

14. RUKOVANJE BLOKOVIMA U KAMENOLOMU

Pod unutarnjim transportom u kamenolomu smatra se izvlačenje komercijalnih blokova i njihovo privremeno pohranjivanje na osnovnom radnom platou do odvoza iz kamenoloma. Pod tim transportom smatra se i povlačenje blokova po kamenolomu, podizanje iz dubinskog kamenoloma, izvlačenje iz podzemnog kopa i utovar blokova u kamione. Pod vanjskim transportom smatra se prijevoz blokova iz kamenoloma do pilane ili drugog odredišta izvan kamenoloma.

U radilištu kamenoloma blokovi su se premještali čeličnim užetom obavijenim oko bloka i namotanim na bubanj vitla, na ručni, a potom strojni pogon. U kamenolomima su se blokovi pomoću vitla preko rampe utovarivali na prijevozna sredstva.

Za dizanje blokova rabile su se različite jednostavne naprave, bilo oblika običnog jarbola s radnom konzolom koja je kružila oko njegove osi, bilo pomoću čeličnim užetima pričvršćenih kosih greda s koloturima (slika 14.1.) Te su jednostavne naprave kasnije zamijenjene različitim stabilnim dizalicama.

Kasnije su se za transport mineralne sirovine i jalovine, te za rukovanje sirovinom unutar kamenoloma koristili i koriste: vitlovi, dizalice, utovarači, bageri i kamioni. Mineralna sirovina se iz kamenoloma otprema uglavnom kamionima. Za prebacivanje i transport jalovine i mineralne sirovine koriste se također na kraće udaljenosti utovarači i bageri, a na duže kamioni.

14.1. VITLO

Oslobođeni kameni blokovi su se povlačili po etaži podnog vitla, koje je primjenom mobilnih strojeva (utovarači, bageri, autodizalice) gotovo potpuno nestalo iz kamenoloma.

Za povlačenje blokova koristila su se uglavnom vitla s bubnevima (i to vitla s jednim bubnjem), jer se povlačilo s otvorenim užetom (slika 14.2.). Pripomoć pri obaranju blokova i njihovo povlačenje vitlom obavlja se po shemi jednoradnog transporta s jednim otvorenim užetom. Radi lakšeg povlačenja, tj. smanjenja trenja između bloka i podloge, blok se postavljao na saonice ili podložnu plohu ispod koje su se postavljale okrugle grede.

Glavni sastavni dijelovi vitla su: bubanj, pogonski motor, prijenosni mehanizam, kočnički uređaj i okvir (slika 14.3.). Glavne su mu značajke: maksimalno statičko opterećenje užeta, brzina gibanja užeta, snaga stroja, promjer bubnja, promjer užeta te dužina užeta koja se može namotati na bubanj. Bubnjevi manjih vitlova napravljeni su od ljevanog željeza u jednom komadu, a većih od čelika. Bokovi bubnja su dosta visoki, da se može naviti više redova užeta. Pričvršćenje užeta na bubanj ne smije oštećivati užu. Da bi to pričvršćenje bilo što pouzadnije, ostavljaju se 3 rezervna namotaja užeta, koje se za vrijeme rada ne odmotavaju s bubnja. Plašt bubnja se oblaže drvenim dugama, u kojima se urezuju plitki žljebovi za užu, da bi se užu, kao i sam bubanj, što manje trošili. Temeljni okvir vitla od profilnog čelika omogućava čvrsto montiranje na temelje, a istovremeno i lako premiještanje (slika 14.4.)

14.2. DIZALICE

U površinskim kamenolomima arhitektonsko-građevnog kamena su, povećanjem proizvodnje i poglavito spuštanjem kopova u veće dubine, stacionarne dizalice postale neobično važani uređaji koji su omogućavali povlačenje i izvlačenje, te utovar blokova. Uvođenjem mobilnih utovarača i mobilnih dizalica, one su izgubile svoj prvotni značaj. Međutim, pri površinskoj eksploataciji dubinskog tipa, one se i dalje svrhovito sredstvo, poglavito u dubljim kamenolomima u kojima je onemogućen pristup mobilnim utovarnim i prijevoznim sredstvima.

14.2.1. Derik dizalica

Od svih stacionarnih dizalica (granika) u kamenolomima se, zbog karaktera tereta (blokovi velike težine), koriste kružne stacionarne dizalice za velike terete, tzv. Derik dizalice (jarbolni granici). Stacionirana derik dizalica (slike 14.5., 14.6. i 14.7.) služi za izvlačenje (podizanje), prenošenje i odlaganje kamenih blokova, zatim za prenošenje, spuštanje i podizanje strojeva i uređaja iz dubinskog kamenoloma, a može se koristiti i za druge poslove ukoliko ju ti zahvati neće opteretiti preko maksimalno dozvoljene nosivosti.

Najčešće im područje okretanja iznosi 270° , a doseg im se mijenja promjenom nagiba katarke (igle). Konkretni podaci jedne dizalice prikazani su na slici 14.8. Sile derik dizalice su slijedeće:

Vertikalna sila na stupu

$$V = g (G + G_1 + G_2) + S_1 + S_2 \quad [\text{N}]$$

Horizontalna sila na stupu

$$H = \frac{g(G \cdot a + G_1 \cdot e_1)}{h_1} \quad [\text{N}]$$

gdje su:

g	gravitacija,
G	masa dizanog tereta,
G_1	masa katarke,
G_2	masa jarbola,
S_1	vučna sila užeta za dizanje tereta,
S_2	vučna sila užeta za podizanje katarke (igle),
a	dužina dohvata,
e_1	polovica dužine dohvata,
h_1	visina jarbola.

