POROVNÁNÍ NĚKTERÝCH PARAMETRŮ NA UHELNÝCH LOMECH V USA A ČR

Ing. Josef Stavinoha, doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.

VŠB - TU Ostrava, Fakulta Hornicko – geologická, Institut hornického inženýrství a bezpečnosti - 542,

17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba, Česká republika

josef.stavinoha@vsb.cz

Abstrakt

Práce se zabývá možností využití vybraných technologií a zkušeností z největších uhelných revírů USA pro podmínky v ČR, cílem je porovnat náklady na tunu vytěženého uhlí a vyhodnotit rozdíly. Příspěvek srovnává technologie a podmínky pro dobývání a určí produktivnější způsob dobývání, včetně vymezení efektivnějších technologií v jednotlivých revírech.

1 Úvod

Jednou z možností jak zvýšit produktivitu a efektivnost na uhelných lomech je zhodnocení a využití progresivních zkušeností i z jiných revírů. Povrchové dobývání uhelných ložisek v USA představuje nesporně jednu ze světových špiček, a proto je užitečné ověřit způsoby těžby, které mohou přispět k zlepšení úrovně i našeho hornictví.

Takové srovnání má ale vždy určité omezení. Pro volbu způsobu dobývání a z toho plynoucí efektivnost, jsou rozhodující geologické podmínky. A ty se obvykle výrazně liší podle lokality. Přesto však je možné za určitých podmínek najít v revírech s odlišným uložením některé prvky, které by se mohly uplatnit i v našich podmínkách.

Ke zvolení přehledu o některých způsobech dobývání v USA mě vedla i skutečnost, že se výrazně liší náklady na dobývání a tím i cena vytěženého uhlí v USA a ČR. Je tento rozdíl způsoben jenom podstatně lepšími geologickými podmínkami, nebo souvisí i s koncepcí řízení provozu na uhelných lomech?

V předloženém stručném srovnání některých způsobů dobývání na uhelných lomech v USA a ČR, se pokouším na tuto otázku částečně odpovědět.

2 Hlavní geologické podmínky uhelných sloji v Severočeské oblasti.

Z geologických podmínek, které určují následný způsob dobývání a volbu technologického vybavení, lze považovat za podstatné:

- Hloubku uložení sloje a její mocnost
- Kvalitu sloje včetně fyzikálně mechanických vlastností
- Mocnost nadložních hornin a jejich fyzikálně mechanické vlastnosti
- Stupeň tektonického porušení.
- Stupeň narušení předchozí hlubinnou těžbou.

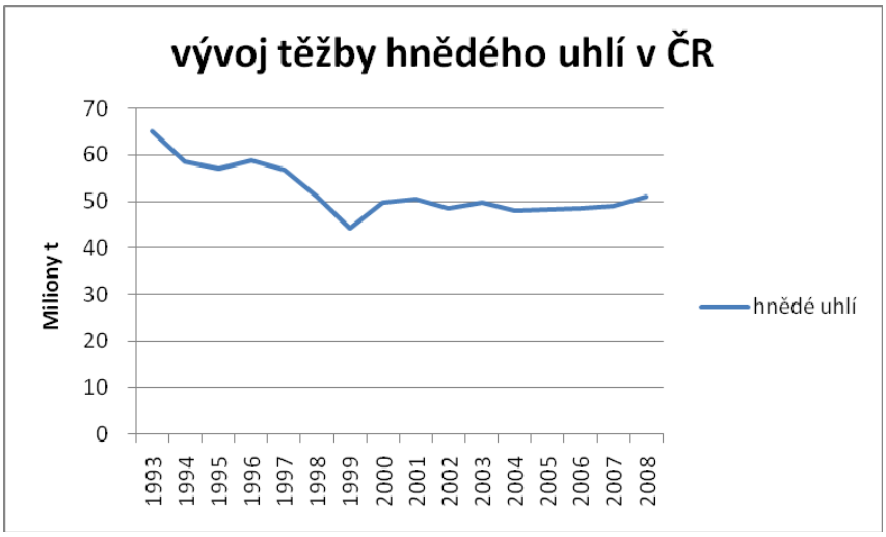
Podrobně se touto problematikou zabývá příslušná literatura.[1]. Podle ní lze uvést tyto důležité skutečnosti.

V průběhu let se zpravidla postupně zvyšuje poměr mocnosti, nebo objemu nadložní horniny k mocnosti sloje. Pokud se například v roce 1973 udával skrývkový součinitel označovaný „n“, tj. poměr objemu skrývky v m^3 na 1 t uhlí, 1,4 m^3 zeminy na 1 t uhlí, byl v roce 1983 již 3. V roce 2006 vykázaly SD Chomutov n = 3,1 a SD Most dokonce n = 3,5. Mocnost dobývané sloje je proměnlivá. V práci [1] je uveden příklad kdy mocnost sloje dosahuje přes 30 m. Důležitá vlastnost tj. výhřevnost uhlí kolísá. Nejčastěji se uvádějí hodnoty 18 až 20 $MJ.kg^{-1}$.V některých partiích, zejména v oblasti Doupovských hor a krušnohorského zlomu vykazuje uhlí vysoké obsahy síry (0,7 až 3 %).

Na skrývce se vyskytují různé druhy hornin a zemin. Pro volbu způsobu jejich rozpojování hrají důležitou úlohu fyzikálně mechanické vlastnosti. Za významnou se

považuje zejména pevnost horniny v prostém tlaku σ_{Pd}. Ta se pohybuje u jednotlivých druhů skrývkového materiálu v rozmezí 13 až 50 MPa. Obdobná pevnost pro hnědé uhlí σ_{Pd} = 14 až 20 MPa.

Tyto stručně definované podmínky a vlastnosti nadloží a uhelné sloje jsou rozhodující pro volbu způsobu dobývání a volbu technologického vybavení lomu.



Obr. 1 Objem těžby hnědého uhlí v ČR

3 Stručný přehled základního technologického vybavení na uhelných lomech v ČR

Podle [3]. je možno podat následující přehled základního technického vybavení na uhelných lomech v ČR.

3.1 Dobývací stroje

Tyto stroje patří na lomech k nejdůležitějším, slouží nejen k rozpojování hornin, ale také k nakládání rozpojené horniny na dopravní zařízení anebo k přímému zakládání na výsypku.

Podle způsobu práce tyto stroje dělíme na rýpadla:

s přetržitým pracovním cyklem
- lopatová
- s vlečným korečkem
- drapáková, škrabáková aj. speciální

s nepřetržitým pracovním cyklem
- kolesová
- korečková,

Lopatová rýpadla patří mezi nejrozšířenější stroje pro zemní práce vůbec. Největší rýpadla u nás mají obsah lopaty 7 až 8 m^3, ve Spojených státech i přes 50 m^3 s hodinovým

výkonem až 4500 m^3 sypané horniny. Na velkolomech mají vedle funkce hlavních dobývacích strojů i funkci pomocných strojů (pro zemní a odvodňovací práce). Podle velikosti lopaty je dělíme na:

- malé s obsahem do 0,75 m^3 (jako pomocné stroje),
- střední do obsahu 4 m^3 (pro vlastní těžbu suroviny),
- velké s obsahem nad 4 m^3 (výhradně na skrývkové práce).

