

Leonardo da Vinči

Rukopisi

3

Prevela

NADA UZELAC



BUJKOVIĆ

Sadržaj

Od izdavača	7
Madridski kodeks 1	11
Madridski kodeks 2	307

Od izdavača

Posle Leonardove smrti, 1519. godine, nepoznati broj rukopisnih svezaka nasledio je Frančesko Melci, shodno Leonardovoj poslednjoj volji. Melci ih je 1523. godine doneo sa sobom u Milano. Posle Melcijeve smrti, povereni su njegovom sinu Orciju. Madridske kodekse u Španiju je doneo Pompeo Leoni, vajar na madridskom dvoru Filipa II. Posle Leonijeve smrti, dva kodeksa kupio je Huan de Espina. Dok je izvestan broj drugih rukopisa rasparčan i prodat, ova dva ostala su u Španiji. Oko 1630. godine, engleski kralj Čarls I bezuspešno je pokušavao da, preko lorda Arundela, otkupi ova dva kodeksa od Espine, o čemu postoji trag. Huan de Espina zaveštao je kodekse Filipu IV, kralju Španije. Zatim su rukopisi dospeli u biblioteku manastira El Eskorial, i konačno u Narodnu biblioteku Španije, u Madridu, gde su ostali neprimećeni naredne 252 godine. Otkrio ih je dr Jules Piccus, docent za romanske jezike na Univerzitetu Masačusets, godine 1967. Otkriće je obelodanjeno 13. februara 1967. godine. Kodeksi se i danas nalaze u Narodnoj biblioteci Španije.

Dva kodeksa Da Vinčijevih rukopisa (Madridski kodeksi 1 i 2, 1 – 8937, 2 – 8936), sadrže 197 strana, povezanih u crvenu kožu. Obuhvataju i veoma dragocen popis od 116 knjiga koje je Leonardo koristio u vreme svojih istraživanja. Tekst je na italijanskom dijalektu, uz izvesne greške u pisanju.

Kodeks 1 sadrži Leonardova istraživanja iz oblasti mehanike i datuje se u period između 1490. i 1499. godine. Sastoji se od 12 svezaka od po 16 stranica. Uprkos tome što je rad pretežno posvećen mehanici, mogu da se pronađu beleške iz optike i astronomije.

Kodeks 2 posvećen je istraživanjima iz oblasti geometrije (po-

sebno proučavanju „kvadrature kruga“) i datuje se u period između 1503. i 1505. godine. Obuhvaćene su skice topografskih i naučičkih karata, pitanja iz arhitekture i vojne tehnike.

Budući da sadrže oko 15 procenata svih Leonardovih rukopisnih beleški za koje danas znamo, ova dva rukopisa su od velike važnosti, a prema kvalitetu i značaju sadržaja, još su i važniji. Jedna od uzgrednih stvari koje ova dva rukopisa razrešavaju jeste pitanje sumnje u Leonardovu genijalnost kao konstruktora, budući da je postojalo i mišljenje da je on samo umetnik zainteresovan za mehaniku. Njegovi nacrti i ideje iznete u ova dva kodeksa, potpuno odbacuju svaku sličnu sumnju.

[List o; r.]

[Nenumerisan zaštitni list]

Za šestar, uzeti vosak i ulje.

Molba čitaocima.

Tražim da mi potvrdite da linija koja se, kroz vazduh istovetnog sastava, pruža od tela do oka jeste prava.

Ako linije¹ površi postavim pod različitim nagibima, smatram da će takve linije biti prave.

Ako govorim o ovalnim telima koja se kreću po ovakvim površima, treba ih smatrati savršenim.

