

MODULARNO OBLIKOVANJE LESENIH KOLES VPREŽNIH IN ROČNIH VOZIL V SLOVENIJI

Tine Kurent

Pri merski analizi šempetrskih spomenikov sta zbudila mojo pozornost dva kanelirana stebra. Steber, visok osem in pol čevljev brez kapitela, spada k doslej še ne rekonstruirani edikuli in ima dvajset kanelir. Manjši, osem čevljev visoki stebriček je del grobnice Priscinianov. Šestnajst žlebičkov je vanj vrezanih zavojnato. (Glej sliki 1 in 2.) Značilno za oba stebra je, da so razmerja med njunimi obsegi in premeri ter obsegi in številom kanelir (seveda če mere izrazimo z mnogokratniki neke rimske antropometrične enote) — praktično cela števila ali preprosto izrazljivi ulomki, kljub nastopu iracionalnega števila π .

Karakteristični premer večjega stebra (slika 1) znaša 4 pesti, kar je enako dva cela dve tretjini semisa (semis, ali polovični čevlj, je modularna enota tega stebra), ali 16 palcev. (Rimski merski sistem glej na slikah 3 in 4.) Če izrazimo tudi obseg tega stebra v palcih, dobimo:

$$\begin{aligned} D \text{ (premer)} &= 16'' \\ O \text{ (obseg)} &= D\pi \\ &= 16'' \times 3,14 \\ &= 50'' \end{aligned}$$

Obod je kljub iracionalni vrednosti π *izrazljiv s celim mnogokratnikom palca* z natančnostjo, ki je mnogo večja, kot jo sicer dopuščajo delovne tolerance kamnosekov. Ker je obod nažlebljen dvanajstkrat, pride na eno kaneliro $50'' : 20 = 5/2''$, to pa je enako $10/3$ d (d = digitus, prst). Od te širine pride na žlebič sam $7/3$ d, 1 d pa je širok greben med obema žlebičema.

Podobno je pri manjšem kaneliranem stebriču (glej sliko 2):

$$\begin{aligned} D \text{ (karakteristični premer)} &= 15 \text{ d} \\ O \text{ (obseg)} &= D\pi \\ O \text{ (obseg)} &= D\pi \\ &= 48 \text{ d} \end{aligned}$$

Ta stebrič ima 16 kanelir. Na vsako kaneliro pride torej $48 \text{ d} : 16 = 3 \text{ d}$. Pri tem je žlebič širok 2 d, greben med žlebičema pa 1 d.

Iz navedenih dveh primerov se da izluščiti pravilo, da so premeri kaneliranih stebrov, izraženi kot celi mnogokratniki neke modularne merske enote, standardizirani tako, da so tudi obsegi praktično enaki celim mnogokratnikom iste modularne enote. Celi modularni mnogokratniki, ki označujejo obseg, pa so števila, ki so istočasno mnogokratniki enega izmed števil 16, 20 ali 24. Antični stebri imajo namreč praviloma 16, 20 ali 24 kanelir.

Medsebojno odvisnost števil, ki določajo premer, obseg in delitev obsega na 16, 20 ali 24 delov, lahko predstavimo grafično.

Na diagramu (slika 5) mnogokratniki modularnih enot na abscisi označujejo premere, na ordinati pa obsege. (Ritem teh mnogokratnikov pojema po logaritmčni skali zgolj zato, da bi diagram ne bil prevelik.) Posebej so označene funkcije

$$y = x\pi$$

$$y = \frac{x\pi}{16}$$

$$y = \frac{x\pi}{20}$$

$$y = \frac{x\pi}{24}$$

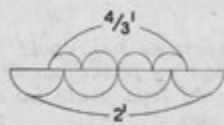
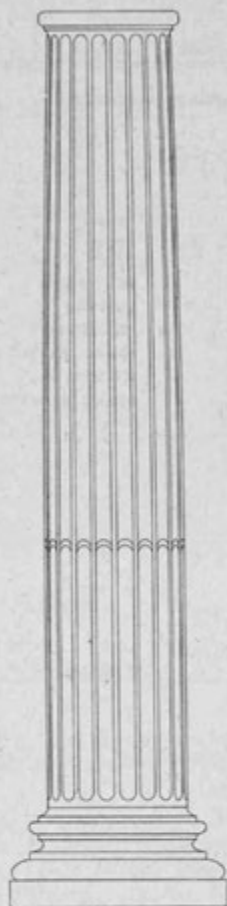
x = mnogokratniki, ki določajo premer

y = mnogokratniki, ki določajo obseg

Na diagramu so vnesene vrednosti za oba kanelirana šempetrska stebra. Pomniti je treba to, da naravna števila, ki določajo ritem na abscisi in ordinati, pomenijo samo mnogokratnike neke modularne enote, ki je lahko katerakoli antropometrična merska enota. Tako je modul pri oblikovanju prereza večjega stebra enak enemu palcu, modul pri oblikovanju prereza manjšega stebra pa meri 1 prst.

Sl. 1. Kaneliran steber, sestavni element velike, doslej še ne rekonstruirane edikule iz Sempetra. — Karakteristični premer stebra meri 16 rimskih palcev (uncia), obod pa praktično 50". Natančnost razmerja med premerom in obodom, izraženim s celimi mnogokratniki palca, je tukaj mnogo večja, kot to dovoljujejo kamnoseške tolerance. Ker ima steber 20 kanelur, pride na vsako $\frac{3}{2}$ " loka, ali izraženo v prstih (digitus) $\frac{10}{3}$ d. Zleb sam je širok $\frac{1}{3}$ d, greben pa 1 d

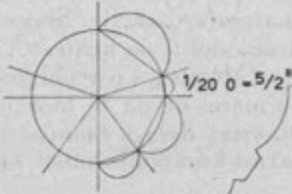
Fig. 1. Kannelierte Säule, Bestandteil einer grossen, bis jetzt noch nicht rekonstruierten Edikula in Sempeter. — Der charakteristische Durchmesser der Säule beträgt 16 römische Zolle (uncia), der Umfang aber praktisch 50". Das genaue Verhältnis zwischen Durchmesser und Umfang, ausgedrückt mit ganzen Vielfachen des Zolls, ist hier viel grösser, als es die Steinmetztoleranzen erlauben. Da die Säule 20 Kanelieren hat, entfällt auf jede $\frac{3}{2}$ " des Bogens, bzw. ausgedrückt in Fingern (digitus) $\frac{10}{3}$ d. Die Rinne selbst ist $\frac{1}{3}$ d. breit, der Grat aber 1 d



