

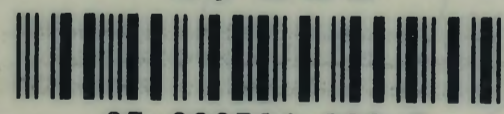


**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ NAUKOWO-BADAWCZY

95

**OBLICZANIE PRZEPUSTOWOŚCI DRÓG  
I ICH ZNACZENIE  
DLA CEŁÓW WOJSKOWYCH**

Biblioteka Główna  
Akademii Obrony Narodowej  
S/563  
  
05-000584-008-0

12778

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1966



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

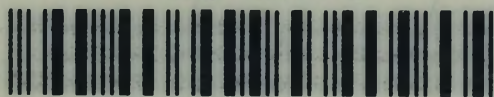
---

ODDZIAŁ NAUKOWO-BADAWCZY

95

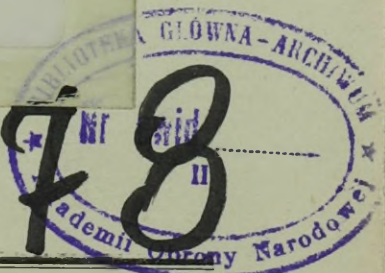
**OBLICZANIE PRZEPUSTOWOŚCI DRÓG  
I ICH ZNACZENIE  
DLA CEŁÓW WOJSKOWYCH**

Biblioteka Główna  
Akademii Obrony Narodowej  
S/563



05-000584-008-0

12778



---

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1966

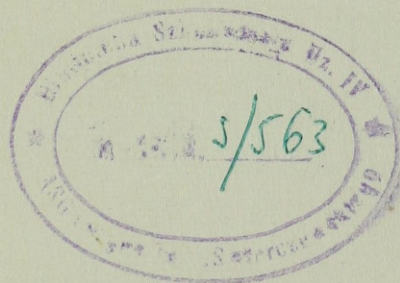
**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

---

ODDZIAŁ NAUKOWO-BADAWCZY



**OBLICZANIE PRZEPUSTOWOŚCI DRÓG  
I ICH ZNACZENIE  
DLA CEŁÓW WOJSKOWYCH**



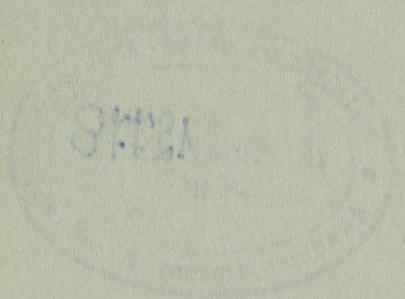
---

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1966

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY



37121

T R E Ś Ć

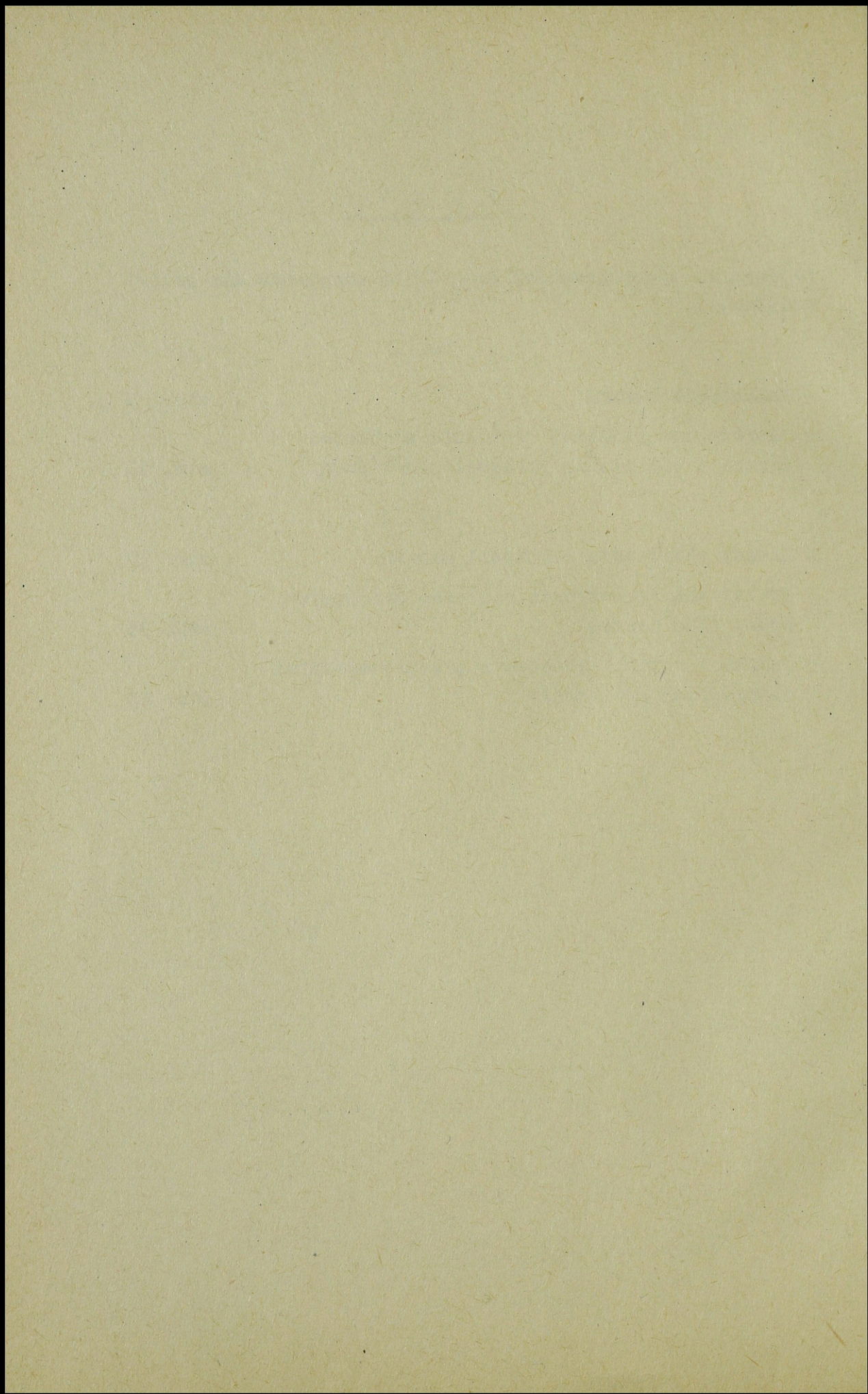
Obliczanie przepustowości dróg i ich znaczenie dla celów  
wojskowych

Cz. I

- Kalkulacje marszu str. 5
- Teoretyczne podstawy ustalania szybkości  
marszu i obliczania przepustowości dróg str. 11

Cz. II

- Zasady obliczania szybkości marszu str. 30
- Praktyczne sprawdzanie obliczeń przepusto-  
wości tras marszu str. 35
- Wyniki i wnioski końcowe z przeprowadzonych  
doświadczeń /ćwiczeń/ str. 44



OBLICZANIE PRZEPUSTOWOŚCI DRÓG I ICH ZNACZENIE DLA CELÓW  
WOJSKOWYCH

/Das Berechnen der Durchlassfähigkeit von Strassen und ihre  
Bedeutung in Militärwesen/

Zespół autorski Zarządu Transportu  
pod kierownictwem mjr R. Zimmera

Militärwesen nr 6 i 7,  
1965 r.

Część I

Fachowa literatura wojskowa zawiera sporo materiałów na temat metod planowania marszów i dowodzenia wojskami w czasie przegrupowywania na duże odległości oraz teoretycznych obliczeń i kalkulacji marszów w zależności od przepustowości dróg.

Niniejsze opracowanie zawiera omówienie materiałów na temat metod planowania marszów oddziałów i związków taktycznych oraz dowodzenia nimi w czasie przegrupowania na duże odległości w oparciu o dostępną literaturę fachową. Ponadto zawiera uogólnienie dotychczasowych ćwiczeń z wojskami w celu znalezienia optymalnego rozwiązania interesujących nas problemów, szczególnie zaś zależności marszu od przepustowości dróg.

Opracowanie nie jest oczywiście pełne, lecz stanowi próbę pokazania metod i sposobów oraz kierunku dalszych poszukiwań. Dla pełnego opracowania tematu niezbędne są dalsze usilne prace teoretyczne oraz prowadzenie szeregu ćwiczeń z wojskami jako praktycznego sprawdzianu, w celu znalezienia optymalnego rozwiązania interesujących nas problemów.

Kalkulacje marszu

Przy kalkulacji marszów wzięte będą pod uwagę następujące czynniki, mające zasadniczy wpływ na ich wykonanie :

- stan techniczny pojazdów;
- odpowiednie wyszkolenie kierowców;
- czas w jakim winien być wykonany marsz;
- pora roku;
- warunki meteorologiczne;

- warunki techniczne trasy;
- odpowiednio zorganizowane dowodzenie.

Nowoczesne wyposażenie techniczne wojsk umożliwia przeprowadzenie dokładnej kalkulacji marszów uwzględniając powyższe czynniki, szczególnie zaś warunki meteorologiczne panujące w różnych porach roku. Wiadomo, że żołnierze już w okresie przedpoborowym dysponują ogólnymi podstawowymi wiadomościami technicznymi, które pogłębiają w czasie służby wojskowej w powiązaniu z praktyką kierowców. W związku z tym żołnierze ci są zdolni posiadanyymi siłami i środkami, przy uwzględnieniu zasadniczych czynników czasu i warunków drożni, wziąć udział w praktycznych doświadczeniach.

Szereg przykładów z praktyki wskazuje, jak często teoretyczne kalkulacje i obliczenia marszów różnią się w zestawieniu z wykonaniem praktycznym. Czas planowany na wykonanie marszu często jest przekraczany.

Uzasadnienia takiego stanu rzeczy należy szukać w tym że przy obliczeniach marszu, normy taktyczno-operacyjne przyjmowane jako dane wyjściowe do kalkulacji szybkości i czasu marszu bez uwzględnienia warunków istniejących na danych drogach. W ten sposób nie brano pod uwagę możliwości uzyskania szybkości marszu zależnie od przepustowości dróg.

Dla przykładu, trasa marszu może być porównana z rurociągiem, w którym przekrój poprzeczny rury warunkuje szybkość przepływu wody /przy stałym ciśnieniu/. Na tej podstawie możemy obliczyć ilość przepływającej wody w określonym czasie. Niezależnie od osobistych życzeń i żądań, o ile nie zastosuje się żadnych pomocniczych środków, ilość przepływu wody została uwarunkowana przekrojem poprzecznym rury wodociągowej i to musi być wzięte pod uwagę przy obliczeniach.

Ta sama zasada jest w pełni obowiązująca przy kalkulacji marszów. Zastosowanie norm taktyczno-operacyjnych przy kalkulacji marszów nie może dać nam realnych wyników odnośnie czasu ich trwania, jeśli nie weźmiemy pod uwagę warunków istniejących na drogach oraz ich przepustowości.

Ustalenie realnej szybkości marszu na danej drodze stanowi podstawę kalkulacji związanych z planowaniem marszu.

Np. jeśli przełożony sztab będzie planował marsz, to nie może założyć czasu trwania marszu i na tej podstawie obliczyć szybkości marszu, lecz musi obliczyć najpierw szybkość marszu i dopiero na tej podstawie może wykonać kalkulacje odnośnie czasu trwania marszu.