U lopatových rýpadel rozlišujeme tyto typy podvozků:

- housenicové (nejrozšířenější),
- kráčivé (pro měkké a bažinaté terény),
- kolové (jen u malých rýpadel).

Na hnědouhelných či lignitových velkolomech se lopatová rýpadla nasazují povětšinou na pomocných pracích (zemní práce na sjezdech a výjezdech pro kolesová a korečková rýpadla z řezu na řez, odvodňovací práce, likvidace zápar a ohňů aj.). Pracují ve spolupráci s kolejovou, převážně však s kolovou dopravou. Výšky snímaných řezů či výšek rozvalů (po trhacích pracích v pevných horninách) se pohybují od 1 metru až po 40 i více metrů.

Velká lopatová rýpadla, stejně jako rýpadla s vlečným korečkem mají zdvih lopaty a výložníku uzpůsoben **lanovým ústrojím** (kladkostroje, navíjecí bubny). Menší lopatová rýpadla mají ovládání zdvihu výložníku i lopaty **hydraulické** (většinou se jedná o rýpadla s obsahem lopaty 0,5 - 5 m^3, v zahraničí až do 30 m^3).

K výhodám lopatových rýpadel patří jejich dobré manévrovací schopnosti, možnost obměny orgánů na malých lomech (lopata, vlečný koreček, jeřáb, drapák, beranidlo) a poměrně velká stoupavost až 12,5 %.

K nevýhodám patří přetržitost jejich práce, proudové nárazy do elektrické sítě a poměrně velké tlaky na počvu řezu.

Rýpadla s vlečným korečkem (dragliny) jsou určena pro přímé překládání zemin na výsypku s vyloučením další dopravy. Snaha rozšířit přímé překládání hornin i na lomy s vyšším nadložím vedla ke konstrukci rýpadel s velmi dlouhými výložníky a s velkým obsahem korečků. Jedině tímto způsobem se kompenzují vysoké pořizovací náklady, neboť s rostoucím obsahem korečku se snižují vlastní výrobní náklady na jednotku skrývkových hmot.

Použití těchto rýpadel v našich podmínkách je velmi omezené, využívají je inženýrsko-stavební organizace dodavatelským způsobem pro skrývku málo mocných nadloží ložisek štěrkopísků. Největší rozšíření těchto rýpadel je v USA, Kanadě (černouhelné lomy), ve Velké Británii a bývalých státech SSSR. V USA pracuje rýpadlo s obsahem korečku 240 m^3. Jsou nasazována na ložiskách mělce uložených pod povrchem (do 50 m) s pevným podložím i nadložím při „pruhové dobývací metodě příčného přesunu“ nadložních hmot v bezdopravním systému. Vlečný koreček je zavěšen na dvou lanech - jedno je tažné a slouží k rýpání při

vlečení podél svahu, druhé je zdvihové a slouží pro zdvih plné nebo prázdné těžební nádoby. K výhodám těchto strojů patří vysoký výkon hlavně při bezdopravním systému dobývání a poměrně nízké náklady. Mezi nevýhody patří přetrživost dobývání, nemožnost selektivní těžby a omezení jejich použití při dobývání v nesoudržných zeminách.

Kolesová rypadla.

Po lopatových rýpadlech jsou **kolesová rýpadla** nejrozšířenějšími dobývacími stroji v lomovém hornictví. Na hnědouhelných a lignitových lomech, jak v těžbě tak v odklizu užitkových nerostů typu zemina jsou nasazena jako rozhodující těžební technologie.

Rozpojovacím orgánem je koleso opatřené 6. až 20. korečky podle typu a velikosti, jejichž rozpojovací hrany jsou opatřeny břity eventuálně noži (zuby). Koleso se otáčí proti svahu a korečky odřezávají třísky (štěpiny) zeminy. Rozpojená zemina korečky klouže po ploše zařízení korečku ke středu kolesa (komorová kolesa) nebo se zemina vysypává z korečků přes určitá zařízení (skluz, rotující kotouč aj., odtud na pásový dopravník kolesového výložníku a dále systémem dopravních cest přes výsypku nakládacího výložníku na dálkovou pásovou dopravu nebo u menších kolesových rýpadel do vozů vlakové soupravy. Ve východních revírech Německa (bývalá NDR) a některých lomech (bývalých států SSSR) jsou nasazena kolesová rýpadla ve spojení se skrývkovými mosty.

Kolesová rýpadla umožňují **selektivní těžbu** nebo kvalitativní rozlišování užitkového nerostu ve vrstevním sledu řezu. Selektivita těžby je největší předností kolesových rýpadel, kterou vyjma částečné selektivity těžby korečkovým rýpadlem, nemá žádný dobývací stroj či zařízení v hornictví. Další předností je kontinuita dobývání a vysoká výkonnost ve spojení s DPD. Nevýhodou těchto rýpadel je omezený rypný odpor a těžba v zeminách či horninách s výskytem těžkorozpojitelných proplástků či pohon (pelokarbonáty, pískovcové vrstvy v jílech, valouny apod.).

3.2 Dopravní zařízení na uhelných lomech

Na uhelných lomech rozlišujeme tyto druhy dopravy skrývkových hmot a užitkových surovin:

- kolová
- kolejová
- pásová

Kolová doprava je používána především jako pomocná doprava a dále také na menších lomech ostatních užitkových surovin (jako jsou kamenolomy, štěrkopískovny, lomy na kaolín, vápenec apod.). Její výhodou je možnost dopravy velkých kusů horniny, selektivního odtěžování, překonávání většího stoupání do 8 - 10° a rychlého zahájení prací spojených s otvírkou. Mezi nevýhody patří malá přepravní výkonnost, vysoké provozní

náklady, velká spotřeba energie, vysoké nároky na údržbu dopravních cest a menší životnost vozidel.

Kolejová doprava byla v minulosti nejrozšířenější a postupně je nahrazována dálkovou pásovou dopravou, a to zejména na velkých lomech. Ve vlastním provozu jsou nasazeny elektrické lokomotivy na stejnosměrný proud, motorové lokomotivy jen pro speciální účely. K vlastní dopravě se využívají speciální skrývkové vozy typu LH 40 m^3 resp. 25 m^3 a vozy typu Talbot pro přepravu uhlí. Rozchod drah je 1435 a 900 mm. **Pásová doprava** dnes představuje perspektivní způsob dopravy na lomech (v SHR asi 75 %). Její rychlý rozvoj si vynutil značný rozvoj dobývání uhlí, kde se musí přepravovat stále větší množství hmot, a to i do značných vzdáleností.

