

Zdeněk NEUSTUPA*

VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ REALITY PŘI ŘÍZENÍ LOMU

THE VIRTUAL REALITY UTILIZATION IN THE QUARRY MANAGEMENT

Abstrakt

V článku je popsána problematika využití vizualizačních postupů a virtuální reality při řízení uhelného lomu. Navržené postupy jsou jedním z výsledků řešení projektu CEZ: J17/98: 273500007/7. V úvodu je rozebrána problematika informačních technologií a vizualizace. Dále popisuje vytvoření virtuálního modelu technologie a propojení scény s informacemi z procesu. Popisuje postup tvorby modelu, jehož výsledkem je realizovaná virtuální scéna odpovídající reálnému prostředí. Výsledkem je prezentace lomu včetně zobrazení informací s využitím prostředků virtuální reality.

Abstract

In this article the problems of the visualization procedures and virtual reality in management of the coal quarry are described. The procedures proposed are one of the results of the project solution CEZ: J17/98: 273500007. The problems of the raw materials and mining activity from the view of the 21st century. In the introduction the problems of information technologies and visualization are discussed. Further, the article describes the creation of virtual model of technology and interconnection of the scene with the information following from the process. It describes the procedure of the model creation the result of which is the created virtual scene corresponding to the real environment. The result is the quarry presentation including the information displaying with the utilization of the virtual reality means.

Key words: model, visualisation, virtual reality, quarry, 3D.

Úvod

Informační technologie a vizualizace stále více vstupuje do všech lidských činností. V oblasti hornické činnosti byl jejich nástup opožděný. První nasazení informačních technologií bylo zaměřeno především na zpracování ekonomických agend. Dalšími místy nasazení byly oblasti modelování geologie ložisek a modelování terénu. Na základě těchto modelů byly vytvořeny a nasazeny aplikace pro plánování výroby. Dalším směrem je automatizace výrobních zařízení, zde vývoj postupoval od jednoduchých automatů pro řízení jednotlivých funkcí zařízení až po kompletní automatiku technologických celků. S rozvojem automatizace a výkonu výpočetní techniky se také vylepšuje prezentace výstupů a vizualizace technologického procesu.

Současný stav problematiky

Jak jsem již v úvodu naznačil, je současné nasazení informačních technologií v oblasti řízení lomu zaměřeno do těchto oblastí:

- ekonomické a rozhodovací informační systémy,
- systémy plánování výroby,
- výrobně informační systémy,

* Dr. Ing., Institut ekonomiky a systémů řízení, HGF VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 15,
708 33 Ostrava-Poruba, e-mail: zdenek.neustupa@vsb.cz

- automatizační systémy řízení technologie,
- automatizační systémy technického zabezpečení výroby.

Uvedené systémy jsou více či méně propojeny a jsou tedy schopny sdílet data. Vizualizace výstupů se děje většinou pomocí textových a tabulových výstupů a grafů, a to na obrazovku nebo v tištěné formě, nebo jako různě kvalitní schémata, popřípadě modely na obrazovkách nebo řídicích tablech. Tato rozhraní, využívána především v oblasti kontroly a řízení technologického procesu, jsou dnes již většinou interaktivní. Pro přímé pozorování jsou využívány kamerové systémy.

V dalším postupu, který směřuje k systémům s minimální obsluhou přímo v technologickém procesu nebo přímo bezobslužným, bude nutné kompletní propojení informací a jejich dokonalá vizualizace.

Koncepce a komponenty vizualizačních postupů

V této části shrnu základní postupy a funkce informační technologie a vizualizace.

Informační technologie vytváří prostředí, které umožňuje předkládat informace strukturované tak, že mohou být velice snadno vyhledány i zobrazeny informace zcela odlišného typu. Přístup k dalším souvisejícím informacím, dokumentům a pod. lze řešit pomocí odkazů (hyperlinků).

Tato technologie ulehčuje uživatelům práci s informacemi v tom, že jim odpadá starost o to, kde a jak jsou požadované informace uloženy. To znamená, že uživatel nepotřebuje vědět, že ke zpřístupnění určitých informací potřebuje některý program, a že tyto informace jsou v definovaných souborech. Všechny tyto informace jsou ukryty právě ve vhodně definovaném odkazu.

Vzájemnou komunikaci, týmovou práci a společný přístup k informacím umožňuje každá podniková síť. Důležitou částí návrhu podnikového Intranetu je skloubení různých zdrojů informací.

Nejsnazším řešením je příprava všech nabízených informací ve formě HTML dokumentů, které jsou na klientských stanicích informačního systému pouze pasivně zobrazeny. Samozřejmě součástí těchto dokumentů jsou příslušné hyperlinky na navazující nebo doplňující dokumenty nebo jiné části aktuálního dokumentu.

