

J A R O S L A V S R P

12.384

MLADÝ

KONSTRUKTÉR

M E C H A N I K A

Šest návodů pro ruční práce výchovné

S 18 OBRÁZKY A 14 TABULKAMI

V PRAZE 1937



NÁKLADEM ČESKOSLOVENSKÉ GRAFICKÉ UNIE A. S. V PRAZE

PŘEDMLUVA	3
<hr/>	
I. VĚTRNÝ MLÝN	5
(obr. 1., tabulky čís. 1. a 2.)	
<hr/>	
II. PALCOVÝ BUCHAR	7
(obr. 2., tabulka č. 3.)	
<hr/>	
III. VOZÍK VISUTÉ DRÁHY	9
(obr. 3., tab. čís. 4. a 5.)	
<hr/>	
IV. KŁADKOSTROJ	11
(obr. 4., tab. čís. 6.)	
<hr/>	
V. ODSTŘEDIVÉ DMYCHADLO	13
(obr. 5., tabulky čís. 7., 8., 9. a 10.)	
<hr/>	
VI. KYVADLOVÉ HODINY	16
(obr. 6., tabulky čís. 11., 12., 13. a 14.)	
<hr/>	
DOPLŇKY:	
<hr/>	
I. CIZOJAZYČNÁ SLOVA UŽITÁ V TEXTU	20
<hr/>	
II. TECHNOLOGIE	21
<hr/>	
III. HISTORICKÉ ÚDAJE	22
<hr/>	
IV. VYSVĚTLIVKY KE STROJNICKÝM VÝKRESŮM	24

Pouze plánovitá práce je zárukou dokonalého využití času, který musíme vyplnit tak, aby se neztratil bez užitku.

Vím, že někdy přicházíte do hodin ručních prací výchovných s prázdnými rukama, bez nápadů, bez programu. Vím také, že máte dobrou snahu — ale chybí vám jen popud k práci, dobrá rada a pomoc, aby se vaše představivost rozvinula, abyste mohli uplatnit svou tvořivou schopnost. Potřebujete často jen dobrý program, abyste využili času (ve škole) a volných chvil (doma) k prospěšné práci, k osvěžujícímu zaměstnání rukodílnému.

Je jistě třeba, aby každý si osvojil jistotu „mechanickou“ zručnost v užívání nejobyčejnějších nástrojů. Je jistě velmi potřebné, aby mladý hoch, žák měšťanské školy, dovedl:

žroubky do dřeva (železné)
železný drát (\varnothing 1 mm a 2 mm)
bílý křih
slabá dyha (1 mm)
olovo, odězky pertinaxu (2 mm).

Popisované modely ukazují praktické použití

páky
kladky
kola na hřideli
nakloněné roviny
a kyvadla.

1. zatlouci rovně hřebík, který by držel a nepoškodil materiál,
2. ovládat kapesní nůž,
3. pravouhle odříznouti a ohoblovati prkénko,
4. sklížit pevně a čistě dvě plochy atd., atd.

Těchto dovedností získáte rychle zábavným způsobem: předkládám vám šest návodů pro jednoduchou a zajímavou práci rukodílnou.

Jsou to popisy a konstrukce jednoduchých hraček — modelů strojů, k jichž vyrobení nepotřebujete nákladného dílenského zařízení ani drahých nástrojů, ani drahého materiálu. Stačí nám:

- a) **nástroje:** lupenková pilka
spirální vrtáčky
(\varnothing : 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm a 6 mm)
ostrý nůž
kladívko
kleště ploché a štípačky
plochý pilník (na kov) a struhák na dřevo.
hoblík
úhelnice
stolní svěrák
dírkovač (\varnothing 6 mm)
kružidlo, trojúhelník a tvrdá tužka
měřítka
skelný papír
nádobka na vařený křih
a štětec do křihu;
- b) **materiál:** špejle \varnothing 6 mm a \varnothing 4 mm
lupenkové prkénko síly 3 mm a 4 mm
slabá šedá lepenka (nebo lesklá)
hřebíčky

Jsou stavěny podle skutečných strojů, s nimiž se setkáváte v životě: podívejte se na stavby budov, přehrad: Co tam uvidíte? Visitou dráhu, kladkostroj, rumpál,

K řemeslníkovi, do kovárny. . . : buchar, dmychadlo.

Modely pro domácí dílnu jsou ovšem s ohledem na vaše pracovní možnosti zjednodušeny v konstrukci i v materiálu. Chceme, aby byl zdůrazněn a vynikl fyzikální princip, na základě kterého tyto stroje pracují. Často jednoduchost principu i složitosti stroje dovede nás zaujmouti a vzbudit obdiv a zájem.

První tři modely jsou hračky. Stavbou jich osvojíte si jistotu výrobní zručnost, získáte cvik oka a poznáte prakticky, čeho třeba k docílení přesnosti a správného chodu výrobku.

Další tři modely — kladkostroj, dmychadlo a kyvadlo — jsou již obtížnější; vyžadují větší přesnosti v měření a v práci. Doporučuji tedy stavět modely v pořadí uvedeném ve spisku; rovněž při konstrukci jednotlivých částí modelu zachovávejte postup v návodech podrobně uvedený!

Rysy jsou provedeny způsobem obvyklým v technické praxi. Pozorné studium jich vás poučí, jak se rýsují a kotují jednoduché části strojů a doplní vhodně školní výklady ze strojnického rýsování. Dílenské výkresy a tabulky „Seznam kusů“ (rozpisky*) stačily by vyspělému dělníkovi, aby podle nich model zhotovil.

Mladým čtenářům však přidávám ještě **náčrtky popisovaných modelů**, nakreslené v šikmém průmětu, abych čtení rysů usnadnil.

*) Pro nedostatek místa v tabulkách na zvláštních listech.

Ke konci připojuji ještě **deset pokynů**:

- I. Prostuduj výkres a pročti pozorně návod, dříve než přikročíš k práci.
- II. Tvary jednotlivých dílů přenes na materiál.
- III. Opracuj materiál a udělej jednotlivé díly modelu.
- IV. Podle postupu uvedeného v návodě sestav celý model.
- V. Postupuj vždy přesně podle návodu; věř, že je dobrý a vyzkoušen!
- VI. Pracuj s největší dosažitelnou přesností — „na milimetr“. Osvoj si cit pro poctivou a důkladnou práci.
- VII. Rozmysli si **předem** každý výkon nástrojem, každý úder kladívkem, abys zbytečně neničil materiál, nebo snad už hotovou práci.
- VIII. Nezdařenou část podle možnosti oprav. Vyžaduje-li však oprava chyby delší doby, udělej raději nový díl!
- IX. Šetři časem i materiálem, pracuj ekonomicky. Čistota a dobrý vzhled výrobku budiž ti po přesnosti hlavním požadavkem!
- X. Trpělivě — od začátku až do konce!

J. S.

K základní desce A jsou připevněny stojany B₁ a B₂. V nich jsou otvory pro hřídel C. Stálá poloha hřídele je zajištěna dvěma stavěcími kroužky D. Náboj větrného kola je opatřen čtyřmi šikmými zářezy pro lopatky F₁ — F₄. Směr osy modelu O₁ musí stále souhlasit se směrem větru; proto celé zařízení je otáčivé kolem svislé osy O₂, kterou tvoří silný železný hřeb G, zaražený do tyče T. Cívka od nití, připevněná ke spodní straně desky A, tvoří vlastně trubkové ložisko H a umožňuje klidné otáčení přístroje. Směrovka S obstarává natáčení modelu proti větru; rovina, v níž se otáčí lopatkové

kolo, je stále kolmá na směr větru. Model je upevněn na dlouhé tyči T, zaražené svisle do země na volném prostranství.

Tímto jednoduchým zařízením je možno využívat i laciné síly větru. Podle toho, jak veliký výkon od stroju požadujeme, zvětšíme (upravíme) jeho rozměry, zvětšíme počet lopatek oběžného kola a jeho průměr a současně zesílíme celou konstrukci.

U nás větrné mlýny jsou již zrušeny, ale v Holandsku jich dosud hojně užívají — ovšem ne k semlání obilí, ale pohánějí jimi čerpadla, která přečerpávají vodu z průplavů.

II. VÝROBA SOUČÁSTÍ.

1. **Základní deska A** vyrobíme z měkkého prkénka síly 10 mm, z něhož vyřízneme obdélník rozměrů 40 mm × 60 mm. Dbáme toho, aby řez pilkou byl stále přesně svislý. Střed deštičky najdeme úhlopříčkami. V něm vyvrtáme otvor vrtákem průměru 6 mm. Na obou kratších stranách vyvrtáme dirky pro připevňovací šroubky vrtákem Ø 1 až 1½ mm.

2. **Stojany s ložisky (B₁ a B₂)** vyřízneme z lupenkového prkénka síly 4 mm. Jsou dva, tvarem přesně stejné, s otvory 6 mm pro hřídel C. Ve spodní části zavrtáme po dvou otvorech Ø 2 mm pro šroubky (nebo hřebíčky), jimiž stojany připevníme k základové desce A. Stojan B₂ má ještě při základně obdélníkový výřez 3 mm × 25 mm, určený pro zařepování směrovky S. Všechny plochy hotových stojanů vyhladíme skelným nebo smrkovým papírem. Tak upravíme všechny díly modelu.

3. **Hřídel C** uděláme ze špeje průměru 6 mm, délky 138 mm. Vyhledáme kousek potřebné délky úplně rovný, přímý, bez kazu a bez trhliny; konce seřízneme ostrým nožem (řezem kolmým na osu) a hřídel vyhladíme skelným papírem.

4. **Stavěcí kroužky D** vyřízneme lupenkovou pilkou z prkénka síly 4 mm, na něž narýsuje nejprve dvě soustředné kružnice, poloměry r₁ 3 mm a r₂ 6 mm. Vnitřní kružnicí označený otvor vyvrtáme vrtákem (Ø 6 mm) a potom teprve vnější kružnicí vyřízneme lupenkovou pilkou. Stavěcí kroužky nasadíme (navlékneme) těsně na hřídel C, který v místech, v nichž budou stavěcí kroužky nastaveny, potřebujeme mírně klihat. Vnější dosedací plochy kroužků jsou vzdáleny 60 mm (lépe 59 mm) a jejich umístění na hřídle je patrné z tabulky č. 2.

5. **Náboj lopatkového kola E** je zhotoven ze silnější deštičky (asi 6 mm) nebo ze dvou stejných slabších, které přikládáme na sebe tak, aby „léta“

dřeva jednotlivých kotoučků se kolmo křížila. Tím zabráníme deformaci náboje. Skližení provedeme nejlépe v lisu, v němž kotouče zůstanou aspoň 3 hodiny, až do úplného ztuhnutí klihatu.

Středem náboje vyvrtáme otvor Ø 6 mm přesně kolmo na rovinu kotouče; jinak by větrné kolo „házelo“. Chyba se však dá dodatečně opravit při naražení náboje na hřídel: střední otvor vyložíme trubkou z tenkého psacího papíru, zakápneme horkým klihatem a náboj nasadíme na hřídel. Otáčením hřídele zjistíme správnou polohu náboje, chybu opravíme a hřídel s nábojem dáme zaschnouti. Tuto práci vykonáme až při sestavování modelu; práce je zařaděna v pracovním postupu a bude na ni ještě jednou upozorněno.

V náboji vyřízneme ještě čtyři zářezy. Směr zářezů určuje sklon lopatek! Postupujeme takto: vyříznutý náboj upneme do stolního svěráku svisle a v nejvyšším označeném místě uděláme dva svislé zářezy vzdálené od sebe 4 mm; hloubka zářezů je 10 mm. Svěrák povolíme, náboj pootočíme o čtvrt kruhu, utáhneme a práci opakujeme. Vyřízneme tak čtyři zářezy. Kotouč ze svěráku vyjme a po obou jeho stranách narýsuje kruh Ø 40 mm. Podle něho odřízneme zbývající dřevo svislými řezy oddělené. Tím získáme místa pro zapuštění lopatek. Sklon svislých zářezů je asi 60° od osy náboje. Při práci hledíme, aby zachovali stejný ve všech čtyřech polohách. Jinak řečeno: Dbáme toho, aby osy otvorů pro začepování lopatek svíraly s osou vrtání náboje stále stejný úhel 60°. (Počet zářezů lze zvětšiti, na př. na 6 — podle počtu lopatek.)

6. **Lopatky F** uděláme přesně podle výkresu na tabulce 1. K výrobě použijeme prkénka síly 4 mm. Chceme-li však zvýšiti výkon stroju, zvětšíme plochu lopatek prodloužením koty „80“ a současně zvětšením rozměru „40“. Můžeme vyrobiti i více lopatek (na př. počet 6 — podle počtu zá-

řezů v náboji E), ale musíme pak hřídel strojku C udělati ze silnějšího tvrdého materiálu ($\varnothing 10$ mm, lze dostati hotový), aby jeho pevnost byla přiměřená celkovému průměru kola. Rovněž vrtání otvorů pro ložiska a rozměry stavěcích kroužků změníme podle vlastního nového plánu.

7. **Směrovka S** je vyříznuta z lupenkového prkénka síly 3 mm podle rozměrů udaných na tab. 1. Stavíme-li strojek přesně podle připojených výkresů, dodržíme rozměry součástek, jak jsou zapsány. Zvětšíme-li však průměr větrného kola (případně též počet lopatek), zvětšíme též délku směrovky. S její délkou však zvětšujeme i její váhu. Této okolnosti využijeme k náležitěmu vyvážení strojku podle jeho svislé osy O_2 (obr. 1.). Proto ponecháme směrovku v každém případě delší a teprve při sestavení modelu ji vhodně upravíme. Váhu směrovky můžeme ovšem měniti též změnou zakřivení její horní hrany.

8. **Ložisko H** pro svislou osu přístroje tvoří otvor cívky od nití, kterou připevníme k lihem a dvěma

šroubky k základové desce A. Aby se cívka lehce, ale při tom přesně otáčela na hřebu G, vyložíme její otvor podle potřeby trubkou stočenou z tenkého plíšku.

9. **Čep G** prochází ložiskem H a je svislou osou stroje. Dobře nám poslouží silný železný hřeb $\varnothing 6$ mm, úplně rovný, upravený na délku 90 mm. Hlavu jeho zapustíme do základní desky A. Hřídel je zaražen do tyče T do hloubky 40 mm.

10. **Tyč T** má průměr 20 mm. Délka její je libovolná, čím větší, tím lépe. Hořejší konec zarovnáme řezem (kolmo na osu) a středem řezu vyvrtáme otvor $\varnothing 5$ mm pro hřeb G, který bude — při montáži — zaražen do tyče v délce asi 40 mm. Je nutno nejdříve vyvrtati otvor, jinak by se tyč rozštípla.

11. **Podložka P** je prsten stočený ze železného drátu $\varnothing 2$ mm. Slouží k tomu, aby cívka H nedosedala velkou plochou na tyč. Zmenšuje se tření a tím se usnadní otáčení strojku na čepu G.

III. SESTAVENÍ MODELU.

1. Ložiska promažeme kouskem loje, abychom v nich zmenšili tření. Toto promazání vykonáme před montáží, jinak bychom lůž do ložisek nedostali.

2. Na hřídel C s přiklíženými stavěcími kroužky D_1 a D_2 navlékneme stojany B_1 a B_2 , které ve spodní části slabě potřeme teplým kliehem, přiložíme je k užším stranám základové desky A, upravíme jejich polohu a přibijeme každé dvěma hřebíčky (lépe: přišroubojeme je šroubky do dřeva s kulatou hlavíčkou $\varnothing 2$ mm, délky 15 mm). Zkusíme, jestli se hřídel lehce otáčí. Závady ihned odstraníme.

3. Do zářezů náboje E zaklížíme lopatky F a po zasknutí kliehu seřídíme části, které přečnívají nad

kruhové základny náboje. Hotové větrné kolo (na provisorním hřídeli vyvážené!) nasadíme na hřídel C a před konečným zaklížením jej správně nastavíme — v y c e n t r u j e m e jej (viz odstavec 5. „Náboj E“).

4. Zaklížíme směrovku S, když jsme předtím stanovili zkusmo její potřebnou délku, aby stroj byl náležitě vyvážen podle svislé osy O_2 .

