

STANISŁAW KOCZWAŃSKI, JADWIGA NOWAKOWSKA-MORYL

Badanie ruchu drogowego na wybranych drogach leśnych w Nadleśnictwie Krzeszowice

Research of the Traffic on Selected Forest Roads in Krzeszowice Forest District

W pracy dokonano analizy elementów ruchu drogowego na czterech drogach leśnych o numerach 27, 28, 32 i 204, w Nadleśnictwie Krzeszowice (RDLP Kraków). Metodą bezpośrednich pomiarów rejestrowano pojazdy, a następnie obliczono wielkość natężenia, obciążenia ruchem nawierzchni oraz strukturę ruchu. W obliczeniach statystycznych zastosowano Test t-Studenta i Dunnetta.

Wstęp

Na drogach leśnych występuje: transport wynikający z użytkowania lasu (wywóz drewna); transport wynikający z przewozu materiałów budowlanych, sprzętu; transport związany z czynnościami gospodarczymi (hodowla, ochrona) i administracyjnymi.

Z zagadnieniami transportu związane jest zagadnienie ruchu na drogach leśnych. Znajomość jego elementów jest niezbędna do :

- prawidłowego projektowania dróg (zastosowanie odpowiednich parametrów dotyczących szerokości jezdni, korony, pochyłeń niwelety, pasm ruchu, konstrukcji nawierzchni);
- modernizacji dróg;
- klasyfikowania dróg.

Znajomość ruchu na drogach leśnych jest dotychczas niewielka. W Zakładzie Inżynierii Leśnej AR w Krakowie prowadzone są badania tego ruchu, metodą bezpośrednich pomiarów [4,5].

Cel badań

Celem pomiarów ruchu na drogach leśnych jest:

- ustalenie natężenia ruchu,
- ustalenie struktury ruchu,
- obliczenie obciążenia ruchem nawierzchni drogi,
- obliczenie obciążeń użytkowych konstrukcji mostowych,
- ustalenie potrzeb w zakresie mijanek na drogach jednopasowych.

Pomiary ruchu mogą być dokonywane w danym przekroju poprzecznym drogi, wówczas ustala się ilość i rodzaj pojazdów – są to pomiary statyczne. W pomiarach dynamicznych analizuje się potok ruchu, ustalając między innymi kierunki i źródła potoku ruchu.

Ruch na drogach leśnych, z uwagi na jego małe natężenie, kwalifikuje się do pomiarów bezpośrednich statycznych i tak właśnie przeprowadzono niniejsze badania.

Celem tych badań było ustalenie natężenia i struktury ruchu, udziału pojazdów ALP w ruchu oraz obliczenie obciążenia ruchem nawierzchni.

Opis terenu badań

Badania wykonano na terenie Nadleśnictwa Krzeszowice, którego lasy położone są w VI krainie przyrodniczo-leśnej Wyżyn Środkowopolskich, w 12 Dzielnicy Krakowskiego Okręgu Przemysłowego, w pasie jurajsko-kredowym Krakowsko-Wieluńskim. Administracyjnie teren Nadl. Krzeszowice podlega Regionalnej Dyrekcji LP w Krakowie. Przeciętna lesistość wynosi ok. 28%. Skład gatunkowy drzewostanów: So 64%, Św 6%, Bk 24%, Db 3%, Brz 2%, pozostałe (Gb, D, Os) 1%. Przeciętna zasobność wynosi 201 m³/ha. Przeciętny przyrost całkowity produkcji 4,44 m³.

Teren Nadl. Krzeszowice otoczony jest licznymi aglomeracjami miejskimi: od wschodu i południowego wschodu znajduje się aglomeracja miejska Krakowa i Skawiny, od zachodu Zagłębie Chrzanowsko-Trzebińskie, a dalej górnośląski Okręg Przemysłowy, od północy i północnego zachodu przemysłowy okręg olkusko-bolesławski.

Sieć drogowa na terenie Nadl. Krzeszowice jest dość dobrze rozwinięta. Na sieć dróg składa się ok. 100 km dróg w tym 50 km dróg leśnych, w większości z nawierzchnią twardą. Gęstość sieci dróg leśnych wynosi 16 m/ha [6]. Dobrze rozwinięta sieć drogowa, duża lesistość, atrakcyjność terenu, bliskość aglomeracji miejskich – sprzyjają penetracji turystyczno- rekreacyjnej na terenie Nadl. Krzeszowice.

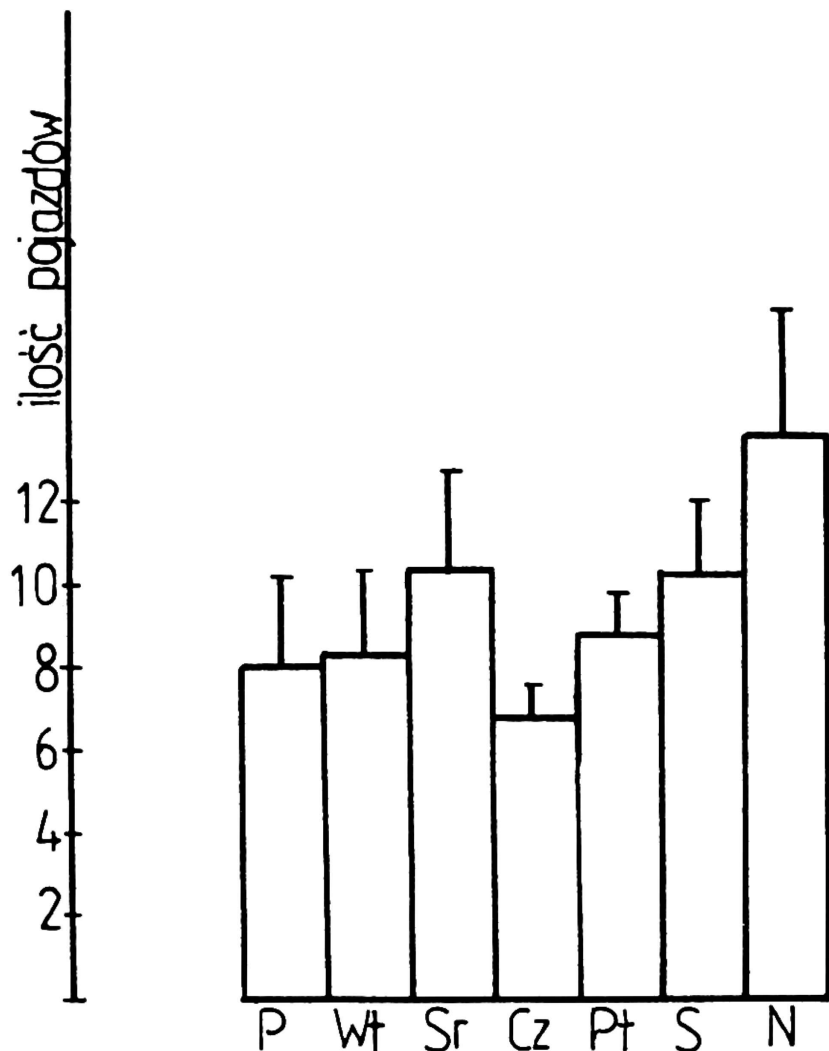
Metodyka badań

Badania wykonano w 1990 roku, metodą bezpośrednich pomiarów, przez okres 28 dni,, od 13 sierpnia do 9 września. Obserwacje prowadzono przez 12 godzin dziennie (od 7 do 19) [2,3,7,8]. Każdy przejeżdżający pojazd rejestrowany był na formularzach, w których zapisywano:

- datę, godzinę pomiaru;

N-ctwo Krzeszowice

Droga nr 27



RYC. 1. Droga Nr 27. Natężenie ruchu: rowery i motocykle

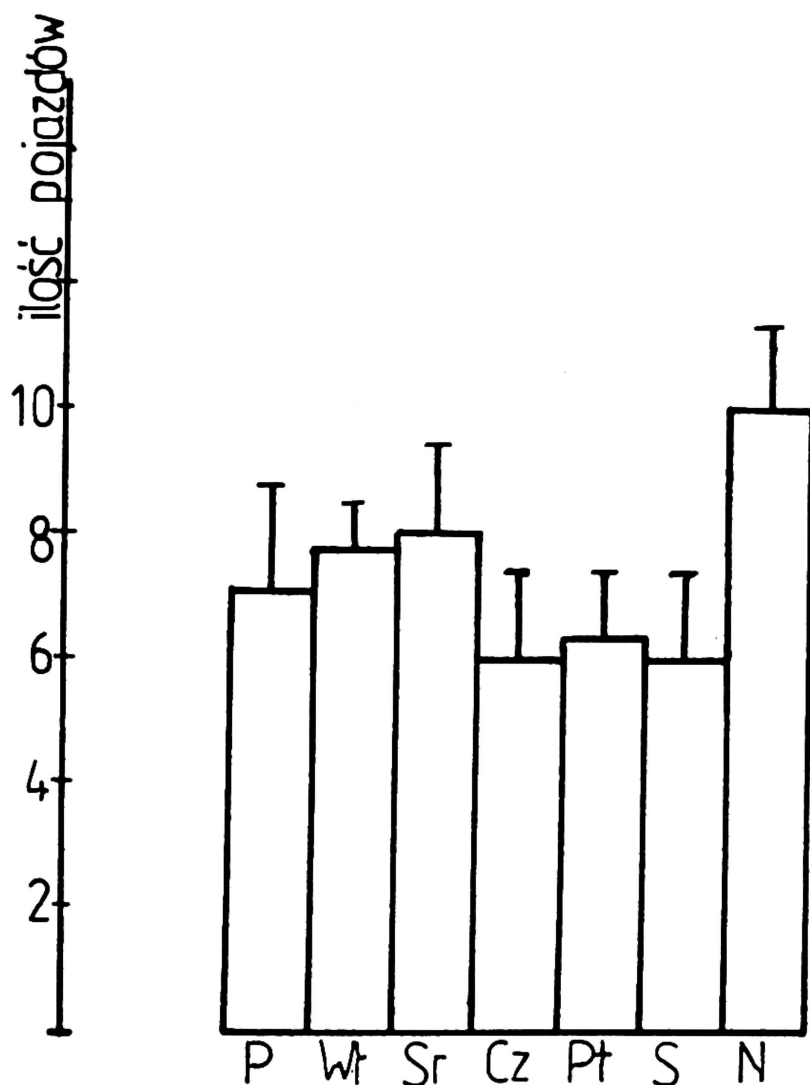
- kolejny numer pojazdu;
- nazwę pojazdu.

W rejestrze wyodrębniono pojazdy należące do ALP. Wszystkie pojazdy zostały podzielone na 3 grupy:

- rowery, motocykle;
- pojazdy lekkie;
- pojazdy ciężkie.