Biorąc za podstawę szybkość marszu, określa się przepustowość, a następnie ilość potrzebnych dróg, dla wykonania marszu. Na podstawie zasadniczych czynników, które są potrzebne do wykonania kalkulacji, można wyciągnąć zasadniczy wniosek, że czas trwania marszu uzależniony jest głównie od warunków istniejących na danej drodze.

Dlatego przy kalkulacji marszu powstaje trudność polegająca na tym, że przy obliczeniach szybkości marszu musimy wziąć pod uwagę warunki drożni.

Stosujemy z reguły wzór :

$$V_m = \frac{S_G}{T_g} \text{ km/godz.}$$

$V_m$  = średnia szybkość marszu;

$S_G$  = długość trasy marszu;

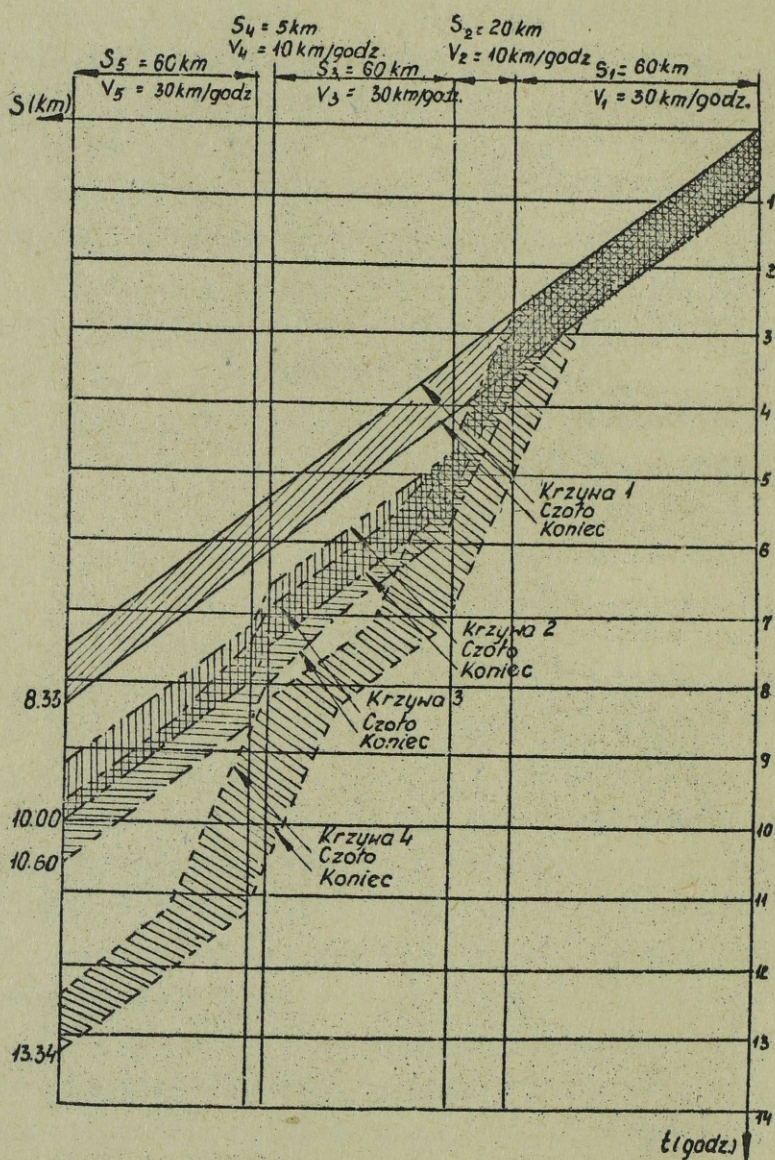
$T_g$  = ogólny czas marszu.

Powyższy wzór nie daje prawidłowych rozwiązań, przy obliczeniach marszu kolumn, gdyż nie uwzględnia zasadniczych czynników służących za podstawę do obliczeń szybkości marszu na danej trasie.

Celowość określenia realnej szybkości marszu, stanowi treść niniejszego opracowania.

Często stosowana jest metoda obliczeń polegająca na tym, że mając jedną podaną trasę i założoną szybkość /bez uwzględnienia warunków, drożni/, obliczony zostaje czas trwania marszu. Taka metoda obliczeń, może być stosowana tylko wtedy, gdy marsz odbywa się na idealnie zbudowanych drogach i na płaskim terenie, na którym szybkość marszu całej kolumny będzie przez cały czas jednakowa. Takie warunki możemy spotkać tylko na autostradach.

W tym wypadku stosujemy następujący wzór :



Rys. 1. Graficzne przedstawienie marszruty w odcinkach

$$T_g = \frac{S_G + L_k}{V_1} \text{ godz.}$$

- $T_g$  = ogólny czas marszu;  
 $S_G$  = długość marszruty;  
 $L_k$  = długość kolumny;  
 $V_1$  = szybkość marszu /km/godz/.

Przykład /zob. rys. 1 krzywa 1/

Długość trasy marszu  $S_G = 225$  km

Długość kolumny  $L_k = 25$  km

Szybkość marszu  $V_1 = 30$  km/godz.

/Dla uproszczenia przyjęto, że kolumna ma stałą długość/

$$T_g = \frac{225 + 25}{30} = 8,33 \text{ godz.}$$

We wszystkich innych wypadkach wymaga się bezwzględnie, aby trasa marszu odpowiadała założonej szybkości, w związku z czym należy ją podzielić na określone odcinki. Za podstawę tego podziału należy przyjąć szybkości, jakie mogą na tych odcinkach pojazdy uzyskać w czasie marszu i dopiero na tej podstawie uzyskamy ogólny czas marszu.

Przy tych kalkulacjach należy uwzględnić zróżnicowane szybkości marszu, szczególnie zaś zwrócić uwagę na dynamikę marszu kolumny.

#### Przykład

długość trasy marszu  $S_G = 225$  km

długość kolumny  $L_k = 25$  km

Trasa marszu została podzielona na odcinki według założonych szybkości marszu /rys. 1/. Dla uproszczenia przyjęto, że ogólna długość kolumny jest stała.

Jeżeli rozpatrywać będziemy tylko pojazd ozołowy /bez dynamiki kolumny/ i długość kolumny będzie doliczona do ostatniego odcinka trasy, to otrzymamy następujące czasy /rys. 1 - krzywa 2/.

$$T_g = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} + \frac{S_3}{V_3} + \frac{S_4}{V_4} + \frac{S_5 + L_k}{V_5}$$

$$T_g = \frac{80}{30} + \frac{20}{10} + \frac{60}{30} + \frac{5}{10} + \frac{60+25}{30}$$

$$T_g = 2,7 + 2,0 + 2,0 + 0,5 + 2,8$$

$$T_g = 10,0 \text{ godz.}$$

$V_1 \dots V_5$  = szybkość marszu na poszczególnych odcinkach  
w km/godz.

$S_1 \dots S_5$  = długość odcinków w km.

Biorąc pod uwagę, że kolumna będzie z różną szybkością pokonywała odcinki trasy, zachowując własną dynamikę, przy czym długość kolumny będzie stała, to potrzebny czas dla wykonania marszu musi być obliczony w następujący sposób: /rys. 1 krzywa 3/

$$T_g = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2 + L_k}{V_2} + \frac{S_3 - L_k}{V_3} + \frac{S_4 + L_k}{V_4} + \frac{S_5}{V_5}$$

$$T_g = \frac{80}{30} + \frac{20 + 25}{10} + \frac{60 - 25}{30} + \frac{5 + 25}{10} + \frac{60}{30}$$

$$T_g = 2,67 + 4,5 + 1,7 + 3,0 + 2,0$$

$$T_g = 13,34 \text{ godz.}$$

To równanie może jednak doprowadzić do fałszywych wniosków, w związku z czym celowo jest zawsze wykonać grafik marszu, z którego możemy łatwo uzyskać potrzebne parametry.

Przy wykonywaniu obliczeń zgodnie z rys. 1 - krzywa 3 - zakłada się, że jeżeli kolumna wjedzie na odcinek trasy, na którym musi zmniejszyć szybkość, to razem z pojazdem czołowym zmniejszą szybkość pozostałe pojazdy i tym samym zostanie zachowana pierwotna długość kolumny.

Przy wjazdach na odcinek trasy, na której wzrastać będzie szybkość marszu, czołowy pojazd musi tak długo utrzymać zmniejszoną szybkość, aż pojazd zamykający kolumnę przekroczy końcowy punkt poprzedniego odcinka.

Takie założenia w praktyce nie są realizowane. Przy wjeździe na odcinek, na którym trzeba zmniejszyć szybkość,

następuje natychmiastowe jej zmniejszenie przez pojazd czołowy, a pozostałe pojazdy zachowują poprzednią szybkość marszu, wskutek czego następuje skrócenie kolumny.

Przy wjeździe na odcinek, na którym wzrastać będzie szybkość marszu dzieje się odwrotnie. Pojazd czołowy zwiększa powoli szybkość, a pozostałe pojazdy zachowują poprzednią szybkość marszu, przez co następuje wydłużenie kolumny.

Jeżeli wziąć pod uwagę, że wewnętrzne ruchy kolumny, to czas potrzebny na wykonanie marszu zostanie skrócony /rys. 1 krzywa 4/. Jak widać z przykładów /rys. 1/ przy obliczeniach marszów kolumn, należy brać pod uwagę szybkość i przepustowość dróg jako czynników zasadniczych /ponadto należy uwzględniać dynamikę kolumn/.

Szybkość marszu na założonych odcinkach trasy jest czynnikiem decydującym, zaś przy określaniu przepustowości drogi, czynnikiem decydującym jest średnia szybkość określona dla całej marszruty.

#### Teoretyczne podstawy ustalania szybkości marszu i obliczania przepustowości dróg

##### A. Ogólne zasady obliczania przepustowości dróg w komunikacji cywilnej

Przeprowadzone badania wykazały, że możliwie największe natężenie ruchu na danym przekroju poprzecznym drogi /jeden szlak jezdny/ na jednostkę czasu - co odpowiada możliwej przepustowości - jest bezpośrednio zależne od szybkości marszu.

Przepustowość drogi jest to ilość pojazdów, które w jednostce czasu przejeżdżają przez pewien punkt leżący na drodze o danym przekroju poprzecznym z uwzględnieniem wpływu określonych czynników.

Do czynników tych zaliczamy :

- szybkość marszu;
- warunki techniczne trasy;
- różnorodność pojazdów;
- odległości między pojazdami.

Decydującym czynnikiem jest szybkość marszu, która wynika z technicznych warunków trasy, z różnorodności pojazdów oraz ma wpływ na odległości między pojazdami.

Na szybkość marszu zasadniczy wpływ mają następujące czynniki :

- jakość i stan nawierzchni trasy;
- ilość i ostrość zakrętów;
- pochyłość i wzniesienia trasy;
- warunki widoczności;
- położenie skrzyżowań tras.

Ogół tych czynników nazywamy warunkami technicznymi trasy.

Ponadto szybkość marszu uzależniona jest od takich czynników jak:

- różnorodność pojazdów;
- natężenie ruchu na trasie;
- warunki ruchu;
- warunki meteorologiczne;
- zasady ruchu drogowego.

