



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

LANOVÁ RYPADLA

CABLE EXCAVATORS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTIN MALOCH

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PŘEMYSL POKORNÝ, Ph.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2014/15

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Martin Maloch

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Lanová rypadla

v anglickém jazyce:

Cable excavators

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rešeršním způsobem zpracujte dostupná lanová rypadla.

Cíle bakalářské práce:

Cílem práce je zpracování přehledu lanových rypadel s popisem jejich vlastností a parametrů. Dále posouzení vlastností lanových rypadel vzhledem k ostatním konstrukčním uspořádáním.

Seznam odborné literatury:

VANĚK, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací, Academia Praha, 2003

Maršál P.: Stavební stroje, vyd. 1., Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 205 s., ISBN: 80-214-2774-4

Kern, F.; Mayländer, M.: Faszination Straßenbau, ed. Motorbuch Verlag, 2005, s. 208, ISBN: 3-613-02499-3

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/15.

V Brně, dne 21.11.2014

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan



ABSTRAKT

Témou bakalárskej práce je popis lanových rýpadiel. Cieľom bolo poukázať na vývoj a popis podstatných prvkov. Prvá časť práce je venovaná historickému vývoju od počiatkovej idey premiestňovania zeminy mechanizáciou. V druhej časti je podrobný prehľad a popis lanových rýpadiel od začiatku výroby až po súčasnosť. Celou prácou nás sprevádza vývoj niekoľkých spoločností, ktoré stáli za vývojom historicky najpodstatnejších strojov. V práci sú spomenuté aj zaujímavé fakty a rekordy zo sveta lanových rýpadiel. Posledná časť je venovaná popisu strojov vytvorených za rovnakým účelom, ale s iným konštrukčným usporiadaním.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Rýpadlo, baňa, lopata, skrývka

ABSTRACT

This thesis is trying to describe cable excavators. The aim of this project was to point out the development of the key features in this type of machinery. The first part is dedicated to historical evolution, since the times when the idea of using the machines for excavation arose. Consequently the second part provides detailed description of cable excavators up to now. First of all the machine must be designed, therefore the history and facts of the leading companies are also mentioned. Whole thesis contains records and interesting facts from the world of cable excavators. The last part deals with the machines made for the same purpose as the biggest cable excavators, but with a different design.

KEYWORDS

Excavator, mine, shovel, overburden



BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

MALOCH, M. *Lanová rypadla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 92 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.



ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným dielom a spracoval som ju samostatne pod vedením Ing. Přemysla Pokorného, Ph.D. a s použitím literatúry uvedenej v zozname.

V Brne, dňa 20. mája 2015

.....
Martin Maloch



POĎAKOVANIE

Týmto by som chcel poďakovať vedúcemu mojej práce, Ing. Přemyslovi Pokornému, Ph.D., za poskytnutie konzultácii a odbornej pomoci pri tvorbe tejto bakalárskej práce. Ďakujem tiež mojim rodičom a priateľke za neútlachajúcu podporu pri celom štúdiu.



OBSAH

1	Úvod	10
2	Priemyselná revolúcia a banský priemysel.....	11
2.1	Veľká británia	11
2.2	Belgicko	11
2.3	Nemecko	12
2.4	Švédsko	12
2.5	Spojené štáty americké	12
3	Prvé rýpadlá.....	14
3.1	Prvé koncepty	14
3.2	Otisovo prvé parné rýpadlo.....	16
3.2.1	Vývoj rýpadiel v Európe	17
3.2.2	Vývoj rýpadiel v Amerike	18
3.3	Prvé plne otočné rýpadlo	21
3.4	Dianie v terajšej strednej Európe	22
4	Začiatok rozmachu lanových rýpadiel.....	24
4.1	Z koľajníc na pásy	24
4.2	Panamský prieplav	25
4.3	Udalosti pred prvou svetovou vojnou.....	27
4.3.1	Prvé pokusy o dolovacie rýpadlo	28
4.3.2	Prvé dolovacie rýpadlo a jeho postupný vývoj.....	28
4.3.3	Začiatok rivality medzi Bucyrus a Marion	30
4.4	Udalosti cez a prvú Svetovú vojnu	30
4.5	Povojnové udalosti.....	32
4.5.1	Začiatky dnešného lídra na trhu	33
4.5.2	Koniec parného pohonu v dolovacích rýpadlách	34
4.6	Dianie v Európe	36
4.7	Obdobie noviniek.....	38
4.7.1	Prvé veľké univerzálne rýpadlo.....	39
4.7.2	Zvyšovanie objemu lopát	40
5	Dolovacie rýpadlá s vlečnou lopatou, časť I	42
5.1	Začiatky a prvenstvá	42
5.2	Spoločnosti naberajú na istote	46
5.3	Spoločnosť Bucyrus pred a cez druhú svetovú vojnu.....	49
5.4	Skromnosť a „supersila“	51
6	Éra obrovských dolovacích rýpadiel	54



6.1	Pretavovanie skúseností z veľkých rýpadiel na menšie.....	54
6.2	Začiatok éry mamutích dolovacích rýpadiel.....	56
6.3	Výzva od Bucyrus.....	59
6.4	Marion prijal výzvu a prekonáva Bucyrus.....	61
6.4.1	Marion v NASA	62
6.5	Pomalý útlm v stavbe obrovských dolovacích rýpadiel	63
6.6	Násada s lopatou sa mení za vlečnú lopatu.....	67
6.6.1	Výhody a štýl práce s vlečnou lopatou.....	67
7	Dolovacie rýpadla s vlečnou lopatou, časť II.....	70
7.1	Rozmery rastú	70
7.2	Najväčší z najväčších.....	74
7.3	Pomalý začiatok konca	76
7.4	Ukončenie rivality a moderná doba	79
7.5	Len dvaja.....	81
8	Kontinuálny spôsob ťažby.....	83
8.1	Kolesové rýpadlo	83
8.2	Korčekové rýpadlo.....	84
	Záver.....	86
9	Použité informačné zdroje.....	87



1 ÚVOD

Lanové rýpadlo je pre väčšinu ľudí kompletne neznámy pojem. A niet sa čo čudovať, v Európe sa nachádza len málo miest s povrchovými baňami a tie používajú inú mechanizáciu. Tá je v tejto práci spomenutá tiež. Prvé rýpadlá používali síce reťaze, no princíp sa zachoval a základ sa dodnes používa v najmodernejších a najproduktívnejších rýpadlách. Málokto tuší, že najmohutnejšie samohybné stroje boli práve lanové rýpadlá. Postupne si predávali rekordy, až jedného dňa bol dosiahnutý maximálny vrchol. Postupne sa chronologicky ku všetkým dostaneme a prezradíme aj niektoré perličky, čím väčšia je totiž vec, tým tvrdšie padá...

Úvod práce je venovaný širším udalostiam okolo priemyselnej revolúcie, dá sa tak lepšie predstaviť si, za akých podmienok prvé rýpadlá vznikali. Tam postupne začne naša cesta na časovej osi a pokračovať bude až do prítomnosti. Kým lanové rýpadlá dospeli do takého štádia v akom sú teraz, bolo potrebné mnohé vymyslieť a mnohokrát sú to zaujímavé príbehy. Všetky konštrukcie a vylepšenia musel ale vymyslieť človek, preto si priblížime aj osudy tých, ktorí sa najviac zaslúžili o rozvoj.

Časom sa rýpadlá rozdelia do dvoch pod- kategórii , ktoré prepisujú históriu. Ale žiadna sláva netrvá večne, preto dnes druhú kategóriu už nenájdeme. Vhodná konkurencia lanovým rýpadlám je kontinuálny proces ťažby a o tom si povieme v závere tejto práce..



2 PRIEMYSELNÁ REVOLÚCIA A BANSKÝ PRIEMYSEL

Priemyselná revolúcia sa odohrávala postupne v rôznych kútoch sveta od roku 1760 až niekedy do roku 1840. S postupom času sa menili výrobné postupy, predovšetkým z ručnej výroby na mechanizovanú, narástla efektivita využitia vody - parné stroje. Predovšetkým to znamenalo prechod od dreva k uhlíu.

2.1 VEĽKÁ BRITÁNIA

Samotná revolúcia sa skladala z dvoch období, to prvé začalo vo Veľkej Británii (James Watt a jeho práce s parným strojom) a rozšírilo sa do Západnej Európy a Spojených Štátov Amerických v priebehu niekoľkých nasledujúcich dekád. Prvé obdobie sa vyvinulo do druhého niekde medzi rokmi 1840 až 1870, kedy si svet osvojil technologický a ekonomický vývoj pokračujúci s rastúcim používaním pary. Po zdokonalení parného stroja sa začala používať v lokomotívach, lodiach a tiež ako centrálny pohon vo veľkých továrňach, parný stroj poháňal jeden hriadeľ vhodne umiestnený v továrni, na ktorý sa následne koženými remeňmi pripojili na odber krútiaceho momentu ďalšie menšie stroje.

Medzi ďalšie dôležité vynálezy nepochybne patrí objavenie cementu, v roku 1824 sa o to postaral Joseph Aspdin, britský murár, ktorý si dal patentovať výrobu portlandského cementu. Ďalším skvelým vynálezom bolo svietenie plynom, na svedomí to má zamestnanec firmy Boulton a Watt, Birminghamských paro-motorových špecialistov, Wiliam Murdoch. Vlastný proces pozostával z veľkokapacitného splyňovania uhlia v peciach, čistenia plynu (odstraňovanie síry, amoniaku a ťažkých uhľovodíkov) a následné uskladnenie s distribúciou. Pomôcky a nástroje na svietenie plynom boli rozmiestnené a nainštalované po celom Londýne medzi rokmi 1812 a 1820. Svietenie plynom sa stalo hlavným konzumentom uhlia vo Veľkej Británii. Malo dopad na sociálnu aj priemyselnú organizáciu, nakoľko umožnilo obchodom aj továrňam fungovať dlhšie ako pri lojových sviečkach alebo oleji. Nočný život v meste prekvital, pretože interiéry aj ulice mohli byť osvetlené viac ako doteraz. V neposlednom rade medzi významné objavy patrí aj tabuľková výroba skla, stroj na výrobu papiera, rôzne poľnohospodárske vylepšenia a iné. [10] [11]

2.2 BELGICKO

Prvou krajinou, kam sa rozmohla priemyselná revolúcia priamo z Veľkej Británie, bolo Belgicko, presnejšie Valónsko, francúzsky hovoriaca časť južného Belgicka, kde sa ujal rovnaký britský model. Valónsko následne zažilo priemyselný rast vďaka uhlíu a zaradilo sa hneď za Veľkú Britániu v priemyselných aktivitách vo svete. K tomu prispela aj výroba železa. Historici neskôr potvrdili, že Valónsko a teda aj Belgicko, bolo naozaj druhá najväčšia priemyselná veľmoc na svete, vzhľadom na polohu a populáciu, a to vďaka priemyselnému údoliu, kde bola sústredená drvivá väčšina všetkého priemyslu. [10] [11]



2.3 NEMECKO

Nemecko - líder chemických výskumov. Neuspokojilo sa ale len s tým, chceli viac, napríklad železnice. To sa ale pre tak nejednotný štát ako Nemecko ľahšie vyslovovalo ako robilo... Pre rozvoj železníc bolo problematické, že samotné Nemecko malo 36 štátov, bolo ťažké vytvoriť jednotný systém, aby boli prepojené všetky štáty. Tento problém bol prekonaný až v štyridsiatych rokoch devätnásteho storočia tým, že každý zo štátov bol zodpovedný za svoje trate v rámci zaistenia dobrého exportu a importu. Nemcom chýbal dobrý technologický základ, tak doviezli potrebné vybavenie z Veľkej Británie a takmer okamžite si osvojili potrebné technológie a zručnosti. Nemci boli schopní samy uspokojiť svoje potreby, čo sa týkalo požiadaviek na železničnú dopravu, teda nastal čas sústrediť sa na ďalšiu etapu- rast oceliarskeho priemyslu. [10] [11]

2.4 ŠVÉDSKO

Švédsko prešlo v období od roku 1790 do 1815 dvomi významnými udalosťami. Prvou bola poľnohospodárska revolúcia, zapríčinená predovšetkým zväčšujúcimi sa poľnohospodárskymi panstvami, novými možnosťami s novými plodinami, novým náradím a v neposlednom rade komercializáciou samotného farmárčenia. Paralelne s ňou prebiehala protoindustrializácia, teda sústredenie malých priemyselných odvetví na vidiek, vďaka čomu sa mohli pracovníci v lete venovať poľnohospodárskym aktivitám a priemyselnej výrobe v zime. To malo za následok pomerné vysoký ekonomický rast a v priebehu niekoľkých rokov nasledovala spotrebiteľská revolúcia.

Medzi rokmi 1815- 1850 sa malé priemyselné sídla začali rozvíjať na väčšie priemyselné oblasti. Zaviedla sa povinná školská dochádzka, Švédsko bola prvá krajina ktorá ju realizovala v roku 1842. Dobré podmienky pre život zaistili aj rýchly demografický rast. S rozvíjajúcimi sa priemyselnými oblasťami sa začala naplno rozvíjať aj švédka kultúrna historicky a jazykovo významná oblasť - Bergslagen. Tu boli banícke a metalurgické práce dôležité od samého stredoveku. Ťažila sa predovšetkým železná ruda, Švédi sa začali viac sústreďovať na strojársku odvetvia – takmer každý pozná pojem „švédka ocel“. V roku 1970 bola drvivá väčšina baní stále v prevádzke a niektoré sú aktívne dodnes. [10] [12]

2.5 SPOJENÉ ŠTÁTY AMERICKÉ

Začneme v devätnástom storočí, vývoj v USA nás bude sprevádzať celou prácou. Uvedme si dva pojmy, ktoré budeme často používať, antracit alebo ťažké uhlie - čisté, pri spaľovaní nedymí a čierne uhlie, alebo aj mäkké uhlie, lacnejšie - ale o to špinavšie. Okolo roku 1850 bolo drevo ako palivo nahradené práve antracitom, predovšetkým v mestách. Éra mäkkého uhlia prišla neskôr, aj to len pre potreby stacionárnych parných strojov, železničných lokomotív, predovšetkým ale bolo používané na výrobu koksu pre oceliarsky priemysel krátko po roku 1870. Všetky tieto použitia vychádzali z práve spomínaných vlastností, keďže spotreba bola obrovská, malý rozdiel v cene znamenal významnú úsporu finančných prostriedkov. Na čistote ovzdušia mimo miest, respektíve na ich okrajoch, kde boli oceliarné, vtedy až tak nezáležalo ...

V devätnástom storočí sa drvivá väčšina známych baní nachádzala na odľahlých hornatých miestach, baníci teda žili v mestách postavených blízko pri baniach, mestá a celý ich obsah vlastnila tá istá inštitúcia, ako baňu. Keďže celé mesto potrebovalo nakupovať potraviny a iné veci potrebné pre každodenný život, bolo veľmi výhodné, keď si spoločnosť mohla diktovať ceny v obchode, ktorý mal čistý monopol, samozrejme to záležalo na vlastníkoch spoločností. Niektorí, väčšina, mali tendencie to zneužívať, teda to málo čo baník zarobil, aj tak vrátil spoločnosti prostredníctvom predraženého nákupu. Česť výnimkám, boli aj takí, ktorí to nezneužívali. Na časovej osi sa nachádzame pred rokom 1910, teda pred mechanizáciou, z toho vyplýva, že baníci sa mohli spoľahnúť len na svoju fyzickú silu, krompáče, ručné vítačky a dynamit, potrebný pre odstreľ hrúd uhlia zo steny a na lopaty. Tými nakladali vozíky ťahané mulicami, ktoré dopravili uhlie na vážiacu stanicu a na železničné vagóny, ktoré zabezpečovali odvoz uhlia z bane.

Celá kultúra v týchto mestách bola výrazne chlapská, najobľúbenejšie trávenie času mužov bol box, či už sa priamo alebo jeho sledovanie. Príležitosti pre ženy boli značne limitované až do začiatku dvadsiateho storočia, kedy sa začali vo veľkých „uholných“ mestách postupne otvárať fabriky na výrobu látky. Možnosť vzdelávať sa malo málokto dieťa, dievčatá pomáhali matkám udržiavať chod domácnosti a chlapci od skorého veku pomáhali okolo baní zvonka, vstup pod zem a titul skutočného baníka bolo možné získať až po dovŕšení osemnásteho roku života. Ako posledný z teoretických faktov, ktoré sa týkajú danej doby, by som spomenul národnosti baníkov, v roku 1913 z celkového počtu 4063 baníkov boli rodení Američania minoritná časť - len 35%, ďalších 30% tvorili Gréci, 16% Taliani, 11% Rakúšania, 3% Japonci a o zvyšných 5% sa delili Francúzi, Švédci, Nemci a černosi. [13] [10] [11]



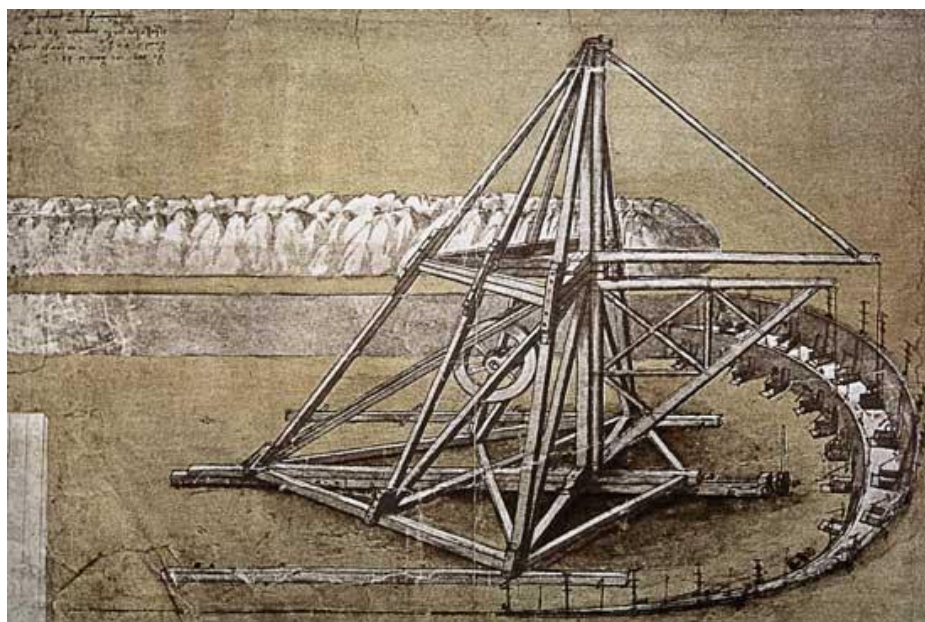
Obr. 1 Americkí baníci vo svojej bani [34]

3 PRVÉ RÝPADLÁ

Prvé rýpadlá začínali ako stroje určené na presun po vode a o prenos síl sa starali laná, neskôr prešli na koľajnice a laná vymenili reťaze. Lanové rýpadlá sa stali samostatnou kategóriou, o presun sa starali pásy, teda pokiaľ sa bavíme o nakladacích rýpadlách. Vznikli rýpadlá, ktoré odstraňovali skrývku z uhlia a tým pracovné podmienky neumožnili používať pásy na presun. Tak hrdo vykročili vpred.

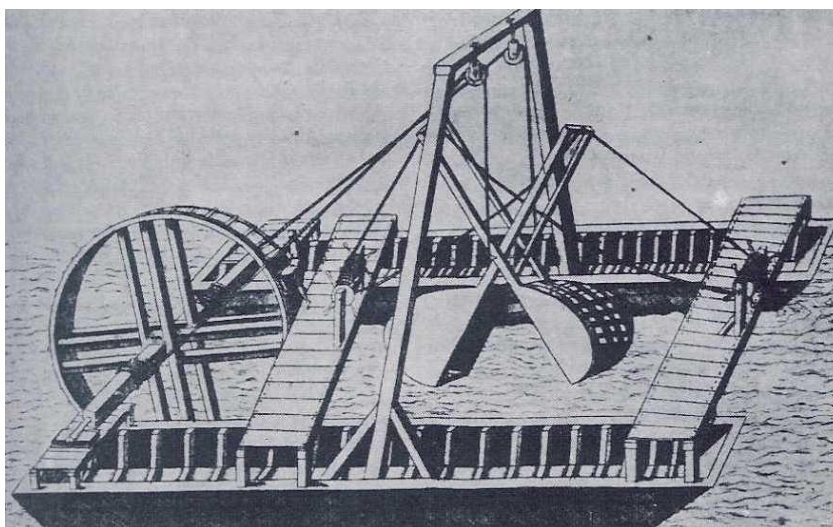
3.1 PRVÉ KONCEPTY

Mechanizácia zemných prací nemá svoje korene v zemných prácach, je to spôsobené tým, že prvé stroje boli predovšetkým usporiadané na hĺbenie korýt riek. Medzi známe patrí napríklad návrh majstra Leonarda, plávacie rýpadlo z roku 1513 alebo aj konštrukčné návrhy, ktoré mali riešiť problém výkopu kanálov. Ten bol potrebný pre mierové riešenie medzi mestami Florencia a Pisa - kvôli rieke Arno. Majster Leonardo navrhol vykopat' kanál hlbší ako samotná rieka a ten v kombinácii s hrádzou zabezpečí odklonenie rieky od Pise a do Stagna. Kanál mal byť jednu míľu dlhý (1.6 km) a 9.14 metra hlboký a v ústí 19.5 metra široký. Predpoklad bol, že na vyhlbenie bude potrebné odstrániť jeden milión ton zeminy a na to bude potrebných 50 000 pracovných dní. Za účelom zníženia náročnosti projektu majster Leonardo navrhol mnoho rôznych strojov, ktoré ale ostali len návrhmi na papieroch...



Obr. 2 Jeden z návrhov majstra Leonarda z roku 1504 [35]

Zápisky historikov hovoria aj o plávajúcom korčekovom rýpadle, ktoré pomáhalo hĺbiť kanál Rupel-Scheldt, nachádzajúci sa na dnešnom území Belgicka, fotky ani materiály sa nanešťastie nezachovali žiadne. Krásny záznam máme vďaka biskupovi Faustusovi Verantiusovi, ktorý vo svojej knihe „Machinea Novae“ z roku 1591, zobrazil riečne pontónové rýpadlo s drapákom, ktorý bol poháňaný ručnými navijakmi a vodným kolesom. []



Obr. 3 Prvé drapákové rýpadlo [36]

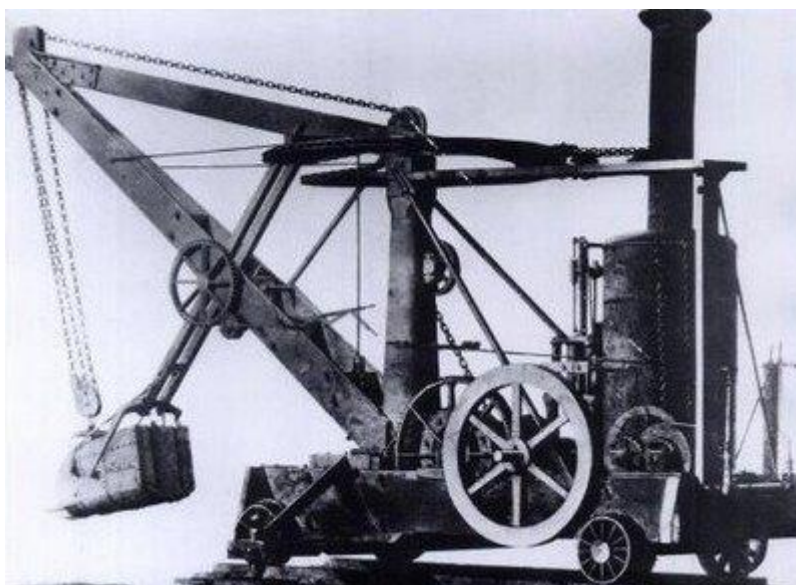
Ďalší záznam je z roku 1718, francúzsky vynálezca de la Balma predviedol model rýpadla na plávajúcom pontóne, ktoré bolo poháňané šliapacím kolesom a malo riešiť problém neustále sa zanášajúcich talianskych a francúzskych prístavov. Niekoľko dní na to zostrojil jedno rýpadlo pre Toulon a druhé pre Brest a tak vzniklo „toulenské“ rýpadlo. V skratke išlo o drevený pontón, na ktorom boli výkyvne upevnené dve drevené násady o dĺžke 22 m, na ktorých boli umiestnené plechové koše s otvárajúcou sa kapsou. K pohonu tohto rýpadla slúžila výhradne ľudská sila, v menšom šliapalo 6 a vo väčšom 22 ľudí, a to v drevenom šliapacom kolese, to spôsobovalo navíjanie reťazí na hriadeľ koleasa, pričom zároveň zasúvali čelo lopaty do nánosov blata na dne. Následne sa lopata pomaly zdvihla na hladinu, kde pod ňu zachádzali lode, do ktorých sa vysypal piesok a štrk po otvorení kapsy. Tieto dva stroje sa osvedčili, avšak potrebovali trochu vylepšiť, a tak o pár rokov neskôr Balma zmenil spôsob pohybu lopaty. Pastorky uvádzali do pohybu vodorovné ozubené tyče, ktoré sa vysúvali vpred. K nim pripojené laná zdvíhali lopatu. Spätný pohyb zaisťovali laná so závažiami na zadnej časti pontónu. Výkon takto upraveného rýpadla závisel na počte ľudí a dosahoval od 5 až 25 metrov kubických materiálu za hodinu. S postupom času sa len málo menila konštrukcia rýpadla, ale ľudí vystriedali dva kone.

Francúzi začali naplno pociťovať potrebu mechanizácie zemných prác, nielen na čistenie prístavov, prehlbovanie korýt riek a stavbu samotných prístavov, ale aj na stavbu pozemných ciest. O prvý takýto prístroj sa v osemnástom storočí pokúšal pán Dubois, jeho koncept by dnes veľmi pripomínal moderné hydraulické rýpadlá, vtedajšia mechanika bola ale na veľmi nízkej úrovni a poznala jedine pákový prevod a vratidlo. Stroj teda fungoval na ľudskú silu a to tak, že niekoľko mužov mohlo ťahom za príslušne páky a s využitím pákového prevodu, uviesť do pohybu lichobežníkovú lopatu, a to proti rozpojovateľnému materiálu. Celý mechanizmus stál na podvozkovej doske, na ktorej bolo možné natáčať smer lopaty asi o 30 stupňov na každú stranu. Systém uvoľňovania spodku lopaty vyriešil Dubois lanovým kladkostrojom. Nedochovali sa žiadne kresby tohto rýpadla a o jeho nasadení sa tiež nenašla žiadna správa, ostalo asi len pri modeli predvedenom v roku 1726 kráľovskej akadémii v Paríži. Vráťme sa ešte k neznalostiam mechaniky, podľa modelu sa ťažisko stroja nachádzalo pred prednými kolesami podvozkovej dosky, ktoré mali príliš malý rázvor, takže rýpadlo by nemalo stabilitu ani v pokoji a nie tak ešte pri vysunutej lopate plnej materiálu. [3] [14]

3.2 OTISOVO PRVÉ PARNÉ RÝPADLO

Po vynáleze parného stroja boli snahy o využitie pary aj pri výkopových strojoch. Sám James Watt sa o to neúnavne snažil už v roku 1796, chcel poháňať plávajúce rýpadlo Grimshaw. Všetky jeho pokusy v prístave Sunderland však zlyhali kôli k slabému výkonu nízkotlakového parného stroja, len 3kW, teda asi 4 kone. Vývoj išiel pomaly, práce bolo nutné vykonať, robotníkov bolo dosť, tak sa nikto príliš neponáhľal s vývojom mechanizácie...

Iná situácia bola za oceánom, kde sa v Amerike budovala železnica, ktorá mala spojiť východ so západom. Firma Fairbanks a Otis v roku 1835 mala na starosti časť z Bostonu do Providence. Práve spoločník v tejto firme, Wiliam Otis, vymyslel prvé parné rýpadlo, pričom s konštrukciou prototypu mu pomáhal Charles Howe French. Ich stroj bol založený na princípe žeriatu s výložníkom, ktorý bol otočne upevnený k nosnému stĺpu a mal pevnú násadu bez možnosti posuvu. Táto koncepcia sa ale Wiliamovi až tak nepozdávala, a tak o rok neskôr prišiel so zdokonalenou verziou,, ktorú už v roku 1837 zhotovila firma Garret a Eastwick.