Pro integraci informací z technologického procesu je nutno volit jiné postupy, které by zajistily maximální aktuálnost prezentovaných informací. Právě v oblasti vizualizace informací z technologického procesu vynikne další vlastnost Intranet technologie - dokumenty ve formátu VRML, které popisují 3D scénu a s vhodným prohlížečem umožňují i interaktivní pohyb v této scéně. Ne každý vizualizační software však má tyto grafické prezentační možnosti, takže v této oblasti se obě technologie mohou výhodně doplňovat. Samozřejmě vlastností 3D scény je její interaktivnost, i sem je možné umisťovat odkazy na detailnější resp. rozšiřující informace.

Základními komponenty tohoto klient/server informačního systému je WWW server, který zpracovává požadavky klientů a zasílá jim vyžádané HTML nebo VRML dokumenty a tzv. prohlížeč (browser), který zobrazuje vyžádané dokumenty. Komponenty jsou tedy naprosto shodné s Internetem, což přináší některé výhody.

WWW servery i klienti jsou k dispozici téměř pro všechny platformy jak hardwarové tak i softwarové. To umožňuje prohlížet stejné dokumenty na různých počítačích s různými operačními systémy; do podnikového informačního systému lze tedy zařadit jakékoliv existující počítače, které mohou být primárně určeny k řešení jiných úkolů či agend. Rovněž masové nasazování klientů snižuje jejich pořizovací náklady.

Nejcennější vlastností informačního systému jsou informace v něm obsažené, jejich správnost, přesnost a aktuálnost. Z tohoto hlediska můžeme informace rozdělit do skupin podle časového horizontu v němž splňují výše uvedená kritéria. S tímto rovněž souvisí způsob jejich uložení pro zobrazení v informačním systému.

Základním zdrojem dat jsou digitální modely lomu a další systémy pro řízení báňské činnosti, které umožňují racionálnější a pohotovější řešení všech úkolů souvisejících s projektováním, plánováním a řízením těžeb, podrobněji je tato problematika popsána v [1] a [2]. Systém zahrnuje širokou datovou základnu a algoritmy, které umožňují popis báňských činností v prostoru a čase. Podstatou racionalizace těchto prací jsou modelová řešení, umožňující automatizované počítačové zpracování výpočtů.

Problematika zahrnutá do kompletu digitálního modelu lomu můžeme rozdělit na spolupracující bloky, které řeší určitou oblast báňské činnosti. Jsou to zejména bloky: geologický model ložiska, báňský model lomu, báňská technologie, výsypky, stabilitní řešení, dobytelnost, odvodnění a bloky báňské technologie, moduly plánování.

Tato koncepce umožňuje automatizované napojení různých subsystémů, to je ovšem závislé na algoritmicke všech blíže nespecifikovaných procesů, zahrnutých do rozhodovacích bloků.

Základní prvky, které k slouží výpočtům potřebným pro řízení a automatizaci lomů a příslušné rozhodovací činnosti, spadají do tvorby digitálního modelu lomu (matematického modelu lomu). Model báňské technologie představuje soubor různých algoritmů, jejichž cílem je jednak vhodné stanovení výkonnosti technologických celků a systémů a jednak stanovení postupů dobývacích (resp. zakládacích) strojů, a to buď pouze jednoho dobývacího stroje nebo zakladače, nebo stanovení postupu celé dobývací, případně zakládací strany lomu jako celku. Tyto výpočty jsou nutné pro strategické řízení (na vyšším časovém horizontu), nebo taktické řízení rozvoje lomu s nižším časovým horizontem.

Dalšími užívanými systémy jsou programové prostředky pro zabezpečení technického zabezpečení výroby, ekonomické agendy včetně odbytu, systémy automatizace technologie a další.

Informace, které se v čase nemění a jejichž hodnota je stálá, je vhodné uložit do běžných HTML nebo VRML dokumentů, které jsou neustále k dispozici na Intranet serveru. Tyto dokumentace jsou vytvořeny jednou, obvykle v okamžiku, kdy jsou k dispozici všechny potřebné informace buď automatizovaně nebo ručně. Do této kategorie lze zařadit informace typu popis výrobku, výroční zpráva, ekonomické ukazatele za uplynulé období a pod.

Jiným problémem je prezentace dat z technologického procesu, které jsou proměnné v čase v podstatně kratších časových horizontech. Je-li zapotřebí jejich zobrazení, musí být jejich aktualizace prováděna v čase srovnatelném s rychlostí jejich změn. Bylo by principiálně možné použít výše uvedený postup, ale toto řešení je pro potřeby podnikového informačního systému nedostatečné, protože neúměrně roste četnost přípravy "statických" dokumentů a v některých aplikacích vnáší nepřijatelné zpoždění informací.