$$r = 2/3' = 8''$$

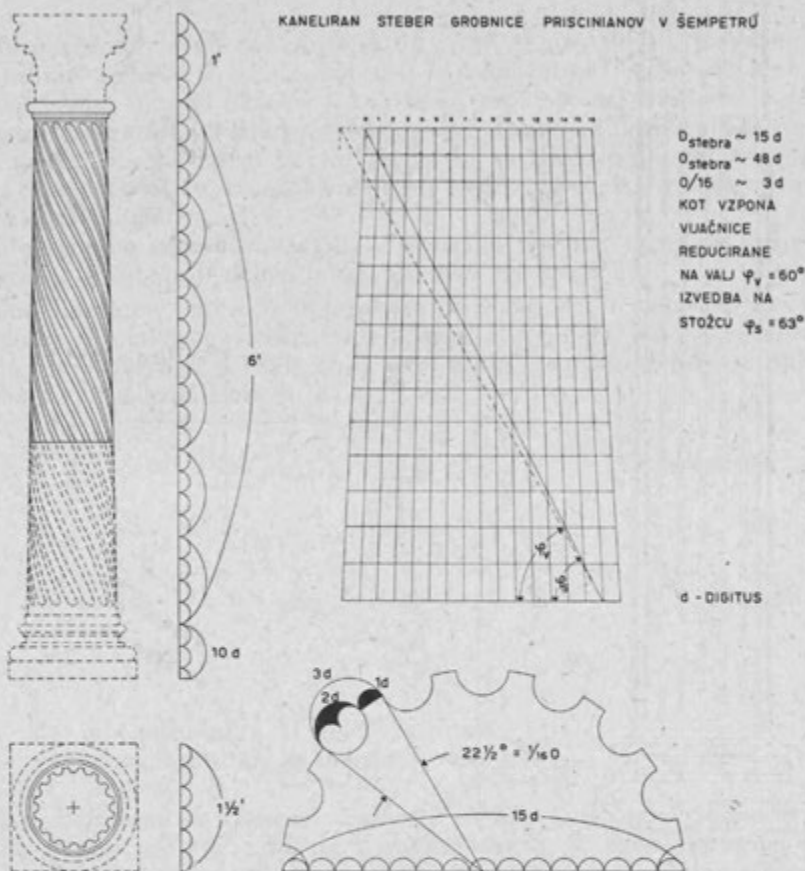
$$0 = 4/3' \times 11' = 50''$$

OBOD JE RAZDELJEN
NA 20 KANELUR
 $K = 50/20 = 2.5$
 $d (\text{DIGITUS}) = 2.5$
 $= \text{PRST}$



$r = 19.5 \text{ cm}$

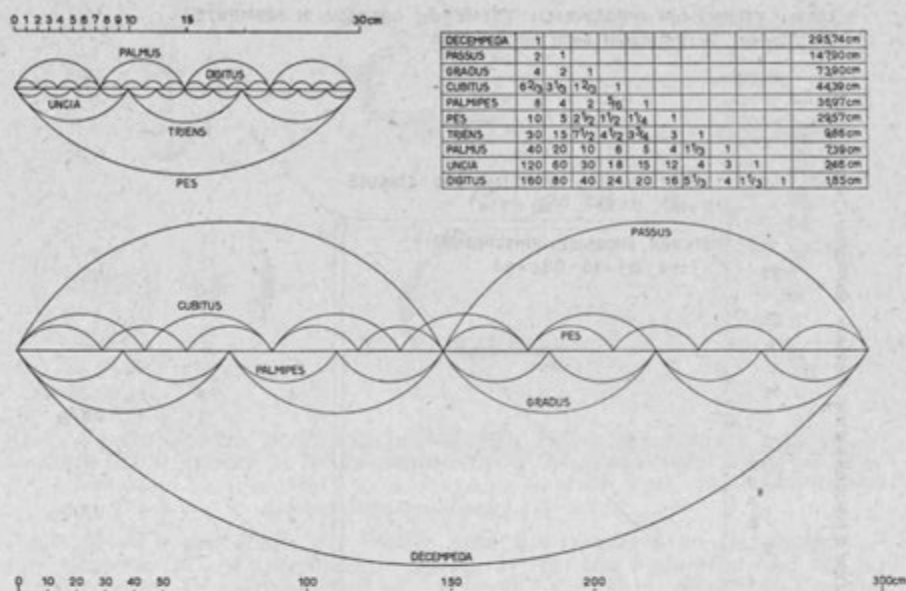
KANELIRAN STEBER GROBNICE PRISCINIANOV V ŠEMPETRU



Sl. 2. Kaneliran steber, del grobnice Priscinianov iz Sempetrske nekropole. — Karakteristični premer stebra meri 15 prstov (digitus), obod pa praktično 48 d. Število 48 je deljivo s 12, tako da je kanelura široka 3 d. Od tega pride 1 d na greben med žlebičema, 2 d pa na žlebič sam.

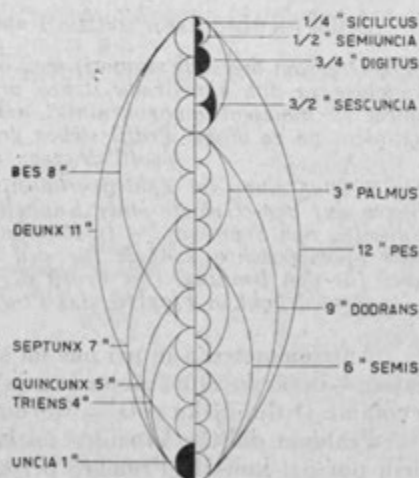
Fig. 2. Kannelierte Säule, Teil des Grabmals der Prisciniani in der Nekropole von Sempeter. — Der charakteristische Durchmesser der Säule beträgt 15 Finger (digitus), der Umfang aber praktisch 48 d. Die Zahl 48 ist teilbar durch 16, so dass die Kanneliere 3 d breit ist. Davon entfällt 1 d auf den Grat zwischen den Rinnen, auf die Rine selbst aber 2 d.

Izbor primernih modularnih mnogokratnikov za premere stebrov je merska standardizacija. Smiselnost modularnega oblikovanja krožnic, ki jih je treba deliti na neko število manjših delov, je v poenostavljanju odmerjanja. Mojster, ki je oblikoval steber, je odmerjal preproste, lahko izrazljive mere, ne da bi moral računati z iracionalnim številom π . V tej poenostavitvi dela s standardnimi merami se kaže praktična vrednost modularne komponibilnosti antropometričnih merskih enot.



Sl. 3. Rimski merski sistem. — Grafična in aritmetična razmerja posameznih antropometričnih enot. (List iz doktorske disertacije Milice Detoni — MODULARNA REKONSTRUKCIJA EMONE.)