Obr.4 Otisovo vylepšené rýpadlo, označované ako Philadelphia [1]

Predlohová hriadeľ parného stroja s potrebným zotrvačným poháňala už pomerne zložité ozubené prevody, zakončené reťazovými bubnami. Jedna reťaz dvíhala výškovú lopatu, tá už bola za účelom lepšieho vnikania do zeme vybavená niekoľkými zubami. Samotná lopata bola pohyblivo uložená k strednej časti výložníku pomocou výkyvnej a posuvnej násady. K pohybu násady - a to obojsmerne slúžil iný reťazový pohon. Iný prevod zase umožňoval natáčanie výložníku do strán vďaka upevneniu ložiska na pevnom stĺpe. Parný stroj mal výkon asi 16 koní a celé rýpadlo s ním vážilo okolo 15ton. Podvozok malo dvojnápravový železničný a pohyb zabezpečoval samostatný parný stroj. Tento kopáč sa mimoriadne osvedčil pri stavbe železníc a neskôr aj pri stavbe prieplavu, o robustnosti tohto stroja hovorí aj fakt, že údajne bol zo služby vyradený až po 90-ich rokoch služby. Firma sa premenovala na Easwick & Harrison a vyrobila ešte ďalších šesť kusov tohto rýpadla. Otis sa

ešte v roku 1835 oženil a o rok na to si podal žiadosť na udelenie patentu na patentový úrad. Avšak patentový úrad vyhorel aj so všetkými dokumentami, Otis bol nútený počkať dva roky a potom zase podať žiadosť. Tej konečne vyhovel v roku 1839 a stroj bol patentovaný ako „Žeriavové rýpadlo na výkop a odstraňovanie zeminy“. V tomto roku Otis podľahol týfusu vo veku 26 rokov.

Po jeho smrti mala rodina Otisovcov vďaka spomínanému patentu všetky práva na rýpadlo a akýkoľvek nový rozvoj tohto vynikajúceho stroja bol viazaný na súhlas rodiny. Údajne dlhých 40 rokov rodina odmietala komukoľvek udeliť práva a teda odobriť ďalší vývoj. Tento problém svojsky vyriešil podnikateľ Oliver Chapman, staviteľ železníc, priateľ a bratranec Wiliama. V roku 1845 ovdovel a oženil sa s vdovou po Wiliamovi, a tak obnovil patent na jeho parné rýpadlo. Presvedčil svoju manželku, aby ešte rozšírila patent, a tak ochraňovala konštrukciu svojho manžela v prospech Olivera. Jeho firma Globe Iron Works, v roku 1864 premenovaná na JohnSouther and Comp. , vyrábala rýpadlá a tie sa dostali aj mimo Ameriku, minimálne jedno do Anglicka a štyri do Ruska. Sám Chapman požiadal o patent na niektoré jeho vylepšenia v roku 1867. Spočívali v použití reťazového tlačného systému, ten zvyšoval rypnú silu. [1] [2] [3]

3.2.1 VÝVOJ RÝPADIEL V EURÓPE

1.2. 1868 založili spolužiaci Johannes Adolf Menck a Diettrich Alexander Hambrock v Altone pri Hamburgu malú všeobecnú strojárenskú dielničku. Prvé výrobky predstavili na výstave , kde ich prevozný parný stroj so stojatým kotlom okamžite získal prémii. O tri roky už v prospekte firmy dominovalo prvé parné baranidlo, svoj úspech podčiarkli revolučným zvaraním vodorovných švov parných kotlov. V samotnom Nemecku začala výroba korčekových rýpadiel v roku 1873, prvé síce postavil už v roku 1841 zámočnícky majster Ferdinand Schichau, mal ale drobné problémy, ktoré sa podarilo vyriešiť až neskôr, preto začala masová výroba neskôr. Nemci ťažili z Holandských vzorov od firmy Bagger, odtiaľ pochádza samotný názov používaný dodnes...

Zvrat vo vývoji nastáva v neskorých sedemdesiatych rokoch 19. Storočia, kedy vypršali patentové práva rodine Otisovcov, odozva nenechala na seba dlho čakať a v Európe aj v Amerike nastáva búrlivý rozvoj. V roku 1874 predstavili Rustonove strojárne, so sídlom v anglickom Lincolne, maximálne zdokonalené Otisovo rýpadlo. I keď stále neboli k dispozícii oceľové laná a museli použiť článkovanú reťaz. Rýpadlo Ruston bolo charakteristické mohutnou oceľovou vežou , ktorá niesla hornú časť stĺpu, ku ktorej bol otočne - za pomoci ložísk, uchytený výložník. To umožnilo priehradovému výložníku natáčanie do strán až od 100 stupňov z čelnej polohy. Pohyb násady zabezpečoval ozubený hrebeň v spodnej časti, ktorého pastorok bol poháňaný reverzovateľným prevodom. Výkon sa pohyboval už okolo 70kónských síl. Pri objeme lopaty 1,5 kubického metra dosahoval stroj, obsluhovaný tromi mužmi, strojník, kurič a pomocník, výkon približne 30 metrov kubických za hodinu. U väčšiny rýpadiel bol železničný podvozok, na želanie sa montovali malé široké kolesá so širokou obručou – tak rýpadlo prestalo byť závislé na koľajniciach. Ak bol potrebný presun takéhoto rýpadla, používal sa jeden z bubnov, cez ktorý sa rýpadlo priťahovalo ku kotvám, ktoré boli zapustené v teréne. V tomto období sa začali používať aj skrutkové opory, rýpadlo na kolesách nemalo takú stabilitu ako na koľajniciach, preto ju bolo treba zvýšiť. Do roku 1880 bolo vyrobených 500 kusov takýchto parných rýpadiel. [3] [1]



Obr. 5 Rustnovo rýpadlo s charakteristickou mohutnou vežou [6]

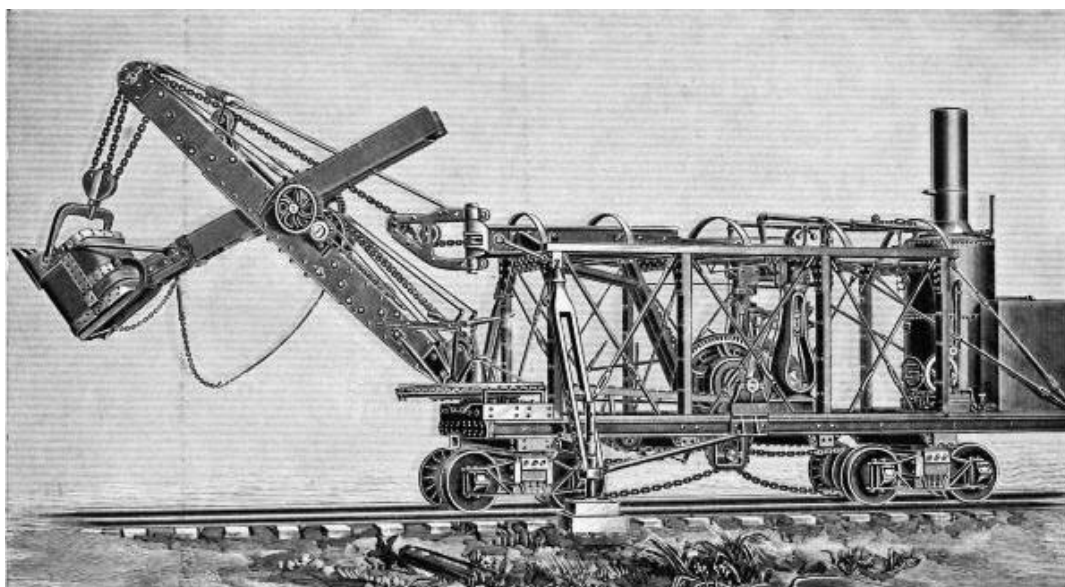
3.2.2 VÝVOJ RÝPADIEL V AMERIKE

Za oceánom sa vývoju rýpadiel venovalo oveľa viac firiem a oveľa väčšie firmy ako v Európe, dnes dominujú na trhu tie, ktoré prežili všetky krízy, hospodárske depresie v USA a nekúpila ich väčšia firma. Postupne sa dostaneme k celému skupovaniu firiem a zistíme, že do dnes je už len naozaj niekoľko gigantov, ktoré v minulosti skúpili menšie firmy. Ku koncu devätnásteho storočia sa teda venovali výrobe rýpadiel najmä tieto firmy: Osgood Dredge Company of Troy so sídlom v New Yorku od roku 1875, Vulcan Iron Works of Toledo so sídlom v Ohio od roku 1882, Marion Steam Shovel & Dredge Company of Marion so sídlom taktiež v Ohio a od roku 1884 a Bucyrus Foundry & Manufacturing Company of Bucyrus sídliači zase v Ohio od roku 1882. Všetky menované spoločnosti patrili do roku 2011 pod Bucyrus International, Inc. V roku 2011 za astronomických 8,8 bilióna amerických dolárov odkúpil celú spomínanú firmu Caterpillar. Spoločností bolo viac a postupne sa ku všetkým podstatným dostaneme s postupom na časovej osi a rozoberieme niektoré konkurenčné boje.

Paralelne s vývojom rýpadla Ruston, respektíve trochu neskôr, vyvíjal svoje rýpadlo práve americký Bucyrus. Ten svoje prvé parné rýpadlo vyrobil v roku 1882 a označoval ho ako No.1 Thompson Iron Steam Shovel and Derrick, rýpadlo navrhnuté Johnom Thompsonom, vedúcim výroby, nesie jeho meno a bolo navrhnuté pre Centrálnu Železnicu Ohio. Rýpadlo bolo také úspešné, že v priebehu siedmich rokov sa predalo 59 kusov, čím Bucyrus oficiálne vstúpil na trh a začal si budovať svoje meno.

Jeho konkurent a rival, Marion, začal o rok neskôr, v roku 1883, a to spoluprácou so strojníkom Henrym M. Barnhartom z Marion, Ohio. Ten bol sklamaný a nadmieru nespokojný

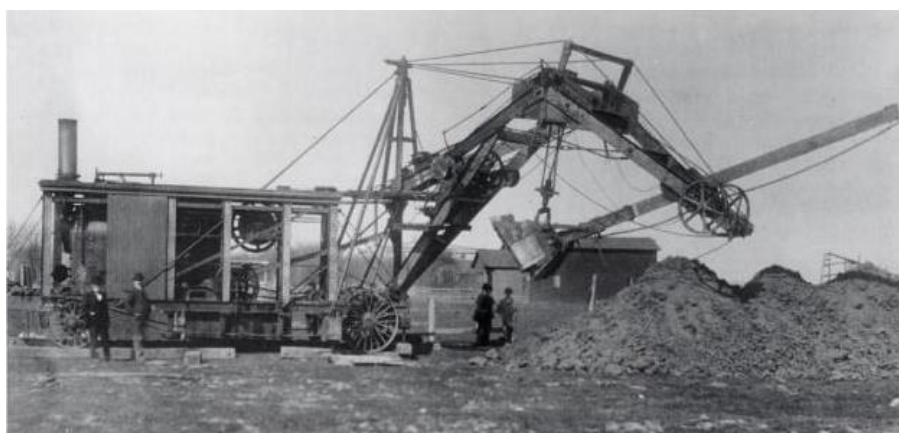
s ponúkanými rýpadlami, a tak sa rozhodol postaviť lepšie. Na finančnú pomoc zavolał Edwarda Hubera z Huber Manufacturing Company, tiež z Marion. Jeho rýpadlo sa líšilo od ostatných predovšetkým mohutnejším uchytením lopaty a systému pastorku a ozubeného hrebeňa, ktoré boli pevnejšie než obyčajná reťaz. S jeho asistenciou Barnhart postavil svoje vysnívané rýpadlo, malo názov Barnhart's Steam Shovel and Wrecking Car, opäť koľajový typ, ktorý zaznamenal okamžitý úspech a bol predaný železničnej spoločnosti Jackson and Mackinaw. Do roku 1884 sa datuje vznik spoločnosti Marion Steam Shovel Company. Vyššie spomínaná dvojica pribrala tretieho člena, ktorý mal za úlohu obstarávať predaj a administratívu, Georgea W. Kinga. Po pár rokoch, v roku 1908 to bolo práve toto rýpadlo, ktoré premiestnilo rekordných 41 000 m³ zeminu v priebehu dvadsiatich piatich osemhodinových pracovných dní. Produkovali rýpadlá v hmotnostnom rozsahu 25 až 137 ton s objemami lopát od 0,57 metra kubického po 4,5 metra kubického. Na prelome storočí sa rýpadlá prestali označovať ako Barnhartove parné stroje a začalo sa používať Marion Shovel s označením hmotnostnej kategórie. Medzi najpopulárnejšie modely patrili: Model G v počte 124 kusov vyrobených s objemom lopaty 1,91m³ a vyrábaný od roku 1897, model 20 vyrábaný od roku 1901 v počte kusov 228 s polovičným objemom lopaty.[bucy,ps]



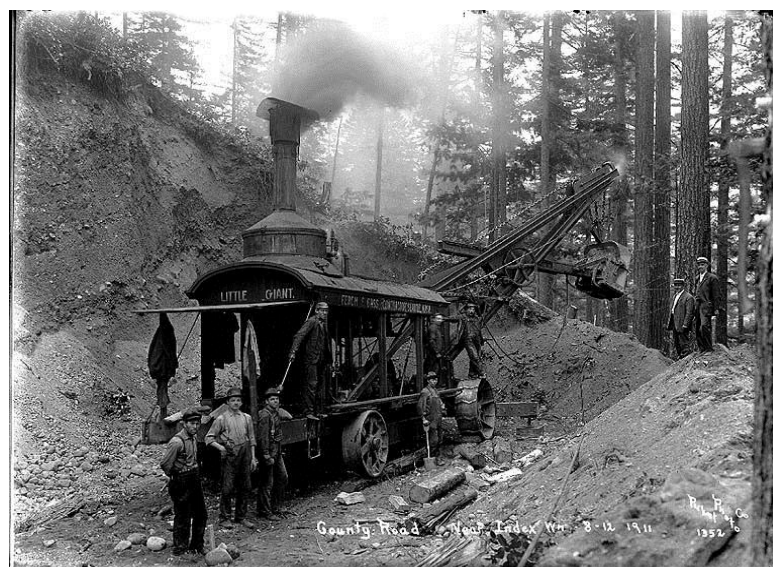
Obr. 6 Barnhartnove rýpadlo s opernými pätkami [37]

Do roku 1873 sa datuje vznik spoločnosti Vulcan Iron Works Company, Ohio, Toledo. Od skorých osemdesiatych rokov sa zaviazali vyrábať rýpadlá podľa dizajnu pána H.T. Stock, staršieho strojnika, bývalého spolupracovníka Wiliama Otisa. Táto spolupráca ale dlho nevydržala, a tak sa od roku 1889 firma preorientovala na vlastnú výrobu a vylepšenia.

V roku 1908 sa premenovala na Vulcan Steam Shovel Company. Medzi najväčšie zásluhy firmy patrí stroj z roku 1896, jeden z vôbec prvých nakladačov s výškovou lopatou. Bol to výborne premyslený mechanizmus a systém, ale neprerazil, nakoľko nemal konvenčné črty a nikto mu nedával šance. Spomínané obdobie bolo plodné pre spoločnosť, pretože vyšla modelová rada „Obor“. Jedným z najúspešnejších modelov bol Malý Obor, tak ako na obrázku, rýpadlo sa predávalo predovšetkým s trakčnými kolesami, bolo určené na menej náročné práce ako ťažké rýpadla na koľajových podvozkoch. Motor produkoval 40 konských síl na celkovú váhu 35 ton. Objem lopaty bol $0,95\text{m}^3$ a 5,2 metrový výložník umožňoval vysypanie materiálu až do výšky troch metrov. Vozík, na ktorom bol celý mechanizmus umiestnený, bol sedem metrov dlhý a viac ako dva metre široký. Výložník sa mohol vytáčať o 90 stupňov na každú stranu, vzhľadom k svojej vertikálnej osi. [1] [2] [7]



Obr. 7 Prvé rýpadlo s výškovou lopatou [6]



Obr. 8 "Malý obor" pri výstavbe cesty v roku 1911 [38]

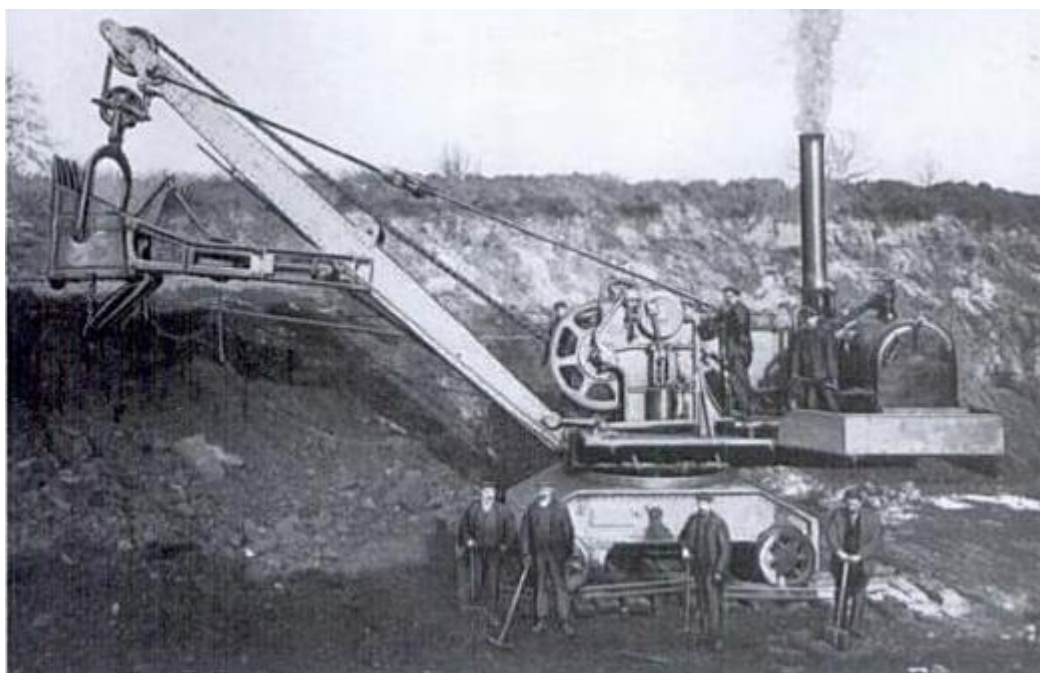
Rok 1884, 1. december, bol významný aj pre dvoch priateľov, založili si vtedy malú strojársku výrobu. Mladíci, 27 ročný Alonso Pawling a 29 ročný nemecký imigrant Henry Harnischfeger, sídlili v Milwaukee a zameriavali sa skorej na výrobu jednotlivých súčiastok pre väčšie firmy, rôzne prevody, časti parných strojov a stroje na výrobu sudov na pivo. V roku 1887 si ich našiel Edward P. Aliss, aby mu zrekonštruovali zničený mostový žeriav, Alonso a Henry ho nielen zrekonštruovali a opravili, ale aj v mnohých ohľadoch vylepšili. Keď sa ďalšie firmy dopyčovali o ich pokuse a úspechu, začali sa im množiť zákazky od rôznych opravárenských dielní a tovární na rekonštrukcie ich mostových žeriavov.

Takmer okamžite mali k dispozícii svoj vlastný mostový žeriav, bol to artikel, ktorým boli schopný uspokojiť trh, nakoľko záujem o mostové žeriavy bol obrovský, ale kvalitných firiem, schopných jeho výroby a servisu, bolo žalostne málo. Postopne, pri opakovaných zákazkách, ich majitelia veľkých firiem začali označovať jednoducho ako P&H, lepšie sa im to vyslovovalo, keď odporúčali firmu niekomu ďalej, boli nadšení kvalitou výroby a servisom, ktorý dostávali od takej malej firmy. Na skratku si zvykli aj samotní Alonso s Henrym, pretože začala symbolizovať kvalitu a tá rástla ďalej. V roku 1893 Westing House Electric Company odkúpila ich hlavného rivala, The Gibbs Electric Company, Alonso s Henry sa veľmi ľahko dostali k ich strojom, ktoré potrebovali na výrobu motorov a ovládačov. Tento fakt im umožnil začať vlastnú výrobu robustných AC a DC motorov a ovládačov pre vlastnú potrebu a presne nakonfigurovaných na požiadavky zákazníka. Firma si naďalej zakladala na kvalitnej výrobe a kvalitných kontrolných procesoch, aby sa k zákazníkovi dostali čo najlepšie stroje...

Ku koncu tohto roka sa začala naplno prejavovať banková kríza, ktorá mala za následok obrovský pád dopytu po mostových žeriavoch, Pawling a Harnischfeger zistili, že mostové žeriavy nie sú artikel, ktorý je schopný držať konzistentný výnos a tak sa chceli preorientovať na výrobu iného artiklu, začali sa venovať výkopovým strojom. Prvý ich stroj, ktorý uzrel svetlo sveta a pracoval v hline na zemi, bol traktor T1, navrhnutý na uľahčenie výkopových prác pri pokladaní vodovodného potrubia, stroj po vykopení a uložení sám zahŕňal dieru po výkope materiálom, ktorý predtým vykopal. Medzi prvé veľké projekty patrili aj rýhovače, špeciálne navrhnuté pre vyryhovanie a výkop rýh potrebných na uloženie vodovodného potrubia, boli to silné a produktívne stroje, a to sa ešte len zo strany P&H začínala snaha o kvalitné výkopové stroje. [15] [1]

3.3 PRVÉ PLNE OTOČNÉ RÝPADLO

Stále sa píše rok 1884, udialo sa veľa podstatného, no predovšetkým sa v Anglicku objavilo prvé plne otočné rýpadlo. Na svedomí ho mali Whitaker & Sons z Leedsu a inšpirovali sa železničným žeriavom. To ešte nezaznamenalo úplný úspech, ten prišiel o tri roky neskôr s rýpadlom od J. H. Wilsna z Liverpoolu, ktoré získalo aj pozitívne odozvy z praxe. Zaujímavosťou bol vyriešený tlačný systém, ten poháňa parný valec v lopatovej násade. V Spojených štátoch amerických bolo prvé plne otočné rýpadlo od firmy Thew, potom Marion, Bucyrus, Osgood atď. Stačilo raz poukázať na lepšie vlastnosti plne otočného rýpadla a staré železničné rýpadlá začali strácať na popularite. [1] [9]



Obr. 9 Wilsnove plne otočné rýpadlo z roku 1887 [6]

3.4 DIANIE V TERAJŠEJ STREDNEJ EURÓPE

Na európskom kontinente sa ponúkali prvé rýpadlá na predaj od roku 1894 od nemeckej firmy Menck & Hambrock, boli to koľajové rýpadlá s parným pohonom a výškovou lopatou. Tieto rýpadlá vznikli ako deriváty koľajových žeriavov. Na začiatku mala spoločnosť dvadsať zamestnancov, no po uvedení na trh modelu s lopatou o objeme 2m^3 a teoretickým výkonom 100 m^3 za hodinu a cene 26 200 zlatých mariek, bolo nutné počet zamestnancov rozšíriť na 228. [3]

V rámci Rakúsko-Uhorska dominovala firma Lanna, firma ktorá bezmála sto rokov dominovala na trhu a je predchodcom mnohých dnešných akciových spoločností, pôsobiacich na území dnešného Česka. Tento rod sa po dlhé roky živil prepravou soli zo Soľnej komory v Horných Rakousích do Českých Budějovic a po Vltave ďalej do Čiech. Priemyselná história firmy sa začína písať koncom osemnásteho storočia usadením Tadeáša Lannu v Českých Budějoviciach, kde sa oženil s Kateřinou Masákovou. Podnikal v stavbe lodí v lodenici, ktorú si postupne sám budoval v Čtyrech Dvorech, tam prišiel na svet aj jeho syn Vojtěch. Syn sa vydal v otcových šľapajách a tak získal titul loďmajster, ten mu umožnil ešte ako mladému podniknúť niekoľko ciest na lodi do Hamburgu a Berlína za účelom nadviazania dobrých obchodných kontaktov.

Kľúčový sa javí rok 1831, zomiera Tadeáš a Vojtěch sa ujíma vedenia firmy, ako 24 ročný mladík získava nájom všetkých vodných stavieb medzi Prahou a Českými Budějovicami. Svoju funkciu poňal veľmi zodpovedne, dôkladne sa staral o údržbu týchto zariadení ako aj o skoré odpratávanie náplavov v riečiskách. To vyžadovalo dobrú organizáciu práce a techniku, ktorá išla s dobou. Mladému Lannovi nechýbalo sebavedomie, rozhodol sa na základe vlastného podnetu sprivatizovať všetku dopravu soli do Prahy, ktorú dovtedy garantoval štát. Celý proces začal strácať výnos až postupne, bolo potrebné ho dotovať, Lann bol stratový. Potom začal vyrábať nové, rýchlejšie, lode, upravovať

nebezpečné miesta riek a celkovou opravou a unifikáciou dovozu vytvoril Lanna úspešne fungujúci systém, ktorý začal prinášať zisk.

Hlavné faktory, umožňujúce Lannov úspech spočívali vo vybudovaní nových ciest pre ťažné kone pozdĺž brehov riek pri nebezpečných úsekoch, vybudovaní a udržiavaní stajní, kde odpočívali kone, a v ktorých dochádzalo k prepriahaniu, v opravách hrádzí, hatí a ich priepustí, vycvičení plavcov a stabilizácii personálu jednotlivých zariadení. Lanna bol veľmi schopný podnikateľ, ktorý vedel, čo robiť pre dobrú reklamu, angažoval sa vždy tam, kde to bolo potrebné a zároveň mal z toho osoh. Poznal takmer každého obyvateľa brehu rieky na ktorej jeho lode prevážali soľ, robil mnoho vecí, ktoré nemusel a pre ktoré ho ľudia mali radi. Vznikala tak stavebná firma európskych rozmerov. Do roku 1848 nabrala Lannova spoločnosť naozaj veľkú rozmanitosť, podľa toho čo bolo potrebné robiť, rozširoval obzor českej spoločnosti a paralelne rástla aj sila českého priemyslu. Na Smíchově kapitán Anders založil Rustonovu strojárňu a tá mala postaviť prvý český parník, Bohemia, za účelom dopravy na Labe a Lanna navrhuje lodné teleso. Prvá plavba bola vykonaná v roku 1841 na trase Obríství – Drážďany, pokiaľ to dovoľoval stav vody, spiatočná cesta trvala tri dni.

Vývoj v ďalších rokoch začína aj tu ovplyvňovať priemyselná revolúcia, ešte v roku 1841 navrhuje Lanna používanie parných bagrov na čistenie riek, v roku 1843 zakladá vlastnú zlievareň v Adolfově a ten istý rok začína, na vlastné náklady, splavovať rieku Nežárku a Lužnicu pre plavbu dreva. Behom dvoch rokov ukončuje túto činnosť a začína ťažbu v jindřichohradeckých lesoch, kde získava výhradné právo na dopravu na dobu určitú - a to dvanásť rokov. V roku 1847 získava ešte to isté právo na inom úseku a stavia ďalší most. V skratke, Vojtěch Lanna vytvoril za dvadsať rokov svojho vedúceho pôsobenia vo firme kapitálové impérium, aké nemalo obdoby. Jeho lodenice stavali lode na export aj pre vlastnú potrebu, jeho píly a parketárne spracovávali drevo, ktoré zväžal korytami na vlastné prekladisko, jeho vlastné bane v Kladensku dodávali palivo jeho železiarňam a stavebná sekcia firmy riešila tie najzložitejšie zákazky.

Stále rozširovanie poľa pôsobnosti si ale vyžiadalo svoju daň, systém rozsiahleho kapitálového impéria po anglickom vzore na území dnešných Čiech bol nakoniec príliš ambiciózny. Bane a závody v Kladensku pohlcovali gigantické investície a hrozil úpadok celého impéria, strata majetku, investícií a ďalších podnikov. Lanna sa rozhodol premiestniť sídlo firmy z Českých Budějovic do Prahy, aby mal bližšie ohrozené investície. Tak či tak bol nútený niektoré z nich predať a vytvoriť akciovú spoločnosť, aby zachránil, čo sa dalo. To sa mu podarilo, no aj tak si toto náročné obdobie vybralo krutú daň, stres podlomil zdravie Vojtěchovmu otcovi a ten vo veku 61 rokov zomiera. Lanna bola najväčšou spoločnosťou, ktorá pôsobila na území bývalého Česko-Slovenska. Málokteré stroje si vyrábali pre vlastnú potrebu, no nebola tu žiadna iná spoločnosť ktorá by disponovala takou technikou a zvládala také zákazky ako Lanna. [5] [16]

4 ZAČIATOK ROZMACHU LANOVÝCH RÝPADIEL

Prelomu storočí a začiatku dvadsiateho dominovali predovšetkým svetové vojny, prvá na začiatku, a rôzne finančné krízy a depresie. To ale vôbec neznamenalo pokles v snažení jednotlivých spoločností alebo úpadok výroby. Práve naopak, na trh bol uvedený nový typ rýpadiel a tie sa začali špecifikovať na jednotlivé úkony.

