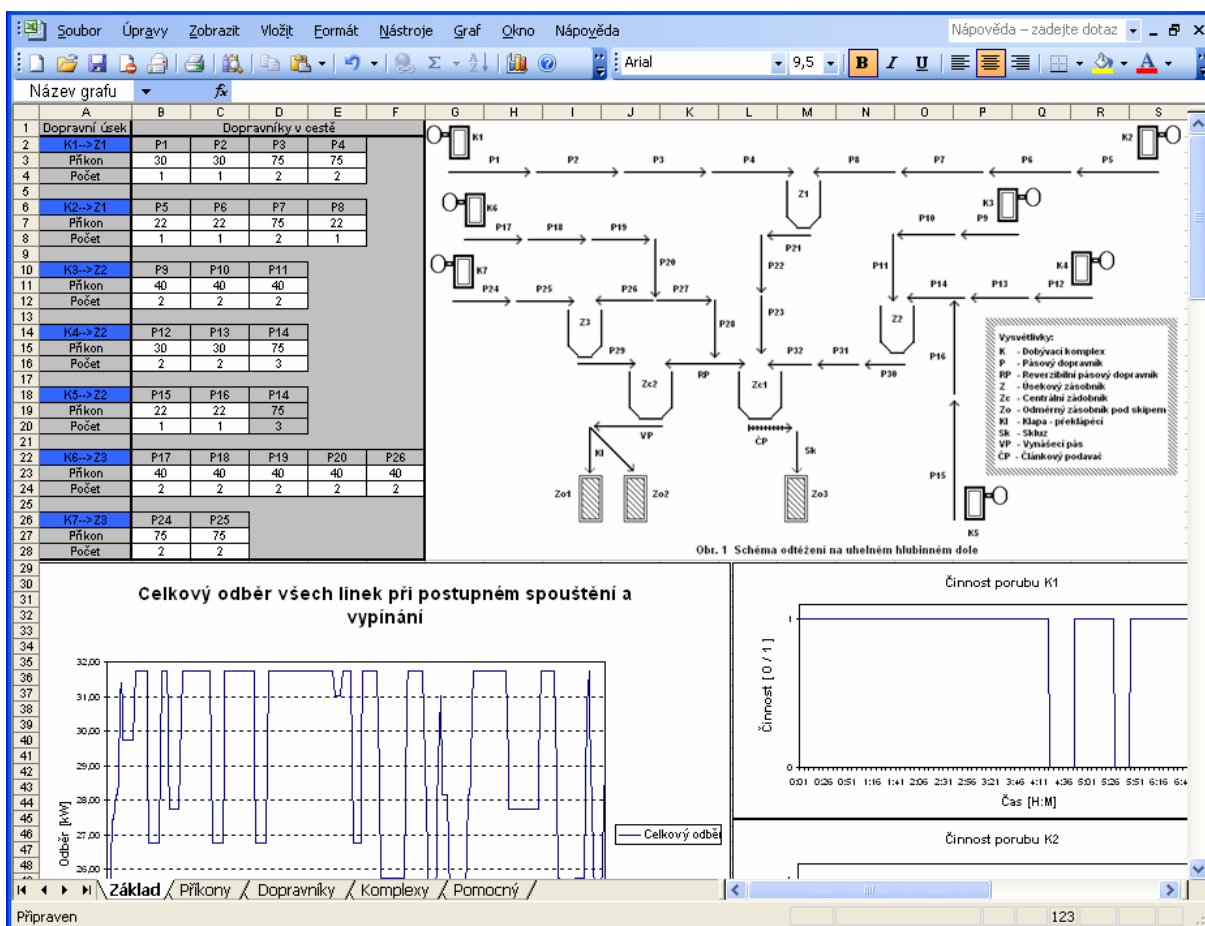
časové zpoždění informace o prostoji (většinou v rozsahu 10 – 20 minut) pro eliminaci krátkodobých přerušování činnosti důlního pracoviště.

### 3 Simulační model odběru energie

V předchozí kapitole byly uvedeny některé automatizační systémy řízení dopravníkových linek, které umožňují spouštění a vypínání dopravníkových linek v závislosti na činnosti razících, či dobývacích strojů, včetně nastavitelného zpoždění vypnutí při výskytu poruchy. Právě způsob vypínání dopravníkové linky nám dává prostor k zamyšlení.

