



Prędkościomierz wraz z licznikiem kilometrów stanowi dla większości kolarzy bardzo atrakcyjne, dodatkowe wyposażenie roweru. W artykule na sąsiedniej stronie piszemy jak praktycznie przystosować prędkościomierze od pojazdów mechanicznych do współpracy z rowerami. Martwi jednak to, że w handlu nie ma takich zestawów, które bez przeróbki i tzw. partyzantki można byłoby kupić, przykręcić do roweru i używać



## PRĘDKOŚCIOMIERZ DO ROWERU

### Zasada działania

W wielu krajach produkuje się rowerowe prędkościomierze, sprzężone z drogomierzami, zwane potocznie licznikami. Niestety, w Polsce, jak dotychczas są one praktycznie nieosiągalne. Jedynymi dostępnymi na naszym rynku są niezbyt drogie, bo wybrakowane, czy też złomowane prędkościomierze pojazdów samochodowych lub motorowerów.

Ocena aktualnej prędkości, czy też przebytego dystansu nie jest, w przypadku roweru rzeczą bagatelną. Umożliwia (poza zaspokojeniem ciekawości) lepsze rozplanowanie trasy, zwłaszcza podczas długich przejazdów.

Dokładność tachometrów (tachometr jest to przyrząd do pomiaru prędkości kątowej) rowerowych jest dość duża, pod warunkiem dokładnego doboru przełożenia, w zależności od średnicy koła jeźdźnego.

Artykuł ten powinien ułatwić rozwiązanie problemu adaptacji prędkościomierza samochodowego do roweru. Tachometr taki jest urządzeniem precyzyjnym, ale o stosunkowo prostej budowie. Do przetwarzania sygnału prędkościowego na analogowe wskazanie (rys. 1) wykorzystany jest efekt indukowania prądów wirowych w aluminiowej tarczy (1) przez wirujący magnes stały (2). Tarcza utrzymywana jest w równowadze przez spiralną sprężynę (3). Wzrost prędkości względnej magnesu i tarczy powoduje zwiększenie siły ich wzajemnego oddziaływania. Większy moment obracający tarczę równoważony jest zwiększonym napięciem sprężyny, co wywołuje zmianę jej kątowego położenia. Towarzyszy temu uchył sztywno

związanej z tarczą wskazówki (4) o wartość proporcjonalną do prędkości obrotowej magnesu. Pozostaje tylko problem odpowiedniego wyskalowania urządzenia. Tyle o zasadzie działania prędkościomierza.

Drogomierz wraz z tachometrem (rys. 2) umieszczone są we wspólnej obudowie (7), napędzane są biegnącym w pancerzu (5) wałkiem giętkim (6). W skład drogomierza wchodzi trzy przekładnie ślimakowe (10), o najczęściej stosowanych przełożeniach  $i_d = 10/1 \times 10/1 \times 25/4 = 625$  lub  $i_d = 10/1 \times 10/1 \times 20/2 = 1000$ , napędzające rolki licznika (rys. 3). Wartość przełożenia zazwyczaj podana jest na obudowie.

Skrajna rolka z kołem zębatym (11) wycechowana jest w setkach metrów. Na jeden jej obrót przypada skokowa zmiana położenia sąsiedniej rolki o 1/10, co odpowiada jednemu kilometrówi. Pozostałe rolki sprzężone są w ten sam sposób. Dziesięć obrotów pierwszej rolki powoduje pełny obrót drugiej rolki i skokowy obrót o 1/10 trzeciej rolki, zliczającej dziesiątki kilometrów itd. Jak z tego wynika, na wskazany jeden kilometr przypada, zależnie od przełożenia, 625 lub 1000 obrotów wałka giętkiego.

Pierwszy ślimak przekładni drogomierza umieszczony jest na wspólnym wałku z magnesem tachometru. Licznik ma tylko jedno wejście, tzn. jest napędzany jednym wałkiem giętkim. Wynika z tego następujący wniosek: pierwszym etapem jego adaptacji do roweru jest zgranie wskazań prędkościomierza z drogomierzem (cechowanie).