Mnohé vyžadované informace je třeba prezentovat téměř v režimu on-line s minimalizovaným časovým zpožděním. Zde je možnost integrovat do provozovaných dispečerských systémů moduly, které na vyžádání z informačního systému vygenerují buď přímo dokument v HTML formátu nebo alespoň data, na základě kterých lze dokument vytvořit dodatečně (podpůrným účelovým programem) a okamžitě jej odeslat k zobrazení. Server má totiž možnost spouštět programy na základě požadavků od prohlížečů (klientů), které mohou odeslat dotaz formulovaný v žádaném jazyku (např. do SQL databáze nebo dispečerského systému) a převzít data nebo přímo vygenerovaný dokument.

Pro zobrazování technologických procesů zde přistupuje další výhoda Intranet technologie. Právě v oblasti vizualizace informací z technologického procesu vynikne další vizualizační schopnost Intranet technologie - dokumenty ve formátu VRML, které popisují 3D scénu a s vhodným prohlížečem umožňují i interaktivní pohyb v této scéně ve všech 3 rozměrech. Ne každý vizualizační software pro technologické procesy však má tyto grafické prezentační možnosti, takže v této oblasti se obě technologie mohou výhodně doplňovat. Samozřejmou vlastností 3D scény je její interaktivnost, i sem je možné umisťovat odkazy na detailnější resp. rozšiřující informace.

Jak zde bylo naznačeno, možnosti využití Intranet technologie jsou i v oblasti, která je dosud vyhrazena účelově orientovaným programovým systémům. Vzhledem k perspektivě, kterou autor této technologii dává, lze předpokládat, že "front end" části jednotlivých systémů se budou postupně sjednocovat a unifikace tohoto rozhraní může zvýšit ergonomii práce.

Metody vizualizace a virtuální svět

Pro popis 3D scény lze využít různých postupů. Mnohé systémy využívají svůj vlastní, účelový jazyk, jehož formát nebývá zveřejňován, a které tedy umožňují pouze vizualizaci scény v konkrétním systému. Na druhé straně výsledkem snah o unifikaci a vytvoření univerzálního přenositelného jazyka, se stal standard VRML dnes ve verzi VRML97. Vychází z podobné filozofie jako jazyk HTML, který je běžně používán pro prezentaci dat v prostředí WWW. Zjednodušeně na něj lze pohlížet jako na rozšíření 2D dokumentů (popisovaných jazykem HTML) na plně 3D dokumenty (popisované jazykem VRML), podrobněji v [3].

Prvky jazyka jsou uzly, pole, hodnoty atd., které popisují 3D scénu. Základními objekty jsou hranol, koule, kužel a válec. Z těchto objektů je možno sestavovat komplexnější tvary. Každý objekt je definován svými rozměry, umístěním a materiálem, který určuje jeho vzhled. Při definici vlastních objektů se využívá postupů strukturovaného programování pro sdílení různých vlastností.

Pro zobrazování textových informací je k dispozici uzел typu text, který využívá všech běžných formátovacích funkcí jako je volba fontu, směr a natočení a další vlastnosti.

Pro umístění konkrétních objektů na konkrétní místo slouží nastavení lokálních souřadných systémů, které jsou přiřazeny každému uzlu. Tímto způsobem tedy lze nastavit umístění uzlu, natočení uzlu a měřítko uzlu. Celkový vzhled uzlu lze navíc upravit definicí materiálu - typem, barvou, průhledností, resp. použitím vhodné textury.

Složité obecné plochy jsou v prostředí VRML definovány pomocí vrcholů. Jejich vhodným pospojováním (např. triangulací) lze zobrazit jakoukoliv plochu. Je-li k dispozici popis plochy pomocí mřížky - rovnoměrně rozmístěných bodů v pravoúhlém rastru s proměnlivou výškovou souřadnicí, lze zobrazit i ji.

Aplikace pro řízení lomu

Na základě výše uvedených znalostí jsem navrhl aplikaci pro řízení technologie uhelného lomu v prostředí virtuální reality. V prvním kroku jsem se zaměřil na vizualizaci technologického celku a propojení na reálný svět.