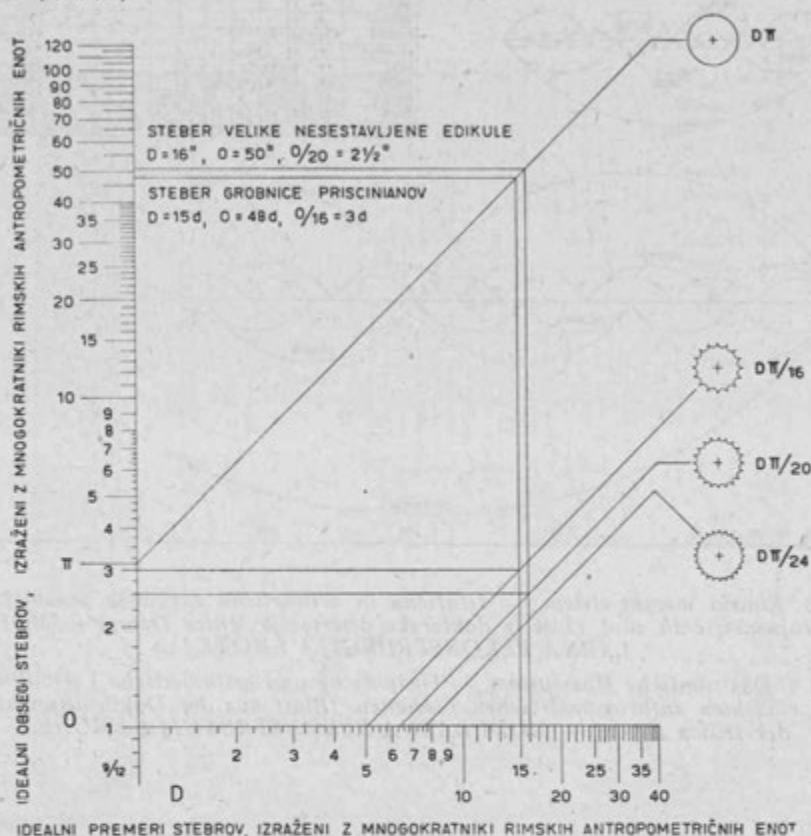
Fig. 3. Das römische Masssystem. — Graphische und arithmetische Verhältnisse der einzelnen anthropometrischen Einheiten. (Blatt aus der Doktordissertation der Milica Detoni — MODULARNA REKONSTRUKCIJA EMONE.)



Sl. 4. *Detajlna delitev rimskega čevlja*

Fig. 4. Detaillierte Einteilung des römischen Schuhs

DIAGRAM RACIONALNIH APROKSIMACIJ PREMEROV, OBSEGOV IN SEGMENTOV
 $[\frac{1}{16}, \frac{1}{20}, \frac{1}{24}]$ KANELIRANIH ANTIČNIH STEBROV

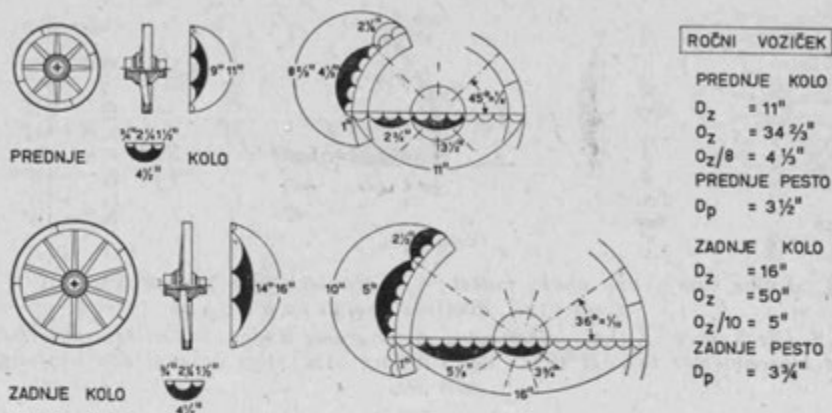


Sl. 5. Diagram merskih razmerij med obsegom, premerom in lokom na območju kanelure za dva kanelirana stebra pri šempetrskih edikulah. — V vodoravni smeri so naneseeni mnogokratniki neke antropometrične enote za premer, v navpični pa za obseg. Profil stebra grobnice Priscinianov je izrazljivo v prstih, profil drugega stebra pa v palcih.

Fig. 5. Diagramm der Zahlenverhältnisse zwischen Umfang, Durchmesser und Bogen auf dem Gebiete einer Kanneliere für zwei kannelierte Säulen bei den Edikulen von Sempeter. — In horizontaler Richtung sind die Vielfachen einer anthropometrischen Einheit für den Durchmesser ausgetragen, in vertikaler aber für den Umfang. Das Profil der Säule des Grabmals der Prisciniani ist ausgedrückt in Fingern, das Profil der anderen Säule aber in Zollen.

Antropometrika je pri nas na splošno pozabljena, vendar je v odmi-
 rajoči kolesarski obrti meter še zdaj ni spodrinil. Kolarji še danes merijo
 s colami. (1 dunajska cola = 31,6 cm. Glej sliko 6.)

Problem delitve krožnice na enake dele je isti pri kaneliranih ste-
 brih pot pri kolesih. Premere pri kolesih naših lesenih vozil, izražene v



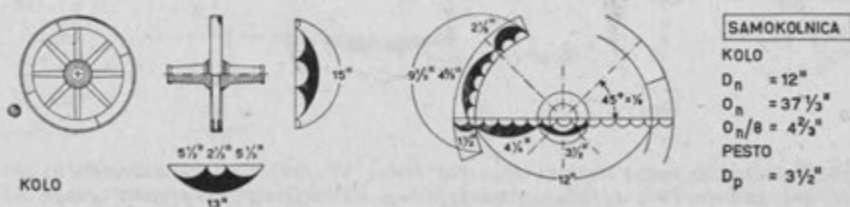
Sl. 6. Merska analiza prednjega in zadnjega kolesa pri ročnem vozičku. — Karakteristični premer je $11''$ za prednje in $16''$ za zadnje kolo, obseg pa $34 \frac{2}{3}''$ in $50''$. Glede na to, da ima prvo kolo 8, drugo pa 10 prečk (špic), je karakteristična dolžina ločnega obsega $4 \frac{1}{3}''$ ali $5''$.

Fig. 6. Analyse der Masse des Vorder- und Hinterrades beim Handwagen. — Der charakteristische Durchmesser beträgt $11''$ für das Vorderrad und $16''$ für das Hinterrad, der Umfang aber $34 \frac{2}{3}''$ und $50''$. Mit Rücksicht darauf, dass das Vorderrad 8, das Hinterrad aber 10 Speichen hat, ist die charakteristische Länge des Bogenabschnittes $4 \frac{1}{3}''$ bzw. $5''$.

dunajskih palcih, je ugotovil moj študent abs. arch. Franc Možek pri svojem stricu, mojstru Maksu Galetu, ki je kolar na Škofljici. Možkov ded je kolaril na Turjaku.

