

## Iz Kranjske na Goriško — pod zemljo!

Tehnična dela pri bohinjskem predoru. — Popisuje **Livški**.

Čez leto in dan že pojejo v bohinjski dolini lopate, kladiva in — dinamit! Gorovje, ki je tisočletja kot neprodorna stena ločilo kranjsko stran od goriške, se mora udati. Mogočen predor nam bo naredil pot skozi velikanske gore. Lahko in hitro bo drčal vlak z Bohinja doli proti Gorici. Popisali bomo razna dela, ki so potrebna, da se izvrši ta velikanski načrt. Pri tem bomo pa dobili priložnost, da posežemo večkrat v to ali ono stran tehnične znanosti, kar bo gotovo zanimalo naše čitatelje. Pri gradnji nove železniške zveze med Dunajem in Trstom je ta predor najznamenitejše tehnično delo.

### *Splošna lega predora.*

Severni vhod v predor je tik Bohinjske Bistrice, tam, kjer se združujeta potoka Belica in Strniški. Svet ne visi posebno; polagoma se vzdiguje za kakih 50 m na 500. Tukaj pa se začne precej strmo brdo hribovja Črne gore. Predor prodira to hribovje ravno pod 1527 m visokim vrhom vzhodno od Črne gore in med 1492 m visokim vrhom Kobla, tako da imamo na dveh krajih skoraj 1000 m sveta nad seboj. Južni vhod pa je blizu Podbrd v Bači, nekoliko sto m v dolini pod vasjo. Predor bo meril 6323 m. Pri Bistrici leži proga 524 m nad morjem, pri Podbrdih pa 508 m. V geološkem oziru imamo v sredi tri sklade: mezozoiške, apnenske, na severni strani terciarne, na jugu pa paleozoiške sklade. Kakor uči izkušnja, tak svet ni pripraven za predore. Zato so mislili izprva napraviti dva vstricna predora, za vsako progo po enega, katera naj bi bila 30 m vsaksebi; na vsakih 200 m pa naj bi ju vezal rov počez za zvezo pri delu in pozneje za boljše zračenje. Mislili so, da bi ne bilo ekonomično, zidati predor v toliki širini, kakor se rabi za dvo-prožno železnico; predor mora biti namreč 6,2 m visok in 8,2 m širok. Rekli so, da bi bilo treba predragih naprav, katere naj bi vzdrževale velikanski pritisk gorovja. No, doslej pritisk vendar ni tako silen, kakor so pričakovali. Opustili so torej zopet misel na dva predora. Na severni strani bodo vrtali s stroji, na južni pa samo z roko, ker tukaj nedostaja vodne moči. Oktobra meseca l. 1905. naj zdrdra prvi vlak skozi predor!

„Dom in Svet“ 1902, št. 5.

### *Kako se določita vhod in izhod?*

Čitatelju se bo pač čudno zdelo, kako da je neki mogoče, da se kopajoč od obeh strani, gotovo snidejo na sredi? Tolika natančnost se dá doseči samo z dolgotrajnimi in natančnimi računi. A nič se ne ustraši, dragi čitatelj, opustiti hočemo vso matematiko, višjo in nižjo, in razložiti samo načela, po katerih se izvršuje to delo.

Najprej določimo približno vhod in izhod. Zdaj pa iščemo smeri, v kateri naj vrtamo, in višino, v kateri naj začnemo. Smer določujemo s triangulacijo. V bližini predorne osi<sup>1)</sup>, se dvigajo vrhovi hribov in gorā. Le-te je treba obhoditi in napraviti črtež<sup>2)</sup> njih medsebojne lege. Ta črtež še ni natančen, ker nam služi samo zato, da dobimo priličen obris kraja. Pripravni vrhovi se določijo kot trikotišča<sup>3)</sup> triangulacije. Ta trikotišča, namišljena med seboj premočrtno<sup>4)</sup> zvezana, dajo mrežo dotikajočih se trikotov, tako da imata vedno dva si sledeča trikota isto črto za stranico. Ta trikotna mreža<sup>5)</sup> se razprostira čez predorno os tako, da le-ta leži sredi mreže. Dolgost stranic je seveda odvisna od lege trikotišč na vrhovih ter meri včasih samo po nekaj sto, pa tudi po več tisoč metrov. Najbolje bi bilo, ko bi si bile stranice s koti vse enake, a to se ne dá skoraj nikoli doseči. Ta mreža se mora torej izmeriti in izračunati. Da nam je le ena stran katerega si bodi trikota znana, in koti sami, pa si lahko izračunamo vse drugo. Eno stranico moramo torej naravnost izmeriti. Ker je merjenje z merilom v roki še najnatančnejše, izberemo si nekje v bližini na tleh kar moči najbolj vodoravno črto, katero zopet s trikotni priklopimo zgoraj omenjeni trikotni mreži. To črto imenujemo glavno črto trikotne mreže<sup>6)</sup> in jo moramo z merilom izmeriti.

Ta črta se mora izmeriti z največjo natančnostjo, ker od glavne črte je odvisno vse drugo.

Mednarodno je določen za enoto dolgosti „meter“. Vzeti moramo merilo, katero je natančno umerjeno po „metru“, ki ga

1) Tunnelachse. — 2) Skizze. — 3) Dreieckspunkt.

4) Geradlinig. — 5) Dreiecksnetz. — 6) Basis des Netzes.

hrani na Dunaju c. kr. merski urad. Vse se mora upoštevati, kar bi povzročilo kakršnokoli premembo na dolgosti merila, na primer toplota, vlažnost i. t. d. Meri se vodoravna dolgost črte; zato so na merilih libele, s katerimi se merila postavljajo vodoravno, s toplomeri se pa računajo premembe toplote. Črta se izmeri večkrat in aritmetično se določi potem najverjetnejše število za dolgost črte. Različnost med izračunano in resnično dolgostjo ne sme biti večja kot par centimetrov na tisoč metrov.

Konci glavne črte so zaznamovani s križcem ter zarisani v bakreno ploščo; ta se vloži v velik rezan kamen, katerega zakopljemo v zemljo. Tudi trikotišča se morajo enako zaznamovati na raznih vrhovih. Tukaj se pa napravijo nad kamen lesene piramide, katerih vrhovi stojé natančno navpično nad križci v bakrenih ploščah. Vrhovi piramid so torej trikotišča, katera nam služijo, ko računamo posamezne kote.

Kote merimo s teodolitom. To merjenje je jako težavno. Bilo bi preobširno, če bi hoteli tu navajati vse račune.

To merjenje se ne more izvršiti nikdar z absolutno natančnostjo. Še mehanik, kateri izdeluje take naprave, jih ne more izvršiti s popolno matematično natančnostjo. Razdelitev ni popolnoma enakomerna, navpična os ne gre zares skozi sredino obzorjnika<sup>1)</sup>, tako tudi ne vodoravna os skozi sredino višinskega kroga<sup>2)</sup>; prva os ne stoji zares popolnoma navpično na drugi, niti v daljnogledu niso napeljene v resnici vodoravno oziroma navpično; ako libele kažejo vodoravno, ni še gotovo, da stojita daljnogled in obzorjnik res vodoravno. Seveda so vse te napake tako majhne, da jih ni možno razločevati s prostim očesom. A vendar bi se pokazale na koncu naših računov! Pa če bi tudi mehanik mogel izdelati tak popolen instrument, vendar bi se pokazale s časom na njem nepravilnosti zaradi toplote, vlažnosti i. t. d. Zato je instrument tako upravljen, da se vsak kos na njem dá pomikati zase z raznimi vijaki.

Tako se mora teodolit preiskavati vestno in natančno pred vsakim več časa trajajočim delom. Zato je treba obilo potrpežljivosti. Kdor nima potrpljenja, da bi se lovil s sekundami in milimetri, ta ni za inženerstvo!

Po dolgotrajnih in natančnih računih se določi potem istinita dolžina stranic in velikost kotov.

<sup>1)</sup> Horizontalkreis (Limbus). — <sup>2)</sup> Höhenkreis.

Jasno je, da moremo spraviti v trikotno omrežje tudi skrajni točki predorne osi same, namreč vhod in izhod iz predora. Ker zdaj poznamo vse stranice in kote vseh trikotov, izračunamo si trigonometrično lahko tudi dolgost vsake diagonale v mreži, to je, črte, katera veže v omrežju dve trikotišči, kateri ne spadata k istemu trikotu. Os predora pa ni nič drugega kot taka diagonala. Izračunali smo si torej — dolgost predora!

To pa ni edini način, po katerem si moremo računati dolgost osi. A tu ne nameravamo razpravljati o raznih matematičnih možnostih.

Ni težko izračunati tudi kót, katerega tvori katerakoli diagonala s katerikoli trikotiščem. Kot diagonalo vzamem os predorovo. Teodolit postavimo na trikotišče v osi pri vhodu, z daljnogledom pomerimo na trikotišče, katerega kót z osjo smo izračunali; ta kót prištejemo štetvi na razdelitvi obzorjnika v tem položaju daljnogleda; tako dobimo število, na katero moramo obrniti in nastaviti kazalo na razdelitvi obzorjnika z daljnogledom vred, in daljnogled nam sedaj stoji v osi, to je v smeri predora! Optična os daljnogleda in smer predora ležita v isti vertikalni ravnini. Ni nam treba drugega, kot da obrnemo daljnogled navzgor — saj ostane med tem v isti omenjeni vertikalni ravnini, da se le na obzorjniku ne zgane — in da pomerimo na vrh hriba, katerega bode predrl predor. Tam gori postavimo zopet piramido, tako da jo zadene navpična nit daljnogleda natančno v sredi. Sedaj obrnemo daljnogled za 180° okoli navpične osi instrumenta in postavimo na isti način znamenje na brdu onkraj naše doline. Znamenje na vrhu hriba, trikotišče, na katerem stojimo pri vhodu, in znamenje na brdu za nami nam značijo za vedno smer predora. Ker so med tem na drugi strani predora računali in zaznamovali ravno tako, je gotovo, da bomo kopali od obeh strani v pravi smeri, in da trčimo pri delu pod zemljo v sredi drug na drugega. Kako da prenesemo smer predora pri delu od zunaj noter v rov, o tem bomo slišali pozneje. Pri dolgih predorih sezidajo večkrat namesto gori omenjenega znamenja na hribu cel majhen observatorij, kateri pa ima še druge namene.