Z badań czysto teoretycznych przepustowości dróg wynika wzór :

$$N = \frac{1000 \cdot V}{a} \text{ /pojazdów/godz./}$$

N = przepustowość pojazdów na godzinę;

1000 = stały współczynnik dla przeliczenia z km/godz. w m/godz.

V = szybkość marszu w km/godz.

a = odległość między pojazdami w metrach.

W ruchu cywilnym /na podstawie tego wzoru/ zostały wypracowane przez specjalistów komunikacji drogowej różne wzory /metody/ obliczeń przepustowości dróg.

Wzory te /po odpowiednim przekształceniu/ mogą być stosowane do obliczeń marszów wojsk.

#### B. Obliczenia przepustowości dróg dla celów wojskowych

Dane wyjściowe do obliczenia przepustowości drogi stanowi teoretyczna przepustowość drogi, którą obliczamy na podstawie wzoru :

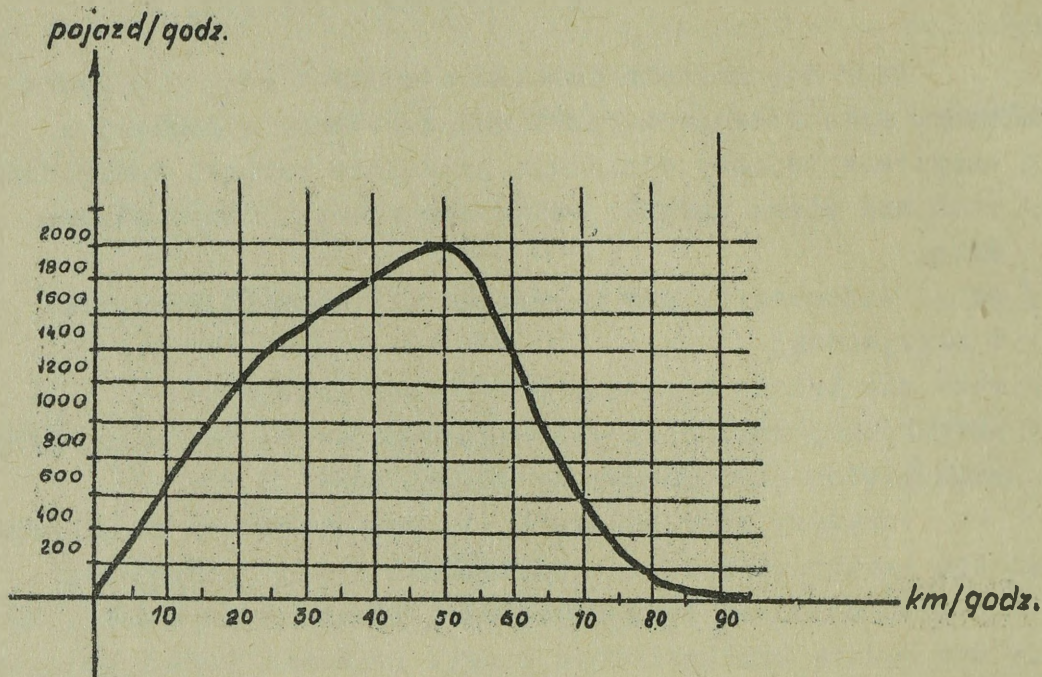
$$N = \frac{1000 \cdot V}{a} \quad /km/godz./$$

- Wzór ten zakłada idealne warunki i ciągłość ruchu kolumny. Jako idealne warunki ruchu kolumny rozumiemy :
- 1/ wszystkie pojazdy posiadają jednolite warunki techniczne;
  - 2/ ruch nie ulega wpływom związanym z technicznym stanem dróg;
  - 3/ dobra widoczność, nie ma wzniesień, wąskich zakrętów i skrzyżowań;
  - 4/ ruch nie będzie hamowany przez inne pojazdy;
  - 5/ przy równej szybkości wszystkich pojazdów zostanie utrzymana między nimi jednakowa odległość.

Powyższy wzór pokazuje, że przepustowość drogi jest funkcją szybkości marszu i odległości między pojazdami.

Im mniejsze będą odległości pomiędzy pojazdami, tym większa będzie przepustowość drogi. Ponieważ jednak odległość między pojazdami zależna jest w głównej mierze od szybkości, to przepustowość będzie maksymalna wtedy, gdy zależności pomiędzy odległościami pojazdów a szybkością marszu będą optymalne.

Badania współzależności między szybkością marszu a przepustowością drogi /o ruchu jednopasmowym/ wykazały, że przepustowość pojazdów /na godzinę/ przy małych prędkościach wzrasta i po osiągnięciu szybkości rzędu 50 km/gpdz. znowu opada stromo i asymptotycznie dąży do zera. Oznacza to, że przy prędkości rzędu 80 km/godz. przepustowość jednego pasma jest znacznie mniejsza niż przy prędkości 50 km/godz. /rys.2/



Rys.2. Przepustowość drogi dwukierunkowej o dwu pasmach ruchu

Stan, właściwości oraz jakość dróg mają zasadniczy wpływ na ocenę czy dana trasa marszu może być jedno czy dwukierunkowa. Z tego wynika, że przy określaniu średniej szybkości marszu i przepustowości drogi, należy dokonać zasadniczego podziału dróg na drogi o ruchu jedno lub dwukierunkowym.

Tabela 1

Dopuszczalna szybkość jazdy w km/godz. w zależności od rodzaju i stanu nawierzchni

Jakość nawierzchni	Charakterystyka stanu			
	I	II	III	IV
	nawierzchnia nowa	nawierzchnia utrzymana dobrze	nawierzchnia do lekkiego uszkodzenia	nawierzchnia poważnie uszkodzona
betonowa	50	40-45	30-35	10-20
mała kostka	50	40-45	30-35	10-20
asfaltowa	50	40-45	30-35	10-20
bitumiczna	50	40-45	25-30	10-20
duży bruk	45	30-40	20-25	10-20
żwirowa	45	30-40	20-25	10-20
ulepsz. polna droga	30	20-25	10-20	5-12
nieulepsz. polna droga	25	15-25	8-15	5-10
drewniana koleina	25	10-25	8-10	5-6

Uwaga: Przy dwukierunkowym ruchu, szybkości będą uzależnione od szerokości drogi / zob. tabela 2/.

Tabela 2

Dopuszczalna szybkość jazdy w km/godz. przy dwukierunkowym ruchu

Szerokość jezdni w m	5,0-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,5	8,0
Dopuszczalna szybkość	10-20	20-30	30-40	45	50

Tabela 3

Dopuszczalna szybkość jazdy na jednym odcinku trasy w km/godz. w zależności od wzniesień, pochyłości oraz jakości nawierzchni trasy

Jakość nawierzchni	Spadek w procentach											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15
betonowa	45	40	35	30	25	20	19	18	16	15	13	12
mała kostka	45	40	38	31	26	23	22	21	20	19	14	12
asfaltowa	43	43	30	27	23	20	19	18	16	15	13	12
bitumiczna	43	43	30	27	23	20	19	18	16	15	13	12
duży bruk	40	38	30	25	20	19	18	16	15	15	12	11
żwirowa	34	30	27	23	20	19	18	16	15	15	12	11
ulepsz. droga	30	28	26	23	20	19	18	16	15	14	12	11
polna	25	23	22	20	18	16	15	15	13	12	10	8
nieulepsz. droga	20	19	18	18	16	16	15	13	12	12	10	8
polna												
koleiny drewn.												

Uwaga: - Podane w tabeli 3 szybkości są dla nawierzchni dobrze utrzymanych;

- dla jezdni klasy III i IV przy lekkich i ciężkich uszkodzeniach

wartości te należy porównać z tabelą I i za podstawę przyjąć wartości

najmniejsze z obu tabel;

- przy wzniesieniach i pochyłościach poniżej 3% należy stosować wartości podane w tabeli I.

Tabela 4

Dopuszczalna szybkość jazdy w km/godz. w zależności od promienia zakrętu i stanu nawierzchni

Stan nawierzchni	Wielkość promienia w m								
	10-15	15-20	20-25	25-40	40-60	60-80	80-100	100-200	200-300
sucha km/godz.	12-15	15-18	18-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-50	50
mokra km/godz.	8-10	10-11	11-12	12-15	15-20	20-22	22-25	25-35	35-40

przy płaskim zakręcie

Stan nawierzchni	przy pokrytym zakręcie /2%/								
	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50
sucha km/godz.	15-18	18-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50
mokra km/godz.	10-13	13-15	15-17	17-20	20-25	25-30	30-35	35-40	45-50

Tabela 5

Dopuszczalna szybkość jazdy na jednym odcinku w zależności od widoczności i stanu nawierzchni

Stan nawierzchni	Widoczność w m										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	ponad 100
sucha w km/godz.	8	15	20	30	35	40	45	50	50	50	50
mokra w km/godz.	5	10	15	20	25	30	35	37	40	45	50

Tabela 6

Strata czasu przy jednopoziomym skrzyżowaniu drogi z linią kolejową

Ilość par pociągów na dzień	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70
Strata czasu na skrzyżowaniach / w godzinach	0,021	0,032	0,042	0,053	0,063	0,074	0,084	0,105	0,126	0,148

Uwaga: Obliczenia straty czasu przy skrzyżowaniach, na których natężenie ruchu kolejowego jest większe niż 70 par pociągów dziennie, musi być dokonane przez ekstrapulację

Tabela 7

Współczynniki uwzględniające charakterystyki terenu /drożni/

Charakterystyka terenu	Teren równy	Teren lekko pagór.	Teren mocno pofal.	Odcinki niebezpieczne
Współczynnik	0,90	0,95	0,75	0,70

Uwaga: Współczynnik jest brany pod uwagę przy obliczeniach dopuszczalnej średniej szybkości jazdy.

Tabela 8

Współczynnik uwzględniający jazdę w kolumnie w km/godz.

Szybkość jazdy w km	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Współczynnik	2,41	2,41	2,41	2,20	2,05	1,98	1,81	1,69	1,57

Tabela 9

Przepustowość dróg przy utrzymaniu bezpiecznych odległości między pojazdami /w zależności od szybkości jazdy/

Srednia szybkość w km/godz.	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Przepustowość pojazdów na godz.	175	240	290	310	350	400	430	470	530	560
	280	390	450	490	570	630	690	750	820	900

Tabela 10

Przepustowość dróg przy powiększonych bezpiecznych odległościach między pojazdami / w zależności od wzniesień i spadów trasy = 9% oraz warunków meteorologicznych i operacyjno-taktycznych/

Średnia szybkość w km/godz.	5		10		15		20		25	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Ilość kierunków ruchu	41	66	83	130	125	200	166	266	227	364
bezpieczn.odległ.	50 m	75 m	100 m	150 m	200 m	300 m	50 m	75 m	100 m	150 m
"	28	44	55	94	83	133	110	177	151	240
"	21	33	41	66	62	100	83	133	114	182
"	14	22	27	44	41	66	55	88	76	120
"	10	16	21	33	31	50	41	66	57	91
"	7	11	14	22	21	33	27	44	38	60

### Zasady obliczeń

Według przyjętych zasad współczynnik dla jazdy w kolumnie /tab. 8/ uzyskany doświadczalnie podstawia się do równania. Jak wynika z dotychczasowych rozważań, przepustowość jest funkcją szybkości jazdy i odległości między pojazdami. Na ogół przyjmuje się wskazaną przez tachometr szybkość oraz odstęp między pojazdami. Na określonych odcinkach trasy marszu należy powiększyć odległości między pojazdami. Zwiększenie odległości stosuje się w wyniku założenia warunków meteorologicznych, a także operacyjno-taktycznych /np. mgła, ślizgawica, naloty samolotów itp/.