Następnie pojazdy rzeczywiste przeliczono na tzw. pojazdy umowne, stosując następujące współczynniki zamienne: samochód osobowy 1,0; rower, motocykl 0,5; samochód

N-ctwo Krzeszowice
Droga nr 27



RYC. 2. Droga Nr 27. Natężenie ruchu: pojazdy lekkie

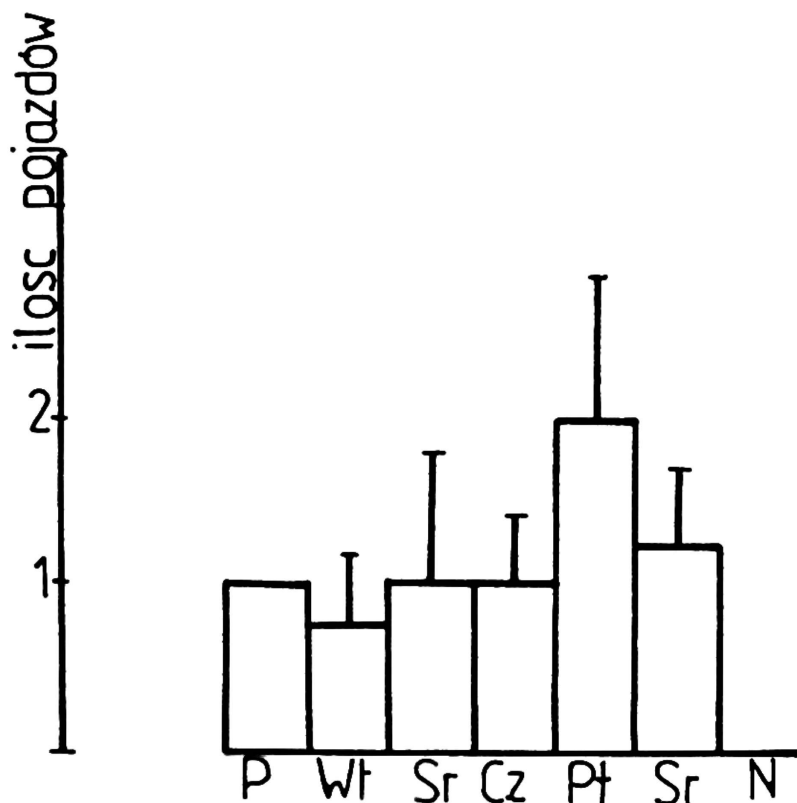
ciężarowy 2.0; samochód ciężarowy z przyczepą, ciągnik z przyczepą 3.0; wóz konny 4,0. Posługując się testami statystycznymi t-Studenta i Dunneta obliczono natężenie i strukturę ruchu. Wyniki dotyczą średnich, odchyłeń standardowych oraz zmienności statystycznych dla:

- całego okresu badań
- poszczególnych dni tygodnia
- dni roboczych i świątecznych,

z uwzględnieniem poszczególnych grup pojazdów.

N-ctwo Krzeszowice

Droga nr 27

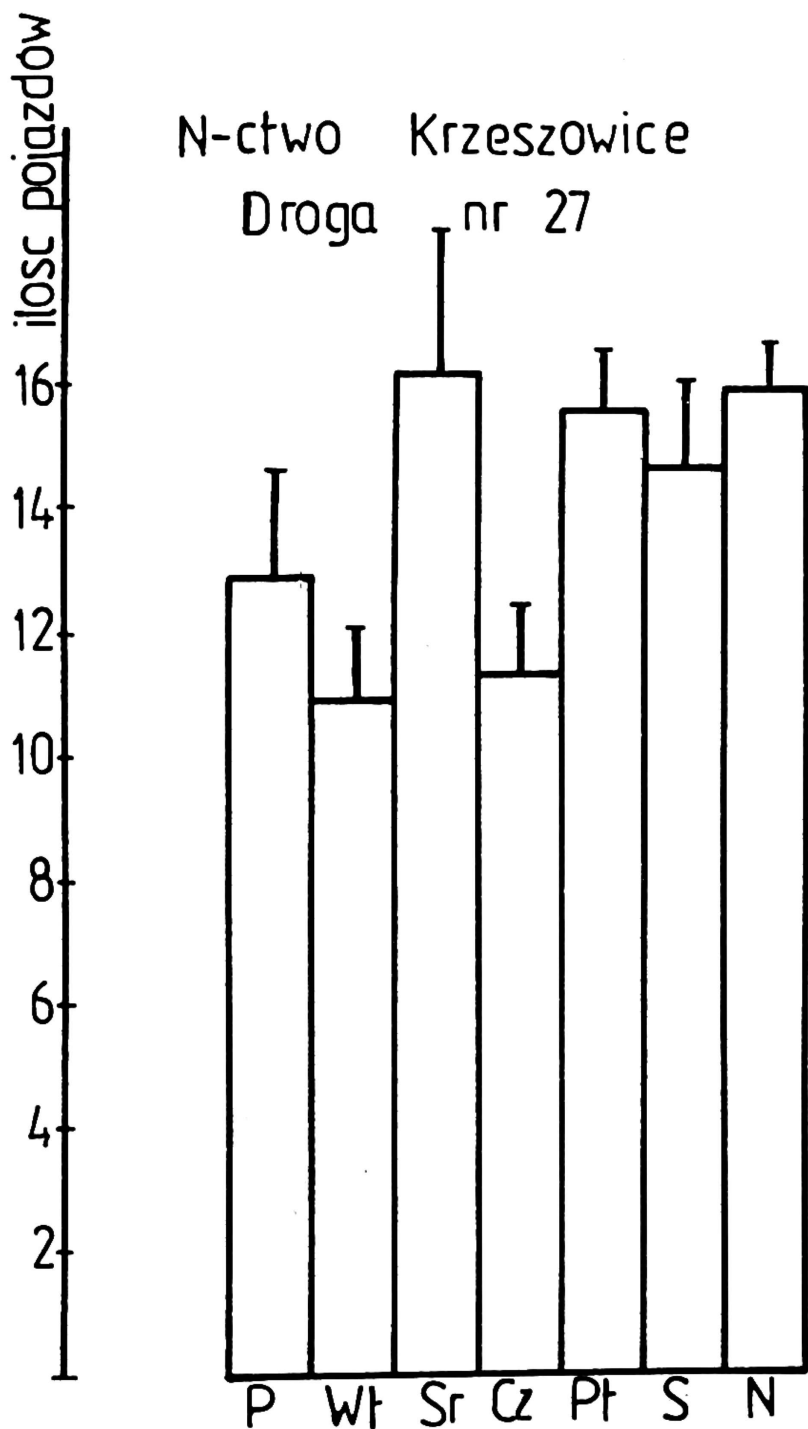


RYC. 3. Droga Nr 27. Natężenie ruchu: pojazdy ciężkie

Obliczono także procentowy udział grup pojazdów, udział pojazdów ALP w ruchu – oraz obciążenie ruchem nawierzchni dróg. Wyniki dotyczące pomiaru ruchu drogowego przedstawiono w tabeli, wyniki dotyczące średnich oraz odchyłeń standardowych przedstawiono w formie wykresów (ryc. 1–20).

Omówienie wyników badań

Droga Nr 27 – w czasie badań przejechało 490 pojazdów: 258 rowerów i motocykli – 53%, 204 pojazdów lekkich – 42% 28 pojazdów ciężkich – 5%; 401 pojazdów umownych.



RYC. 4. Droga Nr 27. Natężenie ruchu: pojazdy umowne

Średnio dziennie przejechało: 17 pojazdów rzeczywistych i 14 pojazdów umownych. Statystycznie znamienne różnice przy miesięcznych średnich pomiędzy pojazdami lekimi a rowerami i motocyklami: $p < 0,05$ (Test: t-Student), Dunnet.

Pozostałe zależności statystyczne znamienne na poziomie:

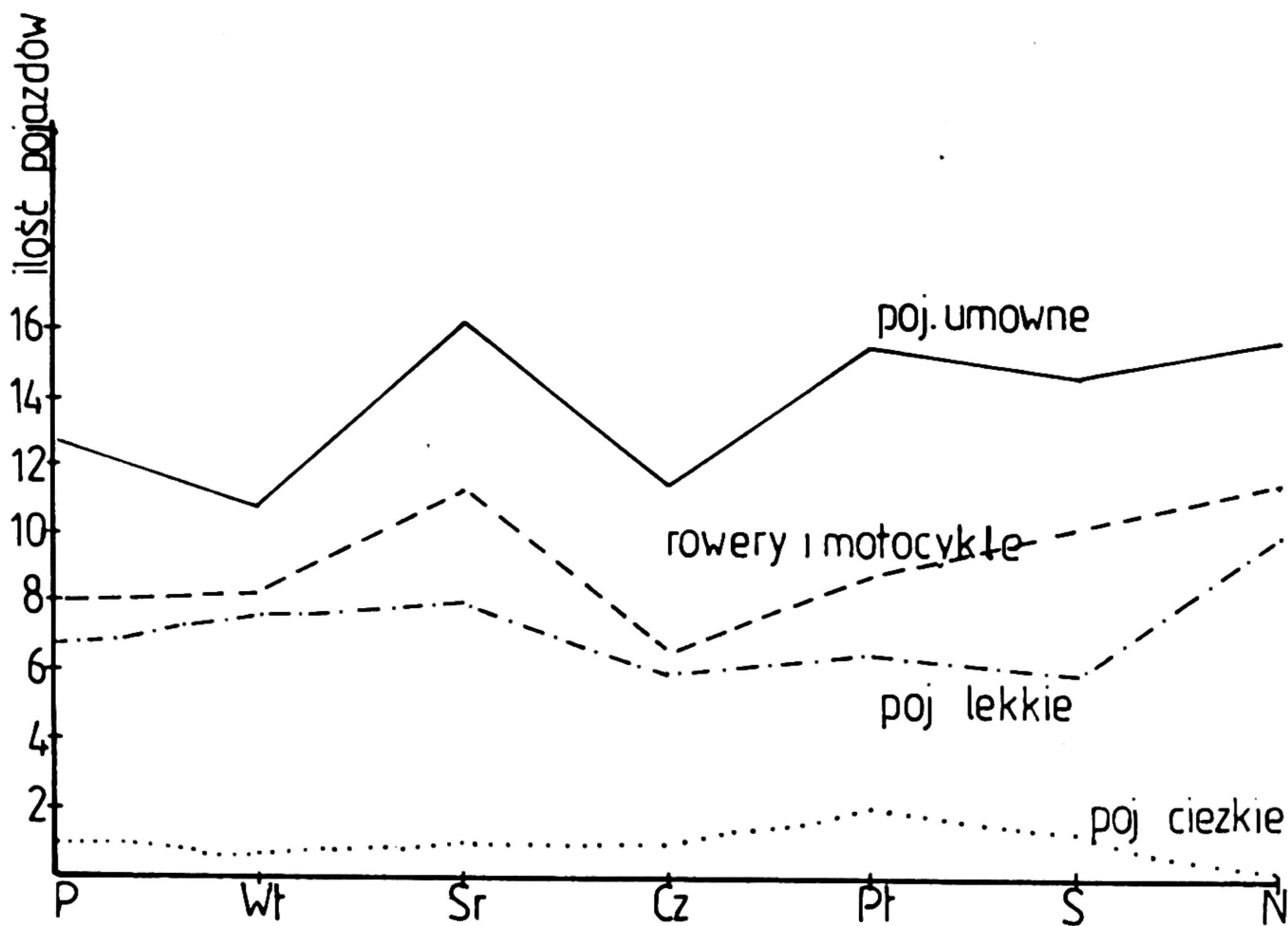
$p < 0,001$ (Test: t-Student)

