

Středověké mechanické hodiny

TOMÁŠ DURDÍK

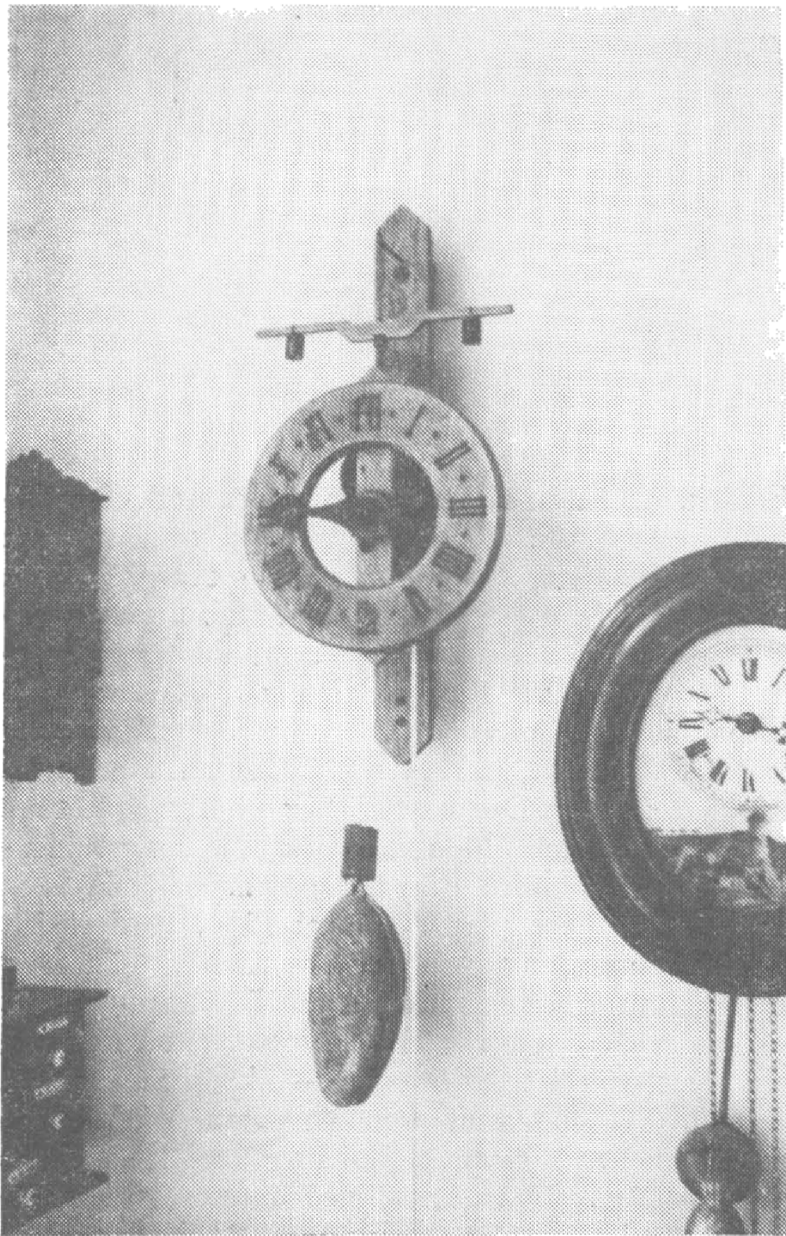
Sledujeme-li naši archeologickou literaturu, je zjevné, že evidenci unikají pozůstatky některých složitějších výrobků. Jelikož jde o artefakty, jejichž součástí jsou z při archeologických výzkumech běžně nalézaných materiálů, je nutno fakt, že nejsou publikovány, přičítá jiným skutečnostem, než že by se v nálezovém fondu nevyskytovaly. Hlavní roli zde evidentně sehrává neochota většiny badatelů publikovat předměty, které neumí funkčně interpretovat. A tato možnost je zvláště u součástí komplikovaných, méně běžně nalézaných mechanismů, velmi značná. Oprávněnost této úvahy dokládají např. svrchní kostěná obložení sochy kuše, která starší bádání neznalo a která od doby svého uvedení do archeologické literatury (Durdík 1973) jsou běžně evidována v materiálu z nových výzkumů i ve starých fondech. Podobnou situaci je možno předpokládat i v případě středověkých mechanických hodin. Přestože je k dispozici dostatek české literatury, obsahující elementární informace (např. Michal 1974, 1976, 1987, Poche—Urešová 1987, pokud nebude uvedeno jinak, jsou údaje v příspěvku čerpány z těchto prací), není možno vzhledem k jejímu úzce speciálnímu zaměření předpokládat její obecnou znalost, jak názorně dokládá i dosud jediný a chybný pokus o interpretaci archeologických nálezů jako hodinových součástí (Konůvky — Měchurová 1989). Smyslem tohoto příspěvku by tedy mělo být upozornit archeologickou veřejnost na podobu a účel středověkých mechanických hodin a jejich součástí, které lze úměrně jejich jistě nikoliv zcela běžnému, ale zároveň nikoliv zcela výjimečnému výskytu zvláště ve vyšších středověkých sociálních prostředích v našich nálezech předpokládat.

Čas je základní veličinou determinující veškeré lidské konání a jeho měření mělo ve středověku za sebou již dlouhý vývoj. Užívalo se různých typů časoměrných zařízení — slunečních hodin (gnomónů), vodních hodin (kepsyder), svícových, eventuálně olejových hodin, přesýpacích hodin a konečně hodin mechanických. V tomto sdělení si povšimneme pouze poslední skupiny a v jejím rámci pomíneme astronomické orloje, které vždy představovaly zcela výjimečné a nepočtené exempláře (Horský 1988).

Vznik mechanických hodin bývá (na rozdíl od jiných časoměrných zařízení) kladen do západní Evropy, kde se od pokročilého 13. století vyráběly železné věžní hodiny (např. Westminster 1282). Odsud se jejich užívání šířilo do ostatní Evropy, ve 14. století i do Čech. Hodináři a orlojníci jsou na dvoře Karla IV. poprvé doloženi k roku 1376, roku 1410 vznikly i hodiny na pražské Staroměstské radnici, které se staly základem pozdějšího orloje. Velké věžní hodinové stroje byly vyráběny kovářskou technologií; od 14. století se začaly užívat i pokojové závěsné či konsolové hodiny, u nichž převažovaly zámečnické výrobní postupy. Kromě železa se k jejich zhotovování užívala i mosaz a dřevo.