Stabilnost dizalice je:

$$g \frac{G_f \cdot e_f - G_1 \cdot e_1}{G \cdot a} \geq 1,4$$

gdje su:

G_f	masa protutege,
-------	-----------------

e_f udaljenost između središta jarbolnog temelja i središta temelja kosog potpornog stupa.

Prije početka rada dizaličar je dužan pregledati ispravnost konstrukcije dizalice i uređaja, a poglavito nosećeg užeta i spojnog pribora. Pri povezivanju bloka mora se koristiti originalni spojni pribor uz obvezno postavljanje kutnika na rubove bloka kako ne bi došlo do neposrednog kontakta užeta i bloka. Dizalicom se mogu podizati, prenositi i potezati samo oni tereti kojima je masa poznata i manja od maksimalne nosivosti dizalice a pravilno su vezani. Blokovi se mogu vući izvan radnog polja dizalice s čeličnim užetom uz korištenje kolature. Ukoliko za vrijeme rada kod opterećene dizalice nestane struje ili dođe do kvara na motoru, dizaličar je dužan postaviti sve komande u nulti položaj i dizalicu po mogućnosti rasteretiti spuštanjem tereta na tlo pomoću ručne kočnice. Ako je to nemoguće onda poduzima mjere zabrane prolaza ispod visećeg tereta. Tijekom rada dizaličar upravlja komandama samo na temelju jasno danih signala koje daje samo jedan radnik-signalista. Prije napuštanja radnog mjesta dizaličar mora rasteretiti dizalicu, lagano ju usidriti s bragama i sve komande postaviti u nulti položaj. Tabele s upozorenjima o zabranjenom pristupu treba istaknuti na vidljivo mjesto. Brage za prenošenje i vučenje tereta trebaju biti na krajevima petlja ili uške izrađene sa žabicama ili upletanjem. Uz atest dizalice, potreban je i atest užeta. Uže se uz svakodnevnu kontrolu mora i redovno ispitivati prema propisanim normama za ispitivanje užeta za opću namjenu.

14.2.2. Auto-dizalica

Auto dizalice (vozni granici) se razlikuju obzirom na mogućnost zakretanja dohvatnika. Jedne su s usmjerenim dohvatnikom, kod kojih se tlocrtno pomicanje tereta može postići samo manevriranjem cijelog vozila (slika 14.9.), a druge dizalice s kružnim dohvatnikom, kod kojih se teret osim dizanja i spuštanja, može premjestiti za neki određeni kut lijevo ili desno s obzirom na vozilo ili se okreće za 360° . Materijalom rukuju pomoću kuke i zavjesnog pribora. Teret obično nose prednji kotači, dok se sa stražnjim upravlja. Da bi jednako efikasno radili i u skućenim prostorima kamenoloma, najčešće raspolažu istim brojem brzina za vožnju natrag i naprijed. Auto dizalice moraju automatski zakočiti teret ukoliko pogon zataji, a isto se tako mora pogon automatski prekinuti ukoliko kuka prijeđe dopuštene granice rada. Nosivost dizalice se mijenja s dosegom kuke, pa je dobro da se raspolaže dijagramom nosivosti, kako se ne bi ugrozila stabilnost vozila nedopuštenim teretom.

14.3. UTOVARAČ

Zbog svoje mobilnosti i univerzalnosti utovarači na gumenim kotačima se u kamenolomu koriste za razne namjene. Koriste se kao kopačko-utovarni strojevi, zatim kao utovarno-transportni i konačno kao pomoćni strojevi. Tehnološka shema s utovaračem kao kopačko-utovarnim strojem primjenjuje se prilikom izvlačenja i manipuliranja s blokovima. Temeljni zadatak utovarača je rad kao utovarno-transportni stroj za utovar i prenošenje blokova kao i za utovar jalovine u kamione i otprema jalovine i mineralne sirovine na kraće udaljenosti. Kao pomoćni stroj utovarač se koristi za premiještanje negabarita, održavanje puteva, čišćenje radnih površina, planiranje odlagališta, transport materijala i rezervnih dijelova itd.

Za izvlačenje blokova, tj. njihovo udaljšavanja od mjesta eksploatacije, dalju manipulaciju i utovar, našli su utovarači kao mobilni univerzalni strojevi široku

primjenu u kamenolomima. Zahvaljujući hidrostatičkom pogonskom sustavu utovarač postaje nosač različite radne opreme. Klasična lopata utovarača, kojom se tovari npr. jalovina (slika 14.10.) mijenja se, kad je to potrebno, s “viljuškama” za prihvaćanje, premještanje i utovar blokova (14.11). Time je ne samo olakšana manipulacija blokovima nego i omogućen rad s većim blokovima, jer im dimenzije nisu više limitirane dimenzijama utovarne lopate. Blokovi se, naravno, mogu izvlačiti, tj. udaljavati od mjesta eksploatacije pomoću utovarača s klasičnom utovarnom lopatom. Izdvojeni komercijalni blok se izvlači utovaračem tako da se lopata utovarača ugura u podnožje bloka i podigne desetak centimetara. Dok je blok uzdignut u taj se položaj, podmetne pod njega komad kamena ili drva i prodre lopatom potpuno pod blok. Zatvaranjem lopate blok je prihvaćen, što omogućava njegov utovar ili odnošenje do određene deponije za utovar. Ovakav je postupak daleko teži i dugotrajniji od postupka pri kojem se lopata mijenja viljuškama. Na slici 14.12. vidi se utovarač s klasičnom lopatom pri iznošenju bloka iz podzemnog kamenoloma Kanfanar, a na slikama 14.13. i 14.14.