Dálková pásová doprava je článkem technologických celků. Skládá se z několika sekcí dopravníků. Při těžbě uhlí je užíváno dopravníku šíře 1200 mm s rychlostí pásu 3,15 $m.s^{-1}$. Těžba odklizu je zajišťována dle výkonnosti technologického celku šířkami pásu od 1200 do 2250 mm při rychlosti pásu 5 $m.s^{-1}$.

Pásové linky v technologických celcích jsou tvořeny **pohyblivými dopravními cestami** (na řezech a výsypkových stupních). Konstrukce jednotlivých části DPD (tzv. středních dílů 4 - 6 m dlouhých) umožňuje deformační pohyb linky při přestavbě na řezu. Další část DPD tvoří **stabilní dopravníky** na bočních svazích lomu a také na povrchu terénu směrem na vnější výsypku, do úpraven, drtíren nebo skládku. Jsou položeny na betonových podkladech s životností několika let.

K jejím přednostem patří nepřerušovaný pracovní proces, jednoduchost zařízení, přehlednost systému dopravy, schopnost překonávat vysoké dopravní výšky, malé dynamické namáhání, rovnoměrnost zatížení motorů a elektrické sítě a dále možnost automatizace provozu.

Jejím nedostatkem je omezenost přepravy větších kusů horniny, možnost ovlivnění klimatickými vlivy (déšť, námraza, vítr) a při poruše nutnost zastavení celého technologického celku.

3.3 Zakládací stroje a zařízení

Ve výsypkovém hospodářství lomu používáme stroje a zařízení, která jsou dimenzována na potřebnou hodinovou výkonnost anebo slouží k pomocným pracím. Patří sem:

- běžné zemní stroje (buldozéry, dumpry, pluhy)
- rýpadla lopatová nebo s vlečným korečkem
- skrývkové mosty
- zakládací pásové vozy a zakladače

Na velkých uhelných lomech, které vyžadují velkokapacitní výsypky (u nás SHD a SR) se uplatňují především **zakladače**. Z funkčního hlediska je dělíme na:

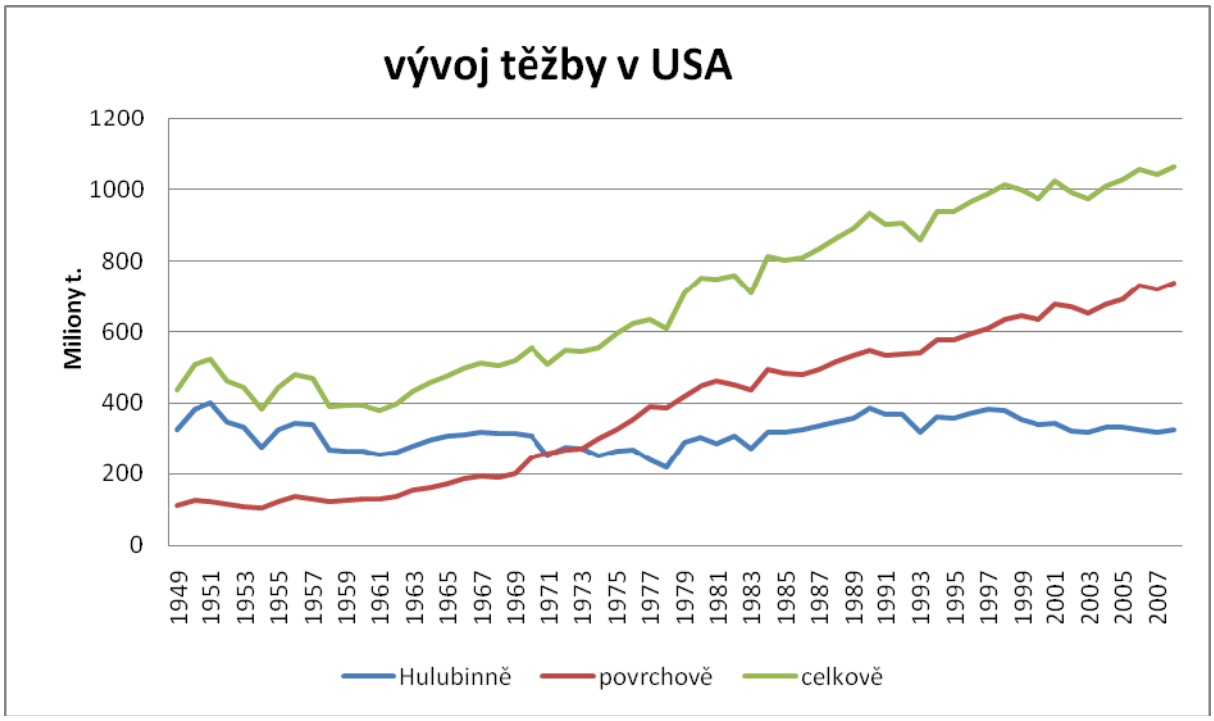
kolejové jednovozové,

dvouvozové,

pásové.

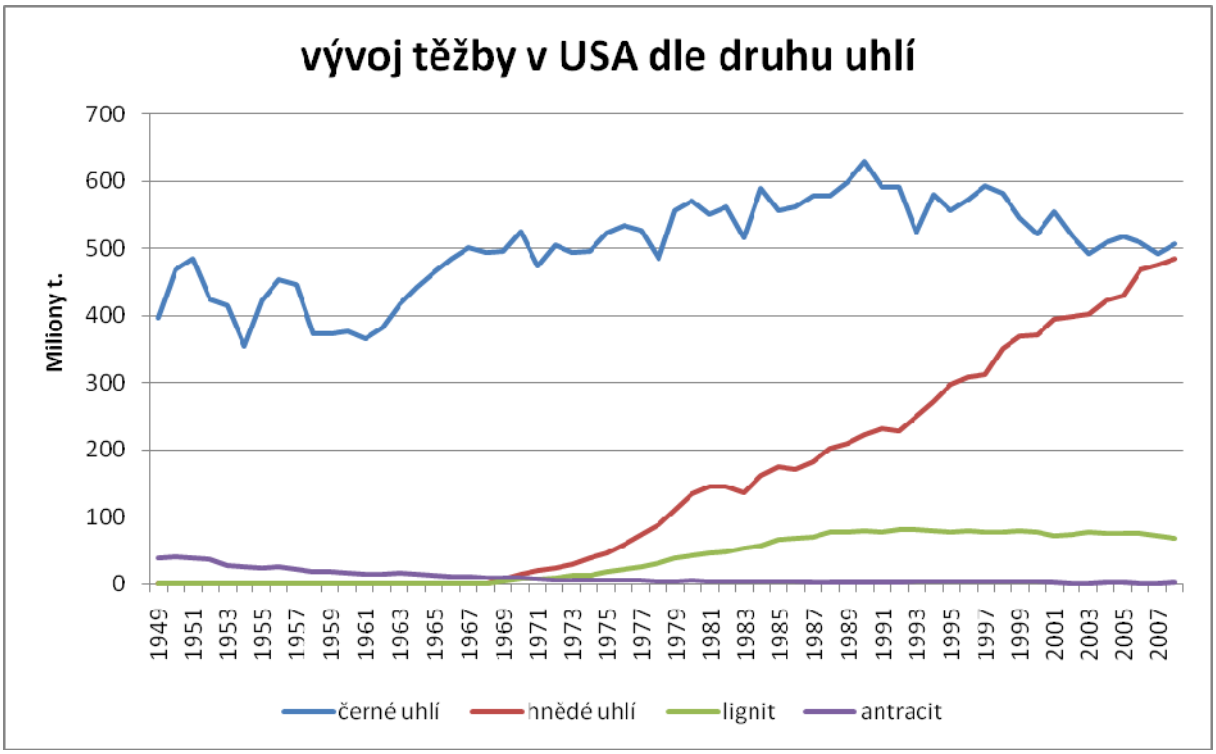
4 Způsoby těžby uhlí v USA.