Konstrukčně základ mechanických hodin představuje jejich kostra, sloužící k montáži jednotlivých funkčních prvků. Jelikož stroje středověkých mechanických hodin nebyly kryté, představuje kostra výrazné, dobře patrné součásti. Zákonitosti mechanismu (o nichž se ještě zmíníme) vyžadovaly vodorovné situování os ozubených kol; proto jsou jejich ložiskové otvory vyvrtány ve svislých pásách. U nástěnných hodin mohou

Obr. 1. Švýcarská funkční replika dřevěných hodin z roku 1341.
Foto autor.



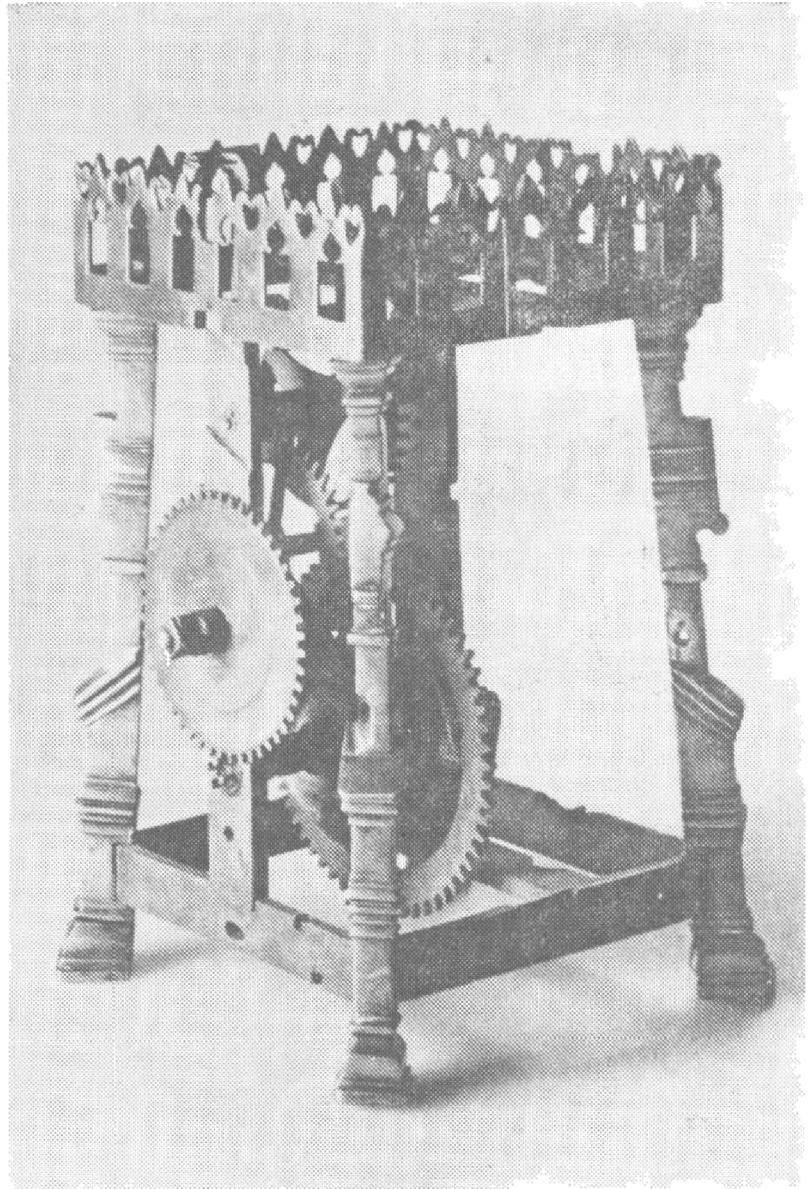
tyto dva sloupky spojené pásky představovat celou kostru (obr. 1); u věžních hodin jsou pak montovány na dostatečně tuhou rámovou klec. Druhý typ nalézáme u pokojových konsolových hodin, někdy na základě charakteristického tvaru klece, nazývaných též prismové. Nárožní sloupky, popřípadě koruna, bývají náročněji výtvarně pojednané (nejčastěji architektonickými motivy) — (obr. 2). U hodin opatřených bitím nad záklec vystupuje jehlan tvořený z nároží vybíhajícími pásky, v němž je zavěšen zvonek (obr. 3).

Funkční prvky mechanických hodin se rozpadají do čtyř základních skupin — hnací a převodový mechanismus, krok, oscilátor a ukazovací mechanismus (obr. 4).

Zdroj energie naprosté většiny středověkých mechanických hodin představovalo závaží. Nezbytný prostor pro jeho klesání též určoval možnosti situování. U věžních hodin byl k dispozici vnitřní prostor věže, u pokojových hodin pak byla situace složitější. Musely být buď zavěšovány výše na zdech, stavěny na konsoly opatřené otvory pro provazce závaží nebo situovány na podobně vybavených sloupcích (obr. 5).

Závaží u věžních hodin, nejčastěji kamenná, byla zavěšena na lanech, u pokojových hodin na strunách. Jednodušší variantu představuje zřejmě vedení lana přes kladku. V tom případě muselo opačný konec lana či struny napínat výrazně lehčí závaží. Druhou možnost představovalo navíjení lan či strun na bubny opatřené rohatkou se západ-