14.4. HIDRAULIČNI BAGER

Na kamenolomima se uz utovarač koristiti i hidraulični bager, najčešće onaj s obrnutom lopatom, koja se po potrebi mijenjati s hidrauličnim čekićem ili nekom drugom opremom. Bager kao otkopni stroj s većom silom na zubu lopate je za utovar jalovine i manipulaciju s blokovima poslove daleko efikasniji. Osim toga bager se nerijetko koristi kao osnovni stroj, tj. nosač hidrauličnog čekića za uklanjanje jalovine ili dodatno usitnjavanje krupnijih komada u jalovinskom materijalu. Svrhovita mu je primjena za obaranje primarnih blokova, zatim njihovo preguravanje, razmještanje komercijalnih blokova po kamenolomu, te konačno utovar ili kao pripomoć pri utovaru komercijalnih blokova. Hidraulični bageri imaju slobodno uvrtnje lopate oko spoja s držalicom, pa je kinematika radnog elementa hidrauličnog bagera s obrnutom lopatom u najvećoj mjeri prilagođena i po mogućnostima gibanja što ih radni element može izvršiti, i po silama koje se mogu ostvariti na krajnjem članu - lopati u svim točkama širokog polja dohvata, radnjama pri razmještanju blokova po kamenolomu. Hidraulični bager također može lopatu mijenjati širom paletom lopata ili drugih radnih elemenata. Jedan od takvih elemenata je grajfer (grabilica) alat za primjenu u najrazličitijim uvjetima i za najrazličitije svrhe. Grajfer pogodan za rukovanje manjim kamenim blokovima nepravilnog oblika je tzv. polipni hvatač za kamene blokove (slika 14.15.).

14.5. POVLAČENJE BLOKOVA

Za izvlačenje komercijalnog bloka, tj. za njegovo udaljšavanje od mjesta eksploatacije, najčešće se koriste utovarači ili bageri.

Blokove treba izvlačiti i premiještati utovaračem ili bagerom zahvatom na utovarnom elementu. Izbjegavati povlačenje utovaračem povezanih blokova. Navlačenje blokova pozadi kretanjem utovarača izaziva oštećenje dijelova diferencijala i ostalih vučnih elemenata, jer stroj podnosi nekontrolirana izmjenična opterećenja na trzaj. Ako se utovarač ili bager koristi za povlačenje blokova pomoću čeličnog užeta blok treba povlačiti preko lopate utovarača, a ne spajanjem užeta za njegov stražnji dio.

Navedena sredstva vuče se koriste kao pripomoć pri odvaljivanju primarnih blokova. U slučaju kada ispiljena kamena masa popusti po nekoj prirodnoj pukotini

(slika 14.16.) ostane donji dio stijenske mase koji se teško može prevrnuti, ali koji treba osloboditi i pripremiti za daljnju obradu. Zračni jastuci su u ovom slučaju neupotrebljivi zbog neravne izlomljene i kvrgave stražnje površine izuzev kad je prethodnim potiskivnjem otvorena dosta veća površina reza. U protivnom je u ovakvim slučajevima, najssvrhovitija primjena vodenih jastuka, zbog male debljine i jednokratne uporabe jastuka. Uz to može se pripomoći navlačenjem bloka pomoću vitla, dizalice ili utovarača. U zdravu gornji dio bloka se izbuši rupa dubine oko 15 cm i u nju umetne željezni cilindar. Preko cilindra se postavi čelično uže i kameni blok povlači pomoću navedenih sredstava. Pri tome treba koristiti koloturu tj. uže vući preko koloture, kako bi se rastavljanjem sile na dva kraka smanjila vučna sila u užetu, što omogućava korištenje užeta manjeg promjera. Najčešće se za to koristi čelično uže promjera 28 mm, koje je savitljivije od debljih užeta pa su mu prilikom namatanja na bubanj (npr. vitla) manja naprezanja na savijanje, a olakšano je manipuliranje tanjim užetom. Radi jednostavnijeg uvlačenja užeta prikladne su koloture jednostavne konstrukcije - na otvaranje. Motorno vitlo se rijetko koristi, ali ako se blok povlači pomoću vitla čelično uže treba usmjeriti preko koloture na položaj povlačenja, kad blok nije u pravcu vitla. Ako se blok povlači pomoću derik dizalice ne smiju se stvoriti uvjeti za eventualno prevrtanje dizalice. Vučna sila mora biti tako usmjerena da ona djeluje na granu dizalice isto kao i kad dizalica normalno podiže teret. Sve sile na dizalici pri povlačenju tereta moraju djelovati kao i sile pri podizanju tereta. To se postiže tako da se pod dizalicu postavi pomoćna kolotura, koja se mora čvrsto usidriti, jer preko nje djeluje rezultanta vučne sile (slika 14.16.).