Aby wyprowadzić odpowiednie równanie do obliczenia przepustowości drogi zakładamy, że :

- trasa marszu będzie wykorzystana tylko przez pojazdy wojskowe;
  - poprzez właściwą regulację ruchu i odpowiednie dowodzenie wyłączony zostanie ruch różnych pojazdów przez co cała szerokość pasma jezdni może być wykorzystana na marsz;
  - pojazdy bojowe i transportowe mają jednakową szybkość;
  - kolumny marszowe poruszają się z jednostajną szybkością i zachowują jednakowe odległości między pojazdami;
  - wyprzedzanie występuje rzadko;
- na przepustowość większy wpływ wywiera stan techniczny trasy niż rodzaj pojazdu.

W związku z tym możemy wyprowadzić wzór dla pojazdów wojskowych

$$N = \frac{1000 \cdot v_m}{l_1 + l_0} \cdot k_k \text{ /pojazdów/godz./}$$

$v_m$  = średnia szybkość marszu /km/godz./

$l_1$  = odległość między pojazdami /m/

$l_0$  = długość pojazdu /m/ do obliczeń dla pojazdów wojskowych 7,00 m

$k_k$  = współczynnik uwzględniający ruch kolumny w zależności od szybkości /tabela 8/.

### Określenie średniej szybkości marszu

Średnia szybkość marszu stanowi podstawę wykonania potrzebnych obliczeń przepustowości dróg oraz czasu trwania marszu kolumn.

Średnia szybkość marszu kolumn wojskowych uzależniona jest od następujących czynników :

- stanu oraz jakości nawierzchni trasy;
- szerokości jezdni;
- wzniesień lub pochyłości trasy;
- warunków widoczności;
- ilości i jakości zakrętów;
- ilości przejazdów i natężenia ruchu kolejowego na przejazdach.

Dla tych czynników /na podstawie praktycznych pomiarów/ zostały zestawione tabele 1-7. Aby właściwie wykorzystać omówione wyżej tabele, należy trasę marszu podzielić na odpowiednie odcinki a następnie ocenić je biorąc pod uwagę wyżej wymienione czynniki. Ocenę odcinków danej trasy można dokonać na podstawie rozpoznania technicznego lub specjalnej mapy technicznej.

Średnią szybkość marszu obliczamy według wzoru :

$$V_m = \frac{S_G \cdot K_N}{t_g + T_E} \text{ /km/godz./}$$

$V_m$  = średnia szybkość marszu /km/godz./

$S_G$  = długość trasy marszu /km/

$K_N$  = współczynnik wykorzystania, uwzględniający charakterystykę terenu /tabela 7/.

$$t_g = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} + \frac{S_3}{V_3} \dots \frac{S_x}{V_x}$$

$S_1 \dots, S_x$  = długości charakterystycznych odcinków

$V_1 \dots, V_x$  = wartości porównane według tabeli 1-5 - szybkość marszu na charakterystycznych odcinkach;

$T_E$  = stracony czas na skrzyżowaniach trasy z liniami kolejowymi /przejazdy/ tabela 6.

Obliczenie realnego czasu marszu kolumny można dokonać na podstawie wzoru :

$$T_g = \frac{S_G + L_k}{V_m} + t_R \text{ /godz./}$$

$T_g$  = ogólny czas marszu kolumny /godz./

$S_G$  = długość trasy marszu /km/

$t_R$  = czas odpoczynku /godz./

$L_k$  = długość kolumny według równania:

$$L_k = n \cdot l_0 + /4-1/ \cdot l_1$$

$n$  = liczba pojazdów

$l_0$  = długość jednego pojazdu w m

$l_1$  = odległość między pojazdami w m /z reguły równa się średniej szybkości marszu/.

Średnia szybkość w czasie wykonywania marszu nocnego na podstawie przeprowadzonych doświadczeń z wojskami została ustalona jako współczynnik redukujący, którego wartość wynosi 0,7.

$$V_m \text{ noc} = V_m \text{ dzień} \cdot 0,7 \text{ /km/godz./}$$

$$T_g \text{ noc} = \frac{S_G + L_k}{V_m \text{ noc}} + t_R \text{ /godz./}$$

Przykładowe obliczenie średniej szybkości marszu :

a/ Długość trasy marszu wynosi 140 km i została podzielona na następujące charakterystyczne odcinki :

- odcinek I - nawierzchnia żwirowa utrzymana dobrze, szerokość jezdni 6,5 m, długość odcinka 22 km;
- odcinek II - nawierzchnia bitumiczna /asfalt/ lekko uszkodzona, szerokość jezdni 6 m, promień zakrętu 20-25 m; wzniesienie 6%; widoczność 50m; długość odcinka 18 km;
- odcinek III - nawierzchnia żwirowa, utrzymana dobrze, szerokość jezdni 7 m, długość odcinka 15 km;

- odcinek IV - nawierzchnia żwirowa, mocno uszkodzona, szerokość jezdni 6,5 m, długość odcinka 12 km;
- odcinek V - nawierzchnia brukowana, lekko uszkodzona, szerokość jezdni 5,5 m, pobocza 2,5 m /nadają się do jazdy/, długość odcinka 23 km;
- odcinek VI - nawierzchnia betonowa w dobrym stanie, szerokość jezdni 7,5 m, długość odcinka 50 m.

Teren lekko pagórkowaty. /odpowiednio do szerokości drogi możliwy jest ruch dwukierunkowy/.

b/ Kolejność czynności:

1. Ustalić szybkości marszów na poszczególnych odcinkach trasy według tabeli 1-6.
2. Obliczyć czas marszu  $/t_g/$ .
3. Określić współczynniki  $/K_N/$  według tabeli 7.
4. Obliczyć średnią szybkość marszu  $/V_m/$ .

ad.1 Szybkość marszu na poszczególnych odcinkach /według tabeli 1 do 6/ wynosi :

- odcinek I	tab. 1	- 35 km/godz.
	tab. 2	- 35 - " -
- odcinek II	tab. 1	- 27 - " -
	tab. 2	- 20 - " -
	tab. 3	- 27 - " -
	tab. 4	- 20 - " -
	tab. 5	- 35 - " -
- odcinek III	tab. 1	- 35 - " -
	tab. 2	- 40 - " -
- odcinek IV	tab. 1	- 15 - " -
	tab. 2	- 35 - " -
- odcinek V	tab. 1	- 22 - " -
	tab. 2	- 50 - " -
- odcinek VI	tab. 1	- 50 - " -
	tab. 2	- 45 - " -

ad.2

$$t_g = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} + \frac{S_3}{V_3} + \frac{S_4}{V_4} + \frac{S_5}{V_5} + \frac{S_6}{V_6}$$

$$t_g = \frac{22}{35} + \frac{18}{20} + \frac{15}{35} + \frac{12}{15} + \frac{23}{22} + \frac{50}{45}$$

ad.3

$$K_N = 0,85$$

ad.4 Średnia szybkość marszu na poszczególnych odcinkach trasy wynosi :

$$V_m = \frac{S_G \cdot K_N}{t_g} \text{ /km/godz./} = \frac{140 \cdot 0,85}{4,92} = 24 \text{ km/godz.}$$

Średnia szybkość marszu może być większa w wypadku gdy nawierzchnia trasy na odcinku IV będzie naprawiona, albo jeśli zostanie wyszukany objazd, który umożliwi zaoszczędzenie czasu.

#### Obliczanie przepustowości

W celu obliczenia przepustowości drogi należy ją ocenić i podzielić na odcinki jedno i dwukierunkowego ruchu. Uzależnione to jest głównie od szerokości jezdni i celowości /o tym ostatnim decydują dowódcy/. Droga, której szerokość jezdni pozwala na ruch dwukierunkowy może być jednokierunkowa.

W ruchu wojskowym uważa się, że na jezdniach o szerokości mniejszej niż 6 m może odbywać się tylko ruch jednokierunkowy. Przepustowość oblicza się na podstawie wzoru/1/:

$$N = \frac{1000 \cdot V_m}{/l_1 + l_0/} K_k \text{ /pojazdów/godz./}$$

Wzór ten może być zastosowany w odniesieniu do dróg z oddzielnymi jezdniami np. autostrad N mnoży się przez ilość pasm jezdnych.

Dla dróg dwukierunkowych z jezdnią jednolitą /drogi główne/ stosuje się wzór /2/ :

$$N = \frac{1000 \cdot V_m \cdot Z}{/l_1 + l_0/ \cdot K_k} \text{ /pojazd/godz./}$$

Z = współczynnik równoczesnego wykorzystania obu jezdni /dla ruchu dwukierunkowego, dwupasmowego ruchu jednokierunkowego, lub mijania/ wynosi 1,6-1,7.

W wypadku gdy chcemy obliczyć przepustowość trasy marszu, w ciągu 1 doby musimy wówczas zastosować następujące równanie :

$$N_{24} = N_{\text{dzień}} \cdot T_{\text{dzień}} + N_{\text{noc}} \cdot T_{\text{noc}} / \text{pojazdów}/24\text{godz.}$$

$T_{\text{dzień}}$  = czas dzienny w godz.

$T_{\text{noc}}$  = czas nocny w godz.

$N_{\text{noc}}$  = przepustowość w nocy /przy czym do równania należy podstawić odpowiednie  $V_m$  noc i współczynnik  $K_k$ /

$$\frac{N_{\text{noc}}}{\text{ruch jednokier.}} = \frac{1000 \cdot V_m \text{ noc}}{\sqrt{l_1 + l_0} \cdot K_k} / \text{pojazdów}/\text{godz.}/$$

$$\frac{N_{\text{noc}}}{\text{ruch dwukier.}} = \frac{1000 \cdot V_m \text{ noc} \cdot Z}{\sqrt{l_1 + l_0} \cdot K_k} / \text{pojazdów}/\text{godz.}/$$

Przepustowość drogi można także określić na podstawie tabel 9 i 10.

W celu dalszego wyjaśnienia problemu posłużymy się uprzednio podanym przykładem obliczania przepustowości trasy.

Zakładamy, że szerokość jezdni umożliwia ruch dwukierunkowy. Ze względów operacyjno-taktycznych wskazanym jest, aby na trasie marszu wziąć pod uwagę przeciwny ruch pojazdów.