U izlišne i nepodnošljive čovekove opsene spada potraga za večnim kretanjem, koje neki nazivaju beskonačnim točkom. Mnoge vekove, gotovo svi oni koji su radili na hidrauličnim, ratnim mašinama i drugim domišljatim napravama, obimna istraživanja i oglede posvećivali su ovom problemu, izlažući se znatnom trošku. Ipak, na kraju ih je zadesilo ono što je zadesilo i alhemičare: zbog jednog sitnog detalja propalo im je sve. Ovog časa, naum mi je da gore pomenutim istraživačima ponudim blagodet u vidu predaha koji može da potraje koliko potraje i ovaj moj neveliki rad. Osim toga, biće u stanju da ispune obećanja koja su dali, tako da više neće morati da beže, osećajući posledice nemogućih stvari koje su obećali vladarima i velmožama. Prisećam se da se pregršt ljudi, iz različitih zemalja, vođeni detinjom lakovernošću, obrelo u gradu Veneciji, kako bi, očekujući veliku zaradu, podizali vodence na mrtvoj vodi. To jest, da iz jezera, bunara ili mora

¹ U izvorniku reč *liniie* zamrljana.

izdižu vodu uz pomoć aparature, i da je, kad je jednom izdignu, stave u takav pogon da na vodenice ta voda djeluje kao i svaka druga voda. O bezumnici, vi bez prirodne... vi hoćete...² Međutim, posle silnog troška i napora, pošto uvide da nisu kadri da pokrenu aparaturu, prinuđeni su da se pakuju u velikoj žurbi.

Oni koji poriču razložnost stvari, govore o sopstvenoj neukosti.

Ako bi bilo moguće napraviti bombardu koja će kao đule koristiti zemlju, i imajući u vidu da đule od jednog lakta bombardu dobacuje na razdaljinu od 3 milje, u stanju smo da odmerimo razdaljinu od 9,000 lakata koja iznosi 9,000 đuladi. Dakle, mogli bismo da smatramo da bi takva bombardu našu zemlju dobacila na razdaljinu koja odgovara razdaljini 9000 puta većoj od njenog prečnika. Ako uzmemo da [njen prečnik] iznosi 7000 milja, onda bi razdaljina iznela 63 hiljade milja³.

Ako odbijate da podižete spomenike u bronzi, strahujući da vaše delo može da bude orobljeno, imajte u vidu da su, u Rimu, sve one najlepše stvari, Rimljani opljačkali iz osvojenih gradova i zemalja. I ni od kakve koristi nije bilo to što su ovakve stvari bile neizrecive težine, kao što su obelisk i 2 konja. A ako svoje delo učinite nezgrapnim, samo da biste predupredili da bude ukradeno, u tom slučaju upotrebiće ga za podizanje zidina i tamnica. Činite kako vam je volja, jer sve na ovom svetu ima kraj. A ako kažete da odbijate da izvedete delo koje umetnika slavi više od naručioca, treba da budete svesni da je, u najvećem broju slučajeva, autor obasut slavom više nego onaj ko plaća.

[List o; v.]

[Nenumerisan zaštitni list]

O položaju figure.
(Knjiga o količini i snazi)

Tadeo, sin Nikolaja del Turka, uveče na Svetog Mihajla, 27. septembra 1497. godine, imao je 9 godina. I tog dana dečak je bo-

² Rečenica se ovde prekida.

³ Očigledna omaška. Trebalo bi da stoji 63 miliona milja.

ravio u Milanu i svirao na lauti; ocenjen je kao jedan od najboljih u Italiji.

| a | [Crtež] | b f | c |

Trebalo bi da budete kadri da sve neujednačene pokrete, onako kako ih prikazuje ovaj crtež, izvedete uz pomoć nesavršenog kruga, koji, takođe, može da se nazove loptast ili savijen. Ova naprava će, svojim okretanjem, dovesti do toga da se čelo uda f nađe na različitim razdaljinama od sopstvenog središta.

O napravama koje dejstvuju oskudno zbog izvesne sitnice koja ili nedostaje ili je ima preko mere.

Savršeno dejstvo naprave često izostaje iz jednog jedinog razloga što jedan od delova nije usklađen sa zahtevima. Kao kad biste uobražavali da 8 stavljate u 7, što nije moguće. I upravo je to često razlog zbog kojeg konstruktori pomenutih naprava ostaju preneraženi, zaprepašćeni i opčinjeni sopstvenim delom kad ono obuhvata i kretanje. To se naročito događa ako kretanje treba da se odvija unutar mehanizma ili kanala.

kanal	Kretanje se poboljšava
[Crtež]	kako [Crtež] se dužina
kanal	daske povećava.