$p < 0,01$ (Test: Dunnet)

Odnosnie średnich w poszczególnych dniach tygodnia brak statystycznie znamienych różnic pomiędzy poszczególnymi dniami tygodnia (Test: t-Student, Dunnet) w grupie

N-ctwo Krzeszowice

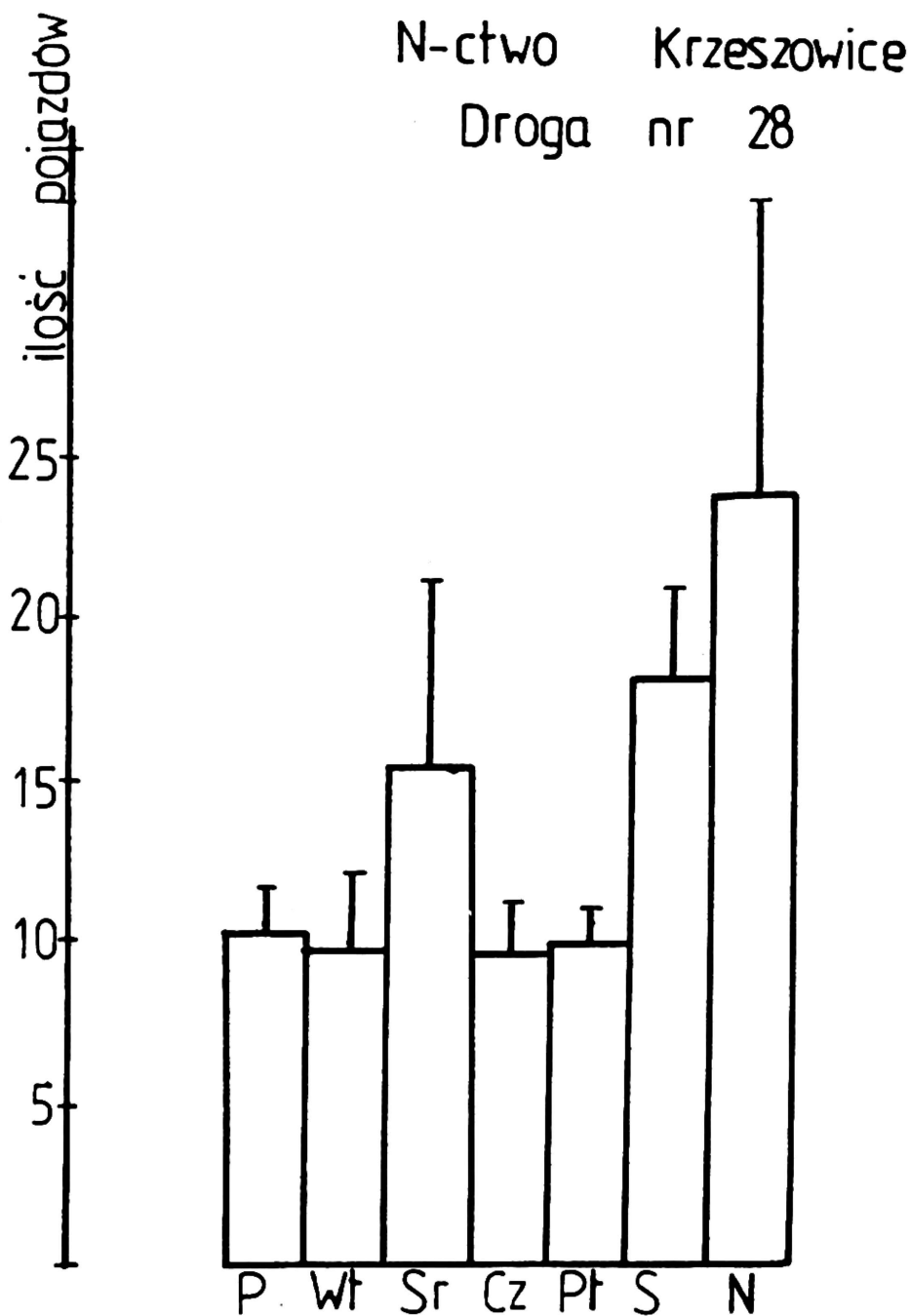
Droga nr 27



RYC. 5. Droga Nr 27. Natężenie ruchu: rowery i motocykle i pojazdy lekkie, pojazdy ciężkie, pojazdy umowne

pojazdów: rowery, motocykle oraz pojazdy lekkie. W grupie pojazdów ciężkich statystycznie znamienne różnice pomiędzy: niedzielą i poniedziałkiem $p < 0,05$, niedzielą i czwartkiem $p < 0,05$, niedzielą i piątkiem $p < 0,05$, niedzielą i sobotą $p < 0,05$ (Test: t-Student), niedzielą i piątkiem $p < 0,05$ (Test: Dunnet). W grupie pojazdów: umownych, statystycznie znamienne różnice pomiędzy wtorkiem i piątkiem $p < 0,05$, wtorkiem i niedzielą $p < 0,05$, czwartkiem i niedzielą $p < 0,05$ (Test: t-Student) brak statystycznie znamienych różnic pomiędzy poszczególnymi dniami tygodnia. (Test: Dunnet). Obciążenie wynosi średnio 16 t/dobę, udział pojazdów ALP wynosi 5%. Przy średnich w dni robocze i świąteczne we wszystkich grupach pojazdów brak statystycznie znamienych różnic (Test t-Student, Dunnet).

Droga Nr 28 – w ciągu okresu badań przejechało 878 pojazdów rzeczywistych, 867 pojazdów umownych, 373 rowery i motocykle – 42%, 426 pojazdów lekkich – 49%, 79 pojazdów ciężkich – 9% średnio dziennie przejechało 31 pojazdów rzeczywistych i



RYC. 6. Droga Nr 28. Natężenie ruchu: rowery i motocykle

30 pojazdów umownych. Przy średnich miesięcznych brak statystycznie znamiennej różnicy pomiędzy pojazdami lekkimi i motocyklami (Test: t-Student, Dunnet).

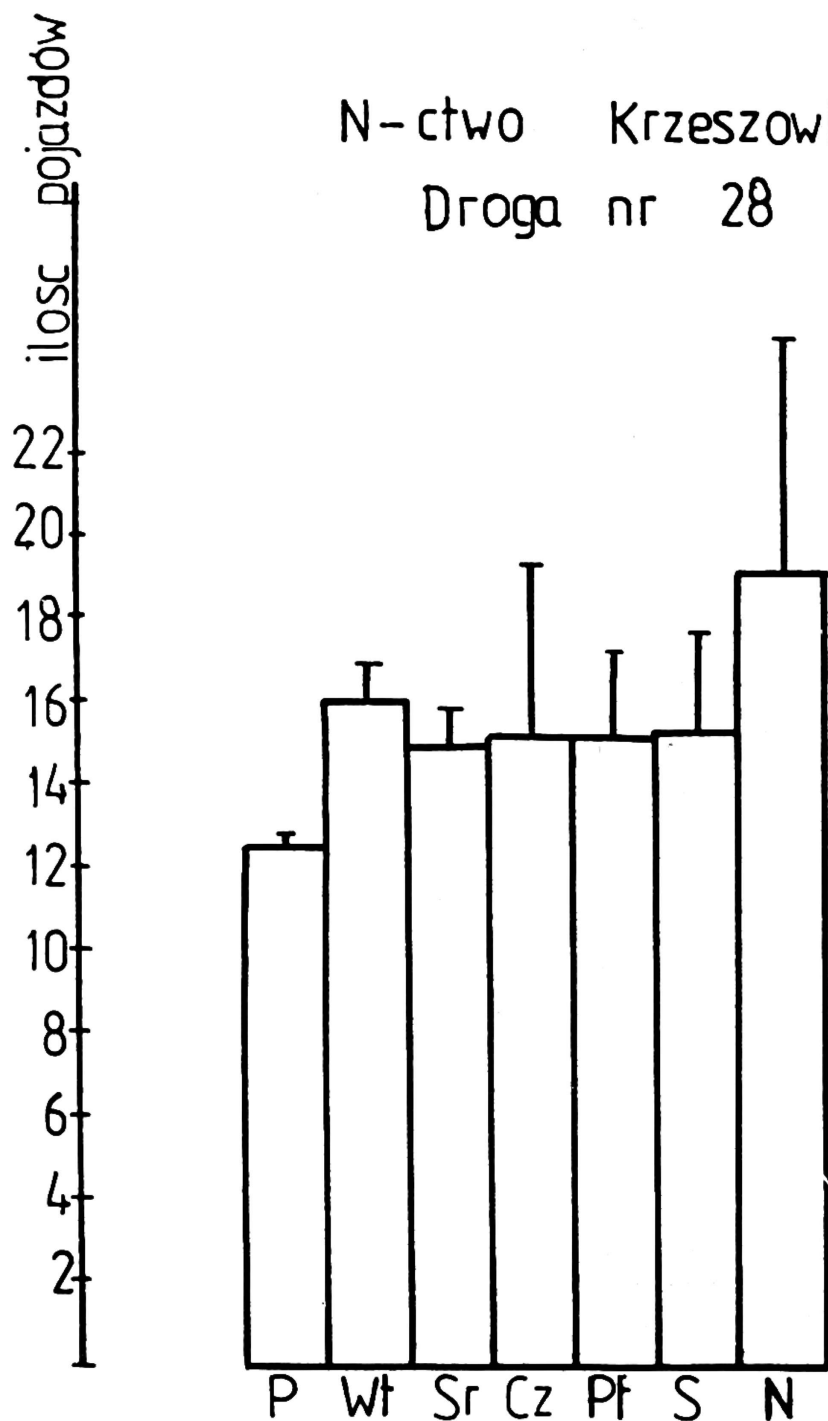
Pozostałe wzajemne zależności statystycznie znamienne na poziomie:

$p < 0,001$ (Test: t-Student)

$p < 0,01$ (Test: Dunnet)

Odnosząc średnich w poszczególnych dniach tygodnia, w grupie pojazdów: rowery i motocykle, statystycznie znamiennej różnicy pomiędzy czwartkiem i sobotą $p < 0,05$ (Test: t-Student). Brak statystycznie znamiennej różnicy pomiędzy pozostałymi dniami tygodnia (Test: t-Student, Dunnet). W grupie pojazdów lekkich statystycznie znamiennej różnicy pomiędzy poniedziałkiem i wtorkiem $p < 0,01$ (Test: t-Student). Brak statystycz-

N-ctwo Krzeszowice
Droga nr 28

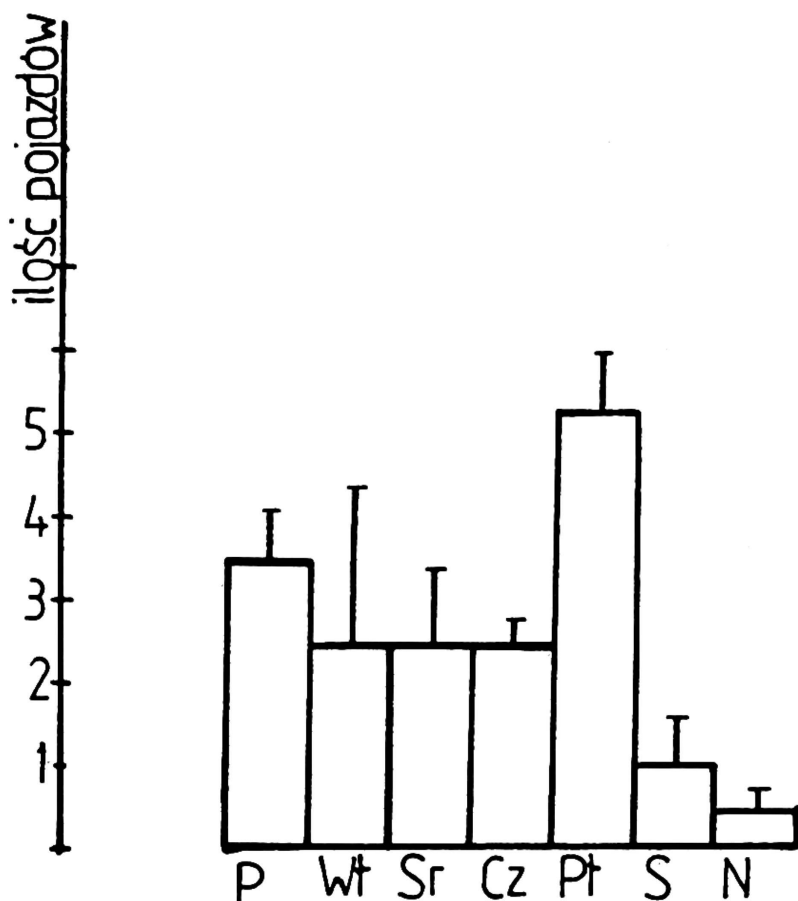


RYC. 7. Droga Nr 28. Natężenie ruchu: pojazdy lekkie

nie znamiennej różnicy pomiędzy pozostałymi dniami tygodnia. (Test: t-Student, Dunnet).

W grupie pojazdów ciężkich statystycznie znamienne różnice pomiędzy niedzielą i poniedziałkiem $p < 0,02$, niedzielą i czwartkiem $p < 0,05$ niedzielą i piątkiem $p < 0,01$, piątkiem i czwartkiem $p < 0,02$, piątkiem i sobotą $p < 0,05$ (Test: t-Student), niedzielą i piątkiem $p < 0,05$ (Test: Dunnet). W grupie pojazdów umownych brak statystycznie znamiennej różnicy pomiędzy poszczególnymi dniami tygodnia (Test: t-Student, Dunnet).

N-ctwo Krzeszowice
Droga nr 28

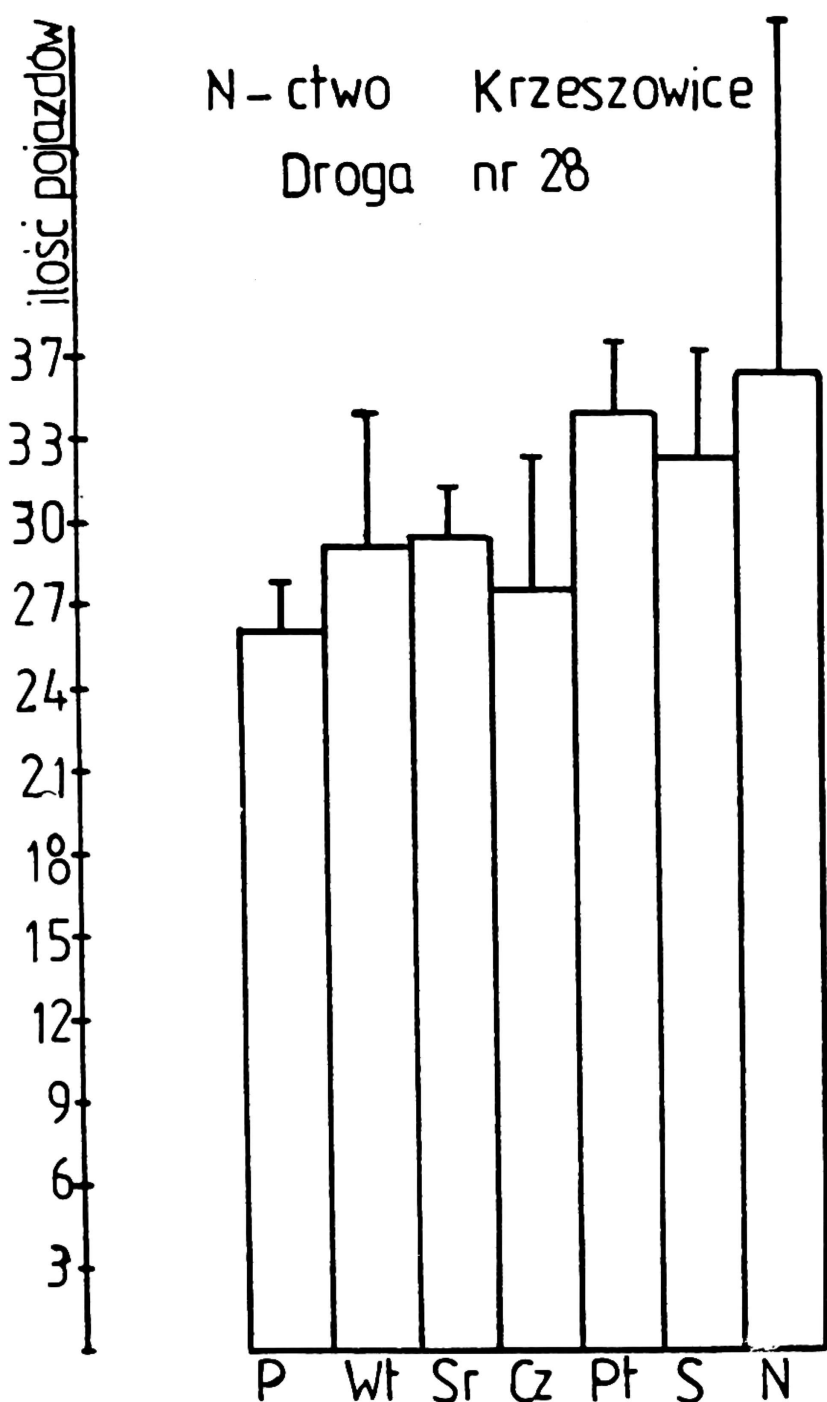


RYC. 8. Droga Nr 28. Natężenie ruchu: pojazdy ciężkie

Przy średnich w dni robocze i świąteczne brak statystycznie znamiennej różnicy w grupie pojazdów lekkich, ciężkich, umownych. W grupie pojazdów: rowery i motocykle występuje statystycznie znamienne różnica $p < 0,02$ (Test: t-Student), $p < 0,05$ (Test: Dunnet). Obciążenie wynosi średnio 41 t/dobę, udział pojazdów ALP wynosi 9%.

Droga Nr 32 – W czasie badań drogą Nr 32 przejechały: – 6491 pojazdy rzeczywiste oraz 6733 pojazdy umowne. 1780 rowerów i motocykli – 27%, 4185 pojazdów lekkich – 65%, 526 pojazdów ciężkich – 8%.

Średnio dziennie przejechały: 231 pojazdy rzeczywiste i 240 pojazdy umowne. Przy średnich miesięcznych statystycznie znamienne różnice pomiędzy wszystkimi grupami pojazdów są na poziomie $p < 0,001$ (Test: t-Student), $p < 0,01$ (Test: Dunnet).



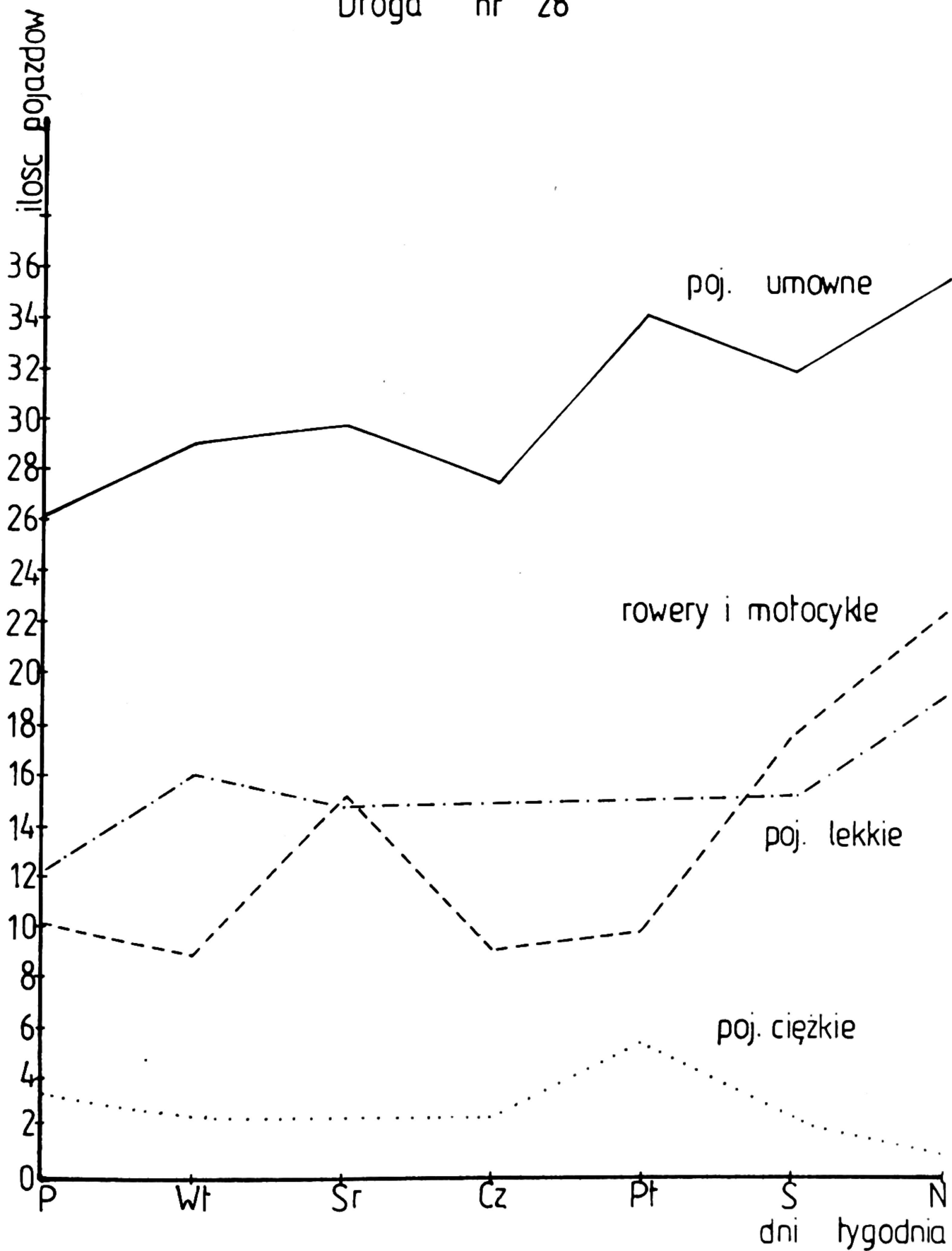
RYC. 9. Droga Nr 28. Natężenie ruchu: pojazdy umowne