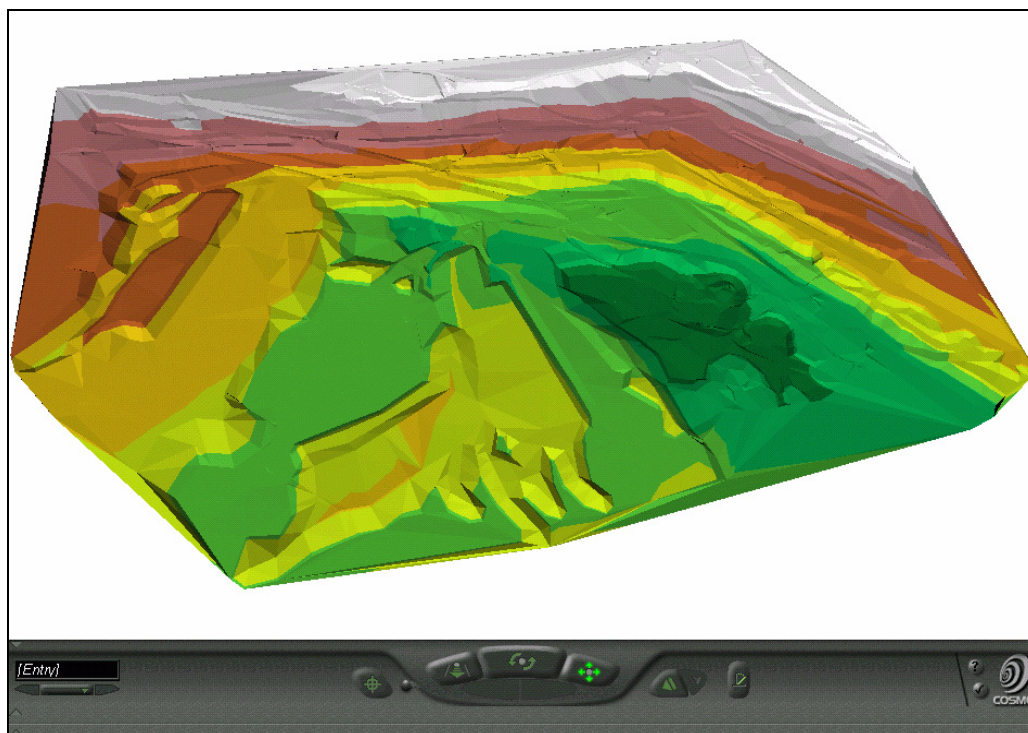
Vlastní aplikace je v podstatě scénou vytvořenou v jazyce VRML doplněnou ovládacími panely a textovými hlášeními. Pro propojení scény s reálným světem je pak vytvořeno datové rozhraní, v našem případě je rozhraní tvořeno databází pro sdílení dat. Řízení propojení a ovládání komunikace mezi scénou a obsluhou je řešeno programovými prostředky.

Hlavní scéna je pak tvořena dílčími scénami. Jedná se o scény povrch lomu a technologie. Toto řešení bylo navrženo z důvodů různé dynamiky v jednotlivých částech hlavní scény. Další částí je pak scéna komunikace (řídící prvky).

Scény jsou vytvářeny z jednotlivých objektů uložených v databázi objektů, tím je umožněna jednodušší konstrukce jednotlivých částí scén (např. dálkové pásové dopravy) z jednotlivých dílů. Výsledná scéna je pak prezentována jako souhrn jednotlivých objektů.

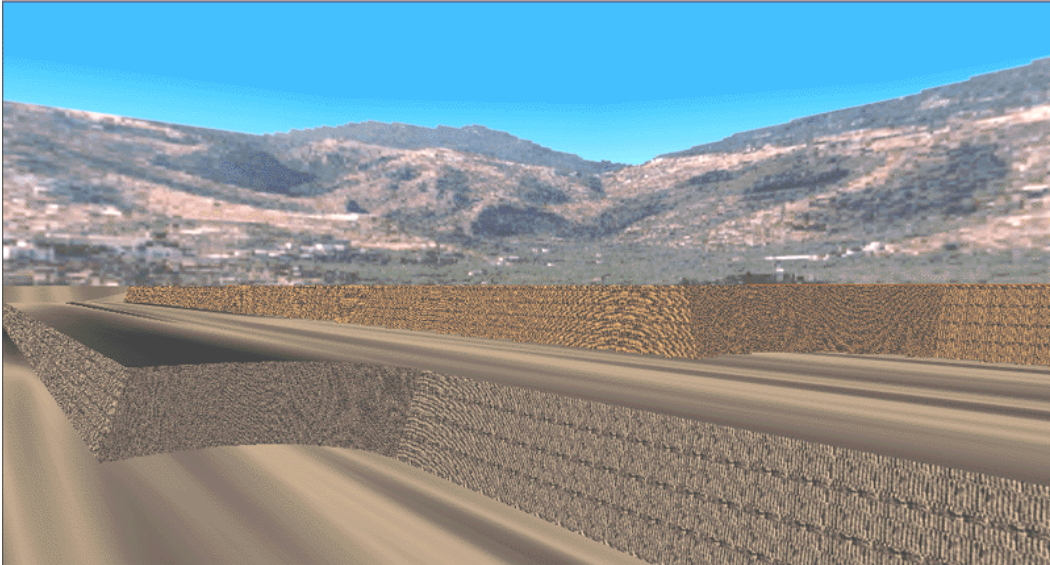
Scéna povrchu lomu

Zdrojem dat jsou informace z digitálního modelu lomu, tyto informace jsou k dispozici podle použitého programového systému v různých formátech. Nejčastěji je k dispozici formát DXF (AutoCad), mohou být však použity i jiné formáty, popřípadě některé informační systémy jsou schopny generovat přímo formát VRML. Výstupy ale většinou jsou velmi složité, proto je nutné provést redukci.



