

## OKREŚLENIE GOSPODARCZO KORZYSTNEGO ZASIĘGU SIECI WIEJSKIEJ NISKIEGO NAPIĘCIA

MARIAN ZAREMBA

Politechnika Warszawska

### 1. WSTĘP

Niniejsze opracowanie gospodarczo korzystnego zasięgu sieci wiejskiej niskiego napięcia sprowadza się do określenia uzasadnionego gospodarczo zasięgu wiejskiej stacji transformatorowej, tj. do takiego rozwiązania, które przy minimalnych (w danych warunkach) nakładach inwestycyjnych pozwoli utrzymać na możliwie niskim poziomie koszty eksploatacyjne i uzyskać możliwie najwyższy poziom techniczny całego układu zasilania. Dotyczy ono sieci wiejskich niskiego napięcia łącznie ze stacją transformatorową oraz odcinkiem linii wysokiego napięcia (15 kV), jaki jest związany z zagęszczeniem stacji transformatorowych.

Na konfigurację układu i wartości poszczególnych parametrów sieci niskiego napięcia decydujący wpływ mają cechy zabudowy i energetyczne charakteryzujące daną wieś.

Do cech zabudowy należą: układ głównych ulic, rozmieszczenie budynków, odległości pomiędzy poszczególnymi zagrodami, co decyduje w znacznym stopniu o liczbie i długości poszczególnych odcinków ze stacji transformatorowej. Do cech energetycznych należą: średnia wartość obciążenia przypadająca na 1 zagrodę, rozłożenie obciążeń wzdłuż linii, czasy wykorzystania mocy szczytowej, współczynnik jednoczesności dla poszczególnych linii i odbiorców, charakter odbiorników i ich udział w szczycie obciążenia, które to cechy decydują o przekrojach linii n. n. oraz o liczbie i mocy stacji transformatorowych.

Jak z powyższego wynika, jednym z poważniejszych problemów przy projektowaniu sieci niskiego napięcia jest wybór liczby stacji trafo zasilających daną sieć. Od liczby stacji uzależnione są bowiem maksymalne długości obwodów linii niskiego napięcia oraz przekroje przewodów.

Przeprowadzenie pełnego rachunku ekonomicznego przy jednoczesnym uwzględnieniu wszystkich kryteriów technicznych przy zaprojektowaniu sieci niskiego napięcia o najkorzystniejszych parametrach jest problemem sprawiającym znaczne trudności nawet dla konkretnej wsi. Trudności te występują przede wszystkim przy ustaleniu zapotrzebowania mocy i energii oraz niejednoczesności występowania szczytów mocy w liniach niskiego napięcia i stacjach trafo.

W związku z powyższym, w opracowaniu niniejszym, dla ustalenia zapotrzebowania mocy i energii oparto się na wynikach uzyskanych z pomiarów przeprowadzonych przez Instytut Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w ramach badań użytkowania energii elektrycznej w gospodarstwach indywidualnych na wsi oraz na „Analizie wyposażenia indywidualnych gospodarstw chłopskich w odbiorniki elektryczne”, które to opracowanie uwzględnia zestaw odbiorników elektrycznych przy pełnym wyposażeniu gospodarstwa, zarówno w domowy sprzęt elektryczny jak i sprzęt produkcyjny w zależności od działu produkcyjnego. Przyjmuje się, że pełne wyposażenie wsi w sprzęt elektryczny nastąpi w perspektywie 10—15 lat.

Jak już uprzednio wspomniano na konfigurację układu oraz wartości poszczególnych parametrów sieci niskiego napięcia znaczny wpływ mają cechy zabudowy.

W oparciu o zebrane materiały statystyczne stwierdzono, że w Polsce istnieje około 65 000 wsi, które można podzielić na trzy zasadnicze typy:

a) ulicówki — poszczególne zagrody rozrzucone są wzdłuż jednej ulicy

b) dłużycówki — poszczególne zagrody rozrzucone są wzdłuż kilku ulic

c) kolonijne — poszczególne zagrody rozrzucone bezładnie.

Ulicówek jest około 34 000.

Dłużycówek jest około 13 000.

Kolonijnych jest około 18 000.

Jak z powyższego zestawienia wynika, ulicówki stanowią ponad 50% ogólnej liczby wsi i z tego względu do rozważań przyjęto wieś ulicówkę z jedną linią niskiego napięcia oraz z symetrycznie rozmieszczonymi stacjami trafo.

Należy zaznaczyć, że obliczenia wykonane dla wsi ulicówki można zastosować dla wsi dłużycówki, przy czym zostanie popełniony niewielki błąd. Natomiast wsie typu kolonijnego należy rozpatrywać indywidualnie.

## 2. ISTNIEJĄCE WYPOSAŻENIE WSI W URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

### 2.1. Podstawa opracowania

Podstawę ustalenia obciążeń obecnie występujących na wsiach stanowiły badania (pomiar) przeprowadzone przez Instytut Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w latach 1962—1964 we wsiach:

- a) Byczyna — woj. krakowskie
- b) Łupianka Stara — woj. białostockie
- c) Młynki — woj. lubelskie
- d) Ochla — woj. zielonogórskie
- e) Raba Wyżna — woj. krakowskie
- f) Ziemnice Wielkie — woj. opolskie

Badania zapoczątkowane zostały we wsi Byczyna 14.II.1962 r. we wsi Łupianka Stara 28.IX.1962 r., we wsi Młynki 15.IX.1962 r., we wsi Ochla 19.X.1962 r., we wsi Raba Wyżna 16.VIII.1962 r. i we wsi Zimnice Wielkie 1.X.1962 r.

Pomiary prowadzono przy stacjach transformatorowych i w wybranych charakterystycznych gospodarstwach indywidualnych. W ciągu trwania pomiarów rejestrowano przebieg dobowych obciążeń dla całych wsi oraz odnotowywano dobowe zużycie energii elektrycznej czynnej i biernej, przy czym dla niektórych wsi z podziałem na zużycie w dzień (6.00—22.00) i w nocy (22.00—6.00). Przeprowadzono również ankietyzację szczegółową ludności, arealów rolnych, odbiorników elektrycznych, rodzajów instalacji itp.

Do przeprowadzenia badań wytypowano wsie znajdujące się w różnych województwach, zelektryfikowane w różnych okresach czasu oraz o znacznie zróżnicowanym areale użytków rolnych. Taki dobór wsi pozwala scharakteryzować obecne wyposażenie wsi w odbiorniki elektryczne.

### 2.2. Charakterystyka gospodarcza badanych wsi

#### a. Wieś Byczyna woj. krakowskie

Wieś Byczyna położona jest w pow. chrzanowskim i charakteryzuje się dużym rozdrobnieniem gospodarstw rolnych, co jest typowe dla wsi woj. krakowskiego. Poważną część ludności wiejskiej stanowią tzw. robotniko-chłopi, którzy posiadają działki do 2 ha, jednocześnie pracując w pobliskich kopalniach i zakładach przemysłowych. Z tych względów

niemożliwe było wydzielenie rolników, których źródłem utrzymania jest praca na roli i robotników. Wobec powyższego podzielono wieś na:

1) gospodarstwa rolnicze powyżej 2 ha stanowiące 19,0% wszystkich gospodarstw rolnych i posiadające 41,4% powierzchni rolnej (tabela T 1.1).