Odnośnie średnich w poszczególnych dniach tygodnia, w grupie pojazdów: rowery i motocykle, brak statystycznie znamiennej różnicy pomiędzy poszczególnymi dniami tygodnia (Test: t-Student, Dunnet). Również w grupie pojazdów lekkich brak statystycznie znamiennej różnicy pomiędzy poszczególnymi dniami tygodnia (Test t-Student, Dunnet).

W grupie pojazdów ciężkich występują statystycznie znamienne różnice pomiędzy:

- sobotą i poniedziałkiem $p < 0,01$
- sobotą i wtorkiem $p < 0,05$
- sobotą i czwartkiem $p < 0,01$

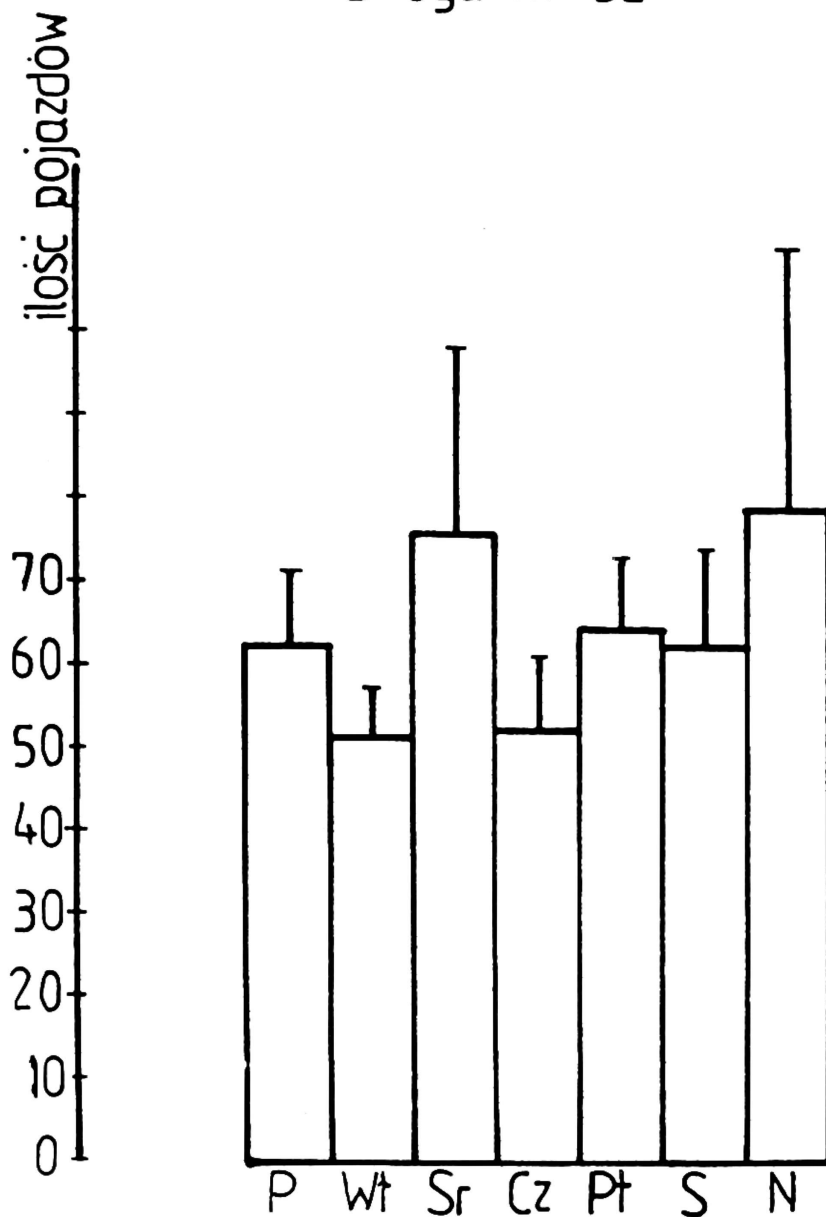
N - ctwo Krzeszowice
 Droga nr 28



RYC. 10. Droga Nr 28. Natężenie ruchu: rowery i motocykle, pojazdy lekkie, pojazdy ciężkie, pojazdy umowne

N-ctwo Krzeszowice

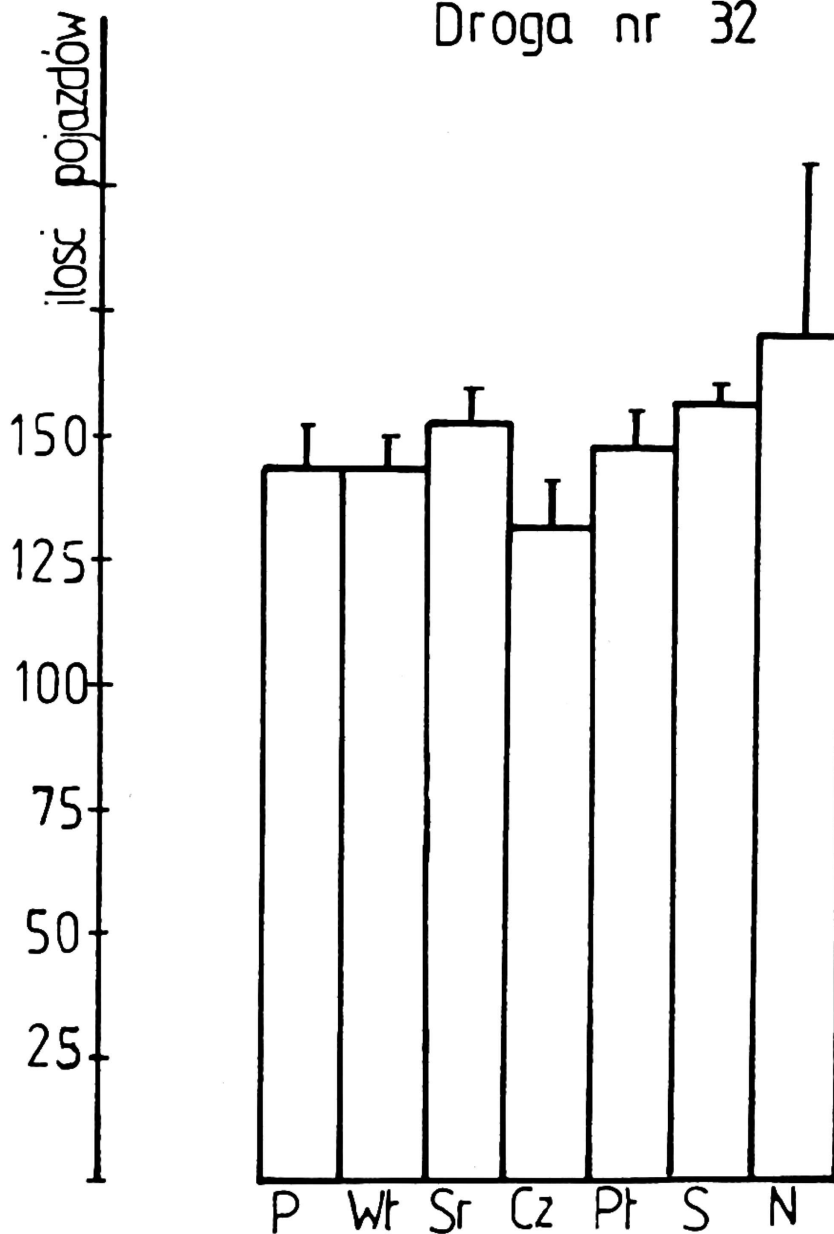
Droga nr 32



RYC. 11. Droga Nr 32. Natężenie ruchu: rowery i motocykle

sobotą i piątkiem $p < 0,001$
sobotą i niedzielą $p < 0,001$
niedziela i poniedziałkiem $p < 0,01$
niedziela i wtorkiem $p < 0,01$
niedziela i środą $p < 0,05$
niedziela i czwartkiem $p < 0,001$
niedziela i piątkiem $p < 0,001$
czwartkiem i piątkiem $p < 0,05$
(Test: t-Student)