Przepustowość drogi o dwukierunkowym ruchu obliczamy na podstawie wzoru :

$$N = \frac{1000 \cdot V_m \cdot Z}{\sqrt{l_1 + l_0} \cdot K_k} / \text{pojazdów}/\text{godz.}$$

$$V_m = 24 \text{ km}/\text{godz.}$$

$$K_k = 2,2 / \text{tabela 8/}$$

$$Z = 1,6$$

$$l_1 = 24 \text{ m}$$

$$l_0 = 7 \text{ m}$$

$$N = \frac{1000 \cdot 24 \cdot 1,6}{725 + 77 \cdot 2,2} = 565 \text{ pojazdów/godz.}$$

Porównaj wartości tabeli 9 = 554 pojazdów/godz.

$$N_{\text{noc}} = \frac{1000 \cdot V_m \text{ noc} \cdot Z}{7l_1 + l_0 \cdot K_k} / \text{pojazdów/godz.}$$

$$K_k \text{ noc} = 2,41 / \text{zgodnie z tabelą 8/}$$

$$N_{\text{noc}} = \frac{1000 \cdot 17 \cdot 1,6}{717 + 7,07 \cdot 2,41} = 470 \text{ pojazdów/godz.}$$

Wartości porównawcze tabeli 9 = 466 pojazdów/godz.

$$N_{24} = N_{\text{dzień}} \cdot T_{\text{dzień}} + N_{\text{noc}} / \text{pojazdów/24 godz.}$$

$$T_{\text{dzień}} = 14 \text{ godzin}$$

$$T_{\text{noc}} = 10 \text{ godzin.}$$

$$N_{24} = 565 \cdot 14 + 470 \cdot 10 = 12610 \text{ pojazdów/24 godz.}$$

$$N_{24} = \frac{12610}{2} = 6305 \text{ pojazdów/24 godzin /ruch jednokier./}$$

W drugiej części omówimy metody obliczania szybkości marszu i przepustowości tras na podstawie przeprowadzonych ćwiczeń.

## Część II

### ZASADY OBLICZENIA SZYBKOŚCI MARSZU

Teoretyczne metody obliczania szybkości marszu są stosunkowo trudne. Wskazane więc jest ustalenie odpowiedniej metody praktycznej lub przygotowanie specjalistycznej mapy z technicznymi objaśnieniami przyszłych tras marszu.

Jedną z możliwych metod praktycznych obliczeń szybkości marszu kolumny na pewnym odcinku przewidywanej trasy może /zdaniami autorów/ polegać na wyborze jednego pojazdu z grupy pojazdów mających wziąć udział w przemarszu i przejechaniu nim danego odcinka trasy.

Szybkość marszu pojedynczego pojazdu na określonym odcinku trasy można obliczyć wg wzoru :

$$V_E = \frac{S_1}{t_{g_1}} \text{ km/godz.}$$

$V_E$  = szybkość marszu pojedynczego pojazdu /km/godz./;

$S_1$  = długość jednego odcinka /km/;

$t_{g_1}$  = czas pokonania jednego odcinka /godz./

Trudność polega tutaj głównie na ustaleniu oraz utrzymaniu odpowiedniego stosunku pomiędzy szybkością marszu pojedynczego pojazdu, a poszczególnymi pojazdami w kolumnie.

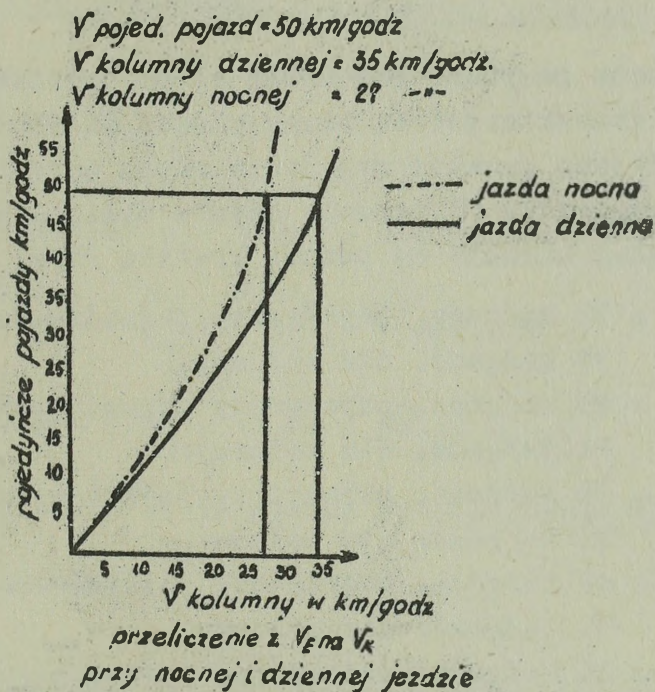
Tę zależność w sposób graficzny przedstawia rys. 3, w którym wykorzystani teoretyczne obliczenia oraz praktyczne doświadczenia.

#### Przykład obliczenia szybkości marszu

Oddział ma odbyć marsz z punktu Z do punktu Y. Po zapoznaniu się z przewidzianą trasą marszu, przystępujemy do jej rozpoznania wysyłając w tym celu pojedynczy pojazd. Cały odcinek nakazanej trasy marszu powinien być pokonany przy maksymalnej dopuszczalnej szybkości; ostateczna rzeczywista szybkość danego pojazdu winna być obliczona z uwzględnieniem panujących warunków na trasie marszu /zob.cz.I./.

Podczas jazdy rozpoznawczej pojedynczym pojazdem, pewne odcinki marszruty będą cechować duże wahania szybkości oraz realne warunki panujące na trasie.

Schematyczne przedstawienie obliczenia



Rys 3. Grafik przeliczenia szybkości pojazdów pojedynczych i kolumn przy jeździe dziennej i nocnej.

Z chwilą przybycia do punktu Y /rejonu ześrodkowania/ ustala się ostateczne wyniki szybkości marszu, co podaje rys. 4.

Szybkość marszu na poszczególnych odcinkach trasy marszu wynosi :

$$V_{E I} = \frac{30}{0,6} = 50 \text{ km/godz.}$$

$$V_{E II} = \frac{70}{2,8} = 25 \text{ km/godz.}$$

$$V_E^{III} = \frac{50}{1,43} = 35 \text{ km/godz.}$$

$$V_E^{IV} = \frac{50}{1,1} = 45 \text{ km/godz.}$$

$$V_E^V = \frac{20}{0,57} = 35 \text{ km/godz.}$$

Biorąc powyższe pod uwagę sztab oddziału, po zapoznaniu się z charakterystyką trasy marszu jednocześnie ustala ilość i miejsca punktów regulacji ruchu na całej trasie. Następnie wyznaczeni oficerowie sztabu obliczają szybkość marszu dla całej kolumny za pomocą grafiku /rys. nr 3/.

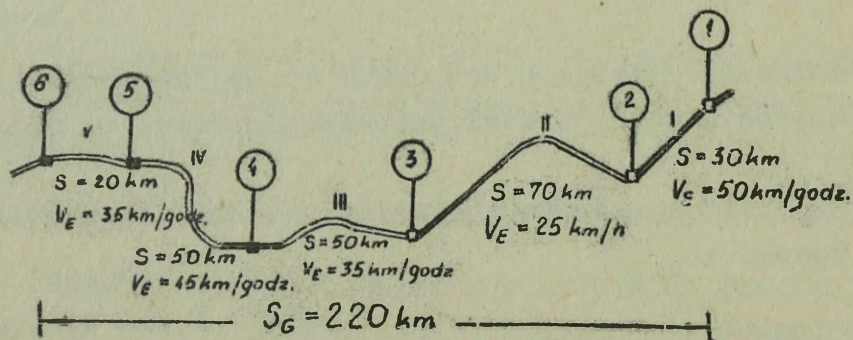
$V_1 = 50 \text{ km/godz.}$  pojedynczy pojazd - to odpowiada 35 km/godz. dla kolumny.

$V_2 = 25 \text{ km/godz.}$  pojedynczy pojazd - to odpowiada 21 km/godz. dla kolumny.

$V_3 = 35 \text{ km/godz.}$  pojedynczy pojazd - to odpowiada 28 km/godz. dla kolumny.

$V_4 = 45 \text{ km/godz.}$  pojedynczy pojazd - to odpowiada 35 km/godz. dla kolumny.

$V_5 = 35 \text{ km/godz.}$  pojedynczy pojazd - to odpowiada 28 km/godz. dla kolumny.



Rys. 4. Schemat marszu

Powyższa metoda została wypróbowana praktycznie w wielu ćwiczeniach i jest zalecona przede wszystkim dowódcom oddziałów mających wykonywać marsz. Za pomocą wykresu przedstawionego na rys. 3 można w sposób bardzo szybki wykonać potrzebne obliczenia oraz dokonać kalkulacji marszu oddziału.

Kalkulacje marszu wykonywane przez sztab oddziału :

- długość marszruty /S<sub>G</sub>/ = 220 km
- długość kolumny /L<sub>K</sub>/ = 25 km
- V<sub>1</sub>..... V<sub>5</sub> /31,28,33,28 km/godz.
- czas odpoczynku /R/ = 2 x 0,5 = 1,0 godz.

$$1. T_g = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2 + L_K}{V_2} + \frac{S_3}{V_3} + \frac{S_4 - L_K}{V_4} + \frac{S_5 + L_K}{V_5} + R$$
$$= \frac{30}{35} + \frac{70+25}{21} + \frac{50}{28} + \frac{50-25}{33} + \frac{20+25}{28} + 1,0$$
$$= 9,54 + 1,0 = 10,54 \text{ /patrz rys.6, krzywa 1/}$$

$$2. T_G = \frac{S_G + L_K}{V_m} \text{ /godz./}$$

$$V_m = \frac{S_G}{t_g} \text{ /km/godz./}$$

$$t_g = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} + \frac{S_3}{V_3} + \frac{S_4}{V_4} + \frac{S_5}{V_5} \text{ /godz./}$$

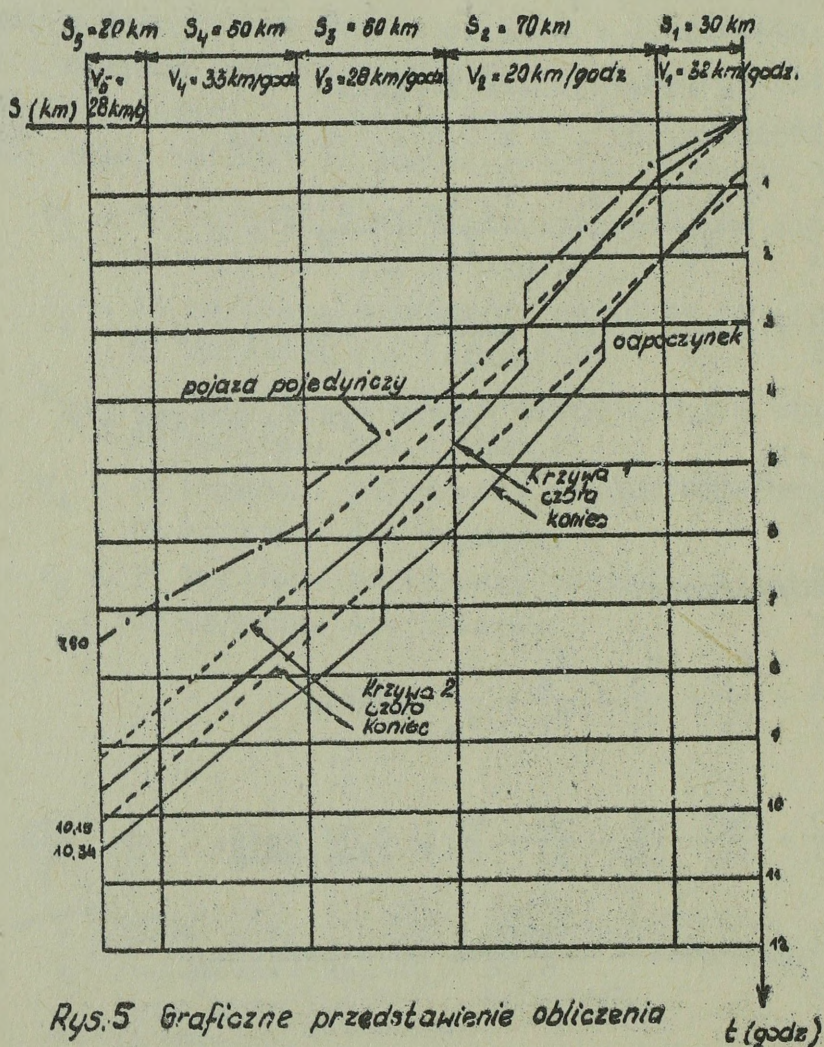
$$= \frac{30}{35} + \frac{70}{21} + \frac{50}{28} + \frac{50}{33} + \frac{20}{28} = \underline{\underline{8,22 \text{ godz.}}}$$

$$V_m = \frac{S_G}{t_g} \text{ /km/godz./} = \frac{220}{8,22} = \underline{\underline{26,8 \text{ km/godz.}}}$$

$$T_g = \frac{S_G + L_K}{V_m} + R = \frac{220+25}{26,8} + 1,0 = 9,15 + 1,0 = \underline{\underline{10,15 \text{ godz.}}}$$

/patrz rys. 6 krzywa 2/.