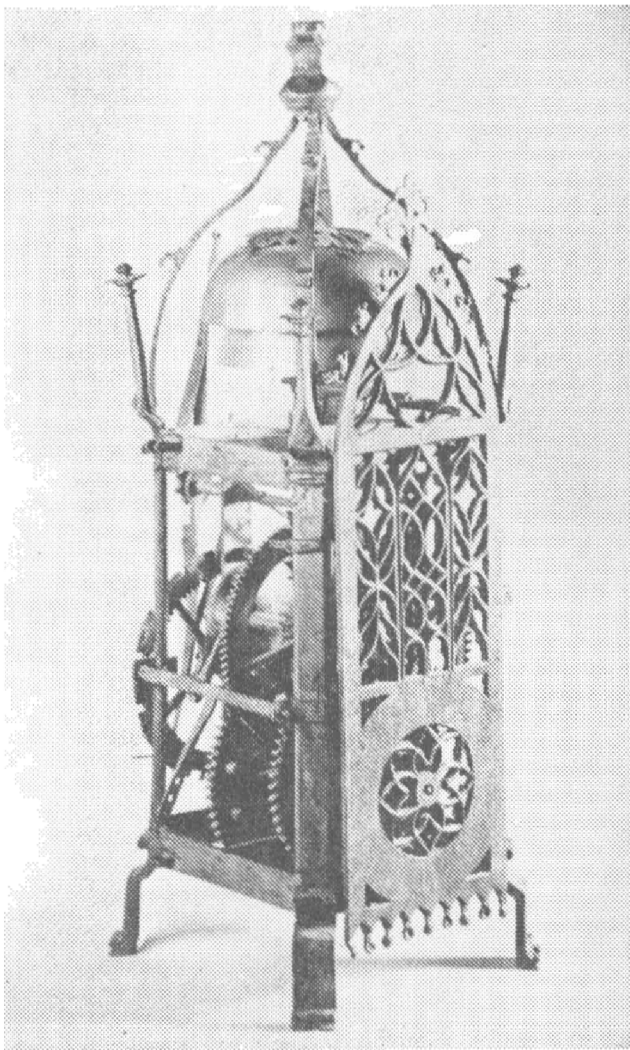
Obr. 2. Torso pozdně gotických prismových konsolových hodin ze sbírek Uměleckoprůmyslového muzea v Praze. Reprofoto H. Toušková.



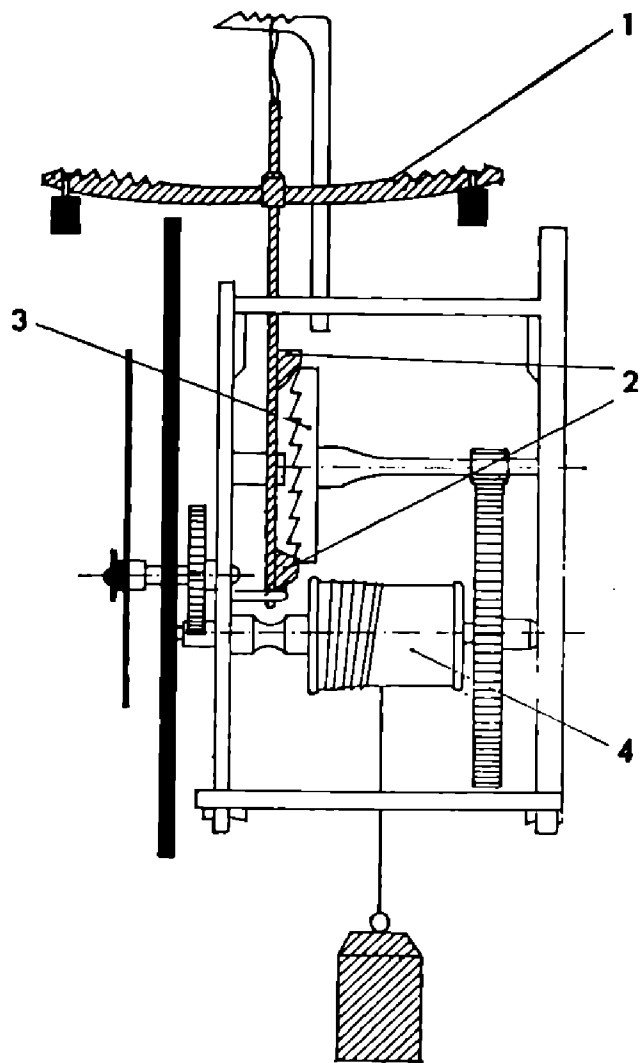
kou. Závaží představovala jednoduchý a spolehlivý, stejnoměrný zdroj energie. Již od 15. století je doložen i pérový pohon, zřejmě již dříve užívaný u jiných výrobků. Při rozvíjení péra se však vzhledem k jeho mechanickým vlastnostem mění (klesá) hnací síla. Proto se snad již v 15. století setkáváme s nejstarším ústrojím k vyrovnávání hnací síly — závitkem (šnekem). Vedle péra, uloženého ve válcovém pouzdře (pérovníku), se montoval kuželovitý závitka s povrchem opatřeným drážkami, na nichž byla při nataženém péru navinuta struna z ovčích střev, nebo jemný řetízek. Během rozvíjení péra se navíjel na povrch pérovníku a zvětšující se poloměr odvíjení na závitku způsobil, že výsledná hnací síla byla po celou dobu zhruba stejná.

Převodový mechanismus tvořila ozubená kola a pastorky. Šlo o velmi namáhané součásti (přenos sil viz obr. 6) se značnou náročností na přesnost výroby. Proto byla soukolí jdoucích strojů středověkých hodin značně jednoduchá — tvořila je často pouze dvě kola. Zpočátku se kola vyráběla ze železa, záhy však byly rozpoznány výhody kol bronzových či mosazných. Daleko více namáhané pastorky (u větších hodin cévkové neboli lucernové, u malých cykloidní), zůstaly železné, respektive ocelové. Představují nesporně nejrychleji se opotřebovávající součást celého stroje.

Krok je ústrojí trvale spojené s převodovým mechanismem odměřující potřebná kvanta energie pro oscilátor. Ve středověku byl užíván pouze krok vřetenový. Jeho



Obr. 3. Pozdně gotické konsolové prismové hodiny ze sbírek Moravské galerie v Brně. Reprofoto H. Toušková.