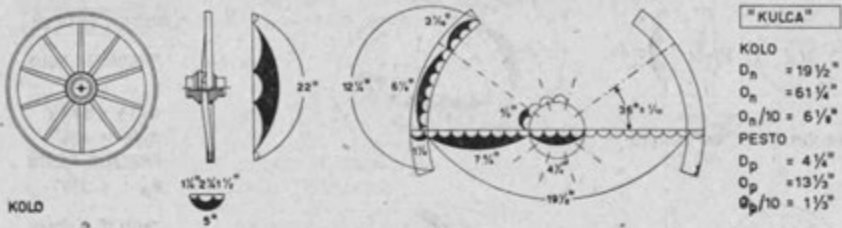
Če vzamemo velikost palca za modul, je mogoče kolesom, katerih modularni premer je znan, določiti obseg, ki je mnogokratnik modula. Ta je pri naših kolesih deljiv z 8, ali z 10, ali z 12, ali s 14. Po toliko prečk (>špic<) je namreč pri naših tradicionalnih kolesih. Analogno kot z notranjimi premeri platišč je tudi s premeri pesta.

Analiziral sem kolesa 12 različnih lesenih vprežnih in ročnih vozil, ki so še v rabi v Sloveniji. Ta kolesa so



Sl. 7. Kolo samokolnice. — Karakteristični premer znaša $12''$, obseg $37 \frac{1}{3}''$, osmina obsega pa meri $4 \frac{2}{3}''$.

Fig. 7. Rad des Schiebkarrens. — Der charakteristische Durchmesser beträgt $12''$, der Umfang $37 \frac{1}{3}''$, $\frac{1}{8}$ des Umfangs aber $4 \frac{2}{3}''$.

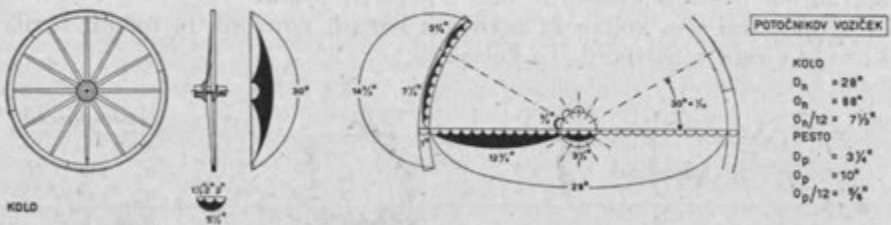


Sl. 8. »Kulca imajo dve enaki kolesi. — Karakteristični premer znaša $19 \frac{1}{2}"$, obseg $61 \frac{1}{4}"$, desetina obsega pa $6 \frac{1}{4}"$

Fig. 8. Die Karren »Kulca« haben zwei gleichgrosse Räder. — Der charakteristische Durchmesser beträgt $19 \frac{1}{2}"$, der Umfang $61 \frac{1}{4}"$, das Zehntel des Umfangs aber $6 \frac{1}{4}"$

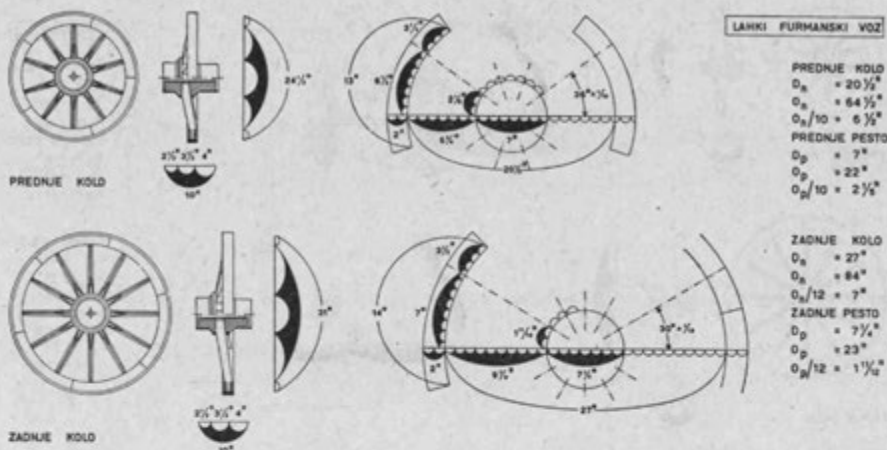
- prednje in zadnje kolo ročnega vozička;
- kolo pri samokolnici;
- kolo vozila, ki se imenuje »kulca«;
- kolo pri Potočnikovem ročnem vozičku;
- prednje in zadnje kolo lahkega furmanskega voza;
- prednje in zadnje kolo težkega parizarja;
- prednje in zadnje kolo volovskega voza;
- prednje in zadnje kolo težkega furmanskega voza;
- kolo pri kočiji;
- prednje in zadnje kolo srednjega parizarja;
- prednje in zadnje kolo pri samčku;
- prednje in zadnje kolo pri zapravljivčku.

Skupno torej 20 različnih koles.



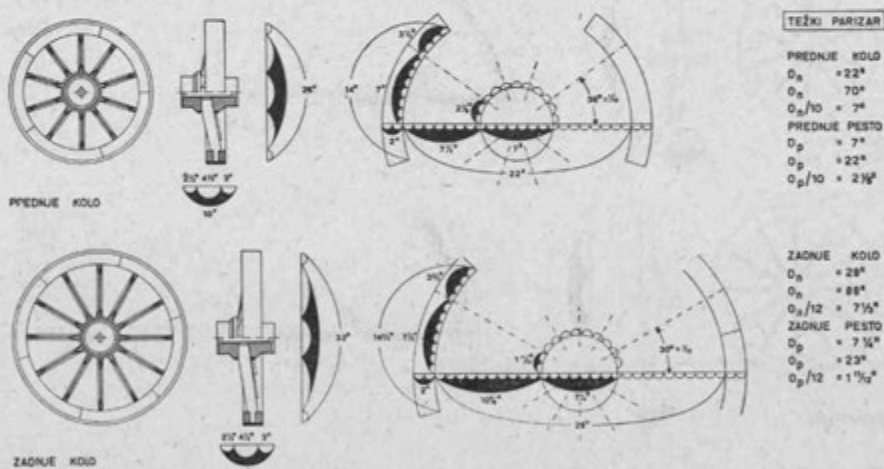
Sl. 9. Potočnikov ročni voziček ima par koles, ki imajo isti karakteristični premer kot zadnje kolo težkega parizarja. — Karakteristični premer znaša $28"$, obseg $88"$, dvanajstina obsega pa $7 \frac{1}{3}"$

Fig. 9. »Potočnik« Handwagen hat ein Paar Räder, die denselben charakteristischen Durchmesser haben wie das Hinterrad des schweren Pariserwagens. — Der charakteristische Durchmesser beträgt $28"$, der Umfang $88"$, das Zwölftel des Umfangs aber $7 \frac{1}{3}"$