Szybkość marszu obliczona według metody przedstawionej powyżej dopuszcza dalej idące zmiany poruszania się pojazdów wewnątrz kolumny. Praktycznie wygląda to następująco:



Rys. 5 Graficzne przedstawienie obliczenia  $t$  (godz)

Na podstawie tego przykładu wnioskujemy, że przelotowość drogi będzie uwzględniona w regulacji ruchu po dokonaniu obliczeń :

$$N_{Tg} = \frac{1000 \cdot v_m \cdot z}{7l_1 + l_0 / K_k} = \frac{1000 \cdot 27 \cdot 1,6}{727 + 77 \cdot 2,14} = 594 \text{ pojazdów/godz.}$$

Na jednej marszrucie lub jednym kierunku ruchu  
 $\frac{594}{2} = 297$  pojazdów/godz.

### Praktyczne sprawdzenie obliczeń przepustowości tras marszu

W zasadniczej dokumentacji szkolenia bojowego zakłada się, że pododdziały i oddziały mają opanowane zasady organizacji i wykonania marszu na duże odległości w dzień i w nocy.

W roku szkoleniowym 1964 przeprowadzone zostały ćwiczenia z nauki jazdy pododdziałów i oddziałów zmechanizowanych /z założeniami podstawowych obliczeń dla ustalenia przepustowości tras marszu/. Ponieważ nie było opracowanej metody kalkulacji szybkości marszu i przepustowości tras, wzięto pod uwagę istniejącą sieć dróg i ich przepustowość.

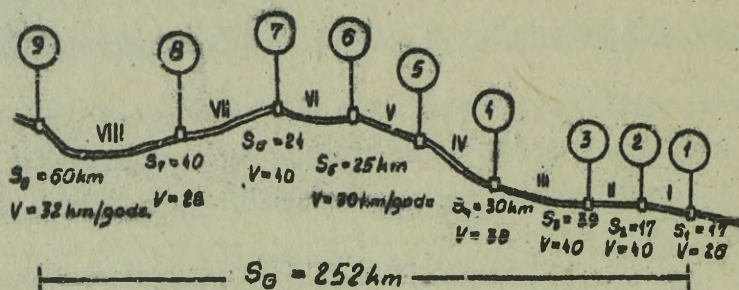
Celem ćwiczeń w wykonywaniu marszów było :

- 1/ Teoretyczne ustalenie podstawowego wskaźnika przepustowości tras i sprawdzenie go praktycznie.
- 2/ Ustalenie czynnika opóźniającego szybkość przemarszu w nocy.
- 3/ Opracowanie uproszczonej metody obliczeń marszu oraz ustalenie zależności szybkości marszu pojedynczego pojazdu w stosunku do szybkości marszu kolumny.

### Przygotowanie do praktycznego sprawdzianu

Trasa marszu została wybrana na głównej drodze. Marsz miał wykonać pojedynczy pojazd oraz duża kolumna na dużą odległość w dzień i w nocy.

Trasa marszu odpowiadała obliczonej teoretycznie szybkości marszu, która miała być praktycznie sprawdzona /w czasie i odległości/. - Długość trasy marszu wynosiła 252 km - rys. nr 6.



Rys.6. Trasa marszu z podziałem na odcinki

Teoretyczne obliczenia mogły być dokonane na podstawie istniejącej technicznej dokumentacji dróg. Trasa marszu miała być kontrolowana w celu ustalenia zasadniczych wskaźników. W związku z tym wytypowaną trasę podzielono na 8 charakterystycznych odcinków /rys. nr 6/.

Ustalenie szybkości marszu oraz czasu przejścia kolumny na poszczególnych odcinkach :

Tabela 11

Odcinek	Długość /k <sub>m</sub>	Czynnik decydujący	Tabela nr	V km/godz.	t/ godz
I	17	Szerokość jezdni 6 m	2	26	0,65
II	17	Szosa II kl. powier- chnia asfaltowa	1	40	0,43
III	39	Szosa II kl. powier- chnia asfaltowa	1	40	0,98
IV	30	Wzniesienie 5% mały bruk	3	38	0,79
V	25	Wzniesienie 5% powierz- chnia asfaltowa	3	30	0,83
VI	24	Szosa II kl. powier- chnia asfaltowa	1	40	0,60
VII	40	Wzniesienie 5,5% po- wierzchnia asfaltowa	3	28	1,43
VIII	60	Zakręt R-45 m	4	32	1,87
	252				t <sub>g</sub> = 7,58

Średnią szybkość marszu na całej trasie obliczono na podstawie wzoru :

$$v_m = \frac{S_G \cdot K_N}{t_g} \text{ /km/godz./}$$

$$K_N = \text{/patrz tabela 7/} = 0,90$$

$$t_g = \text{/patrz tabela 11/} = 7,58$$

$$v_m = \frac{252 \cdot 0,90}{7,58} = 30 \text{ km/godz.}$$

Przepustowość trasy obliczono na podstawie wzoru :

$$N = \frac{1000 \cdot v_m \cdot Z}{l_1 + l_0 / K_k} \text{ /pojazdów/godz./}$$

$$Z = 1,6$$

$$l_0 = 7,0 \text{ m /przeciętna długość pojazdu/}$$

$$l_1 = 30 \text{ m odstęp między pojazdami}$$

$$K_k = 2,05 \text{ /noc, tabela 8 cz. I/}$$

$$N = \frac{1000 \cdot 30 \cdot 1,6}{30+7 \cdot 2,05} = 635 \text{ pojazdów/godz.}$$

$$\text{/Porównaj tab.9 cz. I/} = 630 \text{ pojazdów/godz.}$$

$$\frac{635}{2} = 318 \text{ pojazdów/godz.}$$

$$v_{m_{noc}} = v_m \cdot 0,70 \text{ /stały odstęp/} = 30 \cdot 0,7 = 21 \text{ km/godz.}$$

$$v_{noc} = \frac{1000 \cdot 21 \cdot 1,6}{21+7,0 \cdot 2,38} \text{ /tab.8 cz.I/} = 507 \text{ pojazdów/godz.}$$

$$\text{/Porównaj tabela 9 cz. I/} = 506 \text{ pojazdów/godz.}$$

$$\text{dla jednej marszruty lub kierunku} = \frac{506}{2} = 253 \text{ poj./godz.}$$

Obliczenie marszu wg podziału na marsz dzienny i nocny

- długość marszruty  $/S_G/ = 252 \text{ km}$

- długość kolumny  $/L_k/ = 10,0 \text{ km /dzień/}$

$$/L_k/ = 8,5 \text{ km /noc/}$$

$V_1 \dots \dots \dots V_8$  /patrz tabela 11/

$V_m = 30$  km/godz.

Odoczynek /R/ =  $2 \cdot 0,3 = 0,6$

$$T_{G/\text{dzień}} = \frac{S_G + L_k}{V_m} + R \text{ /godz./}$$
$$= \frac{252 + 10,0}{30} + 0,6 = 8,8 + 0,6 = 9,4 \text{ godz.}$$

$$T_{G/\text{noc}} = \frac{S_G + L_k}{V_m} + R$$
$$= \frac{252 + 8,5}{21} + 0,6 = 12,3 + 0,6 = \underline{\underline{12,9 \text{ godz.}}}$$

Do znalezienia odpowiednich wartości służy rys. nr 7a i 7b.

Do przygotowania ponownego sprawdzianu wzięto specjalnie pod uwagę przedsięwzięcia organizacyjno-techniczne. W celu dokładnego ustalenia szybkości marszu, z góry zostały powiadomione punkty regulacji ruchu na trasie /także tzw. punkty miernicze trasy/.

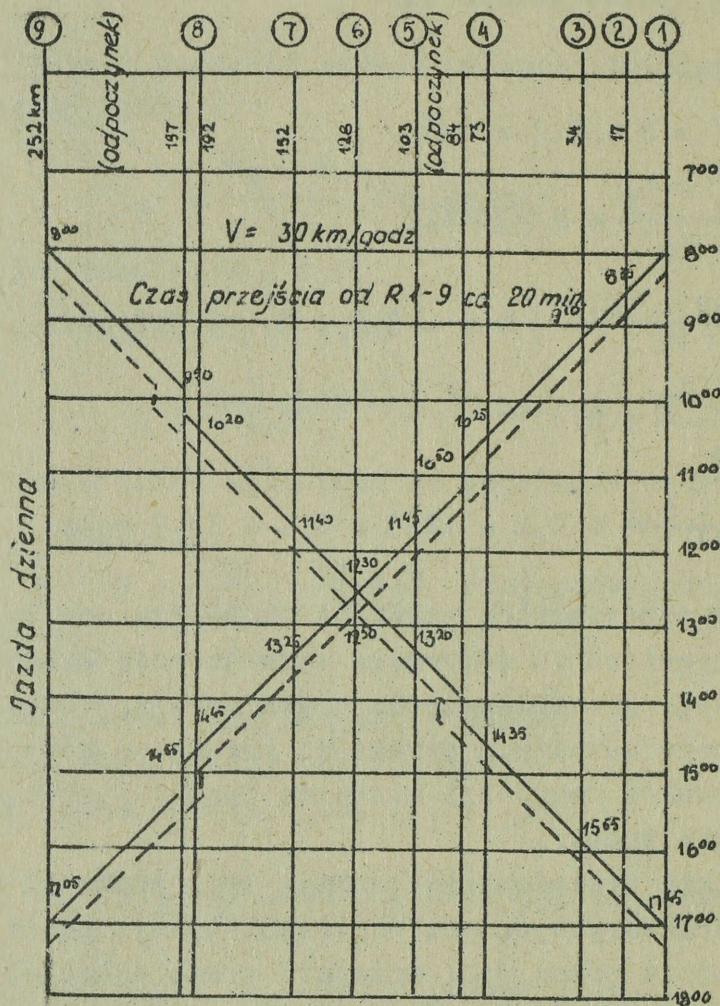
Wszystkie powiadomione punkty, były punktami wyznaczonymi na charakterystycznych odcinkach trasy, gdzie prędkość marszu będzie różna jak: przejazd przez osiedla, przejazdy kolejowe, osiągnięcie nowego rejonu ześrodkowania.