5. Otvorem v základní desce A provlékneme hřídel (hřeb) G a přiložíme podložku P. Model připevníme k tyči T tak, že hřeb G zarazíme do otvoru v tyči předem vyvrtaného tak, aby se v ložisku lehce otáčel.

6. Celý strojek opatříme proti vlhku (dešti) ochranným nátěrem, nejlépe teplou fermezí.

Zmenšený a zjednodušený model stroje, kterého se dříve užívalo v kovárnách hnaných vodní silou. Těžké kladivo — ve skutečnosti masivní kus železa — je upevněno na páce R nasazené na hřídeli H. Hřídel je uložen v ložiskách. Vzdálenost hlavy kladiva od středu hřídele (rameno břemene) je několikrát větší než vzdálenost osy od místa, na němž tlačí otáčivý palec V. Tento menší rozměr je ramenem síly. Páka bucharu představuje tedy nerovnoramennou páku dvojitou. V našem modelu je zvolen poměr obou ramen hodnotou 1:4. Jestliže zdvih palce, tedy délka dráhy, kterou vykoná rameno síly, jest asi 8 mm, zdvihne se kladivo do výše 32 mm. Stěto polohy spadne tedy těžká hmota kladiva na kovadlinu a mocným úderem vykoná potřebnou práci. Model, jak již bylo řečeno, je zjednodušen. Hřídel C byl totiž na skutečném zařízení hřídelem vodního

kola, které se velmi zvolna otáčelo: rychlost jeho byla asi 4—6 obrátek v minutě. Kdyby na tomto hřídeli byl pouze jeden palec (narázový zub, který kladivo zdvihal), vykonalo by takové kladivo jen 4—6 úderů v minutě. Bylo by svým pomalým pracovním tempem nepotřebné; velká většina vodní energie by přicházela nevyužitá nazmar. Proto byl hřídel opatřen řadou palců stejně od sebe vzdálených (aby sled úderů byl rovnoměrný) v počtu asi 20, takže počet úderů byl asi 2 ve vteřině.

V dnešní době jsou tyto primitivní, nemotorné a na svou výkonnost příliš rozměrné stroje nahrazeny buchary, hnanými parou nebo stlačeným vzduchem. Přece však setkáte se s nimi ještě dnes u mědňáků. Jsou to ovšem strojky malé — páka kladiva je asi 50 cm dlouhá — rychlost úderů je hodně zvýšena. Náš model se jim velmi podobá.

II. VÝROBA SOUČÁSTÍ.

1. **Základová deska A** je obdélník ze dřeva síly 10 mm, v rozměrech 50 mm × 100 mm. Je řezána přesně pravoúhle. Tenkým vrtákem 1 mm vyvrtáme v delších stěnách 4 díry pro připevňovací šroubky a na delší střední přiče vyvrtáme dva otvory Ø 2 mm pro šroubky, jimiž bude stojan připevněn ke společné základní desce Z.

2. **Ložiskové stojany B** jsou vyříznuty z lupenkového prkénka síly 4 mm. Otvory pro oba hřídelky jsou vrtány průměrem 6 mm, vzdálenost jejich středů (rozteč) je 60 mm. Zvětšíme-li tento rozměr, zmenšíme velikost záběru palce na kratší rameno páky a tím zmenšíme poněkud zdvih kladiva. Téhož účinku docílíme však zkrácením palce V (na př.: ze 37 mm na 35 mm a pod. — viz tabulku 3!) Při základně stojanu vyvrtáme 2 otvory pro šroubky.

3. **Palcový hřídel C** je ze špeje silné 6 mm, jeho délka je 70 mm.

4. **Palec V**. Tvar jeho narýsujeme přesně podle údajů na výkrese uvedených a vyřízneme jej z destičky silné 4 mm. Středem širší části je vyvrtán otvor Ø 6 mm pro hřídel C. Tento otvor vrtáme před vyříznutím celkového tvaru. Řešíme-li tvar palce V jako čtyřnásobný, docílíme čtyř úderů na jednu obrátku palcového hřídele (a setrvačného kola). Stačí, když tvar palce z tabulky 3. přeneseme přesně na kreslicí papír, vystříháme a obtažením ostrou tužkou přeneseme na lupenkové prkénko, na němž jsme napřed narýsovali pravoúhlý kříž.

5. **Stavěcí kroužky E** jsou čtyři, stejné. Zajišťují stálou polohu obou hřídelů. Na prkénko (4 mm)

narýsujeme dvě soustředné kružnice o poloměru $r=3$ mm a $R=7$ mm; vnitřní kruh vyvrtáme vrtákem Ø 6 mm, vnější vyřízneme pilkou.

6. **Setrvačnick D** s klikou je kotouč průměru 60 mm z prkénka síly 4 mm. Kliky — kousek špeje Ø 6 mm délky 24 mm — je zaklíněna do setrvačnicku v otvoru Ø 6 mm, jehož střed leží na roztečném kružnici rýsované průměrem 20 mm ze středu kotouče. Ruční pohon můžeme nahradit pohonem strojovým, na př. parním strojkem, elektromotorkem atd. Za tím účelem uděláme místo setrvačnicku řemenový nebo lanový kotouč Ø 80 mm; aby převodové lanko nespádávalo, nalepíme po stranách kotouče dva vespce z lesklé lepenky. (Viz návod: Odstř. dmychadlo.)

7. **Hřídel kladiva H** je ze špeje Ø 6 mm, jeho délka je 60 mm.

8. **Páka kladiva R** je vyříznuta z prkénka síly 4 mm. Její celková délka je 200 mm. Nárys její je zkrácen — pro nedostatek místa na nákresné, ale kota „200“ předpisuje jasně skutečnou délku páky! Otvor pro hřídel je průměru 6 mm, jeho střed je vzdálen od skoseného konce páky 40 mm. Změnou tohoto rozměru (při stále délce páky 200 mm) mění se poměr délek ramene síly a ramene břemene, což se projeví zmenšením nebo zvětšením zdvihu kladiva. Konec páky, na němž bude nasazeno kladivo, osadíme po délce 13 mm na šířku 10 mm.

9. **Hlava kladiva** je utvořena kusem olova Q, který je uložen na páce kladiva mezi dvě příložené desky K. Jsou to dva vhodné obdélníčky z prkénka síly

4 mm v rozměrech 20 mm × 50 mm, opatřené obdélníkovým otvorem 4 mm × 10 mm, ležícím na delší středopříčce desky. Na ní provrtáme v jedné příložné desce dva otvory pro stahovací šroubky. Průměr otvorů je 2 mm.

10. **Závaží Q** nasazujeme proto, aby úder kladiva byl mocnější. Je ulito z olova.

Zhotovíme nejprve vhodnou sádrovou formu: Na skleněnou deštičku (rozměrů asi 100 mm × 50 mm) nebo na modelovací desku, kterou přetřeme slabě vaselinou (kouskem vaty), přistavíme čtyři lačky (vysoké asi 10 mm) tak, aby vytvořily obdélníkový rámeček vnitřních rozměrů 40 mm × 70 mm. Doprostřed tohoto rámečku položíme pozitiv, dřevěnou deštičku (opět vaselinou potřenou) rozměrů 5 mm × 20 mm × 50 mm s otvorem 4 mm × 10 mm uprostřed — jako u deštičky K! V kameném hrnečku s vodou připravíme sádrov k odlévání takto:

Sádrov sypeme do vody po lžičkách tak, že ji po povrchu vody rozprašujeme a občas zamícháme, aby se neusazovala na dně. Sádrov přidáváme tímto způsobem tak dlouho, až neklesá ke dnu. V tom okamžiku je sádra připravena k lití. Řádně ji ještě zamícháme, nabíráme lžicí s povrchu a naléváme na model. Když jsme celou deštičku pokryli sádrov, vylijeme zbytek sádry z hrnečku do rámu až po okraje.

Mírným poklepáváním na modelovací desku (nebo na desku stolu) způsobíme, že se povrch sádry urovná.

Nalitá sádra tuhne rychle — podle jakosti užitě sádry a podle toho, jak hustě byla namíchána — asi

v 15 až 20 minutách. Je však lépe, když další práci ponecháme až do příští pracovní hodiny. Sádra (negativ) úplně vyschne, ztuhne a lépe se s ní zachází. Odstraníme rámeček a mírným tlakem dlaní na roh (se stran!) negativ pootočíme. Po tomto prvním pohybu můžeme již negativ s desky stáhnouti; obrátíme jej a dřevěný model opatrně vyjmeme, abychom nepoškodili vnitřní okraje negativu.

Negativ vyhřejeme ještě nad lihovým plamenem a přikročíme ke zhotovení odlitku (positivu).

Na železně lžici roztavíme asi 70 g olova. (Váhu potřebného kovu vypočítáme z krychlového obsahu odlitku podle rozměrů uvedených v tab. 3. a ze specifické váhy Pb — 11,3 g/cm³).

Roztavené olovo nalijeme do formy; po vychladnutí vyklopíme a odlitek nožem dodatečně opracujeme a upravíme na předepsané rozměry.

11. **Kovadlina N** — ve skutečnosti ocelová — je u našeho modelu sestavena ze dvou čtvercových deštiček rozměrů:

I.: 30 mm × 30 mm

II.: 40 mm × 40 mm.

Čtverečky tyto jsou k sobě přiklizeny tak, aby se jejich úhlopříčky kryly.

12. **Základní deska Z** je obdélníková (290 mm × 80 mm) v síle 10 mm.

Opracujeme ji čistě hoblíkem, hrany srazíme a celou desku vyhladíme smirkovým (skelným) papírem, obloženým kolem dřevěného špalíčku.

III. SESTAVENÍ MODELU.

1. Všechny čtyři otvory pro čepy pomažeme lojem.

2. Na hřídélík C nasadíme palec V 28 mm od konce hřídele a zaklížíme. Stavěcí kroužky E nastavíme souměrně podle palce V tak, aby vzdálenost vnějších ploch byla 50 mm (lépe 49 mm). Jsou rovněž k hřídélí přiklizeny.

3. Přiklížíme páku kladiva R na hřídél H (doprostřed) a souměrně podle něho zaklížíme oba stavěcí kroužky E. (vzdálenost vnějších ploch je též 50 mm!)

4. K spojovací (základové) desce A přiklížíme a dvěma šroubky přitáhneme čelo B₁, založíme oba hřídele, přidáme čelo (stojan) B₂, který též přiklížíme a dvěma šroubky připevníme k desce A. Celek přišroubujeme k základní desce Z.

5. Na vyčnívající (delší) konec hřídélíku C naklížíme

kotouč D, vycentrujeme a zjistíme, zdali se bez závady otáčí.

6. Na delší konec páky R přiklížíme nejprve jednu příložnou desku K₁, na ni přiložíme olověné závaží Q a druhou desku K₂ (s otvory pro šroubky!). Celek pak sešroubujeme dvěma stahovacími šroubky, které zavrtáme do deštičky K₁.

7. Označíme místo, kam dopadá hlava kladiva a sestavenou kovadlinku N přibijeme k základní desce Z dvěma hřebíčky.

Sílu úderu můžeme ještě zvětšiti přidáním nového závaží Q₂.

Musíme ovšem pro ně udělati místo; osazení na delším rameni páky R uděláme o 4 mm delší — tedy v délce 17 mm — a užijeme delších stahovacích šroubků. Polohu kovadlinky změníme posunutím k ložiskové části modelu.

I. POPIS MODELU. (Obr. 3.)

Koš H je zavěšen v čepích G_1 a G_2 na závěsných ramenech E_1 a E_2 , připevněných na desku A. Celek pak visí v čepích B_1 a B_2 na dvou kladkách C_1 a C_2 , po nichž jezdí po nosném laně L. Na závěsný kroužek K zavěšuje se tažné lano, které je na jednom konci navinováno na buben, poháněný strojem. Tím se vozík uvádí do pohybu a může převážet materiál

na př. s místa naleziště (руды) do místa spotřeby nebo zpracování (vysoká pec, a. j.). Visutá dráha obstarává transport přes neschůdná hluboká údolí, přes vodní plochy atd.

Celek představuje těleso, zavěšené vysoko nad těžištěm. Proto udržuje rovnováhu stálou.

II. VÝROBA SOUČÁSTÍ.

1. Deska vozíku A je vyříznuta z prkénka síly 4 mm. Otvory pro oba čepy B jsou vrtány $\varnothing 6$ mm, rozteč jich středů je 100 mm. Oba konce desky zaoblíme kruhovými oblouky o poloměru 10 mm. V nejnižší části desky je zašroubován závěsný kroužek (očko) K pro tažné lanko. Potřebný otvor pro něj vyvrtáme $\varnothing 1$ mm. Otvory pro čepy musí být vrtány přesně kolmo na rovinu desky, aby čepy do nich zasazené byly vzájemně rovnoběžné. Je to podmínkou dobrého chodu vozíku!

2. Čepy B odřízneme ze špejle $\varnothing 6$ mm. Jejich délka je 26 mm a jsou zaklizeny do otvorů v desce A, takže jejich vyčnívající část měří 22 mm.

3. Podložky P jsou železné, 1 mm silné, vnitřního průměru 6 mm, vnějšího 14 mm. Můžeme je nahradit kroužky (prsteny) stočenými ze železného drátu síly 1 mm. Tuto práci provedeme nejlépe plochými kleštěmi a válcovým trnem (jádreem) $\varnothing 6$ mm, za něj nám poslouží silný hřeb nebo cylindrická část spirálního vrtáku $\varnothing 6$ mm. Na trn navineme závěsný drát v několika závitěch — závit těsně vedle závitů a řádně utahujeme. Štípačkami pak oddělíme dvě očka, která dodatečně vyrovnáme a sevřeme. Tyto podložky brání tomu, aby kladky C nedosadly celou plochou na stěnu lišty A; tím umožňují jejich lehké otáčení.

4. Kladky C jsou vyrobeny z cívek od nití. Dvě stejné cívky rozdělíme tak, že oddělíme jejich kuželovité části. Válečky odložíme a dva komolé kužele sklízíme malými základnami k sobě.

Tuto práci popisují podrobněji:

Dostolního svěráku upneme tyčinku z tvrdého dřeva $\varnothing 6$ mm a navlékneme na ni cívku. Levou rukou pevně sevřeme jednu polovinu cívky a pilkou (v pravé ruce) provedeme řez kolmý na osu cívky v místě, kde se stýká její část válcová s částí kuželovitou. Při

provádění řezu cívkou otáčíme, pilkou pohybujeme lehce, bez přitlaku. Otočením cívky po (nebo při) každém záběru pilky docílíme dostatečně rovné plochy řezu. Případné nerovnosti opravíme struhákem a skelným papírem.

Sklížení dvou kuželovitých částí cívky vykonáme na silném hřebu ($\varnothing 6$ mm), na němž obě poloviny kladky usadíme a po naklizení důkladně stiskneme. Po zaschnutí očistíme žlábek kladky od kluhu stiskem vytlačeného.

5. Zajišťovací kroužky D. Na prkénko síly 4 mm narýsujeme poloměrem 3 mm a 7 mm soustředné kružnice. Vnitřní kruh vyvrtáme spirál. vrtákem — 6 mm, vnější vyřízneme pilkou.

6. Závěsná ramena E. Tvar přeneseme přesně na prkénko síly 4 mm. Otvor pro závěsný čep předem vyvrtáme ($\varnothing 6$ mm) a potom podle obrysu závěs vyřízneme. Nerovnosti řezu opracujeme dodatečně struhákem a skelným papírem.

7. Čela koše F vyřízneme z prkénka síly 5 mm. Vyvrtáme otvory pro závěsné čepy G průměrem 6 mm.

8. Čepy G. Jsou ze špejle $\varnothing 6$ mm, 15 mm dlouhých. Zaklížíme je do otvorů v čelech F tak, aby na jedné straně přecházely 10 mm.

9. Bednění koše H je obdélník z tenké šedé lepenky. Šířka jeho je 94 mm, délku zjistíte změřením obvodu čela F (nití — nebo výpočtem).

10. Závěsný kroužek K je očko se závitom do dřeva. Buď jej koupíme hotový, nebo jej zhotovíme sami: Železný drát $\varnothing 2$ mm dlouhý 20 mm, zarazíme do poloviny do otvoru, který jsme předvrtali v nejnižším bodě lišty A. Přecházející část drátu (v délce asi 10 mm) stočíme kleštěčkami přes kulatý hřebík ($\varnothing 2$ mm) v očko.