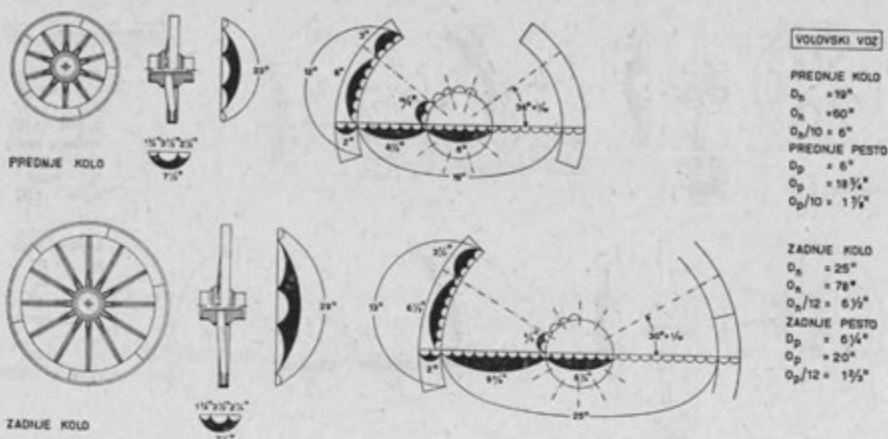
Sl. 10. Prednje in zadnje kolo lahkega furmanskega voza. — Karakteristični premer znaša $20\frac{1}{2}''$ pri prednjem in $27''$ pri zadnjem kolesu, obseg $64\frac{1}{2}''$ oziroma $84''$; desetina obsega pri prvem kolesu meri $6\frac{1}{2}''$, dvanajestina obsega pri zadnjem kolesu pa $7''$

Fig. 10. Vorder- und Hinterrad des leichten Lastwagens. — Der charakteristische Durchmesser beträgt $20\frac{1}{2}''$ beim Vorderrad und $27''$ beim Hinterrad, der Umfang $64\frac{1}{2}''$ bzw. $84''$; das Zehntel des Umfangs beim Vorderrad beträgt $6\frac{1}{2}''$, das Zwölftel des Umfangs beim Hinterrad aber $7''$



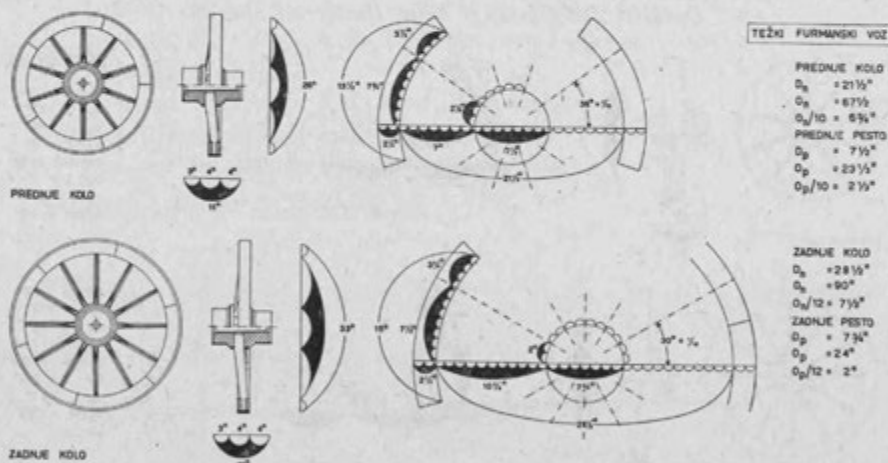
Sl. 11. Prednje in zadnje kolo težkega parizarja. — Karakteristični premer znaša $22''$ pri prvem in $28''$ pri zadnjem kolesu, obsega merita $70''$ in $88''$; desetina obsega pri prvem je $7''$, dvanajestina obsega pri zadnjem kolesu pa $7\frac{1}{6}''$

Fig. 11. Vorder- und Hinterrad des schweren Pariserwagens. — Der charakteristische Durchmesser beim Vorderrad beträgt $22''$, beim Hinterrad $28''$, der Umfang beträgt $70''$ bzw. $88''$; das Zehntel des Umfangs beim Vorderrad beträgt $7''$, das Zwölftel des Umfangs beim Hinterrad aber $7\frac{1}{6}''$



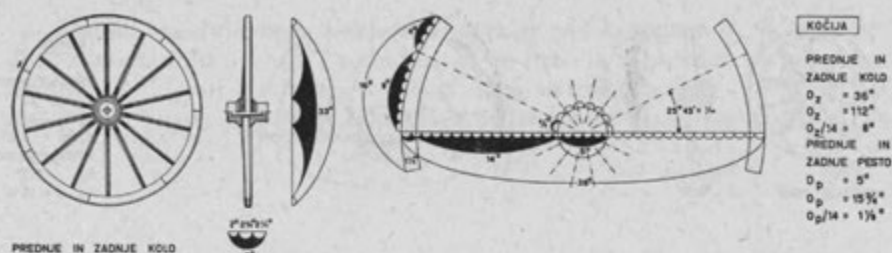
Sl. 12. Prednje in zadnje kolo volovskega voza. — Karakteristična premera merita 19" in 25", obsega pa 60" in 78". Desetina obsega pri prvem kolesu meri 6", dvanajstina obsega pri zadnjem kolesu pa 6½"

Fig. 12. Vorder- und Hinterrad des Ochsenwagens. — Die charakteristischen Durchmesser betragen 19" bzw. 25", die Umfänge aber 60" bzw. 78". Das Zehntel des Umfangs beim Vorderrad beträgt 6", das Zwölftel des Umfangs beim Hinterrad aber 6½"



Sl. 13. Prednje in zadnje kolo težkega furmanskega voza. — Karakteristični premer znaša 21½" pri prvem in 28½" pri zadnjem kolesu; obseg znaša 67½" in 90". Desetina obsega proega kolesa meri 6¾", dvanajstina obsega zadnjega kolesa 7½"

Fig. 13. Vorder- und Hinterrad des schweren Lastwagens. — Der charakteristische Durchmesser beträgt 21½" beim Vorderrad, 28½" beim Hinterrad; der Umfang beträgt 67½" bzw. 90". Das Zehntel des Umfangs beim Vorderrad beträgt 6¾", das Zwölftel des Umfangs beim Hinterrad aber 7½"

