

Ing. František H o c h m a n n, VÚHU

Dobývací stroje kombajnového typu pro lomovou těžbu uhlí
a zemin

1.0.0 Úvod

Článek obsahuje stručnou informaci o novém vývojovém směru dobývacích strojů pro lomové dobývání uhlí a zemin, který se v poslední době začíná uplatňovat zejména v USA. Jedná se zejména o kolesová rypadla s kolesy umístěnými přímo na traktoru a o dobývací stroje s rotačním dobývacím orgánem umístěným rovněž na traktoru, který těživo rozpojuje a zároveň nakládá. Dále jsou tyto stroje souhrnně označovány jako "dobývací stroje kombajnového typu" popř. zkratkou DSKT.

Kromě malé hmotnosti a velké výkonnosti při jednomužné osádce se tyto stroje vyznačují tím, že jsou schopny dobývat nízká a velmi nízká souvrství uhlí a hlušiny. Tato vlastnost se nabízí k využití zejména pro selektivní dobývání ve výhledových lokalitách SHR, ale i jinde. Lze očekávat, že by se tím zřetelně zvýšila dobývací výtěžnost tj., že by se získalo dodatečné množství uhlí, které by sice bylo dobýváno, ale při nedostatečně ostré selektivitě by bylo vyvezeno na výsypku spolu s hlušinou a tím nenávratně ztraceno.

Odtěžení těživa od uvedených dobývacích strojů, které jsou při těžbě zpravidla v neustálém pohybu, se realizuje autodopravou, přičemž se vyskytly zprávy např. v /2/ o nahrazení autodopravy systémem pohyblivých pásových dopravníků, viz obr. 7. Nakládání těživa na porubní dopravník opatřený house-
nicovými podvozky je také vidět na obr. 3.

2.0.0 Stručné údaje o vybraných dobývacích strojích kombaj-
nového typu a o systému pohyblivých pásových dopravní-
ků

2.1.0 Dvoukolesové rypadlo Barber-Greene WL-50

Rozměrový náčrtek je uveden na obr. 1, fotografie na obr. 2. Údaje jsou vybrány z literatury /1/, /3/, /4/, /5/. Jedná se o kolesové rypadlo se dvěma kolesy, umístěnými vedle sebe na traktoru s housenicovými podvozky. Může být použit pro odklíz nadloží, k dobývání uhlí nenakypřeného trhacími pracemi a k nakládání. Např. na uhlí pracoval stroj WL-50 při dobývání a nakládání v dole Navajo společnosti Utah Construction Mining Co. Fruitland. Dobýval smolné hnědé uhlí ze sloje o mocnosti 10 - 12 ft /3,048 m - 3,658 m/ v množství 1 700 t/h, přičemž kusovitost byla od 2 do 4 in /50,8 - 101,6 mm/ při minimálním množství drtě a jednotné velikosti kusů. Používá se k dobývání v obtížných půdních podmínkách jako je přírodní čilský ledek, vlhký jíl apod. Výkonnost při dobývání zeminy se udává až 3 000 t/h v závislosti na půdních podmínkách.

Dvě kolesa tvoří základ stroje. Každé z nich má průměr 16 ft /4,877 m/, šířku asi 5 ft /1,524 m/. Rozměry dobývaného bloku se udávají takto:

Výška 16 ft /4,877 m/, šířka 10 ft /3,048 m/.

Každé koleso má 12 korečků, objem korečku je 0,5 cu ud/380 litrů/. Rychlost kolesa je 5 a 6 ot./min., z čehož vyplývá obvodová rychlost na břitu kolesa 1,277 m/s a 1,532 m/s. Pohyb do záběru se realizuje pojezdem stroje. Korečky vynášejí těživo na vynášecí pás, který je nakládá do pohybujících se aut, příp. na pás. dopravník. Auto o obsahu korby 30 cu ud /22,95 m³/ bylo naloženo uhlím za 35 s. Stroj obsluhuje jediný řidič. Hmotnost rypadla je 235 000 lb /106,6 t/.

Poháněcí jednotka : Caterpillar diesel 575 HP /429 kW/.

V poslední době byly od výrobce získány tyto informace o stroji Barber-Greene WL-50 :

1. Minimální tloušťka dobývané vrstvy uhlí nebo jílu je 30 - 45 cm
2. Příklady výkonnosti stroje při dobývání různě vysokých lávek jsou tyto :

materiál	výška dobývané lávky	výkonnost
jíl	0,5 - 1 m	400 - 800 m ³ . h ⁻¹
jíl	1,5 - 4,5 m	1 500 m ³ . h ⁻¹
uhlí	0,5 - 1 m	360 - 700 t . h ⁻¹
uhlí	1,5 - 4,5 m	1 400 t . h ⁻¹ /nenakypřené/
uhlí	1,5 - 4,5 m	2 400 t . h ⁻¹ /nakypřené/

3. Těživo je možno nakládat na systém pásových dopravníků
4. Není možno předávat těživo na obě strany rypadla
5. Přípustné stoupání nebo klesání stroje je 15-20°.
6. Tlak na podložku je 0,167 MPa
7. V prospektu jsou různé fotografie strojů WL-50 nasazených při dobývání na skládce uhlí. Stroj vyfotografovaný na u-helné skládce má elektrický pohon, přičemž kabelový buben je umístěn na stroji.