Kod ova 2 kretanja možete da uočite da ako daska, koja se kreće kanalom, ne zauzima prikladan položaj na celom svom toku, onda će [daska] poprimiti dijagonalan položaj. A to će dovesti do toga da će joj linije postati izduženije, a prostor na raspolaganju nedovoljan.

[List 1; r.]

Pitanja.

Zbog čega plamen koji nastoji da zauzme svoj [prirodan] položaj poprima oblik piramide, dok voda pri spuštanju, to jest, na jednom kraju kapljice, postaje ovalna?

| m | [Crtež] | n n |

Razmotrite položaj ove dve ručice i obratite pažnju na kretanje koje izvodi niža [ručica] pri svom kretanju nalevo. Možete da uočite da je to kretanje nadole; gornja ručica trebalo bi da se uzdigne, ali to ne dopušta dužina *sensale*⁴, i posledica toga jeste da se ručica vraća.⁵ Ako želite da drugu okrenete za pun krug, tako što ćete jednu od ručica okrenuti uz pomoć ovakve jedne naprave, sami ćete sebe obmanuti.

| a b | S | m |

Ukoliko bi ručica S bila glavni pokretač, budući da se nalazi u istom položaju, kao što može da se vidi, gornja ručica ne bi bila u mogućnosti da izvede pun okretaj, poput one prve, zbog toga što ne može da savlada vertikalnu liniju koja spaja središta osovin. Stoga će ova ručica imati više izgleda da se vrati unazad nego da napravi pun krug. Međutim, ukoliko nekim slučajem ručica uspe da se probije, ipak će se nasilno zaustaviti kad linija koja spaja središte ose i središte kruga zauzme položaj istovetan onom koji zauzima središna linija koja prolazi kroz *sensale*, spajajući obe ručice.

Ako srednju ručicu okrenete u krug, sve ručice koje bi mogle da budu povezane sa polugom koja se naziva *sensale*, izvele bi pun okretaj prateći prvu ručicu, koja je glavni pokretač. Međutim, ako pokušate da, okretanjem bilo donje, bilo gornje ručice, izvedete isto, uspećete tek u retkim slučajevima. Kad se donja ručica okrene nalevo, gornja teži da se okrene u suprotnom pravcu, gotovo kao da središnja ručica predstavlja osovinu koja se na drugom crtežu nalazi u središtu. Shodno tome, u tome ćete uspeti tek u retkim slučajevima. Bolje dejstvo trebalo bi da se postigne ako se koriste više od tri ručice, zbog toga što se osovinu *sensale*, u tom slučaju, neće nalaziti u sredini.

Bilo bi nemoguće da ručica m pokrene gornju ručicu n bez pomoći a b . Kružnice koje zapažate na gornjem i donjem delu prikazuju kretanje ručice dok se okreće u svom ležištu. 6 linija

⁴ Spojnica.

⁵ Na ovom mestu tekst je razdvojen horizontalnom linijom.

prikazuje 6 položaja čelične poluge koja spaja jednu ručicu s drugom.

| *a n* | *m* | *S* |

Ovde se ne ispoljava nijedan od gorepomenutih nedostataka zbog toga što nije predviđeno da ručica *a n* izvede pun okretaj, kao kod *m S*.

[List 1; v.]

Prvi januar 1493. godine.

Zboga čega je moguće nacrtati savršen krug bez šestara ako je krug mali – kao slovo o kako ga crtaju kaligrafi – dok veće i savršeno okruglo slovo zahteva upotrebu šestara?

O nazubljenim točkovima.