N-ctwo Krzeszowice
Droga nr 32

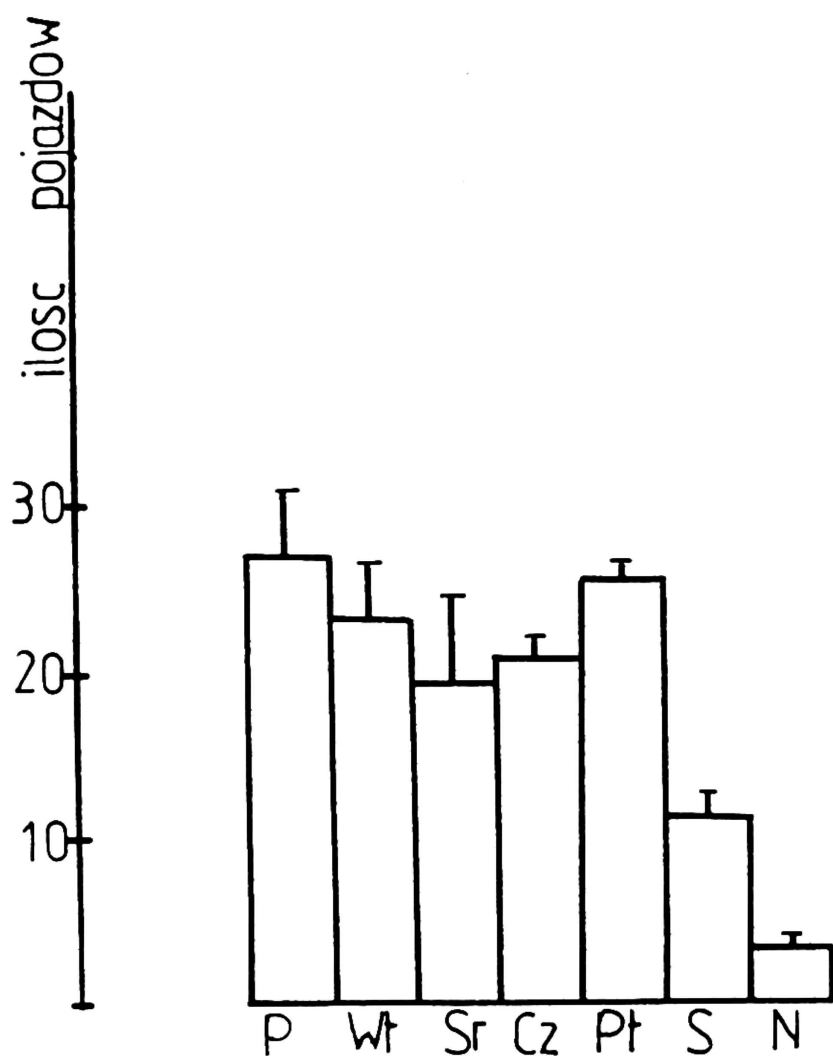


Ryc. 12. Droga Nr 32. Natężenie ruchu: pojazdy lekkie

sobotą i piątkiem $p < 0,05$
niedziela i poniedziałkiem $p < 0,01$
niedziela i wtorkiem $p < 0,01$
niedziela i środą $p < 0,01$
niedziela i piątkiem $p < 0,01$
(Test: Dunnet)

W grupie pojazdów umownych brak statystycznie znamiennych różnic pomiędzy poszczególnymi dniami tygodnia (Test: t-Student, Dunnet) z wyjątkiem różnicy pomiędzy czwartkiem i piątkiem $p < 0,05$ (Test: t-Student).

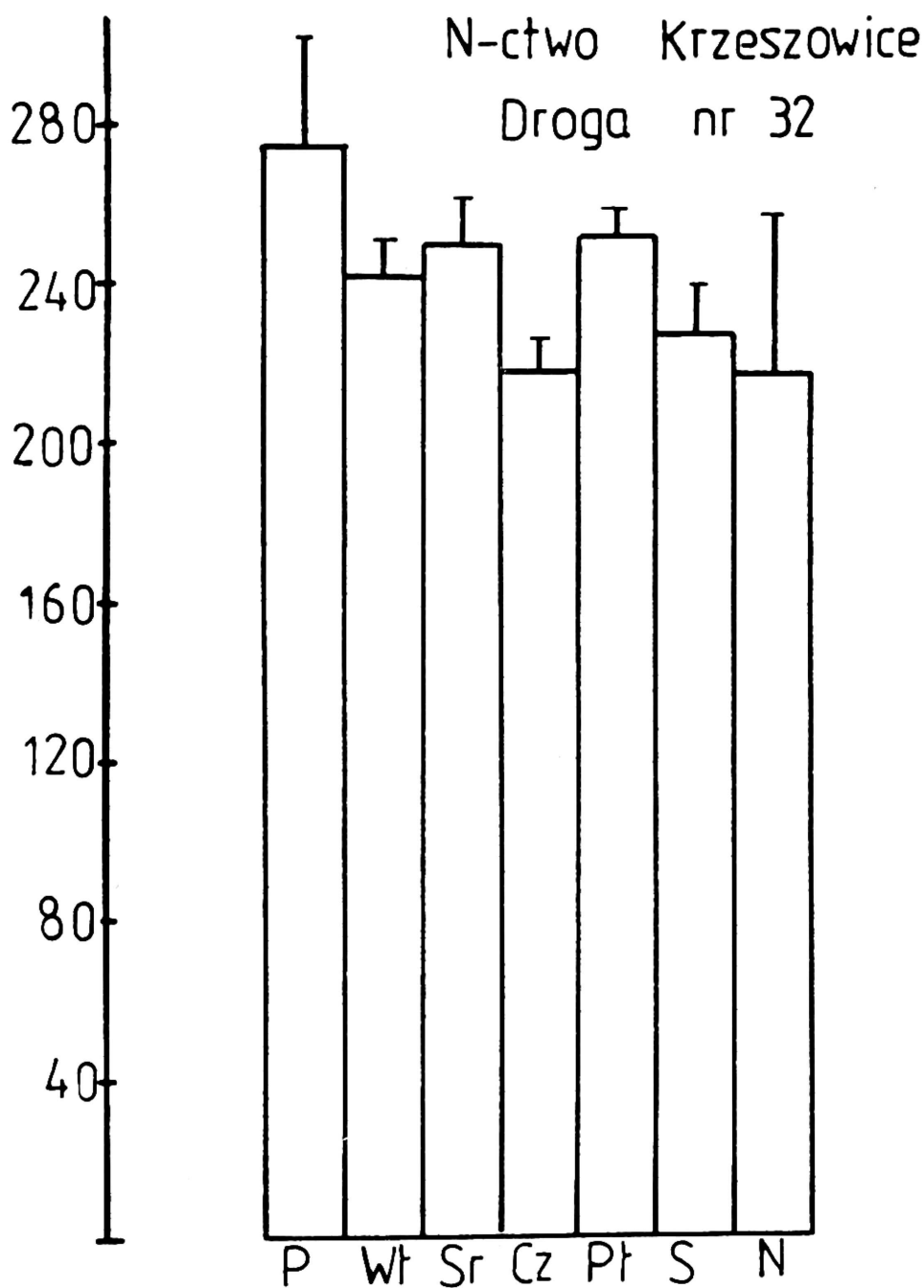
N-ctwo Krzeszowice
Droga nr 32



RYC. 13. Droga Nr 32 Natężenie ruchu: pojazdy ciężkie

Przy średnich w dni robocze i świąteczne brak statystycznie znamiennej różnicy we wszystkich badanych grupach pojazdów. Obciążenie ruchem pojazdów wynosi średnio 494 t/dobę, udział pojazdów ALP wynosi 3%.

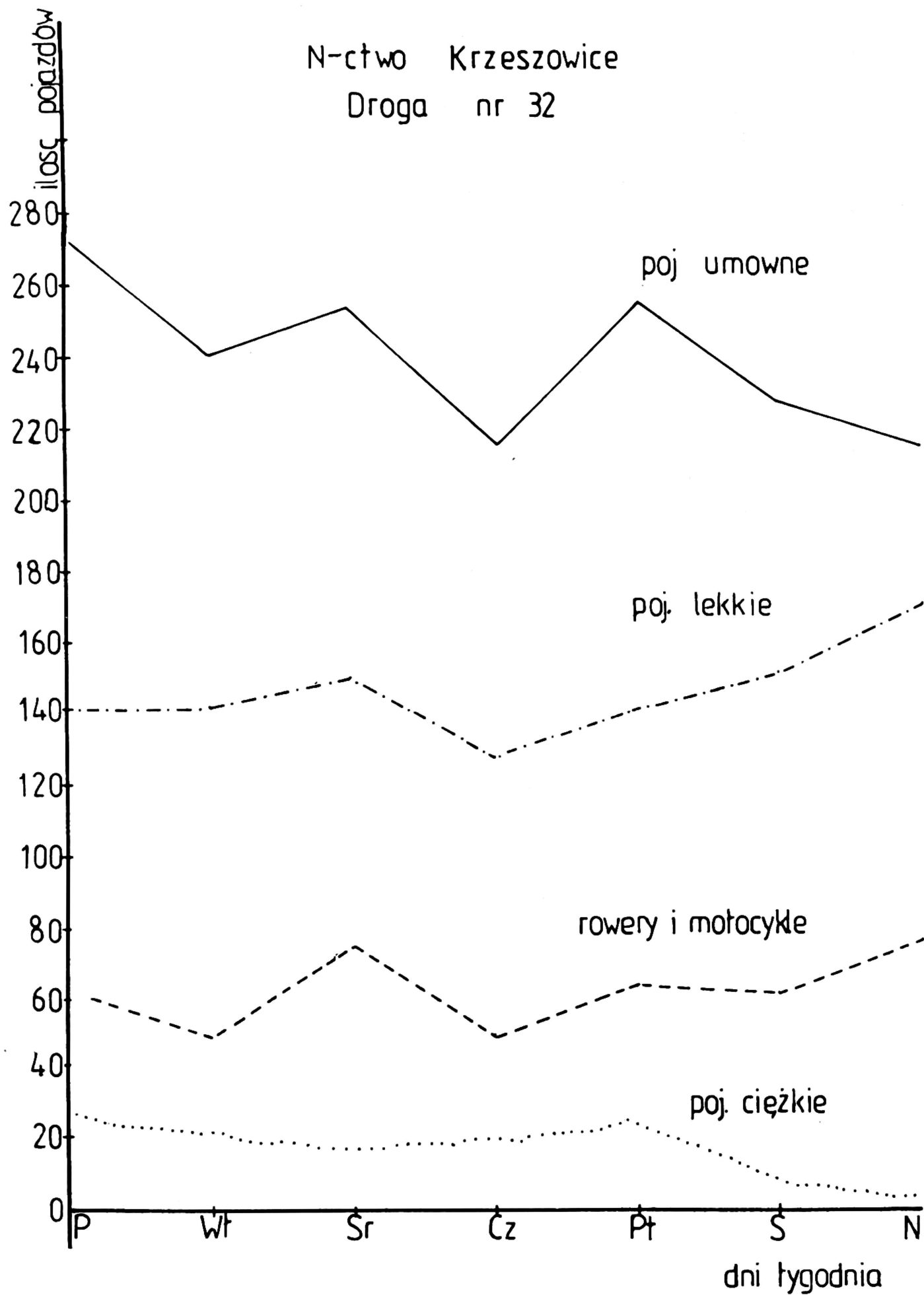
Droga Nr 204 – w czasie badań przejechało 507 pojazdów rzeczywistych, w tym: 93 rowery i motocykle – 18%, 407 pojazdów lekkich – 80%, 7 pojazdów ciężkich – 2%, 476 pojazdów umownych. Średnio dziennie przejechało: 18 pojazdów rzeczywistych, i 17 pojazdów umownych. Przy średnich miesięcznych statystycznie znamienne różnice pomiędzy rowerami i motocyklami i pojazdami lekkimi, pojazdami lekkimi i ciężkimi $p < 0,001$ (Test: t-Student), $p < 0,01$ (Test: Dunnet). Odnośnie średnich w poszczególnych dniach tygodnia w grupie rowerów i motocykli statystycznie znamienne różnice występują pomiędzy sobotą i poniedziałkiem $p < 0,05$, sobotą i wtorkiem $p < 0,05$, sobotą



