

Johannes Kepler
PŘELOŽIL RNDr. Karel Vašíček
Nová stereometrie vinných sudů

V listopadu minulého roku, jasný pane a urozený a vznešený barone, milostiví pánové, jsem přivedl do mého domu novou manželku v tu dobu, kdy Rakousko zakončilo bohatou sklizeň vzácné vinné révy, rozdělujíc svá bohatství, rozeslalo nahoru po Dunaji naložené lodě, v našem Noriku a celý břeh v Linci byl zavalen vinnými sudy, prodanými za přijatelné ceny. V souhlasu s povinností manžela a laskavého otce rodiny, bylo pro mě nutné se postarat o nutné nápoje pro dům. Proto ke mně do domu bylo přineseno a dodáno několik sudů, a za čtyři dny přišel prodávající s měřícím pravítkem, s pomocí kterého změřil postupně všechny soudky, bez rozdílu, aniž by si všímal tvaru, bez jakýchkoliv úvah a výpočtů. Právě měděná hlavice pravítka se protahovala nalévacím otvorem plného sudu napříč k patě toho a jiného dřevěného kruhu, který podomácku nazýváme dno, a potom jak se v obecných případech tato délka od horního bodu břicha do dolního stejného a jiného prkenného kruhu ukázala stejná, prodávající vyhlásil kapacitu amfor, vměstnajících se do sudu, oznámil číslo, dodané na pravítku v tom místě, na kterém končila uvedená délka; podle tohoto čísla se určila výše ceny.

Divil jsem se, jak tato příčka, sestrojená přes objem poloviny sudu, může sloužit jako ukazatel objemu, a dokonce jsem zpochybnil správnost takového měření, protože velmi krátký, a proto málo objemný sud, uzavřený mezi kruhy, než aby byly trochu širší, může mít stejnou délku od otvoru do spodního bodu stejného a jiného kruhu.

Připomenulo se mi nudné měření, použité na Rýně, kdekoliv, nebojíc se nudné ztráty času, vyplňují sudy, odpočítávají počet amfor, a vypalují na měřené nádobě její kapacitu, ať jestli se použije měřící pravítko, pak vyměřují jak je možné více průměrů kruhů a délky zakřivených dužin a navzájem je vynásobí, a kromě toho, přejímají různé obezřetnosti, týkající se nerovnosti mezi dny, velikostí břicha a zakřivení dužiny sudu, a přece jen nezcela uspokojují: tak, jedny ukazují jednu chybu, a jiné - druhé. Kdypak jsem zjistil, že takové používání příčného pravítka je stanoveno zde úřední mocí a měřiči garantují jeho správnost, pak já, jako novomanžel, jsem uznal pro sebe za vhodné přijmout nový předmět matematických činností a zkoumat geometrické zákony takového příhodného a v domácnosti velmi potřebného měření a objasnit jeho základy, jestli takové existují. Když v průběhu třech dnů tyto úvahy vedly k různým zdařilým závěrům, tak že bylo možné vyjádřit ledasco určité, a já jsem už ořezal pero pro úpravy a zápis důkazu, hotového v mysli, nebylo pro mě nutné dlouho hledat, koho oslovit na začátku knihy s věnováním, kdo by jasností rozumu byl srovnatelný s $\alpha\chi\rho\tau\tau\beta\epsilon\alpha\nu$ (pečlivostí) důkazů a se zvláštním zájmem by si dal pozor na eleganci. Konkrétně, jako takového člověka mně vylíčil Tebe, jasný pane Lichtensteine, tvůj lékař Skot John Wodderborn, muž velmi dovedný v matematických vědách, a proto také můj blízký přítel, který svou včasnou přítomností mně připomenul Tebe; stejně na základě dlouhé známosti jsem znal i Tebe, vznešený a vzácný pane vladařský barone Joergere. V tomto vztahu se vaše sláva natolik rovná, že já, když jsem byl hostem obou, mohl bych se uká-

zat jako nespravedlivý ve vztahu k jednomu z Vás, jestli bych připomenul jen druhého.

Copak mně brání nazvat Vás zde kolegy? Vždyť toto soutěžení se týká nikoliv urozenosti, důstojnosti, státních zásluh a dokonce ani nějaké věci, kterou obvykle zkoumá matematik, ale jenom nadání a, pokud můžu dodat, patronátu pro mne. Proto jsem se bez váhání rozhodl k nastávajícím lednovým kalendám věnovat Vaším jasnostem novoroční dárek z mých úvah, které by nás vzájemně podnítlily k vděčnosti bohu za vše dobrodiní získané v minulém roce, zároveň s tím, ochránci, i my bychom byli potěšeni zasvěcením příjemné věci, a já, autor, bych byl obdařen spolu s čtenáři a znalci.

Způsob měřit víno ať je tedy pod ochranou krásy našeho Rakouska, hlavy jeho šlechty - vlastníka rozsáhlých vinic, které víno vystačí i pro účely štědré dobročinnosti.