Można przyjąć, że nowe liczniki są właściwie wycechowane przez producenta, są one jednak drogie. W starych, np. znalezionych

na złomowisku, czy kupionych jako wybra-  
kowane, konieczne jest niestety cechowanie.

Potrzebny jest do tego stoper oraz napęd  
o lewym kierunku obrotów (odwrotnie niż  
w wiertarce), o regulowanej w zakresie 100÷  
1000 prędkości obrotowej, sprzężony z tachometrem za pomocą wałka giętkiego o ma-  
łej długości (5–10 cm). Autor wykorzystuje  
do tego celu wiertarkę modelarską PIKO  
o znamionowym napięciu zasilania 12 V prądu  
stałego, pobieranego z sieciowego zasilacza  
transformatorowego z prostownikiem  
i potencjometrem do regulacji napięcia.  
Przez zmianę biegunowości uzyskuje się  
zmianę kierunku obrotów.

Po podłączeniu napędu do tachometru na-  
leży ustalić prędkość obrotową tak, aby  
wskazywana przez prędkościomierz wartość  
zmieniała się w możliwie minimalnym za-  
kresie (do  $\pm 5\%$ ) podczas pomiaru i mierzyć  
czas pełnego obrotu pierwszej rolki, co od-  
powiada przejechanej drodze 1 km. Odchy-  
lenie wskazówki od nastawionej wartości  
należy niezwłocznie korygować.

Droga  $s = 1$  km przejechana w zmierzonym  
czasie  $t_z$  [s] da nam rzeczywistą prędkość  
 $V$  odpowiadającą danemu wskazaniu:

$$V = 3600/t_z \text{ [km/h]} \quad (1)$$

Można mierzyć czas kilku pełnych obrotów

rolki, wówczas wartość otrzymaną z wzoru  
(1) trzeba pomnożyć przez ich liczbę. Zaleca-  
my dokonać po kilka pomiarów dla danej  
wartości i obliczyć ich średnią arytmetyczną,  
oraz zapisać wyniki w tabeli. Np. gdy  
czas trzech pełnych obrotów wynosi 360 s  
wówczas prędkość  $V = 3600 \times 3/360 = 30$   
km/h.

Mając prędkość rzeczywistą  $V$  i wskazaną  
 $V_w$  można określić błąd wskazania  $\delta$ :

$$\delta = V_w - V \quad (2)$$

oraz błąd względny  $\delta_w$ :

$$\delta_w = (V_w - V) / V \quad (3)$$

W tabeli 1 podajemy czasy  $t$  przebycia  
dystansu 1 km z wybranymi ustalonymi  
prędkościami.

Mając czas zmierzony  $t_z$  oraz czas  $t$  z tabeli  
1 dla danej prędkości, można obliczyć  
względny błąd wskazania  $\delta_w$ :