2) gospodarstwa nierolnicze do 2 ha stanowiące 81,0% wszystkich gospodarstw rolnych i posiadające 58,6% całej powierzchni użytków rolnych.

Wieś Buczyna została zelektryfikowana w 1958 r., posiada podstację transformatorową 125 kVA o napięciu 15/0,4/0,231 kV zlokalizowaną w centrum wsi.

#### b. Wieś Łupianka Stara woj. białostockie

Wieś Łupianka Stara leży w odległości 8 km od miasta powiatowego Łapy w województwie białostockim. Wieś Łupianka Stara jest typowo rolnicza, średnia dla woj. białostockiego pod względem wielkości. Gospodarstwa rolne we wsi Łupianka Stara są zdaniem Zakładu Energetycznego i Powiatowej Rady Narodowej nieco lepiej zaopatrzone w maszyny rolnicze i odbiorniki elektryczne w stosunku do innych wsi woj. białostockiego. Charakterystyczną cechą wsi są stosunkowo duże gospodarstwa rolne, 64% gospodarstw posiada powyżej 7 ha użytków rolnych, do których należy 77% ogółu użytków rolnych (tabela T. 1.2). O zamożności wsi świadczy intensywne budownictwo. Wieś Łupianka Stara została zelektryfikowana w 1958 r., posiada podstację transformatorową 50 kVA o napięciu 15/0,4/0,231 kV zlokalizowaną w centrum wsi.

#### c. Wieś Młynki woj. lubelskie

Wieś Młynki leży w odległości 12 km od Puław. Należy ona do typowych wsi rolniczych woj. lubelskiego, a pod względem wykorzystania energii elektrycznej do przodujących. We wsi jest kółko rolnicze posiadające młocarnię użytkowaną zespołowo, która może być napędzana silnikiem elektrycznym lub spalinowym. Wieś Młynki charakteryzuje się średnimi gospodarstwami, co jest typowym dla woj. lubelskiego. Pewną część ludności stanowią tzw. robotniko-chłopi, którzy posiadają działki uprawne do 2 ha, jednocześnie pracując w zakładach produkcyjnych w Puławach. Wobec powyższego podzielono wieś na:

1) gospodarstwa rolnicze powyżej 2 ha stanowiące 90,8% wszystkich gospodarstw rolnych i posiadające 97,7% powierzchni rolnej (tabela T. 1.3),

2) gospodarstwa nierolnicze do 2 ha stanowiące 9,2% wszystkich gospodarstw rolnych i posiadające 2,3% całej powierzchni użytków rolnych.

#### d. Wieś Ochla woj. zielonogórskie

Wieś Ochla leży w odległości 8 km od Zielonej Góry. Jest to typowo rolnicza wieś o znacznej liczbie gospodarstw o większym areale. We wsi jest kółko rolnicze, które posiada 3 ciągniki i 2 młocarnie. Pewną część ludności wiejskiej stanowią też tzw. robotniko-chłopi, którzy posiadają działki uprawne do 2 ha i jednocześnie pracują w pobliskich zakładach przemysłowych w Zielonej Górze. Posiadacze tych gospodarstw osiedleni są w Ochli ze względu na łatwiejszą możliwość otrzymania mieszkania. Wobec powyższego podzielono wieś na:

1) gospodarstwa rolnicze powyżej 2 ha stanowiące 64,9% wszystkich gospodarstw rolnych i posiadające 91,9% powierzchni rolnej (tabela T. 1.4),

2) gospodarstwa nierolnicze do 2 ha stanowiące 35,1% wszystkich gospodarstw rolnych i posiadające 8,1% całej powierzchni użytków rolnych. Wieś Ochla została zelektryfikowana przed 1939 r., posiada trzy podstacje transformatorowe, w tym dwie zasilają gospodarstwa chłopskie. W opracowaniach oparto się na pomiarach zachodniej części wsi Ochla, gdzie był transformator, 75 kVA o napięciu 15/0,4/0,231 kV zlokalizowany w centralnej części tej wsi. W roku 1963 przeprowadzona była reelektryfikacja wsi.

#### e. Wieś Raba Wyżna woj. krakowskie

Wieś Raba Wyżna położona jest w odległości 6 km od stacji kolejowej Chabówka w pow. Nowy Targ, woj. krakowskie. Wieś ta podobnie jak Byczyna charakteryzuje się dużym rozdrobnieniem gospodarstw rolnych. Poważną część ludności wiejskiej stanowią tzw. robotniko-chłopi, którzy posiadają działki uprawne do 2 ha, jednocześnie pracując w pobliskich zakładach przemysłowych.

Wobec powyższego podzielono wieś na:

1) gospodarstwa rolnicze powyżej 2 ha stanowiące 52,3% wszystkich gospodarstw rolnych i posiadające 78,8% powierzchni rolnej (tabela T. 1.5.),

2) gospodarstwa nierolnicze do 2 ha stanowiące 47,7% wszystkich gospodarstw rolnych i posiadające 21,1% całej powierzchni użytków rolnych. Wieś Raba Wyżna została zelektryfikowana w 1957 r., posiada podstację transformatorową 50 kVA o napięciu 15/0,4/0,231/V zlokalizowaną w centrum wsi.

#### f. Wieś Ziemnice Wielkie woj. opolskie

Wieś leży w powiecie Krapkowice w odległości około 15 km od miasta. Wieś ta jest wsią typowo rolniczą o małym rozdrobnieniu gospodarstw

(56,3% areału należy do rolników posiadających działki powyżej 7 ha). Pod względem ilości maszyn jak i asortymentu wieś należy do czołowych w kraju. Pewną część jednak ludności wiejskiej stanowią tak zwani robotniko-chłopi, którzy posiadają działki do 2 ha użytków rolnych i pracują jednocześnie w różnego rodzaju warsztatach (kuźnie, stolarnie itp.) oraz pobliskich zakładach przemysłowych. Właściciele tych gospodarstw osiedleni są w Ziemnicach Wielkich ze względu na łatwiejszą możliwość otrzymania mieszkania. Wobec powyższego ludność podzielono na:

1) gospodarstwa rolnicze powyżej 2 ha stanowiące 68,2% wszystkich gospodarstw i posiadające 93,6% powierzchni użytków rolnych (tabela T. 1.6),

2) gospodarstwa nierolnicze do 2 ha, stanowiące 31,8% wszystkich gospodarstw rolnych i posiadające 6,4% całej powierzchni użytków rolnych. Wieś Ziemnice Wielkie została zelektryfikowana w latach 1932—1933, posiada podstację transformatorową 75 kVA o napięciu 15/0,4/0,232 kV zlokalizowaną w centrum wsi.