Pri bohinjskem predoru se je to delo jako okrajšalo. Ni bilo treba meriti glavne črte. Vzeli so jo od merjenj c. kr. vojaškega

zemljepisnega zavoda na Dunaju, kateri napravljajo in izdajajo vse zemljevide naše države in posameznih dežel. Treba je bilo izračunati samo trikotno mrežo in dolgot predora. Smer predora pa so, kakor vedno pri kratkih predorih, pri dolgih pa tedaj, ako se lahko hodi po hribih, katere predor predere, načrtali kar na hribe, na tla, od Bistrice do Bače. Na vsakih sto metrov je vpičen v zemljo kol; ti koli stojé vsi v eni črti, v smeri predora. Tu imamo torej smer naravnost pred očmi.

Da se pa tembolje razloči smer, so postavili tudi tukaj znamenja: Eno stoji na vrhu hriba nad predorom, drugo pri vhodu in tretje zadaj onkraj Save pri Bitnem. Kadar bo predor gotov, bodo izmerili dolžino z merilom skozi in skozi, in upamo, da razlika med računom in med istino ne bo večja kot eden ali dva metra. Hrib se predere ob koncu četrtega kilometra od Bohinjske Bistrice, in napaka v smeri gotovo ne bo večja od 10 do 15 centimetrov; ta negotovost pa ni odvisna od zunaj na hribu zaznamovane smeri, ker ta je skoraj popolnoma prema črta, ampak od tega, s kako natančnostjo se smer prenese od zunaj v rov in kako se vrta.

Bohinjski predor bo namreč zgrajen v čisto premi črti, samo na koncu pri Podbrdih, zadnjih 20 ali 30 metrov, bo imel majhen ovinek, ker drugače bi v ozki baški dolini zmanjkalo prostora, da se obrne proga v dolino in postavi kolodvor. A rov se je tam začel brez ozira na ovinek; ta se izvrtá še le pozneje.

Višino so vhodu določili z merjenjem od Jesenic sem; vhod je natančno 524·90 *m* nad morjem. V Podbrdih so merili iz Gorice gor; tam leži vhod 507·95 *m* visoko nad morjem. Nadmorski višini Jesenic in Gorice sta seveda natančno znani. Da bo pa gotovost še večja, bodo izmerili višino od tukaj naravnost čez hribe do Podbrd.

#### *Kako dolgo bo trajalo delo v predoru?*

V Bohinju leži torej vhod za 16·95 *m* višje kakor v Podbrdih. Predori namreč niso napeljani nikoli vodoravno, ker je treba skrbeti za odtekanje vode; saj privrè voda vedno na dan, ako hrib navrtamo, in tudi pri delu samem nam je treba mnogo vode, kakor bomo videli pozneje. Ker pa se vrta na obeh straneh, se mora voda odtekati na obe strani navzdol; delavci bi morali ostati v vodi, ako bi bil predor nagnjen samo na

eno stran. Zato se vzdiguje proga v predoru od tukaj proti Podbrdom v dolžini 3·725 *km* za 2·5 *m* na tisoč, doseže torej tam višino nad morjem 533·87 *m*; od tukaj pa gre proga zopet navzdol v dolžini 2·598 *km* z 10 *m* na tisoč do Podbrd. Različna dolžina teh delov predora je odvisna od časa in od načina dela, po katerem naj se vrši. Skupaj trčiti nameravajo pri točki, ki je od bohinjskega vhoda oddaljena 3·725 *km*. V Podbrdih je treba torej izvrtati krajši kos kakor tukaj; to so odločili zato, ker tam nedostaje vodne sile za nastavo strojev. Vrtali bodo do konca le z roko.

Vse to so že leta prej preiskovali in določevali veččaki v dolgotrajnih studijah, katerih rezultate so zbrali v vladnem predlogu XVII. zasedanja državnega zbora l. 1901. „Tehniško-kupčijsko poročilo o drugi železniški zvezi s Trstom“ pravi o našem predoru: „Otvoritev bohinjske železnice je odvisna od izvršitve 6180 *m* dolgega bohinjskega predora. Ker bodo nastavljeni samo na severni strani stroji za vrtanje, bode treba izvrtati na tej strani tudi daljši rov v dolžini okolo 3·6 *km*. Denimo, da se nadaljujejo dela pri sedanjem rovu na severni strani, bi meril začetkom julija meseca l. 1901. preko 200 *m*, na južni strani pa 300 *m*, torej skupno 500 *m*; torej ostane še 1100 dni za izgotavljanje ostalih 5680 *m*, ako pridržimo dan otvoritve karavanske železnice in ako določimo 180 dni za končna dela. Na severni strani bodo delali z večjo hitrostjo s stroji, kadar se bo bližal rov bolj sredi; na južni strani pa se po našem računu od 1. januarja l. 1902. ne bo izgotovilo več kot 2 *m* rova na dan.

Delo se bode torej izvrševalo na severni strani tako-le:

Stanje rova dné prvega julija 1901	200 <i>m</i>
šest mesecev vrtanja z roko, 150 dni,	
vsak dan po 1·4 <i>m</i> izkopanega rova . . . . .	210 „
šest mesecev vrtanja z roko in s stroji, 150 dni, po 2·0 <i>m</i> na dan	300 „
šest mesecev vrtanja s stroji, 150 dni, po 3·0 <i>m</i> na dan . . . . .	450 „
26 mesecev vrtanja s stroji, 653 dni, po 4·0 <i>m</i> na dan . . . . .	2610 „

Skupno 44 mesecev . 3770 *m*

Prišteti moramo še sedem mesecev za dopolnilna dela. Dobimo torej končno dobo 51 mesecev ali 4<sup>1</sup>/<sub>4</sub> let za delo v predoru.“

Ta načrt še velja z majhnimi izpremembami.

*Začetek vrtanja. — Kakšna je zemlja?*

Rov so začeli kopati na naši strani dné 20. septembra l. 1900, v Podbrdih pa dné 23. oktobra i. l. Vredno je, da si zapomnimo ta dva, za naše kraje pomenljiva dneva! Seveda so slavili Bohinjci oni dan, ko je zazvenela prva lopata ob prihodnjem rovu. Topiči so grmeli, da je bilo kaj.

Ker se na naši strani svet le polagoma vzdiguje, so morali narediti pred vhodom v predor vrez<sup>1)</sup>. Ta vrez je dolg 182 m, pri vhodu pa visok 11 m. Razmerje sklonitosti vreza je 1 : 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, ker bi drugače zemlja ne držala. Vrez mora biti kar mogoče dolg že iz denarnih razlogov. 1 m izvršenega predora stane namreč okolu 900 gld, 1 m vreza pri vhodu pa okolu 250 gld. Pregloboko pa se z vrezom tudi ne sme seči, ker bi stalo vzdrževanje preglobokega vreza zopet preveč. V Podbrdih ni vreza, ker je tam hrib od začetka zelo strm.

Rov so začeli kopati brez ozira na vrez. Tega bi bili namreč lahko tudi tako začeli, da ga zarišejo na zemlji in prično kopati od zgoraj navzdol. V globokih vrezih pa bi bilo odvažanje zemlje še precej nerodno, ker bi morali položiti železniški tir za odvažanje materiala, in sicer vedno nižje v isti meri, kakor gre izpod rok kopanje v zemljo. Zato je boljši takozvani angleški način kopanja vrezov. Kopanje se prične na spodnjem koncu vreza in vanj se zapeljejo vozovi; ni treba drugega, kot da zvalé zemljo v spodaj stoječe vozove, in tako naprej do

drugega konca vreza. Tako je odvažanje zemlje enostavno in najceneje. Še bolje pa je, ako proga pred vhodom visi nizdolu, tako da vozovi kar sami tečejo.

Rov so začeli pri km 28:280 proge Jesenice — Bohinjska Bistrica; pravi predorski rov se pa začinja pri km 28:462. Rov leži na dnu preseka, ako si tak presek predora predočimo ali narišemo. To imenujemo „začetek dela pri predoru z rovom na dnu“. Začelo bi se pa tudi lahko z rovom, kateri bi bil na vrhu namišljenega preseka; to bi bil „začetek z rovom na vrhu“.

Tu so začeli z rovom na dnu. Svet je v vrezu in tudi v začetku rova še precej trd, kvečjem poapnen in lapornat; tudi precej ilovice se najde v njem. A kadar spravijo material na dan, postaja mehek in razpada, posebno kadar dežuje. Tudi na koncu rova ni mnogo boljši. Tam je treba vrtati in streljati z dinamitom, zunaj pa ravno tista zmes kar razpada. Navadno postaja kamen vedno trši, čim dalje pridemo v hrib, a doslej še niso dobili v bohinjskem predoru nič drugega, kot apnensko in lapornato formacijo. Tapatam so zadeli na kako snov, podobno premogu, a nikoli ni imela večjega površja kot en kvadratni meter. A ta snov ni za rabo, to je le bitumenski škrljavec, ki je premogu podoben samo v tem, da je — črn! Dostikrat pa še črn ni. V bohinjski dolini skoro gotovo ne najdejo dobrega premoga, in če bi ga našli, ga bo težko v toliki debelini, da bi se ga izplačalo kopati. Debelina premogove žile mora meriti najmanj 30 do 50 cm.

<sup>1)</sup> Einschnitt.

(Dalje.)

## Nemir me žene . . .

Nemir me žene semintja,  
in jaz bedim, bledim,  
zakrivam si obraz v roké  
ter tiho v noč ihtim . . .

Da, tukaj je Kalvarija,  
tu noč brez svita je,  
trpeča duša moja pa  
na križ pribita je — —

Nemir od tod me žene vstran,  
in jaz bedim, bledim,  
ah, kdaj mi vstane večni dan,  
ki v njem mirú dobim?!

Cvetko Slavin.

## Iz Kranjske na Goriško — pod zemljo!

Tehnična dela pri bohinjskem predoru. — Popisuje Livški.

(Dalje.)