1. Nejprve smontujeme koš. Lepenku přiklížíme a přibijeme tenkými hřebíčky (délky 10 mm) k okrajům čel.

2. Na čepy B, které potřebujeme lojem, navlékneme nejprve podložky (nebo kroužky), na ně po jedné kladce a na konce čepů zaklížíme zajišťovací kroužky D. Kladky se musejí naprosto lehce otáčet. Jakékoliv tření bylo by škodlivé a brzdilo by chod vozíku. Zajišťovací kroužky upravíme tak, aby kolečka měla jen nepatrnou vůli ve směru podélné osy čepů.

3. Na zadní stranu desky A připevníme obě závěsná ramena E. Dvěma tenkými hřebíčky a kličkem připevníme jedno z nich (E_1) trvale; svírá s horní hranou lišty přesně pravý úhel (90°). Druhé rameno (E_2) naklížíme a přibijeme prozatím jen jedním hřebíčkem.

4. Mírným vytočením ramene E_2 ze svislé polohy obě ramena rozevřeme tak, abychom mohli koš uložit v čepch G do ložisek. Poté rameno E_2 upravíme do polohy rovnoběžné s E_1 . Koš musí se v čepch lehce otáčet.

5. Po náležitém vysušení modelu zavěsíme jej na nosné lanko L, napjaté mezi dva pevné závěsy nesterajně vysoko uložené. Lano utvoří tak nakloněnou rovinu; po níž vozík zatížený nákladem sjíždí. Urobíme-li vozíky dva, které se pohybují na dvou závěsných lanech, postavíme si tak pěknou hračku: lanovou dráhu. Zatížený vozík sjíždí s hořejší stanice a současně vytahuje prázdný vozík z dolní stanice. Táhně jej společným lankem, které je přehozeno přes volně otáčivý lanový kotouč, uložený v hořejší stanici. Vhodné uspořádání ponechávám čtenářově vynalézavosti.

Dvě kladky K_1, K_2 stejného průměru otáčejí se volně a společně čepu H, uloženém ve věšácích A_1, A_2 .

Celek je zavěšen za svorník S_1 závěsem Z na pevném trámci. Tato dvojice kladek je pevná. Druhá dvojice je pohyblivá a nese břemeno upevněné na závěsu Z_3 . Spojení obou dvojic obstarává lanko (provazec), jehož počátek je v závěsu Z_2 . Odtud je provaz přehozen přes kladku K_4 a pokračuje přes pevnou kladku K_1 na pohyblivou K_3 a konečně přes pevnou kladku K_2 přechází na navinovací zařízení, v našem případě na jednoduché kolo na hřídeli.

Tato konečná část lana nese pouhou čtvrtinu váhy břemene. Dráha, kterou vykoná působitelská síla, je však čtyřikrát delší než dráha, vykonaná břemenem do výšky. Je tedy k vyždvížení břemene 100 kg potřebí síly 25 kg. — Proč? — Kladky jsou čtyři a závěsy, které spojují obě dvojice kladek, jsou

též čtyři. Váha břemene rozdělí se tedy rovnoměrně, takže na každý závěs připadne čtvrtina ($100 : 4 = 25$), tedy 25 kg. Tuto váhu nese lano přecházející přes pevnou kladku K_1 . Sestavíme-li kladkostroj ze šesti kladek, tedy z trojice pevné a z trojice pohyblivé, bude spojovacích závěsů šest, každý ponese šestinu váhy břemene a tuto šestinu převezme poslední část lana, přecházející přes poslední pevnou kladku k zařízení navinovacímu (ke zdroji síly — lidské, nebo strojové).

Sílu, potřebnou k zdvihání břemene, můžeme ještě dále zmenšiti použitím jednoduchého kola na hřídeli nebo rumpálu (soustavy ozubených kol).

Účinnost kladkostroje je veliká! Zdvihání těžkých břemen, nákladů, celých strojů a j. je bez kladkostrojů nemyslitelné. Účinnost kladkostroje znal již starověký učenec Archimedes, „otec mechaniky“.

II. VÝROBA SOUČÁSTÍ.

1. **Věšák kladky A** vyřízneme z prkénka síly 4 mm. Střední tří otvorů jsou na ose a jich rozteč je 55 mm. Konce věšáku jsou zúženy a zaobleny poloměrem 10 mm. Otvory vrtáme průměrem 6 mm. V nich budou zaklíženy svorníky a hřídel.

2. Svorníky S a

3. **Hřídele H** jsou ze špejle \varnothing 6 mm. Délka svorníků jest 26 mm, hřídelů 34 mm.

4. **Kladka K.** Z prkénka síly 4 mm vyřízneme kotouč \varnothing 60 mm. Jeho středem vyvrtáme kolmo na rovinu kotouče otvor \varnothing 6 mm. Rýhy pro lano uděláme tak, že po stranách kotouče přilepíme lepenkové kruhy — 70 mm; hloubka rýh bude tedy 5 mm, což postačí, aby lanko mělo dostatečné vedení.

Tyto kotouče vyřízneme z lesklé lepenky síly 1 mm; v jích středu vyrazíme otvor \varnothing 6 mm, nejlépe dirkovačem: otvory takto provedené jsou přesnější, než kdybychom je vrtali, nebo dokonce vyřezávali.

Lepenkové kruhy na dřevěné kotouče přilepíme nejjistěji a přesně na kovovém trnu \varnothing 6 mm, na nějž navlékneme nejprve kotouč lepenkový, k němu přiložíme po obou stranách naklížený dřevěný kotouč a posléze přidáme opět kotouč lepenkový.

Kladku na trnu stiskneme a počkáme, až kliš trochu zastydne, aby se lepenkové kruhy nepohnuly. Potom teprve kladku sejmem s trnu a vložíme do lisu. Po zaschnutí (za 2—3 hodiny) očistíme rýhy kladky od přebývajících vytlačeného klišu a střední otvor protáhneme vrtákem. Takto vyrobíme celkem čtyři stejné kladky.

5. **Závěsný hák Z** stočíme ze železného drátu \varnothing 2 mm (nebo 1.5 mm) popsaným již způsobem.

6. **Podložka P** je vyrobena z drátu \varnothing 1.5 mm, z něhož navíneme na \varnothing 6 mm spirálu, závit těsně vedle závitů. Z ní pak štiipačkami oddělíme 6 oček, které dodatečně opravíme a vyrovnáme.

Podložky udržují stálou vzdálenost mezi kladkami a věšáky.

Výroba kladek vyžaduje hodně pozornosti a přesnosti; hlavně provedení otvorů, v nichž se kladky otáčejí na pevných hřídelcích, musí být bezvadné, aby toto otáčení bylo opravdu lehké, bez brzdění. Současně však nutno dbátí toho, aby nepřesným vyvrtáním otvorů nebo nesprávným sesazením lepenkových kotoučů na dřevěné náboje nevznikly otvory příliš velké nebo nerovné.

Kladky by pak v čepch házely a byly by tedy nepotřebné.

1. Do věšáku A_1 zaklížíme svorníky S_1 a S_2 a hřídel H_1 tak, aby přečínal na vnější straně věšáku 4 mm. Práci tuto vykonáme ihned na věšáku A_3 .

2. Po zaschnutí klihu navlékneme na hřídel H_1 podložku (P_1), potom kladku K_1 , opět jednu podložku (P_2), kladku K_2 a konečně třetí podložku (P_3).

3. Na svorníky S_1 a S_2 navlékneme závěsné háčky Z_1 a Z_2 .

4. Konce hřídele a svorníků mírně naklížíme a na-

suneme druhé čelo A_2 , které přitiskneme jen tolik, aby kladky měly pevné vedení a jen malou vůli, aby se mohly na hřídeli H_1 lehce a volně otáčet.

5. Tuto práci opakujeme stejným postupem při sestavení dvojice pohyblivé.

Konstrukci navíjecího zařízení nepopisují ani neprovázím podrobným výkresem. Sestavení je patrné z obrázku, podle něhož si každý pracovník sám model na díly rozkreslí a proměří.

Lopátkové kolo L, uzavřené ve válcovité skříni S, je uváděno v prudký rotační pohyb převodem s velkého řemenového kola D. Rychlým otáčením lopatek uvádí se v otáčivý pohyb vzduch uzavřený ve skříni. Působením odstředivé síly na vzduch nastává pod krytem S malé zhuštění vzduchu, jakýsi slabý přetlak, a vzduch uniká otvorem T, umístěným na obvodu válcové skříni. Současně nový vzduch je nasáván otvory ve vstřískových ložiskových čelech. Čím rychlejší je otáčení, tím mocnější je proud vzduchu unikajícího výstřikem T.

Rychlého otáčení lopátkového kola získáme velkým poměrem poloměrů řemenového kotouče D a malé řemeničky R.

Srovnáme obvod obou kol: poloměr velkého kola budiž R , poloměr malé řemeničky r . Poměr jejich obvodů je tedy:

$$2\pi R : 2\pi r$$

Poměr lze krátit hodnotou 2π , čímž vznikne po-

měr poloměrů $R : r$, který nám současně udává **převod** soukolí.

V číslech pak vypadá věc takto: jestliže $R = 90$ mm, $r = 9$ mm, jest jich poměr $10 : 1$, což znamená: otočí-li se hnací kolo D za vteřinu (na př.) dvakrát, vykoná řemenička a na ní upevněné lopátkové kolo 20 obrátek ve vteřině, neboli 1200 za minutu. Rychlost tato stačí úplně, aby výkon strojků byl uspokojivý. Dmychadlo (jinak centrifugální ventilátor) a hnací ústrojí (v našem případě kotouč D poháněný ručně klikou K) jsou namontovány na společné základní desce Z. Důležitou podmínkou klidného chodu modelu je, aby řemen (převodové lanko) nespádal. Toho docílíme tak, že osy otáčení obou částí našeho modelu, tedy osa hnacího kola a osa dmychadla, budou naprosto rovnoběžné a též rovina otáčení kola D bude totožná s rovinou otáčení řemeničky P. Řemenové kolo D opatříme rýhou pro převodové lanko, aby bylo zajištěno jeho klidné nabíhání.

II. VÝROBA SOUČÁSTÍ.

a) Hnací kolo na klikovém hřídeli.

1. **Stojan ložiska A** vyřizujeme podle výkresu a rozměrů, které jsou počítány pro hnací kolo celkového průměru $\varnothing = 180$ mm. Výška středu hřídele od základny — od spojovací destičky — je v našem případě 100 mm. Chceme-li však převod stroje zvýšiti, zvětšíme průměr hnacího kola, na př. na 216 mm, vnější průměr věnců V bude pak 226 mm a výška hřídele od základny B se zvětší na 118 mm. Stojany A zhotovíme z lupenkového prkénka síly 4 mm. Oba jsou úplně stejné. Otvory pro hřídel vyvrtáme průměrem 6 mm, při základně navrtáme dva otvory pro spojovací šroubky $\varnothing 2$ mm.

2. **Základová deska A** musí být přesně pravoúhlé řezána a shoblována. Má rozměry 36 mm \times 50 mm, síla 10 mm. Na delších stěnách předvrtáme po dvou otvorech $\varnothing 1$ mm pro připevňovací šroubky. Opracování této desky provedme pečlivě za častého používání úhelnice.

3. **Hřídel C** je ze špejle $\varnothing 6$ mm, dlouhý 70 mm. Musí být rovný, hladký a bez kazu. Svou pevností musí překonávat jistě namáhání v „kroucení“.

4. **Klika K** je vyrobena z prkénka síly 4 mm. Má dva otvory $\varnothing 6$ mm, jeden pro hřídel a druhý pro rukojeť. Doporučuji narýsovat předem tvar kliky

na prkénko, označiti středy obou otvorů, vyvrtati je (svíse!) a potom teprve vyřiznouti podle označeného tvaru. Rukojeť — kousek špejle $\varnothing 6$ mm, délka 25 mm — zaklíme hned do otvoru ve zúžené části klikového ramene.

5. Řemenový (lanový) kotouč D.

Vybereme kus prkénka síly 4 mm, naprosto rovný, nezborcený, velikosti aspoň 185 mm do čtverce. Označíme střed, z něhož narýsujeme tři kružnice, a to r_1 15 mm, r_2 80 mm, r_3 90 mm. Totéž provedeme na druhé straně prkénka, kde potřebujeme zejména kružnice poloměrů r_1 a r_2 . Aby se kryly s kružnicemi na první straně prkénka, provrtáme středem tenkým svídkem otvor, nebo prorazíme jehlou (ovšem svíse!) díрку, která nám na druhé straně desky označí potřebný střed. Podle největší kružnice vyřizneme kotouč, jehož průměr měří 180 mm. Středem vyvrtáme otvor $\varnothing 6$ mm pro hřídel.

Na tabuli 8. je v řezu vidět, že kotouč má **vedení** pro převodní lanko. Toto vedení získáme tak, že po obou stranách kotouče D přilepíme věnce V. Jsou to mezikružní (o poloměrech $r = 80$ mm, $R = 95$ mm) z lepenky žedé nebo lesklé, síly 1 mm. K umístění těchto věnců na kotouč D poslouží nám dobře kružnice, které jsme po obou jeho stranách rýsovali poloměrem r_1 80 mm. Plochu od kraje kotouče až k této kružnici potřeme

teplým kliehem a přilepíme jeden věnec V. Na druhé straně kotouče práci opakujeme a hotový řemenový kotouč vložíme do lisu. Po řádném vyschnutí vyčistíme dodatečně od vytlačeného kliehu.

Na tabulce 8. je kotouč kreslen jednak v nárysu — jako skupina soustředných kružnic — a též v bokorýsu, v němž je kreslena jedna jeho polovina v pohledu a druhá polovina v řezu. Rozhraní pohledu a řezu tvoří osa předmětu. Z tohoto výkresu dobře přečteme tvar náboje D. Je patrné, že je utvořen ze dvou polovin dřevěné cívky od nití, kterou rozřízne řezem kolmým na její osu vedeným středem válcové její části. Místo řezu označíme předem tužkou. Cívku nasadíme na dřevěný trn $\varnothing 6$ mm sevřený do svěráku, naměříme prostředek válcové části, polohu tužky zajistíme a otočením cívky rýsuje po obvodu válce kružnici. Řez provedeme postupem popsáním v návodu „Vozík visuté dráhy“, výroba kladky.

Rezné plochy zarovnáme struhákem a vyhladíme skelným papírem.

Jednu polovinu cívky přiklížíme nejprve na hřídel C, a to 12 mm od konce hřídele, válcovou částí ven. Po zaschnutí nasadíme na tuto polovinu náboje řemenový kotouč D s přilepenými již věnci V. Styčné plochy na kotouči (ohraničené malými kružnicemi r_1 15 mm) potřeme kliehem, navlékneme druhou polovinu náboje (otvor pro hřídel je též naklizen), vše řádně stiskneme a dáme schnouti. Tím je řemenový kotouč hotov.

Popsaný způsob výroby je jednoduchý. Popisují ještě druhý postup výroby, při němž použijeme místo lupenkového prkénka a lepenkových věnců slabé dýhy (1 mm). Z ní vyřízneme (nebo vystříháme) čtyři kruhy průměru 180 mm, které horkým řídícím kliehem slepíme dohromady. Jednotlivé kotouče klademe na sebe tak, aby „léta“ jejich svírala úhel 90°. Dáme schnouti do lisu, v němž desku ponecháme pod velkým tlakem aspoň 3 hodiny. Takto urobený kotouč se nekrouť. Další zpracování je shodné s prací již popsanou.

6. Podložka E je prsten stočený na $\varnothing 6$ mm ze železného drátu $\varnothing 2$ mm. Vyrobíme 2 kusy.

Tím jsou součástky poháněcího ústrojí hotovy. Sestavení bude popsáno ke konci návodu a je částečně zakresleno na tabulce 7.

b) Skříň dmychadla a lopatkové kolo.

1. Ložisková čela F z prkénka síly 4 mm jsou dvě, úplně shodná. Pro hřídel vrtáme otvory $\varnothing 4$ mm. Ze středu narýsuje poloměrem 15 mm roztečnou kružnici, na které vyznačíme středy čtyř otvorů pro nasávání vzduchu. Průměr otvorů je 15 mm, jejich poloha je patrná z tabulky 9. Otvory pro připevňovací šroubky vrtáme $\varnothing 2$ mm ve výšce 5 mm od základny.