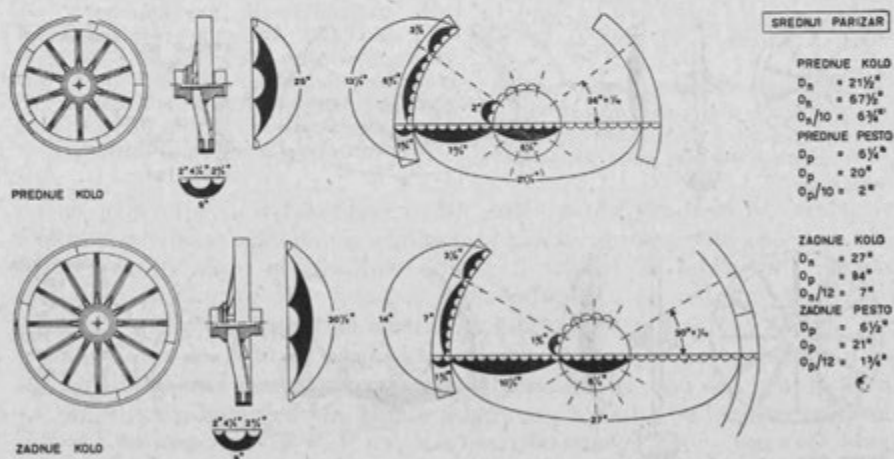


Sl. 14. Prednja in zadnja kolesa pri kočiji so enaka. — Karakteristični premer znaša 36", obseg 112", štirinajstina pa 8"

Fig. 14. Vorder- und Hinterrad der Kutsche sind gleichgross. — Der charakteristische Durchmesser beträgt 36", der Umfang 112", das Vierzehntel des Umfangs aber 8"

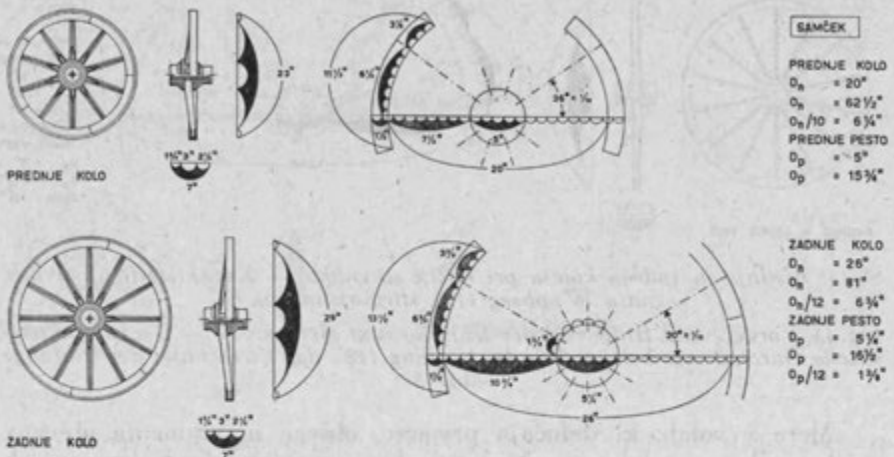
Mere v colah, ki določajo premere, obsege in segmente obsegov naših vozil, so že dolgo v rabi, ne da bi se spreminjale. Kolesa so vrh tega lepa. Gre torej za zelo dobro izbrane standardne mere.

Odnosi med premeri, obsegi in segmenti obsegov so pri vseh teh vozilih modularno vsklajeni. Preprosta števila modularnih mnogokotnikov pomenijo preprosto določanje posameznih mer. V tej preprostosti je smiselnost in trdoživost modularnih standardov za oblikovanje koles naših tradicionalnih vozil.



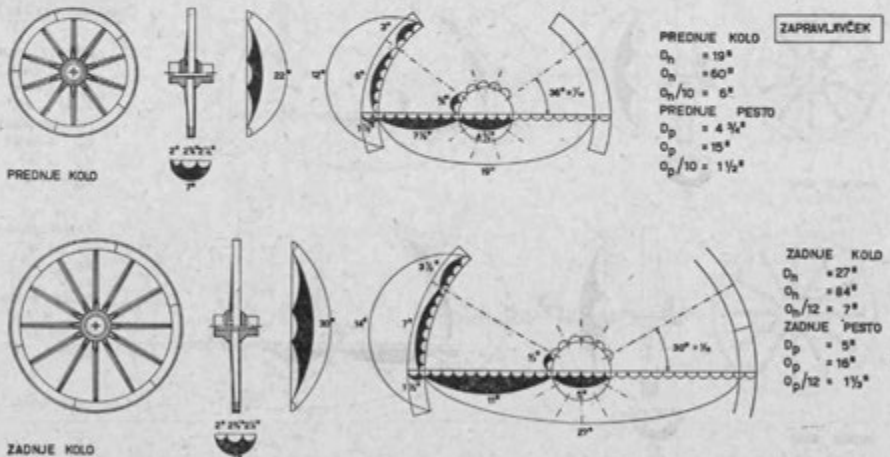
Sl. 15. Prednje in zadnje kolo srednjega parizarja. — Karakteristični premer znaša 21½" pri proem in 27" pri zadnjem kolesu, obseg pa 67½" in 84". Desetina obsega pri proem kolesu meri 6¾", dvanajestina obsega pri zadnjem kolesu pa 7"

Fig. 15. Vorder- und Hinterrad des mittelschweren Pariserwagens. — Der charakteristische Durchmesser beträgt 21½" beim Vorderrad, 27" beim Hinterrad, der Umfang aber 67½" bzw. 84". Das Zehntel des Umfangs beim Vorderrad beträgt 6¾", das Zwölftel des Umfangs beim Hinterrad aber 7"



Sl. 16. Prednje in zadnje kolo pri samčku. — Karakteristični premer znaša 20" pri prvem kolesu, pri zadnjem pa 26". Obsega sta 62½" in 81". Desetina obsega pri prvem kolesu je 6¼", dvanajstina obsega pri zadnjem kolesu 6¾"

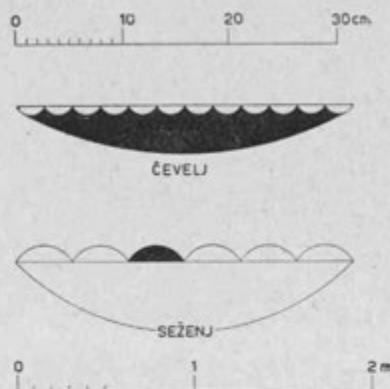
Fig. 16. Vorder- und Hinterrad des Einspanners. — Der charakteristische Durchmesser beträgt 20" beim Vorderrad, 26" beim Hinterrad. Der Umfang beträgt 62½" bzw. 81". Das Zehntel des Umfangs beim Vorderrad beträgt 6¼", das Zwölftel des Umfangs beim Hinterrad aber 6¾"



Sl. 17. Prednje in zadnje kolo pri zapravljivčku. — Karakteristični premer znaša 19" pri prvem in 27" pri zadnjem kolesu, obsega pa 60" in 84". Desetina obsega pri prvem kolesu je 6", dvanajstina obsega pri zadnjem kolesu 7"