### *Vtesavanje predora. Izvažanje zemlje.*

Rova seveda ne smejo prepustiti same-mu sebi. Treba ga je podpreti z močnimi lesenimi stebri: vtesati ga morajo. Hlod položé na dno, na njegovih koncih pa stebra, na vsaki strani enega. Na ta dva stebra se nastavi vrhni hlod; vtesali smo torej četverokot. Eden do dva *m* naprej se vteše zopet tak četverokot, in tako dalje. Med stebre, vrhni hlod in med stene rova pa se vrinejo močne deske, katere ležijo druga tik druge tako, da je rov dobro zavarovan. Med deske in stebre pa natolčejo še močnih klinov, da je vse močno zvezano. Tako se dela tedne in mesece, ako rov drži dlje časa. Ako je pa svet tak, da se umika že čez nekoliko ur, je treba drugače vtesavati. Še slabše je, ako rov prodira pesek ali blatno zemljo; tedaj je delo nevarno, in treba je vtesavati tudi steno samo, na kateri se vrta. V bohinjskem predoru zadostuje oni način vtesavanja, ki smo ga ravnokar popisali.

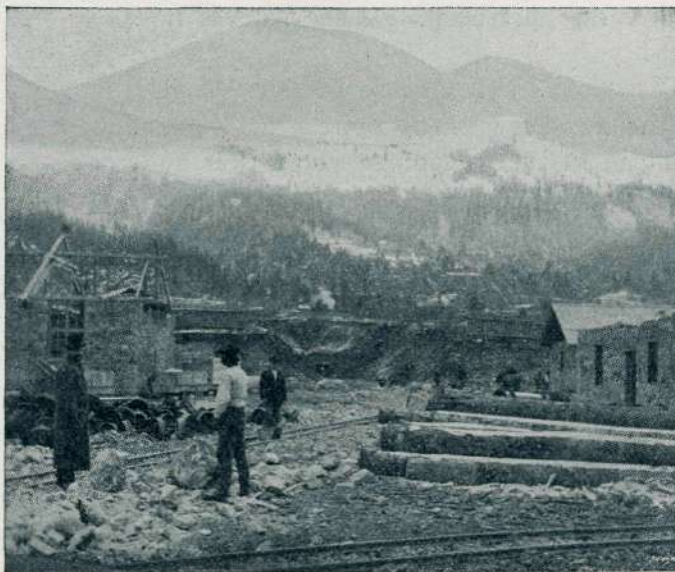
V rov napeljejo tir. Zemlja se odvažá v vozovih, katere rineta po dva moža pred seboj vun na plano. Ko določajo lego predora, morajo na to misliti, da dobé zadosti prostora za odlaganje izvožene zemlje. Samo na bohinjski strani bo treba pospraviti okolo 300.000 *m*<sup>3</sup>.

Ako je le možno, določijo progo in predor tako, da je pred njima nasip, dovolj visok in dolg, da vzprejme vso to zemljo. Na naši strani imamo prostora dovolj. Nasip se začinja pri vrezu ter se razprostira tja doli do Save, tik katere bode 13 *m* visok. Tudi bohinjski kolodvor bo stal na tem nasipu. Dolg bo 500 *m*, nastavljen pa nekoliko 100 *m* pred predorom, in cesta v Bohinjsko Bistrico bo držala mimo cerkve, kjer je sedaj kolovozna pot. Ni treba družega, kot da privažajo polne vozove iz rova in jih pre-

vračajo na bodočem nasipu. Drugače bi bilo praznjenje vozov in spravljanje zemlje precej drago delo.

### *Kako vrtajo?*

Poglejmo, kako se dela v rovu! Stena, katero vrtajo, ima približno 9 *m*<sup>2</sup> površja. Vedno vrta šest mož, sedmi nadzoruje in pomaga, kjer je treba. Ti možaki delajo po dvanajst ur, seveda z odmori. Naslednjih

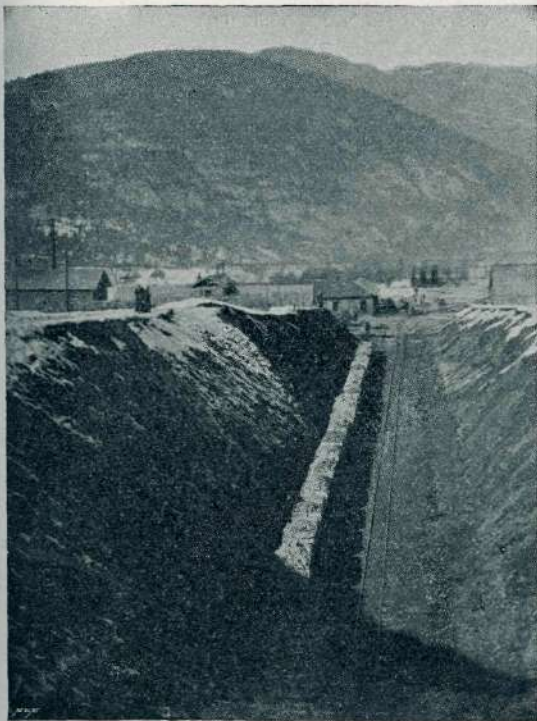


Od bohinjskega predora: Stavbe pred predorom, vrez in vhod v rov, nad njim hišica s strojem za zračenje. V ozadju Črna gora z znamenjem za smer predora.

dvanajst ur dela pa zopet drugih sedem mož. Tako vrtajo in kopljejo noč in dan, neprenehoma, izvzemši nedelje. Ta dva oddelka po sedem mož se menjavata vsakih štirinajst dni tako, da dela 14 dni prvi oddelek ponoči, 14 dni drugi i. t. d. Tri luknje vrtajo naenkrat, vsako po dva moža. Prvi drži na steno vrtalo, jekleno palico, katera ima na koncu navadno ojstrino, drugi tolče z velikim kladivom na nasprotni konec. Pri vsakem udarcu obrne prvi vrtalo, tako da prime ostrina vedno drugače. Vrtanje teh treh

lukenj traja okolo pol ure; globoke so po 1 do 1,2 m in imajo po 3 cm v premeru. Potem izvrtajo više gori zopet tri luknje itd., vseh skupaj po 10 do 14. Te luknje morajo v steni tako razdeliti, da dinamit raznese iz stene kolikor mogoče največ kamenja. Delavci morajo imeti že precej vaje, da znajo dobro razdeliti te luknje, in dostikrat je prav zanimivo poslušati, kako se možaki razgovarjajo, kje naj bi jih napravili. Za vrtnanje teh lukenj rabijo okolo dve uri. Luknje potem napolnijo prilično za tretjino globočine z dinamitnimi patronami, navežejo netilno vrv in jo prižgó. Preden se izgubi dim s slabimi plini, mine četrť ali pol ure; nala-

mita na dan; že to stane 48 K; pozneje bo stalo še mnogo mnogo več. Delavci omenjenih dveh oddelkov delajo pa v „akordu“, to je: vsi skupaj dobijo za vsak meter rova, katerega izvrtajo, gotovo vsoto, katero si med seboj razdelijo. Kolikor več izvrtajo v enem in istem času, toliko več denarja se jim izplača. Niso plačani na dan; v enem dnevu si zaslužijo več, ako so prav marljivi, kakor drugi dan, ko so morda manj delavni. Drugače bi bilo delavcem vseeno, ali izgotovijo na dan več rova ali manj; plača bi bila ista. Akordno delo torej delavce sili in vzpodbuja, da so urnejši. Zato vsak dan izdelajo toliko, kolikor je sploh mogoče. Vsak delavec zasluži po 4 do 8 K na dan.



Od bohinjkega predora: Vrez pred predorom in pogled na stavbe.

ganje raznesenega kamenja na vozove traja tudi okolo pol ure; zato v dvanajstih urah ni moči streljati več kot tri- do štirikrat. Drugi oddelek, kateri pride sedaj na delo, mora postaviti četverokote, kar traja šest do osem ur, tako, da se izvrtja kvečjemu po 2,1 m rova na dan. Tako je bilo v začetku. Zdaj so zadeli v gori na trši kamen, in zato izvrtajo še manj, po 1,2 do 1,5 m na dan. Kadar bodemo imeli električne stroje, pojde hitreje. Tudi delo se potem drugače uredi. Sedaj se razstrelji okolo 15 kg dina-

### *Izprehod po rovu.*

Dragi čitatelj, pojdi z nami v rov! A to ti takoj nasvetujemo: Obuj si dobre škornje, pa posebno obleko obleci, staro, zelo obnošeno, s katero ne moreš več med ljudi. Čim grša je, tem boljša za naš okus, prav gotovo! Ako pa hočeš biti „lep“, ti bo slaba predla, ker ne vem, kako boš gledal, ko se vrneš, in kako spraviš s sebe apno in ilovico, ki bosta nakapana na obleki. Experto crede Ruperto — le tako naredi, kakor ti pravimo: obleko, ki sicer ni za rabo, in visoke škornje!

Pa hajdmo! Prebredli smo luže do konca vreza. Tu se še moramo ustaviti in zakričati svoj „Veto!“ gor nad glavo, da nam pri kopanju vreza ne pade kak kamenček na glavo. Torej: „Stoj!“ Sedaj se je treba pomuzniti okolu tu stoječih vozov. Le glej, da ne prideš preveč v dotiko s stebri in da ne zdrsneš tupatam pregloboko v kako lužo! Tako, smo že zunaj! „Naprej!“ Zopet zaropotá kamenje na vozove. Midva pa si prižgeva zimske oljnate lučce in jo mahneva naprej v temino. Previdno treba stopati med tirom. Že čutiš, da postaja topleje — namreč ako zunaj razsaja zima; ako smo pa v poletju, je hladneje, ker imamo tu notri vedno enako toploto 15 do 18° C. Tudi zrak je ves drugi, kaj ne? Nekako plinast je zaradi streljanja z dinamitom in čudno se diha v njem. Obrni se, in poglej, kje je vhod? Ne vidiš ga več. Zrak je tako moten, da ga ne prodira svetloba. Grobna tišina je povsod. Poglej te stebre, kako se les tupať vjeda! Vidi se mu, da nosi veliko težo. Les nam je prijazen svetovavec. Ako je pritisk presilen, začne „govoriti“: vedno bolj in bolj škriplje in nam naznanja,

da ne more več prenašati teže. Postaviti moramo trdnjše podpore. Ako ostanemo gluhi in ne poslušamo sveta, se rov počasi podere. A dosedaj nam v Bohinju lesovje še ni nič „govorilo“. Oglej si stene! Kolikor jih moreš videti med deskami, zagledaš le moker, siv kamen, ki ga z nohtom lahko opraskaš. Povsodi kaplja s stropa na nas. Glej, tukaj leži debela železna cev, skozi katero pritiskajo zgoraj na planem zrak, da morejo dihati možaki tam spredaj. Cev je napeljana blizu vhoda skozi navpičen rov. Nisi ga opazil nad nami, a ko si šel mimo, se ti je zdelo, da je zrak svežji, in več vode je kapalo.