14.6. KAMION

Suvremeni višetažni način eksploatacije površinskih ležišta arhitektonskog građevnog kamena s dugim radnim čelima i širokim etažama s dvostrukim pristupnim putovima do svake etaže, omogućuje direktni kamionski prijevoz blokova s radilišta, bez dodatnih pretovarnih punktova. Kod suženijih radilišta poželjno je prevoziti blokove i na kraćim udaljenostima unutar kamenoloma s kamionima. Time se rasterećuju i čuvaju utovarači, jer oni konstruirani za utovar i rukovanje, a ne za prijevoz materijala. U kamenolomima se za unutarnji transport najviše koriste klasični kamioni damperi (slika 14.17.). Oni se koriste za prijevoz jalovine i za prijevoz kamenih blokova, što je naizgled svrhovito, međutim obzirom na različitost tereta (jalovina je usitnjeni rastreseni teret, a blokovi teški komadni) svrhovitije je razdvajanje tog prijevoza, odnosno za prijevoz blokove koristiti kamion prilagođen toj svrsi. Damperi nisu predviđeni niti konstruirani za prijevoz blokova kamena, pa se, ukoliko se njima prevoze, javlja čitav niz negativnosti. Temeljni nedostatak pri prijevozu blokova damperom je limitiranost veličine bloka kamena veličinom sanduka dampera i nepovoljnim koeficijentom tare, odnosno nepovoljnim odnosom vlastite mase vozila i njegove nosivosti. Tamo gdje se mogu eksploatirati veći blokovi potpuno je neracionalno smanjivati veličinu bloka zbog nemogućnosti njegovog prijevoza do pilane. Iskoristivost sirovine na primarnom piljenju ovisi o kvaliteti i veličini bloka pa osnovni strojevi za raspilavanje bloka moraju diktirati veličinu bloka, a ne transportno ili utovarno sredstvo. Zato treba pri eksploataciji u kamenolomu težiti veličini bloka koja najbolje odgovara dijamantnim gaterima ili strojevima s dijamantnom kružnom pilom velikog promjera i ortogonalnim strojevima s vertikalnom dijamantnom kružnom pilom i horizontalnom kružnom pilom za podrezivanje ploča. Te dimenzije su različite ali se može računati da blok treba imati bar 6 do 8 m³, a i 12 m³, tj. da se mase blokova kreću oko 20 do 25 tona

pa i do 35 t. Znači da utovarna i transportna sredstva moraju biti prilagođena ovoj veličini bloka. Damperi na sebi imaju teški sanduk, koji je sasvim nepotreban za prijevoz bloka. Ukupna masa vozila povećana je za masu sanduka, a time je za toliko smanjena masa bloka koji se može prevoziti kamionom određene snage. Znači ako se usporede dva kamiona iste snage, jedan sa sandukom, drugi bez sanduka, onda će ovaj drugi imati povoljniji koeficijent tare, a time i mogućnost prijevoza bloka veće mase.

Osim mase bloka njegova veličina je pri prijevozu kamionom sa sandukom ograničena i dimenzijama sanduka. Zato se za prijevoz blokova koriste kamioni s dvostrukom zadnjom osovinom koji umjesto utovarnog sanduka imaju ravnu platformu duž koje se pružaju dvije uzdužne grede radi lakšeg rukovanja pri utovaru i istovaru bloka. Za tu svrhu ovakvi kamioni u pravilu imaju do kabine ugrađeno manje vitlo, koje se pogoni kamionskim motorom. Motorno vitlo ugrađeno do kabine kamiona služi za navlačenje bloka preko kosnika na kamion, ali se obvezno koristi za zatezanje bloka ili blokova na kamionu za vrijeme vožnje. Masa vitla je neusporedivo manja nego masa sanduka, noseće konstrukcije i uređaja za podizanje sanduka kod dampera, što omogućava prijevoz težeg bloka s dimenzijama koje nisu ograničene dimenzijama sanduka.