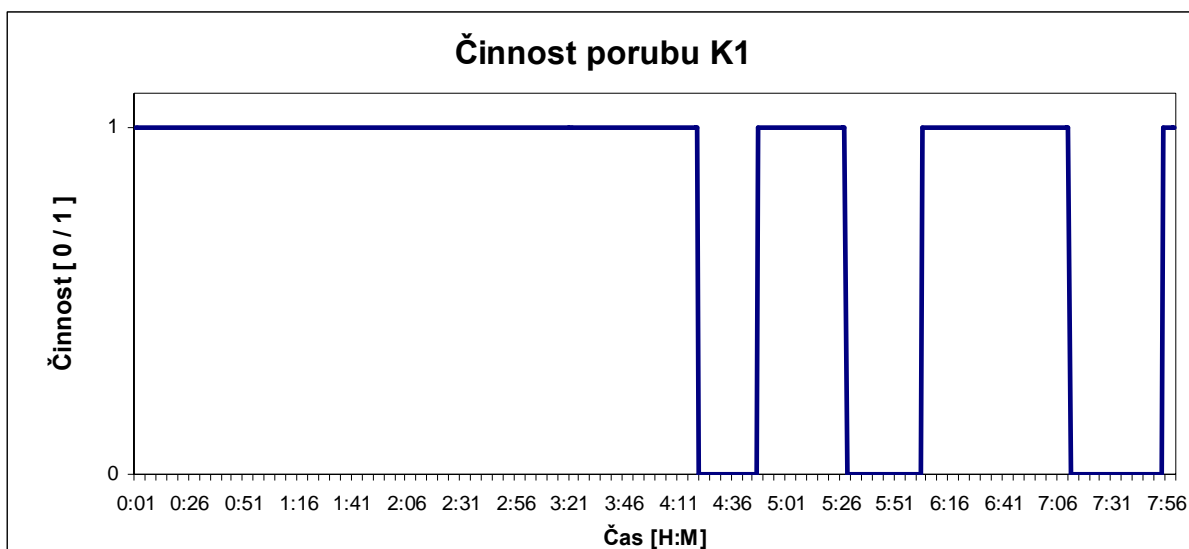
Postupné spouštění dopravníkových linek proti směru dopravy těživa je nezbytné z bezpečnostního hlediska kontroly rozběhu a prokluzu, aby nedošlo k zahlcení přesypu pásů. V případě, kdy je celá linka v provozu a dojde k poruše komplexu, je linka vypínána postupně po směru dopravy těživa. Otázkou zůstává, zda-li je tento způsob vypínání nezbytný? Může jednotné vypnutí dopravníků v lince způsobit nějaké negativní dopady na opětovné spuštění? Jaký přínos bude mít tento způsob vypínání vzhledem k odběru elektrické energie?

Proto jsme vytvořili simulační model dopravníkových linek (Obrázek 2.), který nám umožní sledovat a vyhodnotit změny odběru elektrické energie v závislosti na použitém způsobu vypnutí dopravníkové linky. Do modelu byly zakomponovány pouze linky dopravníků od Komplexů k Úsekovým zásobníkům.