Kaj pa je tam spredaj? me vprašuješ. Svetle pičice si zagledal, ki skačejo semtertja. — Je li to škrat ali so podzemskie zvezdice ali so začarana bitja, ki čuvajo temno kraljestvo?

Le pazi! So že tu, ne škratje, ampak — vozovi, napolnjeni s kamenjem, katero odvažajo na plano. Oljnate svetilke delavske so bile tiste pičice. Zdelo se ti je, da so bogve kako daleč, a v takem zraku moraš daljave drugače meriti z očesom, kakor na planem. Komaj 30 do 50 m daleč so bile od nas. Torej le v stran, kamorkoli, hitro, da te ne povozijo, ker tu notri se dobro ne vidi! — Tako, vozovi in delavci so že za nami. Zopet zagledaš lučce, a topot stojijo mirno, zrak je boljši, lažje dihaš: Na koncu smo!

Sedaj lahko opazuješ orjake pri delu. Ta stena štrli na nas kot siv, trd velikan, kateri čuva goro pred nami. A nič ne dé: Le naprej, vedno naprej, brez odmora! Kaj nas čaka za steno? Karsibodi, skozi moramo! Motno brlijo svetilčice, obešene na stebrih; komaj da dobro razločuješ orjaške ciklope. Mirno obračajo trije vrtalo pri steni, krepko nabivajo ostali na vrtala z velikim kladivom, gotovo in enakomerno kakor stroj. Ne slišiš drugzega kot brenk železa in težki vzdih pri vsakem udarcu. Zares, težko delo! Skoro bi obupal nad predorom, ko opazuješ, koliko boja in truda je treba, da se raznese le ped tega neusmiljenega skalovja! In vendar pride veliki dan, prav gotovo pride, ko se bo odmaknila ta trda stena pred nami toliko, da nas loči le še nekoliko metrov od orjakov na drugi strani, le še nekoliko pedi. In potem še nekaj udarcev pa — pade!

A ostanimo, dragi čitatelj, rajši v sedajnosti! Kako pa sodijo naši Bohinjci o tem podjetju? Sredi Črne gore — tako pravijo, je

veliko jezero, globoko in široko. Kadar ga navrtajo, prihrumi na dan grozno vodovje, in konec bo vsakemu delu in ljudem, kateri so bili v rovu. Saj zijajo gori v hribih nad predorom velike jame. Posebno ena pri Malnerjevi koči pod Črno prstjo je tako globoka, da ako kamen noter vržeš, ga ne slišiš pasti na dno. Seveda mislijo zato ljudje, da je notri v gorovju vse polno vode.

Povsod ne gre tako gladko kakor pri nas, to je res. Le ozrimo se na velikanski predor, ki ga vrtajo skozi Simplon v Švici! Dolg bode 19 km in nekoliko sto metrov. Proti temu je naš predor zares kratek, kaj ne? Simplonski predor je pa dvojen, kakor so mislili napraviti začetkoma tudi našega. Na eni strani so izvrtali že 6 km, na drugi pa 4 km. In tu so prišli do vode. A to so tam geologi že prej napovedali. V obeh vstricnih rovih priteka sedaj v sekundi preko 860 l vode. To je že pravcati potok. Stroje so morali že pred tedni ustaviti in vrtati z roko. A tudi to ni lahko. Ne vrtajo več v isti smeri, kot prej, ampak dva metra višje, tako da se rov vzdiguje. Upajo, da se za sedaj na ta način ognejo vodi. Na planem nad onim mestom je dolina z velikimi in malimi razpoklinami v tleh. Najbrže se je v teku stoletij v teh jamah nabralo mnogo deževja, in tako jamo so sedaj navrtali. Upajo, da se voda kmalu izteče. A doslej še hrumi na dan z enako silo. Upajmo, da nas v Bohinju ne čaka nič takega!

#### Zračenje rova.

Kakor smo že omenili, se zrači rov od zunaj s stroji. Nad predorom, ne daleč od vhoda, so izkopali navpičen rov, globok 18 m. Skozi ta rov je napeljana cev v predor tja do konca, kjer vrtajo možje. Tik tega rova je postavljena priprava za zračenje. V oklopu se zelo hitro vrti kolo, katero žene zrak v cev. Vrteče se kolo namreč privlačuje zrak skozi stranske oklopove luknje in ga pritiska z veliko močjo v cev. Tako se brez odmora vedno pritiska sveži zrak v rov, slabi zrak in plinovi pa morajo puhiniti vun pri vhodu predora. Seveda je vzduh v rovu vzlic temu še precej slab, a brez zračenja bi delo sploh ne bilo mogoče. V začetku so gonili stroj z roko; vedno sta bila na delu po dva moža, noč in dan. Ko so pa prodrli globokeje v hrib, ni več zadostovala človeška moč. Sedaj ga goni lokomobil, a tudi le začasno; pozneje bodo postavili druge stroje in privajali silo od drugod, kakor bomo še videli. To se zgodi,

ko bo rov daljši in več delavcev pri delu. Treba bo v eni minuti pritisniti najmanj 350 m<sup>3</sup> zraka skozi cev, kar se ne dá doseči s sedanjim strojem. Pomisliti treba, da bo cev na naši strani dolga čez 4 km, in da se ji bo odjemal na več krajih zrak za delavce, razvrščene v istem času po precejšnjem delu teh 4 km. Sploh je zračenje prva reč, na katero se mora vedno paziti. Ako bi to prenehalo, ne bi ostalo delavcem družega, kot da opusté delo in se vrnejo na plano; dalje kot eno ali dve uri ne bi mogli vztrajati. Koliko zraka gre vanj, pač izprevidiš približno, če primerjaš rov z drugimi dolžinami. Ako položiš dolžino rova na državno železnico Ljubljana-Trbiž, bi segal naš predor od ljubljanskega južnega kolodvora še na ono stran postaje Vižmarje. Karavanški predor pa bi segal na južni železnici od ljubljanskega južnega kolodvora tja do postaje Brezovice ali pa do Zaloga.

Stroj za zračenje bi bili lahko postavili tudi pred vhod. A v tem slučaju bi cev, katera bi bila napeljana skozi vrez, motila pri kopanju vreza samega in bi tudi ne ležala dovolj varno. Navpični rov nad predorom ima tudi to prednost, da je sam nekaka cev za zračenje, ker slabi zrak izpuhteva skozi njega kakor skozi dimnik. O tem se lahko prepričaš, ako greš v predor. Do tja, kjer se odpira nad glavo navpični rov, je zrak prav dober, naprej pa mnogo slabši, kar ti je znamenje, da uhajajo plini skozi gornji rov, kar je tudi povsem naravno in umevno.

Zrak v rovu pa ni le slab zavoljo vednega streljanja z dinamitom, ampak tudi zaradi malih oljnatih svetilnic, katere nosijo seboj vsi delavci kot edino razsvetljava v tej večni temini. Poizkušali so že drugje več vrst svetilnic, a vsakokrat so se vrnili k starim, to pa zaradi tega, ker so tako trpežne. Trči kamor hočeš ž njo, da, vrzi jo na tla — vendar ti gori mirno naprej. Še važnejše je to, da so prav po ceni. Električne ali plinove svetilke seveda nimajo te prednosti.

#### *Kako se določujeta smer in višina v predoru?*

Povedali smo že, kako se določi smer predora sploh. Zdaj naj še omenimo, kako jo je najti v rovu samem. Vsak mesec moramo preizkusiti iznova, ali se vrta rov v pravi smeri in višini. Orodje, ki je za ta smoter posebno urejeno, postavimo na ono znamenje pred predorom, katero smo že omenili, ko smo govorili o trikotni mreži

in o trikotniščih. Daljnogled se nameri natančno v smeri predora v rov. V rovu postavimo petrolejsko svetilnico na trinožec tako, da jo moremo premikati na desno ali na levo. Postavimo jo v rovu tako daleč, da se od zunaj še dobro vidi. Inženir zunaj pri orodju gleda skozi daljnogled in daje z majhno piščalko znamenja, za katera so se prej domenili; po teh premika pomočnik notri v rovu svetilko tako dolgo na desno ali na levo, da vidi inženir pri orodju, da mu preseka navpična nit v daljnogledu natančno luč, katera se sveti skozi navpično zarezo, izpuščeno v črnem valjcu v krogu svetilke. S svinčnico se sedaj zaznamuje natančno točka na tleh, ravno pod svetilko. Da prenesemo smer še dalje v rov, predstavimo trinožec z lučjo naprej, orodje pa na ravno zaznamovano točko, tako da teži navpična os natančno skozi njo, kar lahko dosežemo s svinčnico. Inženir pomeri na plano na znamenje, ako mogoče, onkraj doline in obrne daljnogled točno za 180° krog navpične osi; zdaj mu stoji zopet v smeri. Tako se nadaljuje smer naprej. A preiskovati je treba večkrat, da se kolikor mogoče iznebimo napak. Te točke pa se morajo stalno, „za večno“ zaznamovati: mi postavimo „nepremične točke“. V ta namen vzdiamo v tla velike četverooglate kamne; vsak ima na zgornji strani vgreznjeno železno skobo, na kateri točko nalahno zarežemo. Take „nepremične točke“ imamo na vsakih sto metrov; ko to pišem, jih je že šest. Smeri pa ne prenašamo od zadnje nepremične točke naprej, ampak moramo začeti vsakokrat od zunaj, ker se kamni, če ravno so težki in vzdiani, vendar-le premikajo. Pri tem se stare točke vedno na novo preizkušajo. To delo je dostikrat precej težavno. Večkrat se znamenje na Črni gori nad predorom ne vidi, in treba je čakati ure in ure, da ga zagledamo med oblaki ali meglami, četudi samo za par minut. Ko se prikaže znamenje, tedaj pa le hitro z daljnogledom navzgor! Toda kakor že hitiš, prideš večkrat prepozno: zopet se valijo oblaki pred znamenjem. Ako je zrak v rovu premalo čist, se svetilka slabo vidi, in ne ostane družega, kot da jo prenesemo bolj proti vhodu. Zaradi tega pa jo moraš predstavljati tudi med „nepremične točke“ in ravno tolikokrat tudi opazovalno orodje. S tem se delo otežuje in zakasnjuje.