2.2.0 Kolesové rypadlo RAHCO firmy R. A. Hanson Co.

Je znázorněno na obr. 3. Údaje jsou vybrány z literatury /4/, /6/. Jedná se o kolesové rypadlo s kolesy umístěnými na traktoru s housenicovými podvozky. Bylo použito k odklizu zeminy v případech, kde pro zavodněný terén nebylo možno použít konvenčních rypadel. Housenice jsou zavěšeny nezávisle tak, že stroj může pojíždět jednou stopou na čerstvě vytvořené pláni a druhou na vyšší úrovni. Rypadlo nakládá těživo na pojízdný pásový dopravník uložený na housenicích s vlastním pohonem. Když rypadlo dokončí jeden záběr a přejede 11 ft /3,35 m/ k řezu, pohyblivý dopravník popojede a během jedné minuty je opět schopen přijímat těživo. Průměr kola je 14 ft /4,267 m/; má osm korečků. K pohonu rypadla slouží dva naftové motory Caterpillar, každý s výkonem 250 HP /186,5 kW/. Kolesové rypadlo vyžaduje jen jednoho řidiče.

2.3.0 Rypadlo kombainového typu Easi-Miner, model 1224

Náčrtek rypadla je na obr. 5, fotografie na obr. 6. Údaje jsou vybrány z literatury /2/, /4/, /5/, /7/, /8/, /9/. Dobývacím orgánem tohoto stroje je řezací resp. rozrývací buben s výměnnými zuby, viz obr. 4. Jeho průměr je 7 ft /2,13 m/ a délka 12 ft 8 in /3,86 m/, což představuje šířku záběru. Dobývací hloubka je 0 až 30 in /0 až 76 cm/. Za dobývacím orgánem je umístěn pásový dopravník a šířce 72 in /1,83 m/. Způsob nakládání na tento dopravník není z dostupných údajů zřejmý. Pak následuje nakládací dopravník o stejné šířce, jehož výsypnou hlavu lze zvednout až do výšky 26 ft /7,92 m/. Rychlost pásů je proměnlivá a je až 500 ft/min /2,54 m/s/. Nakládání těživa se realizuje do nákladních automobilů nebo na pásové dopravníky. Zařízení je vhodné pro dobývání vysokých i nízkých slojí uhlí, nadloží a meziložních proplástek hlušiny, dále je aplikovatelné při rekultivacích, tvorbě příkopů např. pro odvodňování, budování silnic apod. Podvozek sestává ze 4 housenic, měrný tlak na podložku je 19 psi /0,131 MPa/. Cestovní rychlost je 200 ft/min /61 m/min/. Udává se, že výkonnost stroje je až 2800 t hnědého nebo černého uhlí za hodinu bez použití trhacích prací. Kusovitost uhlí je 10 - 15 cm, což vylučuje nebo omezuje nutnost použití drtiče. Stroj obsluhuje jeden člověk. Stroj postavila firma Westre a Huron Mfg. Co., Huron v r. 1978. Tato firma zkonstruovala také pohyblivý dopravní systém /Easi-Veyor/, jehož náčrtek je na obr. 7. Na obr. 8 je podvozek pohyblivých dopravníků. Je uváděn /2/ tento konkrétní způsob nasazení : Sloj o mocnosti asi 23 m bude dobývána dvěma řezy, oddělenými od sebe tenkým hlušinovým proplástkem. Na každém řezu bude nasazen jeden dobývací stroj, který bude těživo nakládat na soustavu přiřazených pojízdných pásových dopravníků /Easi Veyor o šířce 60 in /1524 mm/, obsluhovaných dvěma pracovníky. Dobývací stroj bude dobývat i hlušinový proplástek. Byl vysloven odhad, že náklady tohoto systému budou činit 40 až 50 % nákladů ve srovnání s technologií, která uplatňuje použití vrtačích a trhacích prací na uhlí, čelních nakladačů a výklopných automobilů.

Poháněcí jednotka : Spalovací motor Cummins KTA 2300C-1200, výkon 1200 HP /895 kW/. Provozní hmotnost stroje je 200 000 lb /asi 91 t/.

2.4.0 Rypadlo se šnekovým dobývacím orgánem CM TR-225 /a TR-375M/

Je zvlášť způsobilé pro těžbu velmi nízkých vrstev. Náčrtek rypadla TR-225 je na obr. 9, fotografie na obr. 10. Rypadlo se používalo pro dobývání tenkých vrstev antracitu v Jihoafrickém dole provozovaném společností Dundee Coal Reclaimers, Ltd., přičemž průměrná mocnost dobývané vrstvy byla 15 cm. Soubor rotačních řezných hran má délku 9 ft 4 in /2,84 m/, průměr 31,75 in /806,45 mm/ a je poháněn hydrostatickým pohonem.