Tabela 1

## Struktura gospodarstw rolnych

## T. 1. 1. Wieś Byczyna

Lp.	Wyszczególnienie	Ogółem	Gospodarstwa wg areału użytków rolnych w ha						
			do 0,5	0,5—2	2—3	3—5	5—7	7—10	pow. 10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Liczba gospodarstw rolnych	264	44	170	32	16	2	—	—
2	% gospodarstw w stosunku do ogólnej ich ilości	100	16,7	64,3	12,1	6,1	0,8	—	—
3	Powierzchnia użytków rolnych	365,96	14,48	199,93	78,0	61,88	11,67	—	—
4	% użytków rolnych w stosunku do ogólnej ich ilości	100	4,0	54,6	21,3	16,9	3,2	—	—

## T. 1. 2. Wieś Łupianka Stara

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Liczba gospodarstw rolnych	100	—	—	3	15	18	38	26
2	% gospodarstw w stosunku do ogólnej ich ilości	100	—	—	3	15	18	38	26
3	Powierzchnia użytków rolnych	859	—	—	7,8	71,65	114	336,24	339,4
4	% użytków rolnych w stosunku do ogólnej ich ilości	100	—	—	0,9	8,4	13,3	38	39,4

## T. 1. 3. Wieś Młynki

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Liczba gospodarstw rolnych	120	—	11	20	31	37	17	4
2	% gospodarstw w stosunku do ogólnej ich ilości	100	—	9,2	16,6	25,8	30,8	14,2	3,4
3	Powierzchnia użytków rolnych	596,8	—	13,89	53,66	124,58	221,8	139,68	43,17
4	% użytków rolnych w stosunku do ogólnej ich ilości	100	—	2,3	9,0	20,9	37,2	23,4	7,2

## T. 1. 4. Wieś Ochla

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Liczba gospodarstw rolnych	139	1	48	5	10	14	59	2
2	% gospodarstw w stosunku do ogólnej ich ilości	100	0,7	34,4	3,5	7,2	10	42,8	1,2
3	Powierzchnia użytków rolnych	735,71	0,5	59,83	13,32	39,36	93,7	507,2	21,8
4	% użytków rolnych w stosunku do ogólnej ich ilości	100	0,07	8,2	1,8	5,3	12,7	68,93	3,0

## T. 1. 5. Wieś Raba Wyżna

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Liczba gospodarstw rolnych	134	16	48	34	31	3	1	1
2	% gospodarstw w stosunku do ogólnej ich ilości	100	11,9	35,8	25,4	23,1	2,2	0,8	0,8
3	Powierzchnia użytków rolnych	308,23	3,78	61,25	89,09	119,07	12,56	7,44	100,07
4	% użytków rolnych w stosunku do ogólnej ich ilości	100	1,2	20,0	28,9	38,5	5,7	2,4	3,3

## T. 1. 6. Wieś Ziemnice Wielkie

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Liczba gospodarstw rolnych	120	8	30	23	9	11	17	22
2	% gospodarstw w stosunku do ogólnej ich ilości	100	6,8	25	19,2	7,5	9,1	14,1	18,8
3	Powierzchnia użytków rolnych	621,18	2,5	39,9	58,4	33,8	66,0	142,3	178,4
4	% użytków rolnych w stosunku do ogólnej ich ilości	100	0,4	6,0	9,2	5,1	13,0	22,2	34,1

## 2.3. Wyposażenie wsi w odbiorniki energii elektrycznej

### 2.3.1. Rodzaj instalacji elektrycznej w gospodarstwach rolnych

Zapotrzebowanie mocy i energii przez odbiorców wiejskich zależy przede wszystkim od wyposażenia gospodarstw chłopskich w odbiorniki energii elektrycznej oraz od sposobu ich użytkowania.

Wyposażenie gospodarstw chłopskich w odbiorniki gospodarstwa domowego jest podyktowane wyłącznie wynikiem siły nabywczej tych gospodarstw, zaopatrzenia rynku oraz wysokości opłat taryfowych za energię elektryczną. Wielkość, liczba i rodzaj stosowanych na wsi odbiorników energii elektrycznej do celów produkcyjnych (w pierwszym rzędzie silników elektrycznych) jest wynikiem dostosowania asortymentu maszyn rolniczych do realnych potrzeb gospodarstw, ich areалу, rodzaju produkcji rolnej oraz istniejących warunków ekonomicznych. Przede wszystkim jednak rodzaj odbiorników produkcyjnych uzależniony jest od rodzaju instalacji elektrycznej, w jaką wyposażone jest gospodarstwo rolne. Pomimo że realne potrzeby gospodarstwa wymagałyby wyposażenia go w dany odbiornik elektryczny, brak odpowiedniego rodzaju instalacji elektrycznej uniemożliwia realizację.

W tabeli 2 zestawiono rodzaj instalacji elektrycznej w zależności od areалу użytków rolnych.

Na ogólną liczbę gospodarstw posiadających ziemię stan instalacji przedstawia się następująco:

a) wieś Buczyna 264 gospodarstwa — 222 gospodarstwa (84%) posiada instalację 1-fazową, a 42 gospodarstwa (16%) posiada instalację 3-fazową,

b) wieś Łupianka Stara 100 gospodarstw — 59 gospodarstw (59%) posiada instalację 1-fazową, a 41 gospodarstw (41%) posiada instalację 3-fazową,

e) wieś Młynki 120 gospodarstw — 71 gospodarstw (59,2%) posiada instalację 1-fazową, a 49 gospodarstw (40,8%) posiada instalację 3-fazową,

d) wieś Raba Wyżna 134 gospodarstwa — 109 gospodarstw (81,3%) posiada instalację 1-fazową, a 25 gospodarstw (18,7%) posiada instalację 3-fazową,

c) wieś Ziemnice Wielkie 120 gospodarstw — 36 gospodarstw (30%) posiada instalację 1-fazową, a 84 gospodarstwa (70%) posiada instalację 3-fazową.



Tabela 2  
Rodzaj instalacji elektrycznej w gospodarstwach rolnych w 1963 r.

Lp.	Areal użytków rolnych ha	Wieś Buczyna			Wieś Łupianka — Stara			Wieś Młynki			Wieś Raba Wyzna			Wieś Ziemnice Wielkie								
		Liczba gospodarstw o danym areale	Liczba gospodarstw	% gospodarstw	Liczba gospodarstw o danym areale	Liczba gospodarstw	% gospodarstw	Liczba gospodarstw o danym areale	Liczba gospodarstw	% gospodarstw	Liczba gospodarstw o danym areale	Liczba gospodarstw	% gospodarstw	Liczba gospodarstw o danym areale	Liczba gospodarstw	% gospodarstw						
		Instalacja 1-fazowa	Instalacja 3-fazowa	Instalacja 3-fazowa	Instalacja 1-fazowa	Instalacja 3-fazowa	Instalacja 3-fazowa	Instalacja 1-fazowa	Instalacja 3-fazowa	% gospodarstw	Liczba gospodarstw	% gospodarstw	Liczba gospodarstw o danym areale	Liczba gospodarstw	% gospodarstw							
1	do 0,5	37	83,9	7	46,1	—	—	—	—	—	—	—	16	15	93,8	1	6,2	8	8	100	—	—
2	0,5—2,0	170	87,5	21	12,5	—	—	11	10	90,8	1	9,2	48	42	87,3	6	12,7	30	14	47	16	53
3	2,0—3,0	32	81,2	6	18,8	—	—	20	17	84,8	3	15,2	34	28	82,4	6	17,6	23	5	22	18	78
4	3,0—5,0	16	56,2	7	43,8	15	12	31	18	58,0	13	42,0	31	21	67,7	10	32,3	9	3	33	6	67
5	5,0—7,0	2	50,0	1	50,0	18	14	37	19	51,3	18	48,7	3	1	33,3	2	66,7	11	2	18	9	82
6	7,0—10,0	—	—	—	—	38	22	17	7	41,2	7	58,8	1	1	100,0	—	—	17	2	12	15	88
7	10,0—14,0	—	—	—	—	21	7	4	—	—	4	100,0	1	1	100,0	—	—	16	2	13	14	87
8	powyżej 14,0	—	—	—	—	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	6	100
9	Razem	264	84,0	42	16,0	100	59	41	41	59,2	49	40,8	134	109	81,3	25	18,7	120	36	30	84	70

Jak z powyższej analizy wynika, procent gospodarstw posiadających instalację 3-fazową, a więc przystosowaną do celów produkcyjnych (w zależności od wsi) waha się w granicach od 16,0% do 70%. Przy czym należy zauważyć, że wsie o bardziej rozdrobnionych gospodarstwach rolnych posiadają niższy procent instalacji 3-fazowych niż wsie charakteryzujące się większym areałem poszczególnych gospodarstw. Jest to oczywiste, ponieważ gospodarstwo posiadające wyższy areał użytków rolnych z zasady musi posiadać więcej odbiorników produkcyjnych, a więc i przystosowany do nich rodzaj instalacji elektrycznej.