Te „nepremične točke“ pa ne zaznamujejo samo smeri, ampak tudi višino. Višine merimo z orodji, pri katerih je glavni del daljno-



gled z nitnim križcem, postavljen vodoravno in navpično z libelo. Optična os daljnogleda nam torej daje povsem vodoravno črto, obzorje instrumenta. Ako hočem določiti razmerno višino dveh točk na zemlji, to je, koliko leži prva višje od druge, postavim orodje med točki, daljnogled pa z libelo točno vodoravno. Na prvi točki drži pomočnik navpično letvo, koja je razdeljena na *m*, *dm* in *cm*. Navadno je dolga 5 *m*. Daljnogled obrnemo okrog navpične osi, pomerimo vodoravno na podobo in štejemo *m*, *dm* in *cm*, *mm* pa cenimo. Sedaj prenesó letvo na drugo točko, z daljnogledom pomerimo zopet vodoravno na njo in zopet štejemo *m*, *dm*, *cm* in *mm*. Zdaj torej vemo, koliko ležita obe točki pod obzorjem, saj razlika obeh štetev nam podaja razmerno višino točk v metrih in njega delih. Točke pa ne smejo biti preveč narazen, ker se inače ne vidi dobro podelba na letvi. Ako znaša daljavo več kot 100 *m*, recimo kar nekaj *km*, si moramo izbrati med njima zadostno število pomočnih točk. Začenši pri prvi točki izmerimo zaporedoma razmerne višine pomočnih točk, na drugi glavni točki se pa konča delo. Ako seštejemo vse te razmerne višine algebraično, najdemo razmerno višino prve in zadnje točke. Recimo, da nam je znana nadmorska višina prve točke, tedaj dobimo s seštevanjem celotne razmerne višine nadmorsko višino druge točke.

Seveda je to samo načelo, po katerem se merijo višine. Poznamo še druge raznovrstne instrumente in načine, a pri vsakem je glavna stvar zares vodoravni horizont, izvzemši seveda merjenje z barometrom. Pred delom moramo postaviti navpično os instrumenta zares navpično s pomočjo ravno iste libele, s katero nastavljamó daljnogled vodoravno. Ako tudi kaže libela prav natančno, vendar le ni še gotovo, da stoji daljnogled zares vodoravno; ker ako leži libela na enem koncu le malo višje na daljnogledu, kot na drugem, je že merjenje dvomno. To izvemo s posebno preiskavo. Na instrumentu so tudi nastavljeni drobni vijaki in vzmeti, s katerimi se dá instrument popraviti. Na kratko: vsaki-krat je treba instrument rektificirati. Delati se mora z največjo vestnostjo in točnostjo. Mislimo si le kako železniško progo, ali kak vodovod, kateri naj pada na 100 *m* le za 2 ali 3 *cm*, in naj bi spoznali pri zidanju, da je nemogoč, ker so višine napačne! Vsako tako merjenje se mora radi tega pregledovati; to je, razmerna višina se meri zopet od kraja še enkrat ali celo še večkrat, a v

nasprotni smeri. Teoretično bi moral biti rezultat obakrat isti. To pa radi nepopolnosti instrumenta in zavoljo neizogibnih napak pri motrenju ni absolutno mogoče. Gotove napake so torej dovoljene. Tako n. pr. imenujemo merjenje, pri katerem napaka v višini na daljavo 1 *km* ni večja od 2—3 *mm*, merjenje višin prve vrste. To pa je že zelo točno. Tako meri dežele c. kr. vojaško-zemljepisni zavod, ki tekom dolgih let izmeri celo državo s pomočjo velikih in majhnih trikotnih mrež in z merjenji višin prve vrste. Iz teh del so nastali zemljevidi v merilu 1:200.000 za srednjo Evropo in 1:75.000 za našo državo posebej.

Točnost merjenja je odvisna od važnosti dela, katero nameravamo začeti. Merjenje višin v predoru mora, kakor se samo ob sebi razume, biti prve vrste. Začenjamo na nepremični točki pred vhomom in pregledujemo vsakokrat vse nepremične točke v rovu do konca. Ako hočemo postaviti novo, moramo z vso natančnostjo izmeriti daljavo obeh točk. Ako pomislimo še, da se vzdiguje rov na vsakih 1000 *m* za 2,5 *m*, najdemo sedaj prav lahko z navadnim razmerskim računom njih razmerno višino. Ravno toliko moramo šteti na letvi, stoječi na novi točki, manj (seveda pri točno vodoravni legi daljnogleda) kot prej na zadnji; to je, letva se mora sedaj vzdigniti za znesek razmerne višine, in njen spodnji konec nam znači novo nepremično točko. Zdaj moremo vzdati kamen. Letva mora biti v rovu dobro razsvetljena: to se zgodi s svetilnico, katera se dá na nji premikati gori in doli.

#### *Razna pripravljalna dela.*

Za tako velikansko delo, kakor je zidanje našega predora, pa je treba tudi velikanskih priprav. Oglejmo si torej takozvana pripravljalna dela za zidanje predora! Ker podjetij v veliki meri država navadno ne izvršuje v svojem delokrogu, so se oddala pripravna dela podjetniku. Zasebni podjetnik ima umevno več svobode v pogodbah in tudi razpolaga hitreje in svobodneje s svojim denarjem. Seveda so to samo tvrdke, o katerih je država prepričana, da so za tako podjetje zares zmožne v gmotnem kakor tudi v strokovnem oziru. Tukaj je prevzela pripravljalna dela tvrdka Giacomo Conte Ceconi & comp. koncem avgusta meseca lan. l. S tem pa ni imela še v rokah zidanja predora samega, dasi dela tudi v njem samem; kopanje rova je država razpisala, da se zanje vsakdo svobodno ponudi, kdor si le upa.

Pred vsem je bilo treba dobiti dovolj kamena za razna poslopja. Odprli so dva kamenoloma severno od vhoda, ne daleč od savskega brega. Čeravno je v Bohinju dovolj kamena skoraj povsem apnenske in kredne tvorbe, vendar ni kar tako dober za zidanje. V predoru potrebujejo velik rezan kamen, in takega ni lahko najti. Od zunaj se zdi kaka pečina prav uporabna, kadar jo pa dinamit raznese, ostane dostikrat le prav malo velikih kosov, več kot polovica pa ni drugega kot majhni odlomki, ki niso za nobeno rabo; tak kamenolom se potem ne izplača. Včasih pa sploh, ko se skala razstreli, ne ostane nič velikih kosov, ampak le tako kamenje, kakršno se vzdava v navadno zidovje. To vse je odvisno od skladnih tvorb. Omenjena dva kamenoloma n. pr. nista za rabo za zidovje v predoru samem; zato so morali iskati kamena drugod.

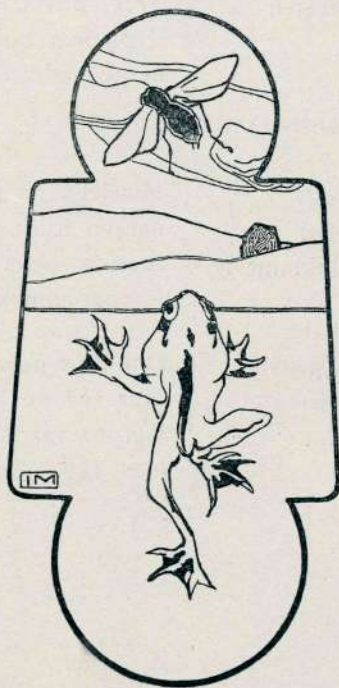
V kamenolom je napeljana majhna železnica in vozove vlačita dve lokomotivi, prva imenovana „Bohinj“, druga pa „Triglav“. Prvi lokomotivi v Bohinjski dolini! Žares, velikanska razlika med njima in med onimi orjaškimi, katere bodo vozile brzovlak skozi predor; a vendarle nam je njihju pisk veselo znamenje, da ni več daleč čas, ko se odpre naša krasna gorenjska dolina prometu in se takorekoč primakne k bratski deželi Primorski.

Od poletja do srede zime so se dogotovila razna poslopja. Najprej je nastala glavna bolnišnica za delavce, ker skrb zanje v slučaju bolezni ali nezgode mora biti prva stvar. Ta bolnišnica stoji sredi poti med Gornjo vasjo in med vhodom v predor na vznožju zadnjega holmca pred Črno goro. Bolnišnica za kužne bolezni stoji za imenovanim holmcem, daleč proč od predora. Sezidana so še sledeča poslopja: dve hiši z delavskimi stanovanji, skladišča za premog, cement itd., delavnica za stroje, kovačnica, poslopje za lokomotive, hiša za lokomobil in za dinamski stroj, ki začasno goni priprave za električno vrtanje, in hiša s prostori za inženirje, kadar so v službi pri predoru.

Te hiše stojé tik vreza na planoti, katero so morali zato še le izkopati. Ljudje so postavili seveda še razne kočé in barake, večinoma kajpada gostilne, in evo vam pravo pravcato vas tik vasi! Ne daleč od gradu, ravno na mestu, kjer je pred leti stala tovarna starih fužin, so sezidali poslopje za turbine, katere naj gonijo pozneje električne in zračne stroje s pomočjo bistriškega vodovoda, kateri je že skoraj gotov. Seveda so morali k vsem tem poslopjem napeljati poti in ceste ali popraviti že obstoječe, postaviti ograje ter izkopati kanale za odvajanje mokrote in vode pod in nad zemljo. Nov vodovod služi za dnevno rabo v hišah in v predoru samem.

