

17. PRIJEVOZ BLOKOVA

Kameni blok izdvojen iz svog prirodnog sklopa, potrebno je premjestiti izvan radilišta, utovariti u prijevozno sredstvo i prevesti do pretovarnog ili nekog drugog određenog mjesta. Tako proces dobivanja arhitektonsko-građevnog kamena završava tek onda kada kamen prijeđe s mjesta vađenja na mjesto potrošnje. Prijevoz kamenih blokova do mjesta pretovara, prerade ili potrošnje ima bitnu ulogu u radu i gospodarstvu svakog kamenoloma, jer prijevoz kao zadnja karika u proizvodnom ciklusu, omogućuje da proizvod kamenoloma dobije konkretnu uporabnu vrijednost.

Specifičnost prijevoza arhitektonsko-građevnog kamena, u odnosu na druge mineralne sirovine, ogleda se u činjenici da se radi o prijevozu blokova velikih dimenzija, za što je potrebno osigurati pogodna prijevozna sredstva i njima prilagođene transportne trase.

17.1. PRIJEVOZ SAONICAMA

Da su stari Egipćani bili veliki praktičari pri manipulaciji i prijevozu teških kamenih blokova uočava se iz slike 17.1., koja prikazuje prijevoz divovskog kipa Thot Hotep. Ovaj ogromni teret postavljen je i povezan na drvene saonice. Na mjestima gdje veze prihvaćaju kip nalaze se podloge, koje štite kip od oštećenja. Iz slike se ne može vidjeti, ali saonice vjerojatno imaju široke stope kako bi se velikom površinom nalijezanja smanjio specifični pritisak tereta na tlo. Teret vuku četiri reda ljudi, a jedna svećenica pri tom moli. Nadzornik stoji na koljenima kipa i pljeskanjem određuje ritam ravnomjernog vučenja. Na stopalima kipa je osoba, koja lije vodu pod saonice, da se smanji trenje između saonica i tla. Na slici se vide tri nosača vode, a iza njih trojica nose jednu veliku gredu s nazubljenim izrezima. Ova greda služi za zaustavljanje saonica na nagnutim dijelovima puta. Prijevoz ogromnih tereta na ovaj način omogućila je specifičnost egipatskog zemljišta, koje je izgrađeno od aluvijalnog nanosa rijeke Nila. Polijevanjem ovog muljevitog materijala znatno se smanjuje koeficijent trenja, što olakšava klizanje saonica.

Na sličan način prevozili su se i naši srednjovjekovni nadgrobni spomenici - stećci ili mramori, koji su u Dalmaciji najrasprostranjeniji u Imotskoj, i manje u Sinjskoj krajini, a potječu iz 14. i 15. stoljeća. Ovi veliki i teški nadgrobni spomenici prevozili su se na saonicama napravljenim od dvije uzdužne drvene grede spojene poprečnim gredicama (slika 17.2.). Razmak uzdužnih greda manji je na prednjem kraju, ili su tu grede sasvim spojene, a taj prednji dio je povijen prema gore. Dimenzije saonica odgovarale su obliku i veličini bloka (stećka).

17.2. PRIJEVOZ PO OBLICAMA

Stećci su tovareni na saonice uz pomoć greda, oblica, te drvenih i željeznih poluga. Saonice su vukli konji ili volovi. Kad udaljenost od kamenoloma do mjesta ugradnje nije bila velika i kad se radilo o veoma masivnom i nepravilnom stećku, primjenjivan je još jedan način transporta - monolit je guran preko drvenih oblica (valjaka). Dokaz za to su oblice koje su ponegdje do danas ostale pod stećcima, jer ih ljudi zbog velike mase kamena nisu izvlačili. Jedan takav slučaj zabilježen je u Dalmaciji susjednom Humu (Hercegovina) nedaleko Stoca, gdje je oblica ostala ispod stećka (sanduka), koji nije prebačen do groblja.

Uporabom okruglih trupaca (oblica) koji se podlažu pod teret pretvara se otpor klizanja u znatno manji otpor kotrljanja. Stoga ne začuđuje da se povlačenje

teških kamenih blokova preko drvenih oblica koje se umeću ispod bloka kao jednostavan i veoma efikasan način prijevoza počeo primjenjivati u najstarije vrijeme i da se zadržao u uporabi cijeli niz stoljeća, a susreće se ponekad i danas, obično kao pripomoć pri pomicanju blokova na privremenim skladišnim prostorima koji nemaju suvremenu dizaličnu ili utovarno pretovarnu opremu. Blok se na prednjem kraju podigne pomoću poluga i drvenih podmetača koji se ubacuju blizu polužnih uporišta čime se dodatno olakšava podizanje (sl. 17.3.). Oblice se postavljaju ispod bloka pod pravim kutom u odnosu na smjer kretanja. Pomoću poluge blok se pogurne sa stražnje strane. Potrebno je voditi računa o broju oblica (ovisno o veličini bloka) i njihovoj pravilnoj izmjeni, kako ne bi došlo do skliznuća kraja bloka što bi moglo izazvati njegovo lomljenje. Zakretanje pravca gibanja postiže se zakošenjem čelne oblice u željeni položaj.

Prijevoz blokova po oblicama odvijao se po horizontalnim ili blago nagnutim, ali i po horizontalnim stazama (slike 17.4. i 17.5.). Važno pitanje u rješavanju prijevoza kamenih blokova bilo je kako spustiti ove velike terete s visokih brdskih položaja, gdje su se najčešće nalazili kamenolomi, u nizinu ili do morske obale, gdje su se nalazile pilane ili mjesta dalje otpreme.

17.3. KLIZNE SVOZNICE

Ranije su se blokovi dopremali u niže predjele jednostavnim neposrednim slobodnim spuštanjem (klizanjem) niz strme padine brda. Blok se pri tom nalazio na saonicama (smuku) ili na ničemu, a staze su bile od sipine ili su u njih ugrađene kamene ploče (kod nas se tada zvala puzalo) tako da joj se poveća skliznost (slike 17.6. i 17.7.). Pri ovakvom načinu spuštanja blokova, osim opasnosti za ljude, najveću poteškoću predstavljao je izbor klizne trase. Do nekontroliranog zaustavljanja bloka dolazilo je, ne samo na zaravnjenim djelovima trase nego i na kosinama koje, zbog velikog trenja između bloka i tla, nisu omogućavale otklizavanje bloka do predviđenog položaja. Gravitacijska komponenta (ovisno o nagibu ali i o veličini bloka) nije bila dovoljna za savladavanje sile trenja između bloka i tla. Smanjenje koeficijenta trenja između bloka i tla postiglo se primjenom modificiranog načina prijevoza po drvenim oblicama, kontroliranim spuštanjem blokova po tzv. kliznim svoznicama. Prema tome, kliznu svoznicu predstavlja uređena ili izgrađena staza po kojoj se kontrolirano (užetima pridržavan) spuštao blok postupnim umetanjem drvenih gredica (pragova) ispod njega. Pri izboru i izgradnji staze nastojalo se što više prilagoditi konfiguraciji terena slijedeći najčešće prirodne putove slijevanja vode. Na slici 17.8. prikazana je klizna svoznica na ručni "pogon", a na slici 17.9. rad na prijevozu bloka po kliznici.

Jedan ili više blokova ukupne mase najčešće 10 do 20 t poveže se na saonice izrađene od grubo istesane česmине, bukovine ili hrastovine. Od tih vrsta drveta tešu se i trupci (gređice, pragovi), koje se podlažu pod saonice. Gređice se mažu sapunom ili nekim drugim lubrikacijskim sredstvom kako bi se smanjilo trenje, a i toplina koja se razvija uslijed trenja između saonica i trupaca. Saonice uvijek leže na tri do četiri praga. Trupci, odnosno valjci, zahtijevaju čvrstu podlogu, usporedno vođenje i razmjerno ravan teren. Zato se staze trasiraju na stjenovitom terenu ili se izgrade suhozidom u obliku grubog pločnika. Nagibi su im od 50 do 70 %, ali mogu biti i veći od 100 %. S obje strane uzduž staze zakošeno su pobijeni obli drveni (kesten ili slično tvrdo drvo) stupci promjera oko 30 cm. Stupci su, zbog lakše zamjene, umetnuti u rupe kvadratičnog presjeka i učvršćeni drvenim klinovima. Ovisno o masi, teret se veže s tri ili više užeta, koja se omataju oko stupaca. Svakim užetom

rukuje jedan ili grupa radnika spuštajući teret naizmjeničnim popuštanjem užeta prema komandama upravitelja kliznice. Istovremeno se postupno premještaju pragovi tako da se zadnji prag prebacuje ispred saonica kad se one pomaknu za dužinu jednog razmaka pragova. Znači da se kod ovog vida prijevoza teret kotrlja po pokretnoj stazi, jer se premještanjem trupaca ustvari giba i staza. Ovakve klizne svoznice korištene su npr. na području Apuanskih alpi duže od dva milenija, jer su se s njima mogli spuštati kod dobro odabrane trase, blokovi praktično neograničenih masa (slika 17.10.), staza se mogla mijenjati, a sam prijevoz nije bio skup. Primjer prijevoza ogromnog tereta na ovaj način je prebacivanje monolita Mussolini iz kamenoloma do luke u Carrari i dalje do Rima, za što je trebalo izgraditi i posebno plovno sredstvo, jer se postojećim jedrenjacima i parobrodima to nije moglo izvesti.