### 2.3.2. Wyposażenie gospodarstw w silniki elektryczne

O stopniu elektryfikacji prac produkcyjnych w rolnictwie świadczy liczba maszyn stanowiących wyposażenie gospodarstw rolnych, a przede wszystkim liczba silników przeznaczonych do napędu. W tabeli 3 (T.3.1., T.3.2., T.3.3., T.3.4. i T.3.5.) zestawiono w zależności od areału gospodarstw rolnych, liczbę oraz moce silników elektrycznych zainstalowanych w poszczególnych wsiach w 1963 r.

Z analizy tablic wynika, że:

— we wsi Buczyna na ogólną liczbę 264 gospodarstw posiadających ziemię, zainstalowanych było 52 silniki, przy czym 24 stanowiło indywi-

Tabela 3

Wyposażenie gospodarstw rolnych w silniki elektryczne w 1963 r.

T. 3. 1. Wieś Buczyna

Powierzchnia użytków rolnych w ha	Ogólna liczba gospodarstw danej grupy	Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne				Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne o różnej mocy					% gospodarstw danej grupy korzystających z silników elektrycznych
		własny silnik	1 silnik na 2 rolników	1 silnik na 5 rolników	1 silnik na 7 rolników	do 1 kW	1,1—3 kW	3,1—4 kW	4,1—10 kW	Razem	
Do 0,5	44	7	—	—	—	4	3	—	—	7	17,6
0,5—2	170	8	10	7	1	5	13	7	1	26	41,2
2—3	32	5	—	1	—	1	4	1	—	6	31,3
3—5	16	3	6	1	—	1	2	3	4	10	100,0
5—7	2	1	2	—	—	—	—	1	1	3	100,0
Powyżej 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ogółem	264	24	18	9	1	11	22	12	6	52	43,0

U w a g a : W zestawieniu nie ujęto 11 szt. silników zainstalowanych u odbiorców nierolniczych.

## T. 3. 2. Wieś Łupianka

Powierzchnia użytków rolnych w ha	Ogólna liczba gospodarstw danej grupy	Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne				Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne o różnej mocy				% gospodarstw danej grupy korzystających z silników elektrycznych
		własny silnik	1 silnik na 2 rolników	1 silnik na 5 rolników	1 silnik na 7 rolników	do 2,8 kW	2,9—4,5 kW	4,6—7,0 kW	Razem	
Do 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2—3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3—5	15	2	2	—	—	—	2	2	4	40,0
5—7	18	2	3	1	—	—	1	5	6	12,2
7—10	38	9	2	3	1	—	—	15	15	92,0
Powyżej 10	26	8	2	1	1	1	—	11	12	92,3
Ogółem	100	21	9	5	2	1	3	33	37	80,0

U w a g a : 4 rolników nie posiada silników elektrycznych lecz posiada maszyny napędzane silnikiem elektrycznym. Praktycznie z silników elektrycznych korzysta 80 rolników.

## T. 3. 3. Wieś Ochla

Powierzchnia użytków rolnych w ha	Ogólna liczba gospodarstw danej grupy	Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne				Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne o różnej mocy				% gospodarstw danej grupy korzystających z silników elektrycznych	
		własny silnik	1 silnik na 2 rolników	1 silnik na 5 rolników	1 silnik na 7 rolników	do 1 kW	1,1—3 kW	3,1—4 kW	4,1—10 kW		Razem
Do 0,5	1	1	—	—	—	—	—	1	—	1	100
0,5—2	48	5	2	3	3	5	—	7	1	13	93,8
2—3	5	—	1	—	—	—	—	1	—	1	40,0
3—5	10	—	1	1	—	—	1	1	—	2	70,0
5—7	14	1	2	1	—	—	3	—	1	4	71,0
7—10	59	34	1	3	1	3	10	16	10	39	98,8
Powyżej 10	2	—	1	—	—	—	—	1	—	1	100,0
Ogółem	139	41	8	8	4	8	14	27	12	61	91,7

U w a g a : Liczba silników jest zawyżona, gdyż 2 silniki są w kółku rolniczym

## T. 3. 4. Wieś Raba Wyżna

Powierzchnia użytków rolnych w ha	Ogólna liczba gospodarstw danej grupy	Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne				Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne o różnej mocy					% gospodarstw danej grupy korzystających z silników elektrycznych
		własny silnik	1 silnik i. a 2 rolników	1 silnik na 5 rolników	1 silnik na 7 rolników	do 1 kW	1,1—3 kW	3,1—4 kW	4,1—10 kW	Razem	
Do 0,5	16	—	1	—	—	—	1	—	—	1	12,5
0,5—2	48	1	3	1	1	—	4	—	2	6	39,5
2—3	34	3	2	1	1	1	3	2	—	7	56,0
3—5	31	5	4	2	1	—	4	5	3	12	97,0
5—7	3	1	1	—	—	—	—	2	—	2	100,0
7—10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Powyżej 10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ogółem	134	10	11	4	3	1	12	9	6	28	55,0

U w a g a : W zestawieniu nie ujęto 2 sztuk silników zainstalowanych u odbiorców nierolniczych.

## T. 3. 5. Wieś Ziemnice Wielkie

Powierzchnia użytków rolnych w ha	Ogólna liczba gospodarstw danej grupy	Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne				Liczba gospodarstw posiadających silniki elektryczne o różnej mocy					% gospodarstw danej grupy korzystających z silników elektrycznych
		własny silnik	2 silniki u 1 rolnika	3 silniki u 1 rolnika	1 silnik na 7 rolników	do 1 kW	1,1—3 kW	3,1—4 kW	4,1—10 kW	Razem	
Do 0,5	8	2	1	—	—	—	2	1	—	3	500
0,5—2	30	26	1	—	—	7	4	5	11	17	93,0
2—3	23	21	—	2	—	7	5	6	7	25	100,0
3—5	9	8	—	1	—	4	—	5	1	10	100,0
5—7	11	1	—	8	2	6	8	—	9	23	100,0
7—10	17	7	—	10	—	4	7	2	14	27	100,0
10—14	16	7	—	9	—	5	6	—	14	25	100,0
Powyżej 14	6	1	—	5	—	3	1	1	6	11	100,0
Ogółem	120	73	2	35	2	36	33	20	62	151	95,0

U w a g a : W zestawieniu nie ujęto 5 sztuk silników zainstalowanych w gospodarstwach nieposiadających ziemi.

