

BADANIA NAD OPTYMALIZACJĄ JEDNOSTEK EKSPLOATACYJNYCH DESZCZOWNI PÓLSTAŁYCH

Czesław Opaliński, Bronisław Chudzik

Katedra Geodezyjnych Urządzeń Rolnych AR, Wrocław
Instytut Budownictwa Wodnego i Ziarnego AR, Wrocław

Intensywny rozwój deszczowni pólstałych służących do nawodnień dużych powierzchni pól o intensywnej produkcji rolnej wymaga od projektantów ustalenia racjonalnych jednostek eksploatacyjnych deszczowni, które zależnie do potrzeb można rozmieszczać na deszczowanej parceli. Jednostki takie pozwalają kształtować odpowiednio nawodnianą powierzchnię pola, jak również uzyskać minimalizację nakładów środków rzeczowych i finansowych [1, 3].

Do badań takich jednostek eksploatacyjnych przyjęliśmy następujące dane:

1) armaturę deszczownianą produkcji jugosłowiańskiej firmy „Agro-stroj” na przenośnym przewodzie o średnicy 90 lub 110, może być czynnych n_z 6—46 zraszaczy (rys. 1);

2) przewód przenośny zapewniający równomierne deszczowanie wzdłuż przewodu (różnice ciśnień nie przekraczają 20%) [2];

3) natężenie opadu przyjęto według tabel dla armatury firmy „Agro-stroj” [4];

4) podziemne przewody azbestocementowe zaprojektowano na przepływ optymalny przy oprocentowaniu $q = 0,07$, cenie za 1 kWh = 0,90 zł/kWh, czasie pracy przewodu w ciągu roku $T \cdot t = 2400$ godzin;

5) układ przewodów przenośnych typu widelcowego (rys. 1);

6) ilość punktów węzłowych $N_c = 1—48$;

7) ilość przenośnych przewodów rezerwowych $N_{rez} = 50\%$ i 100% (2+1 i 2+2);

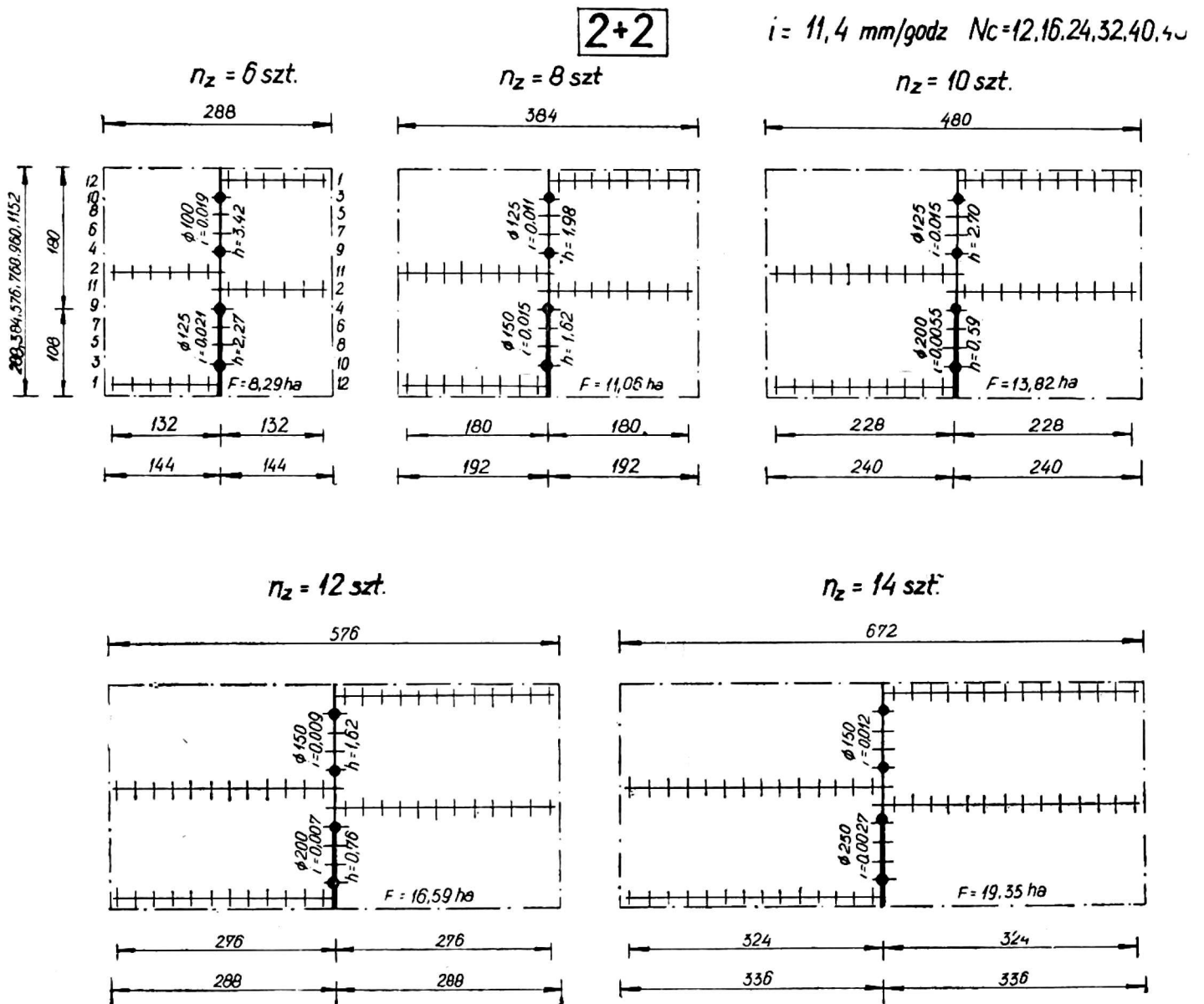
8) czas deszczowania przyjętych jednostek eksploatacyjnych dla dawki polewowej $d = 30$ mm wynosi:

— dla przewodu ze zraszaczami „Rinka” ϕ 4:50,4—181,9 godz., tj. 3,1 dni \times 16 godz. do 11,4 dni \times 16 godz.;

— dla przewodu ze zraszaczami „Socza” ϕ 8/4:31,5—126,24 godz., tj. 2 dni \times 16 godz. do 8 dni \times 16 godz.;

— dla przewodu z dwoma zraszaczami „Sawica” ϕ 16/8/4:50,25—246,5 godz., tj. 3,1 dni \times 16 godz. do 15,4 dni \times 16 godz.