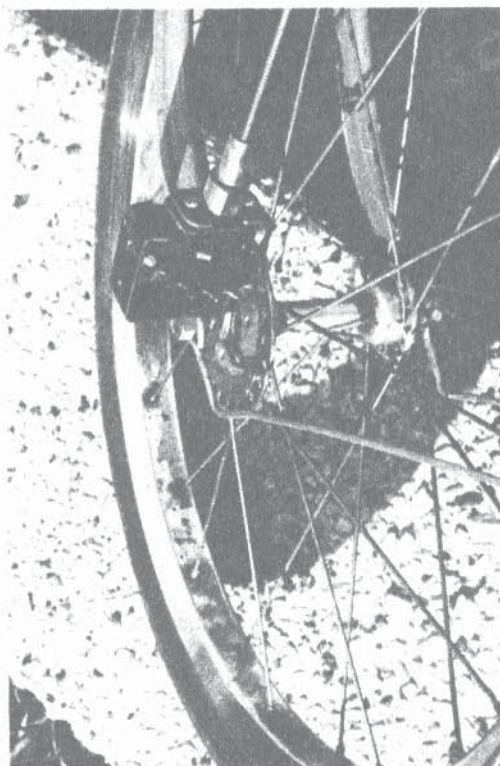
$$\delta_w = t_z/t - 1 \quad (4)$$

Jeśli  $\delta_w$  nie przekracza  $\pm 0,03$ , to regula-  
cja nie jest konieczna. Gdy wskazania odbie-  
gają w górę od wartości rzeczywistych  
( $V_w > V$ ), należy zwiększyć napięcie sprzęż-  
ny (3), jeśli w dół – zmniejszyć.

Tarcza (1), sprzężyna spiralna (3) i wska-  
zówka (4) umieszczone są na wspólnym wał-  
ku. Cofając wskazówkę o wartość błędu  $\delta$   
przy unieruchomionej sprzężynie koryguje-  
my błąd dodatni (zwiększamy napięcie sprzę-  
żyny). Przesuwając do przodu – przeciwnie.

Sposób unieruchomienia sprzężyny ilus-  
truje rys. 4: w rozcięcie pierścienia zacisko-  
wego (12) należy wsunąć mały wkrętak (13)  
i przytrzymać go, blokując w ten sposób  
obrót sprzężyny. Tachometry starego typu  
miały możliwość korekcji błędu ujemnego  
przez dosunięcie tarczy aluminiowej do ma-  
gnesu i dodatniego – przez odsunięcie. Rów-  
nież napięcie sprzężyny było łatwe do regula-  
cji przez przemieszczenie jej końca związa-  
nego z korpusem licznika. Nowe, podobno  
lepsze (!), niestety nie mają takich możli-  
wości.

Mając do dyspozycji kilka prędkościomierzy  
tego samego typu, można próbować  
zmiany magnesów wraz z tylną częścią kor-  
pusu tak, aby zmniejszyć błąd wskazania.  
W tym przypadku silniejszy magnes zwiększy  
wychył wskazówki odpowiadający danej  
prędkości obrotowej, więc skoryguje  
błąd ujemny. Magnes słabszy od dotychczas  
stosowanego skoryguje oczywiście błąd  
dodatni.



Gdy wyczerpią się możliwości korekcji, lub jeśli krzywa błędów przecina wykres idealny, odbiegając od niego w przeciwnych kierunkach (wykres [b] na rys. 5), pozostaje nam tylko przeskalowanie tarczy z podziałką cyfrową.

### Dobór parametrów przekładni głównej napędu prędkościomierza

Po wycechowaniu tachometru musimy dobrać przełożenia przekładni napędzającej, znajdującej się przy kole jezdny. Wzór wiążący prędkość liniową  $V$  [m/s] i obrotową  $n$  [obr/s] to:

$$V = \pi d n \quad (5)$$

gdzie:  $d$  – średnica toczna koła jezdnego [m].

Promień toczny jest to odległość pomiędzy jezdnią a osią koła. Jest ona mniejsza od promienia koła nie obciążonego o wartość ugięcia opony  $f$ . Stąd:

$$d = d_K - 2f \quad (6)$$

gdzie  $d_K$  – średnica nie obciążonego koła jezdnego.

Zazwyczaj ugięcie  $f$  opon rowerowych przy zalecanym ciśnieniu wynosi 3 do 6 mm.

Liczbę obrotów koła [ $n1000$ ] przypadającą na jeden przejechany kilometr można obliczyć z wzoru (7):

$$n1000 = 1000/(\pi \times d) \quad (7)$$

Znając przełożenie drogomiczera  $i_d$  oraz liczbę obrotów  $n1000$  obliczamy przełożenie i przekładni głównej napędu licznika:

$$i = n1000/i_d \quad (8)$$

Należy pamiętać, że przełożenie przekładni zębatej jest stosunkiem liczby zębów koła napędzającego  $z_2$  do liczby zębów koła napędzanego  $z_1$ :

$$i = z_2/z_1 \quad (9)$$

Dla większości przekładni głównych napędu prędkościomierza [ $i$ ] będzie mniejsze od 1, co oznacza, że koło napędzające będzie miało więcej zębów od napędzanego. Przekładnia taka jest multiplikatorem (multiplikująca – zwiększająca prędkość obrotową).