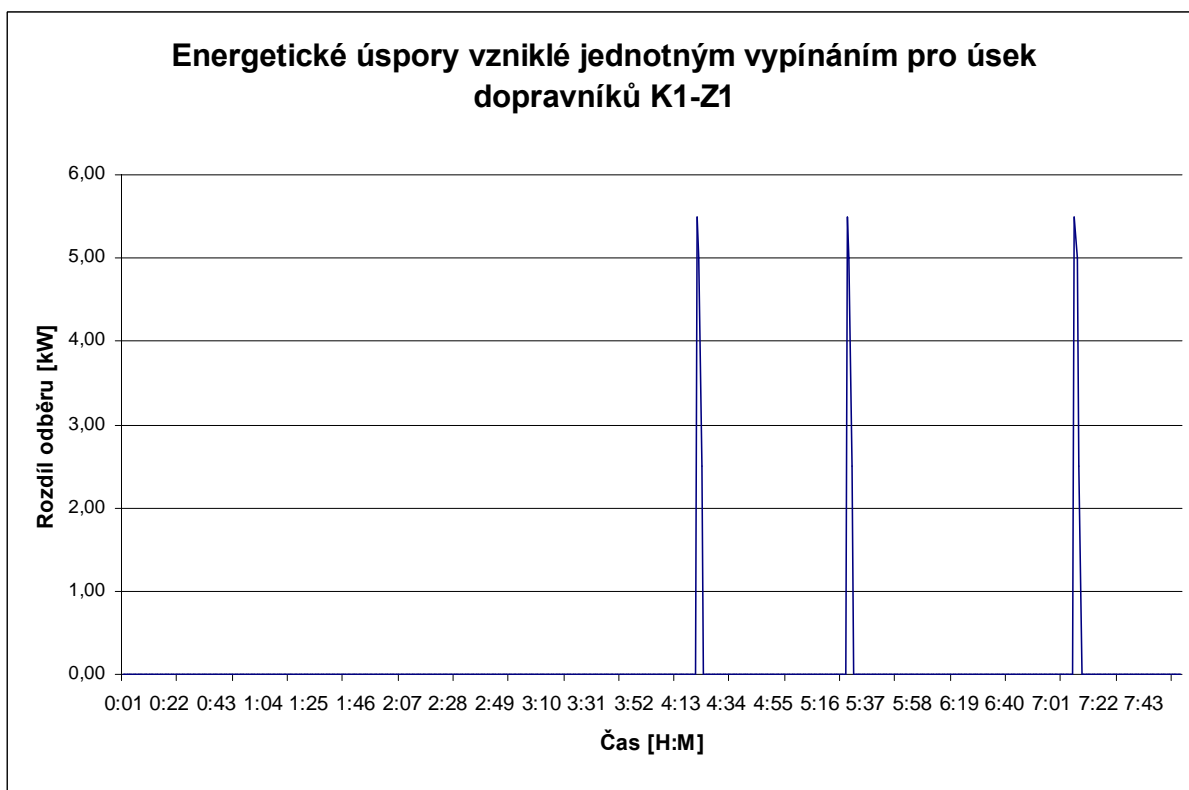


Obrázek 2 – Náhled modelu vytvořeného v aplikaci MS Excel s grafickými výstupy

Při simulaci, kdy pro úsek dopravníkové linky K1 – Z1 jsme do osmihodinového provozu zařadili 3 prostojové části dle grafu 1., bylo zjištěno, že použitím jednotného vypínání celé úsekové části linky je možné ušetřit až několik desítek kW elektrické energie (viz. Graf 2.) a to v závislosti na instalovaném příkonu jednotlivých dopravníků.



Graf 1 – Zobrazení činnosti komplexu K1



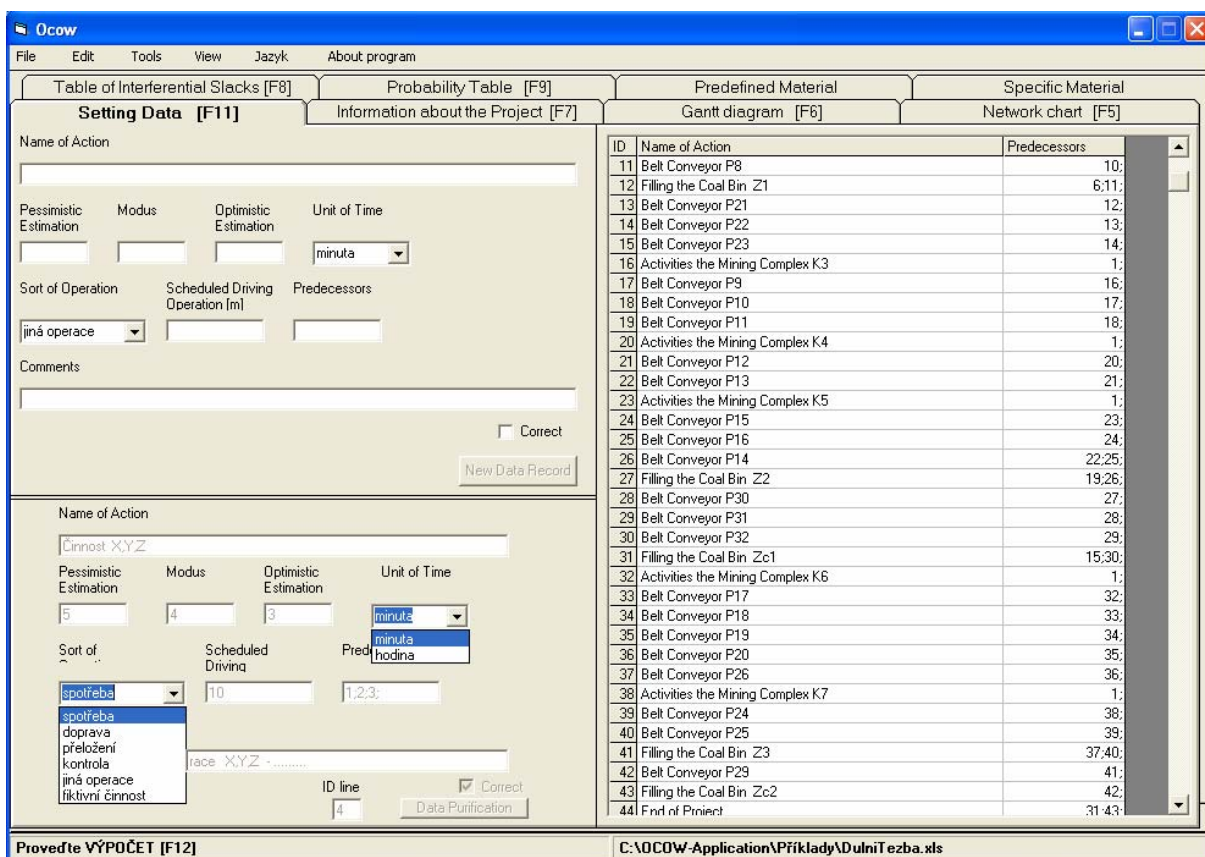
Graf 2 – Grafické znázornění vzniklých úspor energie v úseku linky K1-Z1