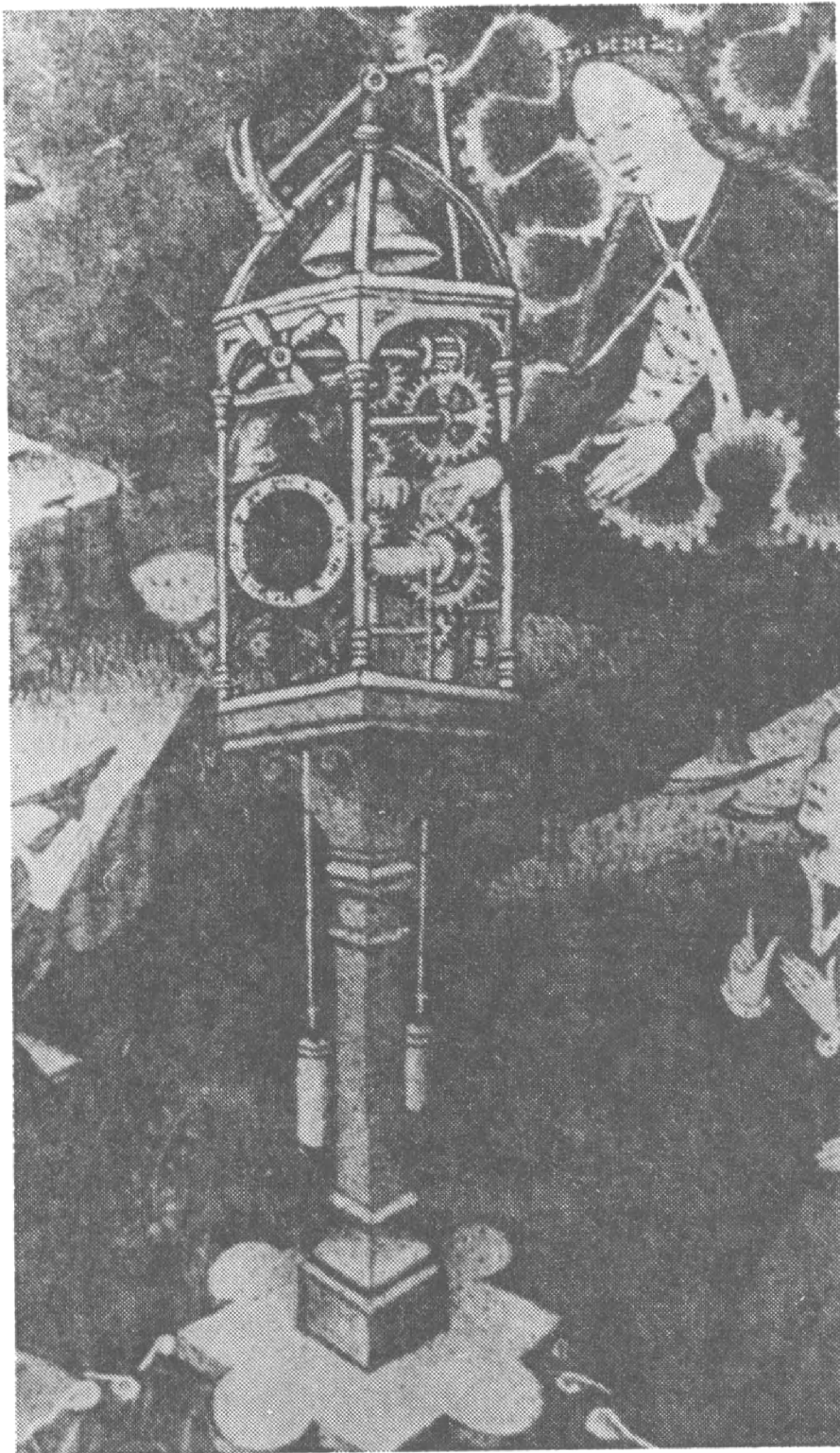


Obr. 4. Schéma železného hodinového stroje z konce 14. století. Podle St. Michala.

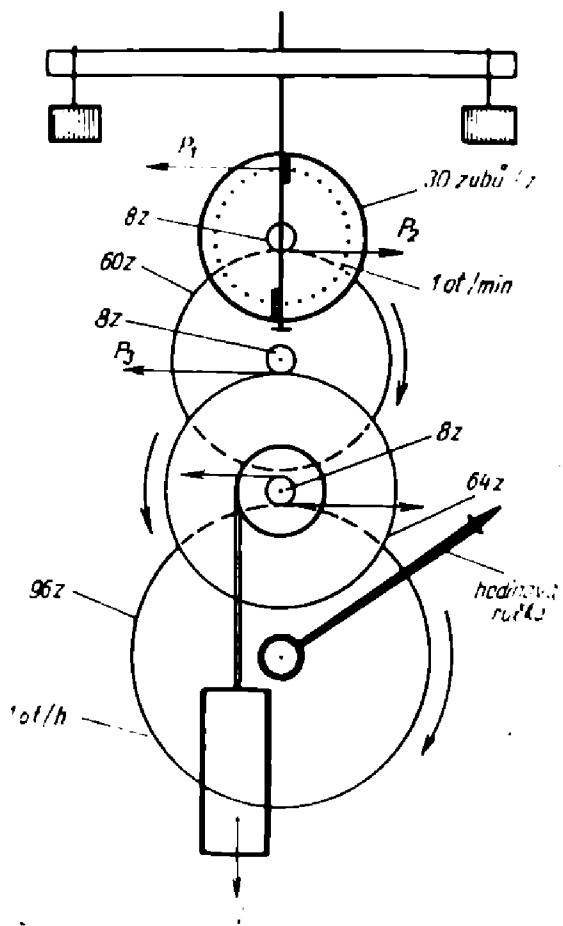
hlavními součástmi jsou krokové kolo (podle charakteristického tvaru a polohy velkých zubů zvané též korunové) a svislý hřídel (vřeteno) ze dřeva či kovu s přímými paletami. Na horním konci hřídele je pevně nasazen oscilátor. Palety zapadají do zubů korunového kola, které uděluje vřetenu silové popudy pro kmity oscilátoru.

Oscilátorem středověkých hodin byl lihýř. Šlo o vodorovnou dvouramennou páku, respektive vahadlo, opatřené posuvnými regulačními závažími, umožňující nastavení délky kmitu. Lihýř byl vlastně jakousi variantou setrvačnicku a na rozdíl od modernějších oscilátorů nebyl schopen samostatných kmitů. Teoretický model kyvadla bývá přičítán až Galileo Galilei a kyvadlové hodiny se na základě poznatků Christiana Huygense vyráběly až od 2. poloviny 17. století.