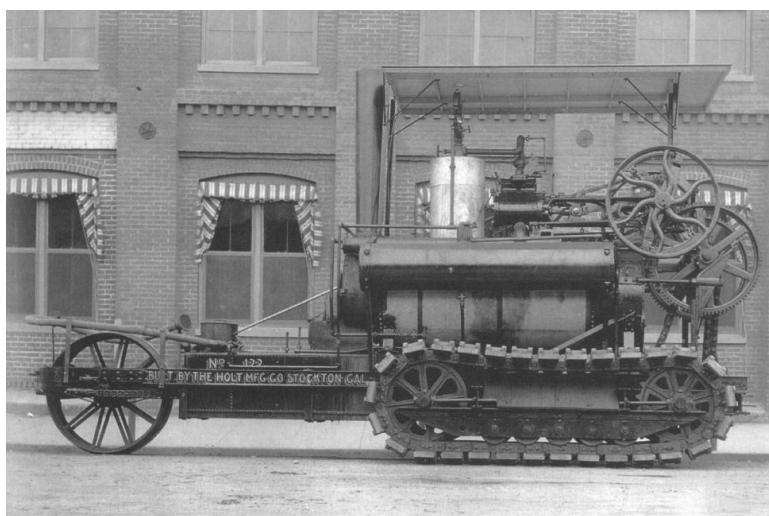
4.1 Z KOLAJNÍC NA PÁSY

Hneď zo začiatku storočia sa datuje pomerne podstatný míľnik, dodnes používaný pásový podvozok, nenahraditeľný pre ťažké mechanizmy. Za otca pásových podvozkov sa považuje Benjamin Holt. Parné traktory v tejto ére boli veľmi ťažké, na jednu konskú silu pripadalo až 450 kilogramov, preto bola priechodnosť mäkkým a blatistým terénom minimálna. Pascalov zákon už bol tri storočia známy, a tak sa ho Holt pokúsil aplikovať v praxi, za účelom zmenšenia tlakovej sily, ktorá pôsobila smerom do zeminy, zväčšoval veľkosť a šírku kolies a zastavil sa až na kolese 2,3 metra vysokom a 1,8 metra širokom, tak vznikol traktor ktorý mal šírku 14 metrov. S týmito rastúcimi parametrami sa stal traktor zložitým, drahým, veľmi ťažko manévrovatelným a náročným prostriedkom na úpravu zeme.

Aj sám Holt sa ale musel nechať čiastočne inšpirovať, Alvin O. Lombard sa taktiež zaoberal konštrukciou pásového podvozku, poháňaného parným kotlom. On sa nezaoberal poľnohospodárskymi problémami ale svojimi - lesnými. Jeho traktory boli navrhnuté priamo pre ťažbu dreva. Dovtedy sa drevo ťažilo za pomoci saní len v zime, vyžadovaná bola menšia ťažná sila kvôli klzkosti na snehu, absencia snehu niekoľkokrát zvyšovala požadovanú silu. Snežné cesty určené na dopravu mali ešte vrchnú vrstvu z čistého ľadu aby bolo trenie čo najmenej. Stačilo teda menej koní a tie boli menej vyťažené ako v lete, keď bolo nutné ťahať drevo na kolesových vozíkoch po rozbahnených cestách. Lombard si zaumienil, že vymení živé kone za tie generované z parného kotla, aby zefektívnil ťažbu a zredukoval finančné náklady. Parné traktory s pásovým podvozkom mohli ťahať aj niekoľko saní za sebou. Vďaka spomínanému využitiu Pascalovho zákona bolo možné ťažiť aj z oblastí s príliš mäkkým podkladom, kde bola vylúčená ťažba s kolesovým strojom kvôli veľkému dopadu na podklad. Lombard sa uspokojil so svojím vynálezom a ďalej zameral svoje snaženie na drevársky priemysel. A bol to práve jeho stroj, ktorý zazrel Holt na potulkách Amerikou a inšpiroval sa ním.

Neskôr ešte skúšal vytvoriť vždy pred traktorom dočasnú cestu z dosák, to ale zaberalo príliš mnoho času, teda aj peňazí. Rozhodol sa teda, že skúsi kombináciu svojho nápadu a toho čo videl u Lombarda, a tak skúsil obaliť kolesá doskami na reťazi okolo kolies. Neskôr to ešte vylepšil, zhodil zadné kolesá zo svojho Holt Steameru No. 77 a nahradil ich dvojitou reťazou spojených drevených doštičiek. 24. novembra 1904, na Deň Vďakvyzdania, uskutočnil Holt prvý úspešný test vylepšeného traktora, keď preoral premočené pole v delte rieky. Od tohto dňa do konca roku 1906 Holt modifikoval a zdokonaľoval pásový pohon, vyrobil celkovo šesť traktorov a hneď tretí sa ujal a bol predaný spoločnosti v Louisiane, ktorá chcela zúrodniť mokrade, na ktorých chcela neskôr pestovať cukrovú trstinu. Neskôr pri komunikácii s fotografom, ktorý práve fotil najnovší model pre reklamné účely, mu práve on oznámil, že stroj vyzerá ako húsenica idúca polom. Následne Holt prehlásil: „Caterpillar it is. That's the name for it“, voľne preložené - je to húsenica a húsenica to budeme volať.

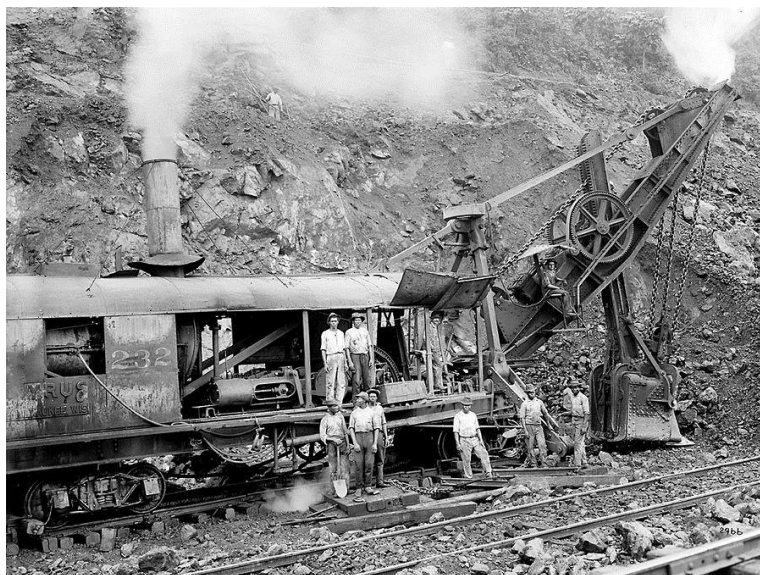
Holt si uvedomoval slabé stránky parného pohonu pre poľnohospodárske použitie, parné kotle chrlili horúci popol, od ktorého sa často začínali rozsiahle požiare pri žatve pšenice alebo pri zbere sena. Dochádzalo tiež k častým explóziám kotlov, takáto udalosť bola väčšinou fatálna pre šoféra traktora. Práve kvôli týmto faktom Holt zvolal na začiatku októbra 1906 Aurora Engine Company v Kalifornii, kde osadenstvo nahováral na experimentovanie s použitím spaľovacích motorov. 7. decembra 1907 mu bol udelený patent za kontinuálny pás pre použitie na traktore. V roku 1908 začala výroba benzínového traktoru Caterpillar, ktorý mal 40 koní, v tom roku sa vyrobili celkovo štyri traktory a označovali sa ako Holt Model 40 Caterpillar. [17] [18]



Obr. 10 Prvý traktor ktorý išiel oficiálne do predaja, Holt No.122 Steamer [39]

4.2 PANAMSKÝ PRIEPLAV

Niektorí členovia spoločnosti Bucyrus považovali za nutné zotrvať na trhu malých rýpadiel, no trend a čísla hovorili inak. Z celkového počtu 245 predaných rýpadiel bolo 219 ťažších ako 45 ton. Z tých bolo najpopulárnejšie rýpadlo s lopatou o objeme $1,9 \text{ m}^3$. Pôvodná verzia, vytvorená šéfom inžinierskeho tímu A. W. Robinsnom v roku 1897, vážila 60 ton, ale o rok bola upravená na 65 ton. Len z tohto rýpadla sa v priebehu šiestich rokov, 1895 až 1901, predalo 138 kusov! Bucyrus bol známy vďaka robustnej konštrukcii a nahradenie liateho železa liatou oceľou mu len prospelo. V roku 1868 rýpadlo ešte vylepšili a pridali mu samostatný motor pre zasúvanie lyžice s násadou do zeminy a o tri roky na to aj nezávislé motory na otáčanie nadstavby, teda rýpadlo malo jeden motor na každý zo základných pohybov. Bol to práve úspech tohto rýpadla, ktorý hnal vývojový tím ďalej, prišli 75, 85 a mohutné 95 tonové rýpadlá. Posledné menované bolo prezentované ako najvýkonnejšie rýpadlo, keď opustilo výrobné haly, disponovalo $3,8 \text{ m}^3$ lopatou. Behom dvoch rokov ich bolo vyrobených 16 kusov, 9 bolo predaných železničiam a zvyšok bankskému priemyslu.



Obr. 11 Bucyrus No.0 - 95 tonový model [40]

Reputácia Bucyrus rástla s každým dňom pretože sa neustále vyvíjala snaha o účasť na veľkých projektoch cez celú Ameriku a Európu, 24 rýpadiel kopalo Chicagsky kanál a ešte viac ich pracovalo v obrovskej povrchovej bani Mesabi. Vodné rýpadlá boli vyslané na Kalifornské zlaté polia a použité boli aj pri zväčšovaní riečneho kanálu v New Yorku, najväčšieho projektu presunu zeminy v rokoch 1902-1912.

Banský priemysel začal byť pre firmy zaoberajúce sa stavbou rýpadiel zaujímavejší ako stavba železníc, no stále najprestížnejším projektom zostával Panamský prielav. A boli to práve skúsenosti v oblasti stavby obrovských rýpadiel, ktoré viedli k zapojeniu sa firmy do projektu a tak isto úspechu pri dodávke drvivej väčšiny pracujúcich strojov. Bol to jeden z najmohutnejších projektov, čo sa týka presunu zeminy, začiatku dvadsiateho storočia. Na vykopanie čakalo 229 miliónov metrov kubických zeminy, vrátane 42 miliónov, ktoré nevykopali Francúzi pred tým, ako upustili od projektu v roku 1888. Boli to práve Francúzi, ktorí začali veriť tomuto nápadu spájajúcemu Tichý a Atlantický oceán 77 kilometrov dlhým prielavom, čo znamenalo obrovské skrátenie cesty lodnej dopravy a predovšetkým zanechanie cesty okolo Hornovho mysu, ktorá bola veľmi nebezpečná. Pôvodne cesta z New Yorku do San Francisca mala viac ako 22 000 kilometrov, po otvorení prielavu sa skrátila na neuveriteľných 9 500 kilometrov. Francúzi začali uskutočňovať svoj nápad v roku 1880, ale boli nútení od neho odstúpiť z dôvodu priveľmi náročnej výstavby, nepostačujúcej techniky, a chorôb, ktoré sa šírili pozdĺž trasy prielavu.

Spojené Štáty Americké zacítili príležitosť, ktorej sa ihneď chopili a pomohli Paname získať nezávislosť od Kolumbie, výmenou za kontrolu prielavovej zóny. Odkúpili vybavenie od Francúzov a od roku 1904 prielav budovali a kontrolovali výhradne Američania. Vedenie Bucyrus pozorne sledovalo, čo sa deje a aké sú potreby prielavu. Prezident firmy S.L.G. Knox ho navštívil len pre to, aby dohliadol na to, že firma dostane v auguste objednávku na 70 tonové a dve 95 tonové rýpadlá. Po tom, čo rýpadlá dorazili, takmer okamžite preukázali svoju cenu a Isthmaniánska prielavová komisia vzniesla požiadavku na jedenásť ďalších rýpadiel... Od tej doby začala komisia takmer so železnou pravidelnosťou objednávať ďalšie a ďalšie stroje. Výkopové práce dosahovali plnú produkciu, v roku 1905 mala komisia objednaných ďalších 28 strojov a poslala požiadavku na ďalších 12-36 strojov. Riaditeľ

firmy, E.K. Swigrat, odpovedal na túto požiadavku s údivom, či sú si vedomí, že prebieha dodanie predošlej objednávky, či nenastala chyba. A bol udivený ešte viac keď mu bolo odpovedané že nie, chyba nenastala, naozaj žiadajú ďalšie stroje a tak Bucyrus bol zase úspešný a získal obrovskú zákazku.

Jediná možná konkurencia bola Marion Steam Shovel Company, rýpadla od Bucyrus malo výhradný monopol, pretože na stavbe nepracovalo žiadne rýpadlo od inej firmy okrem 61 rýpadiel firmy Bucyrus!!! Tie pracovali k maximálnej spokojnosti komisie. Oznámenie nasledujúcej objednávky komisie, na ďalších 28 rýpadiel Bucyrus, vyústilo v pomerne agresívny počin Marion. Požiadali Wiliama Howarda Tafta, dozerajúceho štátnika, aby zasiahol a ukončil monopol Bucyrus. Uskutočnil sa tender a Bucyrus predložil lepšiu nákupnú cenu ako Marion, to ale nestačilo a Taft prinútil komisiu rozdeliť objednávku medzi dve spoločnosti s odvolaním sa na záujmy vlády, že vyžaduje porovnanie na pracovisku súťažiacich strojov. Posledné rýpadlo bolo doručené v roku 1908 a celkovo 102 ich bolo doručených, 77 od Bucyrus, 24 od Marion a jedno od Thew Company. Bucyrus profitoval na tomto projekte v mnohých ohľadoch, jedna tretina všetkých vyrobených strojov skončila práve tu, objednávky na rovnaké stroje umožnili zväčšenie továrne a prispôbenie sa ekonomike a výrobe strojov vo veľkom merítke. Maximálne zdokonalenie 95 tonového rýpadla umožnilo aj priamu výzvu Marion na súboj. No asi najväčšia výhoda bola publicita spoločnosti, tá vygradovala v momente, kedy bývalý americký prezident Theodore Roosevelt vystúpil na 95 tonové rýpadlo a nechal sa odfotiť, fotka obletela celý svet. O šesť rokov sa kanál konečne otvára. [1] [2] [19]



Obr. 12 Theodore Roosevelt pri inšpekcii [2]

4.3 UDALOSTI PRED PRVOU SVETOVOU VOJNOU

Začiatkom dvadsiateho storočia rýchlo rástol priemyselný rozvoj v USA a ten si žiadal veľké množstvá surových materiálov, železná ruda, medená ruda a v neposlednom rade uhlie. Bolo to práve uhlie, ktoré zabezpečovalo väčšinu priemyselného rozvoja a jeho napredovanie. Potrebné bolo vyťaženia väčšieho množstva ako doteraz, teda aj väčšie stroje. Úloha znela pomerne jednoducho, vymyslieť a postaviť rýpadlo, ktoré sa dostane cez hlinu alebo skrývku až priamo k uhlIU, bez dodatočnej pomoci ďalšieho rýpadla. Vyzeralo to jednoducho, ale vyžadovalo to nové nápady a úsilie niekoľkých firiem na jeho vyhotovenie.

4.3.1 PRVÉ POKUSY O DOLOVACIE RÝPADLO

V tomto časovom období sa teda začínali rýpadla deliť na dve vzdialené, no príbuzné kategórie. Jedna boli nakladacie rýpadlá, druhá dolovacie rýpadlá. Oba druhy sa vyvíjali spolu, no s drobnými rozdielmi, nakladacie rýpadlo mohla poháňať para, elektrika, benzín, nafta a zase naspäť k elektrike, to sa dolovaciemu rýpadlu nemohlo stať, jediný vývoj bol od pary k elektrike. Motory na tuhé palivá nedosahovali požadovaných veľkostí a keď už aj boli nové moderné, stále boli malé.

Začiatky existencie dolovacích rýpadiel boli ku koncu devätnásteho storočia, v roku 1899, kedy Vulcan Steam Shovel Company predstavilo dve rýpadlá na železničnom podvozku vyzbrojené dlhým ramenom, volali sa Vulcan Phosphate Special. Pracovali pre chemické závody v Berkley, ako už napovedá samotný názov. Rýpadlá boli vyhovujúce, v krátkom časovom slede bolo vyrobených ďalších sedem. V roku 1911 Bucyrus odkúpil svoju konkurenciu, Vulcan Steam Shovel Company. Transakcia umožnila Bucyrusu vyrábať dolovacie rýpadlá pod vlastnou taktovkou, podľa plánov Vulcan-u bolo rýpadlo Class 5 prvé plne otočné dolovacie rýpadlo v USA. S lyžicou s objemom 1,14 m³ upevnenou na ramene dĺžky takmer 17 metrov si ľahko našlo uplatnenie v uhoľných baniach Pittsburghu. Postupne sa k nemu pridali ešte ďalšie dva kusy tohto rýpadla. Napriek tomu, že Bucyrus predstavil prvé dolovacie rýpadlo, jeho predaje nedosahovali uspokojivé čísla. [2] [1] [6]

4.3.2 PRVÉ DOLOVACIE RÝPADLO A JEHO POSTUPNÝ VÝVOJ

Marion odpovedal takmer okamžite svojim prvým pokusom o tento typ stroja, označovaným ako Marion Model 250. Bol to prvý stroj, ktorý bol od začiatku navrhovaný ako dolovacie rýpadlo a nie pokus o prerobenie klasického modelu. Násada s lyžicou mala objem 2,7 metra kubického a uchytená bola na ramene s dĺžkou takmer 20 metrov. Hmotnosť dosahovala 150 ton. Týmito parametrami bolo Class 5 prekonané, a to dosť značným spôsobom. Prvý kus bol kúpený do Illinois a celkovo, do roku 1913, bolo vyrobených a predaných 19 modelov. Bol to práve úspech tohto modelu, ktorý viedol k zhotovovaniu ešte väčších modelov.

Ešte aj v roku 1912, keď stále vychádzali z továrni modely 250, bol predstavený Marion Model 270, objem násady s lyžicou bol už impozantných 3,7 metrov kubických a prevádzková hmotnosť dosiahla 260 ton. Všetky z týchto modelov boli klasické, parou poháňané, plne otočné modely na koľajovom podvozku. Časom Marion ešte vylepšil Model 270, zachovali sa všetky podstatné parametre, ale stroj pribral ešte 33 ton. V roku 1915 nastal zlom a ďalšie inžinierske prvenstvo pre Marion: Do bane Piney Fork Coal, Ohio doručili Marion Model 271, na ňom nebolo nič zvláštne až na to že to bolo prvé dolovacie rýpadlo poháňané elektrickým pohonom. [1] [6]



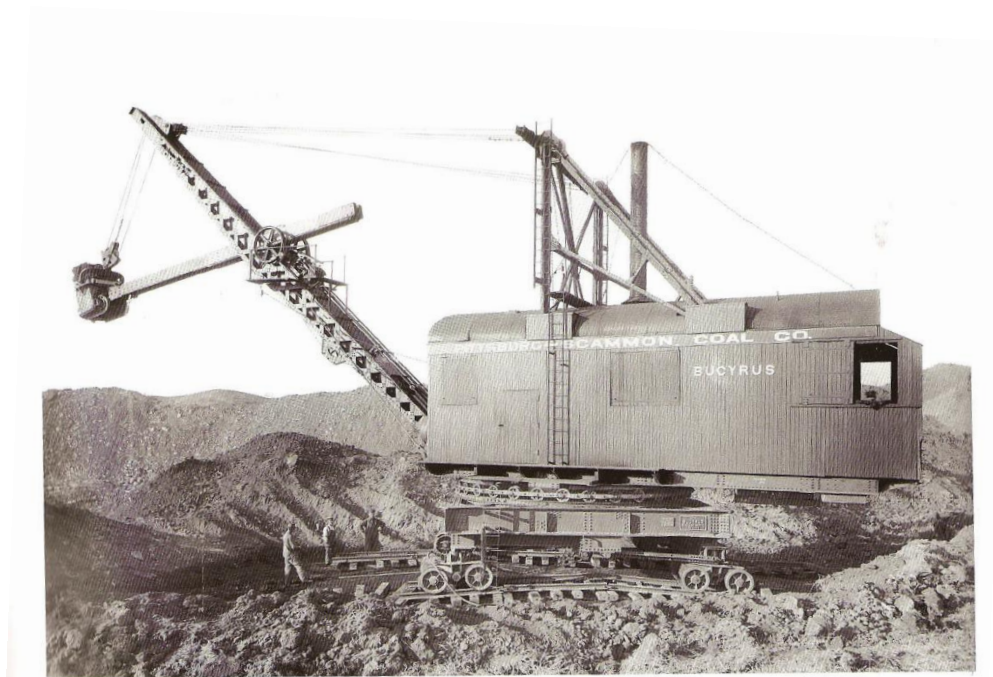
Obr. 13 Prvé dolovacie rýpadlo, Marion Model 250 [1]

Bucyrus samozrejme nechcel zaostávať, no zaoberal sa predovšetkým vykrývaním dier vo svojom portfóliu. Keďže Vulcan disponoval strojmi v rozmedzí od 40 do 120 ton, Bucyrus neváhal a okamžite sa začal venovať menším plne otočným rýpadlám. Ešte pred vznikom Bucyrus-Vulcan spoločnosti sa Bucyrus rozhodol premiestniť továrne, po pričlenení sa teda rozhodol presunúť výrobu menších rýpadiel do Indiany na 28 hektárový pozemok. Spolupráce dvoch spoločností prebiehala veľmi, pretože Vulcan úspešne „lovil“ inžinierov, ktorí opustili Bucyrus. Stavba továrne bola pomerne rýchla a tak spoločnosť začala skoro na jar roku 1912 s testami nových malých rýpadiel. 14-B a 18-B o objeme lopát $0,48 \text{ m}^3$ a $0,68 \text{ m}^3$. Boli to dva modely, ktoré mali úspešne vyplniť dieru v portfóliu, no nestalo sa tak. Novo otvorená továreň nemala schopných pracovníkov, pretože noví nemali dostatok praxe a neboli zruční. V továrni sa mali vyrábať tri ďalšie modely a výroba troch modelov vlečných rýpadiel tam mala byť presunutá z Milwaukee, no to viedlo len k piatim rokom stratovej výroby a nakoniec 15 mesačnému zatvoreniu celej továrne.

Spoločnosť Bucyrus-Vulcan nevydržala dlho, krátko po pohltení Vulcanu sa chystalo vedenie pohltiť ďalšiu konkurenčnú firmu, Atlantic Equipment Locomotive Company, tá bola založená desať rokov predtým a špecializovala sa ťažké rýpadlá určené na ťažký priemysel, najmä kameň. Tajomstvo ich úspechu spočívalo vo vedení firmy, A.W. Robinson bol bývalá hlava inžinierskeho tímu v Bucyrus, okrem iných pod jeho taktovkou vznikol úspešný 60 tonový model v roku 1897. Po ich začlenení sa spoločnosť začala označovať ako Bucyrus Company. [2]

4.3.3 ZAČIATOK RIVALITY MEDZI BUCYRUS A MARION

Úspechy Marionu s dolovacími rýpadlami boli enormné a tak sa v inžinierskom tíme v Milwaukee pracovalo deň a noc. Odpoveďou sa stali dve rýpadlá, 158 ton vážiace 150B s objemom lyžice $1,91 \text{ m}^3$ a 220 tonové monštrum označované ako 175B s objemom lyžice $2,7 \text{ m}^3$. Obe boli postavené v roku 1912 a uspokojili potreby zákazníkov ktorí začínali byť náročnejší a náročnejší. Drvivá väčšina z vyrobených rýpadiel skončila v juhovýchodnom Kansase v baniach, tak ako prvé kusy týchto rýpadiel. Týmto sa oficiálne začali preteky medzi týmito odvekým rivalmi o vybudovanie najväčšieho stroja.



Obr. 14 Bucyrus 150-B [2]

Pomaly sa začalo uplatňovať pravidlo, že čím hlbšie uhlie nájdeme, tým väčší stroj je potrebný, aby ho bol schopný odkryť bez pomoci druhého. A tak uzrel svetlo sveta v roku 1914 model 225-B, prevádzková hmotnosť dosahovala neuveriteľných 348 ton, lopata na násade dosahovala objemu 4,5 metra kubického a uchytaná bola na ramene dlhom takmer 23 metrov. Tento kus mal byť konkurencia pre Marion Model 271, a taktiež aj bol, ba dokonca viac. Tak ako mnohí predchodcovia, aj tento model zamieril hneď z továrne do baní v Kansase. Celkovo ich vyšlo z továrne, do ukončenia výroby, 90 kusov. Nielenže to tým pádom bolo jedno z najúspešnejších Bucyrus rýpadiel, bolo to aj prvé, ktoré ponúkalo k pare alternatívny, elektrický pohon od roku 1917. Teda o dva roky po tom, čo ho uviedol na trh Marion. [2] [1] [9]

4.4 UDALOSTI CEZ A PRVÚ SVETOVÚ VOJNU

Európu zmietala prvá svetová vojna a Američania sa tešili rastúcemu exportu, potrebné bolo všetko, žeriavy, bagre, traktory, munícia... Nešťastná továreň patriaca pod Bucyrus, ktorá bola 15 mesiacov zavretá, sa spamätala vďaka šikovnému zásahu do vedenia,

vylepšeniam vo výrobnjej sfere a v neposlednom rade vďaka podpore od Britskej vlády. Tá spočívala v zaviazaní sa zo strany spoločnosti k dodávaniu 8 palcových (20 cm) vysoko výbušných nábojov. Po drobných úpravách v továrni v Evansville, produkcia začala v roku 1916 a dosiahla 16 000 nábojov za mesiac. Časť britskej objednávky na ďalšie špeciálne vybavenie bola vyrábaná v továrni v Milwaukee, kde bolo zaradených viac špeciálnych strojov a nástrojov ako v Evansville. Po vzore britskej armády, ktorá bola nadmieru spokojná, si objednali niekoľko špeciálnych strojov aj samotní Američania, do roku 1919 to bolo 47 - 15 tonových žeriavov na lokomotíve, 20 samohybných žeriavov určených na nakladanie a ďalšie špeciálne odliatky do 117 amerických a 184 francúzskych zbraní.

Marion nemohol nechať obrovský úspech 225-B bez povšimnutia a tak predstavil Marion Model 300 v roku 1915, mal rovnaký objem ako 225-B, vážil ale 350 ton a disponoval ramenom dlhým 23,5 metra. Výroba trvala do 1923 a dovtedy sa predalo 74 kusov. Predajmi sa teda nedotiahli na Bucyrus. Model 300, tak ako jeho konkurent mali predsa len niečo spoločné, boli vybavené Ward-Leonardovým elektrickým ovládačom. Ten umožnil, aby boli pohonné jednotky používané pri konštantnom krútiacom momente, nezávisle na ich rýchlosti a automaticky ich priradzoval k odporu. Pri veľkých záťažoch motory spomaľovali, pri malých zase zrýchľovali. Možnosť, že motory sa preťažia a zhoria sa minimalizovala. Zároveň otáčací a zdvíhací motor sa môžu chovať ako brzdy, premenia sa na generátory a dodávajú späť elektrickú energiu do systému rýpadla. Ward-Leonardov systém sa vtedy ukázal ako jediná správna možnosť pre väčšinu dolovacích rýpadiel.