Obliczenia czasu za pomocą arkusza nr 8, podobnie jak arkusza nr 9, służyły do kontroli szybkości pojedynczych pojazdów oraz pojazdu prowadzącego każdą kolumnę.

Marsz na tracie był prowadzony przez poszczególne punkty regulacji ruchu wyposażone w odpowiedni sprzęt łączności.

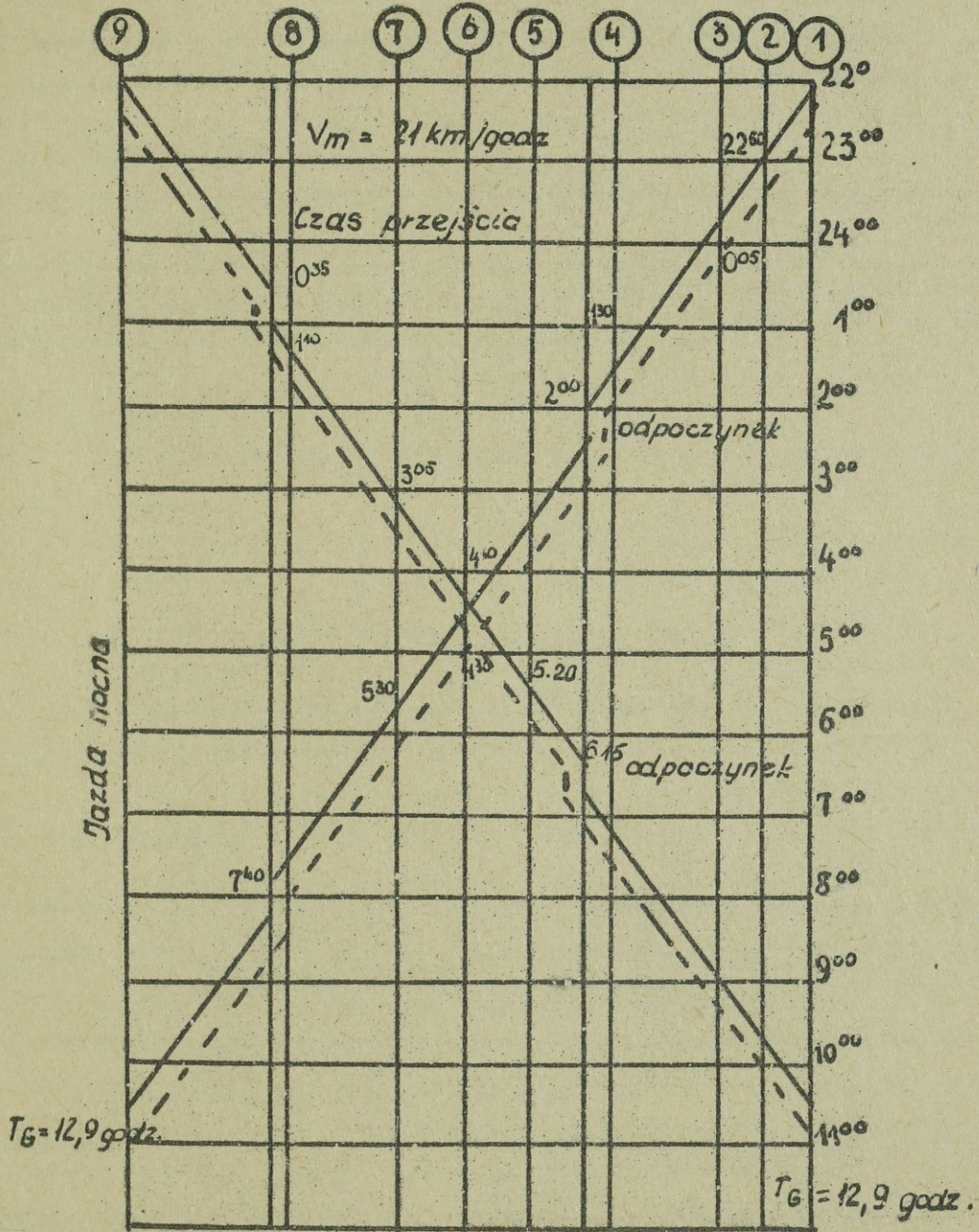
#### Kolejność składania meldunków przez Punkty Regulacji Ruchu

1. Gotowość punktu regulacji ruchu do pracy.
2. Rozpoczęcie marszu
3. Przejazd poszczególnych pojazdów
4. Przejazd kolumny
5. Osiągnięcie rejonu ześrodkowania
6. Wypadki nadzwyczajne.



Rys. 7a Grafik nateżenia ruchu  
na trasie (jazda dzienna)

W celu wykonywania sprawnego i płynnego marszu oraz zabezpieczenia przed możliwością wypadków drogowych, punkty regulacji ruchu były wzmocnione przedstawicielami milicji obywatelskiej oraz milicji z oddziałów drogowych. Ponadto wewnątrz kolumny dowódca wydzielił odpowiednie siły i środki do regulacji ruchu poszczególnych pododdziałów w czasie wykonywania marszu.



Rys. 7b Grafik nateżenia ruchu na trasie (jazda nocna)

Karta kontroli punktu regulacji ruchu nr ....

Miejsce postoju : .....

Nazwiska : .....

Arkusz nr 8

Dzień Noc	godz.i ilość pojazdów	D z i e ń		N o c	
		Planow.	Wykon.	Planow.	Wykon.
Przydział /jednostka/					

Uwagi :

Karta kontroli przejazdu przez osiedla

Jednostka, pojedynczy pojazd /pojazd specjalny/

Nazwisko: .....

Arkusz nr 9

Nazwa osiedla na trasie	Wjazd		Wyjazd		Uwagi
	Odległość w km	godz.	Odległość w km	godz.	

Na podstawie teoretycznych obliczeń i pomiarów szybkości marszu oraz przeprowadzonych sprawdzianów planowano :

- 1/ Eokonania wybranych tras marszu przez pojedyncze pojazdy przy zachowaniu przez nie maksymalnych szybkości /ok. 60 km/godz./ na obu końcowych punktach.

Przy czym obsługa pojedynczego pojazdu miała ustalić warunki trasy, bezpieczeństwa ruchu, charakter poszczegól-

nych odcinków trasy, możliwości osiągnięcia optymalnej szybkości i na tej podstawie sporządzić notatkę służbową. Powyższe winno być powtórzone również w nocy.

2/ Pokonania trasy marszu przez dwie kolumny /z załadowanymi wozami oraz z przyczepami/, zaczynając z dwóch skrajnych określonych punktów trasy marszu. Przy czym czołowy pojazd jednej kolumny miał pokonać trasę marszu przy szybkości maksymalnej, a drugiej kolumny przy szybkości minimalnej /do 30 km/godz./. Należy to powtórzyć nocą przy zachowaniu warunków jazdy nocą.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że planowany czas został przekroczony.

Wystąpiły wyraźnie następujące charakterystyczne niedociągnięcia:

1/ Wyznaczone odległości między pododdziałami, szczególnie podczas jazdy przez miejscowości, nie zostały utrzymane.

2/ Wyznaczone czasy odpoczynku, szczególnie przez pododdziały znajdujące się na końcu kolumny, nie mogły być zrealizowane z powodu braku czasu.

3/ Zbyt często jechano środkiem jezdni, szczególnie w czasie jazdy nocnej, z tego też powodu powstawały trudności przy wyprzedzaniu i mijaniu poszczególnych pojazdów.

W celu zmniejszenia i wyeliminowania tych charakterystycznych niedociągnięć w czasie marszu, należy dążyć do tego, aby szybkość pododdziałów /pojazdów/ zamykających kolumnę nie była zbyt duża.

W czasie marszu kolumny były prowadzone przez porządkowych regulacji ruchu, którzy ograniczyli się tylko do przekazywania meldunków. Stwierdzono, że ci funkcyjni zostali w niedostatecznym stopniu wyszkoleni w regulacji ruchu, szczególnie wewnątrz kolumny oraz w utrzymaniu nakazanych odległości między pododdziałami i oddziałami.

Dodatkowo użyte środki łączności były w praktyce mało pomocne i miały ograniczony wpływ na przebieg marszu kolumny.

Powstałe wypadki nadzwyczajne, stanowiły wskazówki do planowania i organizowania dowodzenia w marszu.

Na zakończenie kilka uwag o warunkach meteorologicznych podczas ćwiczeń.

W czasie przeprowadzanych ćwiczeń warunki meteorologiczne były niekorzystne, pogoda była deszczowa i chmurna. Druga połowa dnia marszu charakteryzowała się silnymi opadami, ograniczoną widocznością oraz wzrastającą głoledzią. Marsz nocny odbywał się podczas mgły, przy widoczności 30 cm, co miało poważny ujemny wpływ na wykonanie marszu.

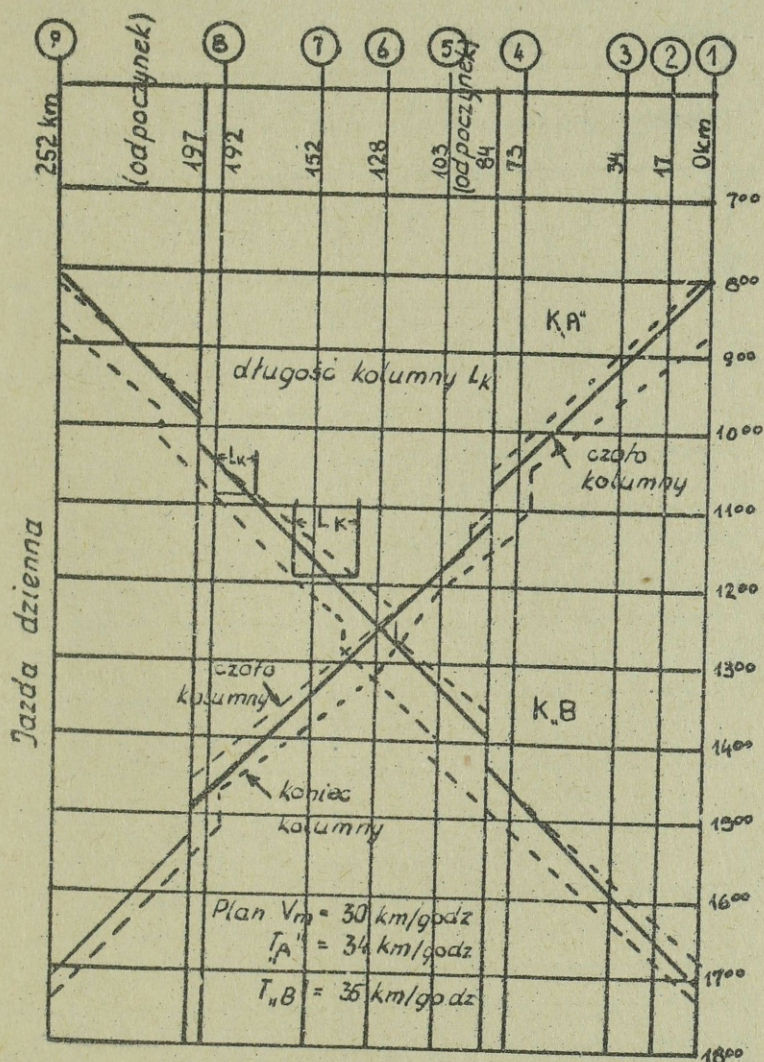
Wyniki i wnioski końcowe z przeprowadzonych doświadczeń /ćwiczeń/

1/ Porównanie osiągniętej i planowanej średniej szybkości marszu /patrz rys. 8a i 8b/ wykazało następujące odchylenia :

- przy marszu dziennym około 11,5 %
- przy marszu nocnym około 12,5 %

Szybkości marszu zostały wyszczególnione na rys. 8a i 8b, w których również są uwidocznione różne długości kolumn mające na celu pokazanie ruchu wewnątrz kolumny.