Dobývací orgán vybavený zuby a speciálním šnekem dobývá a dopravuje těživo do středu stroje. Další doprava k výsypu se realizuje pás. dopravníky. Nakládací dopravník je otočný o 180°, takže může nakládat na dopravní prostředek z kterékoliv strany nebo zezadu.

Dobývání tj. rýpání a nakládání těživa se děje v jedné operaci. Žádanou kusovitost uhlí lze dosáhnout volbou správného šnekového dobývacího orgánu a jeho řeznou rychlostí. Drtiče není třeba. Rypadlo je opatřeno třemi housenicemi o šířce 16 in /406,4 mm/ a délce 8 ft 8 in /2,642 m/ poháněných hydraulicky. Pojezdová rychlost 0 - 140 ft/min /42,672 m/min/, přičemž rozsah při jízdě dopředu a zpět /zřejmě při dobývání/ je 0 - 300 lb /17,7 t/ a řídí jej 1 řidič.

Řídicí systém : Hydraulicky ovládaná automatika a ruční. Údaj o výkonnosti se v časopisech nepodařilo zjistit.

Poháněcí jednotka : Caterpillar 3208 diesel, údaj o výkonnosti není. Větší jednotka firmy CMI, rypadlo TR-375 M pracuje v dole Decker Coal mine při selektivní těžbě nízkých lávek uhlí. /"Toto uhlí by jinak bylo odvezeno jako součást shrývky a tím by v dobývacím procesu bylo ztraceno" říká inženýr firmy CMI /4/ /. Tento stroj má výkonnost 400 až 450 t/h.

2.5.0 Rypadlo Rotaminer MH 1250

Rypadlo Rotaminer MH 1250 je znázorněno na obr. 11. Na obr. 12 je detailní pohled na dobývací orgán. Údaje jsou vybrány z literatury /10/, /11/. Jedná se o rypadlo na kolovém podvozku s kontinuálním způsobem dobývání. Jeho výkonnost se udává až 500 t uhlí za hodinu, přičemž celková hmotnost rypadla je 23 t. Dobývacím orgánem je válcová fréza s hydrostatickým pohonem, která může dobývat i tvrdší materiál. Její průměr je 1,2 m. Je vybavena 144 zuby. Počet otáček je 80 až 100, z čehož vychází obvodová rychlost 5,0 m/s až 6,3 m/s. Frézovací hlavu o šířce 2,6 m je možno příčně naklonit až $\pm 9^\circ$. S bočními plechy je šířka záběru až 3 m. Hloubka frézování je nastavitelná až 0,46 m s přesností ± 3 mm. Rozpojené těživo je za dobývacím orgánem nakládáno na 2 dopravníky o celkové šířce 2,4 m. Následuje na obě strany otočný nakládací pás, jehož výsypná hlava je ve výšce až 4 m. S ohledem na vysokou frézovací rychlost se materiál rozpojí bez značného podílu prachu. Drtiče mohou buď odpadnout nebo možno volit menší drtiče. Strojem Rotaminer lze selektivně dobývat i lávky o nepatrné mocnosti. Pro jeden povrchový lom v jižních státech USA jsou plánovány /11/ tyto stroje na dvou různých lávkách, přičemž nakládání těživa má být realizováno na mobilní pásový dopravník opatřený housenicovými podvozky.

3.0.0 Poznámky k ekonomickému přínosu, vyplývajícímu z příp. zúštěně selektivity dobývání ve Velkolomu Bylany

Jestliže by dobývací stroje kombajnového typu byly nasazeny k selektivnímu dobývání nízkých souvrství uhlí a hlušiny, mohou z toho vyplynout velké hospodářské přínosy, které jsou dále dokumentovány na příkladu Velkolomu Bylany. Pro tento velkolom byly stanoveny ve studii souboru staveb /12/ vytěžitelné zásoby ve výši 138 mil. t uhlí s tím, že /podle kondic pro výpočet zásob/ min. mocnost technologické lávky, kterou je schopno efektivně dobývat kolesové rypadlo je 2,0 m u uhelných rypadel /KU

800/, přičemž odklízová rypadla KU 800 mají dobývat také uhlí z druhé sloje. Zmenšením naposled uvedených dvou hodnot na 0,5 m /které jsou schopny realizovat např. dobývací stroje kombajnového typu/ se množství vytěžitelných zásob zvětšilo na 163,1 mil. t o průměrné výhřevnosti 9,14 MJ/kg /2183 kcal/kg/ po odečtení 10 % těžebních ztrát. To je vypočítáno ve výzkumných zprávách /13/ a /14/, přičemž první z nich vyhodnocuje výsledky zvláštního výpočtu zásob, který uvažuje s možností dobývat technologickou lávkou o výšce již 0,5 m a více. Zostřenou selektivitou dobývání lze tedy získat navíc nejméně 25,0 mil. t /tj 18,1 %/ uhlí.