Obr. 15 Marion Model 300 ťažiaci meďenú rudu [41]

Samotné sústrojenstvo bolo patentované už v roku 1891 a používalo sa práve pred nástupom polovodičovej techniky. Používal sa, pretože dostupnými prostriedkami tej doby bol schopný ovládať pohon akéhokoľvek výkonu. Vo svojej podstate to bol elektromechanický zosilňovač - rotačne riadený menič ktorý bol zdrojom regulovaného DC napätia. Pozostával z veľkého striedavého elektrického elektromotoru, zdroja energie, veľkého jednosmerného dynama, zdroja premenlivého napätia pre pohony, a pomocného dynama ako zdroja budiaceho napätie pre veľké dynamo. Princíp riadenia spočíva v tom, že zmenou budiaceho prúdu dynama, ktorá

má malý výkon, bolo ovládané výstupné napätie dynamy s veľkým výkonom, preto sa celý tento systém občas označuje ako zosilňovač. [9] [1] [6] [2]

4.5 POVOJNOVÉ UDALOSTI

Povojnové roky si žiadali malé rýpadlá vhodné do zničených miest, to pomohlo továrni spoločnosti Bucyrus v Evansville. Zisk rástol, no v rokoch 1921 až 1922 nastala recesia a zaznamenali sa straty. Vedenie sa rozhodlo, že výrobu premiestni do továrne v Milwaukee, ktorá stále vykazovala zisk. Nestalo sa tak vďaka predvídavému zásahu prezidenta spoločnosti W. W. Colemana. Ten trval na meraniach, ktoré mali zlepšiť účinnosť továrne a chcel zmodernizovať výrobu malých rýpadiel, ktoré dosť výrazne zaostávali za konkurenciou. Ešte v roku 1920 bolo predstavené znamenité rýpadlo 30-B, s objemom lyžice 0,76 metra kubického a pásovým podvozkom, s prívlastkom univerzálne. To znamenalo, že rýpadlo mohlo byť prestavané na vlečnú lopatu, drapák, žeriav s minimálnymi zmenami ústrojenstva. Pôvodne to bolo parné rýpadlo, no neskôr v roku 1921 bol ponúkaný naftový motor a nakoniec v roku 1922 aj elektrický pohon. V tomto roku boli predstavené aj veľký a malý brat 50-B a 20-B. Vďaka týmto trom modelom sa oživila výroba v Evansville a dokonca vyrábala 60% celkového predaja firmy. [2]

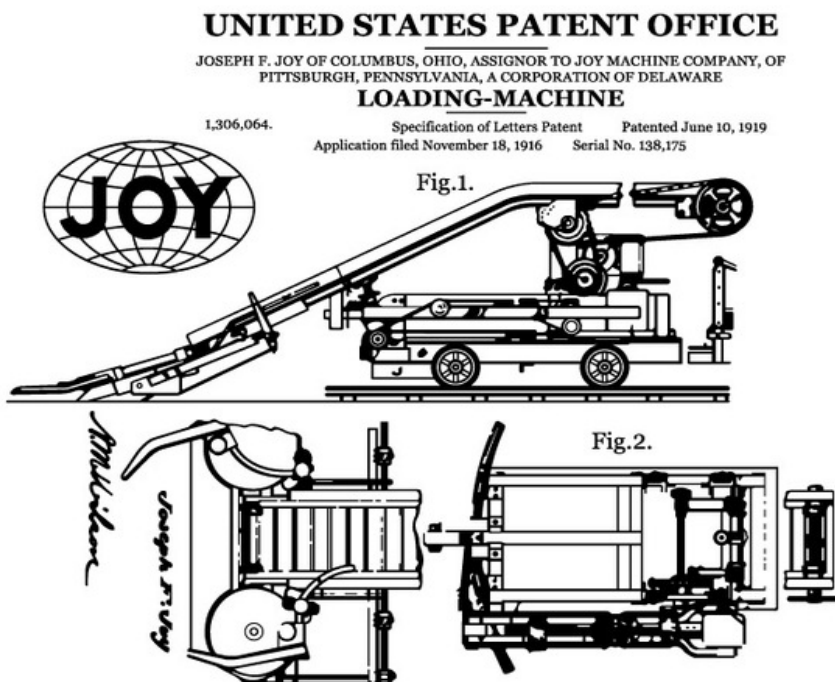
Konečne v roku 1920 sa podarilo preraziť aj Pawlingovi a Harnischfegerovi v Milwaukee, z továrne vyrazilo do sveta malé rýpadlo označované ako P&H Model 206 a zákazníci si ho okamžite obľúbili, na výber bolo z troch pohonných variant a to naftovej Buda Engine Co. , benzínovej od Waukesha Motor Co. a elektrickej s elektromotormi špeciálne navrhnutými pre dané podmienky vyžadované zákazníkom. Lyžica mala objem 1,15 metra kubického a úžitková hmotnosť dosahovala 226 kilogramov, pri celkovej hmotnosti 25 ton. Išlo o robustný, dobre navrhnutý a postavený, ľahko ovládateľný a dobre servisovateľný stroj. Krátko na to P&H oznámili zavedenie globálnej zákaznickej podpory, čo ešte pridalo na obľúbenosti tomuto stroju. Netrvalo dlho a stroj bol celosvetovo distribuovaný, dostal sa až do Indie. [15]



Obr. 16 P&H 206 [42]

4.5.1 ZAČIATKY DNEŠNÉHO LÍDRA NA TRHU

Na konci dvadsiatych rokov bol zaznamenaný aj ďalší významný počín, na svedomí ho ma Joseph Francis Joy. Jeho cieľom bolo minimalizovať náklady a zväčšiť produktivitu pri nakladaní uhlia v podzemných baniach. Všetko nakladanie obstarávali ľudia, pretože mechanizácia nebola dostatočne vyspelá, to sa ale zmenilo, keď v roku 1919 dostal Joy patent na návrh svojho nakladača uhlia. Ten dominoval ešte niekoľko ďalších dekád celému trhu.



Obr. 17 Takto vyzeral patent, ktorý Joy podal v roku 1916 [43]

Stroj mal konkurenciu ale rozprášil ju svojimi vynikajúcimi vlastnosťami, dobrá a pohodlná manévrovateľnosť, vyžadoval menej údržby a dobre sa adaptoval rôznym podmienkam. Ako taký stroj bol celkom jednoduchý, dve pohyblivé ramená boli umiestnené na prednú časť dopravníkového pásu. Ramená sa pohybovali v pomerne širokom zábere, to im umožňovalo zbierať popadané uhlie na dopravníkový pás ktorý ho presúval priamo do pripraveného vozíka. Obsluha stroja vyžadovala troch ľudí, operátora, pomocníka a človeka ktorý bude mať na starosti vozíky. Úloha operátora spočívala v dozeraní na prácu stroja, prípadne doladení jeho parametrov. Pomocník upratoval fragmenty uhlia z rohov miestností, aby sa k ním stroj lepšie dostal, tak isto dozeral na to aby sa uhlie nezasekávalo medzi dopravníkom a ramenami, ak bolo treba podkladať trámy, robil to pomocník. Tretí člen len postupne menil prázdne vozíky za plné a tie posúval ďalej. Produkcia čierneho uhlia v roku 1920 vzrástla medziročne o 98 miliónov ton, to je 21%. Celkovo sa teda vyťažilo 556,5 milióna ton čierneho uhlia. Antracitové uhlie zaznamenalo 89 miliónov vyťažených ton. Teda celkovo sa v USA naťažilo 657 miliónov ton uhlia, toto číslo ostalo neprekonané až do roku 1944. Rastúce čísla má na svedomí práve súboj dvoch spomínaných gigantov, Bucyrus a Marion, teda lepšia ťažba povrchového uhlia, pretože spoločnosti boli vďaka mechanizácii schopné rýchlejšie odkrývať uhlie a ďalej pokračovať v produkcii. [20] [13]

4.5.2 KONIEC PARNÉHO POHONU V DOLOVACÍCH RÝPADLÁCH

Bol rok 1923 keď Marion opäť zdvihol pomyslenú laťku ešte vyššie s modelom Marion Model 350. Násada s lopatou mala objem 6,11 metra kubického, rameno dĺžku 27,4 metra a váha sa vyšplhala na neuveriteľných 560 ton. Vtedy bol tento model považovaný za rekordéra, nič väčšie nebolo. Zákazník si mohol vybrať medzi pohonom parným alebo elektrickým. Do roku 1925 bola jediná podvozková možnosť koľajnice, až potom začal Marion dodávať svoje rýpadlo na pásovom podvozku. Bežne stačili na obsluhu traja ľudia, operátor, mazač a človek na zemi. Keďže tento model bol taký robustný, bolo treba jedného človeka aj na zemi, jeho úlohou bolo presúvať koľaje spoza rýpadla pred rýpadlo, keďže rýpadlo muselo byť stále v pohybe vpred.



Obr. 18 Posledné rýpadlo od Marion s parným pohonom [44]

Ale bol to práve Bucyrus, ktorý v roku 1924 tým, že svoj konkurenčný model 320-B postavil na pásový podvozok, donútil Marion aplikovať ho na svoj model 350. 320-B bol pomerne úspešný konkurent, disponoval rovnakým pracovným objemom, no mal kratšie rameno a aj menšiu hmotnosť, 390 ton.

Stále je reč o dvoch amerických konkurentoch, no aj na starom kontinente zvládali výrobu takto masívnych strojov! V Anglicku spoločnosť Ruston & Hornsby Ltd. vyrábala svoj No. 300, dĺžka ramena a pracovný objem rovnaký ako Marion, no hmotnosť bola menšia, 468 ton. Spoločnosť Ruston už mala zásluhy, vyššie bola spomínaná ešte na konci devätnásteho storočia ako vylepšovala Otisovo rýpadlo, po odmlke, čo sa týka rýpadiel, sa opäť hlásili k slovu. Počas pauzy od zemných strojov pracovali na motoroch a ťažkých lokomotívach, niektoré z nich to dotiahli až na tanko-lokomotívy, neskôr ešte na žeriavo-lokomotívy, z ktorých najstaršia slúžila neuveriteľných 84 rokov. Počas prvej svetovej vojny vyrábali tanky a časti lietadiel. Jedenásteho septembra 1918 sa pričlenili Richard Hornsby & Sons a tak vytvorili Ruston & Hornsby Ltd. Hornsbyho rodina sa zaoberala motormi a mali

svoj prvý celých osem rokov pred komerčným predstavením Dieselovho motoru. Spoločnosť bola zameraná na motory no išlo o všeobecnú strojárňu zaoberajúcu sa všetkým železným, od vagónov a lokomotív, po tanky a vojnovú techniku cez vojny, až po rýpadla, ktorých hmotnostné rozperie bolo až po ich najväčší už spomenutý model No. 300 .



Obr. 19 Ruston No.300 prechádza testami v továrni v Lincolne

Týmito tromi najväčšími a takmer rovnakými modelmi od Ruston, Bucyrus a Marion sa uzatvára kapitola najväčších strojov poháňaných parou aké boli kedy vyrobené. Boli to skutočne zázraky techniky na tú dobu a zapôsobili na každého kto ich čo i len z diaľky zazrel. Symfónia ktorú vytvárala trojica parných strojov spočívala v kombinácii piskotu a odfukovania vychádzajúceho, či už zo strojovne od motoru na zdvih, alebo motorov na otáčanie a z hora dopĺňaná motorom na výsun lopaty s násadou. Nezabudnuteľná pre bežného človeka ktorý si ju vypočul, no určite nepríjemná pre posádku rýpadla. Nastal jej koniec, s výrobou lopát o objeme väčšom ako $6,1\text{m}^3$ sa začali používať tiché elektrické motory a para ustúpila do úzadia.

Čakal by som to isté od čiastočne otočných rýpadiel a rýpadiel na koľajovom podvozku, no ešte aj v tridsiatych rokoch sa predávali pomerne dobre a pôvodné stále slúžili, to prinútilo Bucyrus Company k tomu aby vyrobili balíček pre svoje rýpadlá , ktorý ich oslobodil od koľajníc. Tak prišiel do predaja pásový balíček. [6] [2] [8]



Obr. 20 Rýpadlo Bucyrus po inštalácii prechodového pásového balíčka

4.6 DIANIE V EURÓPE

Zatiaľ čo v Amerike sa vyrábali giganti, Európa nedisponovala vhodným geologickým podložím, teda spoločnosti sa sústredili skôr na menšie rýpadla s objemom lopát do troch metrov kubických. Okrem anglických strojov vynikali aj tie nemecké, s tými sa po prvej svetovej vojne roztrhlo vrece, predovšetkým asi preto, že bolo treba opravovať zničené mestá, železnice a cesty. Taktiež sa začali staršie stroje vybavovať pásovými podvozkami, spoločnosť Menck&Hambrock v roku 1919 predstavila svoje prvé rýpadlo s pásovým podvozkom, stroj niesol označenie Gr 20, derivát od koľajnicového typu G 20, ale s pásovým podvozkom, preto „r“ v názve (raupen-pásy).

Pásový podvozok pozostával zo štyroch náprav s turasmi a kolies prvej napínanej nápravy o veľkom priemeru, pričom dve stredné nosné nápravy mali kolesá s menším priemerom. Pohony mali polonápravy s turasmi ktoré zaberali do pásov prostredníctvom dvojitého postranných zubov. Firma Menck&Hambrock sa ale rozhodla dať vloženým kolesám zhodný priemer s turasmi a kolesami prednej nápravy, takto vznikol klasický málokladkový pásový podvozok, vyrábaný v nezmenenej forme ešte desiatky rokov. Firma vytrvalo uprednostňovala menší počet vložených náprav, 2 až 3, s pojazdvými kolesami veľkého priemeru. Takéto uloženie disponovalo výhodou v jednoduchej konštrukcii, teda ľahká výroba a dobrý servis a čistenie, no nevýhoda bola značná - trvalo tuhé nápravy bez akéhokoľvek vypruženia. Pokiaľ rýpadlo pracovalo na bahennej ceste alebo na voľno loženom, mäkkom podklade, nič sa nedialo. Ak ale prešlo do lomu, respektíve na tvrdý povrch, pri prejazde po veľkých kameňoch a nerovnostiach sa stávalo, že celá hmotnosť stroja sa sústredila len na jedno miesto bez akejkolvek možnosti ďalšieho rozloženia. Na rozdiel od Nemcov, Američania používali traktorový podvozok podľa vzoru od spoločnosti Caterpillar, teda väčší počet malých operných pojazdvých kladiek, pevne spojených zosponu k podvozkovému rámu. Systém si osvojil aj spomínaný Ruston. U týchto podvozkov síce

dochádzalo k lepšiemu rozloženiu hmotnosti, no primárny problém s neodpruženými pohyblivými členmi pri pohybe cez terén táto konštrukcia nevyriešila.

V Nemecku sa nachádzala malá strojárň, Weserhütte. Tá po vzore Menck & Hambrock používala taktiež málokladkový podvozok, no keď prišla na trh s treťou generáciou lopatových rýpadiel, typ W, zdokonalili aj pásový podvozok. Spodné kladky boli kvôli lepšiemu pohlcovaniu nerovností terénu umiestnené po dvojiciach a pozdĺžne na výkyvných vahadlách. Táto konštrukcia sa nazýva trianglový systém, pretože napriek tomu že rámy kladiek boli dvojité, postrannice majú tvar rovnoramenného trojuholníka. Stred takýchto rámov spočíval výkyvne na čapoch. Hriadele s dvojicou operných kladiek boli upevnené vo vnútornom priestore, medzi postrannicami v dolných rohoch trojuholníka. Hriadeľ s nosnou kladkou pásu bol upevnený na vrchu trojuholníka. Tento podvozok bol pomerne dokonalý a nesmierne sa osvedčil v lomoch a na tvrdých, nerovných a neupravených podkladoch. Neskôr obdobné konštrukcie zaviedli aj iné nemecké spoločnosti, napríklad Orenstein & Koppel alebo Demag. V roku 1923 Menck&Hambrock vyvinuli veľmi modernú typovú radu nesúcu označenie M III- VII s objemami lopát od 0,667 do 2m³ na pásovom podvozku. A toho roku aj prvý krát použili elektrický pohon, pre špeciálnu zákazku s lopatou o objeme 3m³ a obrovskými cestnými kolesami.

O rok neskôr sa začal montovať za účelom pohonu malý dieslov motor, vďaka zdokonaleniu týchto motorov za použitia plno mechanického vstrekovacieho systému, u ktorého odpadlo používania stláčaného vzduchu, ktoré bolo viazane na kompresor. Stlačený vzduch bolo stále nutné používať na rozbeh motora, no nie na vstrekovanie nafty do valcov. Tým pádom sa rozmery motorov zmenšili a bolo umožnené lepšie použitie v automobiloch a stavebnej technike. Za týmto vynálezom samozrejme stál pán Bosch ktorý vynašiel spomínaný mechanický systém. Po Americkom vzore, po predstavení naposledy spomenutých gigantov sa aj Menck&Hambrock pustili do vývoja väčších strojov, prvými boli stroje JRA s elektrickým alebo parným pohonom s objemom lopaty 4 metre kubické a hmotnosťou 250 ton, rýpadla sa exportovali do Južnej Afriky, kde pracovali v diamantových povrchových doloch. No to stále nebolo všetko, tri roky na to prekvapili s obrím rýpadlom pre cementársku firmu Dyckerhoff Zementwerk Amöneburg. Bol to model KRA vážiaci 490 ton, poháňaný výlučne elektrickým pohonom o celkom výkone 1250 konských síl a s objemom lopaty 5 – 5,6 metra kubického. Kvôli problematickému podložiu boli použité štyri samostatné pásové jednotky poháňané nezávisle jedna od druhej kardanovým hriadeľom. Výkon bol potrebný pre vyvinutie dostatočnej rypnej sily, pretože firma chcela ťažiť bez odstrelu. Rýpadlo do roku 1955 malo na svedomí 75% celkovej vyťaženej horniny, čo bolo skoro 19 miliónov ton. Od roku 1956 sa používalo ako dolovacie rýpadlo. Do konca roku 1966 bola jeho produkcia 10,5 milióna kubických metrov. Používané bolo ešte tri roky, potom bolo zdemontované a roztavené. [3] [21]



Obr. 21 Rýpadlo KRA [45]

4.7 OBDOBIE NOVINEK

Stále sa píše rok 1927 a nachádzame sa v Milwaukee, kde vedenie Bucyrus rieši problém, prečo od začiatku tridsiatych rokov zaostávajú na trhu s malými rýpadlami. Dost' sa začali používať malé rýpadla s objemom do $0,6 \text{ m}^3$ a menej. Výkopy bolo potrebné robiť pri základoch domov, pri výkope kanalizácie, vody, rekonštrukcii ciest a podobne. Rýpadlá bolo potrebné premiestňovať niekoľkokrát do týždňa a tak mamutie projekty boli úplne vylúčené. Tejto časti trhu, čo do veľkosti, absolútne dominovala Erie Steam Shovel Company a Thew Shovel Company. Bucyrus ako sme si spomenuli pri záchrane továrne v Evansville, predstavil 20-B, 30-B a 50-B, aj keď 50-B bolo úspešné rýpadlo, stále to nebolo správne na práce v meste. Vedenie sa teda rozhodlo spojiť sily s lídrom, Erie Steam Shovel Company. Ten dosahoval skvelé predaje aj vďaka dobrej reklame a agresívnej predajnej politike. Bucyrus Erie Company teda predstavovala celé rozpätie výkopovej techniky. K továrňam v Milwaukee, Evansville sa teda pridala aj továreň v Erie, Pennsylvania.

Ešte v tom roku Marion potvrdil model Marion Model 5480, 975 tonové rýpadlo, ktoré mohlo podľa dĺžky ramena niesť násadu s lopatou o objeme 9,1 až 12,2 metra kubického. Od začiatku návrhu bol tento model špecifikovaný ako poháňaný elektrickým pohonom a s podvozkom so štyrmi pásovými dvojčatami.

Bucyrus oponoval modelom 750-B vážiacim 922 ton. Rýpadlo bolo zložené v januári 1928 a objemové možnosti boli úplne rovnaké, elektrický pohon a podvozok tak isto rovnaký, dokonca rovnaké boli aj predaje oboch modelov. 5480 sa prestala vyrábať v roku 1932 a celkovo sa jej predalo 11 kusov, 750-B skončil v 1930 a vyrobených bolo desať kusov, tým sa ale neskončil príbeh Bucyrus Erie 750-B. [2] [9]



Obr. 22 Prvé elektrické rýpadlo s ôsmimi pásmi od Marion [1]

4.7.1 PRVÉ VEĽKÉ UNIVERZÁLNE RÝPADLO

Keďže inžinierske kancelárie v P&H pracovali naplno, ešte v roku 1927 uzrel svetlo sveta P&H Model 300, prvý univerzálny stroj ktorý niesol v názve dve písmená, dodávaný s pásovým podvozkom a pohon podľa výberu zákazníka, elektrický, benzínový alebo naftový, a vo variantách rýpadla, vlečného korčeka, drapáku, magnetu alebo stavebného žeriavu a iných. Alonso a Henry veľmi rýchlo pochopili, že požadovanú kvalitu docielia len s kvalitnými materiálmi, technológiami, kvalitným riadením procesov a personálom. Bolo im jasné že čokoľvek od rýpadla po žeriav si človek kupuje len za jediným účelom a síce, minimalizovať náklady na manipuláciu a pracovanie s materiálom, tak to hovorila ich vlastná reklamná brožúra. Pri kúpe nerozhoduje teda počiatočná cena stroja, ale cena za manipuláciu s tonou materiálu. Bol to práve tento atribút, ktorý dominoval, čo do výhod, v porovnaní s konkurenčnými strojmi a tak sila a cena značky naďalej rástla. Doposiaľ boli všetky stroje P&H nitované alebo skrutkované, to sa zmenilo so začiatkom tridsiatych rokov, kedy celá výroba prešla na celozvarované konštrukcie. Výhody boli jasné, celozvarované konštrukcie boli ľahšie, pevnejšie a teda rástla užitočná hmotnosť a klesala cena za manipuláciu s tonou materiálu. Ďalšie významné zlepšenie nastalo vďaka zavedeniu Ward -Leonardových DC motorov, Alonsovi s Henrym trvalo ich zavedenie o čosi dlhšie ako konkurencii, no stálo to za to, lebo si pripravili pre každý model na mieru pripravené vybavenie. To znamenalo rýchlejšie kopanie a menšia únava strojníkov. Doposiaľ musel strojník disponovať značnou silou, vytrvalosťou a odolnosťou ak chcel pohybovať mohutnými pákami, ktoré museli byť ťahané a tlačené za účelom ovládania stroja. [15]



Obr. 23 Všetky dostupné varianty modelu P&H 300 [15]

4.7.2 ZVYŠOVANIE OBJEMU LOPÁT

So začiatkom tridsiatych rokov pokračuje aj príbeh Bucyrus Erie 750-B, v júni tohto roku , na požiadanie od vedenie bane na účinnejšie rýpadlo, poslala spoločnosť do bane v Michigane špeciálne upravenú 750-B. Špeciálne preto, lebo to bolo prvé rýpadlo, ktoré disponovalo protizávažím zdvihového systému, to umožnilo nárast objemu lopaty o takmer 50% na 14 kubických metrov, zvýšenie hmotnosti na 1 000 ton a predovšetkým šetrnejšiemu používaniu. Systém spočíval v pohyblivom protizávaží umiestnenom vzadu hore na otáčacom ráme a spojeným s bubnom, ktorý obstarával dvíhanie násady, vlastnými lanami. Vertikálny pohyb podobný výťahu vyrovnával pohyb prázdnej násady, teda všetka zdvihová sila mohla byť použitá na naplnenie lyžice na násade a následnej manipulácii. Takáto verzia bola označovaná ako Bucyrus Erie 750-B Series II , vo výrobe bola roku do 1940 , no vyrobené boli len štyri kusy. Málo predaných kusov malo na svedomí vedenie spoločnosti , v rovnakom čase sa od roku 1935 predával už aj väčší brat spomínaného modelu, 950-B. Ten vážil 1 250 ton a disponoval násadou s lyžicou o objeme 23 metrov kubických, po vzore mladšieho predchodcu aj protivyvažovacím systémom. Novinkou bola trubicovitá násada pre lyžicu, tá sa mohla mierne pootáčať a tak zmenšiť napätie, a dvojdielne rameno. Ďalšia novinka spočívala v privarení lopaty na násadu, doteraz bol tento spoj nitovaný alebo skrutkovaný, to spôsobilo zníženie hmotnosti lopaty na úkor zvýšenia manipulovateľnej hmotnosti. Za šesť rokov výroby ich vyšlo z továrne v Milwaukee celkom šesť kusov.



Obr. 24 Lopata rýpadla 950-B [46]

Marion samozrejme odpovedal na výzvu modelom Marion Model 5600, ktorý predstavil na konci dvadsiatych rokov, bol väčší ako ktorýkoľvek zo spomínaných modelov a aj ďalší jeho nástupca bol menší. S váhou 1550 ton a s násadou s lopatou o objeme 11,4 metra kubického to bol unikátny kus pre United Coal Companies, sídliačich na juhu štátu Illinois. Následovníkom z roku 1932 sa stal 1158 tonový model 5560 ktorý bol rovnako ako 750-B II manipulovať s lopatou o objeme 13,7 m³. Obdobne ako spomínaný konkurent, aj Marion ponúkol verziu s protivyvažovacím systémom alebo bez. V októbri 1935 vylepšili aj 5560 a tak vznikol Marion Model 5560 Series II , ten vážil 1550 ton a operoval s násadou s lyžicou o objeme až 24,4 metra kubického na ramene dlhom 32,15 metra. Produkcia skončila o dva roky neskôr no pomerne úspešne, vyrobilo sa päť kusov originálu a štyri kusy vylepšeného modelu. [9] [1] [8]



Obr. 25 Marion Model 5560 s protivyvažovacím systémom [1]

5 DOLOVACIE RÝPADLÁ S VLEČNOU LOPATOU, ČASŤ I

Samostatná kapitola strojov sú ďalšie deriváty z dolovacích rýpadiel a síce rýpadla s vlečnou lopatou. Konštrukcia je zo začiatkov písania histórie týchto strojov takmer identická, no ku koncu sa už viac menej rozchádza.

5.1 ZAČIATKY A PRVENSTVÁ

História sa začala písať v roku 1904 keď otec rýpadla s vlečnou lopatou, John W. Page , respektíve jeho zmluvná firma , Page&Schnable, dostala zakázku na projekt Chicagskeho odvodňovacieho kanálu. Nebol ale schopný nájsť stroj, ktorý by bol schopný kopať pod úroveň na ktorej sa nachádza. Nespokojný s touto skutočnosťou sa rozhodol postaviť svoje vlastné rýpadlo, ktoré by tento problém vyriešilo. Prvý model nebol schopný samostatného pohybu a celkovo to nebola práve podarená konštrukcia, no účelu poslúžil. Následne v roku 1909 úspešne postavil svoje rýpadlo s vlečnou lopatou ktoré sa aj predávalo. Page Model 222 spočíval na štvorici koľajnicových podvozkov a pozostával z lopaty o objeme 1,9 metra kubického a ramena o dĺžke 30,5 metra a valca motora o výkone 150 konských síl. Vrtanie a zdvih boli 33 na 51 centimetrov a maximálne otáčky motora boli 250 za minútu. Zdvihový systém bol ovládaný cez laná, ktoré boli navinuté na bubon.



Obr. 26 Takto vyzerá zreštaurovaný Page Model 222 dnes [6]

Po úspechu s úplne prvým modelom, konkurencia nenechala na seba dlho čakať. James O. Heyworth si nechal patentovať svoje Heyworth-Newman Dragline Excavator, ktorého prvý kus bol vyrobený v roku 1908 pre Chicago a výkop sanitárneho okresného kanála. V roku 1910 Heyworth navštívil vedenie Bucyrus a ponúkol na predaj výrobné práva na svoje rýpadlo. Vtedy ich už niekoľko úspešne fungovalo v danej oblasti. Vedenie spoločnosti videlo veľký prínos do budúcnosti pre firmu a tak neváhali a akceptovali Heyworthovu ponuku. Touto kúpou Bucyrus vstúpil na trh s rýpadlami s vlečnou lopatou. Po roku predstavili Bucyrus Class 24 ako najväčšie rýpadlo svojho druhu. Disponovalo lopatou o objeme 2,7 kubického metra a tá pracovala na ramene o dĺžke 30 metrov. Pohon bol parný.

V roku 1912 po zistení, že je záujem o tieto stroje a ponuka je minimálna, založil Page Engineering Co. so sídlom v Chicagu, Illionis. Page , ešte v roku 1907 objednával svoj zdvihový mechanizmus u Monighan Machine Works a tí sa okamžite zaujímali o takéto stroje. Rok na to sa spoločnosť premenovala na Monighan Machine Company.



Obr. 27 Heyworthove rýpadlo pri hĺbení kanála, Chicago [8]

O rok neskôr si Bucyrus vydobyl ďalšie prvenstvo, predstavil Bucyrus Class 14 , prvé rýpadlo s vlečnou lopatou na pásovom podvozku. Spoločnosti sa síce darili a predaje celkovo dosiahli 370 kusov z celej Class série. Vedenie s tým ale nebolo spokojné, pretože na trhu sa objavil výrobca, ktorého stroje boli vybavené patentovaným kráčajúcim systémom. Bola to práve Monighan Machine Company . Pod jej vedením pracoval mladý konštruktér Oscar Martinson, ten neustále sledoval, aké obmedzujúce je pohybovať s tými strojmi na koľajnicových podvozkoch, alebo len prostým šmýkaním po drevenej guľatine. Neuniklo mu ani to, že pásové stroje vyvíjajú veľký kontaktný tlak na zeminu pri pohybe. Bolo zložité nájsť ten správny podvozok pre takéto druh rýpadla, dolovacie rýpadlá mohli stáť na sadách pásov a vyvíjať veľký kontaktný tlak, pretože boli na pevnom podklade, rýpadla s vlečnou lopatou ale zväčša nemali pevný podklad, bolo to v rozpore s ich použitím. Často sa museli pohybovať po už navrhenej skrývke alebo premočenom teréne, kde potrebovali mať čo najmenší kontaktný tlak. Žiadne z rýpadiel Bucyrus ale nedisponovalo vhodnou hnacou jednotkou, ktorá by obstarávala pohyb, tak sa len pomaly priťahovali pomocou vlečných lopát.