- dualną własność poszczególnych rolników, a z 28 pozostałych silników każdy stanowił własność kilku rolników. W ten sposób 43% rolników korzysta z silników elektrycznych,
- we wsi Łupianka Stara na ogólną liczbę 100 gospodarstw posiadających ziemię, zainstalowanych było 37 silników, przy czym 21 stanowiło własność indywidualną poszczególnych rolników, a z pozostałych 16 silników każdy stanowił własność kilku rolników. Praktycznie z silników elektrycznych korzysta 80% rolników,
  - we wsi Ochla na ogólną liczbę 139 gospodarstw posiadających ziemię, zainstalowanych było 61 silników, przy czym 41 silników stanowiło własność indywidualną poszczególnych rolników, a z pozostałych 20 silników, każdy stanowił własność kilku rolników. Praktycznie więc z silników elektrycznych korzysta około 92% rolników,
  - we wsi Raba Wyżna na ogólną liczbę 134 gospodarstw posiadających ziemię, zainstalowanych było 28 silników elektrycznych, przy czym 10 silników stanowiło własność indywidualną poszczególnych rolników, a z pozostałych 18 silników, każdy stanowił własność kilku rolników. Ogólnie z silników elektrycznych korzysta około 55% rolników,
  - we wsi Ziemnice Wielkie na ogólną liczbę 120 gospodarstw posiadających ziemię, zainstalowanych było 151 silników elektrycznych. Prawie wszystkie silniki stanowiły własność indywidualną rolników, przy czym 73 gospodarstwa posiadało po 1 silniku, 35 po dwa silniki, a 2 gospodarstwa nawet po 3 silniki. Ogółem 95% rolników korzysta z silników elektrycznych.

### 2.3.3 Wyposażenie gospodarstw domowych w odbiorniki energii elektrycznej

Obecny stan wyposażenia gospodarstw domowych w odbiorniki elektryczne jest znacznie zróżnicowany. Poza oświetleniem do najpowszechniejszych należą: żelazko elektryczne i radio, w mniejszym stopniu kuchenka elektryczna, grzałka, prożni i pralka oraz w niewielkich ilościach telewizor i lodówka.

W zależności od liczby odbiorników energii elektrycznej zainstalowanych w gospodarstwie domowym, przyjęto pięć stopni wyposażenia gospodarstwa domowego w urządzenia elektryczne. Podział na stopnie wyposażenia gospodarstw został dokonany w oparciu o badania przeprowadzone przez IMER w ponad 1500 gospodarstwach wiejskich i przedstawia się następująco:

- stopień 0 — tylko oświetlenie elektryczne
- stopień I — oświetlenie i dwa inne odbiorniki elektryczne

- stopień II — oświetlenie i trzy inne odbiorniki elektryczne  
 stopień III — oświetlenie i cztery inne odbiorniki elektryczne  
 stopień IV — oświetlenie i pięć innych odbiorników elektrycznych  
 stopień V — oświetlenie i pełny ustaw urządzeń elektrycznych gospodarstwa domowego (żelazko, radio, telewizor, pralka, kuchenka, prożniarka, grzałka, odkurzacz, lodówka itp.).

Z zestawienia wyposażenia gospodarstw domowych w urządzenia elektryczne (tabela 4) wynika, że najwyższy procent gospodarstw domowych w badanych wsiach posiada I stopień wyposażenia (od 35% we wsi Ziemnice Wielkie do 70% we wsi Młynki). Należy zaznaczyć, że w przeciągu jednego roku (1962—63) stan wyposażenia gospodarstw uległ zmianie, gdyż coraz więcej gospodarstw przechodziło do wyższego stopnia wyposażenia.

Tabela 4

Wyposażenie gospodarstw domowych w urządzenia elektryczne

Stopień wyposażenia	Jednostka	Wieś Byczyna		Wieś Łupianka Stara		Wieś Młynki		Wieś Ochla		Wieś Raba Wyżna		Wieś Ziemnice Wielkie	
		1962	1963	1962	1963	1962	1963	1962	1963	1962	1963	1962	1963
0	%	0,0	0,0	10,4	4,8	11,9	4,7	7,6	0,0	0,0	0,0	7,0	4,2
I	%	43,0	41,4	63,2	57,3	70,0	57,5	65,7	63,0	41,2	34,0	39,9	35,0
II	%	20,6	19,8	16,0	21,4	11,1	18,1	17,8	23,2	29,4	32,8	30,1	31,4
III	%	24,6	24,8	10,4	16,5	4,9	14,2	5,1	6,7	26,1	28,1	21,6	25,2
IV	%	10,3	12,2	0,0	0,0	2,1	3,9	3,8	6,5	3,3	3,9	1,4	2,1
V	%	1,5	1,8	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,6	0,0	1,2	0,0	2,1
Razem	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Z zestawienia odbiorników elektrycznych gospodarstwa domowego (tabela 5) wynika, że przeciętny wzrost mocy zainstalowanej w przeciągu jednego roku (1962—63) waha się od 13% we wsi Łupianka Stara do 48% we wsi Ziemnice Wielkie.

Jak już uprzednio wspomniano najbardziej popularnym odbiornikiem (oprócz oświetlenia) gospodarstwa domowego jest żelazko (średnio powyżej 90% gospodarstw), następnie radio (40—80%), a dalej kuchenki i prożniarki.

Na podstawie analizy powyższych tabel można w przybliżeniu określić wskaźniki charakteryzujące te wsie pod względem wyposażenia w elektryczne urządzenia odbiorcze podano w tabelach 6 i 7.

Na podstawie analizy powyższych tabel można w przybliżeniu określić średnią moc, jaka jest zainstalowana obecnie w gospodarstwach rolnych w Polsce oraz przeciętny przyrost mocy w ciągu jednego roku. Z tabeli 6

Tabela 5

## Odbiorniki elektryczne gospodarstwa domowego

## T. 5. 1. Wieś Buczyna

Lp.	Nazwa odbiornika elektrycznego	1962 r.			1963 r.			Przyrost w stosunku do 1962 %
		Liczba sztuk	Procent od- biorników po- siadających odbiorniki	Moc za- instalo- wana kW	Liczba sztuk	Procent od- biorników po- siadających odbiorniki	Moc za- instalo- wana kW	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Odbiorniki grzejne							
	a) żelazko	225	80,2	135,0	254,0	91,3	152,40	112,6
	b) kuchenka	183	65,1	146,4	216	77,6	172,80	117,7
	c) prożiż	—	—	—	36	13,9	18,00	—
	d) kuchnia	5	1,8	10,0	21	7,5	42,00	419,0
2	Odbiorniki silnikowe							
	a) pralka	96	34,2	17,3	125	44,8	22,50	130,0
	b) lodówka	2	0,7	0,4	6	2,2	1,20	300,0
	c) odkurzacz	2	0,7	0,2	4	1,4	0,40	200,0
3	Odbiorniki lampowe							
	a) oświetlenie (punkty świetlne)	1321	—	79,26	1416	—	84,96	
	b) radio	140	49,8	11,20	178	63,9	14,24	127,0
	c) telewizor	12	4,3	2,40	29	10,4	5,80	241,0
	Razem			400,96			514,40	128,0