Przełożenie drogomiczera, jeśli nie jest podane na obudowie, możemy obliczyć, po jego rozebraniu, jako iloczyn przełożeń składowych, wchodzących w jego skład trzech przekładni ślimakowych.

Przełożenie takiej przekładni jest ilorzem liczby zębów koła napędzanego i krotności ślimaka. Sposób określenia krotności

Tabela 1:

Czasy  $t$  przebycia dystansu 1 kilometra z wybranymi prędkościami ustalonymi  $V$

$V$ [m/s]	$V$ [km/h]	$t$ [s]	$t$ [min]
2,78	10	360	6,0
4,17	15	240	4,0
5,56	20	180	3,0
6,94	25	144	2,4
8,33	30	120	2,0
9,72	35	103	1,72
11,1	40	90	1,5
12,5	45	80	1,33
13,9	50	72	1,2
16,67	60	60	1,0
19,44	70	51,5	0,86
22,22	80	45	0,75
25	90	40	0,67
27,78	100	36	0,6

ślimaka obrazuje rys. 6. W przekładniach drogomiczera stosowane są ślimaki o krotnościach 1, 2 i 4.

W tabeli 2 podane są przełożenia przekładni głównej licznika dla wybranych kół rowerowych, jako ilorazy liczb zębów koła napędzanego  $z_2$  i napędzającego  $z_1$  oraz w nawiasach, jako liczba bezwzględna.

Ze względu na jakość współpracy kół zębatych nie należy przyjmować liczby zębów mniejszej niż 10 dla żadnego z kół.

Koła zębate można wykonać we własnym zakresie ze stalowych lub aluminiowych tarcz grubości 1 ÷ 2 mm. Technologia jest tu następująca: wybieramy podziałkę  $p$  koła zębatego np. 9 mm (w powyższym przypadku jest to odległość pomiędzy sąsiednimi zębami, mierzona na średnicy średniej  $d_s$ , po linii prostej).