2. Zakládací deska G je přesně provedený obdélník rozměrů 52 mm \times 90 mm \times 10 mm. V delších stěnách vyvrtáme $\varnothing 1$ mm otvory pro připevňovací šroubky.

3. Příložný kotouč H má průměr 62 mm, sílu 4 mm. Středem je vyvrtán otvor pro hřídel $\varnothing 4$ mm. Na roztečné kružnici $\varnothing 30$ mm jsou rysovány čtyři otvory $\varnothing 15$ mm, které vyřízneme právě tak jako u dílu F. Tyto příložné kotouče H přiklížíme na vnitřní stěny čel F tak, aby se otvory pro hřídel, jakož i otvory ssací, u obou vzájemně kryly. K tomu účelu použijeme šroubku s maticí $\varnothing 4$ mm, který provlékneme nejprve otvorem pro hřídel čela F₁, pak přiložíme kliehem potřený kotouč H₁, který rovněž navlékneme středním otvorem na šroubek. Přiložíme železnou podložku a vše stáhneme maticí. Pro jistotu spojíme obě části (F₁ a H₁) ještě čtyřmi slabými hřebíčky, které oběma deskami probíjeme a vyčnívající špičky jejich zahhneme. Stejným postupem skládáme druhou dvojici F₂ a H₂.

4. Hřídel O je zhotoven z kousku kalibrované oceli $\varnothing 4$ mm, délky 95 mm (cena 80 hal.). Na jednom konci jej spilujeme (osadíme) po délce 20 mm na průměr 3 mm. V této zeslabené části bude totiž nasazena železná podložka P a řemeníčka R.

5. Podložka P je ze železného plechu síly 2 mm. Střední otvor $\varnothing 3$ mm vyvrtáme spirál. vrtáčkem, vnější průměr 12 mm opracujeme buď sekáčkem, nebo lépe vyřízneme jej lupenkovou pilkou (na kov). Připomínám, že práce s lupenkami na kov je obtížnější, protože tyto pilky jsou kalené a tedy křehké: snadno se lámou. Pracujte tedy s citem a trpělivě, netlačte příliš na ně, poněvadž velkým tlakem rychlost řezu nezvýšíte. Mažte olejem! Vyříznuté kotoučky čistěte opracujte pilníkem.

6. Řemeníčka R je složena ze dvou komolých kuželů, které získáme rozříznutím dřevěné cívky. (Viz návod: „Vozík visuté dráhy“ — výroba kladky.) Cívka má otvor $\varnothing 6$ mm; ten by se však pro náš účel nehodil: potřebujeme otvor 3 mm! Původní otvor cívky vyplníme kolíčkem, který zaklížíme a teprve po zaschnutí dále pracujeme.

Středem každé části vyvrtáme co možno nejprsnější otvor $\varnothing 3$ mm. Přikročíme k sestavení a kupevnění řemeníčky na hřídel O. Hřídelík upneme svisle do stolního svěráku osazenou částí nahoru. Aby však čelisti svěráku nepoškodily hladké povrchy hřídele, vložíme jej mezi dvě úzká prkénka a teprve takto chráněný hřídelík upneme do čelistí svěráku a dobře přitáhneme. Na osazenou část navlékneme nejprve podložku P a na ni jeden komolý kužel (jednu polovinu kladky R) větší základnou k podložce. Malou základnu naklízíme, přiložíme druhou polovinu kladky a druhou podložku P.

Vyčnívající část hřídelíku spilujeme na výši asi 1 mm (nad podložkou P) a ostrým koncem kladívka lehkými údery ji roznýtujeme (rozklepneme).

7. Náboj větráku M tvoří cívka od nití, kterou upravíme podobným způsobem jako pro řemeníčku R, jenže ji nedělíme. Otvor cívky vyplníme tvrdou dřevěnou vložkou $\varnothing 6$ mm, do níž středem

vyvrtáme nový otvor průměrem 4 mm (lépe však \varnothing 3-0 mm). Aby tento otvor byl co možná centricky uložen, vrtáme jej z obou stran cívký.

8. Čtyřramenná hvězdice N. Konstrukci jejího tvaru vyčteme z výkresu na tabulce 10. Jedna obrysová přímka je tvořena tečnou, vedenou z koncového bodu průměru obrysové kružnice (\varnothing 60 mm) ke vnitřní kružnici rýsované průměrem 30 mm. Použité prkénko je síly 4 mm.

Sestavení kostry větráku je jasné patrné z výkresů doplněných prostorově provedeným náčrtkem. Hvězdice N jsou k náboji M přiklíženy.

9. Lopatky L jsou čtyři lepenkové obdélníčky rozměrů 41 mm \times 12 mm síly 1 mm, které přiklížíme na ramena hvězdic.

10. Válcový kryt S pro skříň je rovněž lepenkový. Je to plášť válce, jehož základna má poloměr 31 mm. K délce obvodu, který vypočítáme, přidáme 5 mm na slepení. Výška válce a tedy i krytu jest 52 mm.

11. Výustka T. Síť její je zakreslena na tabulce 10. Stačí přenést ji na kus lepenky a přidati potřebné proužky k nalepení na válcový kryt S, v němž jsme vyřízli obdélníkový otvor 22 mm \times 44 mm.

12. Podložky U vyrobíme ze železného plechu síly 2 mm stejným způsobem jako popsané již podložky P, jenže středem vyvrtáme otvor — 4 mm.

13. Základní deska Z je obdélníková, rozměrů 100 mm \times 300 mm \times 10 mm, z měkkého prkénka, čistě ohoblovaná, hrany „sražený“.

III. SESTAVENÍ MODELU.

1. Na hřídel C s namontovaným lanovým kolem D navlékneme oba ložiskové stojany A, v nichž otvory pro hřídel promažeme lojem. Stojany v jejich spodní části naklížíme a celek přišroubujeme k základní desce B.

2. Hnací ústrojí přiklížíme a přišroubujeme k základní desce Z podle obrázku 5. Šroubky, jimiž je stojan k desce připevněn, šroubujeme od spodu desky Z.

3. Na hřídel C přiklížíme kliku K.

4. K základní desce G přiklížíme a přišroubujeme čelo F_1 .

5. Otvorem provlékneme hřídel O se řemenicí R a navlékneme podložku U_1 .

6. Větrák nasuneme pevně na hřídel O a přiložíme podložku U_2 . Přechýlující část hřídele musí být 10 mm dlouhá.

7. Přiložíme čelo F_2 a přišroubujeme je (prozatímně) a zkusíme, zda se hřídel lehce otáčí. Současně se přesvědčíme o správné poloze kola, totiž o správném směru sklonu lopatek vzhledem ke smyslu otáčení. Podívejme se ještě jednou na tabulku 10. a srovnáme! Po této kontrole a po zjištění, že i otáčení hřídele je bezvadné, můžeme čelo F_2 zaklížit a definitivně oběma šroubky přitáhnouti.

8. Přes kotouč D a řemeníčku R přehodíme hnací lanko (šňůrku) a upravíme jeho délku. Zjistíme správnou polohu skříňě dmychadla a napětí lanka.

9. Vyhledanou správnou polohu skříňě označíme na základní desce Z tužkou, vyvrtáme \varnothing 2 mm dva otvory pro šrouby a v souhlasných místech vyvrtáme \varnothing 1 mm v základové desce G dírký. Dmychadlo pak od spodu desky Z přišroubujeme.

10. Přilepíme kryt S s výustkou T. Ložiska větráku namažeme několika kapkami oleje.

Dodatek: Větrák pracuje současně jako vysavač (nebo vývěva — ovšem velmi malé výkonnosti). K tomu účelu uspořádáme zařízení takto: Čtyři ssací otvory v desce F_2 zalepíme papírem. Z lepenky uděláme trubici o vnitřním průměru (světlosti) 46 mm, dlouhou asi 100 mm. Při jedné základně ji opatříme nálepkami, jimiž ji přiklížíme kolmo na rovinu čela F_2 tak, aby překrývala všechny čtyři ssací otvory této desky. Otáčením kola D uvedeme větrák v činnost a hořící sirkou nebo plamenem svíčky zjistíme, že dmychadlo mocně odssává trubici vzduch.

Na tomto principu (základě) je stavěno centrifugální (odstředivé) čerpadlo na vodu. Uvidíte je v činnosti na vodních stavbách, kde vyčerpává velké množství vody z jímek (pracovních to prostorů ohrazených proti okolní vodě hrázemi z kůlů a jílů). Místo vzduchu je tu uváděna do prudké rotace voda. Ssací roura je opatřena ventilem (záklapkou). Před počátkem čerpání nutno čerpadlo naplnit vodou.

Účel hodinového stroje je nadmíru závažný: měřit čas. Musí tedy hodinový mechanismus nepřetržitě a naprosto pravidelně oddělovat přesně stejné časové úseky a odpočítávat je, abychom byli neustále zpraveni o tom, jak čas ubíhá, abychom mohli stanovit program své práce na hodiny, dny Jednotkou pro měření času byly odedávna **pravidelně** se opakující zjevy přírodní: střídání dne s nocí, **pravidelně** se opakující postavení slunce, měsíce a hvězd, zatmění slunce atp. Také jiných fyzikálních ukazů lidé užívali k měření času: na př. **pravidelně** rychlosti výtoku kapaliny (nebo písku) otvorem v nádobě.

Výsledky těchto zařízení nebyly uspokojivé a svou nedostatečnou přesností nevyhovovaly účelům vědeckým. Bylo třeba přesnějšího měření pro vědu i praktický život. Teprve v polovině XVII. století Galileo Galilei přišel na definitivní řešení tohoto problému studiem působení **zemské tíže** (gravitace) a pozorováním pohybu kyvadla.

Zajímavý tento pohyb děl se jistě od počátku světů — člověk však potřeboval staletí plných trpělivé práce a hledání, než jej objevil a naučil se jej užívat k svému prospěchu. Máme již jen usnadněnou a velmi krásnou úlohu: **objevenými** přírodními zákony obohatit svoje poznání! Nutno ovšem tyto nehybnoucí pravdy napřed poznati a jim důkladně porozumět. Sledujte vždy pozorně školní přednášky; prolistujte učebnice fyziky a zopakujte, co víte — na př. o **kyvadle**! Poznáte — anebo již víte — že kyvy jeho jsou **stejnodobé** (isochronní). Lze tedy jimi měřit čas. Doba jednoho kyvu je tedy jednotkou, již měříme. Musíme však předem znáti délku jeho trvání neboli dobu kyvu.

Jak vypočítáme dobu kyvu?

Pokusy a výpočty bylo zjištěno, že **délka kyvadla** (l) má vliv na dobu kyvu (T).

Bylo pozorováno, že:

kyvadlo 1 m dlouhé má dobu kyvu 1 = $\sqrt{1}$
 " 4 " " " " " 2 = $\sqrt{4}$
 " 9 " " " " " 3 = $\sqrt{9}$
 atd.

Obecně:

kyvadlo 1 m dlouhé má dobu kyvu \sqrt{l} -krát delší než kyvadlo dlouhé 1 m.

Nespokojíme se však jen pouhou vyslovenou závislostí: chceme vědět, proč je tomu tak, studujeme dále počty a fyziku a poznáme vzorec pro výpočet doby kyvu T:

$$T = \pi \times \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Symbody vzorečku nahradíme skutečnými hodnotami:

T = doba kyvu ve vteřinách,
 l = délka kyvadla v centimetrech,
 g = zemské zrychlení, vyjádřené pro naše krajiny hodnotou 981 cm/sek² (nebo 9·81 m/sek²)
 π = Lud. číslo = 3·14159

Nyní čteme uvedený vzoreček řečí pro nás srozumitelnou: **Dobu kyvu** (ve vteřinách) **vypočítáme**, **násobíme-li číslo Ludolfovo** odmocninou z **podílu délky kyvadla (v cm) a zemského zrychlení**.

Upravme dále uvedený výpočet takto:

$$T = \pi \times \sqrt{\frac{l}{g}} = \pi \times \frac{\sqrt{l}}{\sqrt{g}} = \frac{\pi}{\sqrt{g}} \times \sqrt{l}$$

a vypočítejme hodnotu zlomku $\frac{\pi}{\sqrt{g}}$!

$$\begin{aligned} \pi &= 3\cdot14\ldots \\ g &= 9\cdot81 \text{ (m/sek}^2\text{)} \\ \sqrt{g} &= \sqrt{9\cdot81} = 3\cdot13\ldots \end{aligned}$$

To znamená, že

$$\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{g}} \text{ (přibližně } \cdot \text{)}$$

a tedy zlomek

$$\frac{\pi}{\sqrt{g}} \cdot 1, \text{ následkem toho:}$$

$$T = \frac{\pi}{\sqrt{g}} \times \sqrt{l} \quad T = \sqrt{l}$$

Tato závislost platí ovšem **přibližně!**

Všechny vzorečky a početní úvahy se vztahují pouze na **kyvadlo matematické** (nehmotné), které nahradíme (dostatečně přesně) olověným brokem zavěšeným na tenké hedvábné niti.

Hmota zavěšená nad těžištěm (na př. dřevěná nebo kovová tyč zavěšená na jednom konci tak, aby mohla kývat) je **kyvadlem fyzickým**. Kyvadlo fyzické kývá **rychleji**, než stejné dlouhé kyvadlo matematické. Jestliže tedy délka matematického kyvadla **vteřinového** jest v naší zeměp. šířce

$$l = 99\cdot4 \text{ m,}$$

bude délka vteřinového kyvadla **hmotného** (fyzického) **delší**; stanovíme ji zkusmo srovnáváním s modelem vteřinového kyvadla matematického (olověný brok na niti, délka závěsu l=994 mm). Naše kyvadlo je z důvodů konstruktivních kratší

než vteřinové. Zařídíme je tak, abychom mohli dobu kyvu měniti: bude míti měnitelnou délku, totiž **posuvné těžiště** (žochku). Váha (hmota) žochky nemá však vlivu na dobu kyvu! Pro zajímavost a pro porovnání uvádím ještě délky **vteřinového** kyvadla matematického

na zemském pólu:	$l = 99.61 \text{ m}$	(skoro 1 m)
v Praze:	$l = 99.4 \text{ m}$	
v Paříži:	$l = 99.36 \text{ m}$	
na rovníku:	$l = 99.103 \text{ m}$	

(Viz „Historické údaje“, heslo Jean Richer!)

I. POPIS MODELU. (Obr. 6., tabulka 14.)

Každé kyvadlo, když je rozkýváme, kývá jen jistou dobu. Jeho kyvy jsou sice stále **stejně rychlé**, ale **výkyvy** se ustavičně zmenšují, až se kyvadlo zastaví. Příčiny: tření v závěsu, odpor prostředí (vzduchu). Kyvadlo, jímž máme měřiti čas, musí kývati nepřetržitě. Nutno mu tedy úbytek na rozkyvu nahraditi novými, stále se opakujícími popudy — **impulsy**. To samozřejmě neprovádíme ručně — stroj musí pracovati samostatně. Využijeme síly, jejíž zdrojem je opět **tíže zemská**. Učelné zařízení ukazuje schematicky obrázek 6. a tabulka 14. Podstatnou částí kyvadlových hodin je **kotva a stoupací kolečko**, které se působením zemské tíže na závaží Q otáčí. Je zřejmé, že — nebýt kotvy — stoupací kolečko S by se roztočilo a závaží Q by volným pádem rovnoběžně zrychleně spadlo k zemi tak hluboko, jak by mu to dovolila délka lanka, na němž je zavěšeno. Poněvadž však potřebujeme pohyb kolečka rovnoměrný, postavíme prudkému pohybu bubínku do cesty kotvu R, která je namontována na tyč L a společně s ní koná pohyb kývavý. Vychýlíme-li kotvu opatřenou kyvadlo z rovnovážné polohy směrem šípky, spadne palec P namontovaný na stoupacím kolečku S (v obr. 6. není pro zřetelnost zakresleno) s kotvy horní na kotvu spodní, která další pohyb palce (a tudíž i kola S) zastaví. Současně však další palec (nejblíže vyšší — tečkovaný) přiblížil se kotvě horní, na kterou dopadne, jakmile spodní kotva propustila spodní pa-

lec následkem návratu kyvadla přes polohu rovnovážnou do krajní polohy na druhé straně.