#### 4 Efektivní zhodnocování těženého uhlí

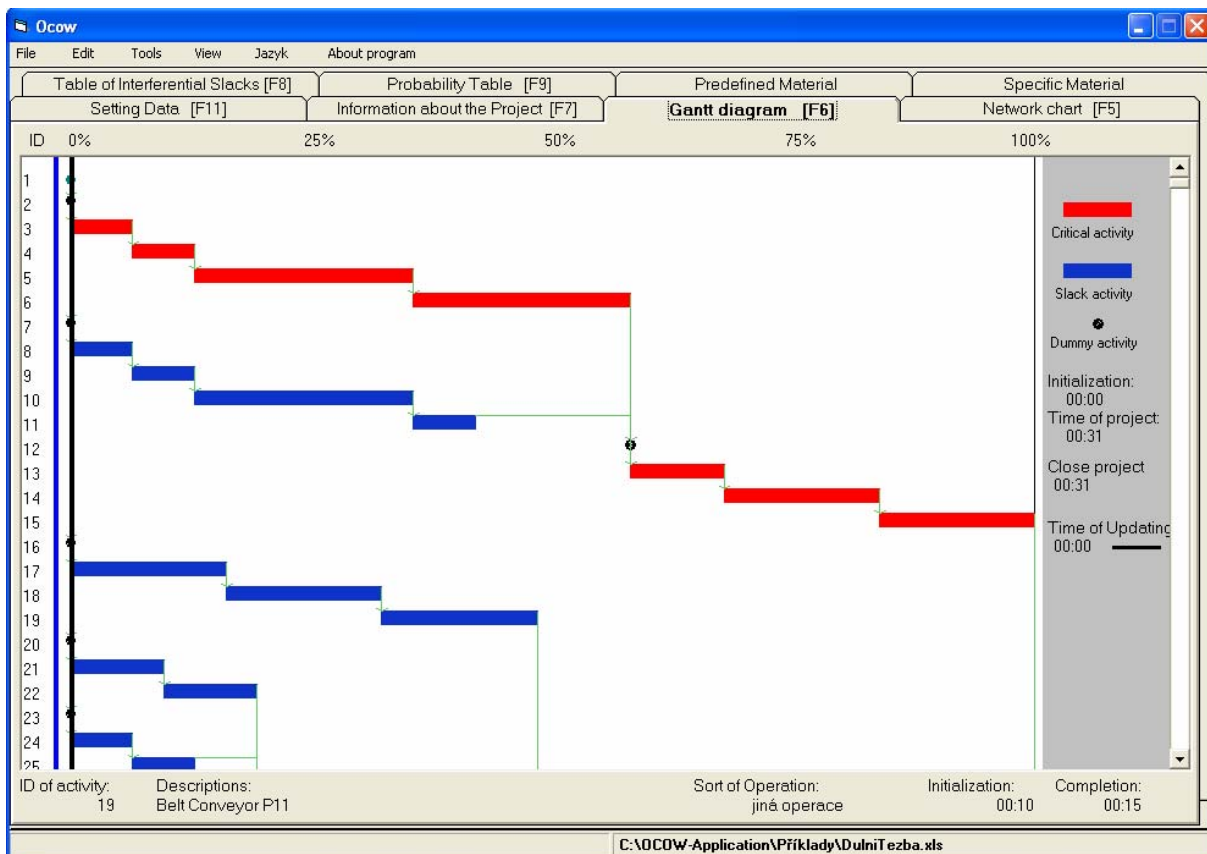
Dalším prostředkem racionalizace těžebního procesu je efektivní zhodnocování vytěženého uhlí (EZU proces). Tento optimalizační proces využívá metod jak selektivního těžení, tak i homogenizace surového uhlí případně již v zásobnících hlubinné části dolu. Kritériem optimalizace je pak maximum zisku z prodeje uhlí. Využívá se zde zařazení vytěženého uhlí do příslušné klasifikační třídy odpovídající kvalitativním parametrům uhlí, či uhelné směsi. Kvalitativními parametry jsou zde například: obsah popela, obsah síry, vlhkost, výhřevnost, koksovateľnost, aj. Proces EZU tak umožňuje důlnímu podniku pružněji reagovat na poptávku po uhlí o dané kvalitě, včetně aktuální ceny uhlí dle podmínek trhu s uhlím.