Nazubljeni točkovi, dok pokreću zupčanike, ne pokoravaju se postojanoj sili. Ponekad, točkovi potiskuju dno svojih zubaca ka vrhovima zubaca zupčanika, a ponekad potiskuju vrhove svojih zubaca ka dnu zubaca zupčanika. Budući da se snaga točka ispoljava na različitim razdaljinama od njegovog središta, onda se i njegova snaga razlikuje. A to je razlog zbog čega se *tempo*⁶ kod satova, čak i kad su im točkovi savršeno postavljeni, ipak ne odlikuje ujednačenim protokom.

O točkovima, užadi i zupcima.

Izvesna kretanja obavljaju zupci, izvesna užad, a ostala se ostvaruju kontaktom⁷. Od pomenutih, zupci su najmoćniji. Zatim sledi užad, dok se najtananija kretanja ostvaruju kontaktom. Nazubljeni točkovi koriste se kod satova i sličnih naprava, užad kod preslica i tome slično. Kontakt se primenjuje kod mašina za upredanje svile.

| *assettare* | *assediare* | *assegnare* | *assentito* | - - - - -
| *assurbire* | *assuefare* | *assummare* | *assunto* | - - - - - |
assduità | *assiso* | *assiatice* | *assierare*

⁶ Ovde je reč o zapinjači satnog mehanizma.

⁷ Misli se na trenje, to jest na naprave koje proizvode trenje.

Kako izvesti da uglačan metal izgleda kao da je istačkan plavom bojom.

Tanki, uglačani tanjiri mogu da se oblikuju po vašoj želji. Postavite tanjir tako da mu strana suportna uglačanoj površini bude okrenuta ka zažarenom uglju i videćete kako metal najpre poprima žutu boju, a zatim, malo-pomalo, prelazi u plavu. Ako predugo ostane izložen vatri postaće crn. Kad se postigne željena plava boja, brzo sklonite tanjir s vatre i pustite da se hladi. A zatim, na uglačanom tanjiru, preobraženom u plavo, možete da, olovnim belilom i uljem, oslikate šta god vam je po volji i pustite da se suši 2-3 dana. Posle toga, stavite ga u sirće. Sirće će ukloniti plavi sloj i ponovo će se pojaviti prvobitna uglačanost, izuzev na delovima prekrivenim olovnim belilom. Ti delovi ostaće plavi. Olovno belilo uklonite sapunom, a zatim tanjir isperite čistom vodom i osušite ga pamučnom vunom, pa će zadržati svu lepotu. Mesing može da se izradi na u dlaku istovetan način.

[List 2; r.]

Svakom telu neophodni su udovi, a svakoj umetnosti njene alatke. A u času kad nastaje celina, nastaju i njeni delovi.

[Crteži]

Metod obrnutog trenja.

[List 2; v.]

| a b c d | [Crtež] | n r | e f g h i K | e c | a b |
 [Crtež]
 | n o | d f | q [Crtež] r | p m |
 [Crtež]
 [Crtež]
 | a d | b e | c f |

Kretanje valjka biće onoliko teže koliko pravac kretanja, po kom se telo kreće, obrazuje uglove koji odstupaju od linije upravne na osovinu valjka.

Nemoguće je da se valjak kreće jednolično ako se središte linije njegove osovine ne nalazi na središnjoj liniji valjka. To će biti dokazano na odgovarajućem mestu.

Kod tela sazdanih iz jednog komada, pritisak, to jest, sabijanje jednog dela prema drugom odnosi se istovetno kao što se celina odnosi prema celini.

Teret $a b$, i isto tako $c d$, vrše pritisak na $e g$ i na $h K$. Stoga sledi da teret $b c$ preteže i vrši pritisak po dužini sopstvene vertikale u $f g$ i $h i$. I, budući da se spoj 14 cigli ispoljava kao da ih je tek 7, prva koja popusti jeste prva na strani najbližoj pilasteru, i neophodno je da se na tom mestu izvede prekid, i to duž vertikalne linije, kao što je pokazano na $r i$.

[List 3; r .]

[Crteži]

O točkovima.

Svi nazubljeni točkovi koji se međusobno dodiruju okretaće se kretanjem jednog od njih.