Děj se opakuje samočinně, dokud na stoupací kolečko působí síla závaží Q. Palec P tlačí na kotvu, po její zrosené (zaoblené) části se „sveze“ — a **odstrčí** ji. Kotva **může** „ustoupiti“, poněvadž je (spolu s kyvadlem) volně pohyblivá, kdežto palec na kole S připevněné mají směr pohybu vymezen: pohybují se po kružnici v obr. 6. vytečované. A právě toto odstrčení, **impuls**, který palec kotvě udělí, nahrazuje úbytek energie, kterou kyvadlo ztrácí třením v závěsu a odporem prostředí. Studujeme-li tento děj podrobněji, zjistíme toto: zatím co kyvadlo vykoná dva kyvy, postoupí stoupací kolečko o 1 palec (o jednu palcovou rozteč). Je-li doba kyvu 1 vteřina, pootočí se kolo S o jeden palec za 2 vteřiny a musí míti tedy 30 palců, aby vykonalo jednu obrátku za 1 minutu. Současně klesne závaží Q o jeden obvod navinovacího bubnu. Můžeme tedy stanoviti, jak dlouhé lanko třeba navinouti na buben M (v kolika závitěch), aby pohánělo náš hodinový stroj po dobu x minut. Stačí znáti dobu kyvu a průměr navinovacího zařízení. Závaží i stoupací kolečko se pohybují **pohybem rovnoměrným** přerušovaným.

Strojem tímto můžeme měřiti čas.

Prvně užil časoměrné schopnosti kyvadla italský astronom Galileo Galilei, první kyvadlové hodiny sestrojil Holanďan Huygens.

II. VÝROBA SOUČÁSTÍ.

Připomínám předem, že **všechny** rozměry nutno bezpodmínečně přesně dodržeti. Tvary jednotlivých součástí, jejich rozměry, středy pro vrtání otvorů, úhly atd. rýsuje na materiálu s největší možnou pečlivostí, ostrými, tvrdými tužkami. Řez pilkou vedme po linii, pilek užívejme slabých. Jakákoliv odchylka od předpisu způsobila by špatný chod stroje, nebo by jej vůbec znemožnila. To platí zejména o konstrukci kyvadla s kotvami R a stoupacího kolečka S s přesným dělením! Jinak je sestavení modelu snadné pro našeho čtenáře-pracovníka, který pozorně sleduje výklad v textu a připojené výkresy a zachová uvedený pracovní postup.

1. **Stojan s ložiskem A** je vyřiznut z rovného lupenkového prkénka síly 4 mm. Tvar jeho přesně narýsujeme na materiálu, zvláště pak kotu 49 mm musíme dodržeti. Vybočení ložiska pro hřídel H je zakotováno tak, jak se tvar sestrojil graficky. Ke kružnici $\varnothing 20 \text{ mm}$, rýsované ze středu otvoru pro hřídel H, vedeme tečny z bodů označených ve výkrese tečkami a zaměřených kotami 20 a 40. Celková výška stojanu je 170 mm, ve vrchní části uděláme do hloubky 20 mm zářez pro zapuštěný konsolky. Šířka zářezu je 6 mm. Je umístěn symetricky (soulměrně) podle svislé osy stojanu. Při základně vyvrtáme $\varnothing 2 \text{ mm}$ dva otvory pro šroubky, jimiž stojan připevníme k základní desce B.

2. **Základová deska B** má rozměry 90 mm × 34 mm, sílu 20 mm. Je prodloužena o 30 mm proti spodní základní stojanu A. Toto prodloužení slouží k připevnění stroje k okraji desky stolu šroubem, jímž připevňujeme lupenkový stolek.

3. **Konsole C** má v horní části otvor $\varnothing 1$ mm, jímž prochází závěsný čep O. Podle označeného tvaru a měř vyznízeme dva úplně shodné kusy z prkénka síly 3 mm. Při rýsování tvaru na materiál dbáme toho, aby „léta“ dřeva svírala při přiložení varů na sebe pravý úhel. Obě dva kusy sklízíme a sušíme sevřené v lisu. Teprve po vyschnutí vrtáme otvor pro O průměrem 1 mm.

4. **Závěs kyvadla D** je rýsován na tabulce 12. ve dvojnásobné velikosti (právě tak, jako obrázek konsoly C na tabulce 11., a obrázek palce P a kotvy R na tabulce 13.). Výkresy na ostatních tabulkách 1.—14. jsou totiž reprodukovány ve skutečné velikosti. Na rysech označené hodnoty kot (čísla) ovšem platí! Výroba závěsu D je jediné choulostivá správným provedením otvoru $\varnothing 1$ mm pro závěsný čep O. Tvar závěsu vyznízeme (podobně jako u C) dvakrát z prkénka síly 3 mm, obě části sklízíme — „lety“ křížem přes sebe. Otvor pro čep lze také vyvrtati současně v obou dílech D a C. Závěs D zaklesneme do konsoly C a vrtáme otvor. Tento způsob předpokládá jistou pevnost v ruce. Požádáme pomocníka, aby kontroloval směr vrtáčku; vrtáme do poloviny s jedné strany a druhou polovinu dokončíme se strany druhé.

5. **Kyvadlo L.** V úvodu ke konstrukci součástek jsem zdůraznil přesnost všech výkonů. Před výrobou této části znovu upozorňuji na dodržování rozměrů a pečlivé vypracování. Kyvadlo sestává ze dvou částí: z terče pro kotvy a z prodlužovací části E a F, která nese posuvnou olovenou čochu Z. V popisu nazýváme část L prostě kyvadlem. K výrobě potřebujeme deštičku rozměrů 50 mm × 225 mm, síly 4 mm. V nejvyšší části na střední podélné ose označme bod Y — **střed oblouků**. Od tohoto nanese 5 mm na osu směrem dolů, potom 115 mm a konečně 100 mm. Rozhraní kot 115 a 100 je středem terče, jehož průměr je 50 mm. Tím jsme získali vnější obrysy kyvadla L. V terči jsou podélné výřezy omezené kruhovými oblouky rýsovanými ze středu Y. Jejich poloměry vyčteme z detailu na tabulce 12. Porovnáme kot zjistíme, že šířka výřezů je 2 mm (řez pilkou vedme **po vnitřní straně linie!**).

118:5 mm — 116:5 mm = 2 mm

123:5 mm — 121:5 mm = 2 mm

Vzdálenost vnitřních oblouků je 3 mm:

121:5 mm — 118:5 mm = 3 mm.

Šířka výřezů odpovídá síle kotevních deštíček R, které budou do otvorů zalisovány. Délka výřezů je omezena jednak kružnicí $\varnothing 40$ mm rýsovanou ze středu terče, jednak skosením pod úhlem 45° v části střední. Tyto úkosy opracujeme ještě dodatečně pilníkem podle tvaru zaoblení užších hran kotev.

Kruhové zakřivení výřezů je podmíněno pohybem kyvadla, jehož všechny části (body) opisují oblouky, jichž střed je v bodě Y. Zakřivení otvorů je sice nepatrné, ale nutné. Podle jejich tvaru zformují se deštičky kotev R též do obloučků. Po dokončení opracování kyvadla odřízeme přebývající část se středem Y, na obrázku značenou tečkovaně.

6. **Kotva R** je rýsována na tabulce 13. Vyrobité ji z bakelitu nebo pertinaxu (materiál na panely radiových přijímačů) síly 2 mm. Zhotovíme dvě stejných rozměrů v délce 22 mm. Hrany, které budou obráceny do středu kyvadla, zaoblíme. Plocha zaoblení budiž úplně hladká, jemným smirkovým papírem jemně a čistě opracována. Délku kotevních deštíček upravíme dodatečně podle délky obloukových výřezů v terči. Otvory potřeme zevnitř syntetikonem a obě kotvy do nich narazíme (obě s jedné strany terče).

7. **Příložná deska E.** Vyrobité čtyři kusy. Jedna dvojice slouží k připojení prodlužovacích tyčí. Poněvadž tyto dvě desky naklízíme na část L, vyvrtáme v jejich středu čtyřhranné otvory 4 mm × 6 mm. Desky druhé dvojice jsou plné. První pár desek E naklízíme ve vzdálenosti 30 mm od sebe na spodní část kyvadla L.

8. **Prodlužovací tyč F** je celá špejle $\varnothing 6$ mm, délky 800 mm. Jsou dvě, co možná rovné, a zaklízíme je do otvorů v příložkách E.

9. **Čochka Z** je olovený odlitek. Jako pozitivu (modelu) použijeme příložky E plné. Tři kusy zhotovíme podle návodu, uvedeného v popisu „Palcový buchar“. Váha jednoho odlitku je asi 23 g, po opracování klesne na 20 g. Čochku upevníme na tyče F mezi dvě příložné desky E, které nasadíme na prodlužovací tyče. Příložky udržují stálou polohu jen třením tyčí v otvorech. Po definitivním nastavení polohy čochy zajistíme je zaklizením.

10. **Závěsný čep O** je mosazný nebo železný hřebíček délky 35 mm, $\varnothing 1$ mm. Stačí i rovný kousek železného drátu.

11. **Hřidel H** je zhotoven ze špejle $\varnothing 6$ mm, délky 60 mm. Otvory pro ni upravíme ve vybočeních na stojanu A tak, aby se v nich lehce otáčela.

12. **Klika K** je úplně shodná s klikou na tabulce 7., popsanou v návodu „Odstředivé dmychadlo“.

13. **Návějecí buben M** je dřevěná cívka od nití. Její otvor je 6 mm, celková výška 33 mm a průměr válcové části 18 mm. Do ní zavrtáme očko pro zakončení závěsného lanka.

14. **Náboj stoupacího kola N** vyznízeme z lupenkové deštičky síly 4 mm, průměru 70 mm. Středem vrtáme otvor $\varnothing 6$ mm. Náboj bude naklizen soustředně na kotouč stoupacího kola.

15. Stoupací kolečko S. Napřed narýsujeme na rovné lupenkové prkénko kružnici o poloměru 49 mm z označeného středu. Obvod kruhu rozdělíme na 30 rovných dílů. Středový úhel příslušný jednomu dílu je 12°. Získáme jej zkusmým rozdělením 60° na 5 rovných dílů.

V místech průsečíků dělicích čárek s roztečnou kružnicí (Ø 98 mm) vrtáme otvory Ø 4 mm **kolmo** na rovinu kotouče. Po této práci rýsujeme ze středu desky kružnici poloměrem 54 mm a podle ní kotouč přesně vyřízneme. Středem provedeme otvor Ø 6 mm. Náboj N skližíme s kotoučem S a celek zaklížíme na konec hřídelku H; náboj N budiž obrácen k její vyčnívající části. Je samozřejmé, že kolečko S musí být dokonale vycentrováno (popis v návodu „Větrný mlýn“).

16. Palec P. Ze špejle Ø 4 mm nařežeme 30 válečků, dlouhých 9 mm. Práci tuto vykonáme tenkou lupenkovou pilkou řezý kolmými na osy válečků. Vtipný konstruktér neměří každý váleček zvlášť; připraví si účelnou a jednoduchou šablonku. Práce se tím urychlí, výrobky budou dokonalejší — a hlavně přesně stejné. Válečky zaklížíme do otvorů v kotouči S tak, aby vyčnívaly na straně odvrácené od náboje N. Stálým přikládáním pravítka nebo rovné deštičky kontrolujeme postup práce. Výška vyčnívající části jest 5 mm. Po důkladném zaschnutí kolíček provedeme jich konečnou úpravu podle výkresu na tabulce 13. Lupenkovou pilkou prořezáme každý váleček svíslým řezem směrem osy. Zářezy směřují radiálně (mají směr poloměrů) do středu kotouče S. Řez takto provedený dělí každý váleček na dvě poloviny, jichž základy jsou půlkru-

hové. Jednu polovinu oddělíme řezem těsně u roviny kotouče S.

Postup práce upravíme takto: Do stolního svěráku upneme cívkou od nití v její cylindrické části, aby osa její měla polohu vvislou. Do otvoru zasuneme hřídel H s nábojem a kotoučem S, takže jeho hladká část jest obrácena vzhůru, vodorovně. V této poloze provedeme zářezy vswlé. Nyní upneme cívkou s hřídelem do polohy vodorovné (kotouč S je vswlý) a vswlými řezy oddělíme půlválce od části zaklížené. Díváme-li se na ozubenou plochu kola, které stojí v rovině průčelné, a pozorujeme-li vyčnívající část rozříznutého válečku, který leží na levém konci vodorovného průměru, odřizneme část vrchní. Pootočíme kolečkem S tak, aby nový palec přišel do polohy předcházejícího a práci opakujeme. Povrch a hrany hotových palců, jakož i povrch stoupacího kolečka opracujeme čistě jemným smirkovým papírem.

17. Podložka T zabraňuje dotyku celé polohy náboje N se stěnou stojanu A. Vystříhneme ji z tenkého železného plechu (0.5 mm), otvor Ø 6 mm uděláme proražecím a opracujeme. Takové podložky zhotovíme dvě. Můžeme je ovšem nahradit kroužkem z drátu (Ø 1 mm, nebo podle potřeby Ø 0.8 mm), jehož způsob zhotovení nám je známý z předcházejících návodů.

18. Závaží Q. Použijeme závaží 100 g a zavěsíme je na motouz, zakotvený a navinutý na cívkou M v několika závitěch. Tím jsme vykonali všechnu práci spojenou se stavbou jednotlivých součástí a přikročíme k sestavení modelu.

III. SESTAVENÍ MODELU.

1. K základové desce B přiklížíme a dvěma šroubky přitáhneme stojan A (levý, podle tabulky 14.).

2. Do otvoru ve vybočený zasuneme hřídel H se stoupacím kolečkem S a podložkou P. Na hřídel nasadíme cívkou M tak, aby tvořila s hřídelem pevný celek, tedy těsně. Kdyby se cívka volně otáčela, vyložíme její otvor trubičkou z papíru a zajistíme kapkou kluhu. Cívkou na hřídeli přirazíme téměř těsně k vnitřní stěně stojanu A tak, aby měla jenom vůli, potřebnou k volnému otáčení celku v ložisku (které bylo vymazáno lojem).

3. Připevníme druhý (pravý) stojan A a upravíme volné otáčení stoupacího kolečka a hřídele s cívkou v obou ložiskách ve stojanech A.

4. Na vyčnívající část hřídele namontujeme kliku K.

5. Do zářezů v horní části stojanu A zaklížíme konsoli C. Poloha její je zřejmá z výkresu na tabulce 14.

6. Do výřezu v závěsu D zaklížíme hotové kyvadlo L—E—F—Q.

7. Po zaschnutí založíme závěs D s kyvadlem do konsoly C a společným otvorem prostrčíme čep O.

8. Vykonáme dodatečně potřebnou úpravu (zúžení) závěsu připilováním a volné otáčení čepu O pročištěním otvoru v závěsu, aby kyvadlo kývalo lehce, bez brzdění. Do otvoru pro čep O zakápneme trochu oleje.