Obr. 28 Jediný variant pohybu pre Bucyrus bol po guľatinách na trámoch [2]

Oscar teda vynašiel kráčajúce zariadenie, pridaním dvoch pohyblivých „botičiek“ k otočnému rámu rýpadla, po jednej na stranu. Prvý kráčajúci stroj bol Monighan 1-T a následne aj 3-T. Kľúčom k úspechu bola jednoduchosť. Každá takáto operná pätká bola uchytená reťazou k trámu, ktorý visel z excentrického čapu a tvoril samotnú pätku. Hnacia hriadeľ siahala naprieč celým rýpadlom a otáčala čapmi, teda aj pätkami, okružným pohybom tak, aby sa obe pätky naraz dotkli zeminy a zdvihli zadnú časť rýpadla nad zem. S pokračujúcim pohybom hriadele sa stroj potlačil vzad na dĺžku jedného jeho kroku a jemne sa položil na zem. Tento proces sa opakoval krok po kroku a rýpadlo sa pohybovalo. Pri práci s vlečnou lopatou bol stroj položený na svojej kruhovej spodnej časti, aby bol kontaktný tlak čo najmenší, teda rozložený na čo najväčšiu plochu, a pätky viseli na reťaziach po bokoch stroja. [2] [6] [9]

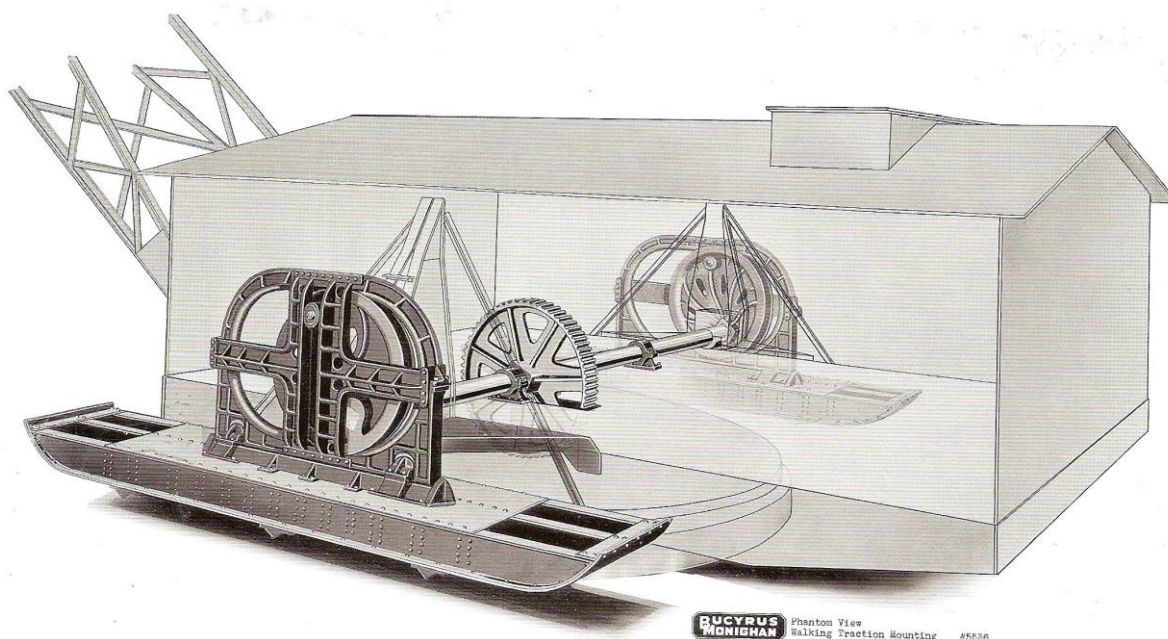


Obr. 29 Prvé kráčajúce rýpadlo, Monighan 1-T [2]

Alonso a Henry taktiež tvrdo pracovali a nechceli sa nechať zahanbiť konkurenciou, na začiatku dvadsiatych rokov teda uviedli svoje prvé rýpadlo s vlečnou lopatou, označované ako P&H Model 210. Išlo o prvé rýpadlo svojho druhu, kde tri hlavné pohyby zaobstarával benzínový motor a podvozok bol postavený na kolesách. Rýpadlo disponovalo lopatou o objeme 1,1 kubického metra a ramenom o dĺžke 12,2 metra. K zdokonaleniu prišlo o sedem rokov na to, ako som už spomenul, s univerzálnym rýpadlom, modelom 300. Jedna z možností bola práve ako rýpadlo s vlečnou lopatou. [15]

Okolo roku 1923 sa začal objavovať iný pokus o kráčajúce rýpadlo, na svedomí ho mal John W. Page. Svoj model, nesúci označenie 430 vybavil 6,1 kubíkovou lopatou a tromi stojatými nohami, dvomi vpredu a jednou vzadu, ovládanými ozubeným hrebeňom a pastorkom. Nohy boli pripevnené k nezávislej rámovej konštrukcii pohybujúcej sa po valčekoch. Za účelom pohybu sa nohy predĺžili smerom dole a tým nadvihli celý stroj nad zem. Po nadvihnutí sa stroj potiahol pomocou reťazí po vodorovnej valčekovej trase vnútri rámu, aby dokončil jeden krok.

O rok neskôr Page ohlásil model 726, benzínový pohon už pre tieto rýpadlá bol ohlásený od P&H, zostalo teda vyvinúť dieselový. Presne to Page spravil, skonštruoval štvortaktný motor do „V“, alebo v rade za sebou špeciálne pre aplikáciu v týchto strojoch. Väčšinou išlo o motory V-6, V-8 a V-10 s vrtním valca dosahujúcim takmer 32 centimetrov. Takéto motory dosahovali výkonov až 1100 konských síl a všetky sa používali pri konštantných otáčkach, 450 za minútu.



Obr. 30 Vylepšený systém kráčania, systém sa zjednodušil predovšetkým vďaka použitiu jednej hriadele [2]

V roku 1925 Martinson ešte vylepšil svoj kráčajúci podvozok. Ret'aze vymenil za veľku vačku s tvarom kolesa, ktorá sa pohybovala po oválnej dráhe v ráme a ten bol výkyvne uložený k pätkám.[OBR BUcy 100] Nová séria rýpadiel s označením „W“ vyšla z továrni, počnúc modelom 3-W a okamžite zapríčinila, že séria T sa začala označovať ako zastaralá. S novým systémom Monighan vyprodukoval niekoľko rekordných strojov. O rok neskôr nasledoval model 6-W s lopatou o objeme 4,6 kubického metra na ramene o dĺžke 31 metrov. Časom sa pridala ešte model 6150 s rovnakým objemom lopaty, no ramenom dlhším o 15 metrov. Drvivá väčšina týchto rýpadiel bola predávaná s dieselovým pohonom a bubnami ovládanými cez spojky a brzdy. Monighan sa spoliehal na motory od dvoch výrobcov, Fairbanks-Morse alebo Cooper-Bessemer. Obaja výrobcovia používali nízko otáčkové motory na štýl námorného typu s pracovnými otáčkami v rozsahu od 350 do 450 za minútu. S počiatkom označovania štvormiestnym číslom, 6150, 6160, 8160 Monighan narušil štandardy. Prvé číslo označovalo objem lopaty v kubických yardoch, nasledujúce trojčíslo dĺžku ramena v stopách. Posledné menované teda disponovalo lopatou o objeme 6,1 metrov kubických na ramene 49 metrov dlhom.

Predtým, ako sa rýpadlá s vlečnou lopatou ujali v povrchových baniach, svetlo sveta uzrelo pár modelov, ktoré boli na pásovom podvozku. Najväčším z nich bol Bucyrus Class 375 vážiaci 438 ton s lopatou o objeme 7,7 metrov kubických a ramenom dlhým 49 metrov. Pohon bol elektrický a celú nadstavbu niesli štyri pásové dvojice. Tento konkrétny kus pracoval na Floride a staral sa o odkrývanie fosfátu. [2] [6]



Obr. 31 Bucyrus Class 375 [2]

5.2 SPOLOČNOSTI NABERAJÚ NA ISTOTE

So začiatkom tridsiatych rokov dvadsiateho storočia sa vedenie Bucyrus rozhliadalo po možnosti, ako sa dostať na svetový trh a do Európy. Spojili sily s britskými Ruson & Hornsby Ltd. Vlastníctvo bolo rozdelené presne na polovicu medzi oba celky. Taktiež to bola jediná spoločnosť mimo USA, ktorá mala dlhodobú tradíciu od roku 1874 a ponúkala vo svojom portfóliu rýpadlá všetkých veľkostí, aj obrích rozmerov, ktoré ponúkali Bucyrus a Marion. Získali teda bránu na európsky trh a Anglicko slúžilo ako sprostredkovateľ medzi Bucyrus a ktoroukoľvek krajinou, ktorá mala záujem o obchod.



Písal sa rok 1931, keď Bucyrus Erie Company prejavilo záujem o spoločnosť Monighan. Ešte pred plným prevzatím v roku 1934 stihol Monighan pokoriť vytúženú hranicu 10 yardovej lyžice. Model W-10 teda disponoval objemom 7,7 kubických metrov. Krátko na to už celý Monighan bol pod plnou kontrolou Bucyrus, meno spoločnosti sa zmenilo na Bucyrus-Monighan Company. Týmto krokom sa Bucyrus- Erie dostal ku všetkým typom kráčajúcich rýpadiel s vlečnou lopatou a takmer okamžite sa dostavili výsledky. Hladný po rekordoch v roku 1935 predstavili 950-B s vlečnou lopatou, najväčší stroj svojho druhu. Lopata o objeme 9 metrov kubických visela z doposiaľ najdlhšieho ramena na svete o dĺžke neuveriteľných 76 metrov. Prevádzková hmotnosť činila 1000 ton.[OBR BUCY 103] Rýpadlo bolo zaslané do Brazílie, kde odhaľovalo mramor. Bolo považované za konštruktérsky zázrak a položilo základy pre ďalšie omnoho väčšie rýpadlá, ktoré sa objavovali v nasledujúcich troch dekádach. [1] [2]



Obr. 32 Bucyrus 950-B, dvojitý rekordman - vo veľkosti a dĺžke ramena [1]

Systém, s ktorým prišiel Martinson, bol považovaný za neprekonateľný v triede malých a stredných rýpadiel s vlečnou lopatou. Jediná hnacia hriadeľ a pätky, to bolo všetko, čo bolo potrebné na presun stroja. Jedno z najúspešnejších malých rýpadiel tohto druhu bolo Bucyrus Monighan 5-W, navrhnuté a postavené v továrni v Chicagu. Predstavené tak isto v roku 1935 ako rýpadlo s objemom lyžice 3,5 metra kubického na 37 metrovom ramene. Na výber bolo z dvoch pohonných variant, nafta alebo električka. Populárne pri použití v povrchových baniach, štrkovniach, na zavlažovacích projektoch a na rôzne stavebné účely. Stále je rekordérom v počte predaných kusov rýpadla s vlečnou lopatou. Až 79 kusov opustilo továreň v Chicagu a ďalších 62 vyrobila Ruston- Bucyrus továreň v anglickom Lincolne. Vyrábali sa do roku 1971.



Obr. 33 Bucyrus-Monighan 5-W, zachytené pri kroku vzad [8]

Marion pomerne dlho mlčal, o predaje v Anglicku sa mu starali Ransomes&Rapier, spoločnosť založená štyrmi konštruktérmi v roku 1869, chceli vyrábať železničné vybavenie a iné hrubé potreby. V roku 1914 začali s výrobou dvoch malých parných rýpadiel na priamu zákazku. Lanom ovládaný patentovaný systém na ovládanie násady s lyžicou, ktorý vytvorili za týmto účelom, si nechali patentovať a neskôr ho odkúpil Bucyrus. Po prvej svetovej vojne vzrástol dopyt po rýpadlách, tak sa v roku 1924 dohodli s vedením Marion, že budú pod ich menom vyrábať rýpadlá s vlečnou lopatou. Vyrábali objemy od 0,7 do 6,2 metra kubického. Táto dohoda vypršala v roku 1936. R&R začali vyrábať svoje rýpadlá s označením 4120 nasledovaným 4140.

Pred začiatkom druhej svetovej vojny sa Marion zobudil a predstavil svoj vstup na trh s kráčajúcimi rýpadlami s vlečnými lopatami. Marion Model 7200 bol poháňaný dieselovým motorom alebo elektricky a na ramene dlhom 36,5 metra pracovala lopata o objeme 3,8 metra kubického. Neskôr prišlo vylepšenie v podobe modelu 7200s ktorý pracoval s lopatou o objeme 5,3 m³. O rok neskôr prišiel aj model 7400, ktorý pracoval s lopatami o objeme od 7,6 do 8,4 metrov kubických. Dĺžka ramena bola 64 metrov a prevádzková hmotnosť okolo 600 ton. Bol rok 1942 a továreň opustil Model 7800 s titulom najväčšie rýpadlo svojho druhu na svete, schopné manipulovať lopatou o objeme až 23 metrov kubických na ramene dlhom 56,3 metra. Vnútri samotného rýpadla sa ešte nachádzal žeriav s kapacitou 100 ton, ktorý slúžil pri servisných úkonoch na rýpadle. To sú naozaj úctyhodné hodnoty, o to viac, že Marion ich dokázal dosiahnuť po troch rokoch na trhu s veľkými rýpadlami s vlečnými lopatami. Počas svojej odmlky vyvinuli vlastný systém kráčania poháňaný hydraulicky, princíp rovnaký ako konkurencia. [1] [9]

5.3 SPOLOČNOSŤ BUCYRUS PRED A CEZ DRUHÚ SVETOVÚ VOJNU

Spoločnosti Bucyrus sa darilo, po pribratí Erie a trvajúcim záujme o Monighan sa rozhodli rozšíriť pôsobisko aj do iných odvetví banského priemyslu. Písal sa rok 1933 keď kúpili výrobné práva od Armstrong Drill Company, Iowa. Armstrongova spoločnosť mala korene až v roku 1868, od tej doby pracovala na svojich produktoch a vo svojom portfóliu mala moderné, všeobecne uznávané, vrtné súpravy na olej, vodu a pojazdné súpravy na vrtné otvory rovnako ako ja náradie a potreby pre vrtanie. Spoločnosť ako stvorená pre zákazníkov Bucyrus, ktorí často museli vykonávať odstrel horniny predtým, ako začali s ťažbou. Vrtné súpravy v súčasnosti tvorili jeden z troch kľúčových produktov spoločnosti, ďalej to boli rýpadlá a kráčajúce rýpadlá. Boli to časy americkej krízy, ktoré tlačili Bucyrus do ďalších krokov. Divíziám Bucyrus-Monighan a Bucyrus-Armstrong sa darilo, no nič to nezmenilo na fakte že továrne v Milwaukee, Erie a Evansville pracovali na jednu tretinu možného výkonu. Za všetko mohol fakt, že väčšina spoločností sa rozhodla riešiť krízu rovnako ako Bucyrus, ponúkaním nových možností. Za spomenutie stojí ešte jedno meno, Robert Glimour LeTourneau. Vynálezca, ktorý za svoj život vyprodukoval tri stovky patentov. Z celej škály amerických spoločností sa jemu darilo riešiť krízové roky najviac. Americká vláda sa rozhodla riešiť krízu finančným injekciami do rôznych verejných projektov, množstvo z nich sa týkalo ťažkého priemyslu alebo poľnohospodárstva a to bola pôda pre jeho nápady. Vymýšľal, konštruoval a predával veľké kvantá rôzneho prípojného náradia a príslušenstva pre práce so zeminou. Keďže LeTourneau produkoval iba príslušenstvo, spoločnosti vyrábajúce ťahače museli zväčšovať ťahače a stíhať jeho tempo. Jediná spoločnosť, ktorá to úspešne dokázala, bol už spomenutý Caterpillar, ten sa rozhodol používať Dieselove motory a vylepšil svoje pásové podvozky, ťahače a traktory, ktoré boli schopné ťahať aj tie najväčšie produkty niesli označenie Caterpillar D8 a boli to doteraz najväčšie a najsilnejšie stroje svojho druhu.



Obr. 34 Legendárne Caterpillar D8 ťahajúce prvé skrejpre [47]

Čo narobilo problémy pre Bucyrus bol skrejper, LeTourneau ho stále a stále zlepšoval. Niektorí podnikatelia zistili, že so skrejprami sa dajú niektoré druhy materiálov presunúť omnoho lacnejšie ako rýpadlom a nákladňakom. Začali sa hlásiť potencionálne straty v predajoch rýpadiel, práve na úkor spomenutých strojov. To sa vedeniu nepáčilo a chcelo tiež svoj podiel. Spolu s Caterpillar boli najväčšími výrobcami traktorov ešte International Harvester a ten plánoval rozšíriť výrobu, no nechcel vyrábať iné produkty. Skúsenosti tej druhej firmy so zemnými prácami sa páčili vedeniu oboch. Diskusie ukončil opäť W. W. Coleman a povedal že spoločnosť si nesmie nechať ujsť takúto príležitosť. Bucyrus sa teda

stal hlavným dodávateľom dielov. Inžinieri z oboch firiem úzko spolupracovali na vývoji nových prídavných zariadení, skrejprov, radlíc a nakladačov. Spolupráca skončila po dvadsiatich rokoch na žiadosť druhej strany.

S druhou svetovou vojnou bol zaznamenaný aj nárast dopytu po rýpadlách. Vláda vyžadovala štandardné produkty, nebolo teda potrebné meniť akékoľvek nástroje alebo zaškoľovať nových ľudí za účelom špeciálnej výroby. Cez vojnu boli dve tretiny produkcie vyčlenené na vojnové účely, najpopulárnejšia armádna položka bolo univerzálne rýpadlo 15-B. Zaujímavý je fakt, že vedenie odmietalo vyrábať čokoľvek iné pre vojenské potreby, okrem nosičov zbraní, ako svoje štandardné stroje. V roku 1942 vláda ponúkla vedeniu možnosť dozerat' a viesť továreň na výrobu tankov, ktorú otvoril v južnom Milwaukee. Lukratívnu vládou financovanú ponuku ale vedenie rázne odmietlo. [2] [17]

Bucyrus pokračoval vo výrobe kráčajúcich rýpadiel. Uviedol ešte model 7-W a 9-W. Po vojne pridal v roku 1945 model 200-W s objemom lopaty $4,6 \text{ m}^3$, toto rýpadlo bolo veľmi obľúbené v pieskovniach, štrkovniach a pri malých povrchových prácach. Rok potom aj 500-W s objemom 9 m^3 . Modely doposiaľ menované boli poháňané elektricky, neskôr sa k nim pridali modely s dieselovým pohonom, 450-W a 480-W, druhý z menovaných disponoval lopatou o objeme 11 m^3 a nízkootáčkovým motorom o výkone 1000 koní. Dodávateľov motorov používal Bucyrus-Monighan rovnakých ako Monighan pred pričlenením. Všetky menované stroje sa vyrábali v Chicagskej továrni a zamestnávali ju až do jej zavretia v roku 1958. Následne bola výroba všetkých kráčajúcich rýpadiel premiestnená do Milwaukee.



Obr. 35 Bucyrus-Monighan 7-W pri kroku, v tejto fáze spočíva 80% hmotnosti rýpadla na pätkách [9]

Ako som pri modeli 950-B spomenul, stal sa základom pre ďalšie, väčšie modely. Trvalo síce dekádu, kým prišiel nástupca, no predsa v polovici štyridsiatych rokov opustil továreň prvý Bucyrus-Monighan 1150-B. Výbavu tvorila lopata v rozsahu 15 až 19 kubických metrov a prevádzková hmotnosť činila 1200 ton. Priemer dosadacej kruhovej časti bol 13 metrov a ramená sa dodávali s dĺžkami 55 až 66 metrov v závislosti na zvolenej lopate. V rýpadle pracovala dvojica elektrických generátorov, jeden dosahoval výkonu 1250 konských síl a druhý 500. Stroj disponuje dvojicou zdvíhacích motorov a dvojicou ťahových

motorov. Každý má výkon 425 koní. Ďalej tri motory slúžiace na otáčanie, každý 125 koní, a dvojica motorov o výkone 100 koní zaisťujúca kráčanie stroja. Rýchlosť presunu dosahovala takmer dva kilometre za hodinu. Rýpadlo získalo prezývku „Čudák“ vďaka zvláštnym zvukom, ktoré vydával transformátor a s ktorými nevedel nikto nič spraviť. Počas výroby sa vyrobilo 16 kusov do päťdesiatych rokov. Po niekoľkých rokoch práce štyri boli rozobraté a prepravené do Anglicka v rámci ozdravujúceho programu po druhej svetovej vojne, požičaj - najmi. Tu stroje pomáhali pri rýchlom získavaní tak potrebného uhlia. V roku 1950 sa k nim pridalo aj posledné, sedemnásť vyrobené rýpadlo a ukončila sa výroba.



Obr. 36 Bucyrus-Erie 1150-B nasýpa skrývku do násypky v severnej Minnesote [2]

O rok neskôr Bucyrus- Erie predstavil model 650-B. Štandardne bolo vybavené skoro 60 metrovým ramenom, s ktorým bolo schopné operovať s lyžicou o objeme 11,5 m³. Pokiaľ bolo nutné stroj disponoval dlhším ramenom, 84 metrovým, no pracovný objem klesol na 7,6 metra kubického. Prevádzková hmotnosť bola 800 ton a stroj vychádzal z Monighanových modelov, avšak bol väčší ako čokoľvek čo ponúkal. Rýpadlo malo elektrický pohon.[1] [2]

5.4 SKROMNOSŤ A „SUPERSILA“

V tom istom roku z továrne od Page Engineering Company vyšiel Page Model 631. Prvé elektrické rýpadlo od tejto spoločnosti. Rýpadlo bolo strednej triedy, Page ani netúžil vyrábať gigantické rýpadlá, pretože si bol vedomí, akú konkurenciu by mal, tak sa sústredil na svoju strednú triedu. Tam bol naozaj dobrý a stíhal držať krok. Elektrická sústava pozostávala z dvoch motorov, o výkone 300 konských síl, na jednosmerný prúd, z toho jeden bol určený



na zdvih a jeden na ťah a ďalších dvoch jednosmerných motorov o výkone 90 koní, ktoré obstarávali otáčanie stroja. Sústava bola poháňaná dvomi striedavými motor-generátormi, ktorých výkon spolu činil 800 konských síl. Pracovné náradie tvorila lopata o objeme 6,1 metra kubického na ramene o dĺžke 61 metrov. Pohyb rýpadla obstarávali rovnako pätky ako u konkurencie, no iným systémom ako Martinsonovým. Ten prešiel posledným zlepšením ešte v roku 1935 keď predstavil rýpadlo s označením 620 s rovnakou lopatou. Taktiež išlo o prenášanie excentrického pohybu na pätky, tie boli pripevnené na stroj „nohami“. Spodný koniec nohy bol spojený otočnou kľukou na konci hriadele, určenej na kráčavý pohyb, štrbinovým ložiskom. Kľuka bola spojená aj so závesom ktorý niesol celú váhu rýpadla pri kroku. Horným koncom bola „noha“ vedená valčekom v dráhe držiacej na tele stroja a pohybujúcej sa v zvislej štrbine na „nohe“. Pohyb kľuky spôsobil, že sa pätky pohybovala po eliptickej dráhe, potrebnej pre hladký kráčajúci pohyb. Tento systém používal Page až do ukončenie spoločnosti. [8] [9]

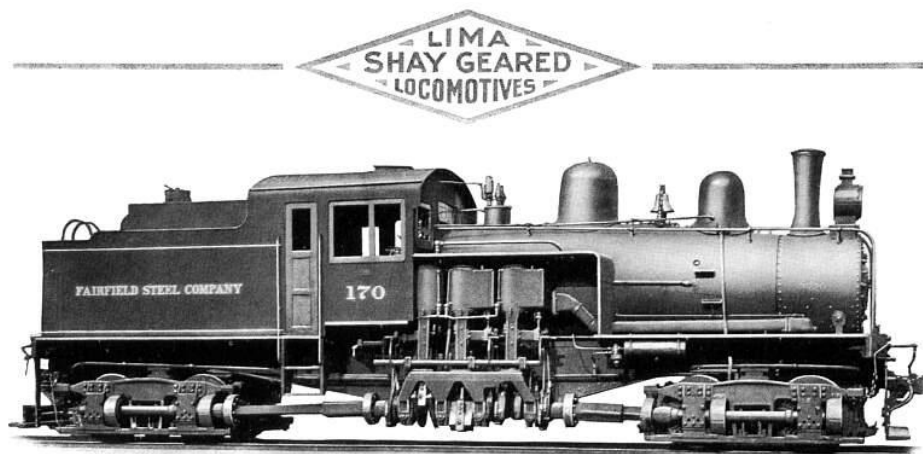


Obr. 37 Page 631 [8]

Lima Locomotive Works, spoločnosť fungujúca od sedemdesiatych rokov devätnásteho storočia sa preslávila najmä vďaka výrobe sprevodovanej lokomotívy, s podobným ústrojím ako je dneska kľuková hriadel, určenej na ťažbu dreva, patent pod ktorý sa podpísal Ephraim Shay. So začiatkom dvadsiateho storočia železnice zistili, že rýchlosť je rovnako dôležitá ako účinnosť a lokomotívy výrazne klesli predaje, spoločnosť sa teda preorientovala na parné žeriavy, železničné snežné frézy a iné ťažké stroje. Úspech sa priklonil na stranu spoločnosti zase v dvadsiatych rokoch vďaka „super sile“ ktorú vyvinul Wiliam E. Woodard. Ten upravil asi všetko, čo sa upraviť dalo a výsledkom bola lokomotíva účinnejšia o 26% ako jej predchodca. Celé ďalšie fungovanie spoločnosti bolo odvinuté od zlepšovania tejto „super sily“, pre nás podstatné je, že občas skonštruovali aj nejaké rýpadlo a to najpodstatnejšie prišlo v roku 1948.

Rýpadlo získalo titul legendárne, pretože to bolo jediné Lima rýpadlo ktoré poznal snáď každý a nič ho neprekonal až do ukončenia spoločnosti v roku 1981. „Lima 2400“, model

ktorého sa predali stovky kusov po celom svete, reputáciu si vytvoril ako robustné rýpadlo ,alebo rýpadlo s vlečnou lopatou, v kategórii 4,5 až 6,1 metra kubického. Pohon bol dieselovým motorom Caterpillar D397 , ten mal 12 valcov usporiadaných do „V“ a výkon 500 konských síl pri 1200 otáčkach za minútu. Tieto stroje pracujú po renovácii dodnes, aj ako žeriavy. [22] [9]



Obr. 38 Prvá lokomotíva s kľukovou hriadeľou [48]



Obr. 39 Mnoho kusov sa dodnes používa, Lima 2400 [9]

6 ĚRA OBROVSKÝCH DOLOVACÍCH RÝPADIEL

Zatiaľ čo pri rýpadlách s vlečnou lopatou bol Bucyrus mierne lepší, pri dolovacích rýpadlách ešte nebolo rozhodnuté. Začiatok štyridsiatych rokov je v znamení inovácii a vylepšovaní predchádzajúcich modelov. Až sa konštruktéri dostanú do fázy kedy už nie je čo vylepšovať tak, aby bolo rýpadlo výhodne pred prevádzkovateľov.

6.1 PRETAVOVANIE SKÚSENOSTÍ Z VEĽKÝCH RÝPADIEL NA MENŠIE

Až do roku 1940 Marion Model 5560 nemal nástupcu. Zmenil to Marion Model 5561 a ukázal sa ako rozumná investícia, keď sa stal najpredávanejším modelom spoločnosti, s objemom lopaty väčším ako 7,6 metra kubického. Pracovný objem tohto rýpadla bol od 26,7 do 34,4 metra kubického a prevádzková hmotnosť bola okolo 1788 ton.

Samotný stroj bol výnimočný ešte konštrukciou násady s lopatou a jej upevnením na stroj. Násada lopaty bola výkyvne pripevnená k tuhej podpere, na konci ktorej bol systém pastorku a ozubeného hrebeňa, ktorý poskytoval potrebnú rypnú silu. Celý tento mechanizmus bol zakončený na kozlíku na vrchu rýpadla. Od lopaty po kozlík systém nápadne pripomínal zadnú nohu lúčneho koníka. Staršie verzie rýpadiel mali násadu lopaty priamo spojenú s rameno cez systém pastorku a hrebeňa. Toto premiestnenie zmenšilo nadmerné napätie, ktoré namáhalo rameno, tým pádom umožnilo ľahšie konštrukcie ramena s menšími nárokmi na pružnosť a pevnosť. Zotrvačné sily pôsobiace na rýpadlo počas práce sa významne zmenšili vďaka premiestneniu systému pastorku a hrebeňa na kozlík nad strojovňu. Dlhá pohybujúca sa podpera taktiež umožnila rýpadlu zabráť lopatou, pri výške na zemine, plynulý dlhý záber bez toho aby sa jej zuby zaryli do odkrytého uhlia.