RYC. 14. Droga Nr 32. Natężenie ruchu: pojazdy umowne

i czwartkiem $p < 0,05$, sobotą i niedzielą $p < 0,05$; (Test: Dunnet). W grupie pojazdów lekkich statystycznie znaczne różnice pomiędzy wtorkiem i piątkiem $p < 0,01$, wtorkiem i sobotą $p < 0,05$, środą i piątkiem $p < 0,05$ (Test: t-Studenta). Brak statystycznie znacznych różnic pomiędzy pozostałymi dniami tygodnia. W grupie pojazdów ciężkich brak statystycznie znacznych różnic pomiędzy poszczególnymi dniami tygodnia (Test: t-Student, Dunnet). W grupie pojazdów umownych statystycznie znaczne różnice pomiędzy wtorkiem i sobotą $p < 0,05$, piątkiem i poniedziałkiem $p < 0,05$, piątkiem i wtorkiem $p < 0,01$, piątkiem i środą $p < 0,02$, piątkiem i czwartkiem $p < 0,05$ (Test: t-Studenta). Brak statystycznie znacznych różnic pomiędzy pozostałymi dniami tygodnia.

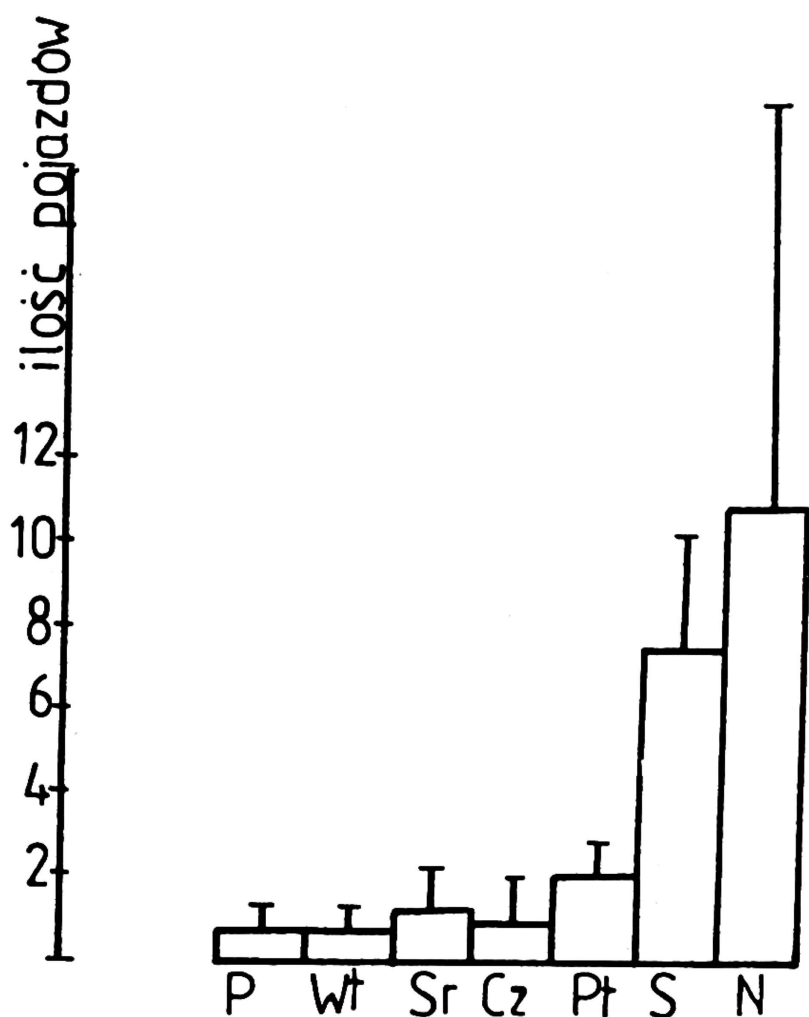
N-ctwo Krzeszowice
Droga nr 32



RYC. 15. Droga Nr 32 Natężenie ruchu: rowery i motocykle, pojazdy lekkie, pojazdy ciężkie, pojazdy umowne

N-ctwo Krzeszowice

Droga nr 204



RYC. 16. Droga Nr 204 Natężenie ruchu: rowery i motocykle

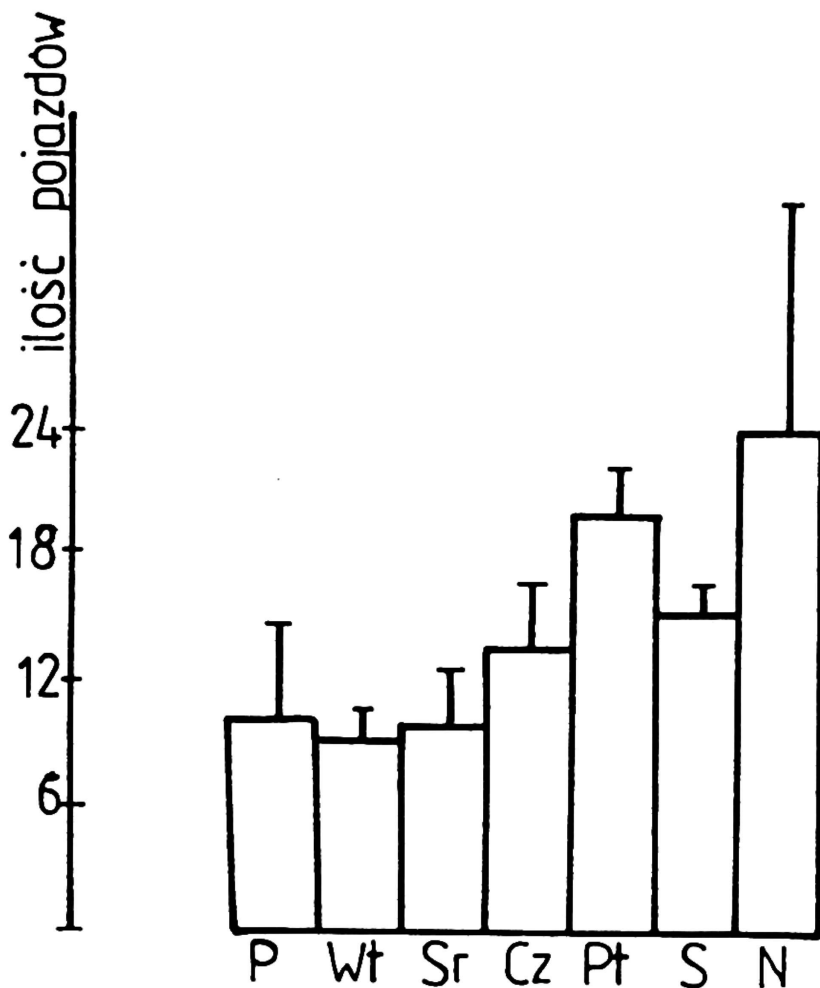
Przy średnich w dni robocze i świąteczne brak statystycznie znamiennej różnicy w grupie pojazdów lekkich i ciężkich; statystycznie znamiennej różnicy występuje w grupie rowerów i motocykli, $p < 0,02$ (Test: Student). Obciążenie wynosi średnio 18 t/dobę, udział pojazdów ALP wynosi 9%.

Wnioski

- Natężenie ruchu jest zróżnicowane na poszczególnych drogach i wynosi od średnio dziennie 17,50 do 231,82. Największa ilość pojazdów wystąpiła na drodze Nr 32; jest to droga o dużym ruchu pojazdów nieleśnych.

N-ctwo Krzeszowice

Droga nr 204

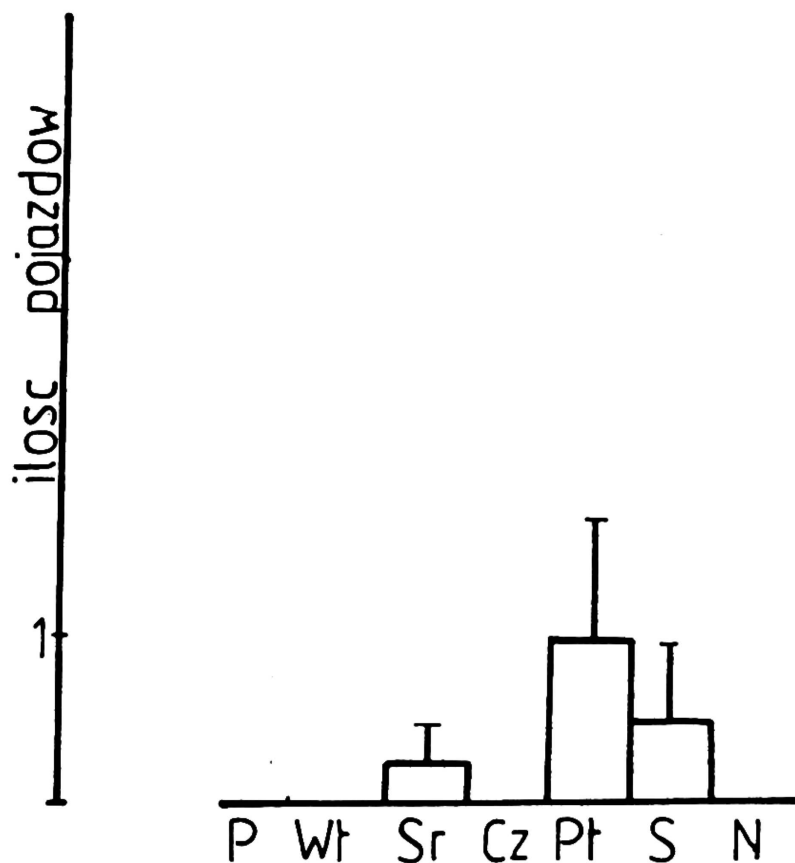


RYC. 17. Droga Nr 204. Natężenie ruchu: pojazdy lekkie

- W strukturze ruchu przeważają pojazdy lekkie (od 42% do 80%) oraz rowery i motocykle (od 18% do 53%). Udział w ruchu pojazdów ciężkich jest niewielki; wynosi od 2%–9%.
- Obciążenie ruchem jest niewielkie. Występujący ruch można określić jako bardzo lekki, na granicy minimum: na drodze Nr 27 – 16 t/dobę, Nr 28 – 41 t/dobę, Nr 204 – 18 t/dobę oraz jako lekki na drodze Nr 32 – 494 t/dobę.
- Udział w ruchu pojazdów ALP na badanych drogach jest niewielki i wynosi od 3%–9%. W strukturze pojazdów leśnych dominują pojazdy lekkie – 95%. Wynika to być może z pory badań (sierpień, wrzesień). Nie mniej jednak, w kosztach utrzymania i remontów tych dróg, powinny uczestniczyć inne, poza leśnictwem, działy gospodarki.