#### *Štamba za dinamit.*

Ker bodo rabili pozneje še mnogo več dinamita, je bilo treba preskrbeti zanj pripravnega prostora. Saj bode ležalo pozneje dostikrat po več kot 5000 kg dinamita na enem kupu! Sezidali so zanj posebna skladišča. Prvo je glavno skladišče, daleč zadaj od bolnišnice za kužne bolezni, prav v samoti. To je lesena hišica, obdana na okolo z nekaj m visokim prstenim nasipom; to pa zaradi večje varnosti v slučaju eksplozije. Stavba je prav podobna mali trdnjavi. Za vsakdanjo rabo se pa dinamit ne jemlje iz tega skladišča, ampak prenaša se vsak čas v manjši meri v takozvano ročno skladišče, ki stoji bližje pri predoru. To je ravno tako opravljeno kot prvo. Sem hodijo po dinamit za vsakdanjo rabo. Še bližje predoru je tretja mala trdnjavica, kjer se hranijo glavice dinamskih patron. Do teh stavb drži novozgrajena, široka cesta. Ker mora biti v ročnem skladišču in v onem za glavice vedno enakomerna toplota, so postavili v ozadju hišico za streho parnemu kotlu, kateri pošilja skozi cevi par kot edino možno kurjavo za prostore v takih skladiščih. Razume se seveda samo ob sebi, da je tod kajenje strogo prepovedano daleč na okrog; tudi ne sme nihče vstopiti z navadnim obuvalom, ampak le s suknenimi čevlji. (Dalje.)



## Iz Kranjske na Goriško — pod zemljo!

Tehnična dela pri bohinjskem predoru. — Popisuje Livški.

(Dalje.)

### *Odkod dobimo vode?*

Hkrati z omenjenimi poslopji so pričeli graditi vodovod. Mi potrebujemo še precej sile za razne stroje, kateri nam naj zračijo rov, ki naj v njem vrtajo in električno razsvetlujejo zgradbe in prostore zunaj predora. Vodna sila pa je najcenejša. Preiskovali so, ali bi bila v to pripravnejša Sava ali Bistrica, saj drugih večjih vodá tukaj ni. Merili so razne višine v savski struji med vasema Brod in Bitnje ter spoznali, da pada Sava prepolagoma. Morali bi napraviti precej dolg in drag vodovod, a pridobljena sila vendar ne bi zadostovala.

Naše „Slovensko planinsko društvo“ je z rdečo barvo zaznamovalo pot, ki pelje proti Posabljenu. Tu stoji nekaj hiš. Od kraja, kjer so stale še nedavno fužine, dojdeš čez pičlo uro k izviru potoka Bistrice. Dolinica se vedno bolj zožuje in na koncu prideš v pravo sotesko; na dnu šumi in buči potok čez skale proti Savi, ti pa moraš prav oprezno stopati na strmi poti, da ne padeš čez visoke pečine. Ko si obhodil zadnji ovinek, zagledaš gornji bistriški slap. Voda vrè od vseh strani iz tal, 609 m visoko nad morjem, v vznožju hriba Lisca, ki je še višji od Črne prsti. Ta slap je obenem izvir bistriškega potoka. Nekaj sto metrov bližje vasi pa hrumi iz hriba doljni slap, kateri združuje svoje vodovje s prvim, tako da bi imenovali Bistrico ne potok, ampak lahko že malo reko. Gotovo so v hribovju velike votline, kakor je to navadno v apnenskih skladih, in iz teh podzemskih prostorov se uliva peneča voda.

Iz teh dveh slapov jemljemo vodo za vodovod. Lansko zimo so izmerili, da poteka v Bistrici v najnižjem stanju okolo 300 l vode v eni sekundi. Ob hudournikih je množina seveda dosti večja. Od gornjega slapa do strojev pri gradu pada struga za 96 m. Iz tega vodovoda se dá pridobiti moči za okolo 800 konjskih sil, kar povsem zadostuje za naš namen. Leseni vodovod pada na 1000 m za 2,5 m do nabiralnika; tu se začneja železna cev, v kateri drvi voda v turbinska kolesa, kar pa hočemo opisati pozneje.

### *Kako se meri vodovod?*

Vprašuješ me, dragi čitatelj, kako se določi na tleh proga, katera naj enakomerno pada do konca, kakor n. pr. pada naš vodovod z 2,5‰. Tudi tukaj si sestavimo trikotne mreže in mnogokotne črte, da natančno določimo površino sveta, skozi katerega gre naša proga. Začetek proge je hkrati začetek mnogokotne črte. Druga mora biti prav v bližini prve, ker ji daje temelj. Ker pada vodovodna proga le polagoma, se položi mnogokotna črta na vseh krajih skoraj v isti višini nad morjem. Zaznamujejo jo koli, kateri so zabiti v tla, tako, da se vidi od vsakega na prejšnji in na sledeči. Ti koli nam kažejo, kje so koti naše črte. Njih število je seveda odvisno od površine sveta. Kjer je bolj plano, tam ima črta seveda manj kotov, v hribih, kakor pri našem vodovodu, pa več. Postavljati kole v isti višini nad morjem, je prav lahko. Dela se ravno tako, kakor pri določevanju višine v predoru z ravno istim instrumentom in z letvo. Če pa proga enkrat pada in se potem zopet vzdiguje ter če je odvisna od površine sveta, ne zadostujejo več mnogokotne črte; treba je položiti celo trikotno mrežo, večjo ali manjšo, kakor smo to slišali pri smeri predora. Razložek je le ta, da hočemo tukaj pridobiti najprej risarsko podobo sveta, in šele potem določiti progo v njem samem.

Na vsakem kolu moramo izmeriti kót med prejšnjim in sledečim kolom ter določiti dotične daljave. Zdaj si pa lahko doma narišemo v primernem razmerju vso mnogokotno črto z največjo natančnostjo. Ne smemo pa pozabiti, da izmerimo vsem kolom višine nad morjem; saj stojé le primeroma v isti višini nad morjem, ne pa natančno. V ta namen začnemo meriti na točki, katere višina nam je že dobro znana. Začnimo na primer na nepremični točki pred predorom!

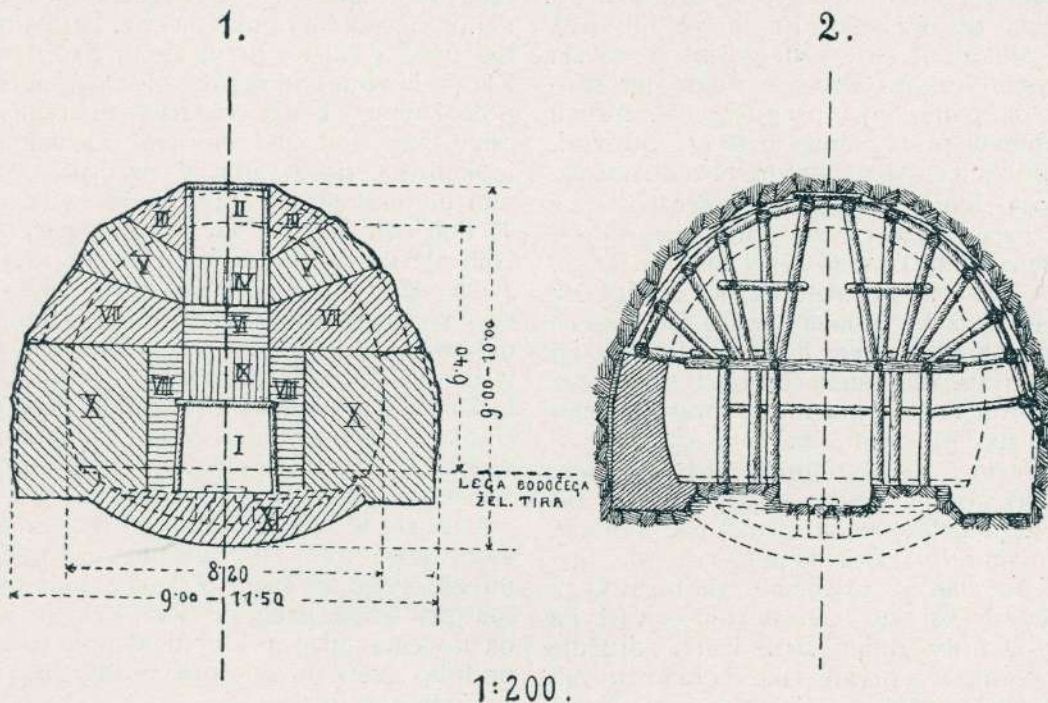
Kako se pa dá narisati svet na papir tako, da precej zagledamo, kje da visi, kje da je raven itd.? Če zapišemo v kak črtež k rekam, potokom, cestam, mestom itd. te primerno število znanih nadmorskih višin,

ne vidimo še prav natančno in jasno, kakšna je površina tistega sveta.

Mislimo si hrib prerezan z vodoravnimi ravniciami. Te si mislimo položene v enakih navpičnih daljavah drugo nad drugo. Vsaka ravnica nam da kot presek z rebrom hriba krivo črto; te črte nam vežejo vse točke, ki leže na hribu v isti vodoravnici ali v isti nadmorski višini, in zato jih imenujemo enakovišnice.<sup>1)</sup> Ako projiciramo te enakovišnice navpično na vodoravno ravnico, dobimo sestav krivih črt, ki leže nekako sosedno druga v drugi. Ta sestav si narišemo v primernem razmerju na papir. Enakovišnica, ki je najbolj v sredi, je v naravi naj-

obratno, seveda če je razmerje črteža proti naravi isto. Pri tem si mislimo, da pada svet enakomerno med dvema točkama, ležečima na dveh si sledečih enakovišnicah v isti navpični ravnici; jasno je, da bode veljal ta pridržek tembolj, čim bližje so enakovišnice, to je čim manjša je njih visokost.

Vajeno oko zagleda na takem črtežu hipoma, kakšna je površina sveta. Takoj spoznam, kje da je svet strmejši, ker tam so si enakovišnice bližje; vidim, kje manj visi, ker tam so bolj oddaljene; kjer visi svet navpično, n. pr. pri pečinah, tam se enakovišnici dotikata; kjer je ravnina, tam jih sploh ni. Ravno tako zagledamo vrhove,



Iztesavanje predora.

višja, bolj proti obodu ležeče so pa nižje. Ako napišemo še k vsaki nadmorsko višino — kar pa pravzaprav ni treba, ker zadostujeta že dve — imamo popolnoma jasno podobo višinske površine na papirju. Ta podoba je tem jasnejša, čim več enakovišnic imamo, to je, čim manjša je enakomerna navpična daljva med njimi, ki jo imenujemo enakovišniško višino<sup>2)</sup>. Ta pa je odvisna od tega, kako je razmerje črteža in kolike natančnosti si želimo; dostikrat znaša le par decimetrov, včasih pa tudi po sto metrov. Čim manjša je, tem bližje so enakovišnice v črtežu, in

slemena sedla, odstavke, zareze vodá itd., kakor nam kaže dodani črtež.