Podle různých zdrojů (Energy Information Administration) se v USA v období posledních let těží povrchovým způsobem cca 790 mil t uhlí ročně. Obr. 2.



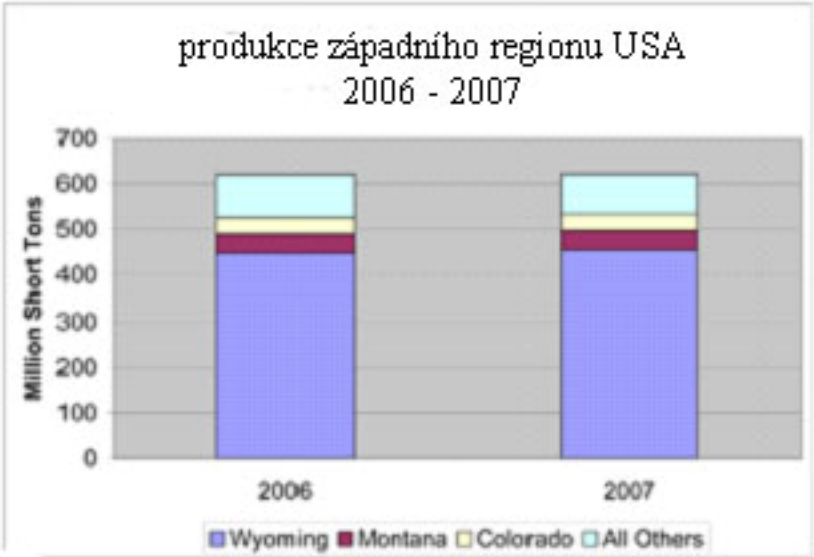
Obr. 2. Těžba uhlí hlubinným a povrchovým dobýváním v USA.

U jednotlivých druhů uhlí je tento podíl zřejmý z obr. 3.



Obr. 3. Těžba uhlí podle jednotlivých typů a podíl některých revírů na její výši.

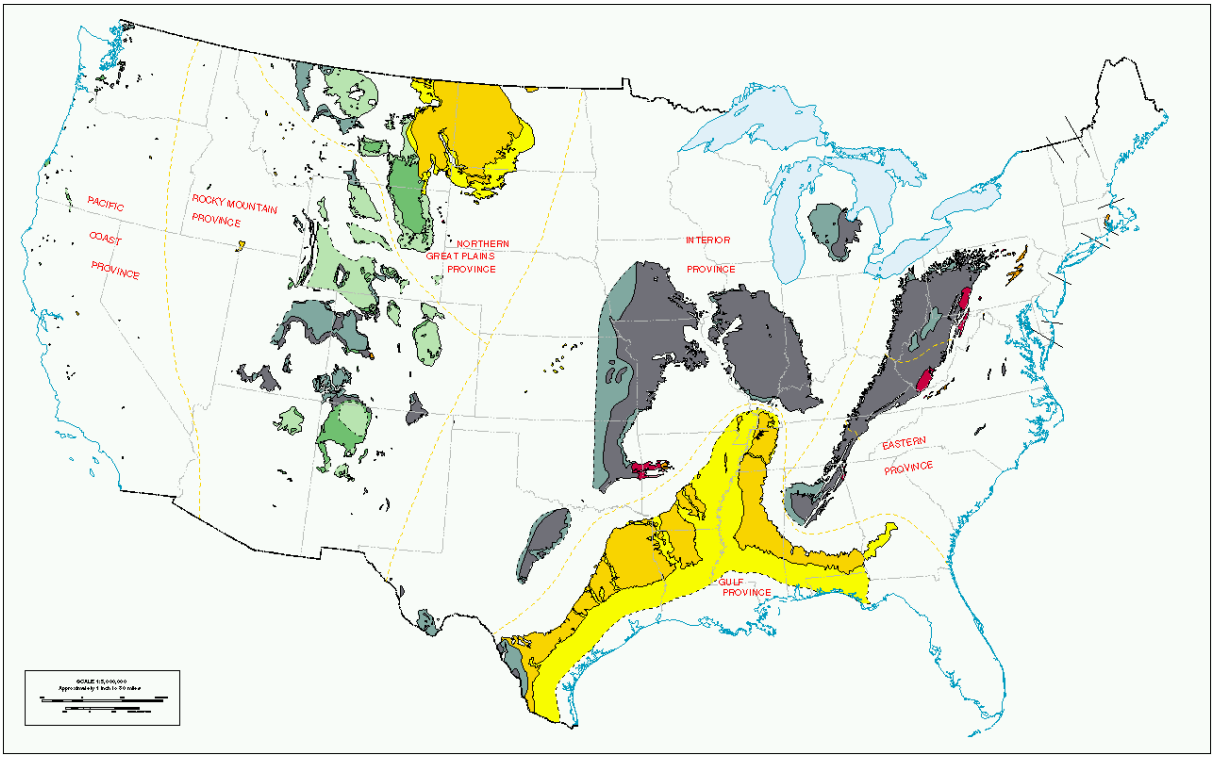
Na obr. 4 jsou uvedeny revíry, které mají nejvyšší podíl na této těžbě.



zdroj : Energy Information Administration, *Annual Coal Report*, 2007

Obr. 4. Revíry, které mají nejvyšší podíl na povrchové těžbě.

Revír Powder River Basin (většinou ve státě Wyoming) produkuje okolo 60 % veškeré povrchové těžby a 42 % celkové těžby uhlí v USA. Je to tedy přibližně 500 mil t. ročně.



Obr. 5 Uhelná ložiska v USA

Obr. 6 Satelitní snímek největšího revíru USA Powder River Basin

Podle [2] je povrchová těžba uhlí v USA ve srovnání s těžbou jiných minerálů, nejen největším průmyslem, ale také představuje nejširší škálu aplikovaných zařízení. Nepravidelnosti v geologii a topografii postavily před inženýry náročné požadavky na výběr zařízení pro těžbu skrývky i uhlí, které by nejlépe odpovídalo technickým a ekonomickým požadavkům. Výběr jednotek, jako dragliny a nakladače představuje potenciálně nejméně nákladné prostředky pro skrývku. Ale v konfrontaci s přechodem do ukloněných terénů a mocnějších, nebo několikrát změněných poloh uhelných slojí, musí brát ohled na mobilnější zařízení. V takových podmínkách pracují nakládací mechanické lopatové nakladače a čelní nakladače v kombinaci s nákladními automobily, které poskytují realizovatelnou alternativu pro nadloží a těžbu uhlí. Ve většině případů může být praktické dobývání charakterizováno topografickými a geologickými podmínkami. Z tohoto stručného přehledu vyplývá, že používané technologické zařízení na uhelných lomech se liší od zařízení používaného v severočeském uhelném revíru.