Velká většina uvedených 25,0 mil. t uhlí musí být v každém případě vytěžena a to buď

- a/ podle původních představ jako odklíz příp. výklíz s předpokládanými průměrnými náklady N_1 /Kčs/m³/ anebo
- b/ při zostřené selektivitě dobývání jako uhlí, které se bude těžit místo odklízů nebo výklízů v již odkrytých slojových souvrstvích. Odpadnou tedy shora uvedené náklady N_1 , avšak vzniknou vyšší náklady N_2 . Vyšší proto, že k dobývání nízkých lávek uhlí a hlušiny je potřebné zostřené selektivní dobývání, o němž lze předpokládat, že bude dražší.

Jestliže tedy shora uvedených 25,0 mil. t těživa bude těženo jako uhlí, představuje to tento očekávaný ekonomický přínos:

$$P = Q [C - /N_2 - N_1/] = 25 [65 - 25] = 1000 \text{ mil. Kčs}$$

kde P - je očekávaný ekonomický přínos

Q - "navíc" vytěžené uhlí z odkrytých slojí v důsledku zostření selektivity dobývání; $Q \approx 25,0 \text{ mil. t}$

C - realizační cena uhlí, která pro danou výhřevnost je $C = 65,0 \text{ Kčs/t}$ a to podle /12/

$/N_2 - N_1/$ - odhadnuté shora specifikované vícenáklady ve výši $/N_2 - N_1/ = 25 \text{ Kčs/t}$

4.0.0 Technicko-ekonomické porovnání dobývacího stroje kombajnového typu s kolesovým rypadlem

Pokud by údaje o výkonnosti dobývacích strojů kombajnového typu, uvedené v kap. 2.0.0 byly v našich podmínkách potvrzeny, otevřelo by to cestu k úvahám o možnostech jejich nasazení v provozních souborech místo kolesového rypadla KU 300S, jehož teoretická výkonnost je 1200 až 1800 m³ syp./h podle zařazené rychlosti kola. V technických podmínkách výrobce se však uvádí, že "Praktická výkonnost rypadla KU 300S je závislá na druhu rýpané horniny /tvrdosti, lepivosti, výšce stěny a tvaru svahu a pod./ a potřebné rýpací síle. Dle zkušeností činí 50 - 60% teoretické výkonnosti při těžbě na rovině a 40-60 % při svahové technologii".

Z odlišných rozměrových parametrů DSKT však vyplývá rozdílná technologie a to zejména v lomech s pásovou dopravou. DSKT nedobývá v bloku, ale po vrstvách; jeho výšková poloha vůči porubní pásové lince se proto mění. Také vzdálenost DSKT od porubní pásové linky se mění. K zvládnutí uvedených změn polohy stroje nestačí relativně krátký nakládací pás. dopravník DSKT. Je nutné dodatečné zařízení a to např. mobilní pásový dopravník vynášecí resp. spojovací podle obr. 7, který - nemá-li být v závěsu na DSKT stále v pohybu - musí být doplněn např. mobilním pásovým dopravníkem nakládacím, podél kterého bude DSKT při dobývání pojiždět. Je však také možné navrhnout i jiné dopravní zařízení k dopravě těživa od DSKT k porubní pásové lince. Přes shora uvedené doplňkové dopravní zařízení lze předpokládat, že nasazení DSKT by bylo ekonomicky výhodné i v případě, že by nebylo požadováno selektivní dobývání nízkých vrstev uhlí a hlušiny, jehož ekonomická efektivnost je dokumentována v předcházející kap. 3.0.0. Uvedený předpoklad vyplývá z následujících údajů o hmotnosti a počtu obsluhujících pracovníků /při centralizované údržbě/ porovnávané techniky, přičemž lze předpokládat, že DSKT a dva mobilní pásové dopravníky by nahradily mimo koles. rypadlo KU 300S i pásový vůz PVZ 2500-45/27.