Obr. 40 Nový systém uchytenia násady je viditeľný v porovnaní so starším modelom [2]

Tento systém sa stal poznávacím elementom moderného rýpadla, Marion ho okamžite rozšíril na všetky svoje stroje, Bucyrus s malým oneskorením. Prvé takéto rýpadlo bolo odoslané z továrne v marci toho roku do Indiany, odtiaľ bolo časom vyslané do Peabody Coal Company, Oklahoma. Celkovo sa vyrobilo 17 kusov, výroba bola ukončená v roku 1956. Zaujímavosťou je, že druhé rýpadlo, ktoré dorazilo na miesto o rok neskôr, bolo prerobené a stal sa z neho model 5562P pre baňu Bee Veer Mine. Žiaľ sa nedochovali žiadne ďalšie informácie o tomto unikátnom rýpadle.

Bucyrus bleskovo zareagoval a v znamení filozofie – väčší je lepší - predstavil vylepšený model 950-B, 1050-B ktorý pracoval s násadami od 19,8 do 34,4 metrov kubických. Prevádzková hmotnosť dosahovala 1 535 ton. Prvý kus v decembri 1941 zamieril do Fairview Clieries Corporation's Flamingo Mine, Illionis a bol vyzbrojený násadou s lopatou o objeme 25,3 m³. Celkovo bolo vyrobených 12 kusov, posledný opustil továreň v januári 1960 s najväčším možným pracovným objemom. Posledný kus sa ukázal ako najlepší model, zotrval v dlhodobej službe. Začal v United Electric Coal Companies, baňa Manner v Illionis. Odtiaľ sa po dvadsiatich dvoch rokoch prevádzky predal do Freeman United Coal Moning Company, baňa Industry, Illionis. Tam s malými prestávkami pracoval ďalších 20 rokov. Keď už sa zdalo, že ukončí svoju prácu, vždy sa našla ďalšia. V tandeme s najväčším 1050-B pracovalo veľké kolesové rýpadlo ktoré vyrobili Kolbe s Bucyrus Erie a nieslo označenie W3A. Unikátny je fakt, že W3A je nadstavba postavená na spodnej časti prvého 1050-B.



Obr. 41 Bucyrus Erie 1050-B z profilu, vyniká protivyvažovací systém [49]

Obe spoločnosti ale nevyrábali len obrie rýpadlá, skúsenosti a technológie sa snažili pretaviť aj do menších. V roku 1941 Marion predstavil Marion Model 5323 s prevádzkovou hmotnosťou okolo 1 033 ton a pracovným rozpätím od 8,4 do 15,3 metra kubického. Samozrejme ho nepredstavil len tak, bola to odpoveď na vtedy päť rokov starý Bucyrus-Erie 550-B. Rýpadlo vážiace 893 ton mohlo pracovať s násadami s lopatami od 8,4 do 18,4 metra kubického objemu. Oba modely naozaj profitovali z výhod využitých pri ich obrích súrodencoch. 550-B z dvojdielného ramena, z násady s rúčkou o kruhovom priereze,

z protivyváženého zdvihového systému. 5323 profitovala predovšetkým z nového systému uchytenia násady.

Po predstavení 1050-B a 5561 si dali obe spoločnosti pauzu, sústredili sa na menšie rýpadlá a do polovice päťdesiatych rokov nepredstavovali žiadne nové obrie rýpadlá.

Celkom 650 rýpadiel na elektrický pohon, modely rýpadiel od 75-B do 170-B, bolo doručených spokojným zákazníkom a so začiatkom dekády sa Bucyrus rozhodol vynoviť portfólia malých rýpadiel. Spoločnosť nasledovala svoje motto, že technológia nikdy neodpočíva. Nové výrobné techniky, vylepšené materiály a stály vývoj nových návrhov, vyvinutých predovšetkým na zlepšenie produktivity a zníženie prevádzkových nákladov. Vynovená stredná trieda, na základe veľkých bratov, otvorila dvere novej éry pre spoločnosť. Model 110-B s objemom $3,4\text{m}^3$, model 150-B s objemom $4,6\text{m}^3$, model 190-B s objemom $6,9\text{m}^3$ okamžite nahradili svojich predchodcov a stali sa základom pre ďalšie modely. [2] [1]



Obr. 42 Bucyrus Erie 150-B, vynovené malé nakladacie rýpadlo[2]

6.2 ZAČIATOK ÉRY MAMUTÍCH DOLOVACÍCH RÝPADIEL

Po prelome polovice päťdesiatych rokov nastáva zaujímavá éra, éra super odhrňacích rýpadiel alebo aj mamutích. Všetko sa začalo v júni oznámením spoločnosti Hanna Coal Company, so sídlom v Pittsburghu, že prijme najväčšie rýpadlo na svete. Spoločnosť už disponovala štyrmi rýpadlami Marion 5561, a oznámila, že bude do budúcnosti potrebovať väčšie rýpadlo, ktoré by splnilo jej podmienky.

Konštruktéri z Marion vyhovelí a predstavili Model 5760, skutočné super rýpadlo vážiace 2 750 ton, pracujúce s násadou s lyžicou o objeme $49,7$ metra kubického na ramene takmer 46 metrov dlhom. Celkovo sa týčilo do výšky 16 poschodovej budovy. Pre lepšie predstavenie si uvediem ešte fakt, že rýpadlo bolo schopné naberať 90 ton materiálu na jeden zdvih a vyložiť ich cez futbalové ihrisko do výšky desiateho poschodia. Takto bolo schopné

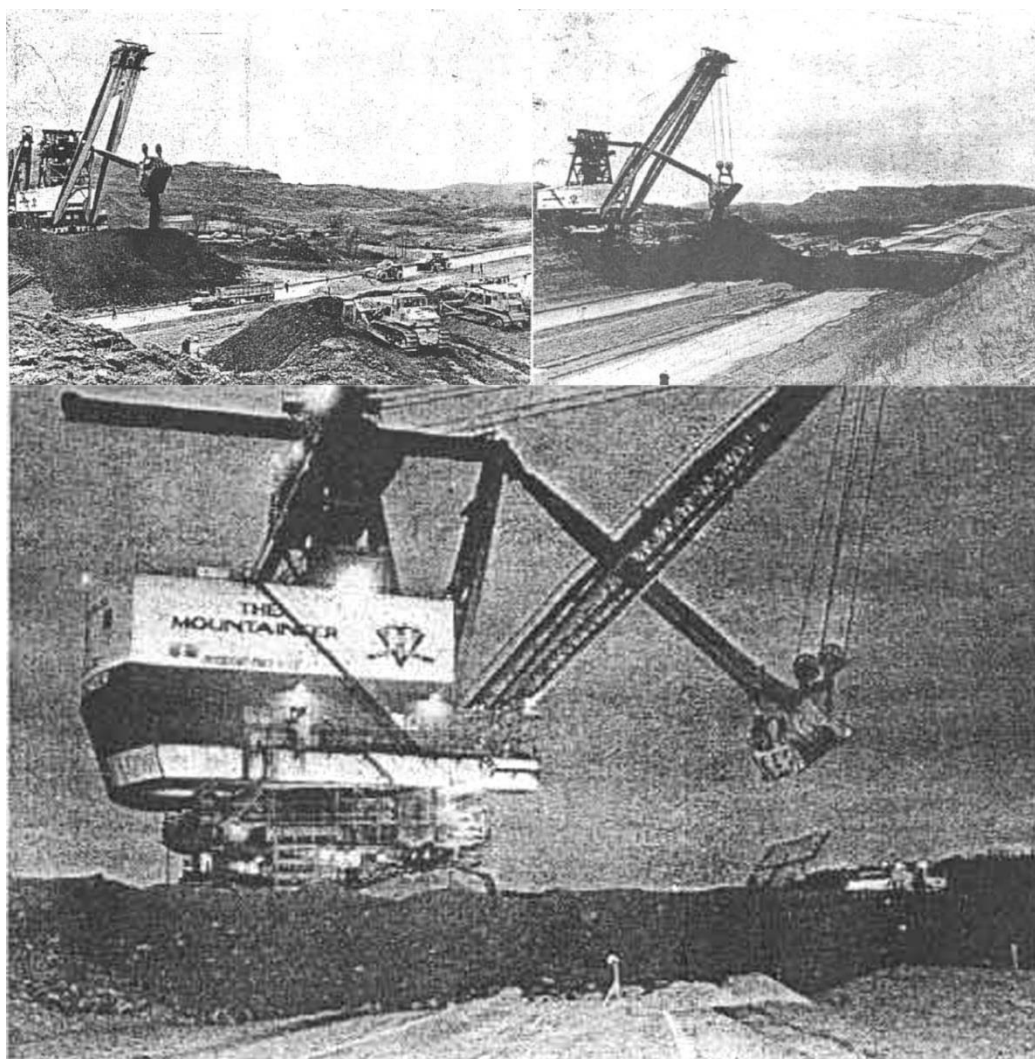
presunúť 7500 ton materiálu každú hodinu, ktorú pracovalo. K takýmto výkonom bolo potrebných celkovo 12 000 konských síl vyprodukovaných šesťnástimi elektrickými motormi, ktoré vyžadovali 7200 voltov napätia. Z toho štyri motory, každý o výkone 450 koní, zaisťovali cez 6,35 cm hrubé oceľové laná zdvih násady s lopatou.

Pri pohľade na násadu s lopatou vedenie spoločnosti pokrstilo model ako „The Mountaineer“, v preklade horal, a tento nápis ho zdobil až do konca jeho činnosti. Rýpadlo bolo skompletované na konci decembra. Devätnásteho januára 1956 sa konala ceremónia, pri príležitosti zdvihnutia ramena pre zainteresovaných ľudí z banského priemyslu, ako aj bežných divákov a televízie. Nasledoval presun na pracovisko, kde rýpadlo dorazilo tridsiateho januára a oficiálne začalo pracovať. Tento model bol zaujímavý svojimi číselnými hodnotami, no nebol to len objem lopaty a hmotnosť, čo ho robilo zaujímavým. Posádka rýpadla cestovala do kabíny výťahom, priamo zo spodnej časti, ktorý bolo možné používať aj za chodu rýpadla, ďalej to bol vyrovnávací podvozkový systém, ktorý bol automatický a umožnil prácu na nerovnom teréne. Za zmienku stojí aj automatický vysokotlakový trubkový mazací systém, ten v časových intervaloch premazával všetko potrebné na rýpadle.

V oblasti, kde bolo rýpadlo vyslané, pracovalo bez väčších ťažkostí až do roku 1979, potom bolo na desať rokov zaparkované a následne padlo rozhodnutie na rozmontovanie. Jediný problém nastal na začiatku sedemdesiatych rokov, kedy sa na rameno odtrhla stena a poškodila ho, inak šlo o veľmi kvalitné a neporuchové rýpadlo. Slávu si získalo ešte presunom cez diaľnicu, ten bol nutný na presun do inej časti bane. Po vybavení všetkých povolení zamestnanci firmy za jednu noc doslova zakopali diaľnicu zhruba desiatimi metrami zeminy, presunuli po nej rýpadlo a zase ju vrátili to pôvodného stavu...



Obr. 43 Prvé mamutie dolovacie rýpadlo, Marion Model 5760 – The Mountaineer [50]



Obr. 44 Veľké rýpadlo si žiada veľké projekty, presun „Horal“ cez diaľnicu [51]

Podľa vzoru „Horal“ boli postavené ešte ďalšie štyri takéto rýpadlá a v roku 1957, v apríli, dorazilo do Peabody Coal's River King bane jedno takéto. Meno nemalo o nič menej vznešenejšie ako predchodca, „Big Paul, the King of Spades“, v preklade Veľky Paul, kráľ lopát. Pracovný objem o niečo väčší, konkrétne 53,5 metra kubického, no na kratšom ramene ktoré malo takmer 43 metrov.

„Horal“ očaril všetkých až na konštruktérov z Bucyrus, tí dlho pracovali na vývoji nového rýpadla, až prišlo Bucyrus-Erie 1650-B. Rýpadlo disponovalo jedným prívlastkom naj a to najkrajšia kabína strojníka, ktorá mala panoramatický výhľad na celé pracovisko. Prvé bolo objednané pre Peabody Coal a ich River Queen baňu. V apríli roku 1957 začalo pracovať prvé rýpadlo špecifikované pracovným objemom 42,5 metra kubického a ramenom dlhým 44,2 metra. Váha dosahovala 2 450 ton. Rýpadla sa vyrobilo celkovo päť kusov, posledné v roku 1964. Jeho parametre boli výrazne odlišné od prvého, pracovný objem sa vyšplhal na 53,5 metrov kubických na ramene o dĺžke niečo viac ako 41 metrov. Pracovná váha poskočila na 2 874 ton. Tento model nikdy nezískal príliš veľa pozornosti, konštrukčne síce konkuroval Marion, no nikdy neprekročil tieň aký naň vrhal „Horal“.

Odpoveď nenechala na seba dlho čakať a z továrne vyšiel Marion Model 5761, mimochodom najlepšie predávajúci sa model dodnes. Výzorom sa nesmierne podobal na predchodcu, pracovať mohol s lopatami o objeme 45,8 až 57,3 metra kubického a v závislosti od použitej lopaty sa menila dĺžka ramena. Prevádzková hmotnosť dosiahla takmer 3 800 ton. Prvý odoslaný kus smeroval k Peabody Coal's a bol označovaný ako „Stripmaster“. Začal pracovať v januári 1959 a vybavený bol lopatou o objeme takmer 50 m³ a tá pracovala s ramenom o dĺžke viac ako 50 metrov. Celkovo sa vyrobilo 15 kusov samotného rýpadla a jeden kus pásové podvozku, na ten namontovali kolesové rýpadlo od Krupp.

Jeden z modelov postihlo v polovici osemdesiatych rokov nešťastie, pri presune medzi baňami. Po ceste okolo mokradiny, boli síce podložené podložky, no enormná váha stroja spôsobila ich rozlomenie, rýpadlo sa následne naklonilo a 20 minút pomaly padalo na bok. Priamo na mieste bolo zošrotované. [8] [2] [1] [9]



Obr. 45 Podperné dosky neunesli váhu stroja a povolili [52]

6.3 VÝZVA OD BUCYRUS

Písal sa rok 1960, keď svet obletela správa, že Bucyrus - Erie dostal objednávku od Peabody Coal Company na najväčšie rýpadlo na svete, násada s lopatou mala mať objem neuveriteľných 88 metrov kubických a rameno dĺžku 64 metrov, hmotnosť tohto monštra sa vyšplhala na 9 000 ton! Rýpadlo začalo pracovať dva roky od tohto oznámenia, no ešte predtým prišiel šok. Objednávka na druhé, ešte väčšie rýpadlo, s pracovným objemom 107 metrov kubických. Táto objednávka prišla ešte pred možnosťou otestovať vôbec prvý model, teda išlo o čistú demonstráciu dôvery voči výrobnému z Milwaukeee.

Jedenásť mesiacov trvalo zmontovanie a postavenie rýpadla vysokého dvadsať poschodí, spoločnosť ho okamžite pokrстила a rýpadlo „Bucyrus-Erie 3850-B, Bigh Hog“ prvý krát okúsilo pocit zemin v auguste 1962. Pohyb a vyrovnávanie zabezpečovali štyri pásové dvojice, každá nesúca jeden hydraulický valec o priemere 137 centimetrov. Na týchto valcoch spočívalo celé rýpadlo a valce zabezpečovali rovinu rýpadla aj v nepravidelnom a členenom teréne. Každý pás bol 12 metrov dlhý, 2,4 metra vysoký a pozostával z 37 doštičiek. Každá mala šírku 2,3 metra a vážila takmer dve tony. Celkový výkon bol 12 000 konských síl a k tomu bolo potrebné dodať napätie 7200 voltov. Ročný výkon narýpanej zemin bol okolo 27,5 milióna metrov kubických a denne bolo odkrytých 14 000 ton uhlia. Na prevoz všetkých komponentov bolo potrebných 300 železničných vagónov. Rýpadlo nepretržite pracovalo až do novembra 1985, kedy zavreli baňu.

Druhý model začal pracovať v roku 1964 a mal o niečo málo inak nakombinovanú lopatu a rameno. Kvôli väčšiemu pracovnému objemu muselo byť kratšie rameno, malo 61 metrov. Hmotnostne ešte prekonallo svojho predchodcu o 350 ton. Pracovalo v River King Mine, Illinois. Rýpadlo pracovalo v oblasti až do rozobratia v roku 1993. Za svoju kariéru absolvovalo jeden presun, trval 4 dni a rýpadlo prešlo 1,8 kilometra. Ako podklad na cestu slúžili podložky zložené z dubových hranolov, celkovo ich bolo asi dvesto a cena jeden bola 1 100 amerických dolárov. Vyrobili sa len spomenuté dva kusy, no počas výroby druhého sa v továrni v Milwaukee pracovalo aj na novom modeli, 1850-B. Nebol to žiadny drobec, vážil 5 225 ton. Pracoval s ramenom o dĺžke takmer 46 metrov a lopatou o objeme skoro 69 metrov kubických. Pracovať začal v júni 1963 u svojich zamestnávateľov, Pittsburg and Midway Coal Mining Company, Kansas. Pokrstili ho ako „Big Brutus“. Tam odpracoval niečo viac ako desať rokov a následne bol odstavený. Išlo o jediný kus ktorý sa kedy vyrobil. [2]



Obr. 46 Bucyrus-Erie 3850-B, rýpadlá Bucyrus stále nemajú systém uchytania násady s lopatou ako Marion [9]

6.4 MARION PRIJAL VÝZVU A PREKONÁVA BUCYRUS

Na začiatku som spomenul, že sa začal odveký súboj dvoch rivalov o najväčšie rýpadlo. Ten definitívne ukončil Marion v polovici šesťdesiatych rokov. Marion Model 6360 bol postavený pre Southwestern Illionis Coal Corporation, konkrétne pre Captain Mine, kde bolo treba odkrývať dve uhoľné žily naraz. To prestal byť problém v momente, ako sa do toho pustila násada s takmer 140 kubíkovou lopatou, na jeden záber presúvala 270 ton materiálu. Dĺžka násady bola 41 metrov a rameno malo 66 metrov. Prevádzková hmotnosť krátko po výrobe činila 14 000 ton, toto číslo ale nebolo finálne, pretože po vykonaní zmien na rýpadle, aj samotnej lopaty, sa vyšplhalo na 15 000 ton. Cena bola 15 miliónov amerických dolárov a rýpadlo bolo pokrstené podľa bane kde pracovalo, „The Captain“.

Pri najväčšom rýpadle je extrémne naozaj všetko, dvojitý kozlík musel podopierať zdvihový systém, pod rýpadlom mohli počas prevádzky jazdiť autá, nakladače a buldozéry. Stavba rýpadla na mieste zabrala 18 mesiacov a celkovo 150 tisíc pracovných hodín. Jedinečná bola aj lopata, taktiež titulovaná ako najväčšia a jediná ktorá mala dvojitú výklopnú dno. To malo zmierniť napätie vnesené do konštrukcie tým, ako sa po vyprázdnení zavrie dno. Náraz celistvej štruktúry by bol enormný. Výkon rýpadla bol taktiež vysoký, v každej pásovej dvojici boli dva motory, osem motorov každý s výkonom 1000 konských síl poháňali dva zdvihové bubny, na ktoré sa namotávalo oceľové lano 9 centimetrov hrubé, štyri tlačili násadu s lopatou a ďalších osem s výkonom 625 konských síl otáčalo nadstavbu na podvozku. Všetko toto pracovalo na striedavý prúd ktorý generovali štyri jednosmerné motor - generátorové jednotky o celkovej sile 21 000 konských síl. Strojník mohol telefonovať deviatim rôznym stanovištiam na rýpadle a do kabíny sa vozil výt'ahom. Ten bol schopný poňať troch ľudí a mal osem zastávok, od najspodnejšieho rámu cez strojovňu až po kozlík. Za svoj život rýpadlo vykopalo dva , podľa niektorých zdrojov až tri krát toľko, čo bolo treba vykopať pri stavbe panamského prieplavu.



Obr. 47 „The Captain“ [53]

Všetko sa skončilo 9.9. 1991, v spodnej časti rýpadla vypukol požiar, ktorý vážne poškodil pásový pohon a strojovňu rýpadla. Príčina bola prasknutá hadica s hydraulickým olejom, ktorá striekala horúci olej na panel s elektronikou. Inžinieri a konštruktéri z oboch firiem, Marion a vlastníci bane, sa radili, či je možná ešte oprava, nakoniec usúdili, že cena by bola priveľká, rok po nehode bolo rýpadlo predané do šrotu. [1] [23] [9]

6.4.1 MARION V NASA

Marion sa pýši popri rekordoch, čo sa týka sveta rýpadiel aj iným počinom. V roku 1963 sa ujal stavby pásového transportéru pre NASA, stavba prebiehala relatívne bez problémov až na dve veci. Prvý problém boli neskúsení ľudia, ktorí už predtým mali problémy s vybavovaním štátnych zákaziek, ako bola táto. Druhý problém sa zrodil pri finálnej skúške, kedy si niekto všimol, že celý transportér nemá žiadny požiarne alarm alebo systém detekcie požiaru. Bolo potrebné zabezpečiť transportér voči v ohňu v čase, keď sa nepoužíval. NASA teda zaistilo štúdiu požiarnej bezpečnosti, tá odporučila niekoľko opatrení, napríklad automatický systém, ktorý v prípade ohrozenia zatopí penou celý systém, flexibilné vodné pripojenie na parkovisku transportéra, čistotu vo vnútri transportéra a podmienku, že akékoľvek zmeny vo vnútri sa budú robiť z nehorľavých materiálov. O pohon sa starali dva naftové motory o výkone 2750 konských síl každý. Zaujímavosťou bolo, že Marion si mal vybrať manažéra na tento projekt a ním sa stal človek z Bucyrus-Erie. Cena transportéru sa po dokončení v roku 1965 vyšplhala na 11 miliónov dolárov.[24]



Obr. 48 Transportér od Marion, na ten sa pripevnila konštrukcia, ktorá držala raketu [24]

6.5 POMALÝ ÚTLM V STAVBE OBROVSKÝCH DOLOVACÍCH RÝPADIEL

V tieni 6360, Marion postavil ešte dve, o niečo menšie rýpadlá. Označené ako modely 5860. Hmotnosť činila 5175 ton , pracovné objemy $61,1 \text{ m}^3$ a ramená dlhé 54,8m. Obe rýpadlá kúpila Traux-Traer Coal Company , prvé začalo pracovať v júni 1965 a druhé v júli 1966. Druhé rýpadlo si počkala pestrejšia budúcnosť, na začiatku osemdesiatych rokov ho odkúpil Arch of Illinois a v 1985 bolo prerobené na korčekové rýpadlo označované ako 5872-WX. Bucyrus-Erie skonštruoval tento model tak, že na pôvodný model nainštaloval konštrukciu kolesového rýpadla.



Obr. 49 Marion 5860 s nadstavbou kolesového rýpadla, s ním Marion 5900. Pôvodne pracovalo kolesové rýpadlo s Marion 6360 no po jeho nehode ho bolo treba nahradiť. Captain baňa, rok 2014 [54]

Rok 1965 nebol významným len pre Marion, niekoľko týždňov po spustení modelu 6360 vyšiel z Milwaukee Bucyrus-Erie 1950-B a predaný bol do Hanna Coal Company. Tam bol pokrstený ako „Silver Spade“, v preklade strieborna lopata, mal pripomínať dvadsiate piate výročie otvorenia bane. Pracovný objem činil niečo málo cez 80 metrov kubických, dĺžka ramena bola bežná 61 metrov a prevádzková hmotnosť 7 200 ton.

Tento model bol výnimočný vďaka tomu, že spojil na chvíľu dvoch večných rivalov. Baňa si totiž vyžiadala, aby rýpadlo používalo systém upevnenia násady s lopatou od Marion. Dvojdielny systém, ktorý znižoval opotrebenie ramena z Marion 5561. Bucyrus-Erie sa Marion sa teda dohodli a Bucyrus umožnil používanie svojho lanového tlačného systému a na oplátku mohol používať nové uchytenie násady s lopatou. Pohon klasicky obstarávali jednosmerné motor- generátory, v tomto prípade pri maximálnom zaťažení boli schopné vyvinúť 13500 konských síl. Zaujímavosťou je, že o zdvih sa starali štyri 6,7 cm hrubé



oceřové laná a tých bolo na stroji celkovo 914 metrov. Na druhý model sa čakalo dva roky a bol rovnako finančne nákladný, 6,5 milióna amerických dolárov. Všetky základné črty boli rovnaké ako so „Silver Spade“, no pracovná konfigurácia sa líšila. Pracovný objem sa zvýšil na 99 m³, preto dĺžka ramena klesla na 52 metrov. Vypočítaná váha bola 6850 ton. Rýpadlo pracovalo pre rovnakého majiteľa ako Silver Spade, no v inej bani, konkrétne Egypt Valley. Rýpadlo bolo teda pokrstené ako „GEM of Egypt“, GEM znamená Giant Excavator Machine, teda obrí výkopový stroj. GEM bolo posledné obrie rýpadlo, ktoré Bucyrus-Erie vyrobil. Rýpadlo pracovalo až do roku 1988, vtedy sa odstavilo a čakalo na svoj osud.

O 4 roky neskôr bolo rozobrané a predané do šrotu, no viac častí bolo použitých na oživovanie jeho mladšej dvojčky. Silver Spade totiž pracovalo do 1982 a potom nasledovala sedem ročná prestávka, keď v roku 1989 chceli obnoviť prevádzku, zistilo sa, že niektoré časti treba vymeniť, tak sa použili diely zo staršieho brata nad ktorým už bol vyneseny rozsudok. Od roku 2004 sa začali veci komplikovať, stále nehody spôsobili, že bolo potrebné mať partiu zvaračov na telefóne 24 hodín denne, sedem dní v týždni. Uvažovalo sa aj o umiestnení rýpadla do múzea. 9. apríla 2006 si už rýpadlo razilo cestu z bane do múzea, no stalo sa to, s čím nikto nerátal. Devätnásť valčekov, z celkového počtu 100, sa uvoľnilo z pôvodného miesta medzi pevnou podvozkovou časťou a otáčajúcim sa vrchom. Valčky mali veľkosť malého súdka na pivo a vážili okolo 400 kilogramov jeden. Rýpadlo sa teda nemohlo otáčať. Oprava nebola možná bez toho aby nebola demontovaná celá vrchná časť a opravené šasi. Čiastka za tento proces bola očakávaná so šiestimi nulami. Aktivisti sa snažili odkúpiť od spoločnosti rýpadlo, vyzbierali 2,6 milióna dolárov, no nestačilo to. Pri uvážení faktu, že rýpadlo už malo takmer väčší podiel vyvareného železa ako pôvodného, sa spoločnosť rozhodla ho predať na šrot. Stalo sa tak vo februári 2007. [2] [25] [9]



Obr. 50 "Silver Spade" v roku 2003 [55]

Marion sa tak isto rozhodol skonštruovať posledné modely a ukončiť výrobu mamutích rýpadiel. Posledné modely niesli označenia 5900 a 5960, rýpadiel sa vyrobili dva, eventuálne jeden kus. Rýpadlá mali mnoho spoločného, obe využili predošlú dohodu s Bucyrus-Erie, teda disponovali kombináciou najlepšie vymyslenej technológie. Prvé modely oboch rýpadiel kúpil Peabody Coal. Prvé dorazilo 5900 v novembri 1968, pracovný objem činil 80,3 metra kubického a rameno bolo dlhé 61 metrov. Prevádzková hmotnosť bola takmer 7 000 ton. Druhé rýpadlo dorazilo v septembri 1969 do River Queen bane. Pokrstené bolo ako „Big Digger“, v preklad veľký kopáč. Z časti to bolo pre to, že pracoval s druhou najväčšou lopatou od Marion, 95,5 metra kubického na ramene dlhom bežmála 66 metrov. Prevádzková hmotnosť 9 338 ton, finálne umiestnenie v rebríčku veľkosti bolo pekné tretie miesto.