Razvojem cestovnog prijevoza ponegdje, gdje je to bilo moguće, staze kliznih svoznica su transformirane u ceste (slika 17.11.). Staze kliznih svoznica poslužile su kasnije za izradu tračničkih pruga, a često su te pruge postavljene uz stazu klizne svoznice, jer su se svoznice koristile i za vrijeme korištenja tih pruga (slika 17.12.)

Za prijevoz blokova po pravcu koristile su se i mehaničke kliznice, kod kojih su saonice s blokom pokretane pomoću čeličnog užeta pogonjenog vitlom s krajnje najviše kote kliznice. Pri povlačenju saonica s blokom po horizontalnim prugama korištena su vitla s uključivanjem bubnjeva pomoću tarnih spojki, a na kosim prugama pri spuštanju saonica s blokom korištena su vitla opremljena jednom kočnicom na osovini bubnja, obično pojasnom, kao i vitla s dvije, obično čeljusne, kočnice od kojih jedna, sigurnosna kočnica, djeluje na osovini bubnja, a druga manevarska, na osovini pogonskog elektromotora. Staze (slika 17.13.) po kojima su klizile saonice bile su izgrađene od drvenih pragova (trupaca) ukopanih u tlo poprijeko na smjer gibanja saonica, ali tako da po prilici polovinom visine nadvisuju tlo.

Za razliku od ovih strojno pogonjenih kliznica s gibanjem po pravcu, na kliznici "Moretti" mogle su se savladavati i krivine. Na stazi ove kliznice po središnjoj osi fiksnih pragova, učvršćena je cjevasta vodilica tako da ta staza predstavlja prugu s prisilnim vođenjem saonica (slika 17.14.). Cjevasta vodilica sastavljena je od ravnih ili zakrivljenih (u jednoj ili dvije ravnine) sekcija dužine 5 do 6 m, što omogućava da se potrebnim kombiniranjem prati željena trasa. Saonice su s donje strane opremljene sustavom oslonih poluprstenastih vodećih elemenata koji nalijeganjem na pružnu cjevastu vodilicu omogućavaju tim uzajamno prisilnim vođenjem, vožnju kroz krivine. Saonice su, kao i kod pravocrtnih motornih kliznica pogonjene odmatanjem, odnosno namatanjem užeta na bubanj pogonskog vitla. U krivinama postavljeni su orijentacijski kotači (valjci), koji vode užu u ispravnom položaju.

17.4. TRAČNIČKE ŽELJEZNICE

Staze mehaničkih kliznica predstavljale su ustvari "željezničke pruge" na kojima su bili položeni pragovi, ali pruge nisu imale tračnice niti su vozila (saonice) imale kotače. Pričvršćenjem tračnica za pragove i uvođenjem prijevoznih vozila na kotačima s vijencima prešlo se na dopremu blokova mehaniziranim tračničkim sredstvima.

Doprema čeličnim užetom (slike 17.15., 17.16., 17.17., 17.18. i 17.19.) bila je jedan od prvih načina mehanizacije prijevoza po tračnicama. Postrojenje za dopremu čeličnim užetom sastojalo se od stacionarnog strojnog pogona i savitljivog vučnog elementa, koji prenosi silu gibanja od stroja na kolica. Strojni pogon obično je vitlo s

1 ili 2 bubnja ili s kotačem trenja, već prema načinu dopreme. Savitljivi vučni element je čelično uže. Kolica (vagonet) nemaju sanduk nego samo vozno postolje s ravnom tovarnom plohom. Pri dopremi blokova čeličnim užetima po kosim prugama razlikuje se spuštanje tereta s višeg nivoa na niži - svoznice (spuštaljke) i dizanje tereta s nižeg nivoa na viši - uspinjače. Za pogon uspinjače, na vitlu mora biti ugrađen pogonski stroj, a kod svoznice pouzdana kočnica, koja regulira brzinu spuštanja i zaustavlja kolica na krajnjim postajama. Razlikovala se jednoradna i dvoradna doprema. Kod jednoradne dopreme kolica s blokom gibala su se samo u jednom smjeru, a kod dvoradne su se istovremeno gibala kolica s blokom u jednom, a vagonet s kremenim pijeskom ili drugim priborom u suprotnom smjeru. Temeljne sheme prijevoza po tračnicama pomoću povlačnog užeta prikazuje slika 17.20. Jednoradni prijevoz po shemi a.) obavlja se s 1 otvorenim užetom pomoću jednobubnjastog vitla, a primjenjivao se na kosim prugama, gdje se kolica izvlače pomoću vitla, a spuštaju djelovanjem gravitacije. Dvoradna doprema prema shemi b.) odvija se uz pomoć dva otvorena užeta po kosim prugama pomoću dvobubnjastog vitla. Umjesto pruge s dva paralelna kolosijeka s 4 tračnice može se upotrijebiti pruga s 3 ili 2 tračnice s ugibalištem u sredini. Analogno ovoj shemi prijevoza, kod koje je jedan kraj užeta pričvršćen za bubanj, a drugi prikopčan za kolica, blokovi se mogu prevoziti i prema shemi c.), samo što je ovdje uže prebačeno preko pogonskog kotača trenja, a na njegove krajeve prikopčavaju se kolica. Vučna sila s kotača prenosi se na uže trenjem. Jednoradna izmjenična doprema blokova po horizontalnim prugama odvijala se po shemi d.) s 2 jednobubnjasta vitla pomoću dva otvorena užeta koja se zakopčavaju sprijeda i pozadi tereta. Analogni način prijevoza pomoću dvobubnjastog vitla s otvorenim užetima, prednjim i stražnjim, samo što su ovdje oba bubnja smještena na istom mjestu u vidu dvobubnjastog vitla prikazan je na shemi e.) Zadnje ili povratno uže mora imati dvostruku dužinu i ono se vodi preko posebnih otvorenih ili zatvorenih kotura. Dvoradna doprema, zbog čega prijevozna pruga mora biti dvokolosječna ili jednokolosječna s ugibalištem u sredini, po horizontalnim prugama je s dvobubnjastim vitlom, te otvorenim užetima i to s 2 prednja i 1 spojnim, kako to prikazuje shema f.).

Kad se govori o prijevozu kamenih blokova na tračnicama, neophodno je spomenuti transport lokomotivama, odnosno bivšu jedinstvenu u svijetu "kararsku mramornu željeznicu" (slike 17.21., 17.22., i 17.23.) koja je povezivala cijeli niz kamenoloma (iz kojih je direktno preuzimala blokove bez dodatnog transporta i pretovara) s pilanama i morskom lukom Marina di Carrara. Prva dionica ove željezničke pruge izgrađena je 1876. do Piastre, da bi 1890., bila završena cijela trasa ukupne dužine 32 km, s maksimalnom visinskom razlikom postaja, koje je željeznica povezivala od 445 m. Željeznicom su se prevozili blokovi pojedinačne mase do 40 t, a blokovi veće mase prevažani su po staroj cesti klasičnim specijalnim kolima s volovskom vučom tzv. *Carriona* (17.24.) po kojima je Carrara vjerojatno dobila ime.

Općenito kad se govori o željeznicama prvenstveno se imaju u vidu ovakve adhezijske željeznice s lokomotivskom vučom kod kojih se gibanje lokomotive temelji na međusobnom djelovanju njenih pogonskih kotača i tračnica. Zbog postojanja trenja između kotača i tračnica i pritiska kotača na tračnice dolazi do adhezije (prijanjanja) između kotača i tračnica koja spriječava klizanje kotača po tračnicama, odnosno omogućava kotrljanje kotača. Kod razvitka brdskih željeznica brzo se spoznalo da se pogon na adhezijskim željeznicama može ostvariti samo do stanovitih ne baš velikih uspona. Kod većih uspona pogon postaje i tehnički neprovediv, obzirom na način prijenosa sile između pogonskih kotača i tračnica gdje postoji uzajamna ovisnost njihove vučne sile o adhezijskoj težini lokomotive, te i o

uvjetima adhezijskog trenja između kotača i tračnica. Ovi mali dozvoljeni nagibi traže kod adhezijskih željeznica u brdovitom terenu opširno i skupo razvijanje trase uz izgradnju većeg broja umjetnih građevina tunela i vijadukta. Nastoji se u praksi obilaziti prepreke i graditi dužu prugu manjeg nagiba, koja je povoljnija u eksploataciji nego kraća pruga, koja većim nagibima prelazi prepreke, ali je za eksploataciju nepovoljna, a u gradnji možda jeftinija jer je kraća. Zoran primjer brdske izgradnje pruge je bila i kararska mramorna željeznica koja slijedi, koliko god može, blage nagibe konfiguracije terena, tj. većim dijelom ide “cik-cak”.