Fig. 17. Vorder- und Hinterrad des Kutschierwagens. — Der charakteristische Durchmesser beträgt 19" beim Vorderrad und 27" beim Hinterrad, der Umfang aber 60" bzw. 84". Das Zehntel des Umfangs beim Vorderrad beträgt 6", das Zwölftel des Umfangs beim Hinterrad aber 6¾"

Metoda modularnega vsklajevanja mer pri kompoziciji je bila nekdanj osnova oblikovanja. Propadati pa je pričela v baroku, ko se je pozornost oblikovalca začela odvrnati od konstrukcije in se usmerjati k dekoraciji lupine. Še večji udarec je zadelo modularni koordinaciji to,



Sl. 18. Dunajski merski sistem. — Grafična in aritmetična predstava posameznih merskih enot. Dunajska antropometrija je veljala od 1. jan. 1876, z zakonom pa je bila prepovedana 1920. leta. Vendar je še v rabi pri kolarjih, ravno zaradi preprostih in komponibilnih standardnih mer

Fig. 18. Das Wiener Masssystem. — Graphische und arithmetische Darstellung der verschiedenen Masseinheiten. Die Wiener Anthropometrie blieb in Geltung bis zum 1. I. 1876, mit Gesetz aber wurde sie i. J. 1920 verboten. Trotzdem ist sie noch bei den Wagnern in Gebrauch, eben wegen der Einfachheit und Komponibilität der Standardmasse

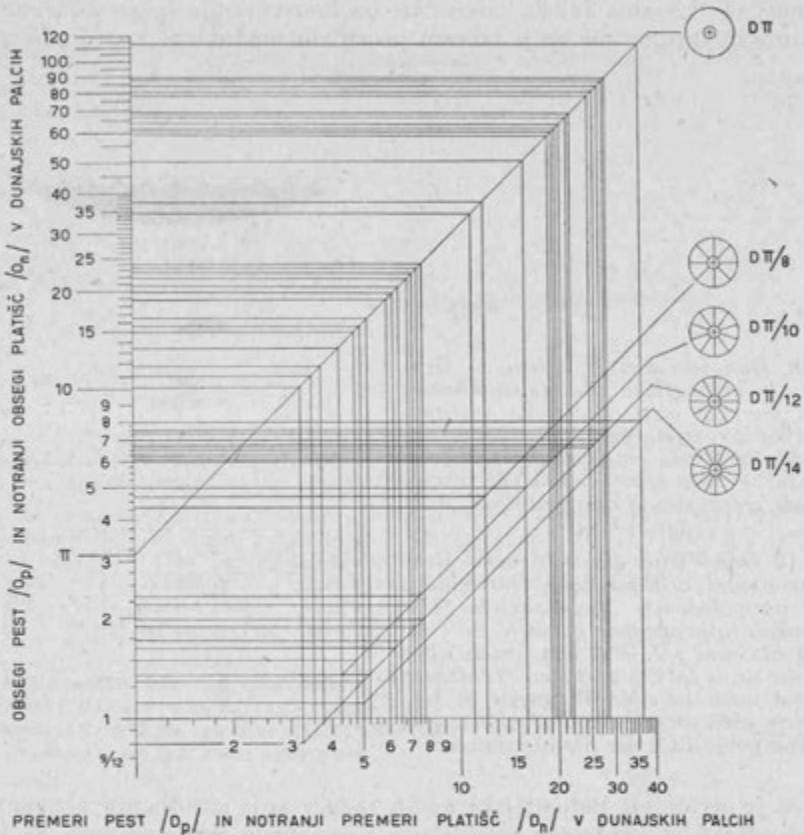
1 ^o SEŽENJ	1				1 ^o	1,99548 m
1 ¹ ČEVELJ	6	1			1 ¹	31,608 cm
1 ² PALEC	72	12	1		1 ²	2,634 cm
1 ³ ČRTA	1 728	144	12	1	1 ³	2,95 mm
1 ⁴ PIKA	20 736	1 728	144	12	1 ⁴	0,983 mm

DUNAJSKI ANTHROPOMETRUSKI MERSKI SISTEM V VELJAVI DO 1. JANUARJA 1876. LETA, PRAKTIČNO V RABI DO LETA 1920 KO JE BIL Z ZAKONOM PREPOVEDAN. DANES SE ŠE RABI V KOLARSTVU.

da se je uveljavil industrijski način izdelovanja gradbenih elementov. Predindustrijska izdelava je oblikovala gradbene elemente zato, da bi z njimi gradili. Zato so gradbeni elementi takrat še lahko bili mersko vsklajeni za skupni cilj: kompozicijo. Industrija pa izdeluje predvsem zato, da s svojim izdelkom doseže dobiček. Pri tem ji je vseeno, kaj izdela, da je le dobiček optimalen. Tako so pričeli nastopati na trgu tekmujoči merski različki gradbenih elementov, ki niso več bili ugašeni za skupni cilj, kompozicijo. Delno je potem propad modularne koordinacije v Evropi pospešila tudi uvedba nestrukturnega metra namesto komponibilne antropometrike.

Tako je modularna koordinacija v prvi polovici našega stoletja skoraj izginila, razen pri velikih mojstrih arhitekture, kot so August Perret, Le Corbuser, Gropius, Mies van der Rohe, Frank Lloyd Wright. Po drugi svetovni vojni se ta metoda spet uveljavlja, predvsem po zašlugi organizacij, kot so v Evropi Modular Society (London) in International Modular Group (Kopenhagen).

DIAGRAM RACIONALNIH APROKSIMACIJ IRACIONALNIH IZNOSOV LOKA NA OSNOVI
ANTROPOMETRIKE PRI LESENIH KOLESIH VPREŽNIH IN ROČNIH VOZIL V SLOVENIJI



Sl. 19. Diagram odnosov med premeri in racionalnimi aproksimacijami obsegov in ločnih odsekov (osmina, desetina, dvanajstina ali štirinajstina) pri lesenih kolesih tradicionalnih vprežnih in ročnih vozil na Slovenskem. — V vodoravni smeri so nanese premeri pest in karakteristični premeri platišč v mnogokratnikih dunajskih palcev. V navpični smeri so nanese obsegi v palcih. Ker imajo naša kolesa po 8, 10, 12 ali 14 prečk (špic), so nakazane še osmine, desetine, dvanajstine in štirinajstine obsegov