Obr. 1: 3D model povrchu lomu s obecnou texturou zobrazený v prohlížeči VRML

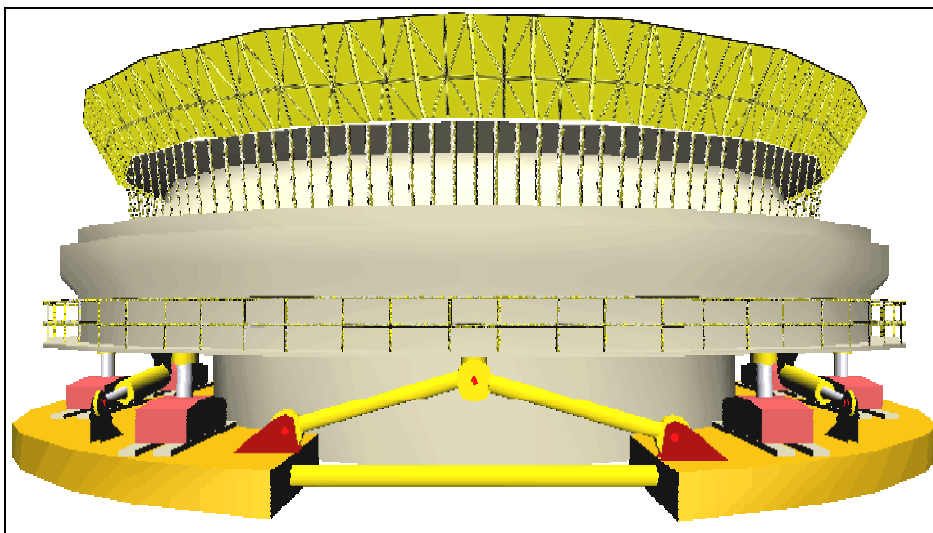
Výsledkem této činnosti je trojrozměrný model terénu v odpovídajícím měřítku obr 1. Souběžně je vytvořena databáze objektů povrchu. Propojením základního modelu a jednotlivých objektů je vytvořena scéna, kterou můžeme zobrazit pomocí prohlížeče scény ve skutečné velikosti podle skutečného stavu terénu obr. 2. Do takto vytvořené scény jsou umístěny jednotlivé modely zařízení apod.



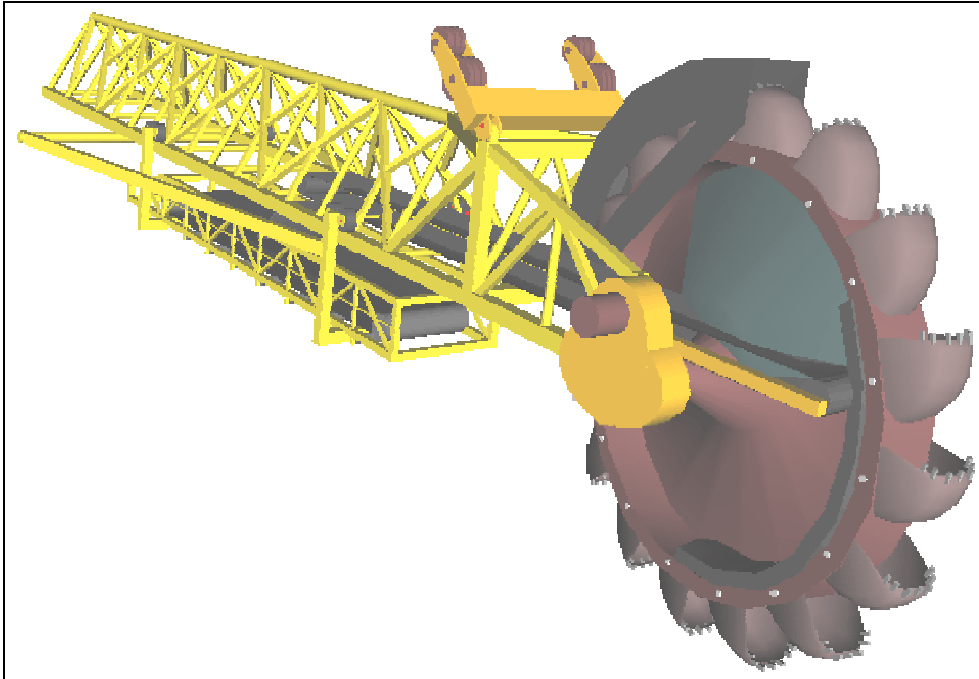
Obr. 2: Skutečný stav terénu

Scéna technologických zařízení

Modely technologických zařízení jsou vytvářeny podle složitosti jako jeden celek a umístěny v databázi objektů, nebo jsou skládány z jednotlivých částí umístěných v databázi (obr 3, 4).