Podane czasy deszczowania jednostek eksploatacyjnych mieszczą się w granicach czasu potrzebnego dla przeprowadzenia jednego nawodnienia dla poszczególnych grup roślin i użytków na wszystkich gatunkach gleb.



Rys. 1. Przykładowa jednostka eksploatacyjna deszczowni półstałej

Wyjściem do badań założonych jednostek eksploatacyjnych było postawienie pytania, jak kształtują się jednostkowe nakłady na sieć deszczownicą dla różnej ilości jednocześnie czynnych zraszaczy (ilość stanowisk pod zraszacze), ilości węzłów, sezonowej normy nawodnienia przy wykorzystaniu armatury produkcji jugosłowiańskiej firmy „Agro-stroj”. Roczne nakłady jednostkowe na sieć deszczownicą zł/rok składają się z:

- nakładów inwestycyjnych na podziemną sieć przewodów azbesto-cementowych, które obliczono według poziomu cen aktualnych w 1970 r.;
- nakładów inwestycyjnych na przenośną armaturę deszczownicą dla schematów eksploatacyjnych 2+1 oraz 2+2;

— kosztów eksploatacyjnych za zużytą energię elektryczną na tłoczenie wody na pole nawodniane przy cenie za kWh = 0,90 zł/kWh, sprawności zespołu pompowego $\eta = 0,6$, ilości wody uzależnionej od sezonowej normy nawodnienia, wysokości tłoczenia składającej się z wymaganej wysokości ciśnienia na dyszy zraszacza, strat ciśnienia na przewodzie przenośnym i podziemnym Hm.

Znając roczne koszty dostarczenia wody na pola nawodniane obliczono jednostkowe nakłady na sieć deszczownianą w zł/ha/rok dla każdej badanej jednostki. Obliczono nakłady jednostkowe w zależności od ilości jednocześnie czynnych zraszaczy, ilości węzłów, ustawienia przenośnych przewodów i normy nawodnienia przedstawione graficznie na rysunkach.

BADANIE JEDNOSTEK EKSPLOATACYJNYCH Z PRZEWODAMI DESZCZUJĄCYMI
WYPOSAŻONYMI W ZRASZACZE TYPU „RINKA” ϕ 4

Przebadano związek między jednostkowymi nakładami na sieć deszczownianą a ilością jednocześnie czynnych zraszaczy $n_z = 22 - 46$ szt., przy ilości punktów węzłowych $N_c = 12 - 40$, sezonowej normie nawodnienia $D = 60, 120, 180, 240$ mm, ustawieniu przenośnych przewodów w układzie 2+1 i 2+2 (rys. 2 i 3).

Z przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

a) krzywe przedstawiające zależność między jednostkowymi nakładami na sieć deszczownianą a ilością jednocześnie czynnych zraszaczy posiadają wyraźne minima nakładów jednostkowych,

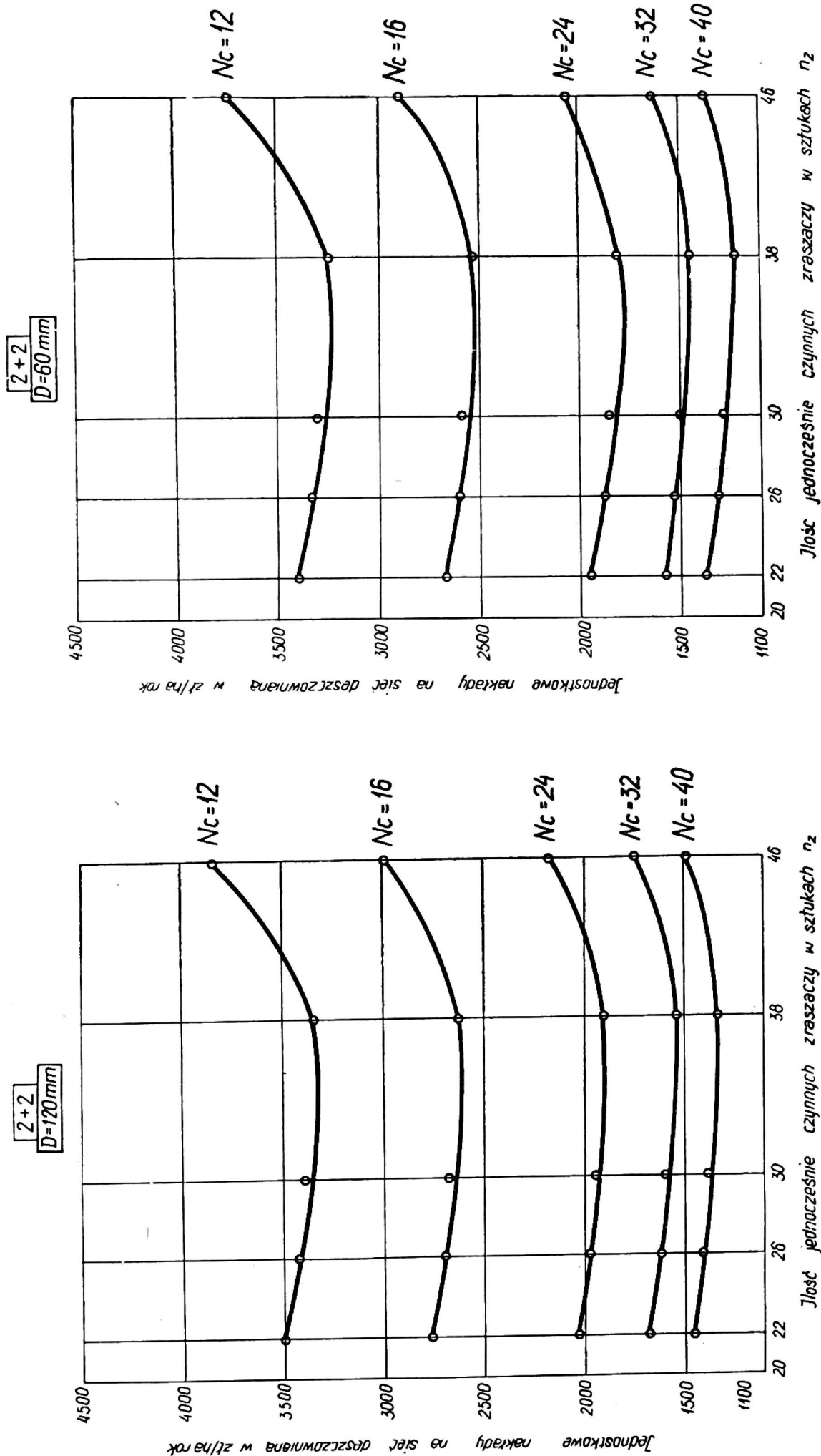
b) występujące minima są wyraźniejsze przy ustawieniu przewodów w układzie 2+1 niż w układzie 2+2,

c) wielkość minimum zależy od:

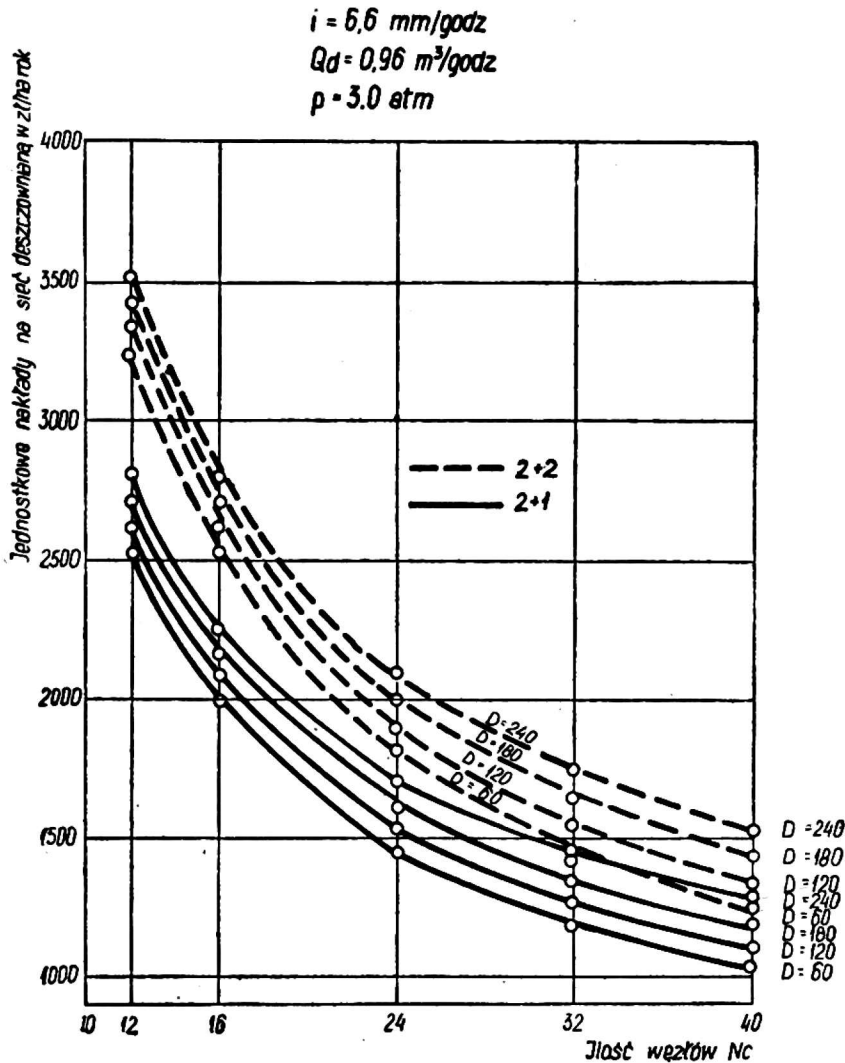
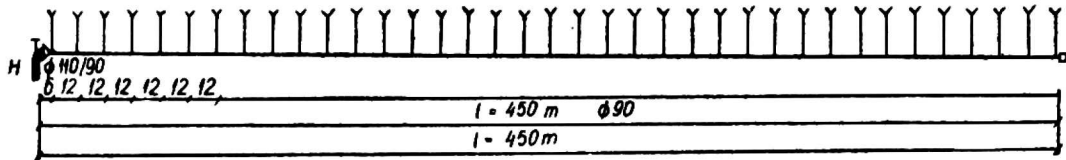
— układu przenośnych przewodów, tzn. czy znajdują się one w układzie 2+2, czy 2+1. Wartość ta jest większa dla każdego przypadku w układzie 2+2 od wartości przy układzie 2+1, na przykład przy ilości węzłów $N_c = 12$, wartość minimum dla układu 2+2 jest większa od wartości minimum przy układzie 2+1 o 28%, a dla $N_c = 40$ o 21,6%,

— ilości węzłów N_c . Przy małej ilości węzłów na przykład $N_c = 12$, wartość minimum jest większa niż przy większej ilości węzłów, dla $N_c = 40$, przy ustawieniu 2+1 wzrost ten wynosi 150%, a przy ustawieniu 2+2 tylko 133%.

d) przewód przenośny optymalny, dla którego uzyskujemy we wszystkich wypadkach minima różne wartości jednostkowych nakładów, to przewód o długości $L = 450$ m. Przewód ten składa się (rys. 3): z łuku hydrantu ϕ 110, króćca redukcyjnego ϕ 110/90, przenośnych przewodów tłocznych ϕ 90 o długości $L = 450$ m, 38 zraszaczy typu „Rinka” ϕ 4 przy rozstawie 12×12 , i z innego drobnego wyposażenia jak uszczelki, korki itp.



Rys. 2. Zależność jednostkowych nakładów na sieć dla deszczowni powstałych od ilości jednocześnie czynnych zraszaczy „Rinka”



Rys. 3. Kształtowanie się minimalnych nakładów jednostkowych dla jednostek eksploatacyjnych deszczowni półstałych ze zraszaczami „Rinka”

BADANIE JEDNOSTEK EKSPLOATACYJNYCH Z PRZEWODEM DESZCZUJĄCYM
WYPOSAŻONYM W ZRASZACZE TYPU „SOCZA” ϕ 8/4

Przebadano zależność między jednostkowymi nakładami na sieć deszczownicą a ilością jednocześnie czynnych zraszaczy $n_z = 6 - 14$ szt., przy ilości punktów węzłowych $N_c = 12 - 48$, sezonowej normie nawodnienia $D = 60, 120, 180, 240$ mm i ustawieniu przenośnych przewodów w układzie 2+2 i 2+1 (rys. 4 i 5).