Razumljivo da je bilo potrebno u cjelosti osloboditi ovisnost trenja između kotača i tračnica i adhezijske mase vozila, te ga oblikovati na posebnim principima u svim onim slučajevima, gdje iz tehničkih i gospodarskih razloga nije bilo moguće primijeniti adhezijski princip vuče. Zbog toga su se za prijevoz blokova iz kamenoloma koristile prije opisane specijalne željeznice “užetne uspinjače” i “užetne spuštaljke-svoznice”, kod kojih se pogonska sila odnosno sila kočenja prenosi na vozilo pomoću užeta. Težište vozila se kod ovih željeznica nalazi također kao i kod adhezijskih željeznica iznad pruge. Kod njih se za vođenje kotača upotrebljava običan kolosijek s dvije tračnice kao i kod adhezijskih željeznica. Budući da se kod oba ova sustava težište vozila nalazi iznad pruge, a vozila se kreću po kolosijeku s dvije tračnice, mogu se sve te željeznice obuhvatiti zajedničkim nazivom tračničke željeznice. Brojni ostaci užetnih tračničkih željeznica nalaze se po našim napuštenim i aktivnim kamenolomima.

17.5. ŽIČARE

Treću skupinu željeznica, kojima su se prevozili kameni blokovi predstavljaju “viseće žične željeznice - žičare” (slike 17.25. i 17.26.). Značajka visećih željeznica je da vozilo s blokom nije više vođeno kolosijekom s dvije tračnice, te nemaju svoje težište iznad pruge, već vise na čeličnom užetu. Vodeća pruga kod žičara je dakle noseće uže na kojem je obješen teret, a vučna sila prenosi se na njega pomoću vučnog (pogonskog) užeta. Viseće prenosnice tereta pomoću pletenog užeta u primitivnom obliku spadaju u red najstarijih prometnih sredstava, koja su upotrebljavali razni kulturni narodi Azije i Amerike, već prije nekoliko tisuća godina za prelaženje preko dubokih dolina. U Europi pojavljuju se žičare od XV. st. dalje u veoma skromnom opsegu najviše za vojne svrhe. Najveća smetnja razvitku žičara bio je materijal užeta, koja su prvobitno bila izrađena od bilinskih vlakana (manile i konoplje) i zbog toga male čvrstoće i kratke trajnosti. 1834. god. rudarski nadsavjetnik Albert u Chausthalu ručno je spleo prvo čelično uže i od tada ono ubrzano zamjenjuje bilinsku užad i lance. Izradom pletenih užeta iz čeličnih žica s dovoljnom čvrstoćom bio je ispunjen preduvjet za dalji razvitak žičara i prijevoz velikih tereta kakvi su kameni blokovi. Taj razvitak počeo je u drugoj polovici prošlog stoljeća. Općenito žičare nikad nisu imale značaj pruga za daleki promet, već je njihova zadaća bila povezati teško pristupačna mjesta (kamenolome) s mjestima koja su lako pristupačna općem kopnenom ili vodenom prometu. Zadaća im je bila povezati brdske, a posebice dubinske kamenolome s mjestima primarne prerade blokova odnosno mjestima njihovog pretovara na druga prometna sredstva. Prednosti su im bile: postizanje najkraćeg prometnog spoja između dva mjesta bez obzira na konfiguraciju terena, veliki nagib pruge, slobodni prostor ispod pruge, mali otpor kretanju i malobrojna radna snaga. Žičare s dva užeta kod kojih jedno ima funkciju noseće ili vodeće pruge, a drugo služi za prijenos vučne sile od pogonskog agregata na vozilo naziva se često njemačkim sustavom, jer su se najviše razvile u Njemačkoj.

Pri prijevozu kamenih blokova, da bi se povećao kapacitet prijevoza, korištene su dvostruke ili ponegdje i trostruke žičare, tj. građene su dvije ili tri paralelne žičare, koje imaju zajedničke postaje i potpore na pruzi. Primjer takve velike žičare s tri noseća užeta bila je žičara Monte Sagro (Carrara). Na dva užeta su prevoženi blokovi mase do 20 t, a na trećem blokovi mase do 10 t. Dužina žičare iznosila je 1600 m, a s njom su se spuštali blokovi prema Equi. Visinska razlika gornje i donje postaje iznosila je 635 m. Kod ovakvih žičara s izmjeničnim pogonom promet se redovito odvija s dvojica voznih kolica, a svaka kolica vise na vlastitom nosećem užetu. Svako noseće uže u gornjoj postaji čvrsto je usidreno, dok je u donjoj položeno slobodno pomično preko vertikalnog kolotura. Na njegovom kraju obješen je natezni uteg, koji svojom težinom napinje uže. Po nosećem užetu kreće se sustav kotača na kojima je obješena vješalica (kolica) sa spravama (najčešće užetima) za prihvaćanje bloka (vozno postolje). Vučno uže za obadvoja kolica je jedno, a pogonjeno je s dvobubnjastim vitlom ili, kao što je prikazano na slici 17.27., s pogonskim kotačem trenja. Kod pogona pomoću kotača trenja beskonačno uže obuhvaća horizontalni pogonski kotač u gornjoj i povratno-natezni kotur u donjoj postaji. Pogonska sila prenosi se na vučno uže trenjem pomoću gornjeg pogonskog kotura podižući donja kolica, dok se gornja kolica spuštaju. Kod slijedeće vožnje smjer pogona biti će obratan, obja će se kolica povratiti u svoj prvotni položaj.

Posebni vid željezničkog prijevoza kod kojeg se težište vozila nalazi ispod pruge su viseće željeznice na jednotračnoj zavješenoj pruzi, koje su se koristile pri podzemnoj eksploataciji arhitektonskog kamena. Kod njih se, za razliku od žičara, kao vodeća odnosno noseća pruga koristi, umjesto užeta, u krovini učvršćena tračnica I profila. Pogon kolica na ovako zavješenoj jednotračnoj pruzi može biti užetni ili autonomni. Užetni pogon je identičan onom kod visećih užetnih žičara, a kod autonomnog pogona, gibanje proizvodi pogonska jedinica ("zavješena lokomotiva") u sastavu voznog postolja pomoću para kotača, koji nasuprotno pritišću o tračnicu i ostvaruju pri tom potrebnu pogonsku silu. Primjer takvog prijevoza bila je jednotračna zavješena željeznica nosivosti 24 tone u starom podzemnom kamenolomu Lasa (Bolzano), gdje su se jednotračnom prugom učvršćenom u stropu ulazne galerije preuzimali blokovi s užetne svoznice i prevozili do prostora s kojeg su dalje otpremeni željezničkom prugom industrijskog kolosijeka (slika 7.1.).