4.1 Příklad běžného způsobů povrchového dobývání v lomu s plochým uložením sloje.

Takové doly jsou situovány jižně od Gillete, ve státě Wyoming viz obr. č. 6. Vzhledem k tomu, že odtud pochází největší podíl povrchové těžby uhlí z USA, uvádím podle [2] příklad nejrozšířenějšího systému dobývání.

Oblast je charakterizována rovinou a mírně se sklánějícím pohořím s vegetací vhodnou původně k pasení ovcí. Teploty se během 190 dní v roce pohybují kolem bodu mrazu, jinak kolem 32^0 C. Dešťové a sněhové srážky dosahují od 30,5 do 127 mm.

Subbituminosní uhelná ložiska mají výhřevnost průměrně 18,608 $kJ.kg^{-1}$ a nízký obsah síry. Mocnost slojí kolísá mezi 9 až 30 m, s úklonek cca $2^{0.}$. Skrývku tvoří ornice, mocná 0 až 1,5 m a dále vrstva označená jako půdní podloží asi 12,5 m mocná a následuje jíl a písek, mocnosti 30,5 m. Říčky a zvodnělé vrstvy, které se v oblasti vyskytují, se při plánování důlních prací musí brát v úvahu.

Pracovní cyklus se skládá většinou, ze 3 pracovních směn, během dne, 6 dní v týdnu, 52 týdnů ročně. S výjimkou 11 dnů volna je tak počítáno s 903 směnami za rok. 1, nebo 2 směny ročně se obvykle ztratí v důsledku špatných povětrnostních podmínek.

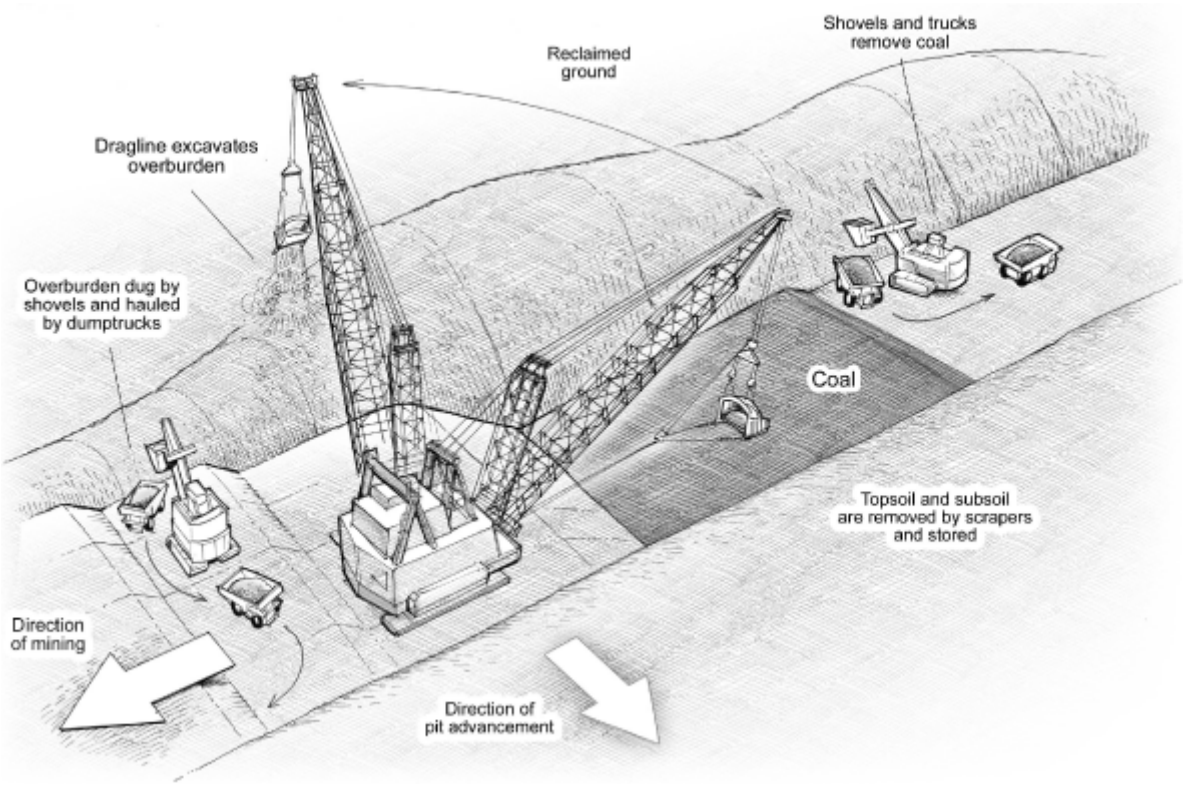
Odkryté zásoby uhlí jsou obvykle 4,6 až 5,5 Mt, nebo těžba za 4 až 5 měsíců.

Celkový skrývkový součinitel (poměr mocnosti skrývky k mocnosti sloje) se pohybuje mezi 1 až 1,5.

Přemístění ornice a půdního podloží se zadává dodavateli, který k tomu používá scraiperu na podvozku s pneumatikami, třídy od 13,7 do 16,8 m^3. Roční objem skrývky, který zajistí dodavatel kolísá mezi 1,15 až 1,53 mil m^3. K dosažení tohoto objemu je zapotřebí provoz 6 až 12 scraperů s průměrným počtem 8 pracovníků. Kontrakt s dodavatelem se uzavírá obvykle na 1 rok a obsahuje přemístění ornice, rekultivaci, úpravu terénu po dobývání, přemístění písku, aby se upravila zvodnělá vrstva pod terénem, k jejímuž

přemístění došlo během těžby. Ornice a půdní podloží se také ukládají, aby byly k dispozici v dalším období, podle potřeby.

Samotné nadloží již bez ornice a podorniční vrstvy je dobýváno dragliny s vlečným korečkem, velkostroj slouží zároveň jako dobývací nástroj, dopravní zařízení a zakládač. Nasazení těchto velkostrojů umožňují geologické podmínky této oblasti, základní podmínka pro využití draglinu s vlečným korečkem je stroj s dvojnásobným korečkovým výložníkem než je mocnost dobývaného nadloží. Další podmínkou je nasazení v dolovém poli bez narušení předchozí hlubinnou činností. Schéma lomu včetně práce Draglinu je na obrázku 7.