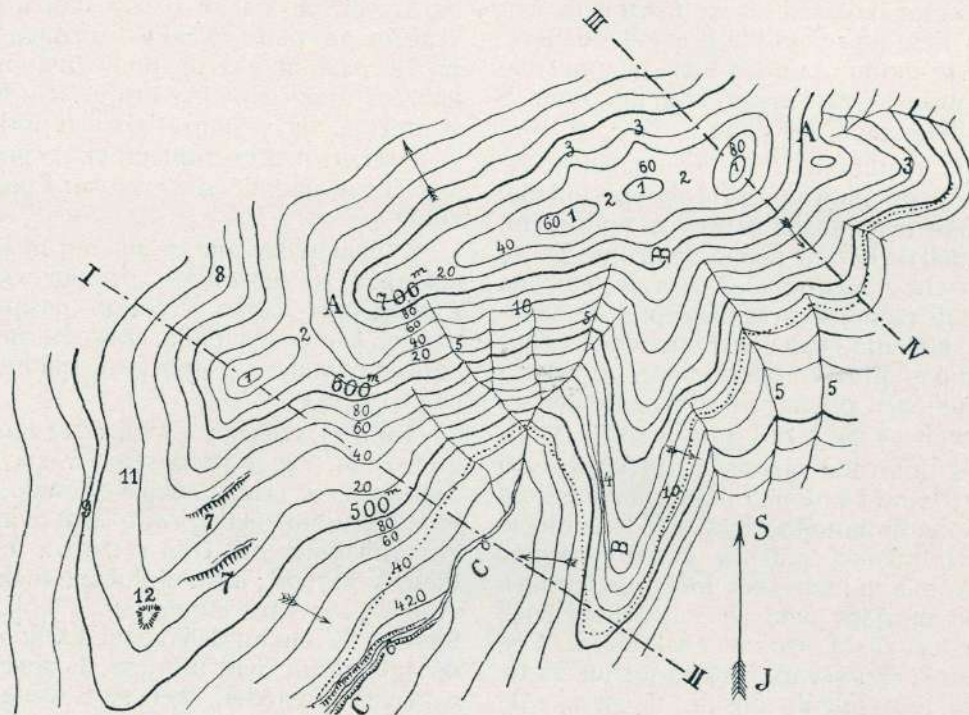
#### Kako se določujejo enakovišnice?

Narisati si hočemo torej črtež enakovišnic. V ta namen si določimo v naravi zadostno število točk, katere ležijo bolj ali manj gosto, kakor ravno kaže svet, ali je vrezan bolj ali manj. Tu so si daleč po mnogo metrov, drugod pa prav blizu. Seveda si izberemo samo bolj znamenite točke, katere boljše označujejo površino zemlje. Določiti moramo natančno njih medsebojno lego. Točka je v prostoru natančno in brez-

<sup>1)</sup> Schichtenlinien. — <sup>2)</sup> Schichtenhöhe.

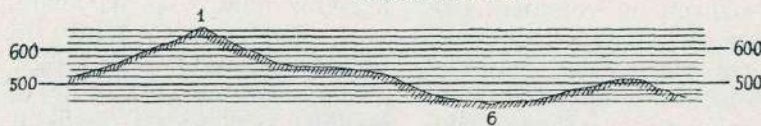
dvomno določena, ako so nam znani sledeči podatki: Določiti moramo kót med njo, med našim stališčem in drugo znano smerjo, recimo smerjo od severa proti jugu; poznati moramo nadmorsko višino svojega stališča; vodoravno daljavo med stališčem in med točko in nje razmerno višino proti našem stališču. Če vse to vem, potem

pa določimo s posebnimi instrumenti, z „naglomerniki“. Opravljeni so ravno tako kot oni, ki smo jih opisali že v začetku svoje razprave, daljnogled pa ima tri vodoravne niti in navpično. Naglomernik postavimo na kotni kol; da ga nastavimo povsem osredno, imamo v kolu zabiti žebelj; kot znano smer pa ne vzamemo sever-juga,



1:25,000 ; 40 m = 1000 m.

PRESEK I-II :



III-IV :



Enakovišnice.

ni več dvoma, kje v prostoru je tista točka. In to moramo doznati pri svojih točkah.

Mnogokotna črta kot taka nam je natančno določena. Ako bi jo hoteli brezdvomno določiti še v prostoru, ne bi nam trebalo družega, kot da jo priklopimo kakšni znani, recimo severno-južni smeri. A tega nam ni treba, ker zadošča, da so le koti v njej sami medsebojno dobro določeni. Zgoraj omenjene, takozvane „raztresene“ točke, si

ampak smer od svojega stališča na prejšnji ali na sledeči kótni kol. Inženir si napravi na mestu majhen črtež po očigledu, ter določi v njem razne raztresene točke, kakor se mu zdi pripravno. Ni treba, da so točke v svetu samem zaznamovane; pomočnik se postavi z letvo zaporedoma na določena mesta, kakor mu veli inženir. Ta izmeri vsakokrat kót med točko in med znano smerjo, potem kót med njo in med vodo-

ravnico s pomočjo navpičnega kroga ter slednjič šteje še mero na podelbi letve pri vseh treh vodoravnih nitih daljnogleda. Ko so na ta način vse raztresene točke okrog enega kótnega kola obdelane, se ponovi delo ravno tako pri vseh drugih, tako da je vsa mnogokótna črta v bližini obsejana z raztresenimi točkami. Ako so posamezni kótni koli predaleč narazen, treba vriniti še drugih kolov kot stališča za instrument, ker pri tem delu ne smejo biti prevelike daljave. Seveda se morajo ta nova stališča zopet natančno določiti proti starim kótnim kolom. S tem je delo zunaj končano.

Doma se morajo sedaj šele natančno izračunati ti po motrenju pridobljeni podatki. Instrument nam ne dá naravnost vodoravne daljave, kakor tudi ne razmerne višine. To se doseže šele z računom. A ker je temeljna teorija teh računov zares malo preveč matematična, nočemo čitateljev z njo mučiti. Teorija nam daje prav kratke obrazce, po katerih je izračunjenje omenjenih dveh elementov skoraj mehanična, a zato precej pusta stvar.

Tako določene raztresene točke si sedaj lahko vrišemo s kotomernikom in z merilom v črtež mnogokotnika. Kar smo si določili v naravi, imamo sedaj v črtežu, namreč mnogokotnik in raztresene točke, katerih višina nad morjem nam je natančno znana. Recimo, da znaša visokost enakovišnic 1 *m*, ker gostost raztresenih točk zadostuje za to. Vsled tega si smemo misliti, da pada svet od ene točke na drugo enakomerno. Prva, recimo, naj ima nadmorsko višino 590·36 *m*, točka poleg nje pa 589·72 *m*; prav lahko sedaj določimo z ozirom na omenjeni pridržek padanja sveta, med njima točko, ležečo ravno v višini 590 *m* nad morjem. To prav lahko določimo z navadnim razmernim računom in merilom. Ravno tako napravimo do konca z vsemi točkami z navadno interpolacijo, da dobimo točke ležeče v isti višini nad morjem, zaznamovane s številkami na cele metre, brez desetink in stotink. Če zvežemo sedaj n. pr. vse take točke, ki imajo številko 590, s krivuljo, smo narisali enakovišnico, ležečo 590 *m* nad morjem. Ravno tako delamo v višini 591, 589 itd. do tja, kamor segajo raztresene točke, in — sestav enakovišnice je gotov! Pri tem delu pa nam je še dobro došel majhni črtež, katerega smo narisali po očigledu v naravi, tako da so enakovišnice kolikor možno natančne.

Seveda to ni edini način za določanje in risanje enakovišnic, saj merimo tudi dru-

gače in z različnimi instrumenti, za kar je seveda treba mnogo vaje in izurjenega očesa.

Koliko težav ima inženir pri takem merjenju pod milim nebom! V gozdu je treba sekati les, da se vidi smer z daljnogledom; mnogokrat mora biti kol na takem kraju, da instrument komaj stoji na njem; in kadar ti enkrat varno stoji, se pa težavno kretaš okrog njega, da se ti vse skupaj ne prvrne in ne pade v kako brezdno! Zraven pa še pazi in ukazuj pomočnikom, piši v knjižico in misli na vse drugo! Če nazadnje še dežuje, da se moraš skrivati pod dežnik, ki je razprt nad instrumentom, pa imaš težav dovolj, in slednjič si še moker kakor miš v vodi!

Z enakovišnicami rešujemo raznovrstne naloge. Pri železniških progah vrisujemo ž njimi prav lahko vreze in nasipe. Tudi progo, katera naj pada enakomerno, lahko narišemo v nje s pomočjo merila in — vaje-nega očesa!

Tako si vrišemo v svoj črtež tudi progo vodovoda. Da jo prenesemo v stavbišče, si določimo v črtežu daljave med mnogokotno črto in med progo pri ovinkih, ter jih odmerimo od črte v naravi, kjer gradimo vodovod; tako določene točke vodovodne proge pa zabeležimo s koli. Potem merimo še enkrat daljave med koli na progi, ter njih višine nad morjem, da imamo zares natančen posledek, ker se seveda prenesenje proge iz črteža v svet ne dá izvesti s povsem absolutno natančnostjo. Sedaj si narišemo še podolžni presek proge, in iz tega razvidimo, kje da imamo nasip in kje vrez, ker proga v črtežu ne gre povsod po enakovišnicah. Saj krogi, kateri vežejo preme črte na progi, ne smejo biti premajhni, svet se pa dostikrat razprostira v ovinku, kateremu proga ne more slediti.

Kakor smo videli, potrebujemo v take namene enakovišnic z visokostjo enega samega metra. Na zemljevidih c. kr. vojaško-zemljepisnega zavoda z mero 1:75.000 pa znaša visokost enakovišnic celih sto metrov, ker je njih velikost primeroma majhna. Izvirni zemljevidi se napravljajo seveda v veliko večji meri, a zmanjšujejo jih s fotografiranjem v gori omenjeno razmerje. Enakovišnice so tu prav tanko risane krive črte, na robu pa so višine zaznamovane s številkami. Ker so zemljevidi črtkani, jih komaj zapaziš. Saj črtkanje gorovja ima ravno isti smoter kakor enakovišnice same, namreč da nam predočuje vertikalno površino sveta.