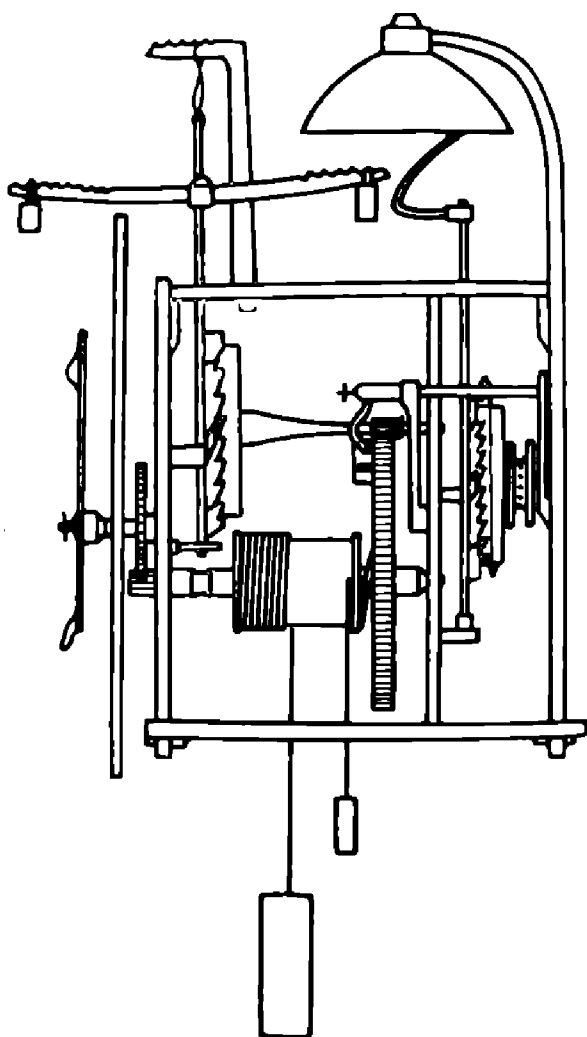
Ukazovací mechanismus středověkých hodin tvořilo jedno ozubené kolo, ručka a ciferník. Po celý středověk se užívalo pouze jedné (hodinové) ručky; s minutovou ručkou se setkáváme až u kyvadlových hodin. Zpočátku se zřejmě vyskytovaly konstrukce s pevnou ručkou a otočným ciferníkem, záhy se však ustálilo klasické řešení s pohyblivou ručkou spojenou pevně či volněji formou namáčknutí na kónickou osu s ozubeným kolem a na kostru montovaným ciferníkem. Ten měl tvar mezikruží a byl opatřen německým (dvanáctihodinovým) nebo italským (staročeským, tj. čtyřiaadvacetihodinovým) číselníkem většinou s římsky psanými číslicemi. Tzv. hodiny věžníků, sloužící jako pomůcka pro věžníky, odbíjející zvonem čas, měly ciferník opatřený výraznými výstupky, umožňujícími ve tmě, která ve věži vládla, hmatovou orientaci (obr. 8, 11).



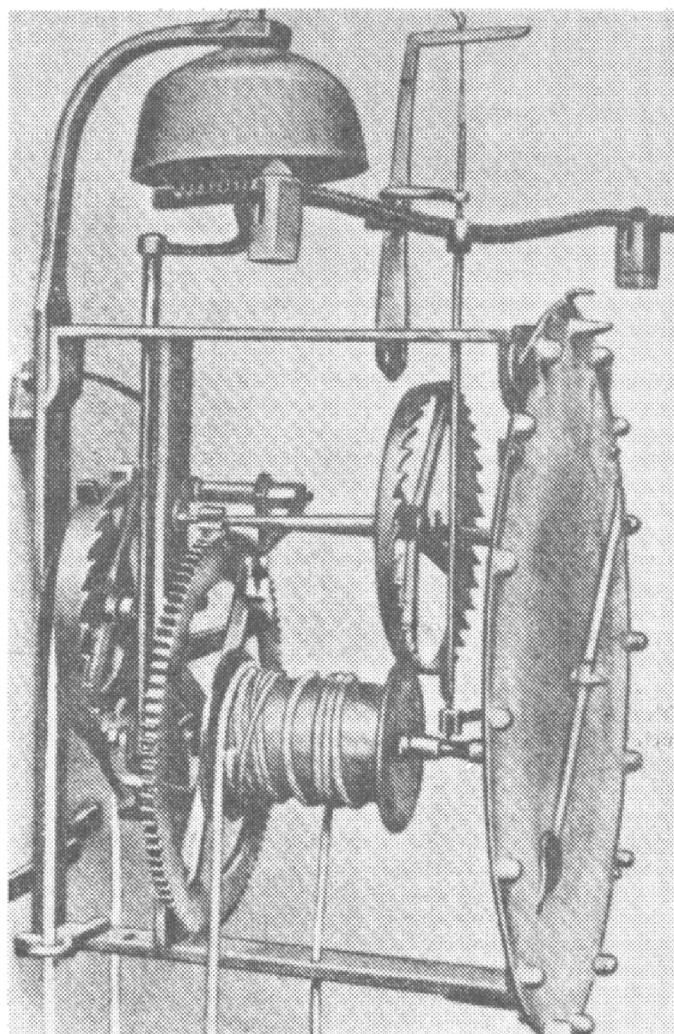
Obr. 5. Gotické prismatické hodiny na sloupku. Iluminace rukopisu pro Kristinu Písánskou z poloviny 15. století. Reprofoto H. Toušková.



Obr. 6. Schéma přenosu sil v luhýfových hodinách. Podle St. Michala.



Obr. 7. Schéma nástěnných zvonících hodin ze 14.—15. století. Podle St. Michala.



Obr. 8. Železné nástěnné zvonící hodiny ze 14.—15. století. Reprofoto H. Toušková.

Snad již současně se vznikem mechanických hodin byly tyto opatřovány bicím strojem, ať již za účelem buzení, tak častěji akustické signalizace celých hodin. Bicí stroj (obr. 7, 8) byl nejčastěji tvořen čtyřmi koly, přičemž poslední (nejvýše montované) mělo tvar větrníku (brzdící vrtule) zajišťující pravidelnost chodu. Bicí stroj se spouštěl prostřednictvím páky čepem na hodinovém kole stroje jicího. Úder bicího kladívka na zvonek ohlašoval každou celou hodinu. K vynálezu závěrkového kola, umožňujícího odbíjení příslušného počtu úderů pro každou hodinu, došlo zřejmě až v raném novověku. Zvonek středověkých hodin byl umísťován nad vlastní stroj. Zvonařsky vyráběné zvony pro věžní hodiny charakteristického, se zvonky malých hodin shodného tvaru, se nazývají cimbály. Bicí stroje se nejčastěji v kostře montovaly analogicky za stroje jicí.