Obr. 7 Schéma lomu s využitím rýpadla s vlečným korečkem

4.2 Příklad dobývání nadloží lopatovými rýpadly a kolovou dopravou

V tomto případě je nadloží z lomu dopravováno dempry s dvěma osami se zadním vysypáváním. Doprava se děje podél lomu, aby se skrývka uložila na vnitřní výsypku na opačné straně porubní fronty. Mocnost skrývky se s postupem dobývání mění a její odkliz je tak prováděn, podle této mocnosti v jedné až třech etážích. Aby se výsypné stupně přizpůsobily dopravě skrývky, jsou situovány na konci lomu, na úrovni každého skrývkového řezu.

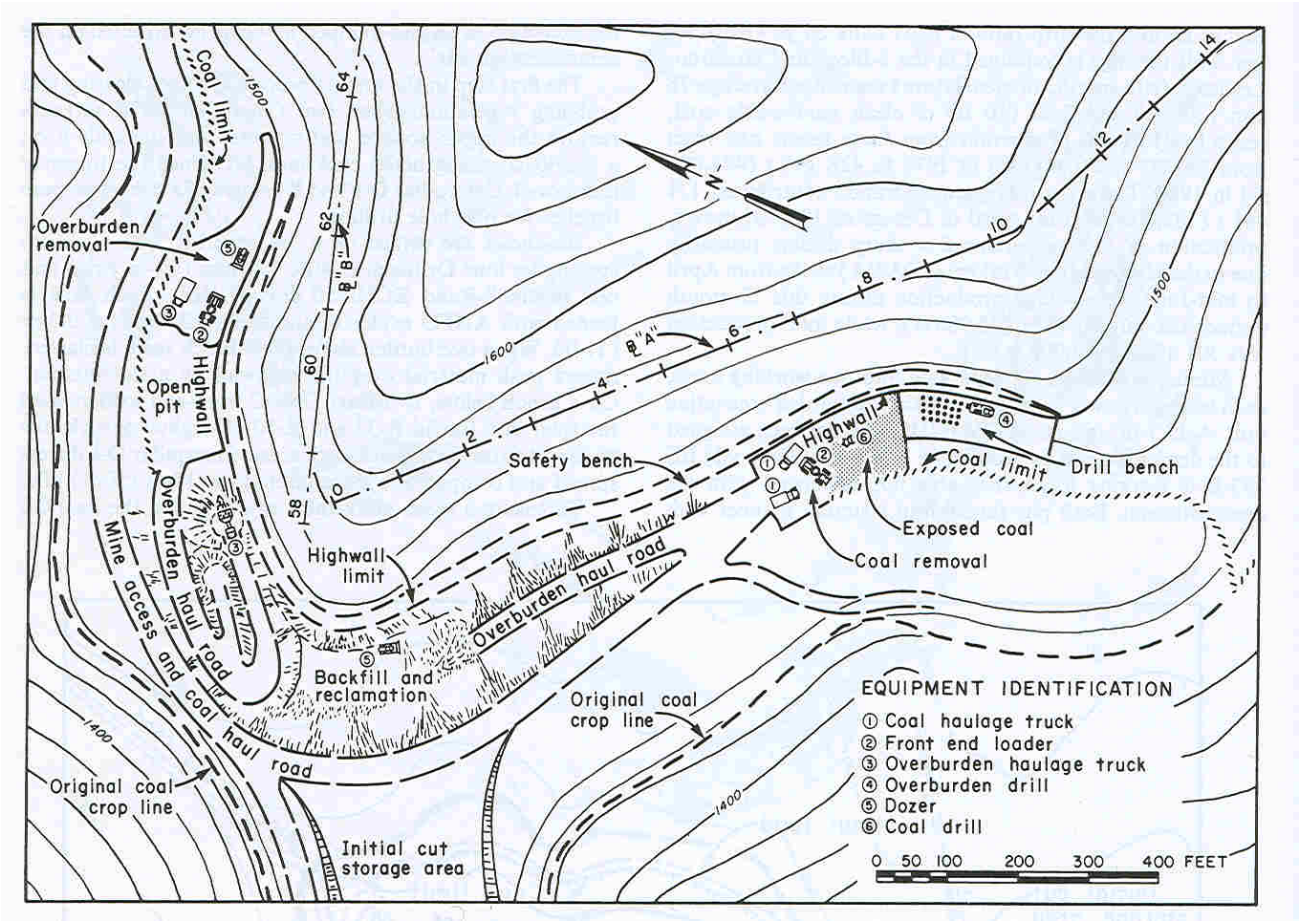
Dalším zařízením, které se využívá k uvolnění skrývky, jsou dvě vrtací soupravy pro vývrty k trhací práci, 22,9 cm. Vývrty mají rozteč 7,3 až 9,2 m a jsou mezi nimi ve vzdálenosti 1 m pomocné vrty. Vrty dosahují až ke kontaktu nadloží s uhlím a trhací prací se uvolňuje veškerý materiál kromě ornice a půdního podloží. Trhavinou je DAP (ANFO v usa)

s plnicím faktorem 300 g/m^3 na nadloží. K detonaci slouží nové dálkově ovládané, nehlučné časované palníky.

K těžbě se používá rypadlo s výškovou lopatou obsahu 17,6 m^3. Dodavatel také provozuje pro různé účely dozery a scrapery a 4 dozery na podvozku s pneumatikami pro čištění. Objem materiálu uvolněného trhací prací dosahuje přibližně 15,3 mil. m^3 za rok. Grejdry (srovnávače), udržují dopravní cesty. Terasovitá výsypka se skrývkou na zakládací straně lomu je přetříděna dozerem, podle plánu rekultivace. Využití této metody v ČR je neekonomické z důvodu vysoké ceny pohonných hmot v Evropě.

4.3 Etážové dobývání s opačným směrem dopravy.

Na obr. 8 je podle [2] uveden příklad takového způsobu dobývání ze státu West Virginia v náhorní plošině Allegheny. Jedná se o zvláštní způsob dobývání v oblasti o rozloze 33 ha, kde byly ještě starší hornické práce v okolí sloje Pittsburgh. Prvotním požadavkem při výběru dobývacího způsobu bylo ekologická podmínka nenarušit původní svah, který tvořil skrývku a uvést území do přijatelného stavu, jaký byl před zahájením těžby. Protože původní svah nemohl být ekonomicky odtěžen v důsledku nadměrného skrývkového poměru, nemohly být použity malé dragliny a provozovatel musel uvažovat o odstranění skrývky buď kombinací dozer/nakladač, nebo dampry se zpětným způsobem dopravy. Předběžný rozbor ukázal, že kombinace dozer/nakladač by byla obtížně realizovatelná při přemístění rozvolněné skrývkové horniny a nebyla by také produktivní. Navíc omezená velikost lomu a malé zásoby se ukázaly jako vhodnější pro mobilní čelní nakladač versus dobývací nakladač. Tato dobývací metoda je klasická ukázka realizace etážového dobývání s opačným směrem dopravy. Využití mobilní přepravní jednotky umožnilo provozovateli disponovat počáteční rozvolněný materiál do sousední čočkovité rýhy, která byla vytvořena po těžbě ještě dříve, než byl uzákoněn přísný požadavek na rekultivaci území.