Odchylenie osiągniętej szybkości marszu w stosunku do zaplanowanej średniej szybkości wynosiło około 5 km/godz. w związku z czym należałoby sprawdzić sposób jazdy pierwszego czołowego pojazdu kolumny.



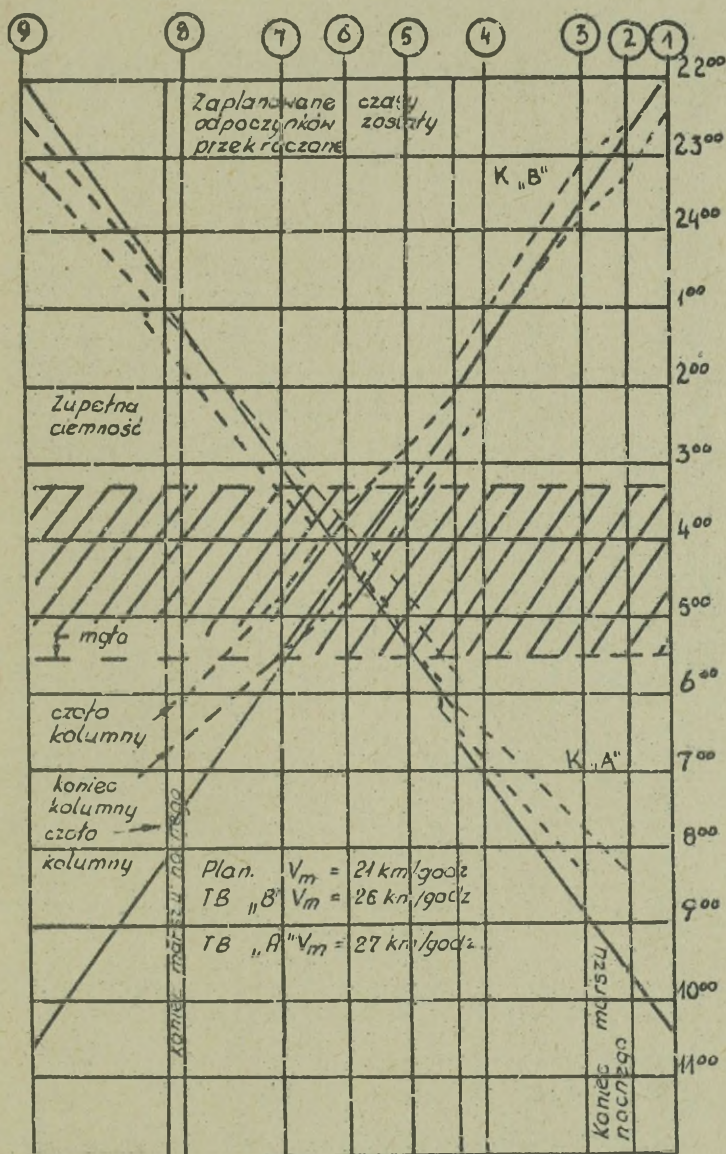
Rys. 8 a Grafik faktycznego natężenia ruchu na trasie (jazda dzienna)

Osiągnięte praktycznie szybkości w stosunku do planowanej; średniej szybkości na poszczególnych odcinkach są przedstawione w tabeli 12. Stwierdzono, że przy planowaniu marszów na duże odległości na dobrych drogach, dynamika kolumny w kalkulacjach może nie być brana pod uwagę.

Tabela 12

Poszczególne szybkości na odcinkach regulacji ruchu

Odcinek regulacji ruchu	Jazda dzienna				Jazda nocna			
	K "A"	K "B"	K "A"	K "B"	K "A"	K "B"	K "A"	K "B"
I	60	46	49	44	60	36	48	26
II	57	44	60	60	54	42	54	32
III	46	35	45	53	51	34	50	24
IV	53	37	53	51	60	44	58	29
V	60	33	50	48	55	28	50	28
VI	53	41	53	53	46	34	55	24
VII	48	43	42	49	51	31	38	31
VIII	54	30	40	51	45	47	38	31
	52	36	37	51	53	38	48	27

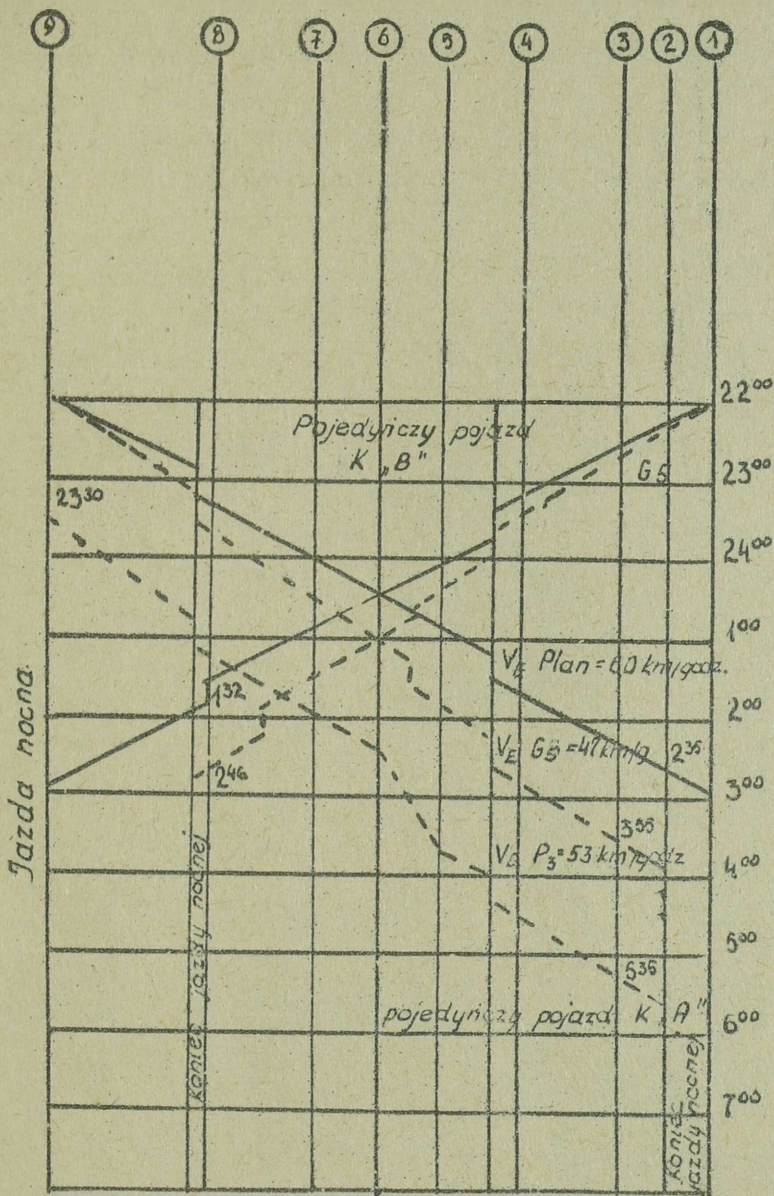


Rys. 8 b Grafik faktycznego natężenia ruchu na trasie (jazda nocna)

Ta metoda powinna jednak być zastosowana w wypadku gdy wystąpią duże różnice w szybkości marszu. We wszystkich innych wypadkach marsz może być obliczony przy pomocy średniej szybkości.

2/ Przeprowadzone obliczenia czasu przejazdu przez miejscowości wykazały, że założone średnie szybkości marszu przez te miejscowości zostały osiągnięte również po przejechaniu przez te miejscowości. A więc przy obliczeniach przepustowości przejazd przez miejscowości nie musimy brać specjalnie pod uwagę.





Rys. 9 b Grafik faktycznego natężenia ruchu pojedynczych pojazdów na trasie (jazda nocna)

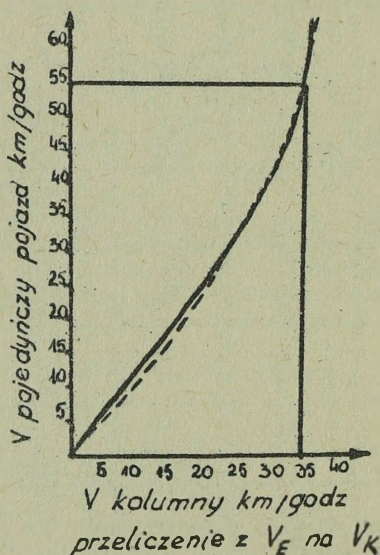
4/ W wypadku kiedy marsz pojedynczych pojazdów / $P_3$ ;  $G_5$ /, które utrzymują średnią szybkość 60 km/godz. zostanie obliczony i zaplanowany /zob. rys. 9a i 9b/, a czynniki decydujące o warunkach trasy mają wpływ na wykonanie przez nie marszu, wówczas na tej podstawie możemy ustalić szybkość marszu kolumny.

Uzyskane ogólne zależności średniej szybkości marszu pojedynczych pojazdów i kolumn potwierdza krzywa marszu /rys. nr 3/.

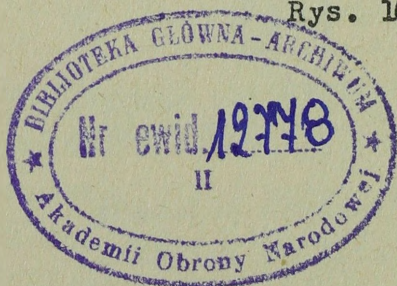
Na podstawie rys. nr 10 krzywa marszu uwidoczniła się w wyraźny sposób i potwierdziła słuszność przeprowadzonych doświadczeń.

Przy pomocy tej metody obliczeń możliwe jest ustalenie realnych warunków panujących na trasie. Ponadto możemy przy pomocy tej metody obliczać przepustowość tras marszu w realnych granicach.

Zespół autorski zamierza kontynuować dalsze badania tych problemów i przeprowadzić odpowiednie ćwiczenia.



Rys. 10 Grafik porównawczy



Tłum. B.M.

Wykonano w 100 egz.

Egz. nr 1-100 Bibl. Szkol. ASG

Wyk.: T.T.

Druk: P.K.

Nr ks. 2633/WW

CW-O-XV-3089.