Výtvarné pojednání středověkých hodin se s výjimkou zcela výjimečných unikátních exemplářů, patřících spíše do kontextu soudobého zlatnictví (obr. 9), omezilo na již zmíněné architektonizující pojednání konstrukčních prvků, především kostry. Až koncem 15. století se setkáváme s prvými náznaky snah o částečné zakrytí stroje, např. s ciferníkem spojenou, prolamovanými architektonickými motivy pojednanou čelní deskou (obr. 3).

Památky středověkého hodinářství, dochované na našem území, jsou velmi nepočtené. Ve sbírkách pražského Uměleckoprůmyslového muzea se nachází torso pozdně gotických prismových konsolových hodin (obr. 2), u nichž E. Poche a L. Uřešová (1987, 161) předpokládají český původ a vznik v 2. polovině 15. století. Z celého stroje se dochovala pouze kostra a ozubená kola jicího stroje, včetně s lihýřem, ciferník, ručka stejně jako celý bicí stroj (včetně zvonku a části kostry) chybí.

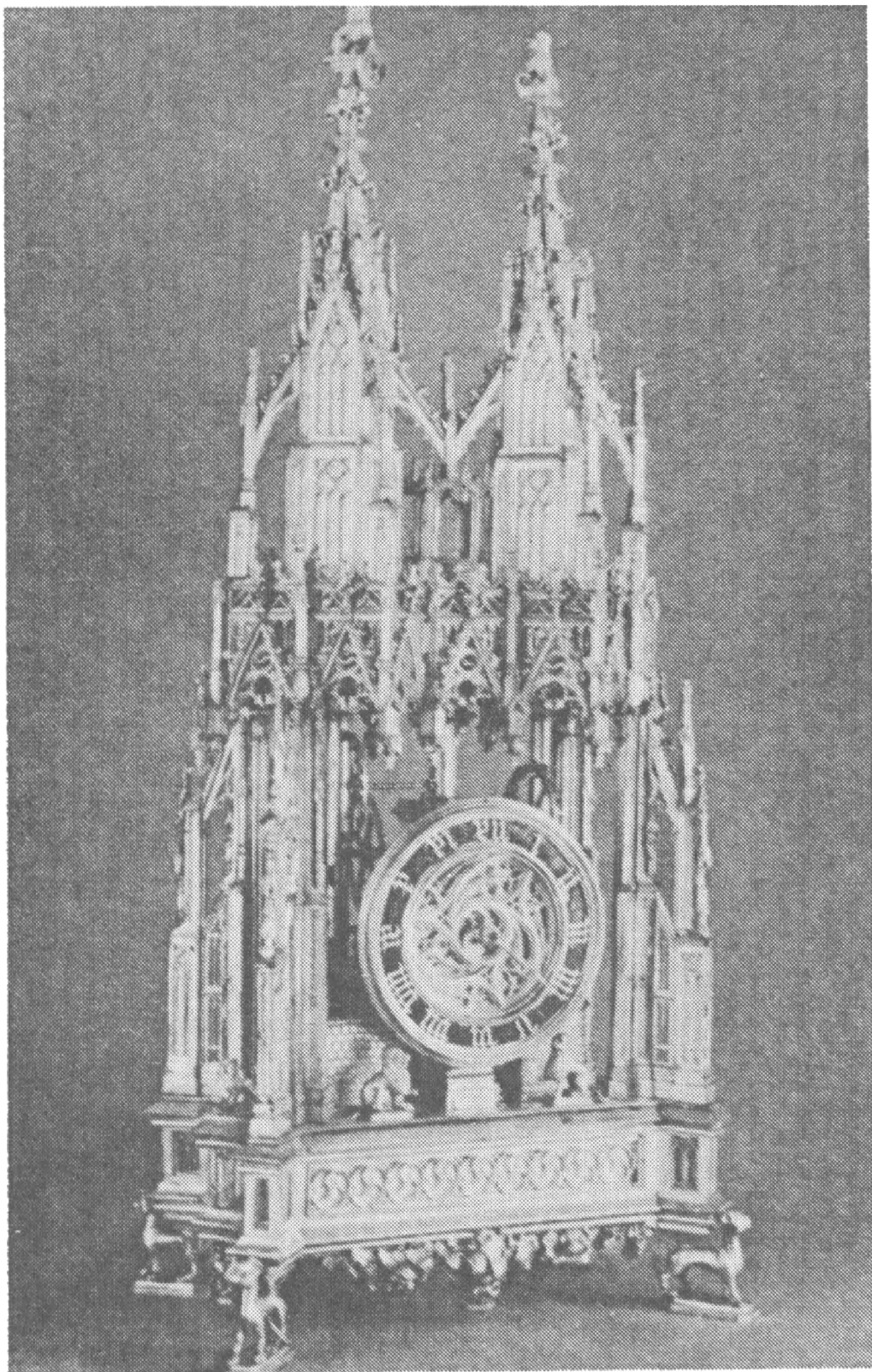
Druhé (a pokud je mi známo poslední) pozdně gotické prismové konsolové hodiny se nacházejí ve sbírkách brněnské Moravské galerie (obr. 3). Vzhledem k tomu, že tento exemplář prodělal některé výraznější mladší modernizační úpravy, je však jeho vypovídací hodnota poněkud snížena.

Máme-li hovořit o českých středověkých věžních hodinách, je možno uvést prakticky pouze jicí stroj známého pražského orloje (Horský—Procházka 1964). Jeho původní, jen nepatrně doplněná podoba se dochovala až do modernizace v roce 1865. Naštěstí ji známe díky náčrtům hodináře Romualda Božka. Zmíněný náčrt (obr. 10) je spolu s výkresem hlavního, zvonícího a bicího mechanismu uložen v archivu Národního technického muzea.