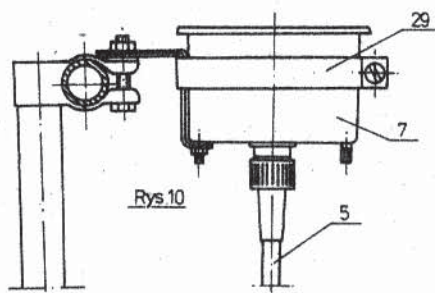
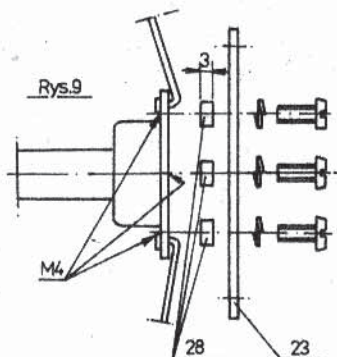
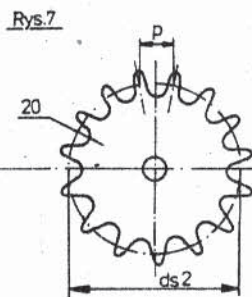
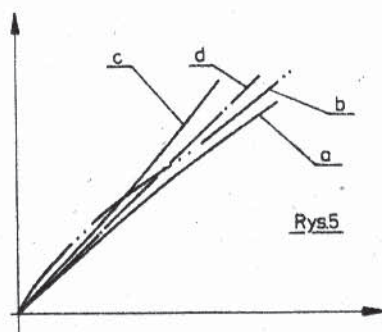
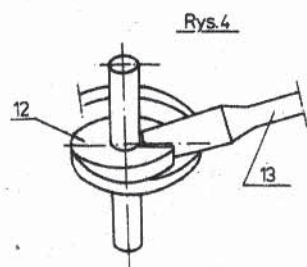
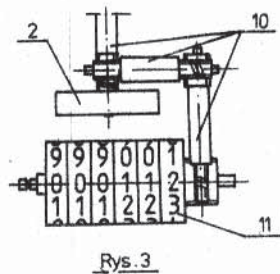
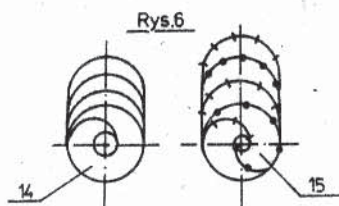
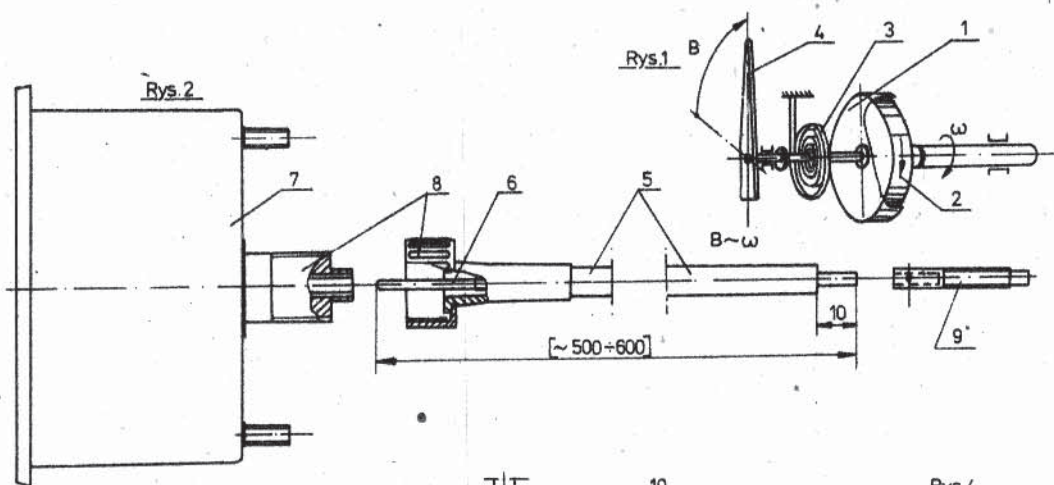
Mając liczbę zębów  $z$  oraz podziałkę  $p$  obliczamy średnicę średnią  $d_s$  koła zębatego (technicznym odpowiednikiem średnicy  $d_s$  jest średnica podziałowa):