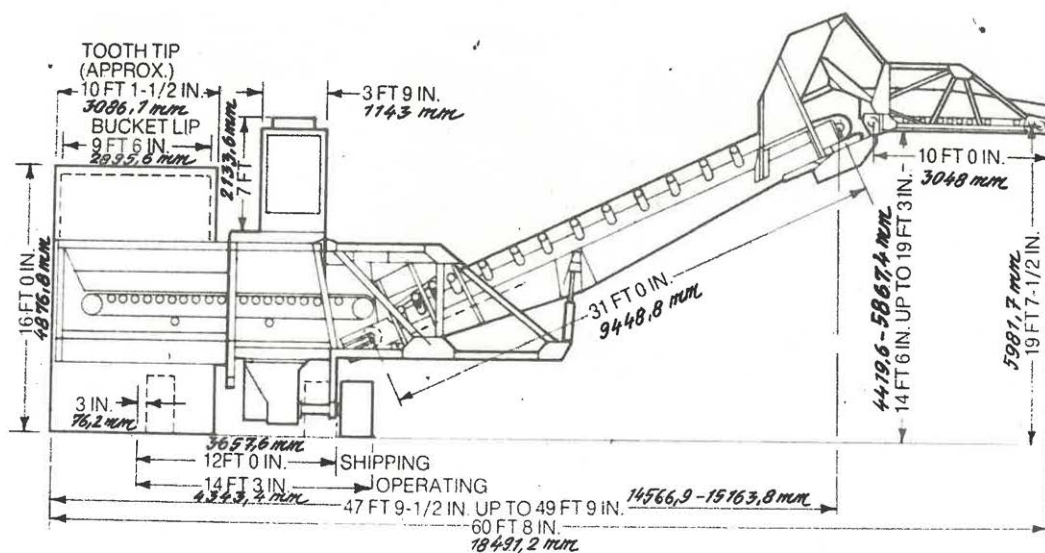
porovnávací technika	hmotnost	počet pracovníků
Koles. rypadlo KU 300S	1 150 t	19
Pásový vůz PVZ 2500-45/27	210 t	5
Dobývací stroj kombajnového typu DSKT	150 t ⁺	5 ⁺
Dva mobilní pásové doprav- níky /dohromady/	450 t ⁺	max. 9 ⁺

+ odhad

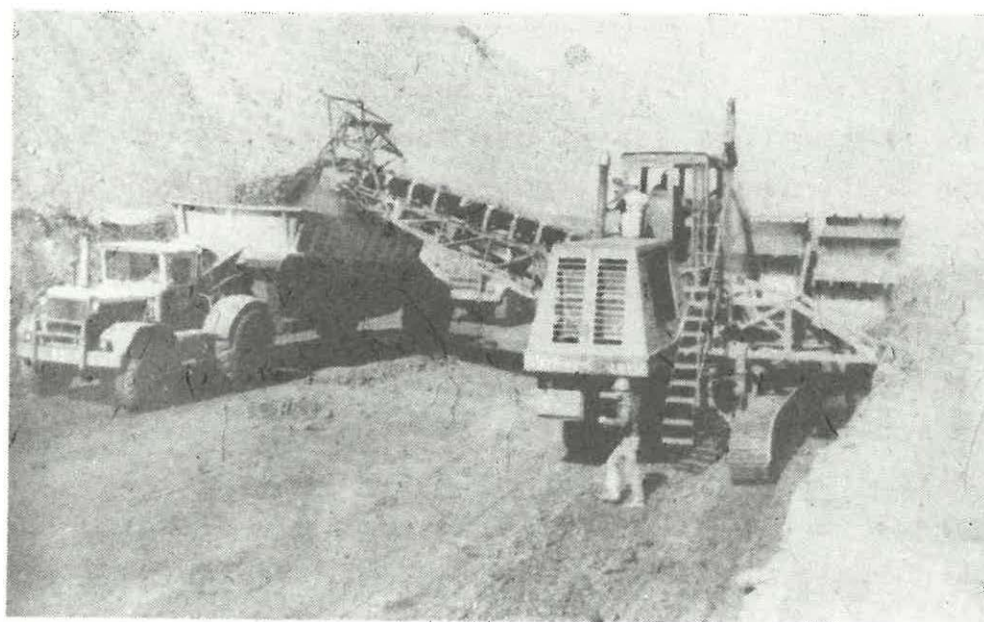
Z porovnání je zřejmé, že výhodnější je těžební technika s dobývacími stroji kombajnového typu. Vykazuje menší hmotnost, cenu a vyšší produktivitu práce. Navíc zřejmě odpadne problémy s kusovitostí uhlí a to vzhledem na menší kusovitost udávanou u dobývacích strojů kombajnového typu. Ze způsobu práce ovšem vyplývají i nevýhody ve srovnání s velkstrojovou technikou a technologií. Jednou z nich je větší počet pojezdů stroje a přestaveb pásových linek.

5.0.0 Závěr

Podmínkou pro přesnou specifikaci nasazení dobývacích strojů kombajnového typu v lomech ČSSR je jejich vyzkoušení v daných podmínkách. To je možné jen tehdy, bude-li tento stroj vyvinut anebo dovezen. Jeho hmotnost je přibližně jen dvojnásobná, než hmotnost rozrývačů Caterpillar D 9, které se z USA do ČSSR dovážejí. Podle sdělení zástupce BPT bude požadavek na vývoj dobývacího stroje pro selektivní těžbu nízkých lávek uhlí a hlusiny uveden v oblastní studii velkolomů Vršany, Bylany a Šverma západ /1982/. Všechny úvahy v současné době však směřují prozatím k uplatnění této techniky jako doplňkové mechanizace s tím, že teprve příznivé výsledky zkoušek by otevřely cestu k úvahám o jejich zařazení do hlavních těžebních komplexů. V případě úspěšného vyzkoušení by zřejmě bylo možno navrhnout další uplatnění této techniky a technologie zejména ve výhledových lokalitách Velkolom Libouš jižní křídlo, Podlesice-Veliká Ves a Záhořany.