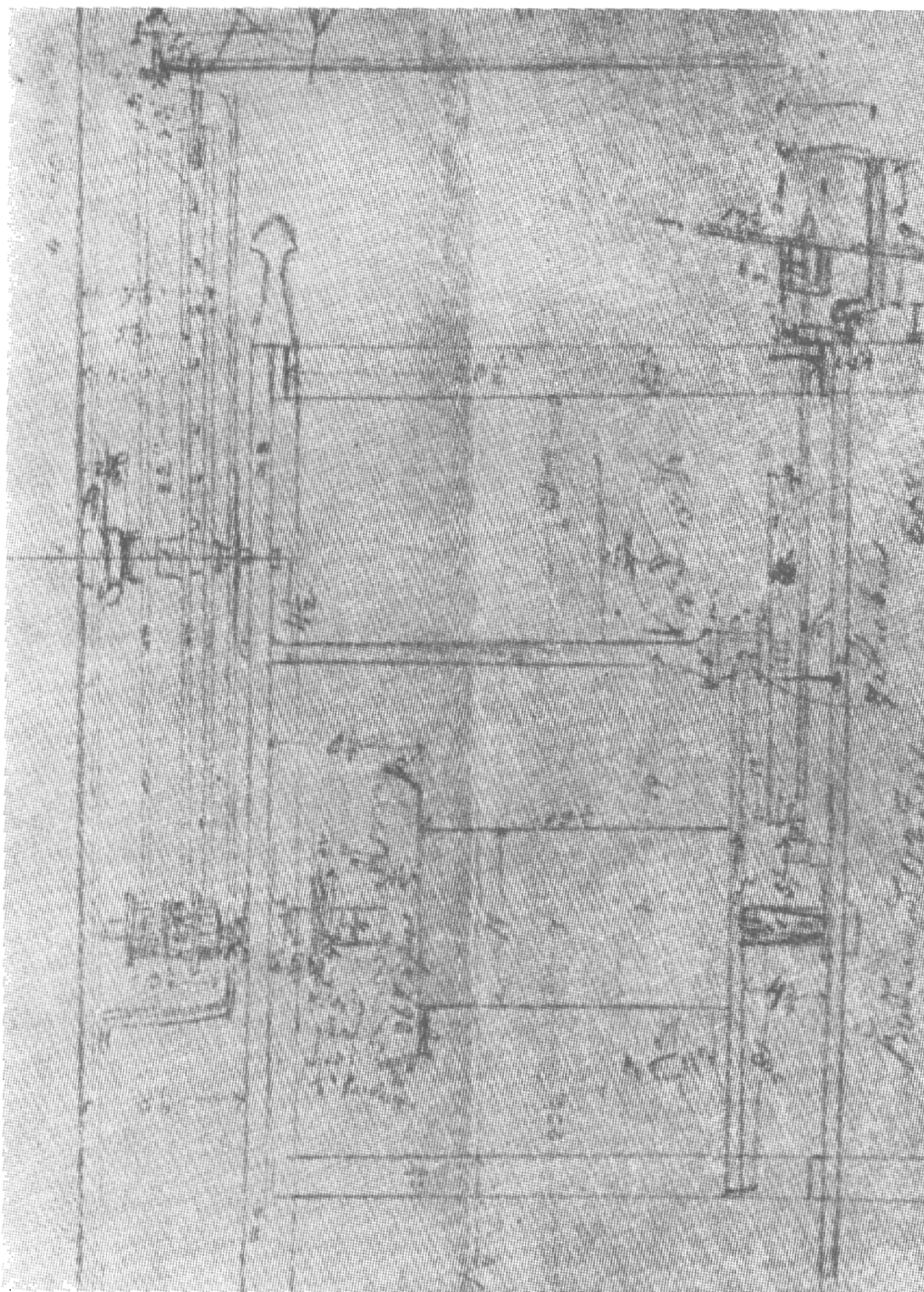
Středověké mechanické hodiny představovaly důležitý prvek každodenního života zvláště sociálně vyšších vrstev středověké společnosti. Lze jen doufat, že jejich pozůstatky budou rozpoznány i mezi archeologickými nálezy a zaplní se tak mezera v poznání naší pramenné základny.

Literatura

- DURDÍK, T., 1973: Kostěné obložení sochy kuše v českých a moravských nálezech — Beinverkeidung der Armbrutsäul in Funden aus Böhmen und Mähren. AR XXV, 344—345.
- HORSKÝ, Z., 1988: Pražský orloj, Praha.
- HORSKÝ, Z. — PROCHÁZKA, E., 1964: Pražský orloj. Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky 9, 83—146.
- MĚCHUROVÁ, Z., 1989: Nálezy bronzových předmětů ze zaniklé středověké osady Konůvky (okr. Vyškov). AH 14, 473—488.
- MICHAL, S., 1974: Hodinářství a technika měření času. Dějiny techniky v Československu do konce 18. století. Praha, 320—325.
- MICHAL, S., 1976: Vývoj hodinářství v českých zemích. Praha.
- MICHAL, S., 1987: Hodiny (Od gnomónu k atomovým hodinám). 2. přepracované a doplněné vydání. Praha.
- POCHE, E. — UREŠOVÁ, L., 1987: Hodiny a hodinky. Praha.



Obr. 9. Tzv. hodiny Filipa Dobrého, vyrobené v Burgundsku okolo roku 1430, dnes ve sbírkách Germanische Nationalmuseum v Norimberku. Reprofoto H. Toušková.