## T. 5. 2. Wieś Łupianka Stara

Lp.	Nazwa odbiornika elektrycznego	1962 r.			1963 r.			Przyrost w stosunku do 1962 %
		Liczba sztuk	Procent od- biorników po- siadających odbiorniki	Moc za- instalo- wana kW	Liczba sztuk	Procent od- biorników po- siadających odbiorniki	Moc za- instalo- wana kW	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Odbiorniki grzejne							
	a) żelazko	94	89	37,6	96	93	38,4	103
	b) kuchenka	29	27	23,2	29	28	23,2	100
	c) prożiż	44	38	22,0	63	61	31,5	143
	d) grzałka	—	—	—	2	2	0,8	—
2	Odbiorniki silnikowe							
	a) pralka	26	25	4,7	33	32	6,2	121
4	Odbiorniki lampowe							
	a) telewizor	—	—	—	2	2	0,4	
	b) oświetlenie (punkty świetlne)	467	100	28,0	487	100	29,2	104
	Razem			115,0			129,7	113

## T. 5. 3. Wieś Młynki

Lp.	Nazwa odbiornika elektrycznego	1962 r.			1963 r.			Przyrost w stosunku do 1962 %
		Liczba sztuk	Procent odbiorców posiadających odbiorniki	Moc zainstalowana kW	Liczba sztuk	Procent odbiorców posiadających odbiorniki	Moc zainstalowana kW	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Odbiorniki grzejne							
	a) żelazko	108	85,0	54,00	122	96,0	61,00	113
	b) kuchenka	33	26,0	19,80	48	37,8	28,80	145
	c) prodiż	39	30,8	35,10	49	38,5	44,10	126
2	Odbiorniki silnikowe							
	a) pralka	12	9,5	2,16	17	13,4	3,06	142
	b) lodówka	1	0,8	0,20	1	0,8	0,20	100
	c) odkurzacz	3	2,4	0,30	3	2,4	0,30	100
3	Odbiorniki lampowe							
	a) radio	32	25,3	2,56	43	33,8	3,44	134
	b) telewizor	2	1,6	0,40	2	1,6	0,40	100
	c) oświetlenie	506	100,0	29,00	533	100,0	31,98	105
	Razem			143,52			173,28	120,8

## T. 5. 4. Wieś Raba Wyżna

Lp.	Nazwa odbiornika elektrycznego	1962 r.			1963 r.			Przyrost w stosunku do 1962 %
		Liczba sztuk	Procent odbiorców posiadających odbiorniki	Moc zainstalowana kW	Liczba sztuk	Procent odbiorców posiadających odbiorniki	Moc zainstalowana kW	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Odbiorniki grzejne							
	a) żelazko	118	77,2	70,80	134	87,6	80,40	113,3
	b) kuchenka	110	71,9	66,00	119	77,8	71,40	108,0
	c) prodiż	—	—	—	11	7,2	6,60	—
2	Odbiorniki silnikowe							
	a) pralka	44	28,8	7,92	88	57,5	15,84	200,0
	b) lodówka	—	—	—	1	0,7	0,20	—
	c) odkurzacz	—	—	—	—	—	—	—
3	Odbiorniki lampowe							
	a) radio	92	60,1	5,52	119	77,8	7,14	129,5
	b) telewizor	—	—	—	7	4,6	0,70	—
	c) oświetlenie	621	100,0	37,26	637	100,0	38,22	102,4
	Razem			187,50			220,50	118



## T. 5. 5. Wieś Ziemnice Wielkie

Lp.	Nazwa odbiornika elektrycznego	1962 r.			1963 r.			Przyrost w stosunku do 1962 %
		Liczba sztuk	Procent od- biorników po- siadających odbiorniki	Moc za- instalo- wana kW	Liczba sztuk	Procent od- biorników po- siadających odbiorniki	Moc za- instalo- wana kW	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Odbiorniki grzejne							
	a) żelazko	91	63,5	40,95	131	91,5	58,95	144
	b) kuchenka	67	46,8	60,30	92	65,0	83,70	138
	c) proż ż	—	—	—	12	8,4	5,40	—
	d) kuchnia	2	1,4	5,20	10	7,0	26,00	500
2	Odbiorniki silnikowe							
	a) pralka	56	39,2	10,10	76	53,1	13,68	136
	b) lodówka	—	—	—	2	1,4	0,40	—
	c) odkurzacz	—	—	—	2	1,4	0,20	—
3	Odbiorniki lampowe							
	a) radio	85	59,3	5,10	84	58,7	5,04	98
	b) telewizor	1	0,7	0,20	4	2,8	0,80	400
	c) oświetlenie	601	100,0	36,10	189	100,0	41,34	121
	Razem			157,79			235,41	148

wynika, że przeciętna moc zainstalowana na 1 zagrodę w 1963 r. wahała się w granicach od 2,22 kW we wsi Raba Wyżna do 5,5 kW we wsi Ziemnice Wielkie, przy czym w rozbiciu na moc zainstalowaną odbiorników produkcyjnych i gospodarstwa domowego przedstawia się następująco:

a) moc zainstalowana odbiorników produkcyjnych na 1 zagrodę wynosiła od 1,61 kW we wsi Raba Wyżna do 4,30 we wsi Ziemnice Wielkie.

b) moc zainstalowana odbiorników gospodarstwa domowego na 1 zagrodę wynosiła od 1,33 kW we wsi Łupianka Stara do 1,84 kW we wsi Buczyna.

Z rozważań powyższych wynika, że przeciętna moc zainstalowana na 1 zagrodę zarówno całkowita, jak i w rozbiciu na odbiorniki produkcyjne i gospodarstwa domowego, waha się dla poszczególnych wsi w dość znacznych granicach.

Wsie o mniejszym rozdrobnieniu gospodarstw posiadają przeciętną moc zainstalowaną znacznie wyższą od wsi o dużej ilości drobnych gospodarstw.

Udział mocy odbiorników produkcyjnych i odbiorników gospodarstwa domowego w dużym stopniu jest zależny od wielkości gospodarstw rolnych.

Dla małych gospodarstw przeciętna moc zainstalowana odbiorników gospodarstwa domowego stanowi moc podstawową, dla większych zaś znaczną przewagę stanowi moc zainstalowana odbiorników produkcyjnych.

## Wskaźniki charakteryzujące wieś pod względem

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka	Wskaźnik			
			1962	1963	1962	1963
			wieś Byczyna		wieś Łupianka Stara	
1	Moc zainstalowana wszystkich odbiorników elektr. na wsi	kW	563,50	687,50	303,70	343,80
	a) przeciętnie na 1 mieszkańca	kW/miesz.	0,658	0,82	0,59	0,67
	b) przeciętnie na 1 ha użytków rolnych	kW/ha	1,585	1,84	0,37	0,40
	c) przeciętnie na 1 zagrodę	kW/zagr.	2,03	2,45	2,95	3,23
2	Moc zainstalowana wszystkich odbiorników elektr. gosp. domowego	kW	400,96	511,40	115,50	129,10
	a) przeciętnie na 1 zagrodę	kW/zagr.	1,44	1,84	1,04	1,22
	b) przeciętnie na 1 mieszkańca	kW/miesz.	0,49	0,62	0,22	0,25
3	Moc zainstalowana wszystkich odbiorników elektr. produkcyjnych	kW	162,65	173,25	184,80	213,70
4	Moc zainstalowana wszystkich odbiorników elektr. produkcyjnych u rolników	kW	127,40	138,00	182,00	210,90
	a) przeciętnie na 1 zagrodę roln.	kW/zagr.	2,54	2,75	1,82	2,11
	b) przeciętnie na 1 zatrudnionego w produkcji rolnej	kW/zatrudn.	1,59	1,72	0,68	0,79
	c) przeciętnie na 1 ha użytków rolnych	kW/ha	0,84	0,91	0,21	0,25
5	Liczba silników elektrycznych na wsi	szt.	49,00	63,00	32,00	37,00
6	Liczba silników elektrycznych u rolników	szt.	37,00	52,00	31,00	36,00
	a) przeciętnie na 1 zagrodę rolnika	szt/zagr.	0,74	1,02	1,31	0,36
	b) przeciętnie na 1 ha użytków rolnych	szt/ha	0,24	0,34	0,036	0,042
7	Przeciętna moc silnika elektrycznego	kW	3,10	2,70	5,80	5,60