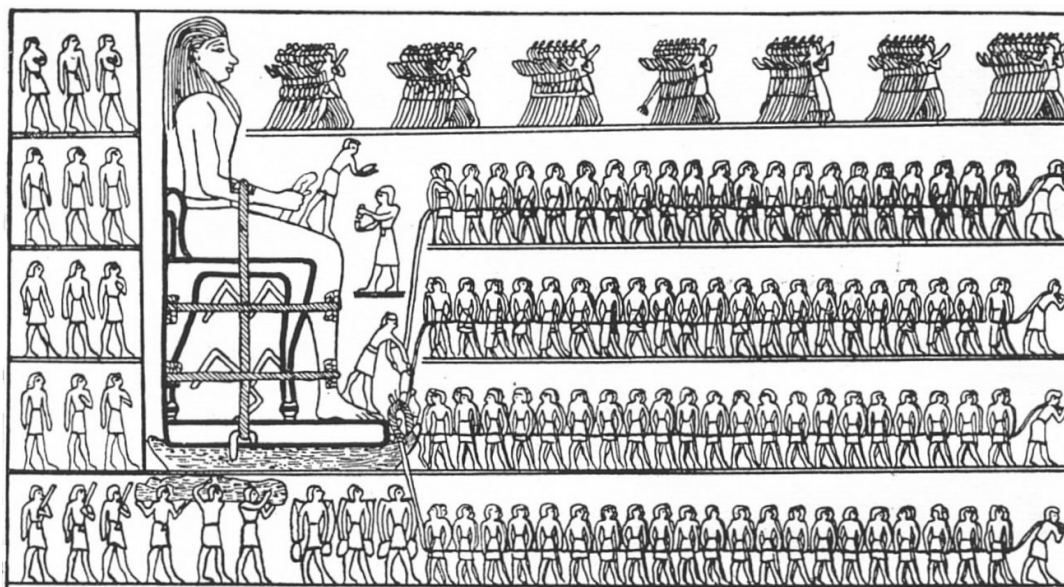
17.6. SUVREMENI KAMIONSKI PRIJEVOZ

Kao veoma veliko otkriće, obzirom da u prirodi nema sličnog uzora, smatra se pojava kotača i to negdje u 4. tisućljeću pr. n. e. Kotač s žbicama pojavljuje se u 2. tisućljeću te se, kako u svom primitivnom, tako i u profinjenom obliku zadržao do danas. Pronalazak kotača omogućio je izradu kola za prijevoz različitih tereta. Interesantno je spomenuti da su kola s četiri kotača tek oko 16. stoljeća počela koristiti zakretanje prednjih kotača u zavoju. Kola na kotačima korištena su naravno i za prijevoz kamenih blokova. Pri tom se za vuču koristila živa sila i to isključivo animalna - radne životinje (slika 17.28.), jer je snaga odraslog prosječno građenog i jakog radnika svega oko 0,1 KS. To je upravo razlog, a ne sentimentalni momenti, da se za vuču kola s kamenim blokovima, nije koristila ljudska energija. Naravno da su se životinje, osim za vuču, koristile i pri prijenosu manjih kamenih blokova (slika 17.29.)

Kola i kotači su preteča automobilskom cestovnom prometu, koji zahvaljuje svoj razvitak ostvarenjima postignutim potkraj prošlog stoljeća u području eksploatacije i prerade nafte, metalurgije, proizvodnje raznovrsnih oruđa, alata itd.

Brza primjena tehnoloških usavršenja vozila u pogledu trajnosti, komfora, sigurnosti i ekonomičnosti, pridonosi nagloj primjeni automobilskeg cestovnog prometa nakon prvog svjetskog rata. Prednosti kamionskog prijevoza, u prvom redu maksimalna pogonska fleksibilnost (pokretljivost, izvanredne manevarske značajke, velika neovisnost o izvoru energije) utjecali su na to da kamionski prijevoz postane dominantan i pri prijevozu kamenih blokova, odnosno da kamioni u kombinaciji s utovaračima suvereno zavladaју u kamenolomima kao sredstva unutarnjeg i vanjskog prijevoza.

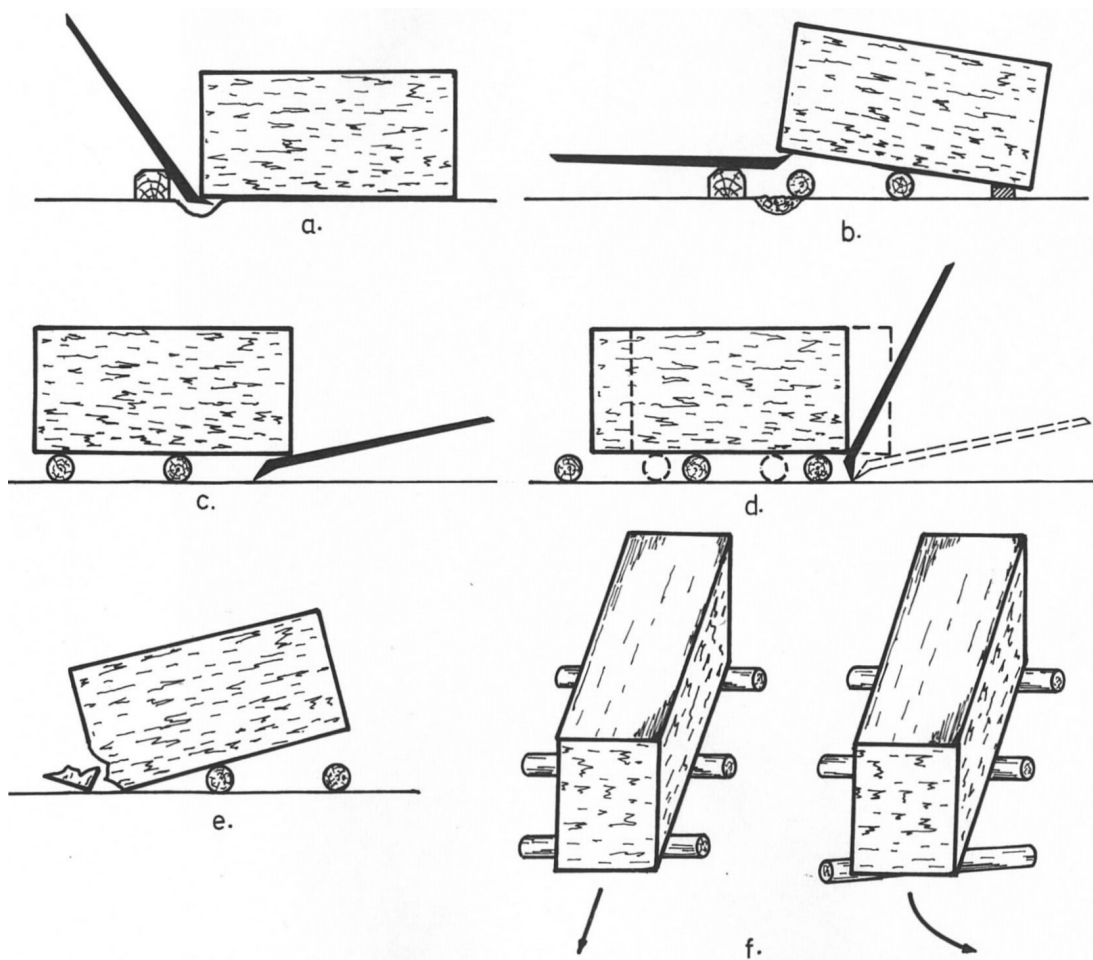
Prijevoz blokova iz kamenoloma kamionima ima prednost, u odnosu na druge vidove prijevoza, što kamioni mogu svladati velike cestovne nagibe i male radijuse krivina, što se dobro uočava iz slike 17.30., koja prikazuje automobilsku cestu koja povezuje brdske kamenolome. Ovakve automobilske ceste, koje vežu ležišta arhitektonskog kamena s ostalom cestovnom mrežom (slika 17.31.), karakterizira veće opterećenje po kotaču koje se prenosi na cestu, srazmjerno postojani tijekom tereta, visoki intezitet prijevoza uz manje brzine kretanja vozila.



Slika 17.1. - Prijevoz divovskog kipa saonicama



Slika 17.2. - Drvene saonice za prijevoz stećaka



Slika 17.3. - Postupak korištenja oblica pri rukovanju s kamenim blokom



*Antico spostamento di blocchi irregolari di marmo dopo l'abbattimento, nel Carrarese
(Foto L. Bessi, Carrara)*

Slika 17.4. - Prijevoz po oblicama nepravilnih blokova neposredno nakon njihovog izdvajanja iz ležišta



Slika 17.5. - Povlačenje bloka po oblicama na radnom platou (po horizontali) kamenoloma



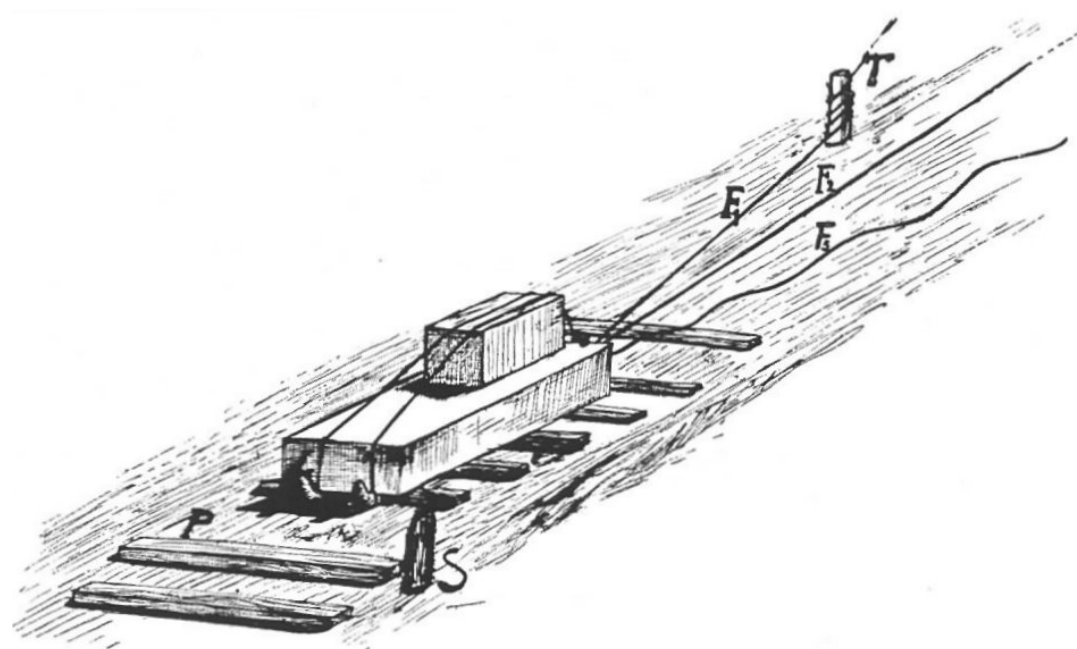
Trasporto di un grosso carico di marmo in un ravaneto nel Carrarese (foto Bessi).