$$d_s = p/\sin\alpha \approx p \times z/\pi \quad (10)$$

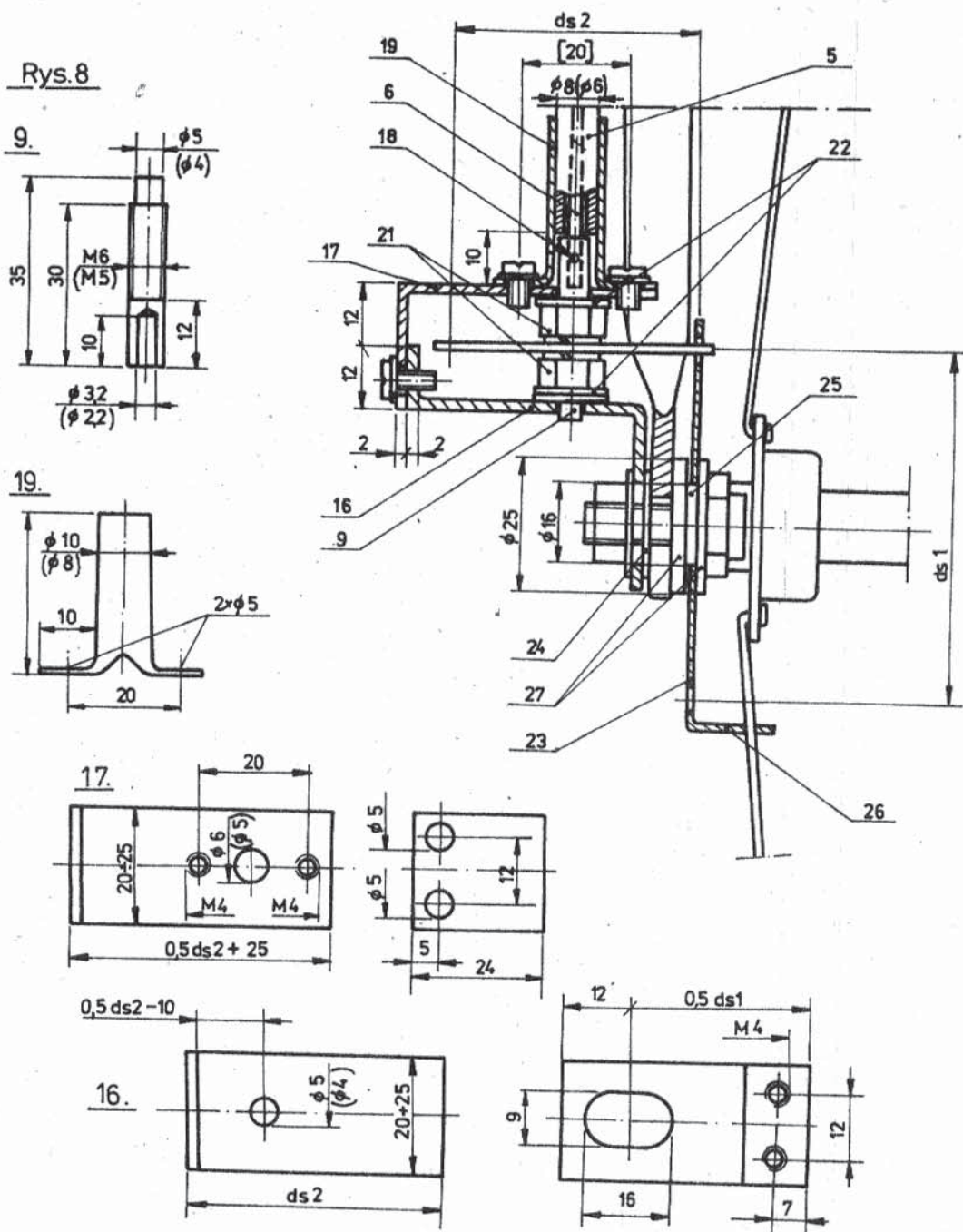
gdzie:  $\alpha = 180^\circ/z$

Dobieramy tarczę o średnicy większej niż  $d_s$  o około 8 mm, trasujemy na niej koło obliczonej ze wzoru (10) średnicy średniej, a następnie dokonujemy jego podziału na  $z$  części o wymiarze  $p$  i znaczymy punktami.

Wiertłem o średnicy  $d_w = (0,6 \div 0,7) \times p$  wiercimy z otworów według wytrasowania. Wykonujemy tym sposobem dwie tarcze



Rys.8



**Tabela 2:**

Przełożenia przekładni głównej napędu licznika dla przełożeń drogomicza  $id = 625$  oraz  $id = 1000$ , w zależności od średnicy koła jezdnego, podane dla wybranych, często spotykanych wymiarów ogumienia.

Wymiar ogumienia [cal (mm)]	d [m]	Przełożenie przekładni głównej dla:	
		id = 625	id = 1000
20×1,75 (47-406)	0,485	21/20 (1,05)	15/23; 17/26; 19/29; (0,656)
24×1,75 (47-507)	0,585	13/15; 20/3 (0,87)	12/22; 18/ 33; 19/35; (0,544)
24×1 3/8(37-540)	0,605	16/19 21/25 (0,842)	10/19; 11/21; (0,526)
26×1 3/8(37-590)	0,655	14/18; 21/27; (0,778)	16/33; 17/35; (0,486)
27×1 1/4(32-630)	0,690	14/19; 17/23; (0,738)	12/26; 11/24; (0,461)
28×1 3/8×15/ 18(37-622)	0,685	20/27; 23/31; 26/35; (0,743)	13/28; 14/30; (0,456)

o liczbie otworów odpowiednio  $z_1$  oraz  $z_2$ , o równych podziałkach p.