Optimalizační úloha však musí respektovat i omezující podmínky. Jednou z nich je zajištění potřebného množství uhlí pro navazující úpravárenský komplex, při aktuálních kapacitách porubů.

Proces EZU vychází z nutného předpokladu a to, že na dané těžební lokalitě existují sloje s výrazně odlišnými kvalitativními parametry. Dalším předpokladem pro efektivní zhodnocování těženého uhlí je existence uhelných zásobníků již v dole, viz. například obrázek 1. Pro řízení tohoto složitého procesu je třeba mít i simulační modely umožňující výzkum vývoje uhelných směsí v jednotlivých objektech sítě odtěžení co do kvantity, ale i kvality. V neposlední řadě jsou zapotřebí i simulační programy pro operativní řízení celého EZU procesu. Simulační program OCOW jsme vyvinuli pro účely operativního řízení dopravy na hlubinném dole a lze ho, mimo jiné, použít i pro EZU proces. Obrázek 3 ilustruje okno programu OCOW. Obrázek 4 pak uvádí jeden z možných výstupů simulace (Ganttův diagram).



Obrázek 3 – Projektové okno aplikace OCOW



Obrázek 4 – Ganttův diagram jako výstup simulace

## 5 Závěr

V příspěvku byly uvedeny dva možné způsoby racionalizace horizontální dopravy na uhelných hlubinných dolech v ostravsko-karvinském revíru. V další fázi výzkumu je našim záměrem provést analýzu, sběr a vyhodnocování informací spojených s odhadem a nastavením doby zpoždění automatického vypnutí dopravníkové linky, které iniciuje systém automatického řízení v závislosti na poruše komplexu. Vše v návaznosti na koordinaci s procesy řízení, plánování a využívání zdrojů s následnou realizací simulačních modelů s cílem úspory energie, materiálů (části) dopravníků, zvýšení doby jejich životnosti a v konečném důsledku zvýšení rentability celého dobývacího procesu. Druhý uvedený způsob racionalizace uvádí možnost efektivního zhodnocování dobývacího procesu pomocí metod selektivního odtěžení a homogenizace a jeho operativní řízení.

## 6 Použitá literatura

- BURÝ, A. *Problematika tvorby simulačních modelů pro řízení systémů dopravy na uhelných hlubinných dolech*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2002. 101 s. ISBN80-248-0158-2.
- STRAKOŠ, V., MENŠÍK, J. & POLÁK, J. *Automatizace důlní dopravy*. Praha : SNTL, 1980. 256 s.
- BURÝ, A. & OTTE, L. Computer Aided Acquisition and Logistic Supervisory Management of the Roadheads Material Support. In *7th International Carpathian Control Conference: ICC'2006*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 1999, s. 81-84. ISBN 80-248-1066-2.