Slika 17.6. - Spuštanje blokova na saonicama uz pomoć gravitacije



Transport blokova puzalom

Slika 17.7. - Slobodno spuštanje bloka po uređenoj stazi (puzalu)



Schema della Via di lizza

Slika 17.8. - Shema kliznice za ručni rad



M. Altissimo - Lizzatura di un blocco da 9 m³ di statuario (Soc. Henraux - Querceta di Lucca).

Slika 17.9. - Spuštanje bloka veličine 9 m³ po kliznoj svoznici



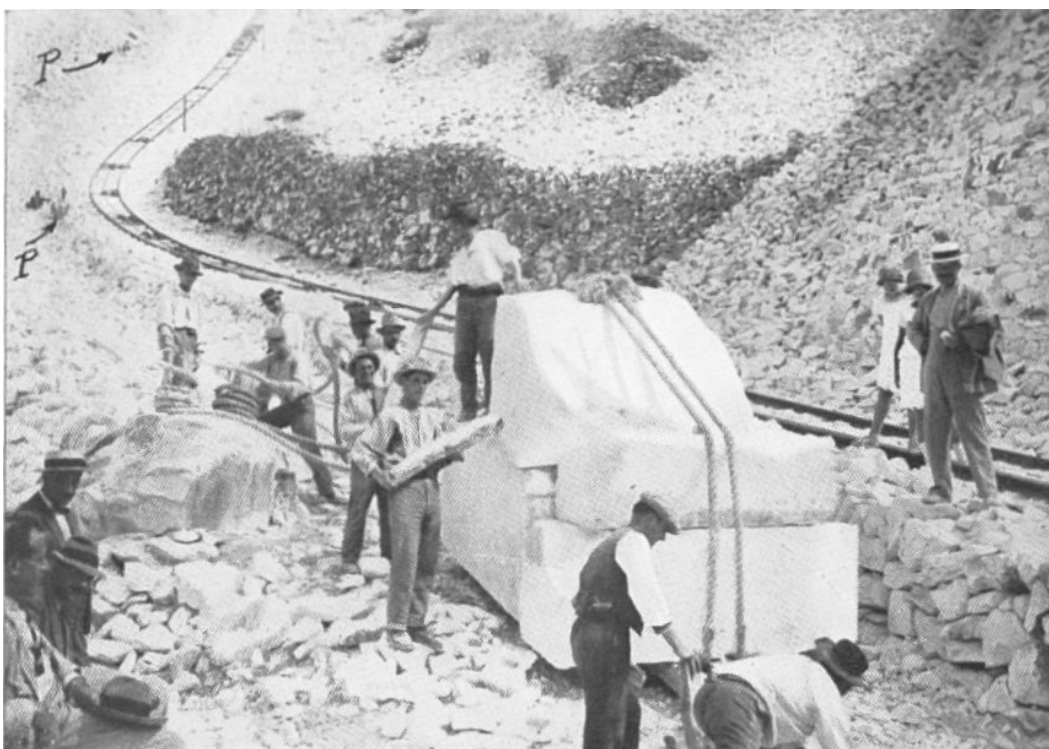
Abb. 13. Abtransport eines überdimensionalen Blockes im Gleitverfahren, (zu S. 44)

Slika 17.10. - Spuštanje zaštićenog velikog tereta po kliznoj svoznici



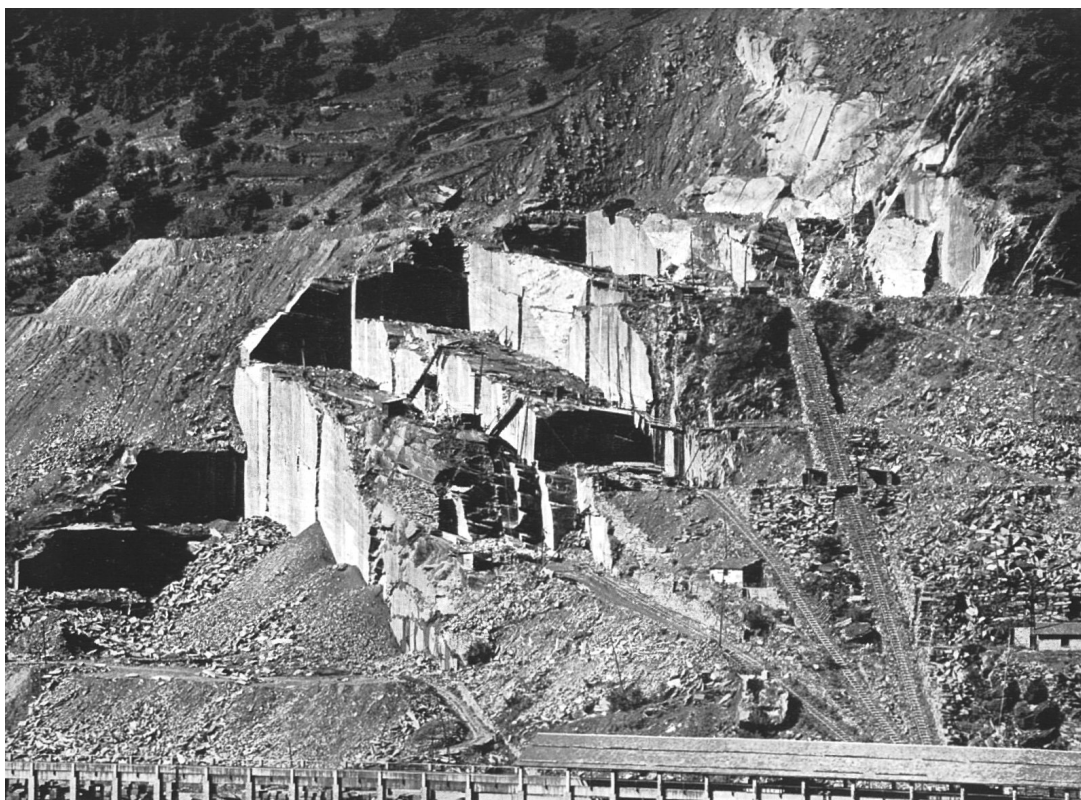
Via di lizza trasformata in strada. Cave di Vagli Piastra Bagnata (Soc. Montecatini).