Tabela 6

## wyposażenia w elektryczne urządzenia odbiorcze

za rok								
1963	1964	1962	1963	1962	1963	1962	1963	1964
wieś Młynki		wieś Ochla		wieś Raba Wyżna		wieś Ziemnice Wielkie		
397,40	444,42	379,52	509,38	295,16	339,92	623,69	786,26	813,81
0,74	0,83	0,51	0,64	0,31	0,41	1,11	1,42	1,48
0,67	0,74	0,55	0,69	0,96	1,10	1,00	1,25	1,31
3,05	3,40	2,40	2,86	1,93	2,22	4,35	5,50	5,70
143,52	173,28	157,32	265,18	187,50	220,50	157,79	235,31	246,88
1,07	1,34	1,00	1,62	1,22	1,44	1,10	1,65	1,73
0,28	0,32	0,20	0,33	0,23	0,27	0,29	0,43	0,45
253,88	271,14	222,20	244,2	107,66	119,42	465,90	550,85	566,93
245,66	262,92	197,10	210,3	90,66	112,42	446,72	524,23	546,13
2,25	2,40	2,18	2,34	1,29	1,61	3,72	4,30	4,45
0,83	0,88	1,31	1,40	0,49	0,61	1,90	2,22	2,31
0,42	0,45	0,29	0,31	0,37	0,47	0,73	0,84	0,88
44,00	47,00	46,00	24,00	23,00	30,00	87,00	156,00	163,00
43,00	46,00	46,00	61,00	21,00	28,00	86,00	151,00	158,00
0,39	0,42	0,51	0,68	0,30	0,40	0,71	1,24	1,3
0,07	0,08	0,07	0,095	0,09	0,12	0,14	0,24	0,25
5,30	5,30	4,30	3,30	3,80	3,10	5,20	3,50	3,35

Tabela 7

## Moc zainstalowania całkowita

Lp.	Rodzaj odbiorników	Moc zainstalowana w 1962 r. — 100%		Moc zainstalowana w 1963 r. — 100%		Moc zainstalowana w 1964 r. — 100%		Moc zainstalowana w 1962 r. — 100%		Moc zainstalowana w 1963 r. — 100%		Moc zainstalowana w 1962 r. — 100%		Moc zainstalowana w 1963 r. — 100%					
		wieś Buczyna	wieś Łupianka	wieś Młynki	wieś Ochla	wieś Raba Wyżna	wieś Ziemnice Wielkie	Przyrost mocy zainstalowanej	Przyrost mocy zainstalowanej	Przyrost mocy zainstalowanej	Przyrost mocy zainstalowanej	Przyrost mocy zainstalowanej	Przyrost mocy zainstalowanej	Przyrost mocy zainstalowanej	Przyrost mocy zainstalowanej				
1	Silniki elektryczne	132,2	139,4	106	184,8	205,6	111	230,10	246,10	107	222,20	244,20	109,8	96,20	103,70	110	444,72	521,03	118,0
2	Oświetlenie elektryczne	109,6	118,9	110	31,4	37,3	120	52,88	57,02	110	52,00	61,40	118,0	48,72	53,94	114	57,24	71,16	125,8
3	Urządzenia gospodarska do mowego (grzejne)	291,4	385,2	131	82,8	94,3	114	108,90	133,90	123	92,30	178,10	193,0	136,80	158,40	116	106,45	174,05	164,0
4	Urządzenia gospodarska do mowego (silnikowe)	17,9	24,1	135	4,7	6,2	132	2,66	3,56	134	7,28	16,08	218,0	7,92	16,04	202	10,08	14,18	141,2
5	Inne drobne (lampowe)	12,4	20,0	160	—	0,4	—	2,96	3,84	129	5,74	5,60	169,0	5,52	7,84	143	5,20	5,84	105,2
	Ogółem	563,5	687,5	124	303,7	343,8	114	397,4	444,42	112	379,52	509,38	134,0	295,16	339,92	114	623,69	786,26	126,6

Przeciętna moc silnika w przeciągu jednego roku (1962—63) uległa znacznemu obniżeniu z 4,6 kW w 1962 r. do 3,9 kW w 1963 r. Jest to wynikiem odpowiedniejszego doboru silników do maszyn.

Jak widać z tabeli 7 przeciętny przyrost mocy zainstalowanej w ciągu jednego roku (1962—63) waha się od 12% dla wsi Młynki do 34%, dla wsi Ochla, przy czym moc zainstalowana odbiorników produkcyjnych (przede wszystkim silników) wzrastała znacznie wolniej niż moc zainstalowana odbiorników gospodarstwa domowego.

Przyrost mocy zainstalowanej silników elektrycznych wahał się od 6% dla wsi Buczyna do 18% dla wsi Ziemnice Wielkie. Poza tym niższy przyrost mocy zainstalowanej silników elektrycznych spowodowany był również tym, że w 1963 r. obniżyła się znacznie przeciętna moc silnika elektrycznego w stosunku do roku 1962. Znaczy to, że rolnicy pozbywali się dużych silników, a na ich miejsce, kupowali silniki o mniejszej mocy. Fakt ten potwierdza analiza wsi Ziemnice Wielkie. W 1963 r. przybyło 65 silników, co stanowiło 75% ogólnej liczby silników zainstalowanych w 1962 r. we wsi, a moc zainstalowana wzrosła tylko o około 18%. Przepiętna moc silnika spadła z 5,2 kW w 1962 r. do 3,5 kW w 1963 r.

Przyrost mocy odbiorników gospodarstwa domowego wahał się od około 15% we wsi Łupianka Stara do około 95% we wsi Ochla, przy czym najczęściej przybywało pralek (przeciętnie około 60%), kuchenek (około 40%) oraz telewizorów. Dalsze pozycje stanowiły radia, prodiże i kuchnie.

#### 2.4. Zużycie energii elektrycznej

W tabeli 8 zestawiono dane charakteryzujące zużycie energii elektrycznej w badanych wsiach. Z analizy wartości zawartych w w. w. tabeli wynika, że ogólny przyrost zużycia energii elektrycznej w 1963 r. w stosunku do roku 1962 waha się od 0,2% dla wsi Młynki do 8% dla wsi Ochla, a we wsi Ziemnice Wielkie zużycie energii nawet zmalało o 6%. Wzrost zużycia energii elektrycznej nie jest absolutnie proporcjonalny do przyrostu mocy zainstalowanej odbiorników elektrycznych, ponieważ zużycie energii elektrycznej na 1 kW mocy zainstalowanej przeciętnie zmalało. Tak nieznaczny przyrost zużycia energii elektrycznej (mimo znacznego przyrostu mocy zainstalowanej odbiorników elektrycznych) należy prawdopodobnie tłumaczyć zmianą (podwyżką) ceny energii elektrycznej, która nastąpiła w drugim kwartale 1963 r.