A sme pri poslednom, bol 30. apríl roku 1971 a Marion odoslal druhý kus modelu 5900, rýpadlá boli podobné no mali rozdiely. Druhý kus bol navrhnutý, aby odkrýval dve žily uhlia naraz. Aby to bolo možné, bol nainštalovaný vyšší kozlík a rameno dĺžke 64 metrov. Bolo to prvé rýpadlo svojho druhu s nastaviteľným sklonom lopaty, tá bola sklopne usadená v uložení na násade. To umožnilo držať lopatu v rovine na dne jamy, pokiaľ sa nezačala naplňať. Takéto riešenie ponúkalo lepší rezný prienik do zeminy na pracovnej strane steny. Zanedlho dostal takúto lopatu aj mladší brat. Rýpadlo pracovalo do marca roku 1986, kedy baňu a jej majetok kúpil Arch, ten presunul rýpadlo na miesto bývalého „kapitána“. [1] [8]



Obr. 51 Marion Model 5960 „Big Digger“, bronzová medaila v rebríčku veľkosti [56]

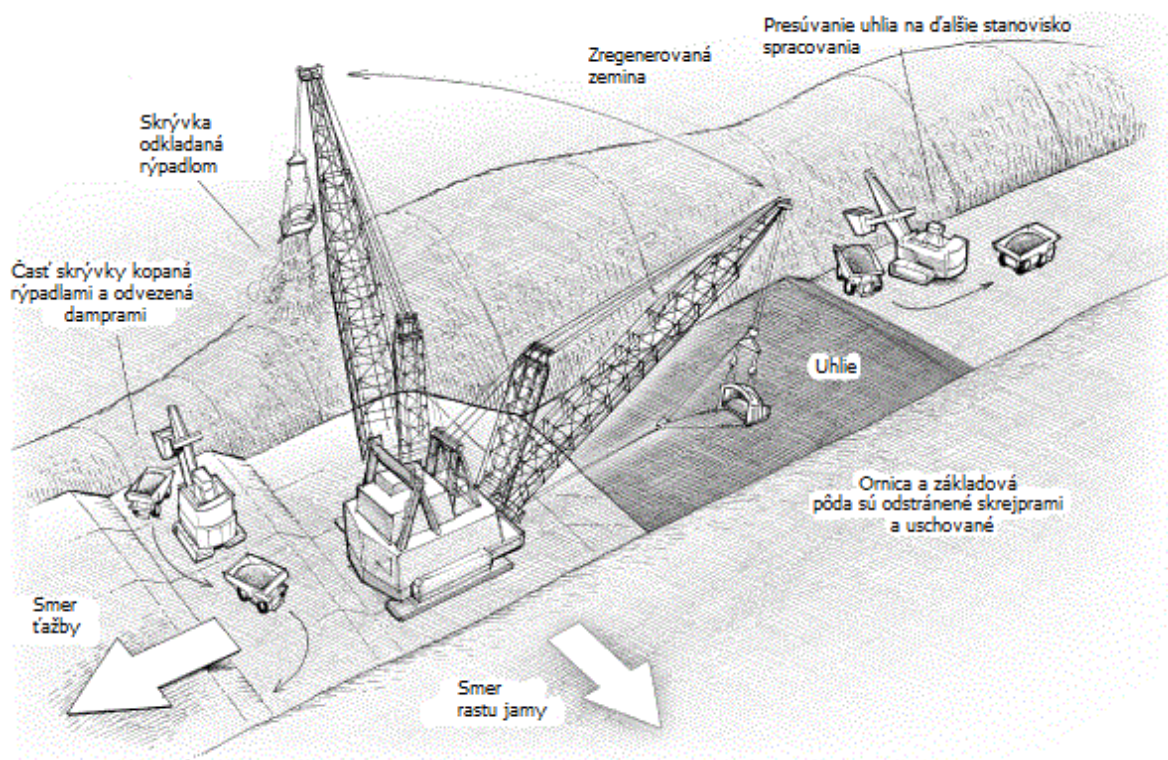
6.6 NÁSADA S LOPATOU SA MENÍ ZA VLEČNÚ LOPATU

Ěra mamutích dolovacích rýpadiel sa neskončila zo dna na deň, ukončili ju práve samy výrobcovia tým, že sa rozhodli investovať viac do rozvoja kráčajúcich rýpadiel. Aj keď sa vyvíjali spolu po desiatky rokov, ako lepší variant sa väčšinou ukáže kráčajúce rýpadlo. Ekonomika ťažby uhlia stále viac dokazuje, že použitie kráčajúceho rýpadla vhodnej veľkosti je nutné. Jednoducho je jasné, že banské spoločnosti budú musieť kopat' čím ďalej tým viac pri objavovaní nových ložísk.

V mnohých prípadoch sa stalo, že zem, ktorú predtým prekopalo dolovacie rýpadlo znovu navštívi väčšie kráčajúce rýpadlo, ktoré objaví ložiská, ktoré by nebolo ekonomické získavať s dolovacím rýpadlom. Dolovacie rýpadlá dominovali v prvej polovici dvadsiateho storočia kvôli ekonomike. Ale ako rástol apetít po energii v USA, tak rástol aj dopyt po fosílnych palivách, predovšetkým uhlí. Že dolovacím rýpadlám odzvonilo dokázal Bucyrus-Erie, keď na konci sedemdesiatych rokov predstavil svetu kráčajúce rýpadlo „Big Muskie“. Objem lopaty činil 168 metrov kubických, pri takomto čísle vyzeral aj Marion 6360 ako malé rýpadielko. [13] [1]

6.6.1 VÝHODY A ŠTÝL PRÁCE S VLEČNOU LOPATOU

Koruna najväčšieho samohybného stroja teda spočinula na vlečnej lopate kráčajúceho rýpadla. Výhoda spočíva v tom, že zatiaľ čo dolovacie rýpadlo pracovalo na uhoľnej žile, skrývku mohlo odkladať len na takú vzdialenosť, koľko dovolilo rameno s násadou. K vysvetleniu pracovného postupu s vlečnou lopatou nám poslúži obrázok.

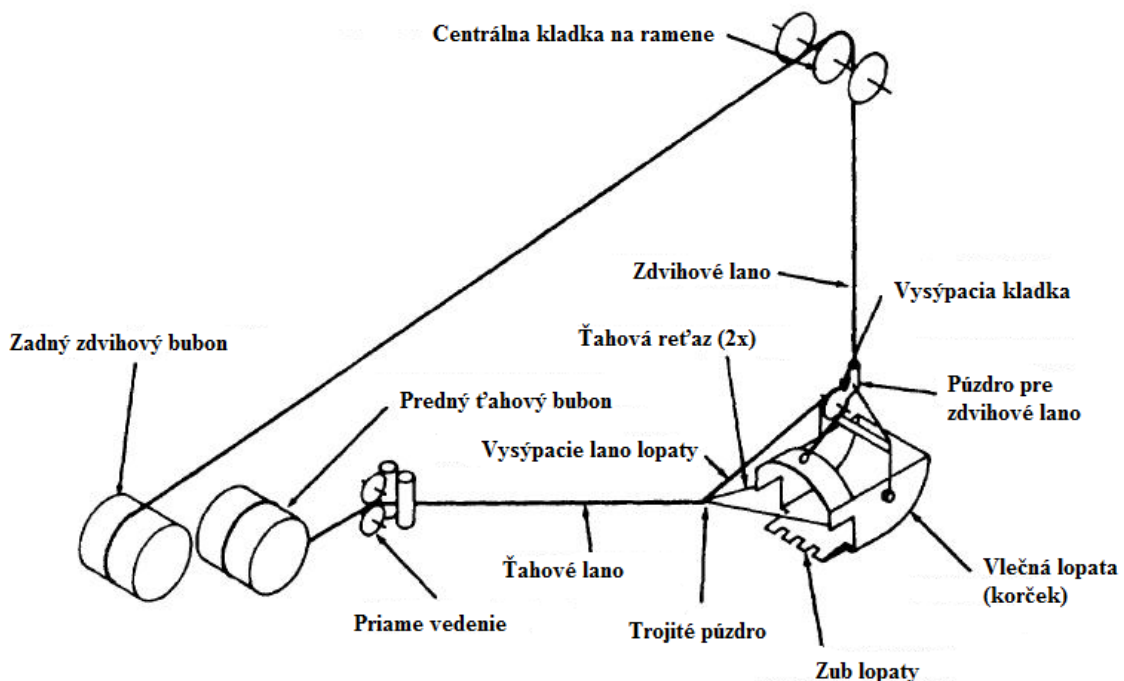


Obr. 52 Schéma práce kráčajúceho lanového rýpadla s vlečnou lopatou [57]



Kráčajúce rýpadlo pracovalo z povrchu skrývky, tam bol pripravený špeciálny podklad, tzv. lavica, po ktorom sa rýpadlo presúvalo. Tento fakt umožnil rýpadlu uskladňovať skrývku omnoho ďalej. Dolovacie rýpadlo ťahalo za kratší koniec v tomto prípade, pretože skrývka bola tak povediac na dosah jamy, často sa stávalo, že sa zosúvala späť do jamy. V takýchto prípadoch bola ohrozená nielen technika ale aj pracujúci pozemný personál.

Prvý a podstatný krok pre úspešnú regeneráciu po ťažbe je uschovanie základovej pôdy a ornice, na to skvele poslúži skrejper. Následne rýpadlá odstránia časť skrývky a pripraví podklad pre kráčajúce rýpadlo. Lavica by mala byť spevnená, aby sa nestalo, že pod enormnou váhou rýpadla sa zosunie do jamy, napriek všetkým snahám sa to občas stane a škody sú obrovské. Keďže sa rýpadla vyvíjali spolu s dolovacími, veľa vecí je rovnakých na pohľad. Kráčajúci mechanizmus máme vysvetlený a ostal ešte pracovný mechanizmus. Ten je nasledovný.



Obr. 53 Zloženie pracovného mechanizmu rýpadla

Samostatný systém zdvíhania ramena je zachovaný, laná prechádzajú krajnými kladkami na obrázku. Vlečná lopata sa spustí do jamy a následne sa priťahuje smerom k rýpadlu, tým sa postupne plní. Finálne sa rýpadlo otočí a vyprázdni lopatu na potrebné na to určené miesto, ktoré je dostatočne ďaleko a takto cyklicky pracuje. Systém na obrázku je základný, no poskytuje dobrú možnosť predstavy, ako funguje. Z trojitého púzdra až k lopate už nevedie lano ale reťaz, pretože tá časť je v priamom kontakte so zeminou, v tej sa nachádzajú aj kamene a rôzne nerovnosti, ktoré predierali a opotrebovali laná ktoré sa trhali, reťaze majú väčšiu životnosť. Priame vedenie zabraňuje vlneniu lana pri spúšťaní lopaty na zem, klasický



úkaz rozkmitania lana nie je žiadúci, nakoľko by mohol poškodiť bubon a celé jeho ústrojenstvo.

Rýpadlo pracuje vďaka lopate, konštrukcia tej je nesmierne zložitá, pretože sa vyhodnocuje prienik z niekoľkých vlastností, váha, geometria rezu a upevnenia. Každé rýpadlo pracuje v iných podmienkach, každé teda potrebuje inú lopatu. Počas histórie sa udiali významné vylepšenia, ktoré si spomenieme, no podstatné sú aj malé zmeny. Napríklad uchytenie reťazí z vonkajšej strany lopaty, to umožní vertikálnu polohu lopaty, teda rýchlejšie vyprázdnenie, na oko zanedbateľná vec, ktorá ušetrí zlomky sekúnd, no pri cyklickom chode rýpadla aj tieto zlomky tvoria nesmiernu úsporu. Taktiež podstatná je váha lopaty, ktorá sa mení podľa podmienok. Rýpadlo má stanovené zaťaženie na rameno. Od toho odčítame hmotnosť lopaty a dostaneme hmotnosť, akú je rýpadlo schopné presunúť na jeden záber. Do piesčitej zeminy stačí ľahšia lopata z mäkkších materiálov, ktoré sú ľahšie, teda máme vyššiu premiestnenú hmotnosť. Naopak - do kamenitej zeminy je potrebná robustná lopata a výsledkom je menšia premiestnená hmotnosť.

Kráčajúce rýpadlo s vlečnou lopatou teda odhaľuje žiadanú horninu, tú ďalej spracovávajú hydraulické alebo lanové nakladače, záleží na vlastnostiach horniny. Po vyťažení sa skrývka, hlušina, vráti na pôvodné miesto a následne aj základová pôda a ornica. Vysadia sa stromy a zeleň a o niekoľko rokov by nikto nepovedal že na mieste prebiehala ťažba. [1] [8] [26]

7 DOLOVACIE RÝPADLÁ S VLEČNOU LOPATOU, ČASŤ II

Vieme parametre najväčšieho dolovacieho rýpadla, je na čase si povedať o aj o najväčšom dolovacom rýpadle, ktoré kráčalo a malo vlečnú lopatu. A nie len o ňom, na časovej osi sa dostaneme až do prítomnosti.

7.1 ROZMERY RASTÚ

Nachádzame sa teda v roku 1951 a udiali sa zaujímavé veci. Najväčšie rýpadlo s vlečnou lopatou nepochádzalo z amerického kontinentu. Britská spoločnosť Ransomes&Rapier už bola spomenutá, keď vyrábali pod licenciou Marion malé rýpadlá, tento raz ale predstavili svoj počín - Sundew W1400, ak sa Vám zdá meno zvláštne, tak áno, je, pretože je to meno koňa, ktorý vyhral dostihy. Lopata o veľkosti 15,3 kubických metrov nie je ničím výnimočná, no bezmála 86 metrové rameno už áno. Prevádzková hmotnosť dosiahla 1 880 ton.

Tento stroj nebol výnimočný len veľkosťou, bolo to prvé rýpadlo svojho druhu, ktoré použilo trubicovú konštrukciu ramena, v ktorom sa nachádzal stlačený plyn, ten výrazne uľahčil rozpoznávanie trhlín. Všetky ich rýpadlá sa dali rozpoznať podľa charakteristického konzolového trojramenného ramena. Rýpadlo sa zapísalo do histórie aj najdlhšou prekráčanou trasou pre takéto rýpadlo. Po vyčerpaní zásob z Exton Park ho bolo treba dopraviť do Corby, Shotley bane. Dva mesiace rýpadlo kráčalo rýchlosťou 1,61 kilometra za desať hodín, prešlo cez cesty, rieky, železnice. Celá cesta bola 19,3 kilometrov dlhá. Tento proces bol finančne menej nákladný ako rozobratie a následné zloženie rýpadla.



Obr. 54 Vtipný nápis na zadnej strane rýpadla W1400, v preklade:
Prepáčte! Kráčam do Corby [58]

Bucyrus v tom istom roku vylepšil svoje 1150-B na 1250-B. A vylepšenie to bolo solídne, výkony dvojíc motorov na zdvih a ťah poskočili na 500 konských síl, tri motory na otáčanie dosiahli každý 150 konských síl. Rameno dosahovalo 72 metrov dĺžky a lopata 25 kubických metrov objemu. Po predaní ôsmich kusov sa dočkal model v roku 1959 ďalšieho

vylepšenia. Vzniknutý model 1250-W dostal dlhšie rameno, 75 metrov, tak isto zväčšený pracovný objem na 27 metrov kubických. To ale nebolo všetko čo si Bucyrus za dlhých osem rokov pripravil, predĺžené rameno malo úplne novú, dvojdielnu konštrukciu. Vrchná časť bola zavesená na lanách zo stožiaru a ten bol otočne pripevnený k spodnej časti ramena. Táto zmena uľahčila vykonávanie zmeny dĺžky ramena, stačilo vymeniť koncovú, vrchnú, časť. Vylepšeného modelu sa vyrobilo celkom šesť kusov, štyri z toho putovali na fosfátové polia na Floridu, dve odkrývali uhlie v Pensylvánii. [9] [8] [4]



Obr. 55 Unikátne dvojdielne rameno na rýpadle 1250-W [2]

Page modernizoval svoje rýpadlá so začiatkom roku 1954. Začal s menším modelom, Page 721, objem lopaty činil 4,6 až 5,3 m³. Rýpadlo sa ukázalo ako veľmi obľúbené, keď jeho predaju dosiahli 21 kusov. Page bol jeden z mála, ktorý konštruoval rýpadlá s dieselovým motorom. V roku 1955 a 1956 vyrobil dva modely 723. Vyrobil aj svoj dieselový motor s výkonom 660 konských síl, ktorý používal do svojich rýpadiel. Pracovné objemy boli 7,2 metrov kubických a ramená dĺžky 48,7 metrov. Váha dosiahla 355 ton.

Marion sa v tomto období venoval konštrukcii transportéru pre NASA a svojim dolovacím rýpadlám, na vlečné neostal čas. Čo ale stihol, bolo ešte v roku 1946 zmeniť si meno na Marion Power Shovel Company, ďalej len MOPS, to malo lepšie reflektovať, kam chce spoločnosť smerovať. V období, v ktorom sa nachádzame, konkrétne 1955, kúpil MPS Osgood Company, rivala v susednom meste. Pri sústredení sa na obrie projekty prišla vhod kúpa spoločnosti, ktorá sa sústredila viac na malé rýpadlá.

Písal sa rok 1961 keď svet obletela správa, že najväčšie rýpadlo s vlečnou lopatou je na britských ostrovoch. Ransomes&Rapier zaniklo a k Rapier sa pridali ďalšie dve spoločnosti a tak vzniklo NCK-Rapier, spoločnosť vyrábajúca len kráčajúce rýpadlá. Poučení z modelu

W1400 postavili ešte väčší model W1800, vážil viac ako 2 000 ton a pracoval s lopatou o objeme 30,5 metra kubického na viac ako 76 metrovom ramene. Rýpadlo malo duplikované operátorské kabíny, na každej strane. Väčšina putovala do južného Walesu, dodnes jedno pracuje v Kanade.

Dva roky po tom, čo začalo pracovať W1800 Marion Power Shovel ohlásil model 8800. Obrovský veľkostný skok vo svete týchto rýpadiel. Hmotnosť sa vyšplhala na 6 000 ton, používaná lopata mala objem bežmála 65 metrov kubických a rameno malo dĺžku takmer 84 metrov. Rýpadlo kúpilo Peabody Coal Company a po krátkom čase sa rozhodli pre väčšiu lopatu, Marion 8800 sa vtedy stal prvým strojom svojho druhu, ktorý prekonal, pre Američanov magickú, hranicu 76,45 metra kubického (100 kubických yardov). [27] [1]



Obr. 56 Prvé skutočne veľké kráčajúce rýpadlo, Marion Model 8800 [59]

V tom istom roku Bucyrus-Erie predstavil svoje doposiaľ najväčšie rýpadlo s vlečnou lopatou. Model 1450W pracoval s lopatou o objeme 46 metrov kubických a visela na ramene 76,2 metra dlhom. Váha sa vyšplhala na 3 010 ton. V strojovni sa nachádzali 4 motory určené na zdvih, 4 na ťah, 4 na kráčanie a 5 na otáčanie nadstavby. Celkový výkon činil 10 375 konských síl. Išlo o moderné rýpadlo ktoré disponovalo kabínou vysunutou vpred aby mal operátor lepší výhľad. Celkovo sa vyrobilo šesť kusov. O rok neskôr Bucyrus-Erie poslal z Milwaukee prvý kus modelu 2550W. Vrcholový produkt ponuky. Na ramene dlhom 84



alebo 91 metrov dlhom visela lopata o objeme 57 kubických metrov. Rýpadlo bolo vybavené novým systémom na kráčanie. Ten spoločnosť vynašla pre svoje rýpadla s lopatami o objeme väčšom ako 54 kubických metrov.

V podstate išlo o excentrické koleso pohybujúce sa vo valčekovom ložisku a mazanú koľajnicu, na päťke, po ktorej sa stroj pohyboval pri excentrickom pohybe kolesa. Váha stroja činila 4 110 ton. Bucyrus-Erie ďalší rok, 1965, zakončil sériu 1200 modelom Bucyrus-Erie 1260-W. Objemy lopaty mohli byť od 23 do 32 kubických metrov v závislosti od konfigurácii ramien, 59 až 92 metrov dlhých. Prevádzková hmotnosť bola 1 700 ton. Rýpadlo malo počítačom navrhnuté rameno trojuholníkového prierezu, teda malo tri hlavné pozdĺžne členy miesto klasických štyroch. Predaje ukázali, že išlo o najobľúbenejšie Bucyrus –Erie rýpadlo, predalo sa 33 kusov.

Marion Power Shovel pred koncom šesťdesiatych rokov ešte ohlásil a vyrobil Model 8700. Vyrobené boli dva kusy, prvý bol vyrobený pre antracitovú baňu a disponoval ramenom dlhým 91,4 metra, na ňom visela lopata o objeme takmer 65 metrov kubických. Rýpadlo klasicky napájané 7200 voltami, vnútri sa nachádzalo 14 motorov a každý mal príslušný generátor. Dve trojice zdvihových motorov, celkovo 6000 konských síl, dve dvojice ťahových motorov, celkovo 4000 konských síl, dve dvojice pre kráčavý pohyb a 4 motory ktoré zabezpečovali otáčanie. Druhý model kúpila spoločnosť Peabody a mal odlišnú konfiguráciu ramena a lopaty. Konkrétne 84 metrové rameno a 53,5 kubická lopata.



Obr. 57 Marion 8700 [60]

Krátko po tejto dvojici prišla od MPS ďalšia dvojica. V roku 1967 už obe pracovali. Boli postavené ako najväčšie svojho druhu. Dva modely 8900, jeden s takmer 100 kubikovou lopatou a druhý s 111 kubickými metrami. Menší model bol postavený v Moura bani, v Austrálii. Tam sa mu prihodila nehoda, vyššie popísané požiadavky na podklad pod rýpadlo, takzvanú lavicu, zlyhali a rýpadlo sklzlo smerom do jamy. Druhý model pracoval v Dugger bani, tam mu spadlo rameno 24. Júla 1972, nové nainštaloval 30. Augusta. Rýpadlo



neskôr presunuli do Hawthorn bane kde bolo vybavené novou, takmer 119 kubíkovou lopatovou. [9] [1] [2]



Obr. 58 Marion 8900 po nehode, rýpadlo sa zachytilo z oboch strán a zemina sa odkopala na rovinu, fotka zobrazuje posledný odkop zvyškov zeminy pod rýpadlom.[61]

7.2 NAJVÄČŠÍ Z NAJVÄČŠÍCH

Niekde okolo polovice šesťdesiatych rokov vznikla v Muskingum baňa, v strednom Ohio, potreba po väčšom rýpadle, aby baňa udržala krok so zvyšujúcou sa pohládkou po uhlí. Mali dve možnosti, nechať si postaviť viac menších strojov, alebo jeden veľký. Po zvážení množstva uhlia, aké sa dalo odkryť s malými strojmi a aké množstvo by zostalo pod zemou, mimo ich dosahu, sa rozhodli pre jeden veľký stroj. Niečo, čo dosiahne až na uhlie ktoré by tam malé stroje nechali, na uhlie ktoré je niečo viac ako 56 metrov hlboko pod skrývkou. So základnými požiadavkami teda navštívili vedenie Bucyrus-Erie a opýtali sa, či je možné taký stroj zrealizovať.

Konštruktéri sa pustili do práce a behom dvoch rokov boli na svete plány. Oficiálny názov znel - Bucyrus-Erie 4250-W. Budúci najväčší stroj na svete mal pracovať s ramenom o dĺžke 94 metrov, na ňom by visela lopata s objemom 168 kubických metrov a stroj by vážil neuveriteľných 12 250 ton. Maximálna pracovná hĺbka mala byť práve požadované číslo od bane. Písal sa rok 1967 keď sa začalo so skladaním samotného rýpadla. Kvôli jeho veľkosti musela byť pod miestom, kde sa mal zložiť, betónová podložka. Na prevoz komponentov rýpadla bolo potrebných 360 vagónov a 260 kamiónov.

Po dvoch rokoch a viac ako 200 000 pracovných hodinách bol dokončený a pokrstený BIG MUSKIE, 22.5.1969. Finálna suma za rýpadlo bola 25 miliónov amerických dolárov. Doteraz na väčšinu rýpadiel stačilo 7 200 voltov, to je ale minulosť. Big Muskie potreboval

13 800 voltov. V strojovni pracovali dve päťice motorov o výkone 1 000 konských síl, ktoré poháňali cez prevody bubon s priemerom 3,4 metra, na ktorý sa natáčalo 13 centimetrov hrubé lano. Dve štvorice rovnakých motorov poháňali ťah a desať motorov o výkone 625 konských síl obstarávalo otáčanie nadstavby na 23 metrovom ozubenom kolese. Martinsonov systém kráčavého pohybu by nebol funkčný pri takýchto rozmeroch, Big Muskie teda kráčal iným systémom. Ten sa skladal zo 4 hydraulicky poháňaných pätiiek, spojených po dvojici na každej strane. Pätky sa zdvíhali hydraulickými vertikálnymi hydraulickými piestami, tie zdvihli celé rýpadlo od zeme, nie len zadnú časť ako sme boli zvyknutí. Ďalšie štyri piesty, po dva na každej strane, potlačili stroj o 4,3 metra dlhý krok kým bol vo zdvihutej polohe. Rýchlosť presunu bola 4,5 centimetra za sekundu.

Big Muskie pracoval 22 rokov, za svoju kariéru premiestnil viac ako 465 miliónov metrov kubických skrývky a odhalil 22 miliónov ton hnedého uhlia. Pokles dopytu po hnedom vysoko sírovom uhlí klesol, aj vďaka zákonu z roku 1977 o čistom vzduchu, a prevádzka Big Muskie prestala byť výnosná. Tak dopracoval v roku 1991. Historici, aktivisti aj obyčajní nadšenci sa usilovali o to, aby bol tento pohybujúci sa rekord uschovaný alebo sa z neho stalo múzeum. To bolo ale v rozpore s plánmi vedenia bane. Po skončení ťažby muselo byť odstránené všetko vybavenie, aby sa mohla začať rekultivácia. Inak hrozili miliónové pokuty. Tak sa skončil život najväčšieho pohyblivého rýpadla na svete, na konci storočia bol rozobratý a predaný do šrotu za 700 000 dolárov. [2] [9] [8]



Obr. 59 Najväčšie lanové rýpadlo napĺňa svoju lopatu, na jeden takýto záber bolo schopné poňať 325 ton zeminy [62]

7.3 POMALÝ ZAČIATOK KONCA

Zo začiatku sedemdesiatych rokov spôsobilo arabské embargo na ropu v Amerike energetickú krízu, jej riešením bolo uhlie a teda nastal zvýšený dopyt po veľkých kráčajúcich rýpadlách. Bucyrus-Erie predstavil celý rad takýchto rýpadiel s novou sériou 1300, 1350-W, z ktorého sa neskôr stalo 1370-W. V ponuke bolo s ramenami od 81 do 99 metrov a lopatami o objeme 44 až 50 metrov kubických. Predaje dosiahli veľmi uspokojivé čísla, predalo sa 38 kusov, z toho 23 putovalo do Austrálie. Model 2550-W vyrástol najprv na 2560-W, 90 metrové rameno a 65 m³ lyžica, potom na 2570-W. Z toho sa stalo uznávané rýpadlo, pracovalo s lopatou s objemom 76 metrov kubických. Vyrábalo sa ich 27 a každé bolo predané niekam na sever Ameriky. Čo do veľkosti, Bucyrus-Erie zakončil mamutiu éru dvomi rýpadlami modelu 3270-W pre Amax Coal Company v roku 1979. Jedno pracovalo v Indiane, druhé v Illinois. Charakteristické čísla sú: 135 metrov kubických, 101 metrov a 8 720 ton, objem lopaty, rameno a váha. [2]



Obr. 60 Oblubený model 2570-W, stále pracujúci aj v roku 2004 [63]

Začal sa objavovať dopyt po kráčajúcich rýpadlách, ale menších rozmerov. Také ktoré by sa dali rýchlo premiestniť, teda rozmontovať a zmontovať na inom mieste. Pomaly sa adaptovali všetci výrobcovia na rýpadlá o objeme 8 až 12 metrov kubických, vyrábané po kusoch, ktoré sa dali spojiť skrutkami a nie zvarmi, kvôli rýchlej demontáži a montáži. Čisto elektrický pohon sa miešal s tým naftovým, pri ňom nebolo treba po premiestnení čakať na prípojku k elektrickej sieti.

Nemohlo nasledovať nič iné ako recesia v osemdesiatych rokoch a predaje rýpadiel s vlečnou lopatou klesali. Skončila ropná kríza a uhlie zostalo najlacnejším zdrojom energie, no čo sa zmenilo - bola dostupnosť možností získať povolenie na otvorenie bane. Hneď zo začiatku dekády nastal obrovský úpadok uhliarskeho priemyslu na stredozápade, mieste, kde

pracovali obrovské dolovacie rýpadlá. Vďaka zákonu o čistom vzduchu museli elektrárne používať uhlie s menším obsahom síry zo západných štátov. Pre energetické spoločnosti bolo menej náročné a nákladné dovážať uhlie zo západu ako prerábať ich vybavenie na spaľovanie uhlia s vysokým podielom síry.