Slika 17.11. - Staza kliznice transformirana za cestovni promet



Lizzatura di un blocco di marmo

Slika 17.12. - Spuštanje mramornog bloka po kliznoj svoznici uz koju je postavljena i tračnička pruga



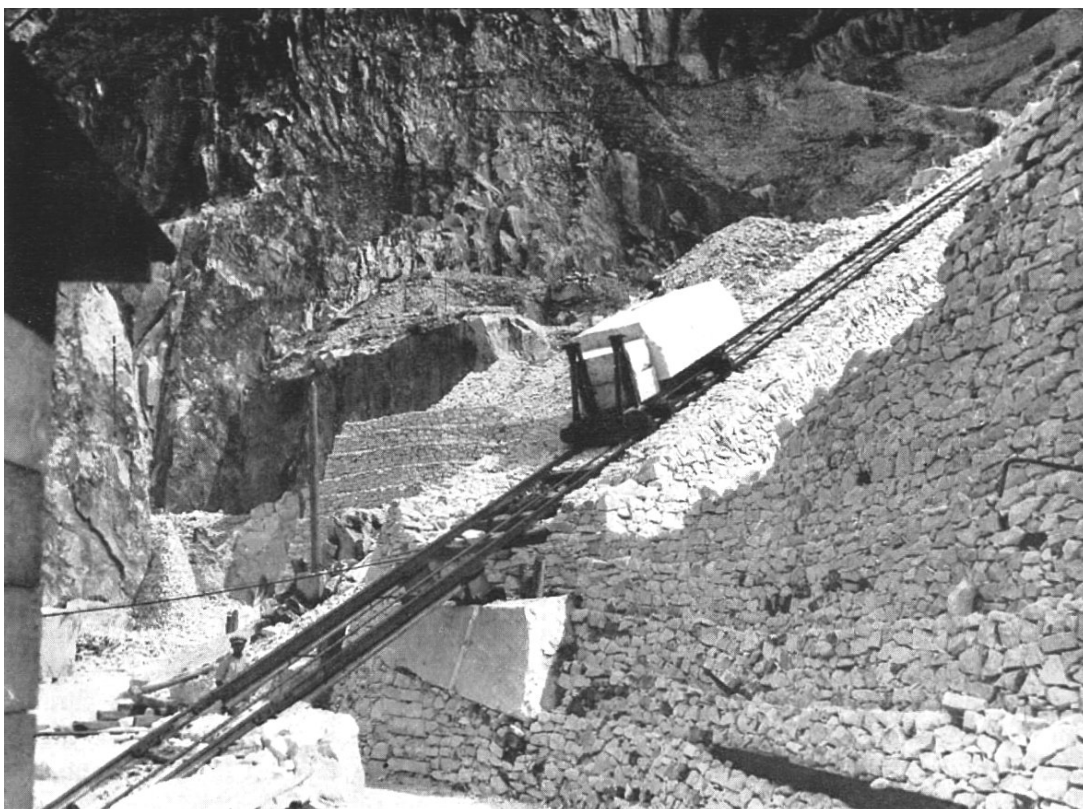
L'insieme delle cave di Serpentino classico verde a Chiesa Valmalenco: sono visibili i piani inclinati per la lizzazione meccanica (Soc. Serpentino d'Italia - Lecco).

Slika 17.13. - Staze kliznica s motornim pogonom



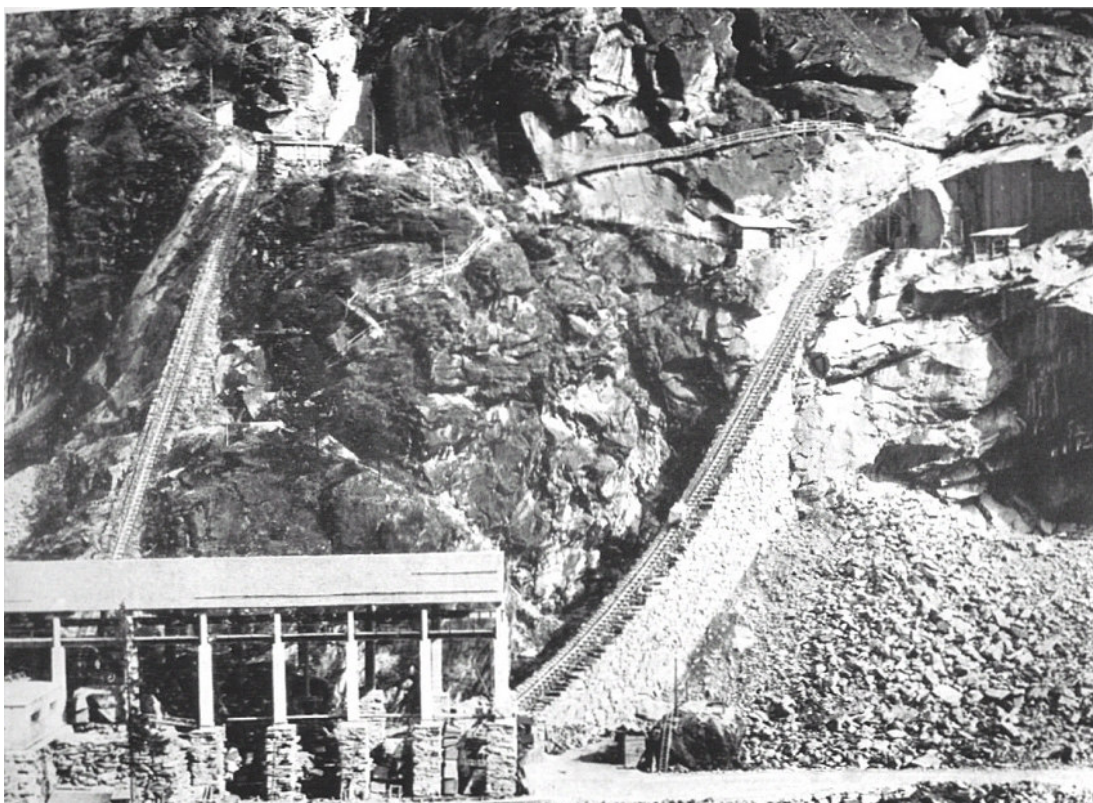
Lizzazione meccanica Moretti

Slika 17.14. - Kliznica Moretti s cjevastom vodicom

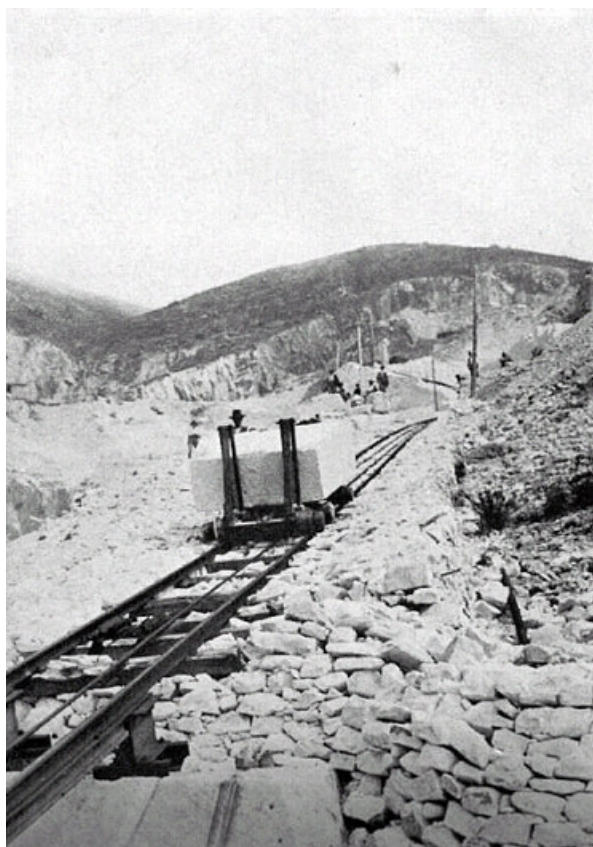


Carrara – *Funicolare Frugoli* (foto Bessi)

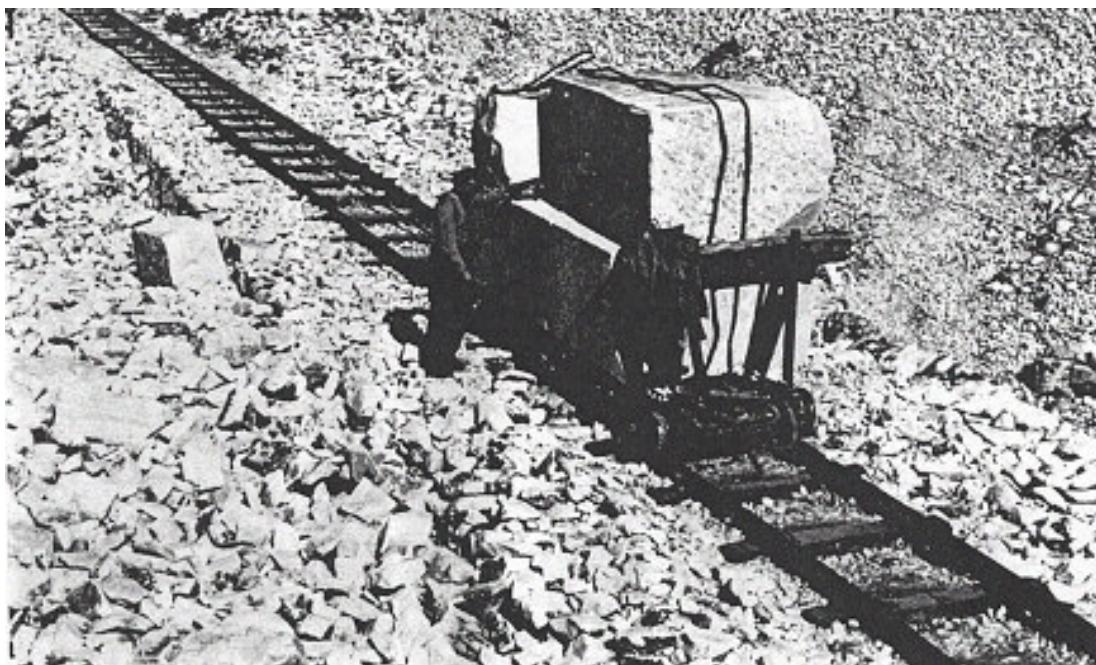
Slika 17.15. - Tračnički prijevoz blokova pomoću čeličnog užeta