Svi točkovi, ako ih je neparan broj, počće da se, posle prvog okretaja, okreću suprotno pravcu kretanja prethodnog točka. A obrnuto će se dogoditi ako je broj točkova paran.

$$| a | r | a c | a c f | m n | a c f K | o p q |$$

Dokaz.

Vidite da se točak a okreće u pravcu r . Povezaću ga s točkom c , to jest, dobiću $a c$. Oba će se kretati ka tački kontakta, d , to jest, kretanjem u suprotnom pravcu. Međutim, ako dodate treći točak, f , to jest, $a c f$, onda ću kazati da će, ako se f okreće suprotno od točka koji ga pokreće, njegovo kretanje biti u istom pravcu u kojem se odvija kretanje prvog točka. A ako dodate točak K , dobićete to da točkovi $a c f K$ ostvaruju kontakt jedan s drugim, a budući da je točak K neparan u odnosu na prvi, onda će se ovaj točak kretati suprotno od prvog točka. A f , kao paran, okretaće se u smeru prvog točka.

| *a* | [Crtež] | *n* |

Graditelji vodenica često prave zupčanike koji se po broju zubaca ne poklapaju do kraja s njihovim točkovima. A to čine zbog toga što na zupcu može da se nalazi čvor, kao što se često događa kod drveta, a taj čvor uvek će se vraćati tačno iznad istog vretena udubljenja na zupčanicu, i na taj način će ga ulubiti.

O raspodeli zubaca i raznolikosti točkova.

Svaki zupčanik nastoji da zahvati točak ukupnim brojem [svojih zubaca]. Sledi da ako zupčanik ima 6 zubaca, točak mora takođe da ih ima 6, ili 12, ili 18, ili 24. A ako zupčanik ima 8 zubaca, njegov točak imaće 8, ili 16, ili 24, tako da 8 [zubaca] zupčanika, uvek mora da svoj točak zahvati ukupnim brojem [svojih zubaca]. Međutim, precizno pokoravanje ovom pravilu bilo bi zbunjujuće i zamorno. Pretpostavimo da zupčanik ima 3 zupca a njegov točak 5. Uvidećete da zupčanik mora da se okrene 5 puta pre nego što se zupci, koji su prvi zahvatili jedan drugog, ponovo sretnu. A ako pokrenuti točak ima 7, trozubi zupčanik morao bi da se okrene 7 puta pre nego što se sretnu zupci koji su načinili prvi pokret. Međutim, ako točak ima 6 zubaca, zupci [koji su se prvi dodirnuli] sreće se ponovo posle dva okretaja. Ako zupce ne raspodelite kao cele brojeve, nikad nećete imati točak čiji se zupci tačno poklapaju sa *svakim zupcem zupčanika*⁸.

[List 3; v.]

abbracciare
abbruciare
abbondare
abbandonare
abreviare
abbominare
abituare

⁸ Deo rečenice u kurzivu ispisan vertikalno u dnu lista.

abitare
 abborrire
 abbaruffare
 abborracciare
 abbiecta
 abilitare
 abbassare
 abbagliare
 abbergare
 abbaiare
 abbuiare
 abarare
 abbattere
 abburattare
 abbiano
 abbronzare
 abballare
 abito
 abberrare
 abbozare
 abissare
 abbonacciare
 abboccare
 abbantico
 abbasstonare
 abbavagliare
 abbeverare
 abbellire

Zupci točka.

$| \ c \ | \ b \ | \ c$

$| \ a \ | \ [\text{Crtež}] \ | \ o \ S \ | \ m \ n \ |$

Primer snage zupčanika točka i njeno smanjivanje.

Pogonski zupčanik biće $m \ n$, a zupčanik koji on pokreće biće $o \ S$. Dalje, pretpostavljam da će zupčanik $o \ S$ sezati uvis, od S

do c , a da će se zupčanik koji vrši pritisak na njega podizati od m do a .