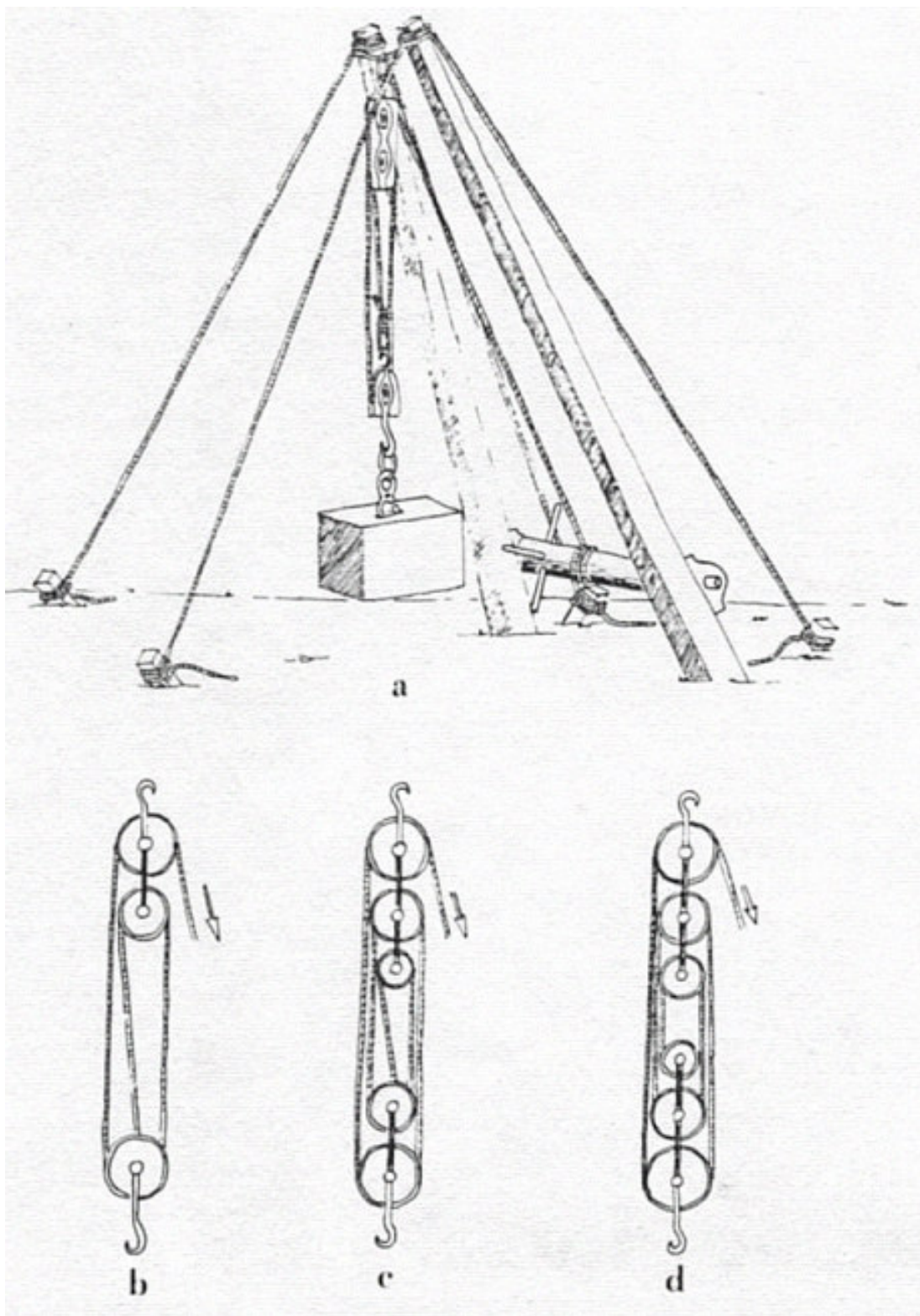
Nedostaci prijevoza blokova damperima, osim navedenog očituje se također i u neravnomjerno raspoređenom opterećenju, tako da se pojedini osovinski pritisak još više povećava (stražnja osovina). Nadalje pri utovaru i istovaru blokova oštećuje se vozilo, blokovi i radni plato skladišta blokova. Otežano je sortiranje blokova kao i daljnje rukovanje za prijevoz unutar kamenoloma ili do pilane.

14.6.1. Utovar blokova u kamione

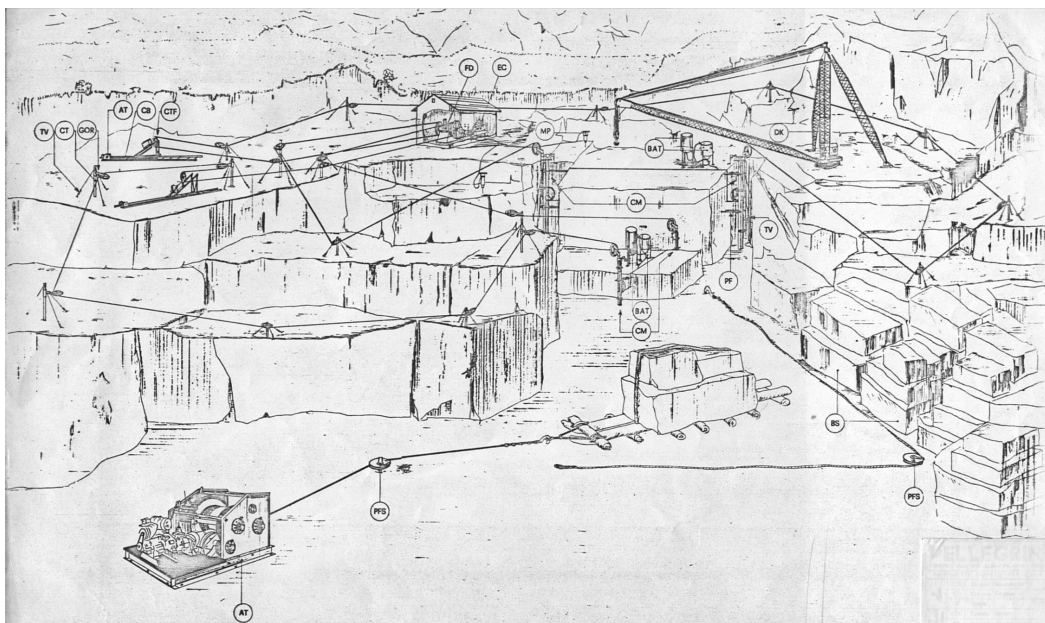
Blokovi se utovaruju u kamione s posebnog prostora za odlaganje blokove ili izravno s etaže ukoliko širina etaže to dozvoljava. Ovo je zbog smanjenja poslova rukovanja s blokovima, najpovoljnija solucija, pa etaže treba razvijati u tom smislu. Na dubinskom kamenolomu blokovi se dovlače do prostora zahvata dizalicom i njome podižu na kamione.