9. Kyvadlo vychýlíme hodně přes rovnovážnou polohu, abychom mohli (klikou) navinout několik závitů motouzu na buben M.

10. Třetí plochy kotvy, na něž dopadají palce P, potřebeme nepatrně lojem. Zavěsíme závaží Q a kyvadlo vychýlením z polohy rovnovážné rozkýváme.

astronom	hvězdář (řecky: aster—hvězda)	materiál	hmota, látka (lat.: materia)
centrický	podle střední osy souměrně uložený (lat.: centrum—střed)	mechanický	z řeckého mechane—nástroj. Mechanická zručnost—získaná cvikem
centrifugální	odstředivá (síla) (lat.: centrum—střed, fugo—utíkám)	mechanismus	ústroj, strojní zařízení
cylindrický	válcovitý (lat.: cylinder—válec)	model	věrný obraz předmětu—návrh ve zmenšeném měřítku, provedený do všech podrobností z hmoty lehce zpracovatelné, tvárné (z hlíny, ze dřeva...)
definitivní	konečný, trvalý, závěrečný (lat.: finis—konec)	montovati	sestavovati (lat.: monere)
detail	podrobnost	negativ	Ve fotografii: ve světlech a stínech převrácený obraz skutečného předmětu. V modelování: prostorově převrácený obraz skutečného. Opak pozitivu (lat.: nego—popírá)
elektromotor	(lat.: moveo—hýbám, řeč. elektron—jantar, na němž byly pozorovány některé zjevy elektrické; pozorování provedl řecký učenec Thales Miletský v 6. stol. před Kr.) Dnes: elektron—nejmenší částice elektřiny.	panel	přední deska radioaparátů
energie	(řecky: energeia — tvůrčí síla) Schopnost tělesa konat práci. Každá složka zjevné nebo skryté síly v přírodě, použitelná ke konání práce.	positiv	věrný obraz skutečného předmětu. Ve fotografii: otisk negativu na citlivý papír nebo desku. V modelování: odlietek. Opak negativu.
energie	<div> <div> <div>živočišná</div> <div> <div> lidská <div> <div>tělesná</div> <div>duševní</div> </div> </div> </div> <div> <div>zvířecí jen tělesná</div> <div> <div>vodní</div> <div>tepelná</div> <div>elektrická</div> </div> </div> </div> </div> <div>přírodní</div>	praktický	účelný, výkonný (řecky: praxis — zkušenost)
gravitace	přitažlivost zemská (lat.: gravis—těžký)	primitivní	prvotný (lat.: primus—první)
historický	dějepisný, dějinný (historia—zkušenost)	princip	základ (lat.: principium)
impuls	popud (lat.: pelere—hnáti)	problém	sporná otázka, záhada
isochronní	stejnodobý (řecky: isos—stejný, chronos—čas)	program	předem stanovený pořad a rozvrh (řecky: programa—postup)
kalibrovány	naprosto stejného průměru po celé délce (kalibr—průměr otvoru)	prostuduj	(lat.: studeo—snažím se)
konický	(vysl. kónický) kuželovitý (lat.: conus—kužel)	provisorní	zatímní
konstruktér	(z lat. construere—dávati dohromady) sestavovatel	radiálně	ve směru poloměrů (lat.: radius—poloměr kružnice)
kontrolovati	dozírati, přesvědčovati se o správnosti	rotační	otáčivý (lat.: rotare—otáčeti)
linie	čára, přímka (lat. linea)	spirální	ve tvaru spirály—závitnice
masivní	hutný, hmotný	schematický	(z řeckého: schema—náčrt, obrazec)
		specifická váha	— váha jednotky objemu určité hmoty (lat.: specifícum—zvláštní)
		šablona	zařízení k přesnému vymezení nějakého výkonu. Jinak: vzorec, patrona, ustrnulá forma
		technický	(z řeckého slova techne, řemeslné umění)

technologie	nauka o zpracování surovin (technologie dřeva, železa atd.)
tempo	(z lat.: tempus — čas)
text	slovní znění
transport	dopravování, zasilání, přenášení, (lat.: trans — přes, porto — nesu)

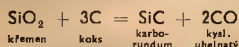
vakuum	prostor vzduchoprázdny (lat.: vacuus — prázdny)
ventil	zátkopka
ventilátor	větrák (lat.: ventus — vítr)
zformují se	— přizpůsobí se danému tvaru (forma — tvar, vzor, podoba).

II. TECHNOLOGIE.

Smirkový papír. Smírek je zrnitá odrůda korundu (kysličníku hlinitého Al_2O_3). Je barvy hnědé až černé, tvrdosti 9°, blíží se diamantu. Naleziště: Řecký ostrov Naxos, Malá Asie.

Nalámaná hornina se drtí, rozeleme a vyplavuje vodou. U dna usazuje se smírek nejhrubší, výše ode dna jemnější. Jemnost jeho čísluje se podle velikosti zrna od 0—12, aneb podle počtu minut, kolik potřebyje k usazení po plavení (na př.: 10', 20', ... i více — minutový). Pro vysokou tvrdost užívá se k broušení skla a kovů. Ze smírku a tmelu lisují se ruční brusky a brousící kotouče. — Smírek, smíšený s lepidlem, nanáší se na papír nebo plátno. (Podobně se vyrábí papír skelný a pískový k leštění dřeva: místo smírku užívá se drčeného skla a jemného písku.)

Jiným brousícím prostředkem je **karborundum** — karbid křemíku SiC . Ten se vyrábí v elektrických pecích, kde v prostoru mezi dvěma mohutnými uhlíkovými elektrodami taví se směs jemně rozemletého křemene, koksu a kuch. soli (u nás v Nových Benátkách nad Jizerou). Žár v elektrické peci dosahuje výše asi $3200^{\circ}C$. Přeměna děje se podle rovnice:



Tvrdost karborunda je 9-5°.

Dyhy (furnýry) jsou tenké listy (plochy) dřeva. Vyrábějí se na velkých hoblovacích strojích, v nichž se otáčejí silný dřevěný špalek. K obvodu jeho je přistaven široký (přes 1 m!) nůž, který z obvodu špalku po celé šířce odděluje (odřezává) velké plochy dřeva.

K výrobě dyh slouží vzácná cizokrajná dřeva:

eben černý (z Vých. Indie, Afriky), mahagon (ze Stř. Ameriky, Afriky, Austrálie), palisandr (Brazílie), cedr (Palestina, Libanon), quajakové dřevo (ze Západní Indie), zimoztráz (M. Asie), hikorové dřevo (ze sev. Ameriky), teakové dřevo (Vých. Indie, již. Čína).

Dyhami z drahých dřev obkládá se levné dřevo měkké. Vyhlazený povrch se napouští a leští roztoky pryskyřic v líhu (politurami).

Fermež. Ze lněných semen se vytlačí lněný olej. Z něho vařením nebo mírným zahříváním se vyrábí fermež. Na vzduchu vysychá — přesněji řečeno, působením vzdušného kyslíku oxiduje. Na předmětech fermeží natřených utvoří se tenká vrstva, která vzdoruje atmosférickým (povětrnostním) vlivům a chrání je tak před zkázou.

Vaselina je směs tuhých a kapalných uhlovodíků z nafty. Vlastnosti: mastná, nahnědlá, někdy bezbarvá, taje při 35° — $40^{\circ}C$. Čištěním (neboli rafinací) vyrobí se:

1. **vaselina bílá** (vaselinum album) pro účely lékařské,
2. **vaselina žlutá** (vaselinum flavum) pro potřeby technické: mazadla na stroje, ochrana jemných přístrojů a vyleštěných ploch kovových před rezavěním, k mazání kuličkových málo namáhaných ložisek.

Vata. Bavlněná vlákna se strojem zplstňují a slisují. Pak se čistí vyvařováním, suší a balí do balíčků, které se (pro účely lékařské) podrobí sterilisaci (vystaví se účinkům vodní páry pod zvýšeným tlakem, čímž se zničí choroboplodné zárodky).

Klíh. Odpadky z jatek, kosti, šlachy a zbytky kůže zvířecích se máčejí (as 1 měsíc) ve vápenném mléce, čímž se zbaví tuků a nečistot. Potom se perou ve vodě a vyvařují v otevřených kotlech. Takto získaný řdký klíhový roztok zavařuje se ve vakuu až zhoustne a ztuhlý se dále suší na sítěch na vzduchu. Do obchodu se dodává v tabulkách. Je hnědý, průhledný a tvrdý. Vlhkem nabobtnává a pak se v teplé vodě rozpouští. Vychladlý roztok zrosolovatí. Ruský klíh (bílý) je vyroben z hnědého klíhu přísadou bílé křídly nebo běloby zinkové nebo olověné.

Příprava klíhu pro klišení: Roztlučeme jej na malé kousky a zalijeme vlažnou vodou, aby byl úplně potopen a ponechme jej takto na teplém místě. Do druhého dne rozměkne a dá se snadno rozvařit — nejlépe na vodní lázni, aby se nepřipálil. (Ve dvojitém kotlíku kuchařském.) Připálený klíh nelepí!

Sádra je vyžhaný (vypálený) rozemletý **sádrovec**, který je chemickým složením sřran vápenatý $CaSO_4 + 2 H_2O$.

Sádrovec (nebo alabastr) pálí se na 110°C, čímž ztrácí $\frac{3}{4}$ krystalové vody. Dalším žháním na teplotu 170°C rozpadá se na bílý prášek — sádro. Smíchána s vodou tvoří kaši, dalším přidáváním vody rychle tuhne a přeměňuje se na tvrdý sádrovec. Rychlost tuhnutí se přisadou křiuhu nebo kamence zvyšuje, přidáním boraxu snižuje.

Kalení je zvětšení tvrdosti oceli zahřátím na vysokou teplotu (700—1200°C, do červeného až bílého žáru) a pak náhlým ochlazením ve vodě, oleji nebo chladným proudícím vzduchem.

Bakelit vyrobil z umělých pryskyřic Američan Dr. Baekeland. Jsou tři modifikace (útvary) bakelitu:

Bakelit A — mazlavý, křehký, vodově jasný až temně červený. Rozpustný ve fenolu, acetonu a louhu.

Bakelit B vznikne zahřátím látky „A“. Je za tepla pružný, za studena křehký. Ve fenolu a louhu nerozpustný.

Bakelit C — se utvoří zahříváním bakelitu B. Tato látka je průhledná, až temně červená, nerozpustná a neroztavitelná. Vzdoruje vysokým teplotám (až 300°C) a v žáru přímo zuhelnatí. Bakelitem se napouští papírovina a lisuje se pod vysokým tlakem při vysoké teplotě.

Pertinax se vyrábí z papíru a z pojidla získaného směsí celulosy a dehtu.

Olovo (Pb, lat. plumbum).

Ryzí vyskytuje se velmi zřídka v podobě krystalků, plíšků, útvarů větvičkovitých nebo deštiček (Švédsko, Mexiko). Nejčastěji v rudách; jsou to:

anglesit	— PbSO ₄	—	68%	čistého Pb,
cerussit	— PbCO ₃	—	75%	„ „ „
leštěnec	— PbS	—	87%	„ „ „
pyromorfit	— PbCl ₂ + 3 Pb ₃ P ₂ O ₈	—	69%	„

Dobývá se z leštěnce pražením (Příbram, ročně asi 25 tun).

Vlastnosti. Specifická váha Pb = 11.3 g/cm³, tažné, měkké, bod tání 327°C; kolem 300°C je křehké. Vlivem kyslíku ze vzduchu rychle oxyduje — pokrývá se tenkou vrstvičkou kysličníku, která brání dalšímu oxyličování. Vzdoruje kyselině sírové.

V technické praxi užívá se jej ve formě drátů, plechů a rour. — Při výrobě kyseliny sírové užívá se olověných komor, v nichž páry H₂SO₄ kondensují. — Z olova se lisují (nebo odlévají) mřížky pro akumulátorové desky. (Mřížky se potom vyplňují účinnou hmotou.) — Olověné broky obsahují stopy As.

Liteřina je slitinou olova (60%), antimonu (25%) a cínu (15%).

Pajka klempířská je slitinou olova a cínu v různých poměrech.

Olověné předměty se opravují spájením pomocí kyslíkovodíkového plamene (autogenní sváření).

III. HISTORICKÉ ÚDAJE.

J. Ludvík František Ressel (1793—1857) narodil se v Chrudimí, zemřel v Lublani. Byl lesníkem, současně však technikem a vynálezcem. V roce 1827 získal patent na svůj vynález **lodního šroubu**, který zkoušel na vypůjčené lodi a poháněl jej parním strojem o síle 6 HP. Výsledků svého vynálezu se nedožil: jeho přítel, majitel lodí, odřekl mu poskytování peněžité pomoci na další pokusy.

Archimedes ze Syrakus (287—212 před Kr.) Největší matematik starého Řecka. Výpočty o kružnici, elipse, parabole, hyperbole a spirále jsou jeho objevem. Vypočítal, že obvod kruhu rovná se dvacetí dvěma sedminám průměru ($\frac{22}{7} \approx 3.14$).

Přemýšlením a počítáním dospěl k řadě vynálezů z oboru mechaniky: kladkostroj, šroub, vodní šnek a j. Dokázal, že koruna syrakuského krále Hiera nebyla z čistého zlata — stanovil zákon o vztahu v kapalinách. Svými stroji pomáhal 2 roky obhajovati rodné město proti Římanům. Při dobytí města byl zabít vojákem, když právě kreslil do písku měřické obrázky.

Galileo Galilei (1564—1642), astronom, matematik a fyzik italský, profesor matematiky v Pise, Padově a Florencii. Svými pracemi a objevy ve fyzice a astro-

nomii získal si názu „otec moderní mechaniky“. Roku 1610 sestrojil dalekohled hvězdářský, jehož objektivem byla čočka spojná, okulárem rozptylka. Tak objevil na Měsíci hory, skvrny na Slunci, které se pomalu pohybovaly od východu k západu, což dokazovalo, že se slunce otáčí kolem své osy, a j. Studoval pohyby těles nebeských a hájil soustavu **Koperníkovu** (Světová koule stojí, Země se otáčí kolem své osy, Slunce stojí a Země obíhá kolem Slunce). Za to byl odsouzen k doživotnímu vězení, které mu později bylo změněno v domácí vazbu. Na šikmém věži v Pise konal **první pokusy o volném pádu** a vyslovil zákony o pohybu rovnoměrně zrychleném a o pohybu na nakloněné rovině. Tyto objevy užil ve spise (1638) o mechanice a volném pádu. Zjistil, že kyvadlem lze měřit čas.

Christian Huygens (vyslov Hajčens) (1629-1695), holandský astronom a fyzik, první sestrojil kyvadlové hodiny (pendlovky). Užil šroubu k měření nepatrných rozměrů (mikrometr); vynalezl způsob broušení velkých čoček dalekohledů.

Jean Richer (vyslov Žán Rišé) († 1696), fyzik a astronom francouzský, zjistil, že jeho kyvadlové

hodiny, které v Paříži (zem. šířka 48°50') šly zcela přesně, opožďovaly se v Cayenne (Jižní Amerika, zem. šířka 5°) denně o 2 minuty. **Zkrátil** tedy délku kyvadla. Když se po dvou letech vrátil do Paříže, poznal, že se hodiny zase předbíhají. **Prodloužil** tedy kyvadlo o stejnou délku, o kterou je dříve v Cayenne zkrátil.

Tím bylo objeveno, že na dobu kyvu má vliv zemské zrychlení, které není na všech místech povrchu zemského stejné: na rovníku je **menší** (hodiny se zpokoďovaly), blíže k pólům (točnám) zemským je **větší** (hodiny se předbíhaly): Země je zploštělá!

Isaac Newton (čti Ajzak Njútň) (1643—1727), filozof, matematik, fysik a astronom anglický, byl 30 let profesorem matematiky na universitě v Cambridge (Kembriđži) a od roku 1703 předsedou Královské společnosti. Je **objevitelem zákonů o všeobecné gravitaci**:

Země přitahuje všechna tělesa na povrchu zemském k svému středu, přitažlivost působí i mezi Zemí a Měsícem, mezi Sluncem a Zemí a všemi ostatními tělesy nebeskými.

To je základní zákon astronomický! Newton vykonal též badání o síle, o setrvačnosti, o principu akce a reakce a o odporu prostředí (na němž se zakládá dnešní aviatika).

Ludolf van Ceulen (čti Kajlen) (†1616) stanovil podrobným výpočtem hodnotu poměru obvodu kruhu k jeho poloměru $O : r = 3{,}141592653589793 \dots$ na prvních **třicet pět** desetinných míst!

Tuto hodnotu nelze vyjádřit ani zlomkem obecným, ani desetinným číslem konečným, ani periodickým, nýbrž jen číslem desetinným **nekonečným** a neperiodickým.

Značkou tohoto čísla jest řecké písmeno π (čti pí— první písmeno řeckého slova periferia = obvod).

Hodnota udavatele poměru $O : r$ byla známa již starým Egypťanům. Jejich učenec **Ahmes** (žil kolem r. 2000 př. Kr.) ji vyjádřil zlomkem

$$\pi = \left(\frac{16}{9}\right)^2.$$

Archimedes ze Syrakus vypočetl, že

$3\frac{1}{7} < \pi < 3\frac{1}{2}$, což jest vymezení velmi přesné.