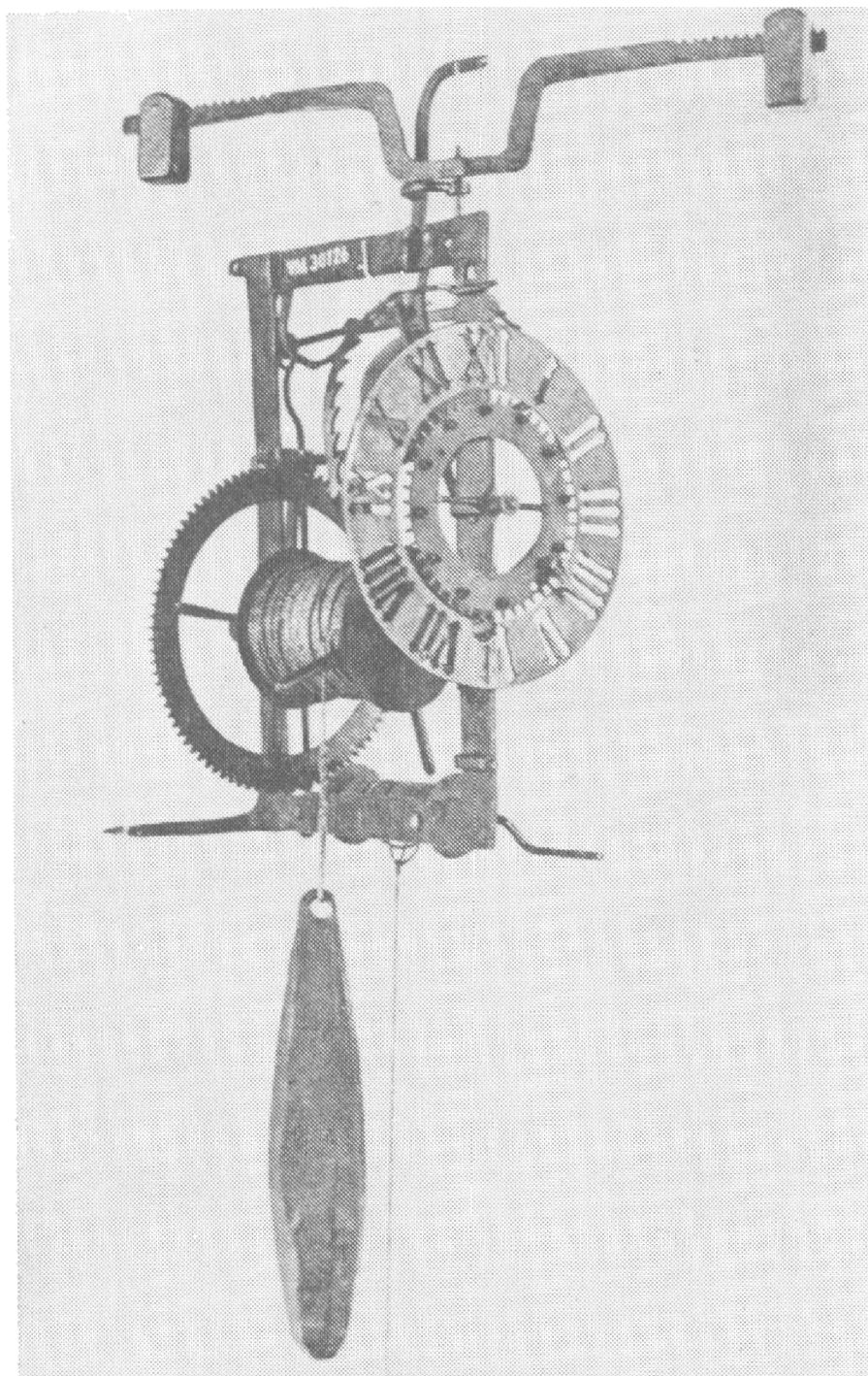


Obr. 10. Náčrt Romualda Božka zachycující původní stav jícího stroje pražského orloje. Reprofoto H. Toušková.

Zusammenfassung

Mittelalterliche mechanische Uhr

Der Zweck des Übersichtsbeitrags ist es, die archäologisch interessierte Öffentlichkeit mit der Gestalt und Funktion der mittelalterlichen Uhr und deren Teilen bekannt zu machen, denn der Fakt, daß man auf deren Überreste in archäologischen Publikationen nicht stößt, ergibt sich höchstwahrscheinlich aus der Unlust der meisten Forscher, solche Funde zu publizieren, die sie in ihrer Funktion nicht bestimmen können. Man vermutet, daß die mechanische Uhr in Westeuropa am Ende des 13. Jahrhunderts entstand; die ältesten böhmischen schriftlichen Berichte registrieren Uhrmacher auf dem Hof von Karl dem IV im Jahre 1376. Der Beitrag gibt eine Übersicht über den Körper sowie über die Funktionsteile der mittelalterlichen Uhr. Für den Antrieb sorgten anfangs Gewichte. Bereits seit dem 15. Jahrhundert ist auch der Federantrieb und die älteste Einrichtung (Schneckenrad, Schnecke) zum Ausgleich der durch die Abwicklung der Feder verursachten Antriebskrafttherabsetzung belegt. Das durch Zahnräder und Ritzel ge-



Obr. 11. Tzv. hodiny vězníků, Německo, 15. století. Historické muzeum Hannover. Reprofoto H. Toušková.

bildete Übersetzungsgetriebe wurde mit dem Spindelschritt fest verbunden. Hinter dem oberen Ende der Welle (der Spindel) wurde ein Oszillator in Form eines Waagebalkens mit Regel-Hilfsgewichten fest montiert. Den Anzeigemechanismus bildeten ein mit dem Uhrzeiger verbundenes Rad und ein kreisringförmiges Zifferblatt. Wahrscheinlich schon von Anfang an wurde das Uhrwerk durch das Schlagwerk ergänzt, das mit einem einzigen Schlag jede ganze Stunde meldete. In böhmischen Sammlungen blieben zwei spätgotische konsolartige Prismenuhren erhalten. Trotz Modernisierung im Jahre 1865 ist auch die ursprüngliche Uhrwerkgestalt der bekannten Prager Turmuhr aus dem Anfang des 15. Jahrhunderts bekannt.

Abbildungen:

Ab . 1. Schweizerische Funktionsreplik einer Holzuhr aus dem Jahre 1341. Photo vom Autor.
 Abb. 2. Torso einer spätgotischen konsolartigen Prismenuhr aus den Sammlungen des Kunstgewerbemuseums in Prag. Reprofoto von H. Toušková.

-
- Abb. 3. Spätgotische konsolartige Prismenuhr aus den Sammlungen der Mährischen Galerie in Brno. Reprofoto von H. Toušková.
- Abb. 4. Schema des eisernen Uhrwerkes aus dem Ende des 14. Jahrhunderts. Nach St. Michal.
- Abb. 5. Gotische Prismenuhr auf einer Säule. Illumination der Handschrift für Christine von Pisa aus der Mitte des 15. Jahrhunderts. Reprophoto von H. Toušková.
- Abb. 6. Schema der Kraftübertragung in der Uhr mit Waagebalken. Nach St. Michal.
- Abb. 7. Schema der klingelnden Wanduhr aus dem 14.–15. Jahrhundert. Nach St. Michal.
- Abb. 8. Eiserne klingelnde Wanduhr aus dem 14.–15. Jahrhundert. Reprophoto von H. Toušková.
- Abb. 9. Sog. Uhr von Philipp dem Gütigen, die im Burgund um 1430 hergestellt wurde. Heute in Sammlungen des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg. Reprophoto H. Toušková.
- Abb. 10. Skizze von Romuald Božek, die den ursprünglichen Stand des Uhrwerkes der Prager Turmuhr festhält. Reprophoto von H. Toušková.
- Abb. 11. Türmeruhr, 15. Jahrhundert. Historisches Museum Hannover. Reprophoto H. Toušková.