Na prostoru izvan dohvata dizalice blokovi se u kamione s ravnom platformom mogu tovariti uz pomoć kosnika. Za taj način utovara napravi se željezni kosnik (rampa) od dva povezana profilna željeza dužine oko 3 do 3.5 m. Jedan se kraj ove konstrukcije postavlja na kamion na za to posebno obrađeno prihvatno mjesto, a drugi se kraj postavi na radni plato kamenoloma. Blok se opaše (zahvati) čeličnim užetom i vuče na kamion s vitlom ugrađenim na kabinu vozila. Kao ispomoć pri tim radovima može se koristiti i utovarač kojim se gura blok po kosnicima.

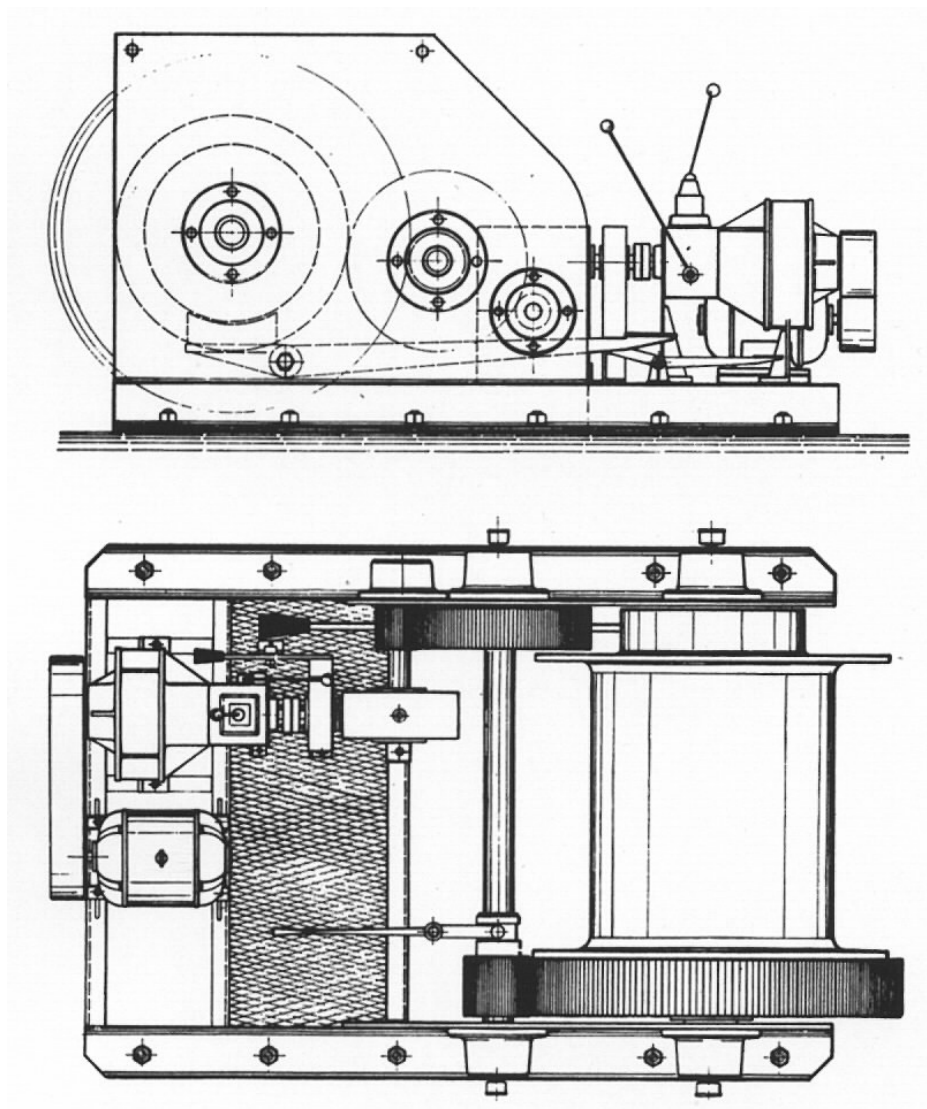
Na kamion s ravnom platformom blokovi se mogu utovariti i uz pomoć dva utovarača. Dva utovarača, u položaju jedan nasuprot drugom, podignu blok na određenu visinu, a zatim se kamion postavi ispod ovako podignutog bloka. Blok se spusti na kamion, tj. na dvije jake drvene grede koje su ugrađene uzduž platforme kamiona. Ako se tovari više blokova operacija se ponavlja. Natovareni blokovi se obvezatno zbog sigurnosti na cesti zategnu čeličnim užetom vitla ugrađenog na kamion.