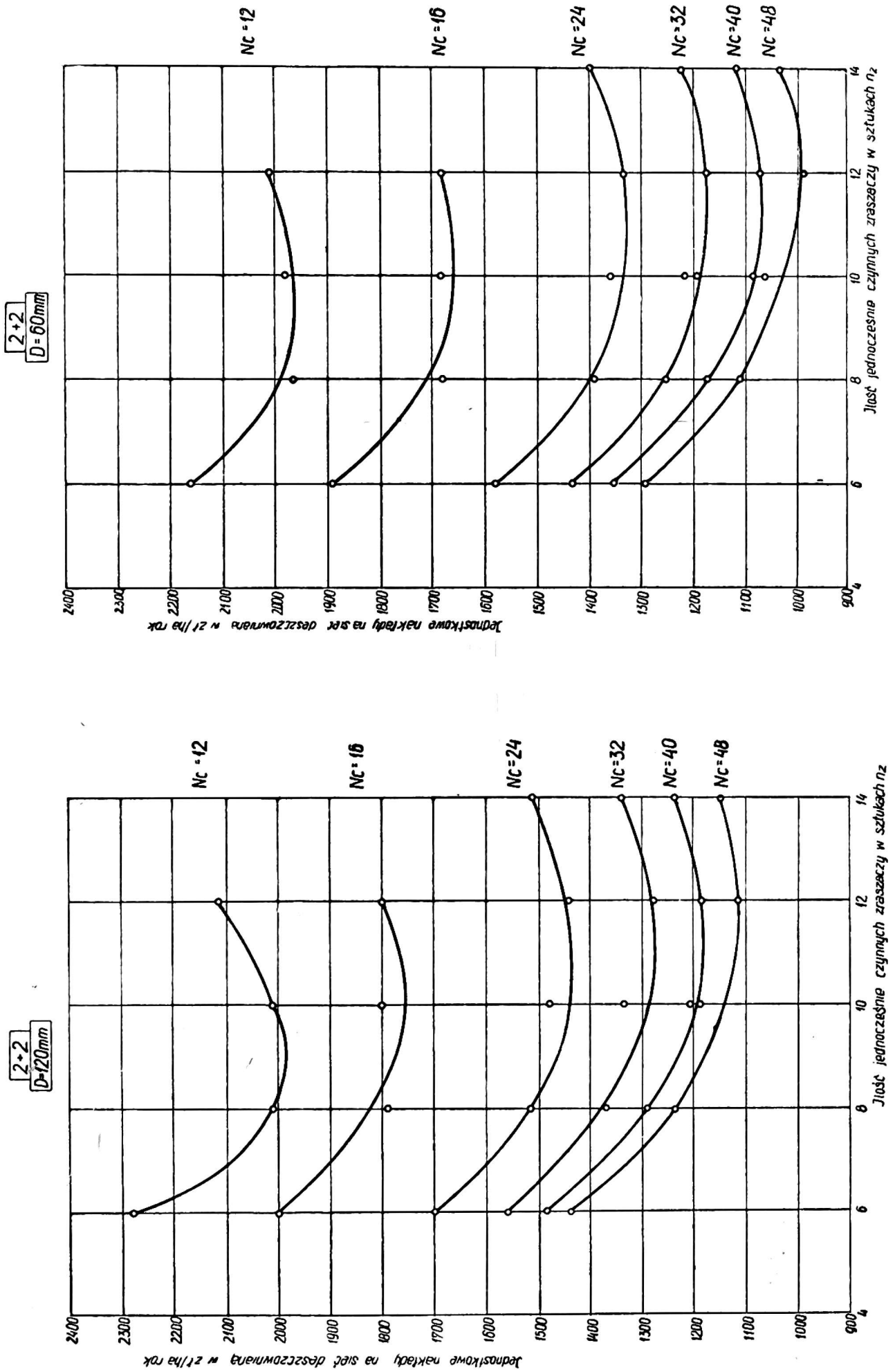
Z przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

a) krzywe przedstawiające zależność między jednostkowymi nakładami na sieć deszczownicą a ilością jednocześnie czynnych zraszaczy posiadają w każdym przypadku wyraźne minima nakładów,

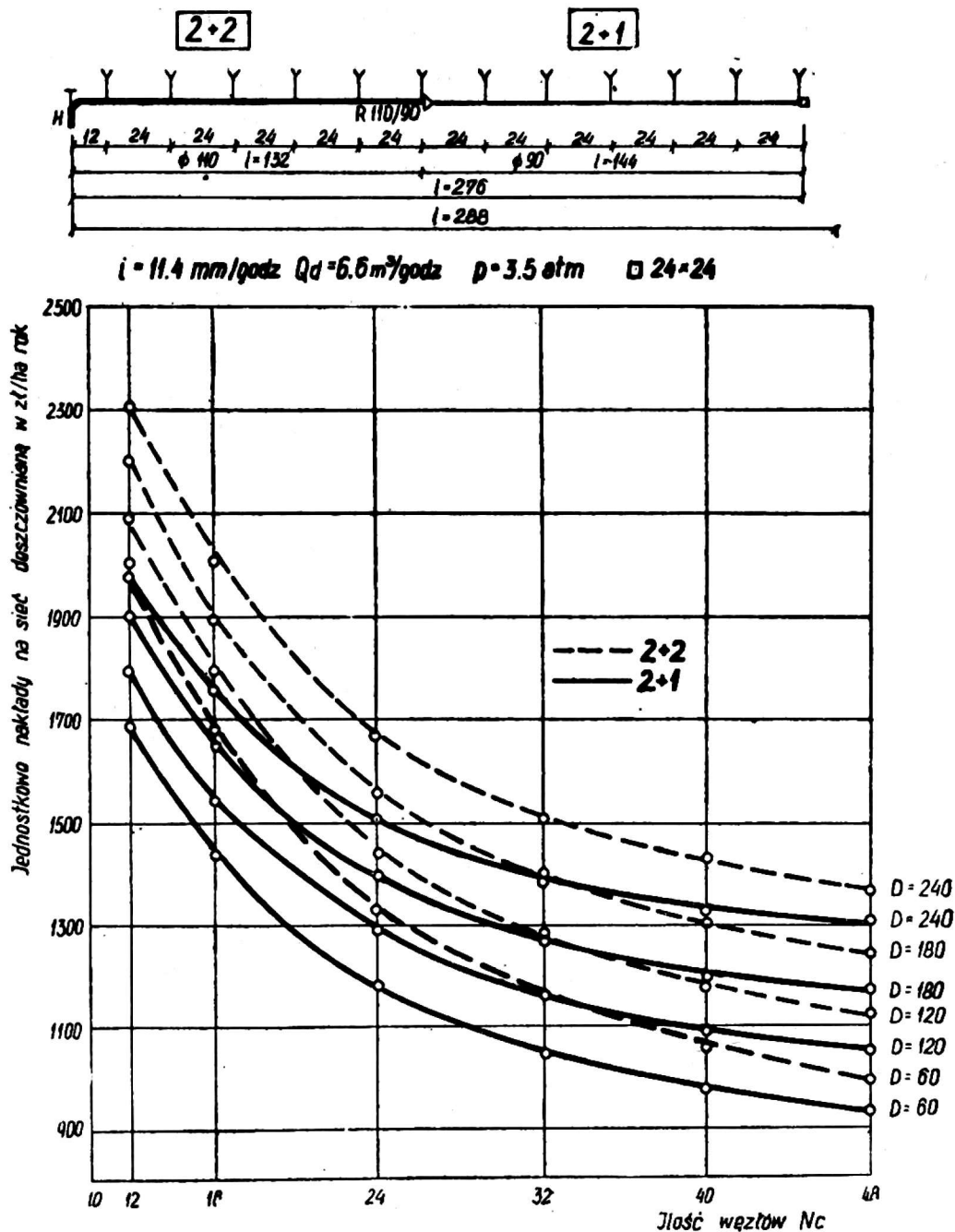
b) występujące minima są wyraźniejsze dla ustawienia przewodów w układzie 2+1 niż w układzie 2+2,