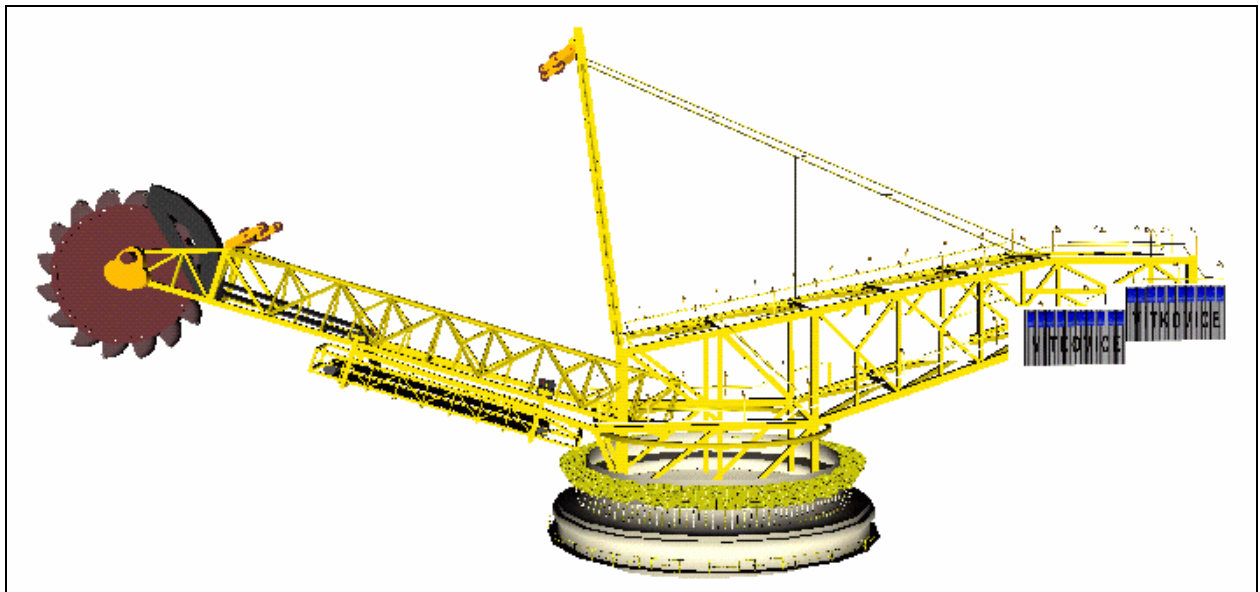


Obr. 3: Model - kráčivý podvozek kolesového rýpadla



Obr. 4: Model – koleso a výložníková část

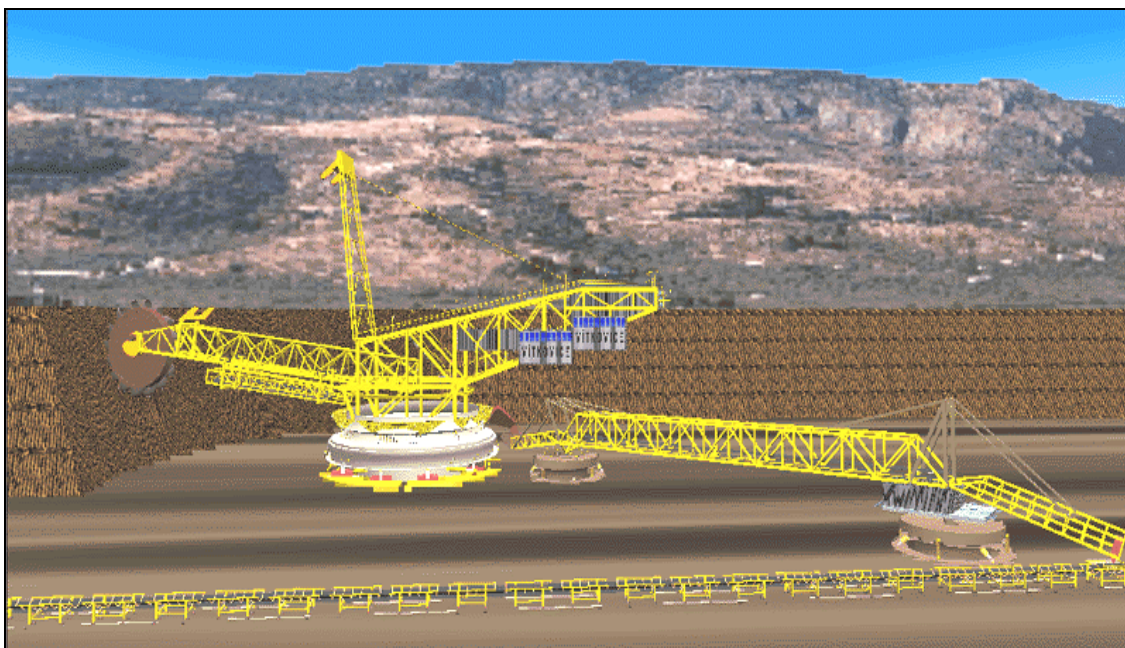
Takovéto řešení umožňuje kombinovat jednotlivé části technologického procesu a sestavit scénu obr. 5.