Slika 14.1. - Jednostavna naprava dizalica za dizanje kamenih blokova s vitlom na ručni pogon



Slika 14.2. - Povlačenje bloka unutar kamenoloma pomoću vitla



Slika 14.3. - Shema elektromotornog jednobubnjastog vučnog vitla

50 Ton. DRAGGING WINCH



Slika 14.4. - Elektromotorno vučno vitlo za povlačenje teških tereta namijenjeno za rad u kamenolomu



Slika 14.5. - Derik dizalica na površinskom nizinskom plitkom kamenolomu



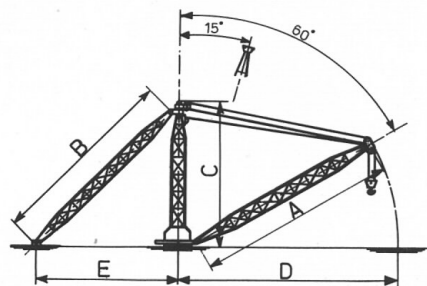
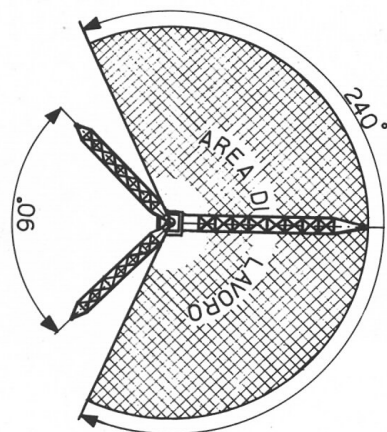
Slika 14.6. - Derik dizalica pri radu u površinskom nizinskom dubinskom kamenolomu



Slika 14.7. - Derik dizalica pri izvlačenju blokova iz dubinskog dijela površinskog brdskog kamenoloma

WORKING AREA WITH AN ARM AT 60°					
Arm length in mt.	16	20	25	30	40
Area in m ²	387	603	935	1345	2390

AREA DE TRABAJO CON BRAZO A 60°					
Longitud brazo en mt.	16	20	25	30	40
Superficie in m ²	387	603	935	1345	2390



PORTATA					
da 20 ton.			a 30 ton.		
A	60°	D 15°	C	B	E
mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.
16	14,5	5	12	17	11,5
20	18	6	12	17	11,5
25	22,5	7,4	15	20,9	15,2
30	26,8	8,7	18	24,7	17,8
40	35,6	11,2	21,3	29,4	21,1

Slika 14.8. - Shema derik dizalice s temeljnim tehničkim podacima



Slika 14.9. - Auto-dizalica od 45 t nosivosti



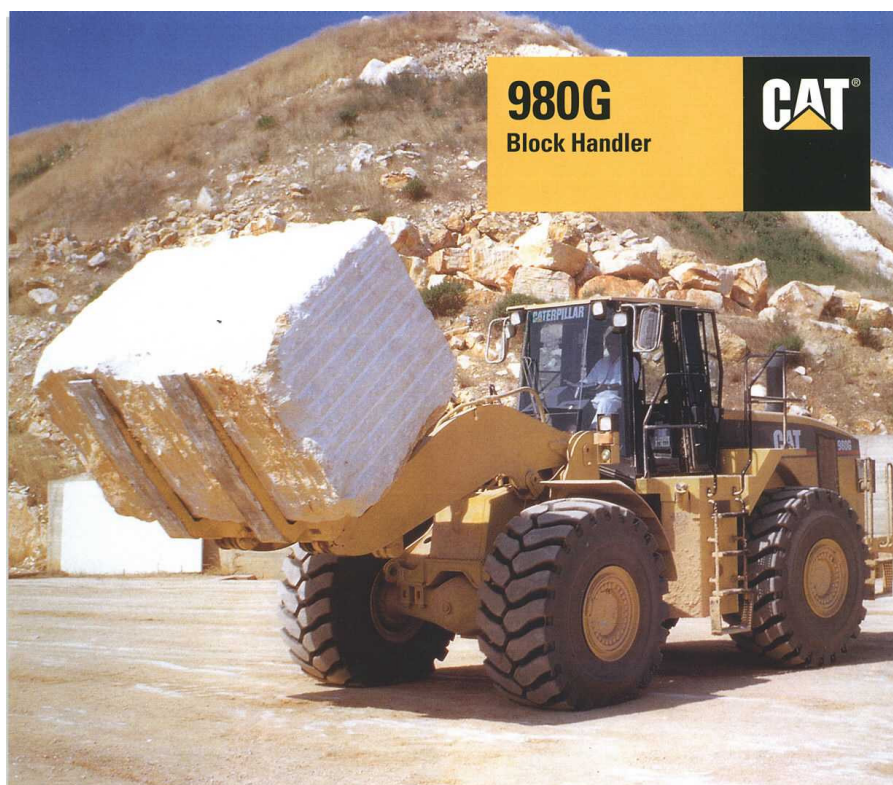
Slide 14.10. - Utovarač na gumenim kotačima s klasičnom utovarnom lopatom pri rukovanju s jalovinom (rasutim teretom)