Kolem r. 1600 **Adrian Anthonisz Metius** stanovil pro π hodnotu $\frac{355}{113}$. Zapamatování Ludolfova čísla na třicet desetinných míst velmi usnadní francouzský verš; počítejte písmena v jednotlivých jeho slovech!

Que j'aime à faire apprendre

3 1 4 1 5 9

Un nombre utile aux sages!

2 6 5 3 5

Immortel Archimède, artiste ingénieur!

8 9 7 9

Qui de ton jugement peut priser la valeur?

3 2 3 8 4 6 2 6

Pour moi ton problème eut de pareils avantages.

4 3 3 8 3 2 7 9

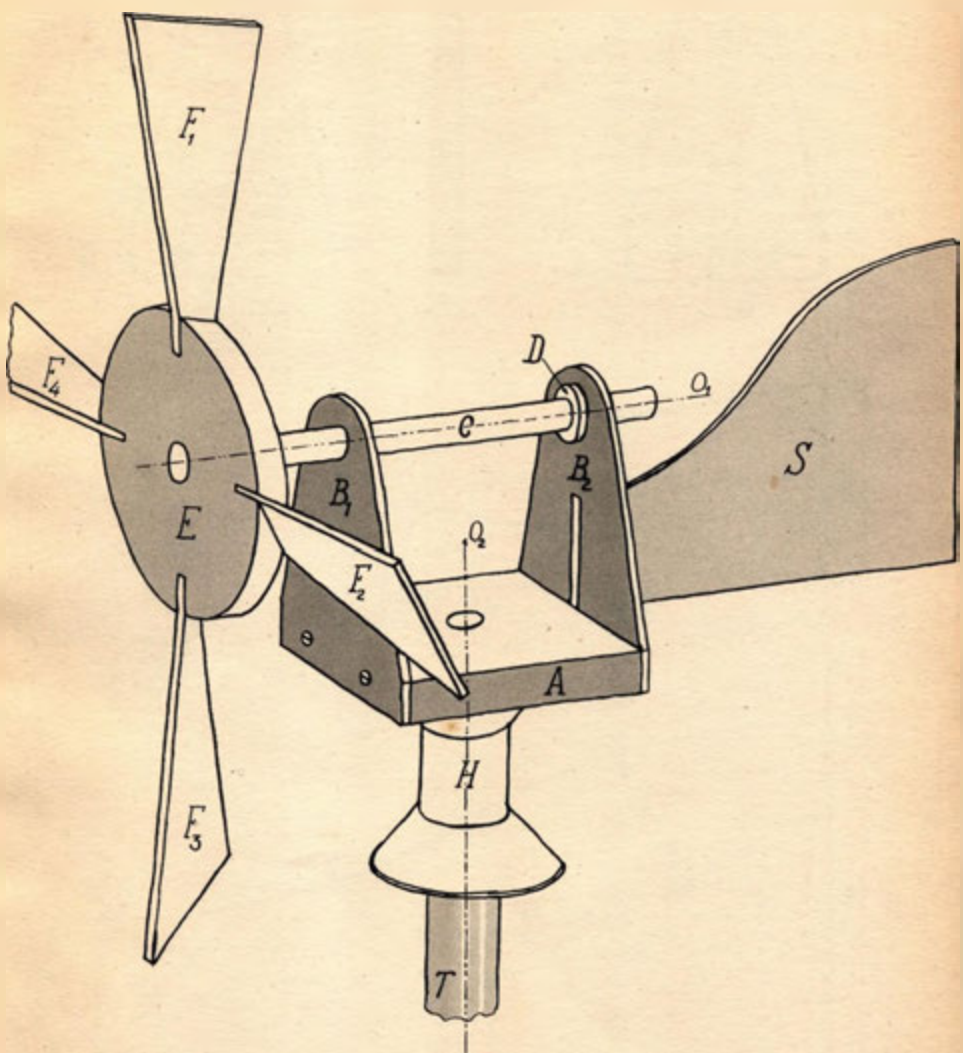
Jak rád chtěl bych moudré naučit užitečnému číslu!

Nesmrtelný Archimede, důmyslný uměle!

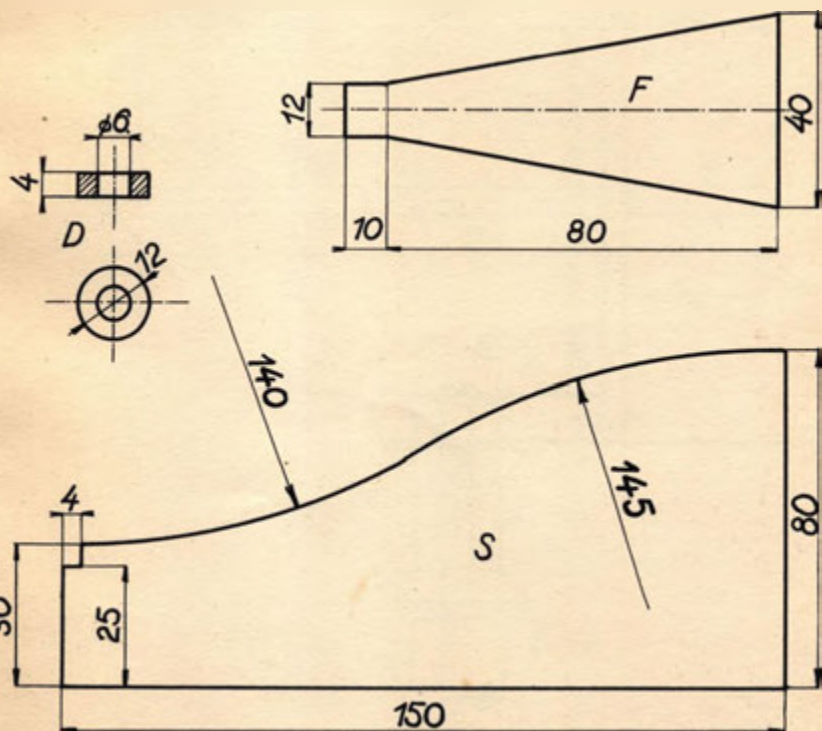
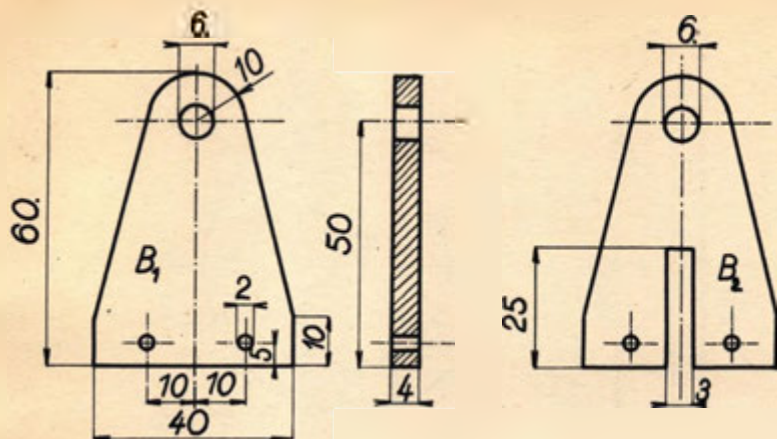
Kdo může pochopiti cenu tvého úsudku?

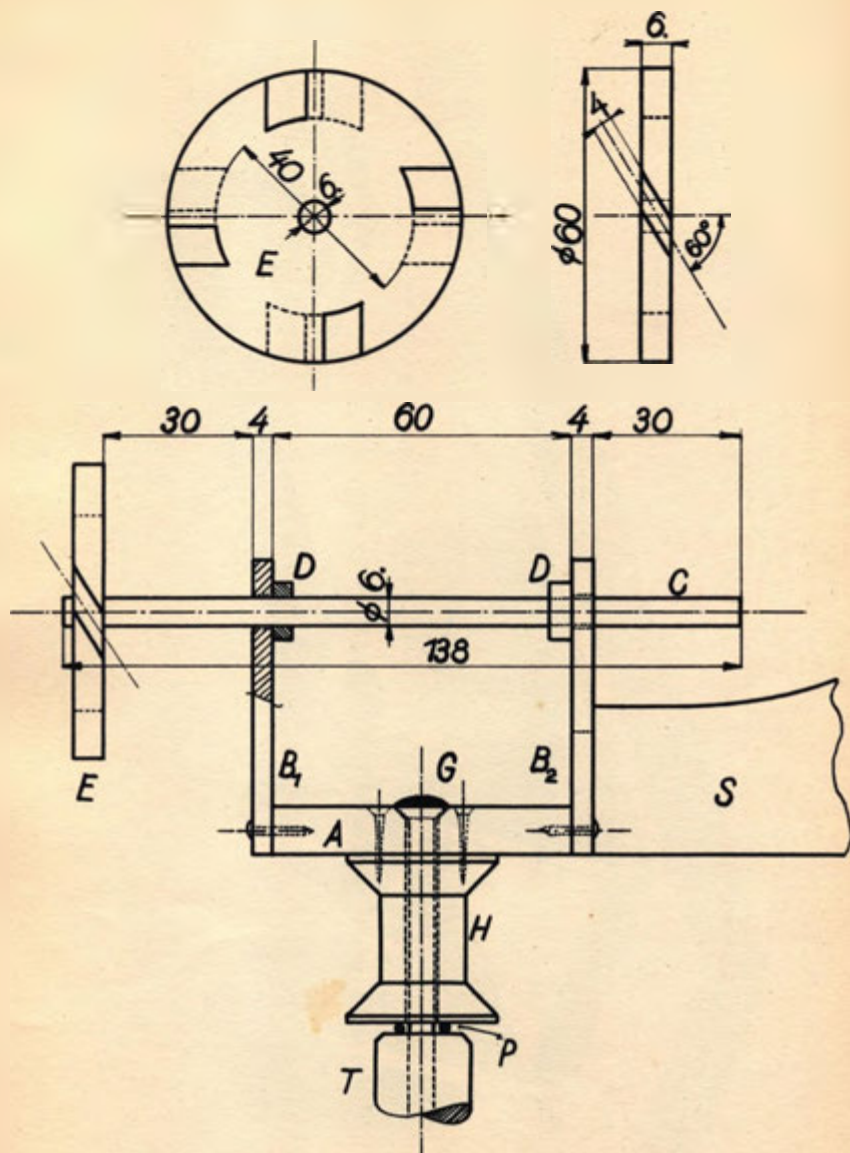
Pro mne tvůj problém měl podobné výhody.

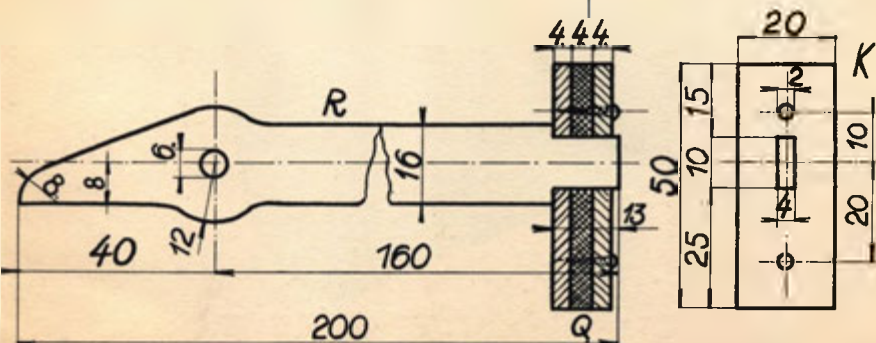
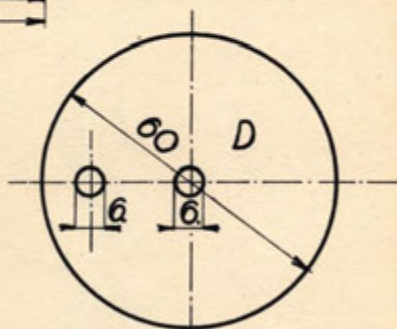
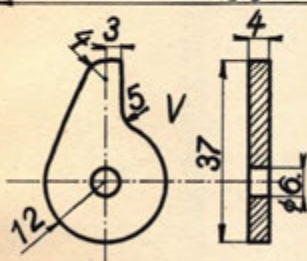
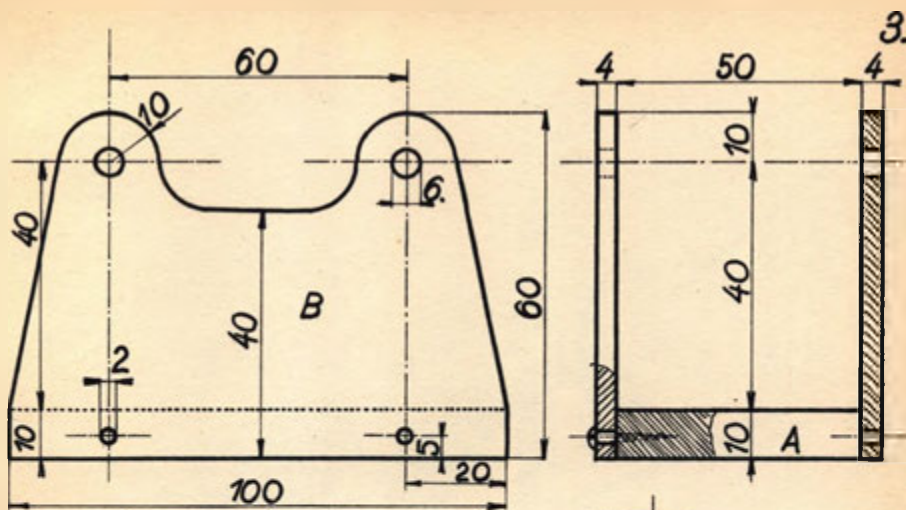
Giovani Torricelli (čti Džovany Toričeli) (1608 až 1647), matematik a fysik italský, žák a nástupce Galileův. Pokusem dokázal velikost tlaku vzduchu. (Pokus Torricelliův.)