Buďte zdraví, urození! Utěšujte Vaše mysli překrásnějšími úvahami, vašimi obvyklými kratochvílemi, a uskutečňte nastávající rok vesele v plné hojnosti všech vymožeností, a mě do budoucna, jak je obvyklé, nezbavte vašeho dobrodiní.

Linec, XVI. lednové Kalendy,

MDCXV roku podle letopočtu západních křesťanů.

Vašich jasností a urozeností nejpověstnější matematik císaře Matyáše a jeho věrných úradů Horního Rakouska.

Johannes Kepler

Stereometrie sudů

Předběžné poznámky o pravidlech výběru tvaru vinného sudu

Každé mistrovské a výhodné změření objemu požaduje známou souměrnost tvaru, poněvadž objemy nádob, nemajících žádnou určitou souměrnost tvaru, odolávají vnímání a požadují jen ruce a výpočet vlité kapaliny.

Vinným sudům podle požadavku na materiál, stavbu a používání se dostalo údělu kruhového tvaru, spřízněného; kuželovému a válcovému. Právě kapalina, dlouho obsažená v kovových nádobách, se kazí působením rzi; skleněné a hliněné jsou nedostatečné ne rozměry, ale nespolehlivé; kamenné nepřicházejí v úvahu pro používání kvůli hmotnosti, - tzn. nezbývá než znalévat a chránit víno v dřevěných. Z jednoho celého kmenu zase nelze lehce zhotovit nádoby dostatečně objemné a v potřebném množství, dokonce jestli to je možné, pak praskají. Proto sudy je třeba sestavit z mnoha kusů dřeva spojených navzájem dohromady. Uchránit se vytékání kapaliny spárou mezi jednotlivými kusy nelze ani za pomoci nějakého materiálu, ani nějakým jiným způsobem, kromě jejich stlačení vazbou. Protože tyto vazby se dělají z pružného materiálu - břízy, dubu atd. pak pod tlakem tíhy kapalné látky, která se je jimi silou smršťuje, rozestupují se v nejprostornější obruči. Podle této základní úvahy se bednáři uchylují ke kruhovému dnu, aby, dávajíc na krajích jiný tvar, neudělali nádobu zkřivenou a

nestálou, protože se břicho sudu, podle řečeného, blíží ke kruhovému tvaru. Toto je možné vidět na konvích, ve kterých se přes Alpy přenášejí do Německa italská vína. Podle podmínek jejich použití mají zploštěný tvar, aby je bylo možné věšet na bok mul a bezpečně převézt úzkými průchody a aby, vyčnívající daleko od boku muly, se nezatěžovalo podle zákona tíhy příliš zvíře a aby nedocházelo k silnějším úderům; a z této strany, kde byly plošší, z té hůře snášely tlak a lehce praskají.

Kruhový nebo válcový tvar zvyšuje ještě to pohodlí, že při převozu vín na povozech po zemi hlavní tíha připadá na víno a nejmenší na dřevo. Na tomto základě, jestli by z dřevěných destiček bylo možné stlouci kouli, pak by byly kulovité nádoby nejvíce vhodné. Ale protože svazky prken do koule zploštit nelze, pak na její místo nastupuje válec. ;Ale tento válec nemůže být zcela pravidelný, protože uvolněné svazky by se vzápětí staly zbytečnými a nemohly být napnuté silněji, jestli by sud neměl kuželový tvar, trochu by se zužovaly na obě strany od jeho břicha. Tento tvar je výhodný i pro valení (odtud je název válce) i pro převoz na povozech, a skládající se ze dvou navzájem podobných polovin na společné základně, jeví se nejvýhodnější při kolébání a je krásný na pohled.

Nakolik tímto způsobem, jsou vinné sudy spjaté s kruhem, kuzelem a válcem - tvary pravidelnými - stejně podléhají geometrickým měřením, jejichž principy je hodno přivést na počátku tohoto výzkumu, jak jsou stanoveny Archimédem, ovšem jen natolik, nakolik je toto dostatečné pro spokojenost rozumu, milujícího geometrii, a úplně i ve všech částech přísného důkazu se musí hledat v samotných knihách Archiméda, jestli se někdo nebojí trnité cesty jejich čtení. Ostatně, na některých místech, kterých se nedotkl Archimédes, je třeba se zastavit podrobněji, aby i vzdělanější lidé našli, to co by použili a z čeho by měli radost.

Část I

Stereometrie pravidelných zakřivených těles.

VĚTA I.

Především byla třeba znalost poměru délky kružnice k průměru, Archimédes dokázal:

Poměr délky kružnice k průměru je blízko k poměru čísel 22 a 7.

Pro důkaz tohoto se užívají útvary, vepsané do kruhu a kolem něj opsané. I když je takových útvarů nekonečný počet - my pro jednoduchost použijeme šestiúhelník. Ať v kruhu CBD je pravidelný šestiúhelník, jehož úhly C , D , B strana DB , a ať se v (bodech) D a B kruhu dotýkají dvě přímky, protínající se v bodě F ; střed A spojíme s F čarou AF , která ať protíná přímku DB v G a oblouk DB v E .

OBR. 1