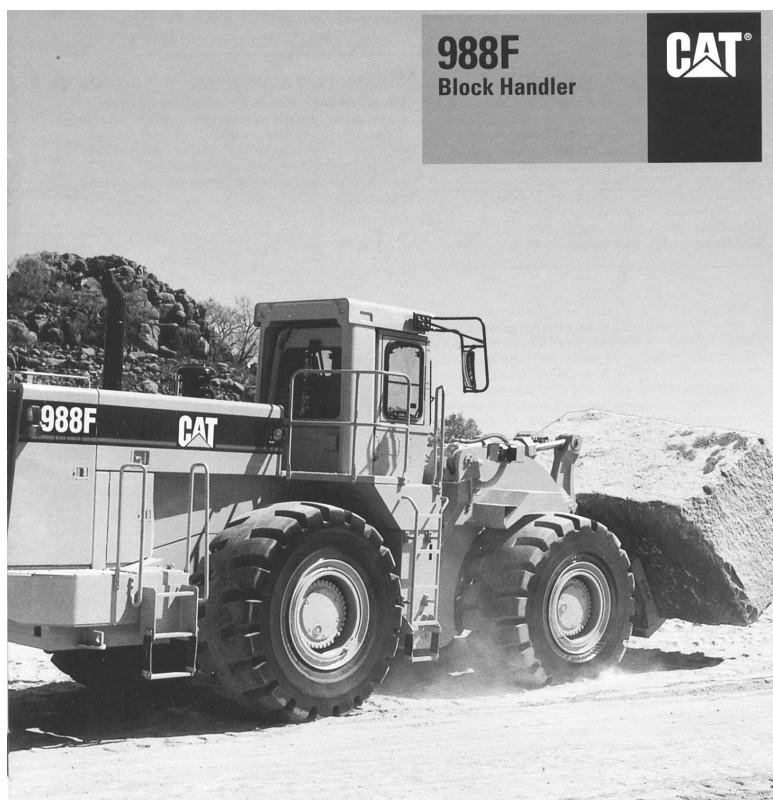
Slide 14.11. - Utovarač na gumenim kotačima s viljuškama umjesto klasične utovarne lopate pri rukovanju s kamenim blokom (komadnim teretom)



Slika 14.12. - Utovarač Caterpillar model CAT 980 iznosi blok iz podzemnog kamenoloma Kanfanar II s klasičnom utovarnom lopatom



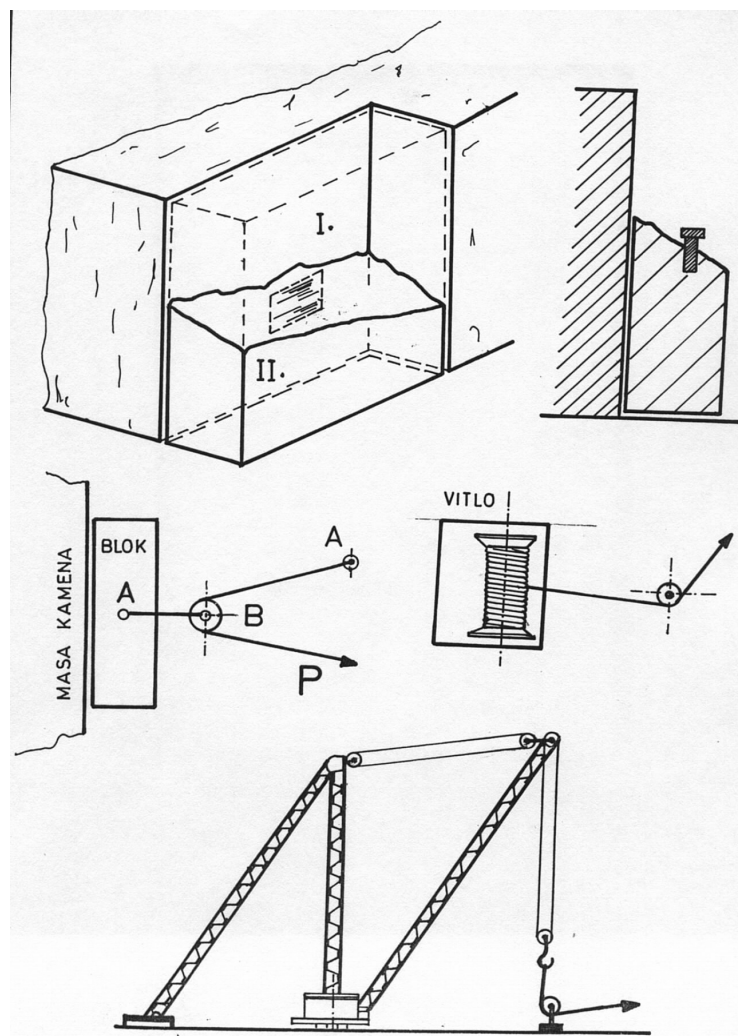
Slika 14.13. - Utovarač Caterpillar model CAT 980 prenosi kameni blok s viljuškama



Slika 14.14. - Utovarač Caterpillar model CAT 988F pri rukovanju kamenim blokom pomoću viljuški



Slika 14.15. - Hidraulični bager s grajferskim radnim elementom - polipni hvatač za kamene blokove



Slika 14.16. - Povlačenje blokova



Slika 14.17. - Utovar dampera na kamenolomu