OBR. 1 - Rozměrový náčrtek kolesového rypadla Barber-Greene WL-50



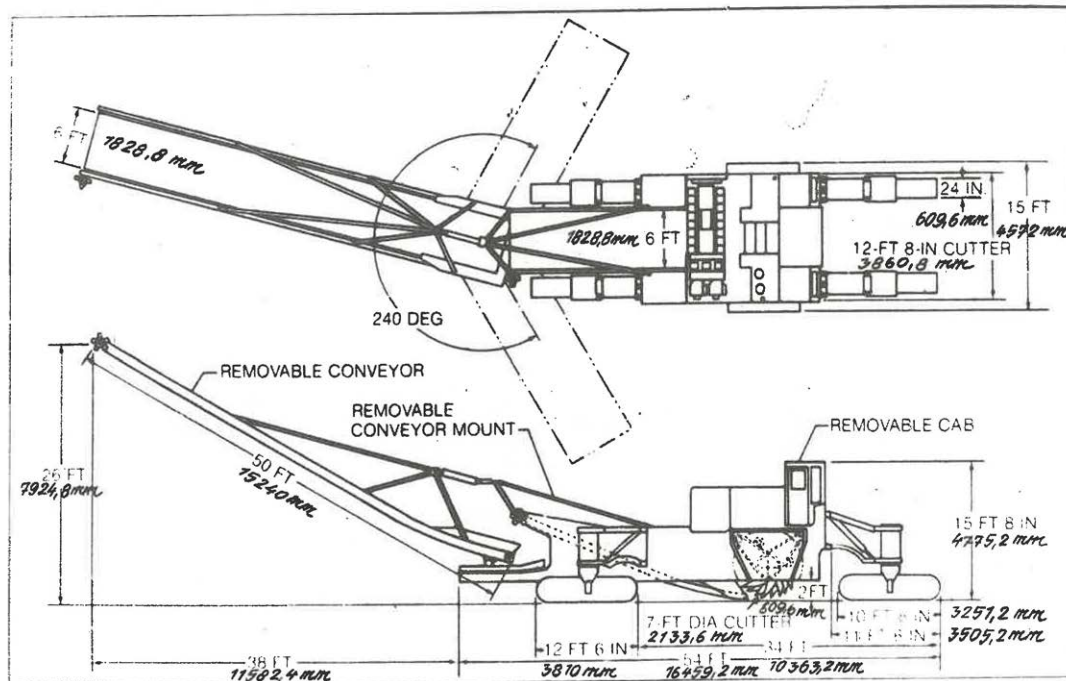
OBR. 2 - Fotografie kolesového rypadla Barber-Greene WL-50



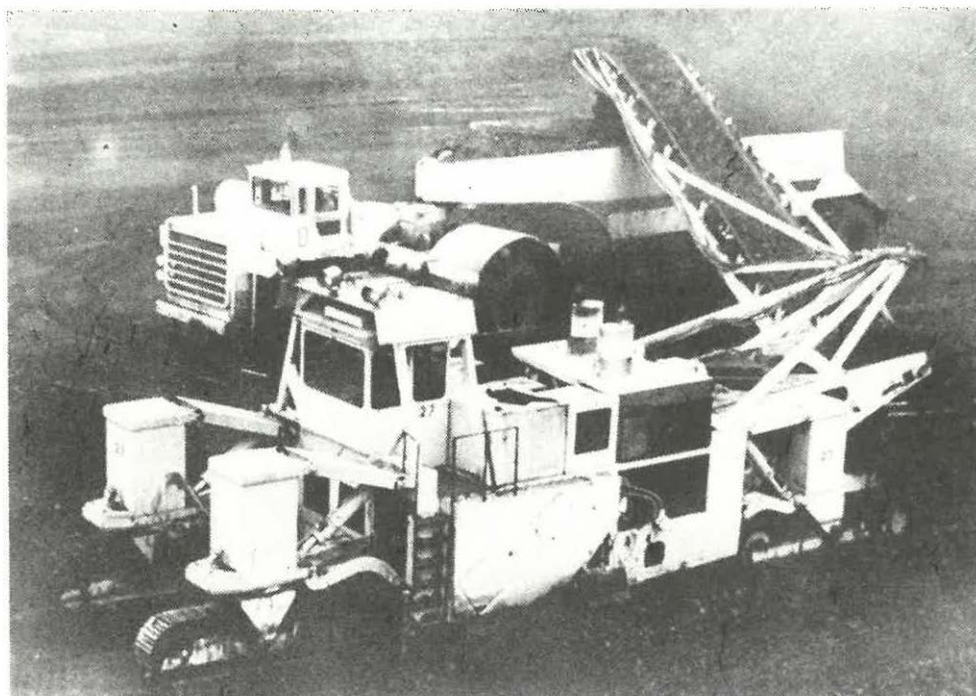
OBR. 3 - Kolesové rypadlo RAHCO fy R.A.Hanson Co.