Slika 17.16. - Korištenje tračničkog prijevoza u kamenolomu serpentina Vittoria a Valbrulla di Lanzada



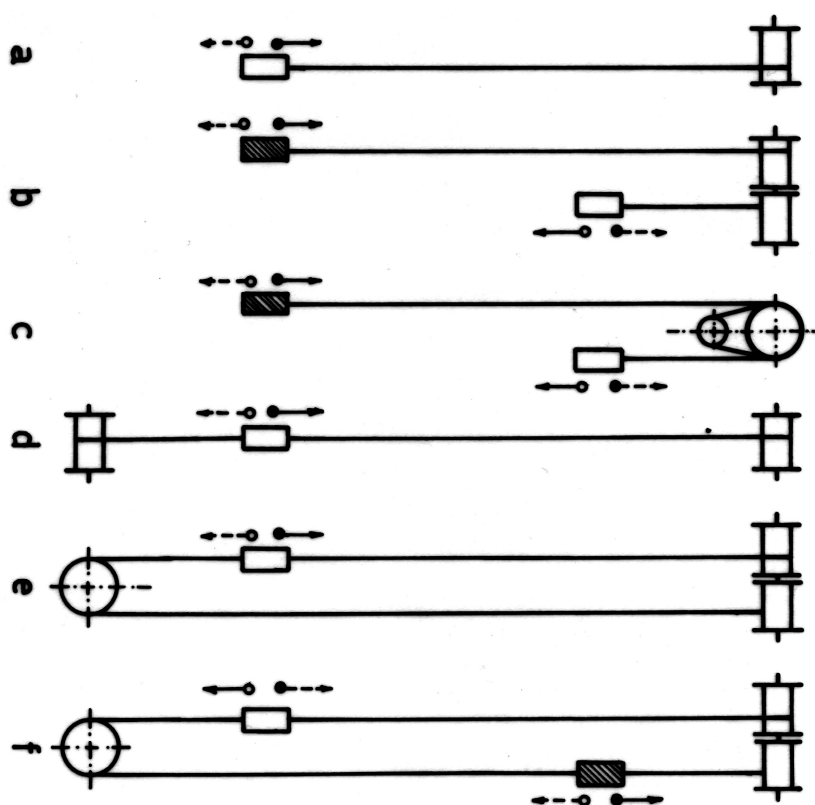
Slika 17.17. - Prijevoz blokova pomoću čeličnog izeta i “vagoneta” kod nas poznat i pod nazivom prijevoz Bremsbergom



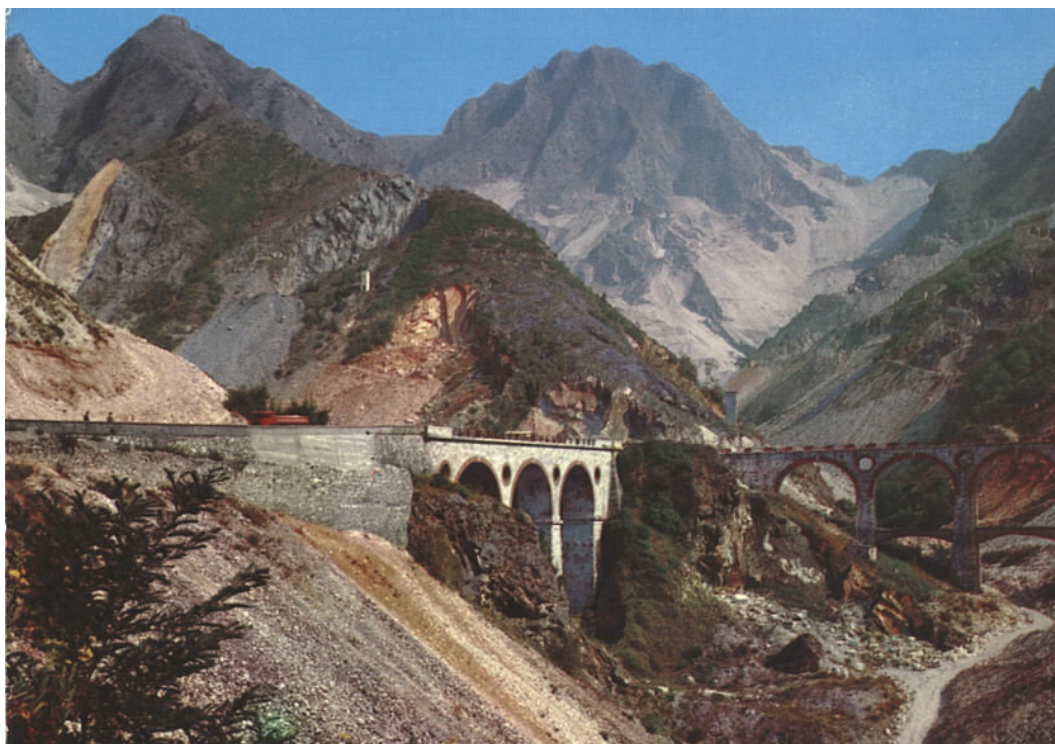
Slika 17.18. - Prijevoz blokova otvorenim užetom po pravocrtnoj trasi



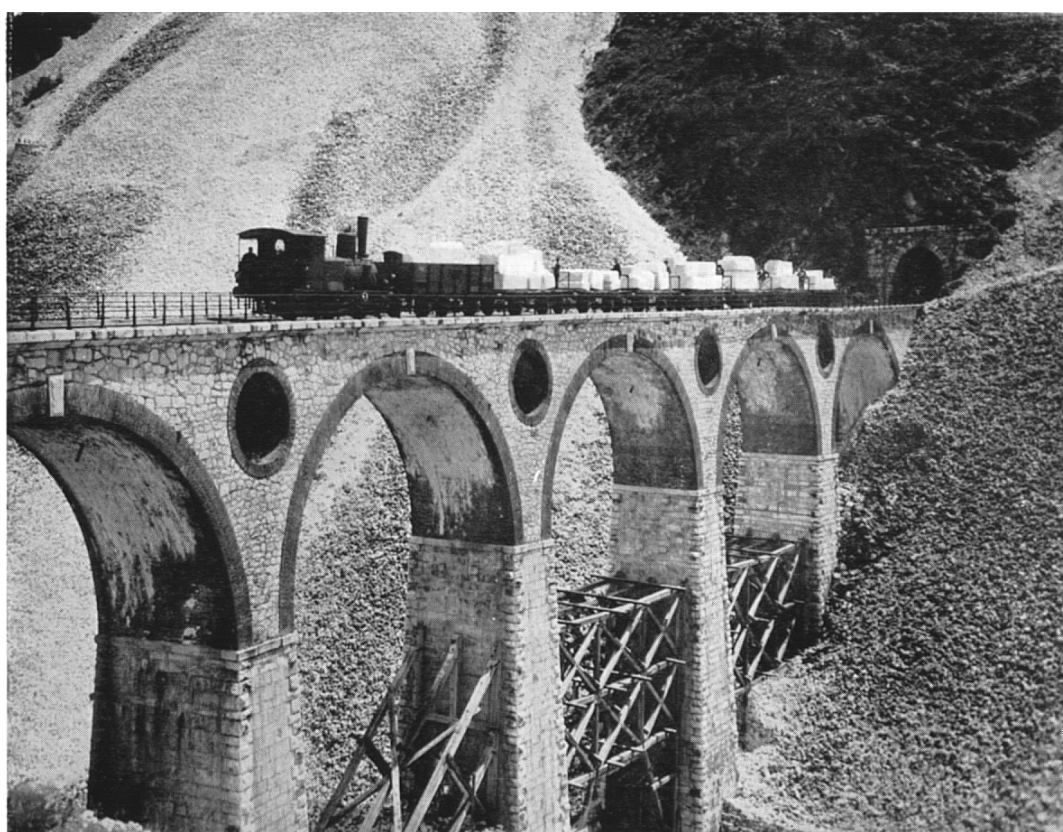
Slika 17.19. - Svladavanje blage krivine pri prijevozu otvorenim užetom