Proverite kako se poluga ponaša, to jest, poluga pokrenutog zupčanika koji je jednom dodirnut u jednoj tački, a drugi put u drugoj.

[List 4; r.]

O sili i težini.

Težina raste kad se približava kraju kretanja, dok sila uvek opada.

| $m f$ [Crtež] $g n$ |

Nisu sve opruge podjednako delotvorne pri svakom od njihovih polukretaja. Jer, ako oblikujete nazubljenu oprugu, kao što je prikazano iznad, opazićete da između $m n$, koji predstavljaju zupce prvog polukretaja, postoji veći broj zubaca nego između $f n$, [koji predstavljaju zupce] drugog okretaja. I, na ovaj način oni se smanjuju sve do $f g$, i dok se opruga u svakom od ovih delova ravnomerno iscrpljuje, delotvornost se iscrpljuje nejednako, uprkos tome što se pri svakom polukretaju odlikuje istovetnom silom.

Istovetno se događa i kod opruga koje su užetom povezane s piramidalnim zavrtnjem⁹, gde se najmanjim okretom piramidalnog zavrtnja postiže onoliki pokret opruge koliki se postiže i najvećim okretom istog zavrtnja.

[List 4; v.]

Isprobavanje naprave.

Za sebe sam oblikovao napravu koja verodostojno otkriva sopstvene tajne i dopušta mi da shvatim na koji način svaka funta postavljena u n , uravnotežena sa...¹⁰ postavljenim u f . A to je

⁹ Misli se na kupasti zavrtnj.

¹⁰ Odgovarajuća težina protivtega na terazijama ostavljena je prazna. Ako ovo nije previd, onda se, verovatno, kao i na drugim mestima u Leonardovim sveskama, radi o merama predostrožnosti.

u skladu s onim što sam vam pokazao u petom [odeljku] devete knjige.

| a | l q m n r | [Crtež] | f |

Način merenja i isprobavanja sile zavrtnja. Navrtku predstavlja a , a uz pomoć ove naprave biće moguće dokučiti svaku pojedinost u vezi s prirodom zavrtnja. I možete da je isprobate u njenom dvostrukom i njenom jednostavnom obliku.

Dvostruko

n Koliko će opruga odbaciti teret n i kojom putanjom.

[Crteži]

Mnogi ljudi veruju da će opruge istovetne debljine i širine udvostručiti sopstvenu snagu ako im se udvostruči dužina i ako se obezbedi da se podjednako savijaju. Međutim, nema sumnje, ovo je teška zabluda.

Dvostruko

[Crteži]

Drugi veruju da će opruge podjednake dužine i širine, ali dvostruke debljine, udvostručiti sopstvenu snagu ako se obezbedi da se podjednako savijaju. Ponovo prave grubu grešku.

Pitam se da li će se opruge istovetne debljine i dužine, ali dvostruke širine, odlikovati istom snagom, ako se obezbedi da njihovo zakrivljenje, to jest savijanje, bude istovetno?

[List 5; r .]

Sila zupčanika biće najudaljenija od središta njegovog točka kad vrh zubaca zupčanika dodiruje dno zubaca pokrenutog točka. Bolje rečeno, kretanje zupčanika biće znatno otežano kad vrh zubaca zupčanika dodiruje dno zubaca pokrenutog točka, zbog toga što je sila udaljenja od središta zupčanika.

Ako istovetne delove oduzmete od dva tela koja se nalaze u izvesnoj međusobnoj razmeri, preostali delovi neće odražavati istovetnu razmeru. Isto će se dogoditi ako oboma telima dodate istovetne delove. Uzmite primer 2 i 4, koji se nalaze u odnosu je-

dan prema dva. Oduzmite jedinicu od oba broja: od 2, dobijate jedan. Oduzmite jedan od 4, i dobićete 3. Na taj način opažate da, oduzimanjem istovetnih iznosa od brojeva koji su se jedan prema drugom odnosili kao jedan prema dva, razmera sa dvostrukue prerasta u trostruku.

$$| h m f K | b | [Crtež] | r t | a 6 n | 8 | g c |$$

Što je ugao $a 8 n$ veći, to će kretanje biti lakše i, obrnuto, što je ugao oštrij, to je kretanje teže.