N-ctwo Krzeszowice

Droga nr 204



RYC. 18. Droga Nr 204 Natężenie ruchu: pojazdy ciężkie

- Z uwagi na natężenie ruchu i jego strukturę, aktualne parametry badanych dróg, dotyczące szerokości korony – 5.00 m jak i nawierzchni – tłuczniowa, wydają się wystarczające.

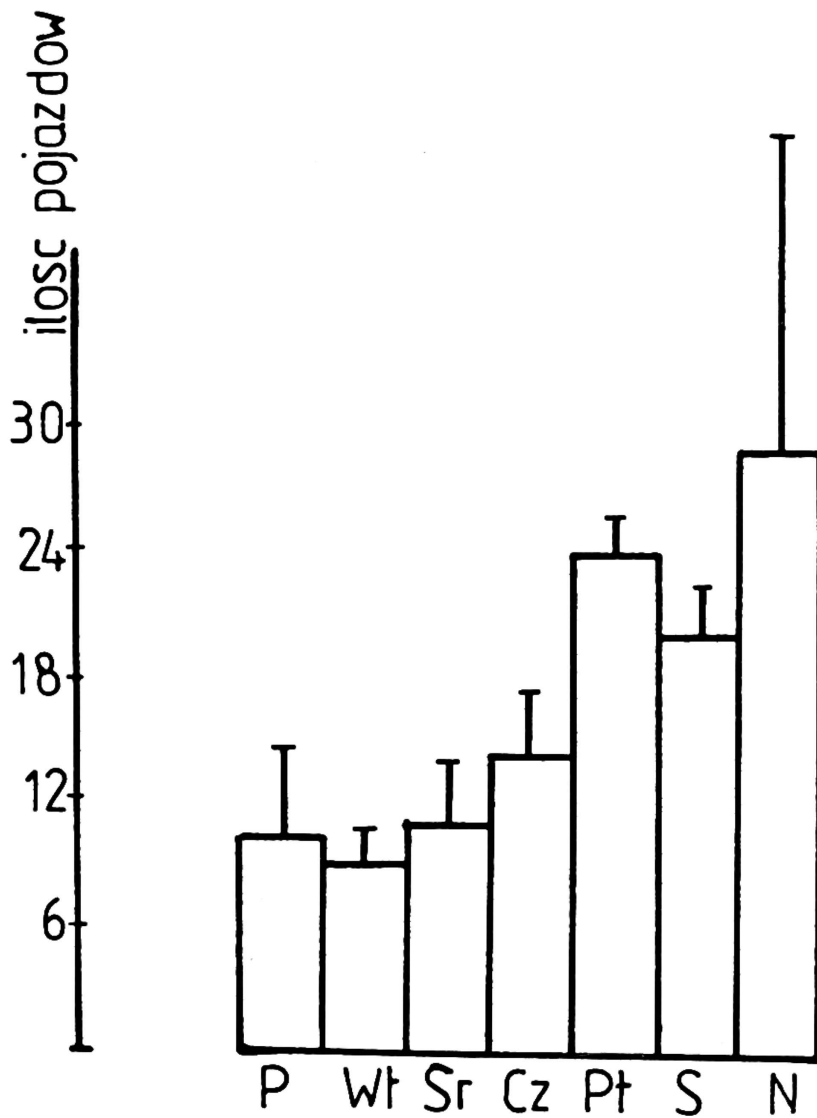
*Z Zakładu Inżynierii Leśnej
Akademii Rolniczej w Krakowie*

Literatura

1. Antończyk Sz., Nowakowska-Moryl J.: Podstawowe problemy planowania sieci dróg leśnych. Skrypt AR Kraków, 1987.

N-ctwo Krzeszowice

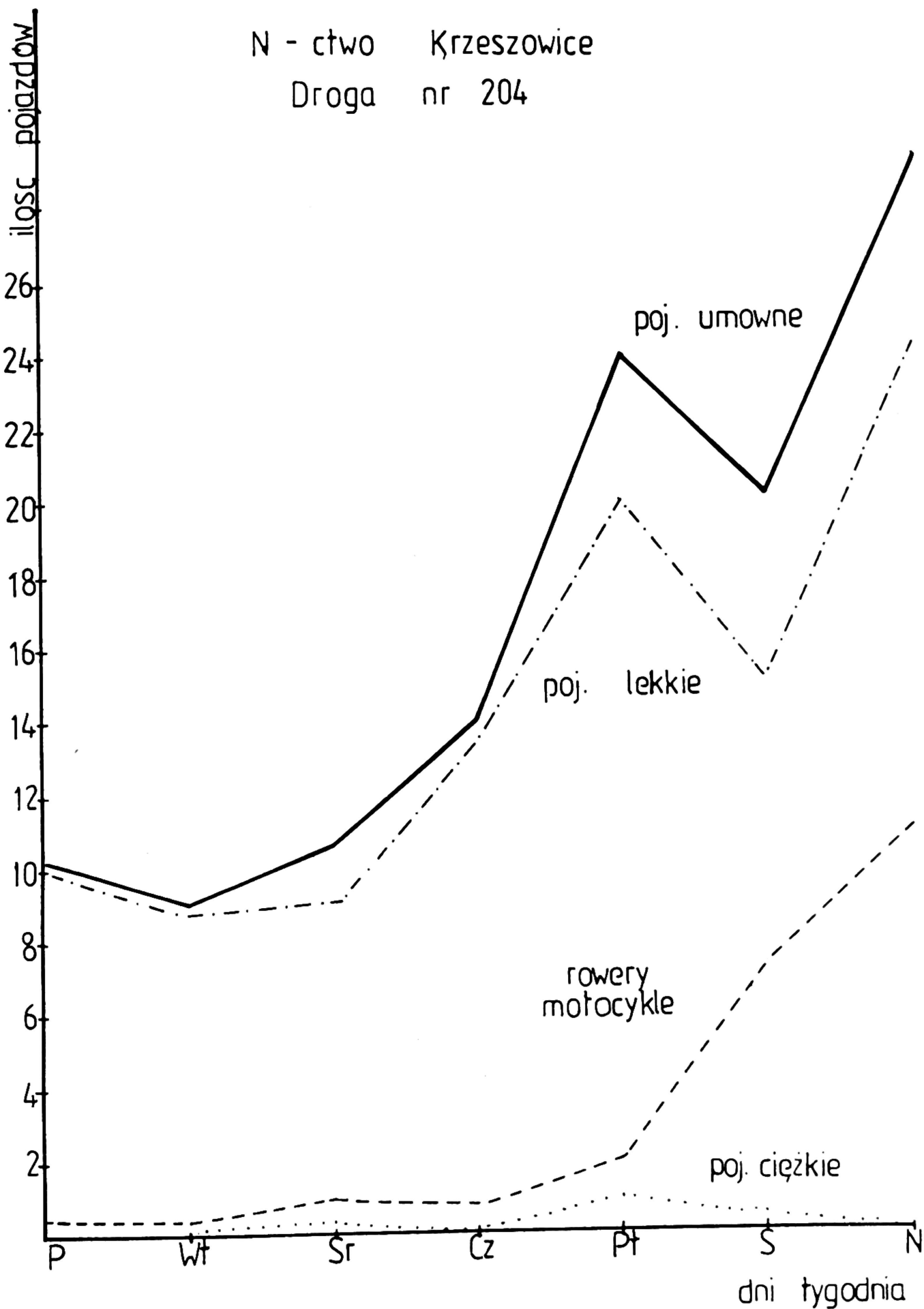
Droga nr 204



RYC. 19. Droga Nr 204 Natężenie ruchu: pojazdy umowne

2. **Drożdżowska J.:** Rejestr pomiaru ruchu na drodze leśnej Nr 32 w Nadl. Krzeszowice, ZIL AR Kraków, 1990 r. Maszynopis.
3. **Dudek T.:** Rejestr pomiaru ruchu na drodze leśnej Nr 204 w Nadl. Krzeszowice. ZIL AR Kraków, 1990, Maszynopis.
4. **Koczwański S.:** Obliczenie dotyczące ruchu na drogach leśnych na podstawie wariantowego modelu przewozu drewna. "Zeszyty Naukowe" AR Kraków, Nr 74, 1972.
5. **Koczwański S.:** Niektóre elementy ruchu drogowego w świetle bezpośrednich pomiarów na drogach leśnych. Sylwan Nr 9, 1975.

N - ctwo Krzeszowice
Droga nr 204



RYC. 20. Droga Nr 204 Natężenie ruchu: rowery i motocykle i pojazdy lekkie, pojazdy ciężkie, pojazdy umowne

6. **Koczwański S., Nowakowska-Moryl J., Bohosiewicz A., Plewniak J.:** Założenia techniczno-ekonomiczne sieci dróg leśnych – obręb Krzeszowice. AR i OZLP Kraków, 1977.
7. **Porębska M.:** Rejestr pomiaru ruchu na drodze leśnej Nr 28 w Nadl. Krzeszowice. ZIL AR Kraków, 1990 r. Maszynopis
8. **Szczerbak W.:** Rejestr pomiaru ruchu na drodze leśnej Nr 27 w Nadl. Krzeszowice, ZIL AR Kraków 1990 r. Maszynopis

Summary

The investigation of the traffic was carried out on four forest roads (No. 27, 28, 32 and 204) in Krzeszowice forest district, by means of direct measurements.

The day and hour of the passing of the vehicle, the consecutive number and the kind of vehicle were systematically registered.

Afterwards the real vehicles were calculated into conventional vehicles. Making use of the statistical tests t-Student and Dunnet, the road traffic density and the structure of the traffic were calculated.

The results concern the mean values, the standard deviation and the statistical characteristics, for the whole period of research, for particular days of the week, for the weekdays and holidays; particular groups of vehicles are also given. Besides, the percentage of the participation of groups of vehicles and the participation of the traffic of the vehicles belonging to the state-owned-forest-management and the traffic load of the roads, were separately calculated.

It has been found that the road-traffic density and the traffic load on the roads under investigation are small and that in structure there are mostly light vehicles.