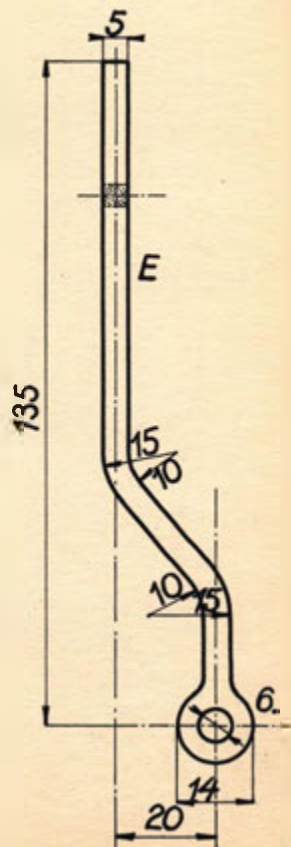
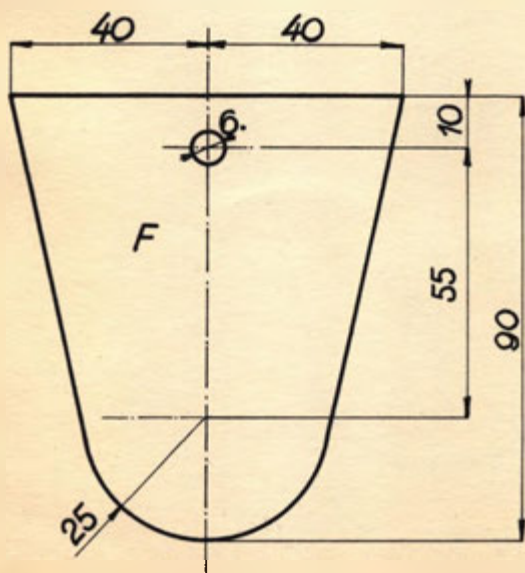
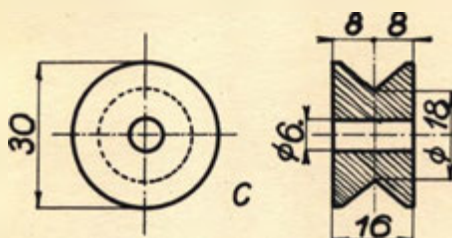
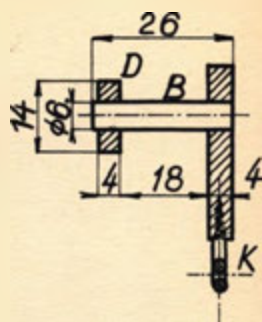
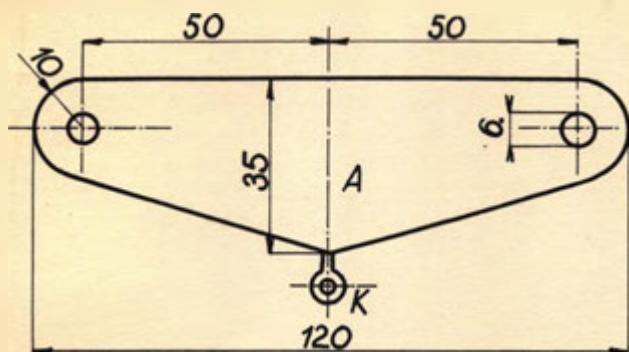


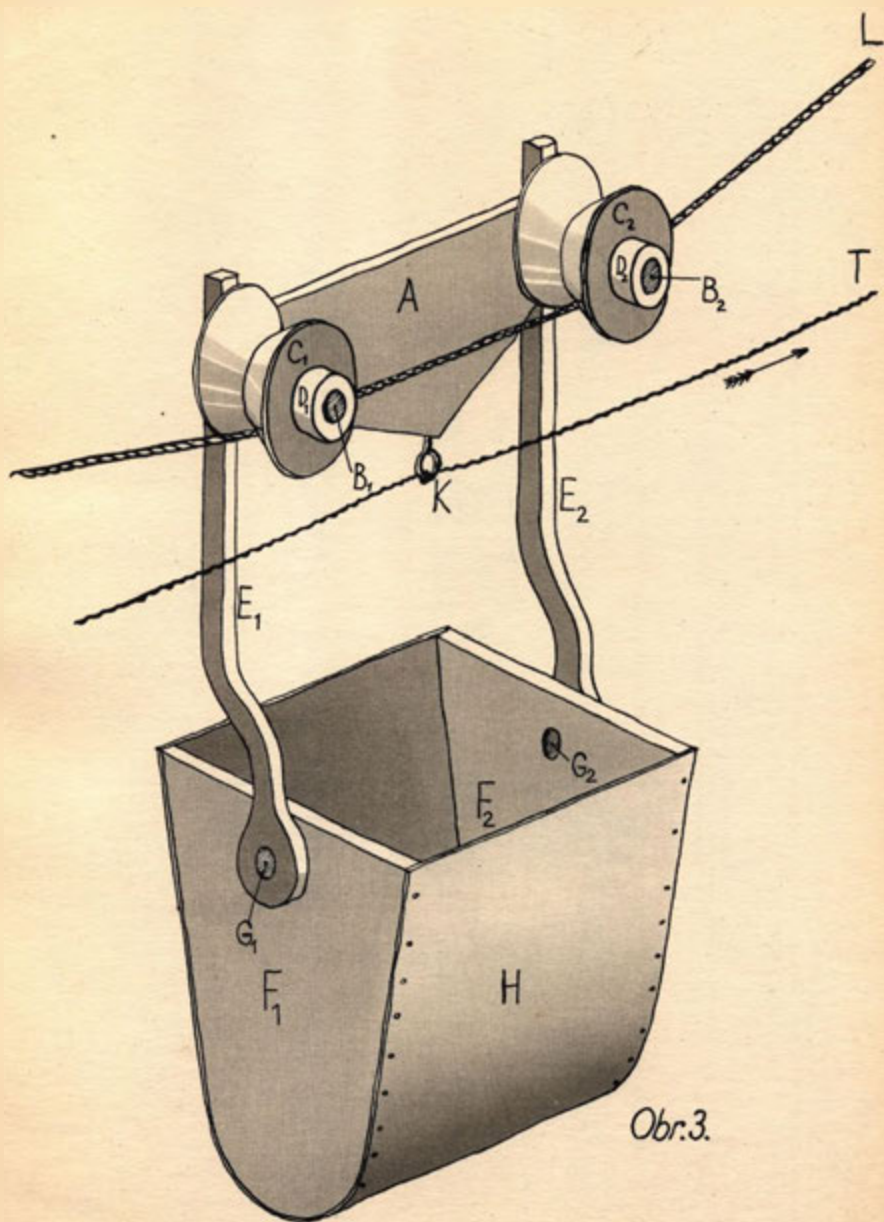
Obr.1.



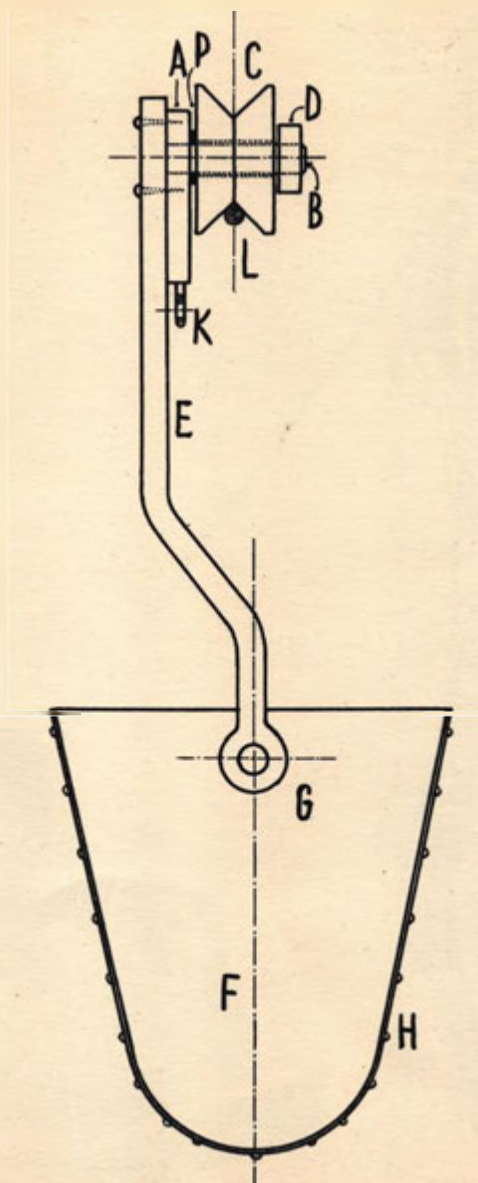


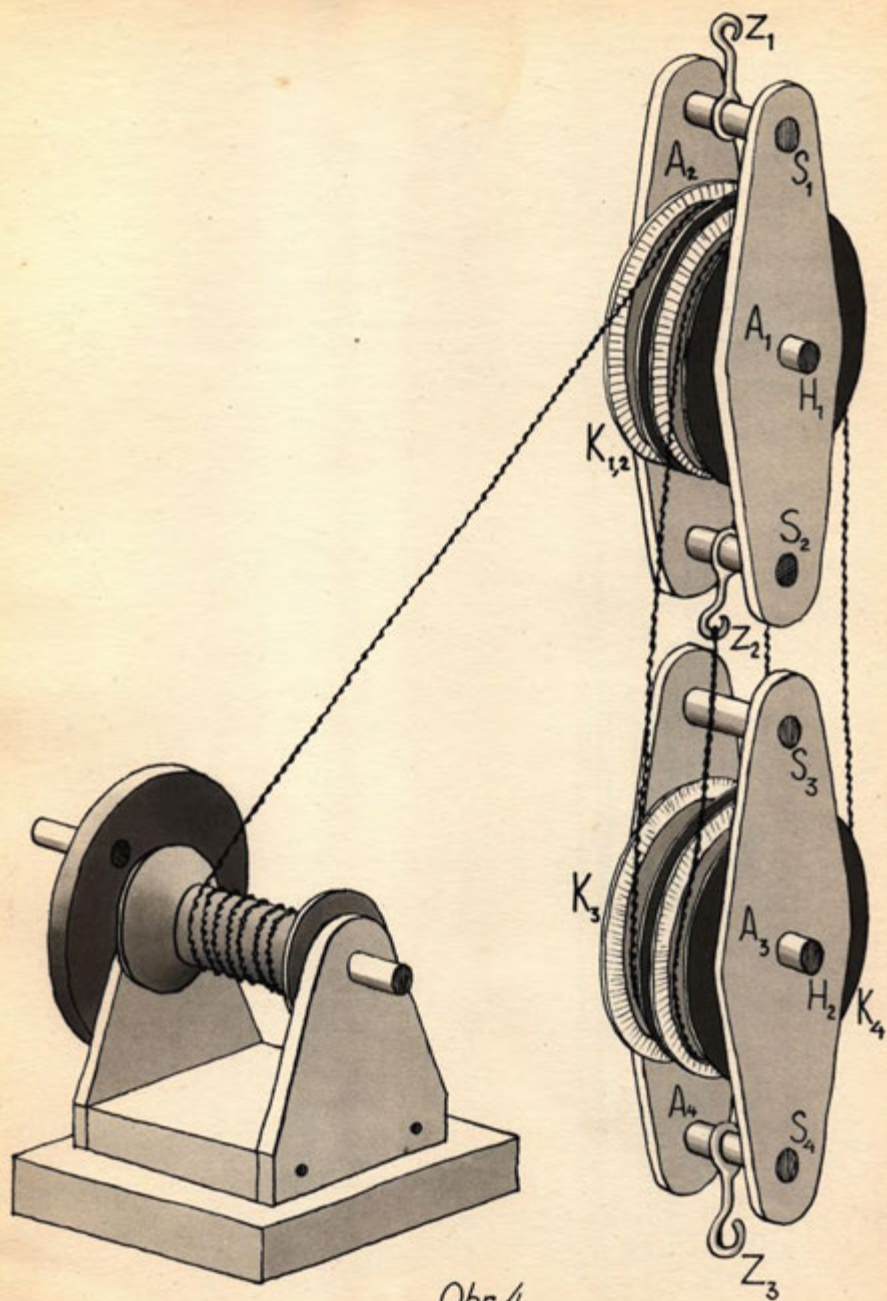






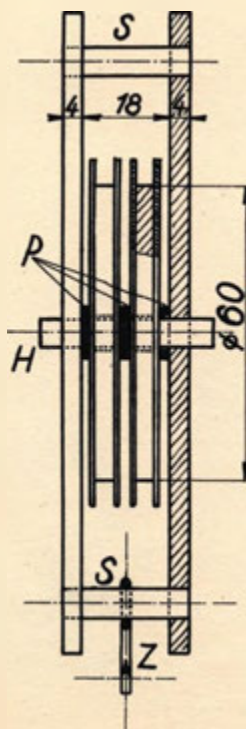
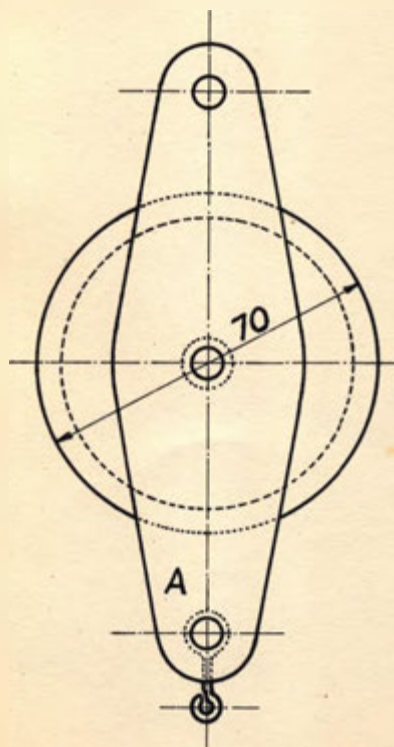
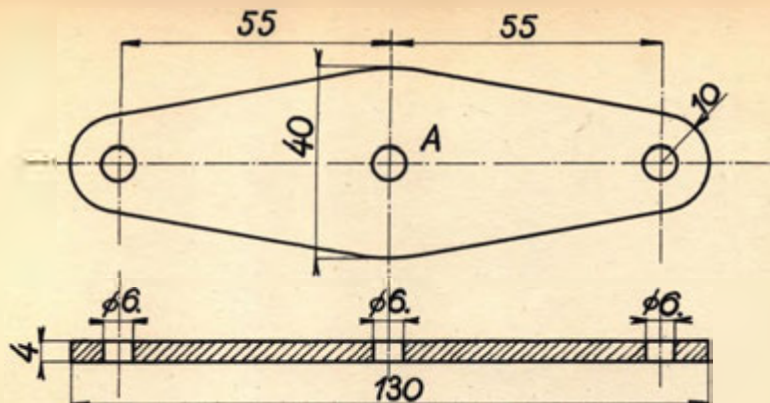
Obr. 3.

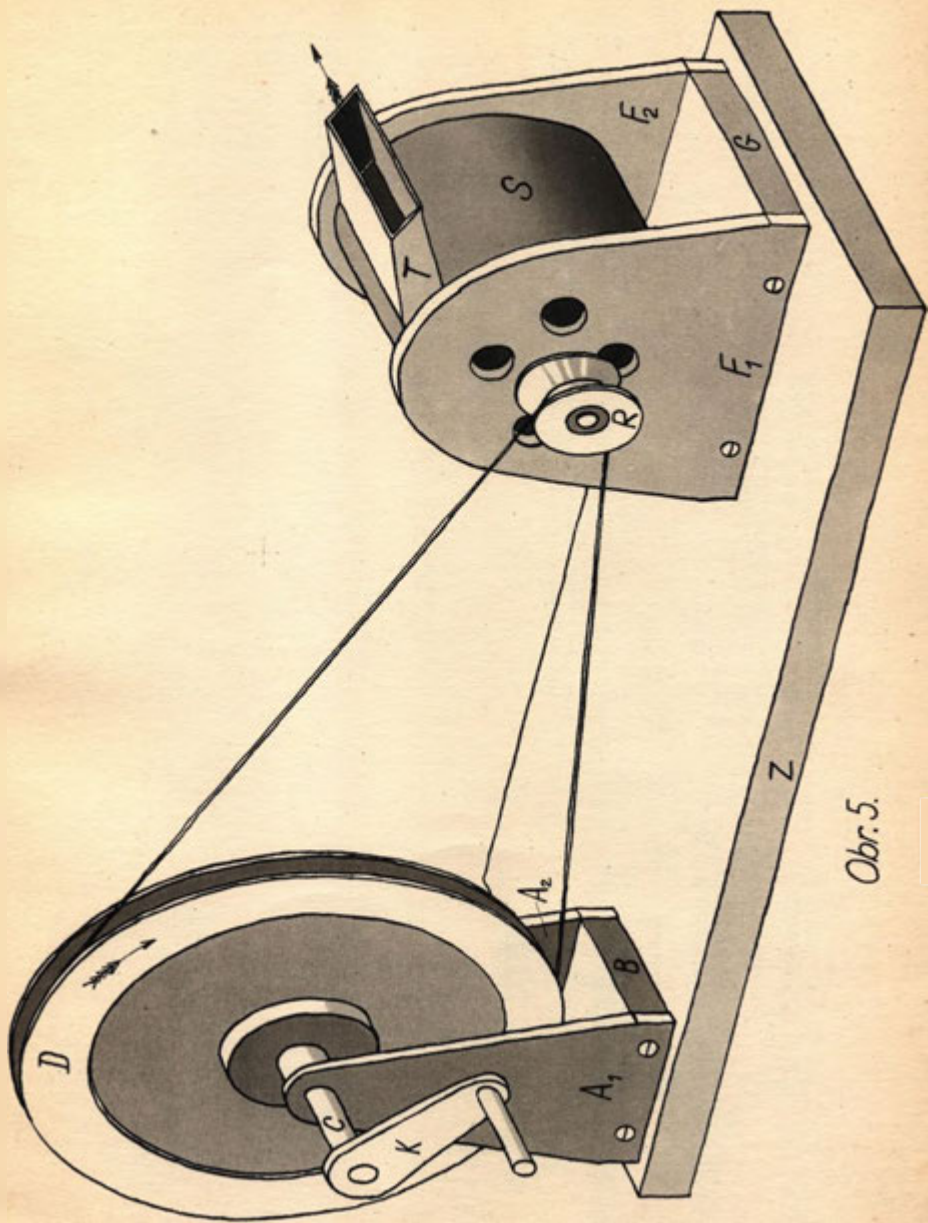




Obr. 4.

6.





Obr. 5.