Slika 17.20. - Sheme tračničkog prijevoza čeličnim užetom

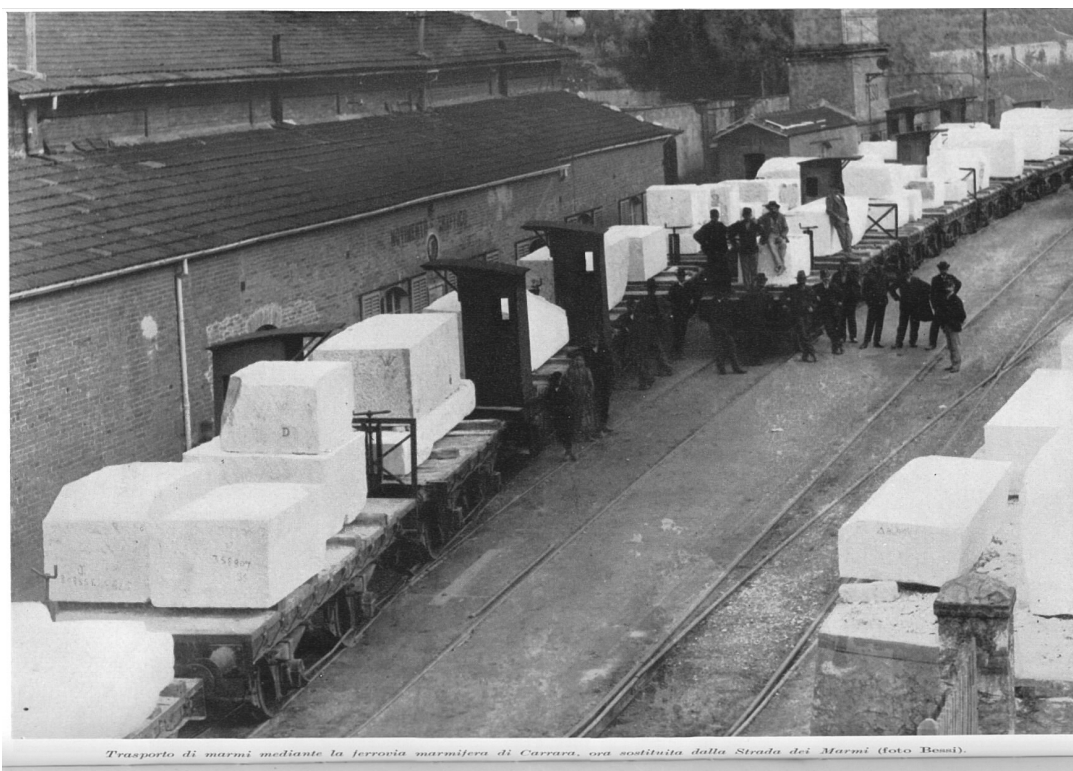


Slika 17.21. - “Kararska mramorna željeznica”

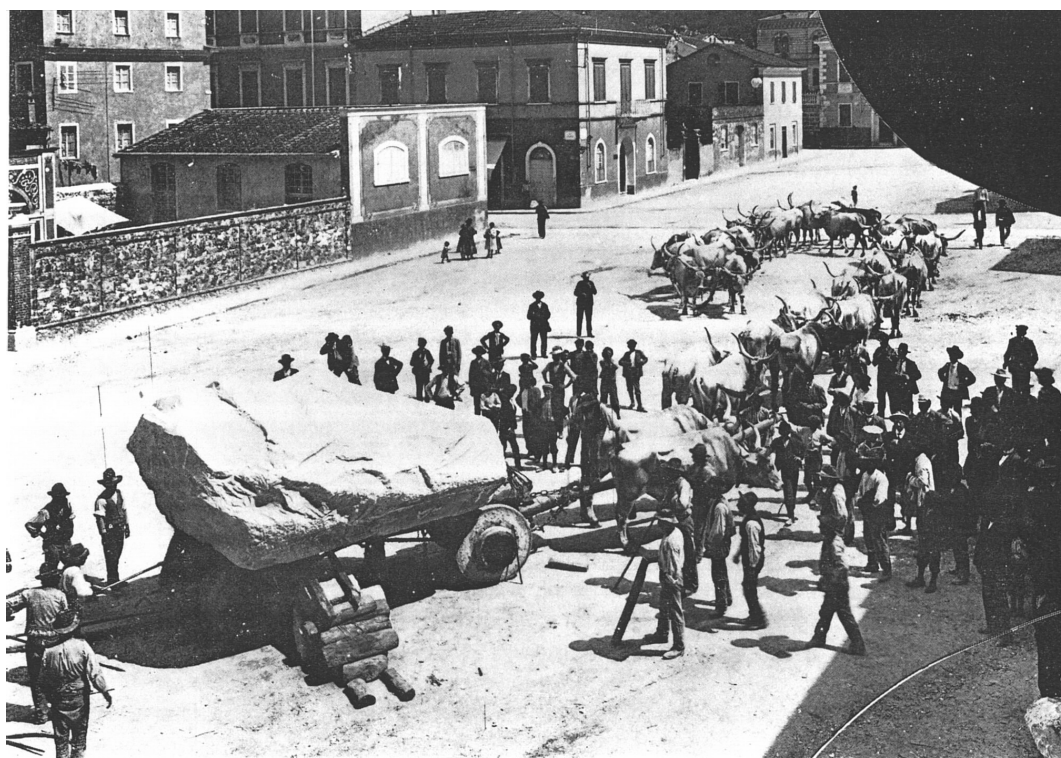


*Carrara – Un viadotto della ex ferrovia marmifera ed una parte dell'enorme massa di detriti (ravaneti)
(Foto L. Bessi)*

Slika 17.22. - Brojni viadukti i tuneli sastavni su dio “kararske mramorne željeznice”



Slika 17.23. - Mramorni blokovi dopremljeni kararskom željeznicom



Slika 17.24 - Volovska zaprega s kolima Carriona



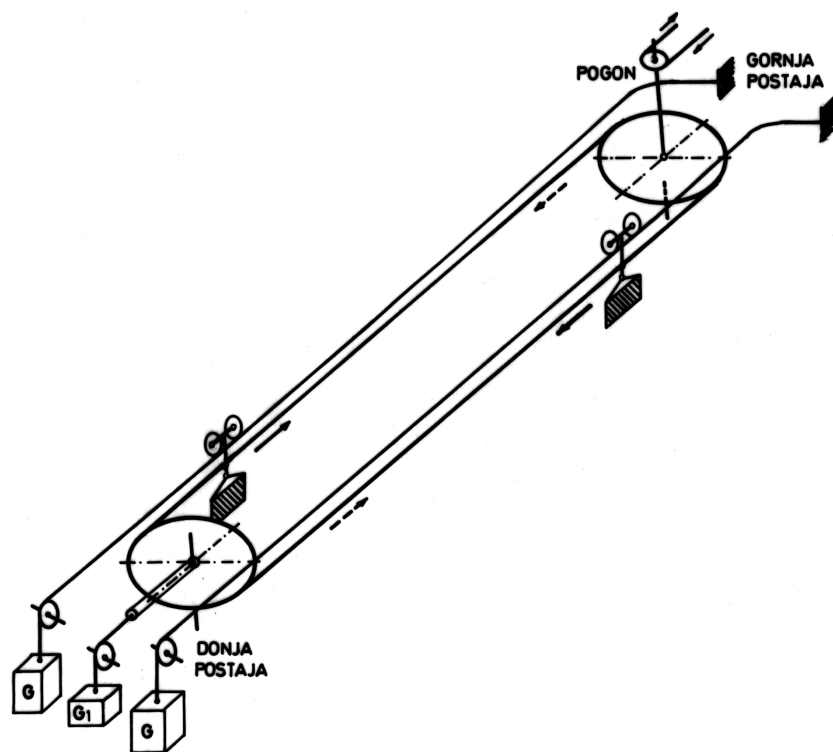
Sollevamento e carico di grosso blocco di marmo a Carrara (foto Bessi).

Slika 17.25. - Doprema kamenih blokova visećom žičnom željeznicom (žičarom)



Trasporto di blocchi marmorei per teleferica nella zona Apuana (foto Bessi).

Slika 17.26. - Ukrcaj mramornog bloka na viseću žičanu željeznicu - žičaru



Slika 17.27. - Shema žičare pogonjene pomoću kotača trenja



Slika 17.28. - Prijevoz kamenih blokova volovskom zapregom



Slika 17.29. - Tovar kao prijevozno sredstvo



Slika 17.30. - Suvremeni kamionski prijevoz kamenih blokova



Slika 17.31. - Vezanje kamenolomskih cesta s ostalom cestovnom mrežom