Obr. 5: 3D vizualizace rypadla v jazyce VRML

Propojení do hlavní scény

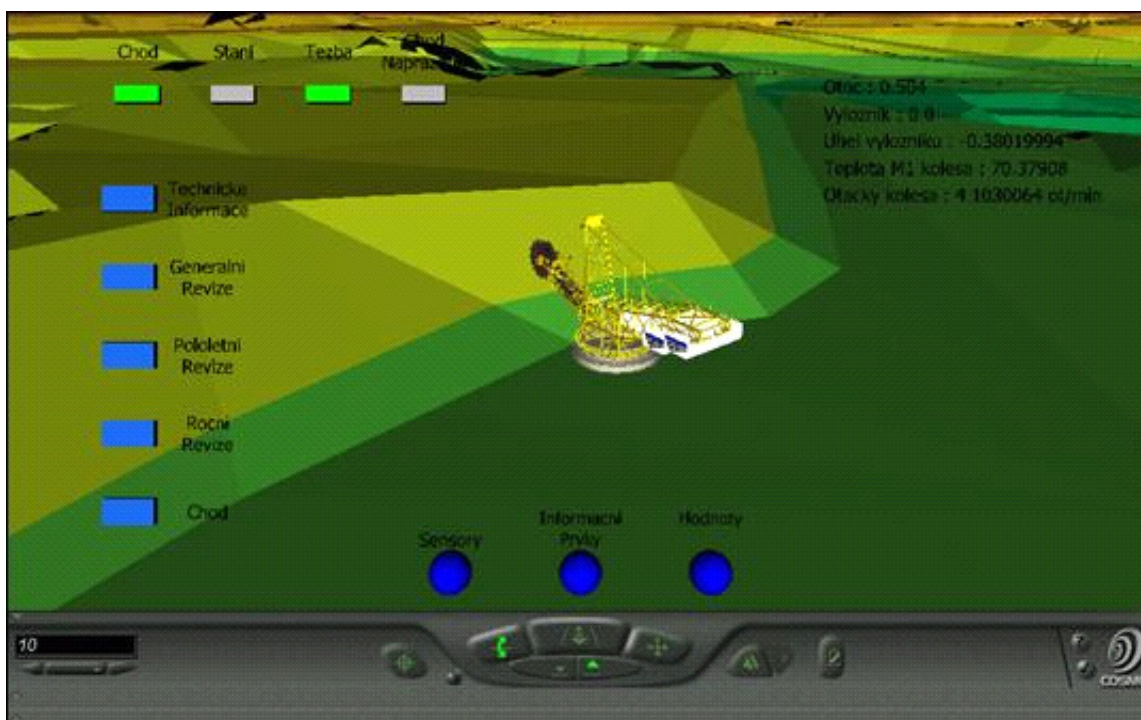
Po umístění technologických zařízení na povrch dolu dostáváme úplnou vizualizaci lomu. Umístění se děje automaticky na základě udaných souřadnic. Jednoduchý výstup s jedním zařízením je uveden na obr. 6.



Obr. 6: Vizualizace povrchu lomu a rypadla v jazyce VRML

On line zobrazení scény

Pro nasazení vizualizační a informační technologie do řízení lomu je nutné scénu propojit s informacemi z technologického procesu a umožnit řídicí zásahy ze scény do technologie. Propojení je uskutečněno modifikací jednotlivých částí scény pomocí programů napsaných v jazyce Java. Jednotlivé moduly načítají současný stav technologického procesu z databáze modelů a z databáze informačních systémů. Dalšími moduly programů je pak provedeno informační propojení, které umožňuje zobrazovat stav obr. 7. technologického procesu ve vytvořené scéně. Podrobněji je problematika popsána v [4] a [5]. Stejným způsobem je uskutečněn směr opačný, umožňující zásahy ze scény do technologického procesu.