Trenje između zubaca 8 i 6 odgovaraće otporu jednakom četvrtini težine koju prenosi točak.

Ako točak m pokreće točak a , sila nastaje pod uglom $a 8 n$; vrhunac dostiže u $r t$, a nestaje u uglu $a b n$.

Što je točak veći, to je veći ugao koji grade linija koja spaja središte točka i linija koja polazi od središta do prvog dodira zubaca. Isto se događa s točkom koji ima manje zupce.

Što je veća razlika u veličini između najvećeg i najmanjeg točka, to će oštrij biti ugao koji grade linija koja spaja središta točkova i linije koje polaze od njihovih središta i prostiru se do prvog kontakta koji istvaruju zupci. Shodno tome, kretanje će biti daleko teže.

Što su točkovi u nizu udaljeniji od točka pokretača, to je više prostora potrebno između njihovih zubaca u poređenju sa prostorom na zupčaniku, zbog toga što će i najmanja smetnja zaustaviti točkove. Međutim, na prvim točkovima pokretačke sile napravite ih tako da budu gotovo jednaki.

Sila kretanja obrazovana uz pomoć nazubljenih točkova nije jednolična zbog toga što zupce naspramnog točka ponekad dodiruje i pokreće vrh, ponekad sredina, ponekad koren zupca na točku. A što pokretačka sila više dodiruje vrh točka, to se više udaljava od središta točka, i obrnuto.

Zubac mora da se odlikuje debljinom koja iznosi $2/3$, ili čak $3/4$ prostora, a dupina mora da bude jednaka širini između zubaca. Što je točak deblji i što je razmak između zubaca veći, to će prenosni zupčanik biti trajniji.

$$| h m f K | [Crtež] | a r t n | g c |$$

Nazubljeni točkovi neminovno ostvaruju kontakt svojih zubaca na liniji koja polazi od središta jednog do središta drugog, kao što pokazuje linija $a n$, za zupčanik $r t$, koja ukazuje na središte takvog kontakta. Kretanje će biti znatno teže kad zupci zupčanika dodiruju zupce točka po njihovom dnu, nego kad ih dodiruju na vrhu.

[Crtež]

Ovo je veoma trajna vrsta zubaca, mnogo trajnija od bilo kojih drugih.

[List 5; v.]

Ovde ću govoriti o prenosnim zupcima, pomenutim na prethodnoj strani. A tako moram da postupim zbog oskudice u papiru.

Ako zupčanik treba da pokrene točak, neophodno je da zupci zupčanika budu donekle širi od zubaca točka. Ako je točak onaj koji pokreće zupčanik, onda zupci na takvom točku moraju da budu širi od onih na zupčaniku. Međutim, ako su kretanja zupčanika i točka povratna, kao što se često događa kod različitih vrsta naprava, onda raspored zubaca na točku i na zupčaniku mora da bude istovetan.

| $a b$ | [Crtež] | $a b^{11}$ |

Naprave koje se pokreću posredstvom sile nazupčenog prenosnika, ne odlikuju se ujednačenom snagom i ne ostvaruju ujednačeno kretanje. Kad vrhovi zubaca zupčanika dodirnu dno zubaca pokrenutog točka, na pokretaču je da obezbedi najveću silu. Obrnuto se događa kad vrhovi pokrenutog točka dodiruju dno zupčanika, zbog toga što je sila poluge najmanja. To jest, dno zupca pokrenutog točka bliže je središtu sopstvenog točka nego sopstvenom vrhu. To je razlog zbog kojeg se, kod satova s

¹¹ Crtež i markacije ($a b$) Leonardo je izradio pre nego što je sastavio napomenu o zupčastom prenosu. U izvorniku, tekst je ispisan svuda oko crteža, izuzev u središnjem delu, tako da, na prvi pogled, crtež predstavlja rupu u tekstu.