Obr. 8 Plán situace dolu s opačným směrem dopravy

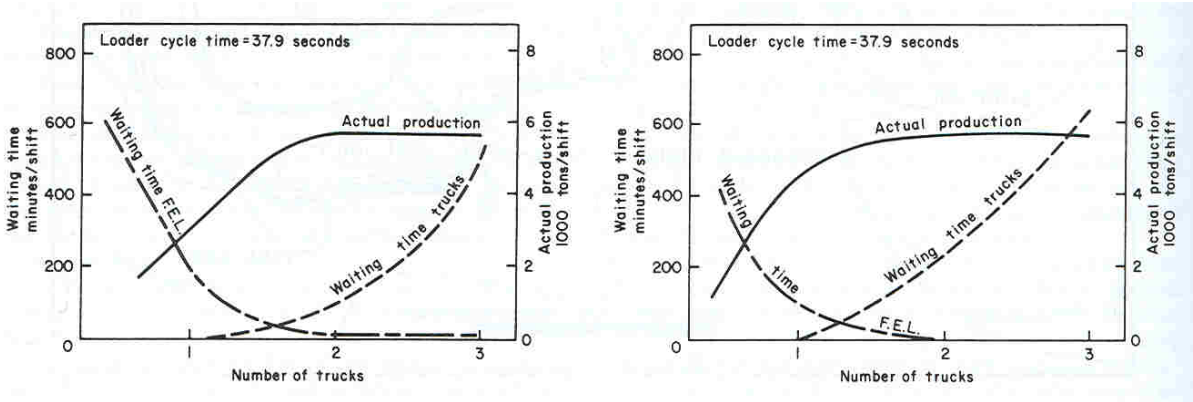
Sloj má poměrně malou mocnost 1,7 až 14,9 m. Efektivní dobývání zde probíhalo až do skrývkového poměru 12:1 (cubic yard per ton), cbj. = 0,764 m^3, takže skrývkový poměr je 9,1 m^3 skrývky na 1 t. uhlí. Přes tyto poměrně nevýhodné parametry, byla těžba rentabilní, vzhledem ke kvalitě uhlí a podmínkám odbytu..

S ohledem na vyšší pevnost uhlí, se k jeho rozpojování použila trhací práce. Po uvolnění se čelním nakladačem, o objemu lžíce 5 m^3, nakládalo do dampru obsahu 23 t. Operace pokračovaly touto střídavou metodou až do úplného uzavření etáže kolem kopce.

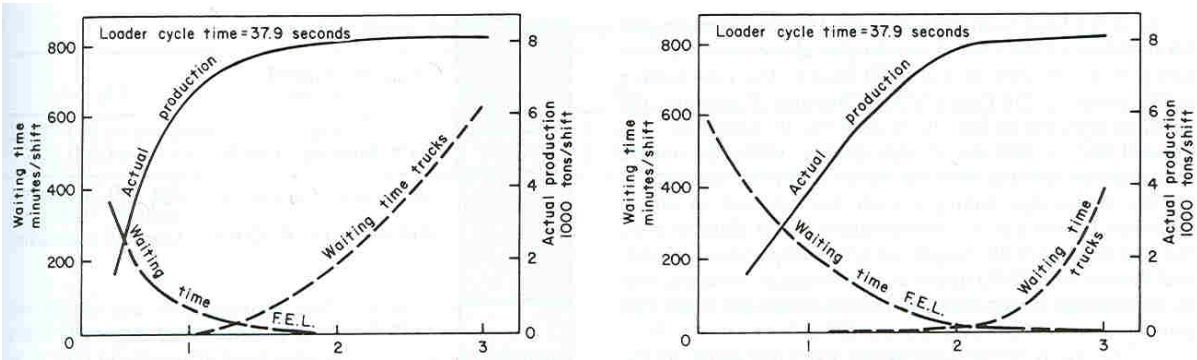
Při těžbě skrývky probíhaly jednotlivé operace ve dvou 8 mi hodinových směnách během dne. Pro všechny ostatní operace, včetně těžby uhlí, byla vyhrazena jedna 8 mi hodinová směna za den. Roční produkce 181 440 t přesahovala požadovanou spotřebu. Při výběru zařízení k uvolnění a odtěžení skrývky a k dosažení žádoucí produktivity, byla použita kombinace čelního nakladače s dampry. Nakládací cyklus byl 37,9 sec. Průměrná vzdálenost dopravní cesty byla 366 m. Z těchto a dalších základních parametrů, byl sestaven počítačový program. Vycházel z požadované produktivity, doby prostojů a počtu vozidel (demprů) obsahu 45 resp. 68 t, pro nakladače objemu lopaty 6,9 m^3 nebo 10,7 m^3. Vzhledem k malému rozměru lomu nebyly žádoucí větší nakladače a dempry.

Na obrázcích 9, 10, 11, 12, je graficky vyjádřena teoretická produktivita pro jednotlivé kombinace. Nakladač 6,9 m^3 a dva 45 tunové dempry, mohou produkovat 5 171 t skrývky za

směnu, zatím co stejné dempry a nakladač 10,7 m^3 by mohl dosáhnout 7 167 t za směnu. Další ekonomické analýzy potvrdily, že kombinace čelní nakladač 10,7 m^3 a dva dempry 45 t, znamená nejnižší provozní náklady, vzhledem k maximálnímu využití nakladače s minimálními prostoji demprů. I když jeden 45 t a jeden 65 t demper může teoreticky zlepšit ekonomiku, rozhodl se provozovatel zachovat standardní vozový park, aby minimalizoval potřebu zásob náhradních dílů.



Obr. 9, 10. Grafické vyjádření očekávané produktivity pro jednotlivé kombinace nakladač dempry.



Obr. 11, 12. Grafické vyjádření očekávané produktivity pro jednotlivé kombinace nakladač dampry.

5 Určení výše nákladů na technologii nakladač P&H2100BL a damper Dart 3100.

Z práce [2] je převzat příklad zjištění výše nákladů na technologii nakladač P&H2100BL a damper Dart 3100. Pracovní tým dosáhl při dopravní vzdálenosti 518 m průměrný hodinový výkon 560 bcy (cubických yardů) skrývky. Byl použit nakladač 11,5 m^3 a tři nákladní automobily, které zajišťovaly efektivní využití nakladače. Přímé náklady při této technologii jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1. Přímé náklady v US$ na 1 cby a pracovní hodinu týmu nakladač/demper

Jednotka	amortizace	palivo,energie	mazivo	pneumatiky	náhradní díly	práce	celkem
Nakladač 11,3	84,36	31,4	20,14	-	35,61	22	193,51
Demper 90 t	22,14	9,07	4,33	16,88	11,12	10,31	73,85

Přímé náklady jsou tedy 414,9/560 = 0,74 $ na 1cby. V přepočtu to je 19,3 Kč na 1 m^3 skrývky.