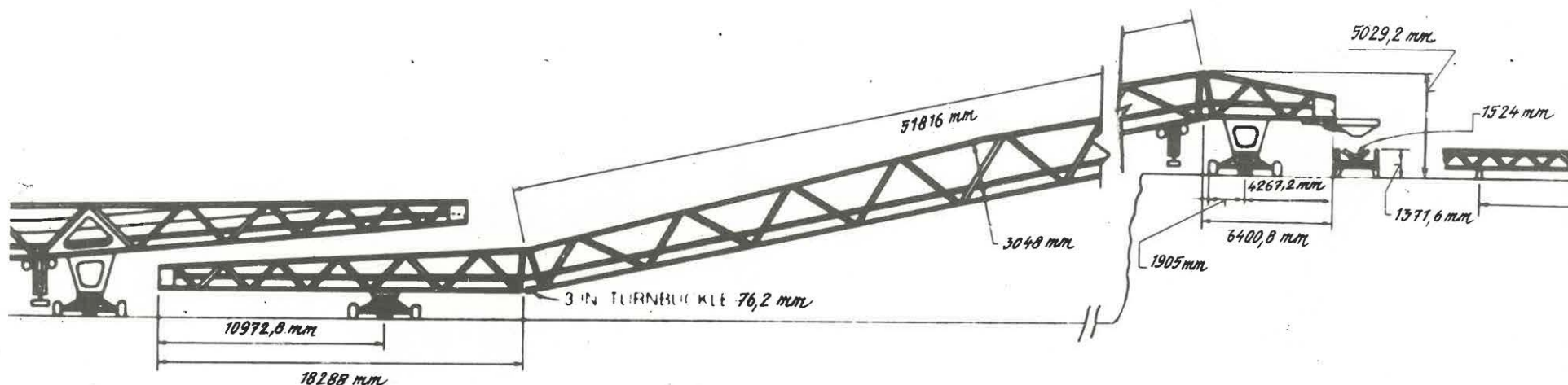
OBR. 4 - Pohled na dobyvací orgán rypadla Easi-Miner,
model 1224, znázorněného na obr. 5, obr. 6



OBR. 5 - Náčrtok rypadla kombajnového typu Easi-Miner, model 1224

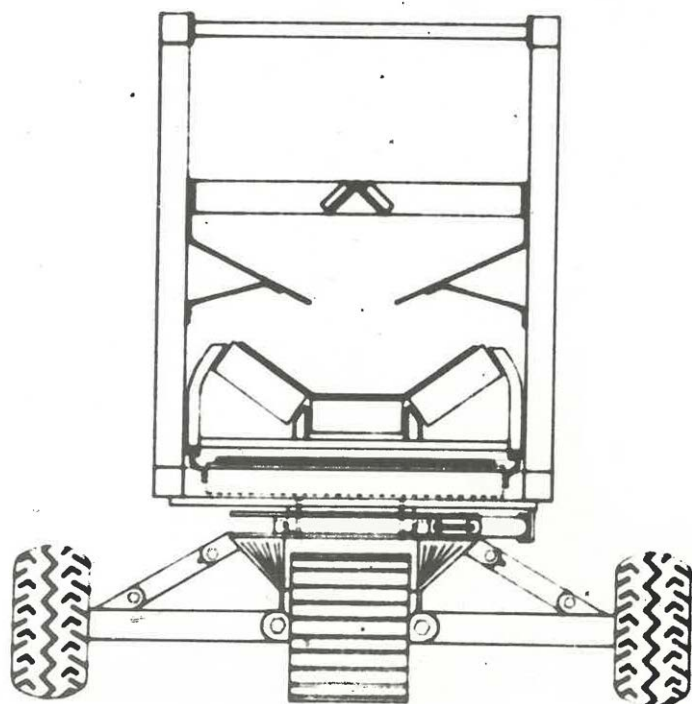


OBR. 6 - Fotografie rypadla kombajnového typu Easi-Miner, model 1224



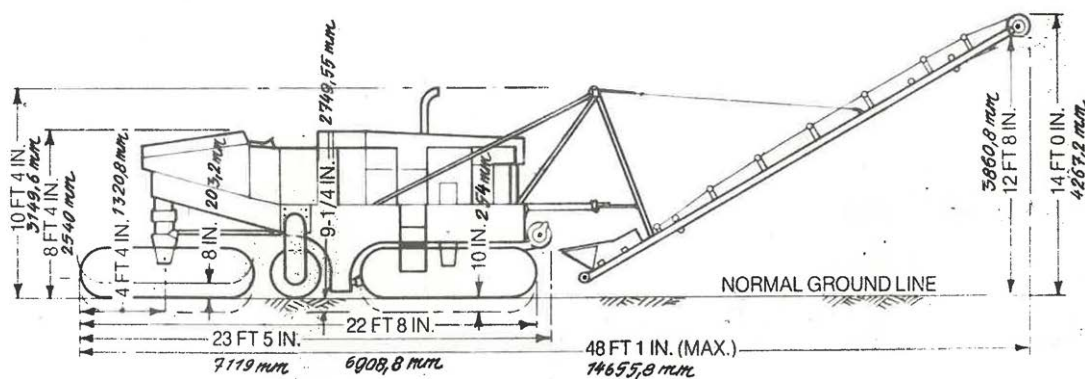
OBR. 7 - nahore

Spojovací resp. vynášecí mobilní pásový dopravník který je součástí systému mobilních pásových dopravníků, určeného k dopravě těživa od rypadla Easi-Miner znázorněného na obr. 5, obr. 6 [2] .