c) wartość minimum zależy od:

— ustawienia przenośnych przewodów w układach 2+2 lub 2+1,



Rys. 4. Zależność jednostkowych nakładów na sieć dla deszczownicy półstałych od ilości jednocześnie czynnych zraszaczy „Socza”



Rys. 5. Kształtowanie się minimalnych nakładów jednostkowych dla jednostek eksploatacyjnych deszczowni półstałych ze zraszaczami „Socza”

gdzie w każdym przypadku dla ustawienia w układzie $2+2$ wartość minimum dla stałych wartości sezonowych normy nawodnienia jest większa niż w ustawieniu $2+1$,

— ilości węzłów N_c np. przy $N_c = 12$ wartości minimum dla ustawienia w układzie $2+2$ są większe od wartości przy ustawieniu w układzie $2+1$ o 16,5%, a dla $N_c = 48$ zmniejsza się i wynosi tylko 7%,

— sezonowej normy nawodnienia D , dla której wartości minimum są mniejsze dla normy mniejszej, a większe dla normy większej,

— ilości węzłów N_c gdzie przy małej ilości węzłów N_c , np. $N_c = 12$ wartości minimum są większe niż dla większej ilości węzłów, np. $N_c = 48$. Wzrost ten przy układzie $2+1$ wynosi 83%,

d) wraz ze zwiększeniem liczby punktów węzłowych N_c , położenie minimum przesuwają się nieznacznie ku większej liczbie jednocześnie czynnych zraszaczy,

e) optymalny przewód przenośny, dla którego uzyskuje się minimum różne wartości jednostkowych nakładów, ma długość $L = 276$ m (rys. 5).

Przewód ten składa się z łuku hydrantu $\phi 110$, króćca redukcyjnego $\phi 110/90$, przenośnych przewodów tłocznych $\phi 90$ $L = 144$ m, przenośnych przewodów tłocznych $\phi 110$ $L = 132$ m, 12 zraszaczy typu „Socza” $\phi 8/4$ przy rozstawie 24×24 i innego drobnego wyposażenia jak uszczelki, korki itp.

BADANIA JEDNOSTEK EKSPLOATACYJNYCH ZE ZRASZACZAMI PRZENOSZONYMI
WZDŁUŻ PRZENOŚNEGO PRZEWODU DESZCZOWNIANEGO

Rozpatrywano tutaj jednostki eksploatacyjne ze zraszaczami typu „Sawica” $\phi 16/8/4$, które osadza się na trójnikach z zasuwaniami umożliwiającymi wyłączanie zraszaczy z pracy i przeniesienie na nowe stanowisko, gdy przewód jest pod ciśnieniem. Badano układy przy dwóch jednocześnie czynnych zraszaczach na przewodzie, dla których określono jednostkowe nakłady na sieć deszczownianą w zależności od ilości stanowisk pod zraszacze $n_z = 6-14$ sztuk, ilości punktów węzłowych $N_c = 6-12$, sezonowej normy nawodnienia $D = 60, 120, 180, 240$ mm i ustawienia przenośnych przewodów w układzie $2+1$ i $2+2$ (rys. 6, 7).

Na podstawie badań można sformułować następujące wnioski:

a) krzywe przedstawiające zależność między jednostkowymi nakładami na sieć deszczownianą a ilością stanowisk pod zraszacze posiadają również minima,

b) występujące minima są mniej wyraźne niż przy zraszaczach typu „Rinka” lub „Socza”,

c) wartość minimum zależy od:

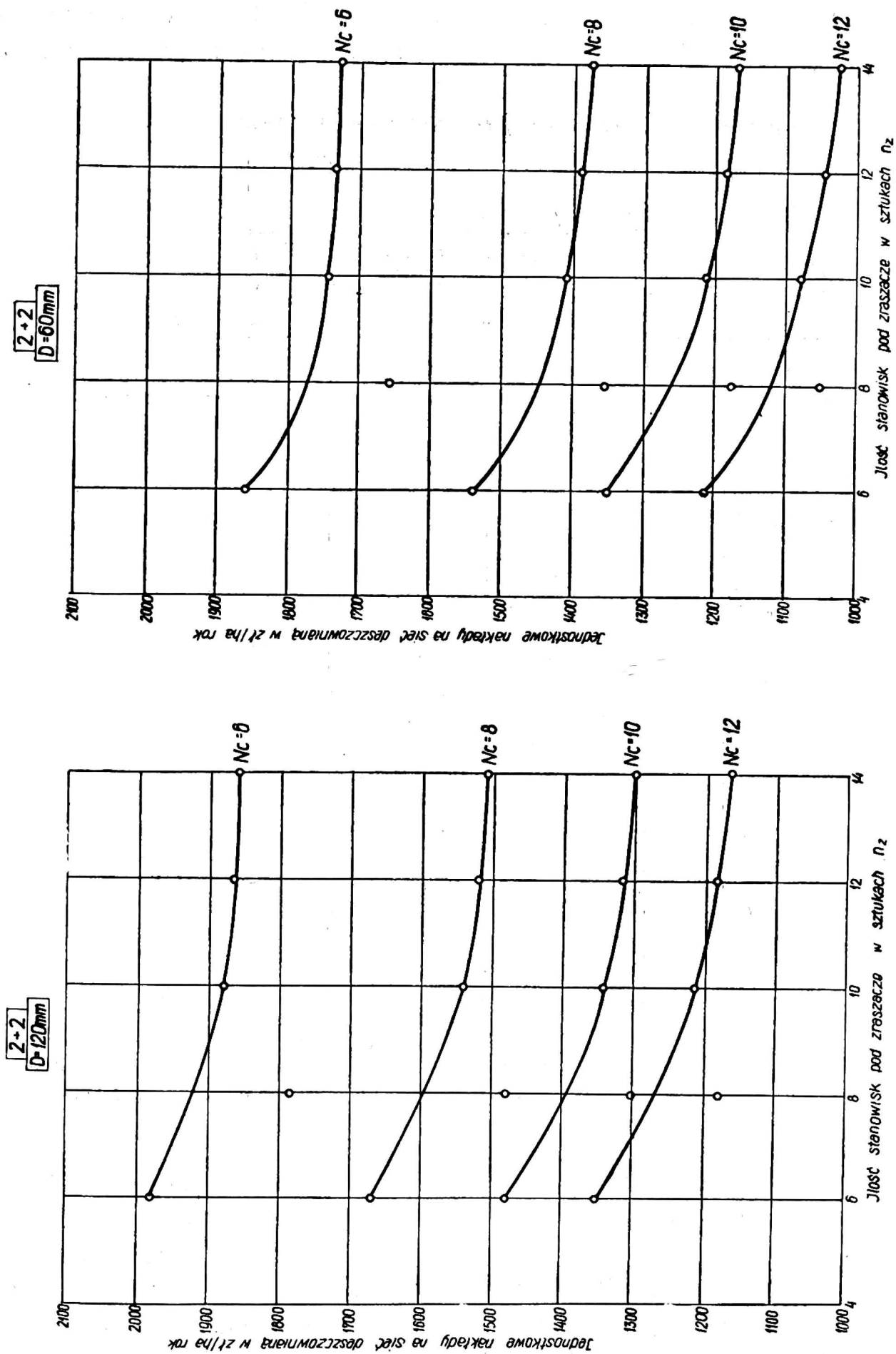
— układu przenośnych przewodów $2+2$ lub $2+1$, gdzie w każdym przypadku dla ustawienia w układzie $2+2$ wartość minimum dla stałej sezonowej normy nawodnienia D oraz ilości jednocześnie czynnych zraszaczy jest większa niż przy ustawieniu w układzie $2+1$,

— sezonowej normy nawodnienia D , dla której wartości minimum są mniejsze dla normy mniejszej, a większe dla normy większej,

— ilości węzłów N_c , gdzie przy małej ilości węzłów N_c , np. $N_c = 6$ wartości minimum są większe niż przy większej ilości węzłów np. $N_c = 12$. Wzrost ten dla ustawienia w układzie $2+1$ wynosi 53%.

d) ze zwiększeniem liczby punktów węzłowych położenie minimum przesuwają się ku większej liczbie stanowisk pod zraszacze,

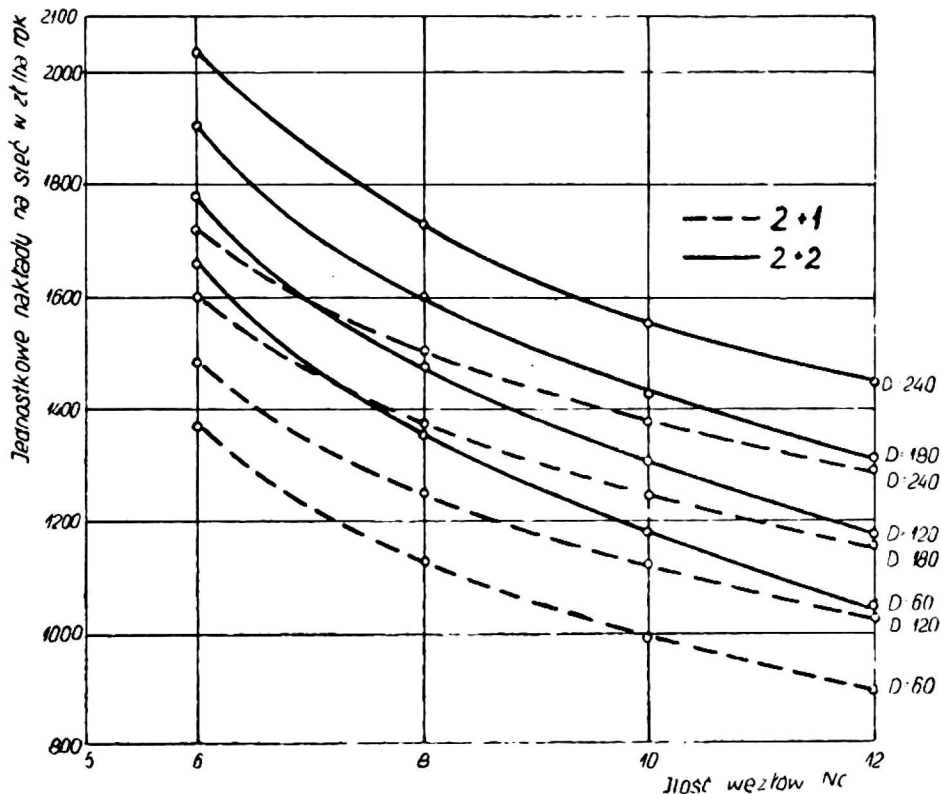
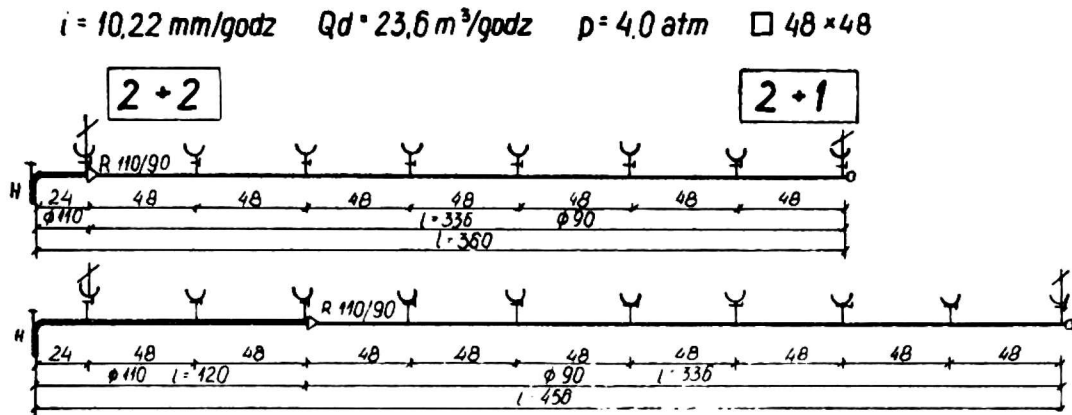
e) przewód przenośny, dla którego uzyskuje się minimum różne wartości jednostkowych nakładów, ma długość optymalną $L = 360$ m. Przewód ten składa się z łuku hydrantu $\phi 110$, króćca redukcyjnego $\phi 110/90$, przenośnych przewodów tłocznych $\phi 90$ $l = 336$ m, $\phi 110$ $l = 24$ m, trójnika z zasuwą $\phi 110/90$ szt. 1, trójnika z zasuwą $\phi 90$ szt. 7, zraszaczy typu „Sawica” $\phi 16/8/4$ — szt. 2 przy rozstawie (48×48) i innego wyposażenia drobnego jak uszczelki, korki itp.