Tam, kjer so črtice gostejše in debelejšje, svet bolj visi; kjer so manj goste in tanke, tam je svet manj hribovit. V ravnini pa črtic sploh ni. Navpičen svet kaže črna črta. Oblika črtic se menjava od pet do pet stopinj v sklonitosti sveta. Mislimo si namreč, da prihaja luč na zemljo navpično od zgoraj. Zato bo svet tem bolj razsvetljen, čim manj visi. Teoretično navpična stena torej ne dobi nič razsvetljave, ravnina pa vso. Seveda je črtež sveta mnogo jasnejši in natančnejši, če je narisana z enakovišnicami, in tudi bolje služi v znanstvene namene. Črtkanje daje le lepšo zunanjo podobo, zaostaja pa v natančnosti za enakovišnicami, ker je preveč odvisno od roke in od spretnosti risca. Risanje enakovišnic pa je čisto geometrična stvar, odvisna od risca le vtoliko, vkolikor hoče morebiti s številom enakovišnic doseči natančnejši črtež. S pomnoženjem enakovišnic se dá natančnost črteža pomnožiti geometričnim potom.

Črtkanje pa je neobhodno potrebno v črtežih, kateri imajo majhno mero, in kadar hočemo zaznamovati prepade, luknje, zareze vodá itd.; to vidimo v dodanem črtežu pod števili 7, 4, 12 in 6. Ravno to velja tudi pri nasipih, pri železniških vrezih in drugod.

#### Vodovod.

Vodovod obstoji iz lesene struge, visoke 0,8 m, široke 1,0 m in dolge 2500 m. Začenja se pri gornjem slapu Bistrice, kakor smo že rekli. Preden pada voda čez rob, teče par metrov daleč prav mirno. Tam pa na desnem dnu struge stopa voda skozi luknjo v vodovod. Ob slapu je jez, kateri zabranjuje, da ne more voda odteči skozi bližnje razpokline. Vtoka v vodovod se dasta uravnati; zato bo tukaj noč in dan pazil čuvaj. Voda mora teči skozi precedilnik, da odloči pesek in blato, katerega je pa v Bistrici prav malo, ako ni ravno hudournika. Pri doljnem slapu prihaja voda zopet v strugo. Slap je tam bolj katarakten, in vodo odvrča jez, ki je vzidan pod slapovim robom. Tudi tukaj se dá vtok uravnati. Vodovod je napeljan potem večkrat z visokimi lesenimi mostovi čez globoke zareze, predira z majhnimi predori rte, sledi visokim pečinam, gre skozi skalo,

ter prehaja na koncu v vodni nabiralnik. Tega pa niso zgradili zato, da bi hranil vodo za čase, ko bode malo vode, ampak le, da uravnava vtok v železne cevi s premerom 800 mm, katere napeljujejo vodo naravnost v mlinska kolesa blizu bistriškega gradu. Iz nabiralnika se dá odvajati voda tudi kar čez tla zopet v Bistrico. V njem se začenjajo tudi cevi, katere napeljujejo vodo k predoru samemu v razne namene, katere smo že omenili.

V njem je visokost enakovišnic od 20 do 20 m. Vsaka stotera pa je debeleje risana, da je pregled lažji. Po nadmorskih višinah vidimo takoj, proti kateri strani da pada svet. Pušice smo narisali le zato, da nestrokovnjak lažje razsodi svet in da pokažemo, kako pada svet vedno v smeri, ki je navpična na enakovišnice. *A—A* je hribovje, in sicer glavno hribovje, *B—B* je stransko sleme in *C—C* je dolina. 1, 1 itd. so vrhovi; vrh najbolj proti vzhodu je najvišji, vrh na zahodu pa najnižji, kakor kažejo številke enakovišnic. Med vrhovi so sedla. Število 3 zaznamuje rte hribovja; tu imajo enakovišnice bolj ali manj trioglato podobo. *B—B* je pravzaprav tudi rt, a ker je velik, ga imenujemo sleme. Število 4 znači skoraj navpično pečino, visoko najmanj 40 m; to spoznamo iz dotikajočih se enakovišnic. 5, 5 so zareze vodovja, 6 potok v dolini, 7, 7 prepadi, 8 korito, 9 odstopok. Pri 10 vidimo, da je svet mnogo bolj naklonjen kot na primer pri 11, ker so tukaj enakovišnice dalje vsaksebi. S pikami zaznamovana črta pomeni pot, katera se vzdiguje enakomerno po 40 m na 1000 m. Naredili smo jo za primero, kajti tako idealnih poti menda ne najdeš v hribih. Začenja se v dolini v višini 420 m nad morjem, drži okrog konca doline čez sleme *B—B* in naprej okrog reber hribovja. Čez vsakih 500 m zadene torej črta za 20 m višjo enakovišnico. Da si predočimo še boljše površino sveta, napravimo si še tupatam kak presek v hribovje, n. pr. I—II, III—IV. S takimi preseki tudi spoznamo, ali se vidi z vrha na drugega ali ne. Pri I—II vidimo na primer od vrha I na pot na slemenu *B—B*. Brez presekov ne bi n. pr. mogel kar tako spoznati, se li vidi od najvišjega vrha pot v dolini, ali ne, in do kam.

(Dalje.)

## Iz Kranjske na Goriško — pod zemljo!

Tehnična dela pri bohinjskem predoru. — Popisuje **Livški**.

(Dalje in konec.)

### *Širjenje in vtesavanje predora.*

Meseca novembra l. 1901. je meril rov 490 m, in takrat so začeli zidati predor sam<sup>1)</sup>. Omenili smo že, da je rov 2·3 m širok in 2·2 m visok. Presek pa, katerega moramo izkopati, da vgradimo zidovje, meri do 11·5 m v širjavo in do 10·0 m v višino. Za toliko moramo torej rov razširiti. Ako bi pa začeli s širjenjem in zidanjem od vhoda naprej v hrib, ne bi bil predor gotov ob določenem času, ampak rabili bi zanj nekaj let več. Recimo, da izvrtajo na naši strani vsak dan za 4 m rova; ravno toliko bi morali izgotoviti na dan začenši pri vhodu, ako hočemo, da naj gre delo na obeh krajih hkrati izpod rok. Da pa razširimo rov na omenjeni presek in da zgradimo zidovje v dolgosti 4 m, zato rabimo najmanj tri tedne! Tako bi torej ne šlo. Zato velja tudi tu načelo, da se mora delo razdeliti. Bodoče zidovje predora razdelimo po vsej dolgosti v posamezne majhne dele, takozvane „obroke“, dolge po 8·3 m. Ti obroki se zaznamujejo s številkami, začenši pri vhodu pa do konca prvega kilometra. Tu se začne štetev zopet od začetka in tako dalje v vsakem kilometru. Ravno tako se dela v Podbrdih. Delo se začne na več krajih s širjenjem in vzdavanjem precejšnjega števila obrokov naenkrat, in to tako, da ostane med koncem rova in med najbližjim mu obrokom, ki je v delu, po 100—200 m navadnega rova, in da meri kos predora, kjer se širi in gradi v posameznih obrokih, 500—700 m. Tako se dela vedno naprej, dokler ni predor gotov. Predor se torej kot nekaka zidana cev polagoma vriva v hrib. Podoba dela je vedno ista: Najgloblje v hribu vidimo na koncu rova delavce, ki vrtajo, potem sledi kos rova, za njim je del, ki se širi in gradi v večjem številu obrokov naenkrat; ostali del do vhoda pa je že dogotovljen predor. Tako je mogoče, da je predor dokončan sedem mesecev potem, ko je rov goro prodrl. Od konca rova do tam, kjer se dela v

obrokih, pa mora ostati zgoraj omenjeni kos navadnega rova, zato da se s stroji lažje vrta in da se svet na tistem mestu ne trese preveč zaradi vednega streljanja z dinamitom.

Naš dosedanji rov je na dnu bodočega predora. Kako ga razširjajo, da dobi dovolj velik prerez? Najprej so vrtali navpično navzgor do vrha prereza, in sicer na več krajih. Odtod so vrtali pod vrhom v smeri predora naprej in nazaj, tako da je nastal na vrhu nov rov. (Glej prvo sliko na str. 484!) Ta meri 1·8 m v kvadratnem prerezu. Ta navpični in potem horizontalni gorenji rov je treba izvrtati seveda zopet z dinamitom; treba je tudi sproti z močnim lesovjem svet podpirati. To je v resnici pravo krtovo delo! Gorenji rov vrtajo naprej hkrati z dolenjim, a tako, da zaostaja gorenji proti dolenjemu za 100—200 m; seveda mora biti tako zaradi varnosti pri streljanju. Ko je bil rov na vrhu vsaj deloma gotov, so začeli razširjati predor na celi prerez, in sicer v več obrokih naenkrat, a samo v takih, kateri se ne tikajo. Tudi to je potrebno, da se svet ne zmaje preveč in da ostane še na več krajih podprt. Širiti pa začenjajo v gorenjem rovu. Tukaj kopljejo in streljajo na desno in na levo v dolgosti obroka, sproti pa tudi pod-se, da se snidejo z dolenjim rovom.

Poglejmo sliko na str. 484! I. je spodnji rov, II. pomenja zgornji rov. Črtkane črte pomenjajo bodoče zidovje; na dnu vidimo kanal, v katerem odteka voda. Od gornjega rova izkopljemo na obe strani kosa III. Da odpravimo ta material, moramo izkopati še luknjo, ako je nimamo ravno v tem obroku že od prej do rova na dnu; te pa ni treba z lesom vtesati, ker meri le do 70 cm v premeru. Skozi to luknjo valé material na spodaj stoječi voz v spodnjem rovu. A v oddelku III. je treba seveda svet podpreti. Vozovi nam pripeljejo skozi doljni rov 9 m dolgega in do 45 cm debelega lesa, katerega spravimo skozi navpične luknje, v ta namen primerno razširjene, v rov II. Ta takozvana „vrhovna debla“<sup>1)</sup> vidimo v sliki 2. na vrhu

<sup>1)</sup> Zadnji odstavek str. 487.: „V njem je visokost“ itd. spada kot razlaga k sliki o „Enakovišnicah“ na str. 485. Prosimo čitatelje, da si to zaznamujejo!

<sup>1)</sup> Kronbalken.