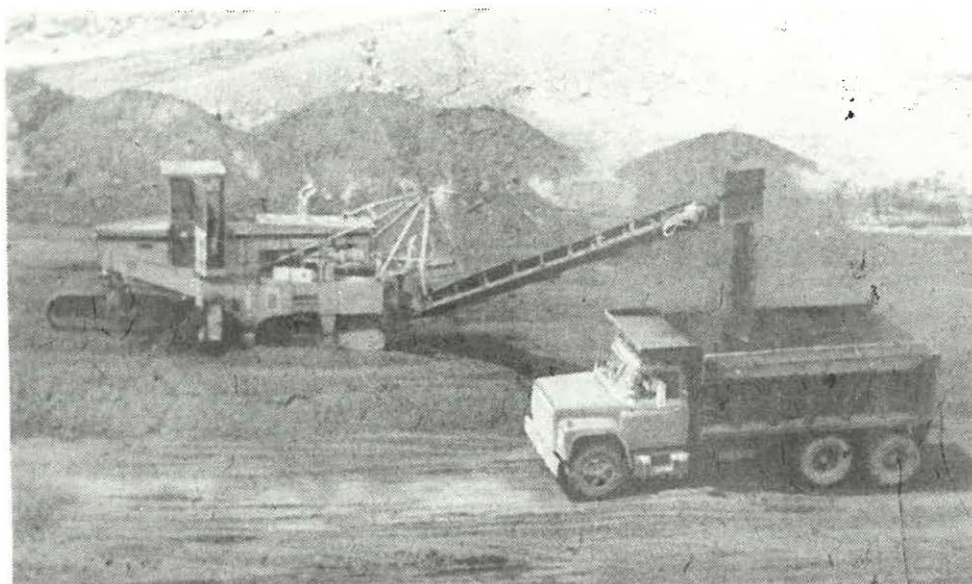


OBR. 8 - vlevo

Konstrukce podvozku mobilních dopravníků, znázorněných na obr. 7. Podvozek sestává z jedné housenice a dvou řídících kol [2] .



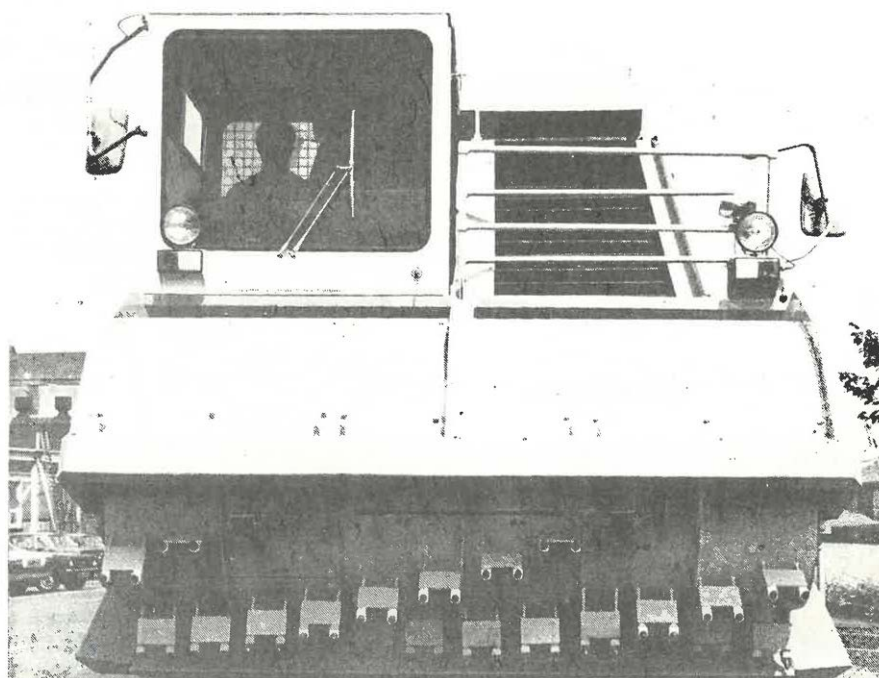
OBR. 9 - Náčrtek rypadla typu CM TR-225 se šnekovým dobývacím orgánem



OBR. 10 - Fotografie rypadla typu CM TR-225 se šnekovým dobývacím orgánem



OBR. 11 - Rypadlo Rotaminer MH 1250 [10]



OBR. 12 - Dobývací orgán rypadla Rotaminer
MH 1250 [11]