Obr. 7: Scéna rypadla v řezu s informačními a komutačními členy

Závěr

Použití popisovaných prostředků umožní sjednotit data používaná jednotlivými systémy řízení resp. monitorování, zlepšit přístupnost a přehlednost dat, snížit jejich redundantnost, zlepšit vzájemné vazby mezi těmito daty a rovněž zlepšit bezpečnost jejich uložení. Doplněním o simulační programy umožní sledovat navrhovaný postup těžby včetně jeho zobrazení. Dalším vývojem bude plná integrace vizualizace do stávajících řídicích systémů. To umožní další postup ke zvyšování bezpečnosti práce, kvality řízení a následně i k lepšímu využití pracovní síly.

Literatura

- [1] Neustupa, Z.: Development of graphic aids for design and control in the industry of raw materials. In *Mineral Raw Materials and Mining Activity of the 21st Century, Ostrava, VŠB – TU Ostrava, 2001, s. 243-250.*
- [2] Neustupa, Z.: Program packages for planning and controlling of mining in open pits in ČR. In *Proceedings of ICAMC98 and ASRTP98, Košice, BERG TU Košice, 1998, s. 519-523.*
- [3] Kodym, O.: Zobrazování informací technologického procesu dolu. *Sborník vědeckých prací VŠB-Technické univerzity Ostrava, řada hornicko-geologická, XLVI(2), 2000, s. 47-59.*
- [4] Neustupa, Z., Kodym, O.: Modeling a Vizualization of Opencast Mining. In *Proceedings of the Eleventh International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Ostrava, VŠB – TU Ostrava, 2002, s. 489-492.*
- [5] Holešínský, D.: Interaktivní modelování technologického procesu. *Diplomová práce, Ostrava, VŠB-TU Ostrava, 2002.*

Summary

The information technology is created in the environment which enables to submit the information structured in such a way that its can be searched for very simply and also the information of quite different type can be displayed. The access to further related information, documents etc. can be solved with the help of hyperlinks.

This technology simplifies the work with information for the users, and namely the care for where and how the information required is saved falls out. It means that the user need not know that he needs some program for access to certain information and that this information is included in the files defined. All this information is hidden just in suitably defined hyperlink.

The mutual communication, team work and common access to information are provided by each enterprise network. An important part of the proposal of the enterprise Intranet is the interconnection of various information sources.

The simplest solution is the preparation of all information proposed in the form of the HTML documents which are displayed only in a passive way on the clients stations of the information system. The natural integral part of the documents is represented by the corresponding hyperlinks on related or other supplementing documents or other parts of the actual document.

For integration of information following from the technological process it is necessary to select other procedures which would ensure the topical relevance of the information presented. Just in the sphere of the technological process information visualization the further characteristic of the Intranet technology will excel - the documents in the VRML format which describe the 3D scene and, with the suitable explorer, they enable also the interactive movement in this scene. However, not each visualization software has this graphical presentation possibilities so, in this sphere, both technologies can complement each other in an advantageous way. The natural characteristic of the 3D scene is its interactive character, the hyperlinks on the more detailed, res. extension information can be placed here.

The data source for the model is represented by the information from digital model of quarry, this information is for disposal according to the program system used in the various formats. Most frequently, the format DXF (AutoCad) is for disposal, however, also other formats can be used, res. some information systems

are capable to generate directly the VRML format. However, in most cases, the outputs are very complicated, that is why, it is necessary to carry out the reduction.

The results of this activity is the three-dimensional model of terrain in the corresponding scale. Thanks to this, we can display it with the help of the scene explorer in the real size, to place the equipment models on it etc.

The models of technical equipment units are created according to the complexity as one unit and are placed in the objects database or are composed of single parts located in the database. Such a solution enables to combine the single parts of technological process and the set up a scene.

After placing of the technical equipment units on the mine surface we get the full visualization of a quarry. The placing runs automatically on the basis of the coordinates given.

In the time being, the on-line displaying of the scene is under development. It is carried out by modification of single parts of the scene with the help of programs written in the Java language. The single modules read the existing state of technological process from the database of models and from the database of information systems. The further modules of the program then ensure the information interconnection which enables the display the state of the technological process in the scene created. Parallely, the opposite direction is being complemented enabling the interference from the scene into the technological process.

The utilization of the means described will enable to unify the data used by the single management systems, res. monitoring, to improve the accessibility and arrangement of the data, to reduce their redundancy, to improve the mutual relations between these data and, at the same time, to improve the safety of their saving. With the supplementing by the simulation programs they will enable to monitor the mining process proposed including its displaying.

Recenzent: Ing. Oldřich Peleška, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most