Jedną z tarcz wycinamy po okręgu o średnicy D:

$$D \approx d_a + 0,5p \quad (11)$$

Zęby tak otrzymanego koła zębatego zakrąglamy, aby mogły dobrze współpracować z otworami drugiego koła, których krawędzie należy nieco stępić wiertłem o większej średnicy. Zalecana średnica tych otworów to 5÷7 mm (rys. 7).

### Konstrukcja przekładni głównej

Na rys. 8 przedstawiony jest przykład wykonania przekładni głównej napędu licznika z wykorzystaniem części samochodowych. Wymiary podane w nawiasach dotyczą tachometru motorowerowego. Pancerze obu rodzajów są niezamienne.

Pancerz (5) wałka giętkiego (6) należy przyciąć na odpowiednią dla danego roweru długość (przeciętnie 0,5 + 0,6 m) tak, aby w górnej jego części pozostawić złącze (8), mocujące go do korpusu licznika. Wałek giętki trzeba przyciąć tak, aby po zmonto-

waniu go wraz z pancerzem do prędkościomierza i po wsunięciu czworokątnym zakończeniem w gniazdo do oporu, wystawał z dolnej części pancerza na długość około 10 mm (rys. 2).

Następnie należy dobrać dwa płaskowniki o odpowiednich długościach (wg. rys. 8) i założyć, otrzymując elementy (16, 17) korpusu przekładni. W elemencie (16) trzeba wywiercić otwory o średnicach 3,2; 5 ( $\varnothing 4$ ) oraz wyciąć otwór 9 × 16 mm. Otwory  $\varnothing 3,2$  gwintować M4.

W elemencie (17) należy wywiercić otwory  $\varnothing 5$  mm, złożyć oba elementy, zmierzyć ich rozstaw (powinien wynosić 20 mm). W złożeniu, przez otwór  $\varnothing 5$  mm ( $\varnothing 4$ ) elementu (16) wiercić otwór w elemencie (17) o tej samej średnicy. Zdemontować i rozwiercić tak otrzymany otwór w elemencie (17); otwór  $\varnothing 5$  mm ( $\varnothing 4$ ) – na  $\varnothing 6$  mm ( $\varnothing 5$ ). W obu tych otworach ułożyskowany będzie ślizgowo wałek (9).

Z kolei należy wykonać wałek (9), a potem wyjęty z pancerza wałek giętki wetknąć dolną częścią na pełną głębokość w otwór  $\varnothing 3,2$  mm ( $\varnothing 2,2$ ), przewiercić promieniowo w złożeniu otwór  $\varnothing 1$  mm na kołek (18). Krawędzie tego otworu trzeba stępić, a całość ustalić kołkiem  $\varnothing 1$  mm (18), wykonanym np. ze stalowego drutu lub cienkiego gwoźdźcia. Kołek należy przycisnąć, zaklepać, aby nie wypadł i zeszlifować pilnikiem tak, żeby nie wystawał z wałka (9).

Efektem omówionej działalności powinien być wałek giętki, zakończony w swej dolnej części zamocowanym nierozłącznym wałkiem (9), w górnej zaś – czworokątem.

Po tych zabiegach rurkę  $\varnothing 10 \times 1$  mm ( $\varnothing 8 \times 1$ ) długości 40÷50 mm należy rozciąć na długości 15 mm tak, aby dało się wygiąć na zewnątrz jej ścianki na wymiar  $10 \pm 1$  mm. Teraz trzeba wywiercić w nich dwa otwory  $\varnothing 5$  mm o rozstawie 20 mm. Rurkę tę nasuwamy na dolną część pancerza, pozostawiając wewnątrz 10 mm na wałek (9). Przed przesuwaniem trzeba zabezpieczyć go napunktowując rurkę od zewnątrz.