V roku 1988 Bucyrus-Erie kúpil výrobné práva od NCK-Rapier. Bola to výhodná kúpa, pretože britské stroje boli populárne v krajinách ako India, tam bolo predaných 15 kusov modelu W2000. V tom období Bucyrus- Erie finálne vylepšil model 2570-W a vznikol 2570-WS, ten pracuje v Black Thunder bani, Wyoming. Disponuje 110 metrovým ramenom, lopatou o objeme 122 metrov kubických. Váži necelých 7 000 ton a podľa súhvezdia bol pokrstený na „Ursa Major“, v preklade veľká medvedica, k rozhýbaniu všetkých týchto čísel slúži 8 zdvihových motorov, 8 ťahových, 14 otočných a 4 motory určené na presun rýpadla, celkový výkon činí neuveriteľných 35 820 konských síl. [13] [2]



Obr. 61 Posledný stupeň vylepšenia, model 2570-WS [64]

V roku 1988 P&H kúpilo Page Engineering Co. Oznamilo, že sa začne venovať predaju rýpadiel s vlečnou lopatou. Na začiatok upravili bývalé Page 757 rýpadlo a predali ho British Coal Opencast. Dali mu nový systém kráčania, podobný ako MPS. Stalo sa tak druhým najznámejším rýpadlom na britských ostrovoch. Cena sa vyšplhala na 15 miliónov britských libier. K dispozícii bolo celkom 15 690 konských síl, časť z nich bola využívaná na pohyb takmer 50 kubíkovej lopaty. Pokrstené ako „Ace of Spades“, podľa súťaže v miestnej škole, pomenuj rýpadlo. V roku 2003 bolo odstavené, pretože ukončilo všetky potrebné práce. V 2011 bolo predané do bane v Amerike, kde dodnes pokračuje v práci.

Potom uviedli svoje P&H 9020, s objemami lopát od 65 do 88 metrov kubických a ramenami od 97 po 118 metrov. V roku 2000 vyzerali parametre 9020 nasledovne, 106,7 metrové rameno pod uhlom 35 stupňov, výkopová hĺbka 31 metrov, výsypná výška 46 metrov. 20 motorov obstarávalo celkový pohyb, 2 na kráčanie s výkonom 1 880 konských síl,



6 na otáčanie s výkonom 1 480 koní a po šesť ďalších na zdvih a ťah s výkonom tak isto 1 880 koní. Dnes patrí P&H pod Joy Global Inc. , spoločnosť so sídlom v Milwaukee ktorá združuje P&H ako výrobcu techniky pre povrchové doly a Joy Mining Machinery ktoré sa špecializuje na podzemnú ťažbu, vzišla zo spomenutého nakladača do podzemných baní.

V ich ponuke sa nachádzajú tri modely, 9010C s objemom 57,3m³ na 80 až 105 metrovom ramene, 9020C s objemom lopaty od 55 do 90 metrov kubických na ramene od 90 do 125 metrov a posledný 9020XPC s objemom 85 až 122 kubických metrov na ramene 100 až 130 metrov. Ten je dnes rýpadlom s najväčšou vlečnou lopatou na svete. [15] [27]



Obr. 62 Dnes najmodernejšie a najväčšie rýpadlo s vlečnou lopatou v ponuke P&H [65]

Labutia pieseň od MPS niesla názov Marion 8750. Posledné rýpadlo s vlečnou lopatou aké vyrobili, tá mala objem 81 metrov kubických a rameno malo úctyhodných 122 metrov. Rameno si dlho držalo rekord ako najdlhšie použité. Použitých bolo 8 motorov na zdvih, 6 na ťah, 6 na otáčanie a 4 na kráčanie o celkovom výkone 25 000 konských síl. Prevádzková hmotnosť bežmála 7 000 ton. Prvý model vyrobili v roku 1972. Dodnes pracuje jedno v Highvale bani v Alberte, Kanada. Tam pracuje bok po boku s najmodernejšími Caterpillar 8750. Rýpadlo je známe pod menom „Lady of the Lake“. [1]



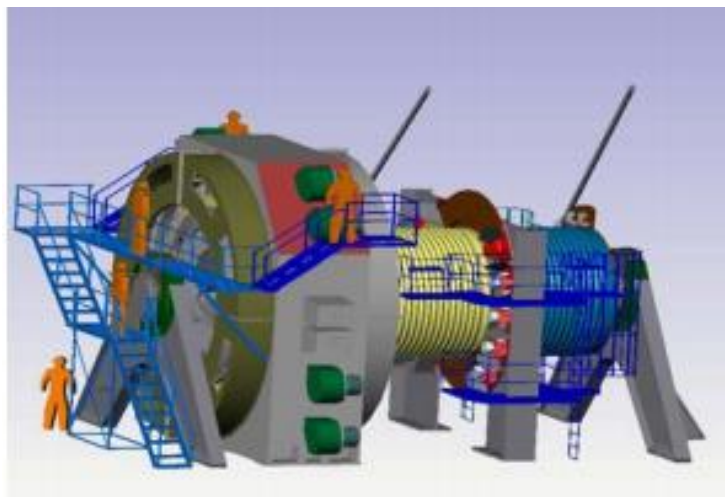
Obr. 63 Marion Model 8750, nádherná fotografia ktorá zachytáva ako vyzerá pracovný systém s takýmto strojom, presne ako na schéme [66]

7.4 UKONČENIE RIVALITY A MODERNÁ DOBA

Prišiel rok 1997 a ukončenie večnej rivality Bucyrus-Erie a Marion Power Shovel. Bucyrus-Erie kúpil MPS. Týmto krokom zostali na svete dvaja výrobcovia, ktorí sú schopní uspokojiť potreby po vlečnom rýpadle, Bucyrus a P&H. Bucyrus okamžite zapracoval do svojich rýpadiel konštrukcie a dizajny od MPS a tak vznikol model Bucyrus 8750. Model mal tri verzie, s doplnkovými označeniami B, R a D3. Bucyrus 8750B držal dva rekordy do roku 2007, najťažšie pracujúce kráčajúce rýpadlo – 8 068 ton a taktiež najdlhšie rameno, to dosahovalo neskutočných 132,5 metra. Lopaty boli v rozmedzí 81 až 116 kubických metrov. S pokročilou technológiou už rýpadlo disponovalo striedavými elektrickými motormi o celkovom výkone 37 300 konských síl. Model s doplnkom R bol menší, lopaty od 76 do 99 m³ a ramená v rozmedzí 109,7 až 124,9 metra. Hmotnosť sa pohybovala kolo 5 700 ton, podľa konfigurácie. Najmenší z trojice bol 8750D3, lopata o objeme 90 kubických metrov a rameno dlhé bezmála 110 metrov, pracovná hmotnosť dosiahla 5 500 ton. Striedavé motory použité na modelových radách B a R mali účinnosť 86% v porovnaní so 75% ktoré dosahovali jednosmerné. To spôsobilo zníženú spotrebu energie, zvýšenie produktivity a z toho vyplývajúci nižší náklady. Na striedavých motoroch sa nepoužíva kefa na rozdiel od jednosmerných, znížila sa teda prašnosť a nároky na údržbu.



Najmenší model bol zároveň najzaujímavejším. Prvý krát v histórii obstarávala jeden motor zdvihovú a ťahovú funkciu, pomalobežný no s vysokým krútiacim momentom a predovšetkým priamo zapojený na bubny, bez prevodov. Účinnosť takejto konfigurácie dosiahla 89% a zredukovala nároky na údržbu a zrýchlila proces plnenia lopaty a celkovo zdvihové časy. [28] [2]



Obr. 64 Schéma so zapojením jedného motora [67]



Obr. 65 Posledné najväčšie lanové kráčajúce rýpadlo od Bucyrus - 8750B [68]

7.5 LEN DVAJA

Nasledovala udalosť, ktorú som už spomenul, Caterpillar kúpil Bucyrus, a jediný dvaja dodávatelia zostali Caterpillar a P&H. P&H vlastní model s najväčšou lopatou, na pohonoch spolupracuje s ABB, Caterpillar so Siemens. Caterpillar si moc nelámal hlavu s vylepšovaním a vlajkový model ponúka presne ten istý, aký v roku 2008 Bucyrus. Majiteľ si môže vybrať zo šiestich až ôsmich motorov, ako pre zdvih, tak pre ťah, o výkone 1 650 konských síl. Sedem až desať motorov bude obstarávať otáčanie nadstavby, tu výkon dosiahol 1 250 konských síl. Rovnaký výkon, ale len 4 krát je potrebný pre kráčanie. Najväčšia zmena na rýpadle je žltý kabát. To sa ale nedá povedať o menších triedach, model 8200 pre strednú triedu a model 8000 pre malú. Stredná trieda so sto metrovým ramenom pracuje s lopatami od 45 do 61 metrov kubických, malá trieda 27 až 32 metrov kubických na ramenách od 76,2 do 90 metrov.



Obr. 66 Caterpillar 8750 [69]

Samozrejme - medzi lanové rýpadlá sa radia aj rýpadlá, ktoré vždy pracovali po spomínaných mamutích dolovacích alebo kráčajúcich. Ich úloha bola nakladať uhlie, alebo inú horninu na dampre a tie pokračovali s nákladom ďalej v technologickom procese. Pri Bucyrus, Marion, alebo P&H sa občas spomenuli aj menšie modely, nakladacie. Nie je však na nich nič pútavé, nakoľko išlo vždy o technológiu a konštrukcie prebraté od väčších bratov.

Dávnejšie to boli presne tí istí výrobcovia, o ktorých sme sa bavili, Marion, Bucyrus, P&H. Avšak po opísaných udalostiach sú výhradným distribútorom nakladacích lanových rýpadiel opäť Caterpillar a P&H. Vlajkové rýpadlá sú od Caterpillar, model 7495, ktorý je priamo spárovaný s damprom podľa určenej veľkosti, plné naloženie na tri alebo štyri zábery rýpadla. Užitočné zaťaženie je 120 ton, pre objemy lopát od 30,6 do 62,7 metrov kubických.

P&H v roku 2012 ohlásilo model 4800XPC , vychádza z úspešnej série 4100, konkrétne 4100XPC. Užitočné zaťaženie 135 ton a pracovné objemy od 65,7 do 77,6 metrov kubických. V porovnaní s 4100XPC AC nárast produkcie o 20% a zníženie ceny za manipuláciu s tonou materiálu až o 10%! Novinkou sú taktiež nové adaptabilné ovládače, na ktorých patenty sa stále čaká. Rýpadlo by malo naložiť prvé tony materiálu v tomto roku. [28] [29]



Obr. 67 Nakladacie rýpadlo CAT 7495 s doporučeným damprom [70]



Obr. 68 P&H 4100 XPC, jedno z najlepších nakladacích lanových rýpadiel [71]

8 KONTINUÁLNY SPÔSOB ŤAŽBY

Jedinou konkurenciou pre lanové dolovacie rýpadlá, výkonnostne aj veľkostne, sú rýpadla schopné kontinuálnej ťažby. Zatiaľ čo za oceánom sa viac uplatňovali dolovacie rýpadlá, v Európe pri potrebe väčších pracovných výkonov našli lepšie uplatnenie stroje s iným usporiadaním pracovných orgánov.

8.1 KOLESOVÉ RÝPADLO

Čo sa týka veľkosti sú tieto stroje najväčšími pohybujúcimi sa strojmi dnes, pretože legendy minulého storočia boli rozobrané a predané do šrotu. Prvým obrovským kolesovým rýpadlom bol Bagger 288 vyrobený spoločnosťou Krupp v roku 1978. Pri váhe 13 500 ton vystriedal Big Muskie na tróne najväčšieho rýpadla. Vytvorený za účelom odstraňovania skrývky v Hambach bani v Nemecku. Každý pracovný deň je tento kolos schopný vyprodukovať 240 000 ton uhlia, alebo presunúť 240 000 m³ skrývky. Pre lepšiu predstavu, uhlie ktoré vyprodukuje za deň naplní 2400 železničných vagónov. Niekoľko zaujímavých čísel, 220 metrov dlhý a 96 metrov vysoký stroj potrebuje 16,56 megawattov elektriny.

Bagger sa pohybuje na troch radoch tvorených štyrmi pásovými ústrojenstvami, tlak na zem je teda minimálny. To umožňuje presun po štrku, zemine ale i po tráve bez zanechania významnej stopy. Samotné koleso ma priemer 21,6 metra a tvorí ho 18 korčiekov po 6,6 metrov kubických každý. Do februára 2001 Bagger odhalil kompletne všetko uhlie v Tagebau Hambach bani, nebol tam teda viac potrebný. Behom troch týždňov precestoval 22 kilometrov do Tagebau Garzweiler bane, prešiel pri tom naprieč diaľnicou, riekou, železnicou a niekoľkými cestami. Presun stál celkovo 15 miliónov mariek a každý deň bol pri stroji tým sedemdesiatich ľudí. Neskôr sa zistilo, že takýto presun bol drahší ako demontovanie a presunutie po častiach...



Obr. 69 Panoramatická fotografia zachytávajúca celé kolesové rýpadlo so všetkými časťami [72]

Ani najväčšie stroje sa nevyhnú rôznym nehodám, na fotke vidíme čo sa môže stať, keď zlyhá ľudský faktor v spojení s neuveriteľnou smolou. Nikto sa nezranil. [30] [31]



Obr. 70 Caterpillar D11 ktorý bol v nesprávnom čase na nesprávnom mieste [30]

8.2 KORČEKOVÉ RÝPADLO

Druhý variant väčšej produktivity sa nachádza tiež v Nemecku a nesie názov F60. Ide o systém dvoch korčekových rýpadiel a obrovského pásového dopravníku vo forme portálového žeriavu. Výrobcom je spoločnosť Takraf, rovnako má na svedomí aj Bagger 293, ktorý má rovnaké špecifikácie ako spomenutý 288, ale je z roku 1991 a má väčšie koleso s väčšími korčekmi.

Celý systém je 502 metrov dlhý, 80 metrov vysoký a 240 metrov široký. Váha je 13 600 ton. Po vzore portálového žeriavu, jedna strana je na strane s rýpadlami, odtiaľ odstraňuje skrývku, mostom prepojená na druhú, výsypnú stranu. Pohyb nastáva po koľajniciach, pričom strana s rýpadlami má dvojicu koľajnic navyše, pre transformátor a kábel. Celkovo je na celom F60 760 kolies a polovica z nich je hnaných. Maximálna rýchlosť je 0,78 km/h a prevádzková rýchlosť bola 0,54 km/h. Dve spomenuté rýpadlá zakomponované v systéme boli korčekového typu a každé dosahovalo výkon 29 000 m³/h, alebo v podloží, kde pracovali to znamenalo 50 000 ton materiálu. Celkovo systém obsahoval 9 pásových dopravníkov s rýchlosťou 10 m/s.

Na podávanie pracovných výkonov celý systém potreboval 27 000 kW energie. Posledný kus z piatich sa nachádza v bývalej bani na hnedé uhlie neďaleko od mesta Klettwitz. Medzi rokmi 1988 a 1991 sa realizovala stavba a konečne v marci 1991 sa spustila prevádzka, netrvala však dlho. V júni 1992 bola baňa zavretá na rozkaz Nemeckej federálnej vlády, následne ekonomicky a pre životné prostredie bezpečne revitalizovaná. So začiatkom nového storočia prišiel projekt, ktorý spravil zo zostávajúcej F60 skvelú atrakciu pre turistov. Postupne sa pracovalo na zatopení pôvodnej povrchovej bane, až sa z miesta stala unikátna prírodná krajina. Jedinou pripomienkou banského priemyslu je F60. [32] [33]



Obr. 71 Kompletný systém posledného F60 [73]



Obr. 72 Tretí kus F60 pracujúci v inej bani, fotka staršieho vydania [74]

ZÁVER

Veľkosť nerozhoduje, záver, ktorý je z toho o čom som písal, viac než jasný. Obrovské stroje sú veľmi zaujímavá vec, no je treba zvážiť ich použitie. Na prvom mieste sú ekonomické ukazovatele. V rozhodnutiach, ktoré boli popísané boli varianty, viac malých rýpadiel alebo jedno veľké? Každá možnosť disponuje určitými výhodami, no nakoniec vždy zvíťazia peniaze. Rýpadlo, ktoré odkryje viac uhlia vyhráva, znamená to lepší výnos. Záležitosť s odkrývaním uhlia je veľmi zložitá vec. Ukázali sme si rôzne mechanizácie vykonávajúce viac-menej rovnakú činnosť, v praxi je potrebné si vybrať a nepoužívať len jeden obrovský stroj.

Rozhoduje geologické podložie. Najrozšírenejšími rýpadlami používanými v povrchových baniach sú síce lanové rýpadlá, no pri dobrých geologických podmienkach je najlepší kontinuálny proces ťažby. Kráčajúce rýpadlá sú vhodné pre kamenistú skrývku. Sila, ktorú vyvíjajú je dostatočná na to aby nebol nutný odstrel. Taktiež si hravo poradia s piesčitou pôdou s obsahom veľkých kameňov a podobne, podľa hustoty pôdy je nutné zvoliť vhodnú veľkosť lopaty, aby sa dodržala maximálna neodpružená hmotnosť na ramene. Celkovo je kontinuálny proces ťažby najvhodnejší do mäkkého podložia, sila lanového rýpadla by bola zbytočná. Pri vytvorení celého ťažobného reťazca, teda kolesové/korčekové rýpadlo s niekoľkými silnými veľkoobjemovými pásovými dopravníkmi je možné dosiahnuť naozaj obrovských výkonnostných čísel. Najrozšírenejšie je použitie v oblastiach Európy, Austrálie a Indie pri ťažbe hnedého uhlia. Ako som napísal, používali sa aj v Amerike a to v kombinácii s rýpadlom. Takéto kolesové rýpadlá sú často označované ako „crosspit“, teda cezjamové. Kolesové rýpadlo presúva mäkkú časť skrývky niekam na odpadovú kopu za seba a lanové rýpadlo pracuje na tvrdšej časti skrývky.

V tejto práci som popisoval vývoj jedného určitého druhu techniky, pre mňa veľmi zaujímavých „veľkých“ strojov. Samozrejme bol tento vývoj ovplyvnený dobou a potrebami určitého historického obdobia. Dalo by sa povedať, od prvých skíc Leonarda da Vinci-ho, až po počítačom navrhnutý model vo vývojovom centre Caterpillar...

„Veľké myšlienky – veľké ciele“ - ako presne to platí pri takýchto veľkých strojoch.



9 POUŽITÉ INFORMAČNÉ ZDROJE

- [1] ORLEMANN, Eric C. Power shovels. St. Paul, MN: MBI Pub. Co., c2003, 160 p. ISBN 0760311048.
- [2] HADDOCK, Keith. Bucyrus: making the earth move for 125 years. St. Paul, MN: MBI, 2005. ISBN 9780760322864.
- [3] KOLOMÝ, Radoslav. Historický vývoj lopatových rýpadel: historie výroby a vývoje stavebních strojů v českých zemích I. Praha: Národní technické muzeum, 2013, 214 s. Práce z dějin techniky a přírodních věd. ISBN 978-80-7037-217-3.
- [4] HADDOCK, Keith. Modern earthmoving machines. Hudson, Wis.: Iconografix, 2011, 126 p. ISBN 1583882901.
- [5] BAUER, Zdeněk. Stavební stroje firmy Lanna. Vyd. 1. Praha: Corona, 2005, 330 s.,. ISBN 80-86116-29-8.
- [6] GONDEK, Horst a Arnošt ŠEVČÍK. Těžební a zpracovatelské stroje II. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007, 102 s. ISBN 978-80-248-1273-1.
- [7] MANKTELOW, Peter. Steam shovels [online]. Princes Risborough: Shire, 2001 [cit. 2014-05-20]. ISBN 978-074-7804-833. Dostupné z: https://books.google.sk/books?id=cCta6bTZ83wC&hl=sk&source=gbs_navlinks_s
- [8] HADDOCK, Keith. Giant earthmovers [online]. Osceola, WI: MBI Pub., 1998, 224 p. [cit. 2014-05-26]. Crestline series. ISBN 07-603-0369-X. Dostupné z: https://books.google.sk/books?id=oyX4X1B_hLsC&dq=marion+7800+walking+dragline&hl=sk&source=gbs_navlinks_s
- [9] HADDOCK, Keith. The earthmover encyclopedia [online]. St. Paul, MN: Motorbooks International, 2002, 320 p. [cit. 2014-04-17]. ISBN 07-603-1405-5. Dostupné z: https://books.google.sk/books/about/The_Earthmover_Encyclopedia.html?id=8svyOXSaZkAC&hl=sk
- [10] History of Coal Miners. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_coal_miners
- [11] Industrial Revolution. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution
- [12] Economic history of Sweden. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Economic_history_of_Sweden
- [13] Coal Age New. 100 Years with Coal Age [online]. 2012 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.coalage.com/features/2284-100-years-with-coal-age.html?showall=1#.VWPSuk-8PGc>



- [14] Leonardodavinci [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://leonardodavinci.stanford.edu/submissions/dgill/FinalProject/Leonardosplan.html>
- [15] A History of P&H Mining Equipment [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Pb3mUTRE59A>
- [16] Petr Zázvorka. Dynastie Lannů – čeští šlechtici s lopatou v erbu [online]. 2011 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: https://www.metrostav.cz/cz/aktuality/aktualni_informace/detail?id=2353
- [17] Cindy Kiel. Caterpillar® History [online]. 2011 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <https://www.acmoc.org/about-caterpillar?showall=1>
- [18] Continuous track. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Continuous_track
- [19] Panama Canal. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Panama_Canal
- [20] Joy Loading Machine [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.wvencyclopedia.org/articles/1060>
- [21] Menck KRA [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.menckundhambrockarchiv.de/Ubersicht/Bagger/Bagger_bis_1933/KRA/kra.html
- [22] Lima [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://tractors.wikia.com/wiki/Lima>
- [23] The Captain [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://the-working-man.com/the-captain.htm>
- [24] New Devices For New Needs [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.hq.nasa.gov/pao/History/SP-4204/ch13-1.html>
- [25] MIKE BUCSKO. Largest strip mining shovel in existence, Silver Spade may become park centerpiece [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.post-gazette.com/frontpage/2006/09/17/Largest-strip-mining-shovel-in-existence-Silver-Spade-may-become-park-centerpiece/stories/200609170279>
- [26] Dragline Excavator. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Dragline_excavator
- [27] . Joy Global Inc. Draglines [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.phmining.com/MinePro/Literature/Brochures/XS-4723-1_PH_Dragline_BRO.pdf



- [28] Joy Global Inc. Rope Shovels [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.phmining.com/en/PHMining/Mining-Equipment/Electric-Shovels/PH4800XPC.htm>
- [29] CAT. CAT 7495 WITH HYBRACROWD [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/electric-rope-shovels/electric-rope-shovels/18417993.html
- [30] The Biggest (and Hungriest) Machines [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.darkroastedblend.com/2006/11/biggest-and-hungriest-machines.html>
- [31] Bagger 288. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Bagger_288
- [32] enova TAKRAF Mining Equipment. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.takraf.com/en/Products/Mining_Equipments/Mining-Equipment.htm
- [33] Overburden Conveyor Bridge F60. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Overburden_Conveyor_Bridge_F60
- [34] Horse Railway in Coal Mine. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution#/media/File:Horse_Railway_in_Coal_Mine.jpg
- [35] Leonardodavinci [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://leonardodavinci.stanford.edu/submissions/dgill/FinalProject/excavator2.jpg>
- [36] Grimshaworigin [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.grimshaworigin.org/images/NorthAmerica/Verantius1.jpg>
- [37] Gutenberg [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.gutenberg.org/files/47187/47187-h/47187-h.htm>
- [38] Blackdiamondnow [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://blackdiamondnow.typepad.com/.a/6a00e5513924e6883301901e29ec07970b-pi>
- [39] Practicalmachinist [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.practicalmachinist.com/vb/attachments/f19/28439d1290801333-who-invented-caterpillar-track-steamcaterpillarno122.jpg>
- [40] Minus [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://i3.minus.com/jRUuPgpfK32.jpg>
- [41] hicago2 [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://bloximages.chicago2.vip.townnews.com/tucson.com/content/tncms/assets/v3/editorial/4/e4/4e48715e-222a-5741-85db-266699d36be8/54f38d7bc6229.image.jpg>



- [42] P&H 206. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/2/2e/P%26H_Model_206_power_shovel_circa_1926.jpg
- [43] Wvencyclopedia [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.wvencyclopedia.org/assets/0000/7308/Joy Loader Patent up standard.jpg>
- [44] Collections [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://collections.mnhs.org/cms/web5/media.php?irn=10089350&width=640&height=640>
- [45] Menckundhambrockarchiv [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.menckundhambrockarchiv.de/Ubersicht/Bagger/Bagger_bis_1933/KRA/100187.jpg
- [46] Stripmine [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.stripmine.org/950b3.htm>
- [47] S7d2 [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/C10032979>
- [48] Shay locomotive. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Shay_locomotive#/media/File:Steam_locomotive_shay.jpg
- [49] Flickr [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: https://c2.staticflickr.com/8/7328/13256604924_5b1a2bc7c0_b.jpg
- [50] Xooimage [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://img.xooimage.com/files75/1/9/2/mountaineer-1-a-800x-1-31361f5.jpg>
- [51] Stripmine [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.stripmine.org/mount2.htm>
- [52] Heavyequipmentforums [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.heavyequipmentforums.com/showthread.php?1624-more-pics-of-equipment-stuck!/page27>
- [53] Album-mmt [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.album-mmt.it/foto/main.php?g2_view=core.DownloadItem&g2_itemId=20457&g2_serialNumber=2
- [54] Pbase [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.pbase.com/lexyky/image/155333813>
- [55] Oemoffhighway [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://r1.oemoffhighway.com/files/cygnus/image/OOH/2010/NOV/1280x720/heroessec_10184696.jpg
- [56] Rockportky [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://rockportky.com/CoalMines/RiverQueenMine/RQShovel.jpg>



- [57] Slideshare [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/isnindian/working-of-dragline>
- [58] Extranewspapers [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.extranewspapers.co.uk/wp-content/uploads/2014/05/dragline-2.jpg>
- [59] Facebook [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: https://scontent-fra3-1.xx.fbcdn.net/hphotos-xaf1/v/t1.0-9/s720x720/11713_1583657655212991_8899658995923295312_n.jpg?oh=85dd023e00e8cff9cfe82b5c45492a2c&oe=560BAECD
- [60] Flickr [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: https://c2.staticflickr.com/6/5589/14052989399_e1726748b0_b.jpg
- [61] Stripmine [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.miningmayhem.com/2012/09/marion-8900-dragline-recovery.html>
- [62] Ruralramblings [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.ruralramblings.com/blog/uploaded_images/Big-Muskie-work-739594.jpg
- [63] Flickr [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://farm5.staticflickr.com/4006/4232827528_c20ef08f1b_z.jpg?zz=1
- [64] Flickr [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://farm8.staticflickr.com/7152/6682961341_387a3dcd37.jpg
- [65] Joy Global Inc. P&H 9020XPC [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.phmining.com/MinePro/Literature/Brochures/XS-4723-1_PH_Dragline_BRO.pdf
- [66] Earthmoversmagazine. P&H 9020XPC [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.earthmoversmagazine.co.uk/wp-content/uploads/2014/03/SCAN0038.jpg>
- [67] CAT. China's First AC Powered Walking Dragline [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <https://mining.cat.com/cda/files/2793951/7/scotteril1%20paper%20minexpo%20final.pdf>
- [68] Coalnews [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://www.coalnews.net/papers/April2012/HTML/files/assets/seo/page27_images/0004.jpg
- [69] Site-kconstructionzone [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.site-kconstructionzone.com/wp-content/uploads/2011/07/Cat-8750-dragline.jpg>
- [70] Site-kconstructionzone [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.site-kconstructionzone.com/wp-content/uploads/2011/07/Cat-7495-shovel-loading-795F-AC.jpg>
- [71] Joy Global Inc. 4100XPC [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.phmining.com/MinePro/prodpageimages/4100XPCAC62014.jpg>



- [72] Bagger 288. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z:
http://en.wikipedia.org/wiki/Bagger_288#/media/File:Bagger-garzweiler.jpg
- [73] F60 Overburden Conveyor Bridge. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-26]. Dostupné z:
[http://en.wikipedia.org/wiki/Overburden_Conveyor_Bridge_F60#/media/File:F60 in Betrieb.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Overburden_Conveyor_Bridge_F60#/media/File:F60_in_Betrieb.jpg)
- [74] Hfinster [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z:
http://www.hfinster.de/StahlArt2/images/_BW-92-8-23.11.2000.jpg