Fig. 19. Diagramm der Verhältnisse zwischen den Durchmessern und den rationalen Approximationen der Umfänge und der Bogenabschnitte (Achtel, Zehntel, Zwölftel bzw. Vierzehntel) bei den hölzernen Rädern der traditionellen Gespann- und Handwagen in Slovenien. — In horizontaler Richtung sind die Durchmesser der Felgen und die charakteristischen Durchmesser der Naben in Vielfachen der Wiener Zolle aufgetragen. In vertikaler Richtung sind die Umfänge in Zollen aufgetragen. Da unsere Räder 8, 10, 12 oder 14 Speichen haben, sind noch die Achtel, Zehntel, Zwölftel und Vierzehntel der Umfänge angegeben



Sl. 20. Kolarski mojster Maks Gale s Škofljice pri delu
Fig. 20. Der Wagner Maks Gale aus Skofljica bei der Arbeit

Ravno zaradi zamiranja modularne koordinacije v polpretekli dobi je kontinuiteta modularnega vsklajevanja mer pri krožnicah toliko bolj zanimiva. Princip modularnega oblikovanja krožnic velja že nekaj tisočletij: od kaneliranih stebrov do lesenih koles vozil, ki so še danes v rabi. Nekaj podobnega kot pri krožnicah bi se dalo verjetno ugotoviti tudi pri eliptičnih kompozicijah, kot so eliptične rimske arene, košarasti oboki in loki in sodi eliptičnega prereza.

Kolarstvo in sodarstvo sta področji oblikovanja, ki ju je industrija še najmanj prizadela. Zato so se tu stari principi oblikovanja in stari merski standardi še ohranili.

Pri sodobnih načinih izdelave, ko na primer avtomobilsko kolo lahko stisnemo iz enega kosa, ali ulijemo container izcéla, metoda modularnega oblikovanja krožnic nima več svojega *raison d'être*. Pač pa bo njen pomen ostal neokrnjen pri oblikovanju vseh sestavljenih (=komponiranih) krožnih elementov.

SEZNAM SLIK

1. Kaneliran steber — sestavni element velike, doslej še ne rekonstruirane edikule iz Šempetra.
2. Kaneliran steber — del grobnice Priscinianov iz šempetrške nekropole.
3. Rimski merski sistem. Grafična in aritmetična razmerja posameznih antropometričnih enot. (List iz doktorske disertacije Milice Detoni — MODULARNA REKONSTRUKCIJA EMONE.)
4. Detajlna delitev rimskega čevlja.
5. Diagram racionalnih aproksimacij premerov, obsegov in segmentov ($1/16$, $1/20$, $1/24$) kaneliranih antičnih stebrov.
6. Merska analiza prednjega in zadnjega kolesa ročnega vozička.
7. Kolo samokolnice.
8. »Kulca« imajo dve enaki kolesi.
9. Potočnikov ročni voziček ima par koles z notranjim premerom, ki je isti kot pri zadnjem kolesu težkega parizarja. To kolo je Potočniku verjetno bilo za merski vzorec.
10. Prednje in zadnje kolo lahkega furmanskega voza.
11. Prednje in zadnje kolo težkega parizarja.
12. Prednje in zadnje kolo volovskega voza.
13. Prednje in zadnje kolo težkega furmanskega voza.
14. Prednja in zadnja kolesa pri kočiji so enaka.
15. Prednje in zadnje kolo srednjega parizarja.
16. Prednje in zadnje kolo pri samčku.
17. Prednje in zadnje kolo pri zapravlživčku.
18. Dunajski merski sistem. Grafična in aritmetična primerjava posameznih merskih enot.
19. Diagram odnosov med premeri in racionalnimi aproksimacijami obsegov in krožnih segmentov ($1/8$, $1/10$, $1/12$) pri lesenih kolesih tradicionalnih vprežnih in ročnih vozil na Slovenskem.
20. Kolarski mojster Maks Gale s Škofljice pri delu.

Zusammenfassung

MODULARE FORMUNG DER HÖLZERNEN RÄDER BEI DEN GESPANN-
UND HANDWAGEN IN SLOVENIEN

Die Analyse der Masse der kannelierten römischen Säulen bei den Edikulen in Sempeter hat gezeigt, dass die Durchmesser und Umfänge der Säulen sowie die Breite der Kannelieren mit ganzen Vielfachen einer der römischen anthropometrischen Einheiten ausgedrückt werden konnten. Diese Feststellung ist interessant, da man wegen der irrationalen Zahl π , welche das Verhältnis zwischen Durchmesser und Umfang bestimmt, ziemlich komplizierte Dezimalmasse erwarten konnte. Augenscheinlich haben die Römer für die Dimensionierung der Durchmesser solche Vielfache ihrer Masseinheiten ausgewählt, welche vermehrt mit π praktisch wieder Masse, die sich mit ganzen Zahlen ausdrücken lassen, ergaben. Ausserdem war dieses Mass das Vielfache der Zahlen 16, 20 oder 24, je nach der Zahl der Kannelieren.

Dieses Beispiel von Komponibilität im Rahmen der Anthropometrik gab mir die Anregung zur Untersuchung der Verhältnisse zwischen den Massen der hölzernen Räder unserer traditionellen Wagen, die nach Wiener Anthropometrik dimensioniert sind. Bei den Rädern, wo Reif durch den Rhythmus der Speichen eingeteilt ist, ist das Problem der Komponibilität dasselbe wie bei der kannelierten Säule. Der Durchmesser des Rades, sein Umfang und die Einteilung des Umfanges in Bogenabschnitte, wie sie die Speichen bilden, sind bei unseren traditionellen Rädern mit ganzen oder einfachen Bruchvielfachen des Zolls (Wiener Zolls) ausgedrückt. Das bedeutet für einfachen Wagner grosse Vereinfachung: Einfache Masse sind leicht zu merken, das Ausrechnen der Umfänge und Bogenabschnitte auf mehrere Dezimalstellen wäre aber zuviel verlangt.

Wegen der überlegten Einfachheit der Verhältnisse zwischen Durchmesser, Umfang und Bogenabschnitt ist der Massstandard in der Wiener Anthropometrik bis heute erhalten geblieben. Die Wagner messen noch immer nach Zollen, obwohl der Meter auf den anderen Gebieten die Anthropometrik bei uns schon längst verdrängt hat.

Das Problem der richtigen Auswahl der Masse gehört in das Gebiet der modularen Koordination. Diese Methode, mit der sie in vergangenen Zeiten die Masse koordinierten, ist seit dem Auftreten der Industrialisierung, die bei der erhöhten Produktion begann neue Massvarianten einzuführen, und seit der Einführung des Meters beinahe ausgestorben. Heute versuchen wir sie wieder zu beleben, besonders als Grundlage für die Massstandardisierung der industriellen Vorfabrikate, deren Masse noch nicht koordiniert sind. Von diesem Standpunkt aus ist das Beispiel der Standardisierung der Durchmesser auf diese Weise, dass der Umfang praktisch wieder eine ganze (oder beinahe ganze) Zahl ergibt, noch heute interessant.