W elemencie (17) symetrycznie względem otworu  $\varnothing 6$  mm ( $\varnothing 5$ ) należy wykonać dwa gwintowane (M4) otwory o rozstawie 20 mm.

Następnie musimy zmontować koło napędzane (20) na wałku (9), dokręcając go mocno nakrętkami (21), zabezpieczonymi podkładkami sprężystymi. Przed poluzowaniem



połączenie to można dodatkowo zabezpieczyć klejem Distal, Cyjanopan lub innym o podobnych właściwościach. Grubość dwóch nakrętek z podkładkami i kołem zębatym powinna być mniejsza od rozstawu elementów (16 i 17) korpusu przekładni. Należy ją uzupełnić podkładkami dystansowymi (22) tak, aby luz osiowy wahał się w granicach  $0,5 \pm 1$  mm.

Następnie wałek giętki należy przewlec przez otwór  $\varnothing 6$  mm ( $\varnothing 5$ ) elementu (17) oraz przez pancierz, a potem złożyć oba elementy korpusu i skrócić wkrętami M4. Do elementu (17) przykręcić dwoma wkrętami M4 rurkę (19) wraz z osadzonym wewnątrz niej pancierzem.

Na koniec należy zmontować wg wybranego sposobu podanego poniżej koło napędzające (23) z piastą i złożyć całą przekładnię. Odległość między kołami zębatymi ustalić, jeśli to konieczne, za pomocą podkładek dystansowych (24) założonych na oś piasty, oraz przesuwać korpus względem tej osi, wykorzystując otwór  $9 \times 16$  mm elementu (16). Koła zębate powinny współpracować, stykając się na średnicach średnich  $d_s$ . Zalecamy zabezpieczyć śruby i wkręty podkładkami sprężystymi.

Przy montażu należy pamiętać o właściwym kierunku obrotu wałka giętkiego (zgodnie z kierunkiem obrotów wskazówki). Kierunek obrotów można zmienić przekładając przekładnię główną na drugą stronę koła jezdnego.

Proponujemy dwa sposoby przymocowania koła napędzającego do piasty. W pierw-

szym należy ułożyć koło napędzające (23) ślizgowo na pierścieniu (25) i sprzęgnąć je z kołem jezdnym wsuniętym pomiędzy szprychy występem (26). Luz pomiędzy kołem zębatym a pierścieniami oporowymi (27) determinuje grubość pierścienia (25). Powinien on wynosić  $0,3 \pm 0,6$  mm.

W drugim wariantcie należy tak przesprychować koło, aby otworów w piastce było więcej niż szprych (np. zakładając piastę 36-otworową do koła o obręczy na 28 szprych), lub pozbawić koło symetrycznie trzech szprych z jednej strony (tu się nadaje koło o co najmniej 36 szprychach). Otrzymane w ten sposób trzy otwory w piastce nagwintować gwintownikiem M4. Koło napędzające przekładni głównej trzeba przykręcić trzema wkrętami, ustawiając je za pomocą tulei dystansowych (28) – rys. 9.

Sposób mocowania obudowy tachometru pozostawiamy Czytelnikowi do samodzielnego rozwiązania. Autor wykorzystuje do tego celu śrubę jarzma kierownicy i mocuje go na pakiecie dwóch płaskowników stalowych ( $1 \times 30$  mm) przytwierdzonych do obudowy licznika opaską zaciskową (29) – rys. 10. Dobierając ich odpowiednią odległość (około  $25 \pm 35$  mm od otworu mocującego do zagięcia) uzyskuje amortyzację wstrząsów.

Przekładnię główną licznika dobrze jest osłonić od kurzu i błota z jezdni. Zaprojektowanie osłony pozostawiamy również inwencji Czytelników.

Jacek Ziółkowski