6 Technologické vybavení na lomech USA.

Kapacita a výkonnost technologických celků závisí na řadě okolností. Podle geologických a topografických podmínek, velikosti zásob uhlí, mocnosti a složení nadložních hornin se rozhoduje o výkonnosti technologických celků. V předcházející kapitole byly uvedeny příklady spíše menších, nebo středních provozů a tomu odpovídající kapacitě technologických celků. Podle přehledu získaného z [2] však pracují na velkých lomech USA, daleko výkonnější zařízení. Je pozoruhodné, že i na lomech s vyšší těžbou se aplikuje převážně technologie na principu draglinu, lopatových rypadel a nakladačů a přepravy prostředky, které jsou modifikací nákladních automobilů, jako dampry apod.

Přehled některých takových kapacitních těžebních a dopravních prostředků je na obrázcích 9 až 12

Obr. 13 Dragline pro těžbu skrývky na lomu model B-E 4 250 W, koreček 168 m^3.

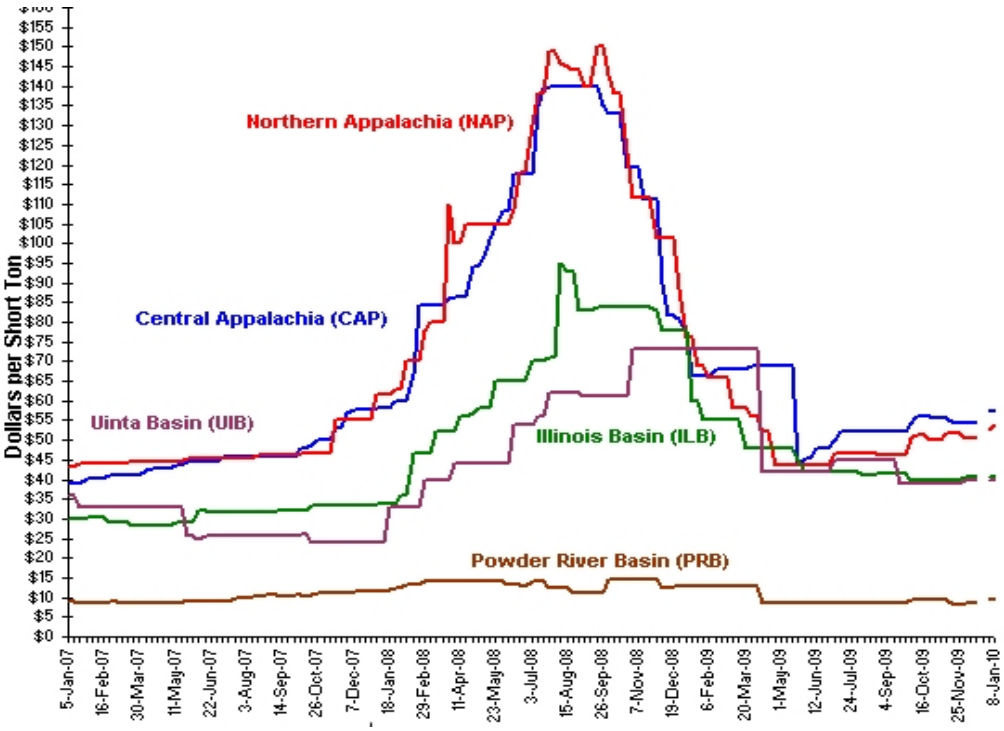
Obr. 14 Lopatové rypadlo na uhelném lomu v USA

Obr. 15 Lopatové rypadlo 11,5 m^3 při vykládce zeminy do dampru.

Obr. 16 Běžný dumper pro dopravu uhlí

7 Stručná informace o ceně uhlí.

Podle různých zdrojů (www.priceofcoal.com), je možné uvést tento stručný přehled o ceně uhlí v USA. (Obr. 17).



Obr. 17. Ceny uhlí dle revírů v USA od roku 2007.

Obdobný údaj poskytl tentýž zdroj pro jiné členění. (Tabulka 2).

Tabulka 2. Průměrné prodejní ceny uhlí USA $ per short ton 2007

Stát	Průměrná cena US$ pro 1 t
Northern	37.67
Southern	51.50
Wyoming	9.57
Celkem	26.20

Ceny srovnatelného typu uhlí v USA a ČR.

Dvě uhelné společnosti těžící v Severočeské hnědouhelné pánvi (SHP) - Mostecká uhelná společnost, a.s. Most (dnes skupina Czech Coal) a Severočeské doly, a.s. Chomutov těží ročně 35 - 40 mil. tun uhlí a v Sokolovské pánvi těží Sokolovská uhelná, a.s. ročně 11 - 12 mil. tun ve 2 lomech. (Stav k roku 2009).

Podle www.tzbinfo.cz (technické zařízení budov) je cena hnědého uhlí v ČR pro různé odběratele uvedena v tabulce 3.

Tabulka 3. Průměrná cena hnědého uhlí v ČR (ceny Kč/t)

Rok	1994	1998	2000	2002	2005
Uhlí pro energetiku	250	305	310	280	320
Uhlí pro průmysl	420	510	560	595	620
Uhlí pro domácnost	820	1300	1650	2010	2020

Z uvedeného přehledu vyplývá, že cena hnědého uhlí pro odběratele se pohybuje v rozmezí 18 – 37 dolary za tunu.

Cena hnědého uhlí při povrchové těžbě ve státě Wyoming a cena českého uhlí pro velkoodběratele ze severočeského revíru ale vykazují rozdíl:

Tabulka 4. Porovnání cen uhlí

stát	cena Kč/t
Wyoming	185
ČR	350 - 700

8 Závěr

V uvedeném příspěvku byly posouzeny způsoby těžby hnědého uhlí v USA a ČR. Z přehledu je zřejmé, že existují rozdíly zejména při aplikaci technologických celků a v geologických podmínkách. Je však obtížné jednoznačně konstatovat, že pouze tyto odlišnosti ovlivňují konečnou cenu uhlí. Je otázkou, zdali cena, za kterou se těží uhlí v ČR, není minimální. Zhruba dvojnásobná cena za tunu uhlí i přes podstatně obtížnější podmínky (3x mocnější nadloží, těžba v závalových polích) pro dobývání, je dobrým výsledkem. Mohu

konstatovat, že většina technologických zařízení nasazená na velkolomech v USA by nenašla v našich podmínkách uplatnění.

Nicméně publikované poznatky mohou být inspirativní při hledání cest ke zvýšení produktivity na lokalitách v ČR.

Literatura

[1] Dopita, M. a kol.: Ložiska fosilních paliv. SNTL Praha a vydavatelstvo Alfa Bratislava 1985.

[2] Kenedy, A., B. a kol.: Surface mining. Society for Mining, Metalurgy, and Exploration Inc. 1990.

[3] Kryl, V., Vavruška, O.: Základy lomařství, skriptum VŠB