Rys. 6. Zależność jednostkowych nakładów na sieć dla deszczowni półstałych od ilości stanowisk pod zraszacz „Sawica”

4. Kształtowanie się minimalnych nakładów jednostkowych dla jednostek eksploatacyjnych deszczowni półstałych.

Na podstawie wyżej przedstawionych analiz ustalono kształtowanie się minimalnych nakładów jednostkowych dla jednostek eksploatacyjnych deszczowni półstałych z przenośną armaturą produkcji jugosło-



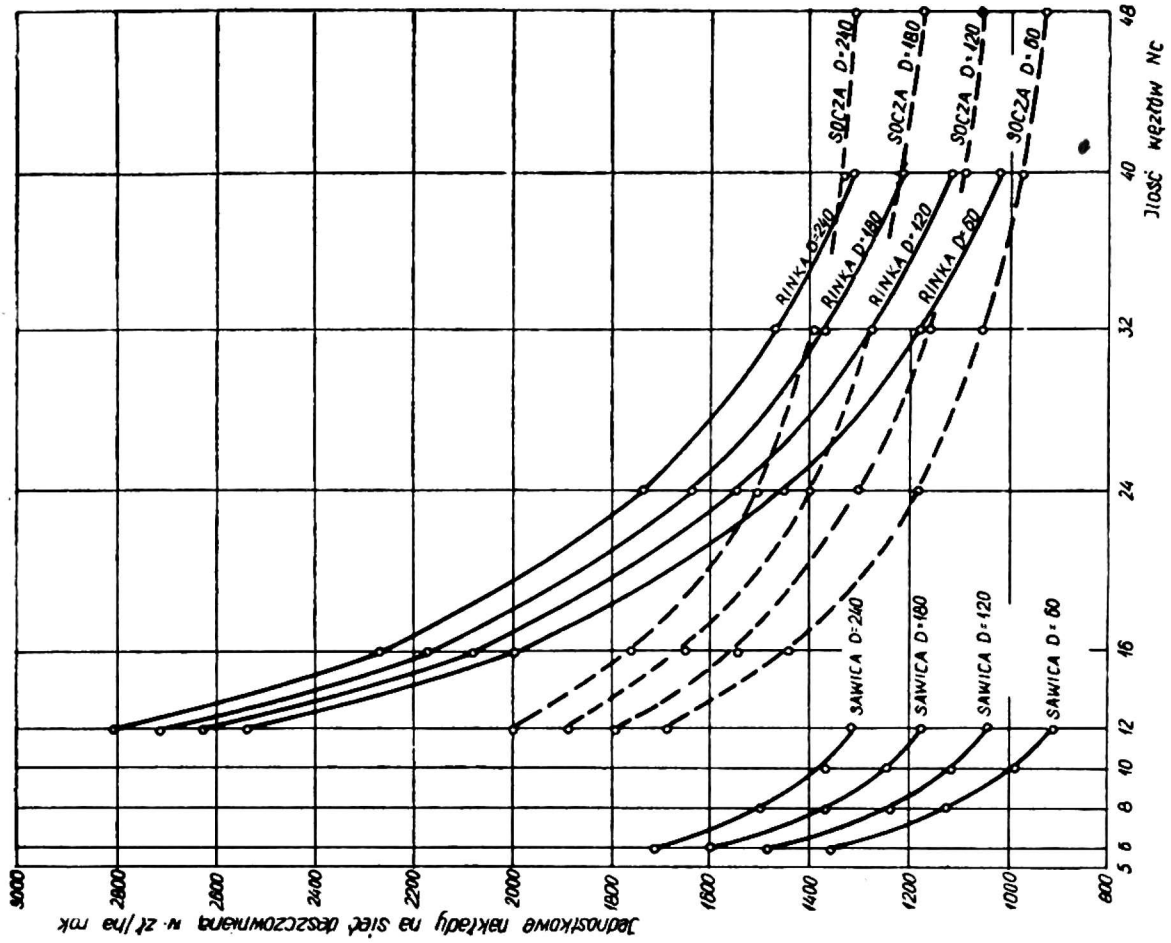
Rys. 7. Kształtowanie się minimalnych nakładów jednostkowych dla jednostek eksploatacyjnych deszczowni półstałych z dwoma zraszaczami „Sawica”

wiańskiej firmy „Agrostroy” (rys. 8). Z wykresów obrazujących kształtowanie się minimalnych nakładów jednostkowych dla jednostek eksploatacyjnych deszczowni półstałych można ustalić następujące zależności:

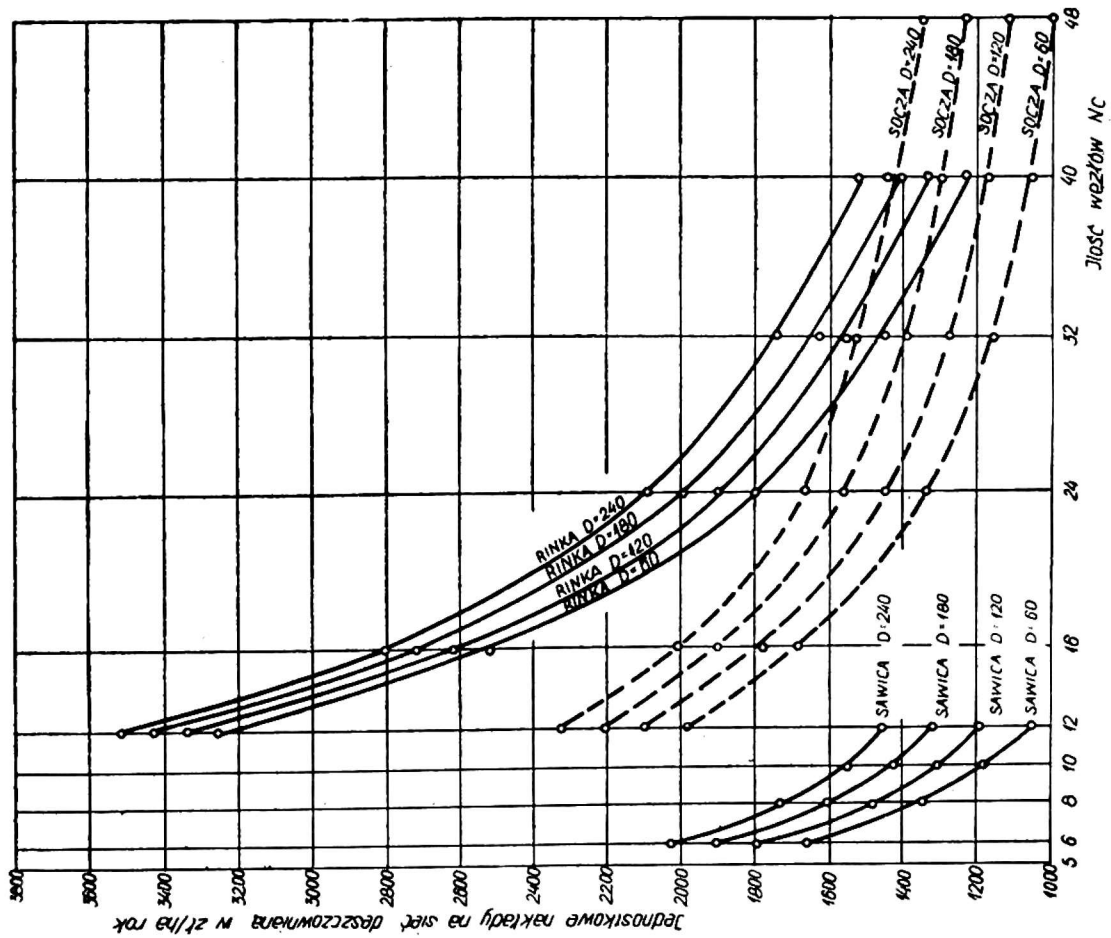
— wartość minimalnych nakładów jednostkowych dla odpowiedniego typu zraszaczy na przenośnym przewodzie zależy od ustawienia przewodu w układzie 2+2 lub 2+1; są one zawsze większe dla ustawienia w układzie 2+2 niż dla 2+1,

— wartości minimalnych nakładów jednostkowych dla każdego typu zraszaczy na przenośnym przewodzie maleją, gdy zwiększa się liczba

2-1



2-2



Rys. 8. Kształtowanie się minimalnych nakładów jednostkowych dla jednostek eksploatacyjnych deszczowni półstałych

węzłów N_c , największy gradient posiadają przewody ze zraszaczami typu „Sawica”, następnie „Rinka” i na końcu „Socza”,

— wartości minimalnych nakładów jednostkowych wykazują duże różnice przy małej ilości węzłów N_c ; różnice te maleją wraz ze wzrostem ilości węzłów,

— dla stałej ilości węzłów N_c najmniejszą wartość nakładów jednostkowych posiada przewód ze zraszaczami „Sawica” ϕ 16/8/4, a w dalszej kolejności zraszacze „Socza” ϕ 8/4 i „Rinka” ϕ 4.

LITERATURA

1. Chudzik B.: Optymalizacja projektowania rozgałęzionej sieci deszczownianej. Maszynopis 1971.
2. Drupka S.: Zraszacze obrotowe. Bibl. IMUZ, 31, Warszawa 1970.
3. Fekete A.: Wirtschaftliche Gestaltung von Betriebseinheiten für halbstationäre Beregnungssysteme. Maszynopis. Politechnika Budapeszteńska 1968.
4. Książka eksploatacji urządzeń deszczownianych. Agrostroj, Ljubljana 1966.

Чеслав Опалиньски, Бронислав Худзик

ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЕДИНИЦ ПОЛУСТАЦИОНАРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Резюме

Исследования касались модельных эксплуатационных единиц полустационарных дождевальных установок, для которых определено образование единичных издержек на дождевальную сеть (стабильную и переносную) в зависимости от количества одновременно активных дождевальных агрегатов, склада переносных проводов, количества узлов, сезонной нормы орошения — при использовании переносного оборудования югословянского производства фирмы „Агροстрой”.

Czesław Opaliński, Bronisław Chudzik

INVESTIGATIONS ON THE OPTIMALIZATION OF THE EXPLOITATION UNITS OF TRANSPORTABLE SPRAY IRRIGATION PLANTS

Summary

The investigations included model exploitation units of transportable spray irrigation plants. There have been determined unitary costs of a spray irrigation network (stationary and transportable) depending on the number of simultaneously operating sprinklers, the system of transportable pipes, the number of joints and seasonal irrigation norm — with use of transportable pipe fittings of Yugoslav „Agrostroj” make.