Na skutek braku odpowiednich odbiorników energii elektrycznej, zużycie jej w porze nocnej (22.00—6.00) jest niewielkie i zawiera się w granicach od 16% do 23%. Zużycie to spowodowane jest przede wszystkim oświetleniem ulic oraz pracą w porze nocnej niektórych odbiorników gospodarstwa domowego. Zużycie energii elektrycznej na cele produk-



5	Całkowite zużycie energii elektrycznej na produkcję rolną (przez roln.)	kWh	1377	1787	9564	9769	3172	3502	3289,9	13919	14255	4316	4911	—	—
	a) proc. od całkowitego zużycia energii elektrycznej w zagrodzie	%	12,4	13,8	31,1	31,7	24,5	25,2	23,2	—	—	—	—	—	42,6
	b) przeciętnie na 1 silnik	kWh/siln.	62,5	81,3	310,0	197,7	72,0	79,0	68,4	250	235	205	175	—	162,0
	c) przeciętnie na 1 kW mocy zainstalowanej silnika	kWh/kW	13,4	16,0	52,0	49,1	14,0	15,2	13,5	77	73	54,4	56,7	—	50,1
6	Liczba godzin wykorzystania mocy zainstalowanej silnika	godz.	13,4	16,0	52,0	49,1	—	—	—	—	—	54,4	56,7	—	50,1
7	Zużycie energii elektrycznej w mocy (między godz. 22—6)	%	—	23,0	—	—	—	—	16,6	—	—	18,7	20	—	18,4
8	Straty energii elektrycznej w sieci	%	—	7,4	—	10,4	—	10,2	11,1	—	7,9	—	—	—	—
9	Zużycie energii elektrycznej na potrzeby gospodarstwa domowego	%	87,6	86,2	69	68,2	89,6	89,8	89,9	60,5	58,2	75,4	77,9	53,7	58,1
10	Zużycie energii elektrycznej na cele produkcyjne	%	12,4	13,8	31	31,8	10,4	10,2	10,1	39,5	41,8	24,6	22,1	46,3	41,9

cyjne w poszczególnych zagrodach, z powodu na ogół niskiego stopnia elektryfikacji prac produkcyjnych, jest dość niskie i wahało się w 1963 r. od 10,2% we wsi Młynki do 42,8% we wsi Ziemnice Wielkie. Jak z powyższego wynika większość energii elektrycznej zużywana jest na potrzeby gospodarstwa domowego.

#### 2.4.1. Ocena zużycia energii i mocy na ogrzewanie elektryczne

Jak już uprzednio wspomniano z przeprowadzonych badań wynika, że zużycie energii elektrycznej i mocy na grzejnictwo elektryczne w ogóle wynosi bardzo znikomy procent, zaś na ogrzewanie elektryczne można praktycznie przyjąć zero procent. Ten stan rzeczy jest wynikiem dwóch czynników:

- 1) braku odpowiednich urządzeń elektrycznych na rynku krajowym,
- 2) zbyt wysokiej ceny energii elektrycznej w porze nocnej.

Obecnie po przeprowadzeniu zmiany taryfy nocnej oraz uruchomieniu produkcji niektórych urządzeń grzejnych, ten stan rzeczy może ulec pewnej zmianie. Przede wszystkim z urządzeń grzejnych produkcyjnych wieś będzie reflektowała na urządzenia grzejne, mogące pracować w dolinie nocnej. Do tego typu urządzeń należą: parniki elektryczne, warniki elektryczne do wody, nagrzewnice powietrza przy sztucznym dosuszaniu zielonek i zboża oraz piece akumulacyjne do ogrzewania mieszkań.

Obecnie w gospodarstwach doświadczalnych NRF przeprowadza się doświadczenia z piecami akumulacyjnymi, które mają duże szanse rozpowszechniania się na wsi. Piec akumulacyjny produkcji NRF dla pomieszczeń o objętości od 45 do 60 m<sup>3</sup> ma moc 4,5 kW dla pomieszczeń o objętości do 45 m<sup>3</sup> są produkowane piece o mocy 3 kW. W Polsce należałoby się zastanowić nad produkcją pieców akumulacyjnych o mocy 3 kW, ponieważ przeciętna izba na wsi nie przekracza 45 m<sup>3</sup>. Na podstawie wyników uzyskanych w gospodarstwach doświadczalnych w NRF można ocenić, że w zelektryfikowanym gospodarstwie średniej wielkości posiadającym dla ogrzewania dwu pomieszczeń dwa piece akumulacyjne (4,5 i 3 kW) zużycie energii elektrycznej przez piece wyniesie około 30% ogólnego zużycia energii. Na tej samej podstawie tzn. badań przeprowadzonych w gospodarstwach doświadczalnych NRF można przyjąć, że zużycie energii elektrycznej na grzanie wody w warnikach waha się w granicach od 15 do 30% ogólnego zużycia, a zużycie energii przez parniki elektryczne stanowi około 14% ogólnego zużycia energii. Jak więc z powyższego wynika, całkowite zużycie energii elektrycznej na grzejnictwo elektryczne w gospodarstwach doświadczalnych w NRF wahało się



od 59% do 74% ogólnego zużycia energii, przy czym prawie cała energia zużyta została w dolinie nocnej.

W Polsce zużycie to wahałoby się w podobnych granicach oscylując raczej przy dolnej granicy tzn. nie przekraczając 60% ogólnego zużycia, przede wszystkim z tego względu, że na wsi z zasady ogrzewana by była tylko jedna izba i jak już uprzednio wspomniano, o objętości nie przekraczającej 45 m<sup>3</sup>, do czego wystarczyłby piec akumulacyjny o mocy 3 kW.

Ze względu na to, że przeciętne zużycie energii elektrycznej przez wieś w Polsce jest około 3-krotnie niższe niż w NRF, procentowy udział zużycia energii elektrycznej na ogrzewanie elektryczne, pomimo niższej mocy zainstalowanej, można przyjąć w przybliżeniu taki sam, jaki używano w NRF.

#### 2.5. Wyniki badań obciążeń transformatora oraz stopień wykorzystania mocy szczytowej

W ciągu całego roku przy stacjach transformatorowych zainstalowane były watomierze rejestrujące pobór mocy czynnej. Z taśm watomierza odczytano średnie 15-minutowe wartości obciążenia szczytowego oraz godziny występowania szczytów. W tabeli 9 (T.9.1., T.9.2., T.9.3. i T.9.4.) zastawiono moce szczytowe występujące w poszczególnych miesiącach, które przedstawiają się następująco:

a) we wsi Buczyna (T.9.1) największe obciążenie szczytowe w 1963 r. wystąpiło w miesiącu maju o godz. 20.30. Szczyt ten spowodowany został przede wszystkim przez oświetlenie i odbiorniki gospodarstwa domowego.

b) we wsi Młynki (T.9.2) największe obciążenie szczytowe w 1964 r. wystąpiło w miesiącu październiku o godzinie 17.50. Należy przypuszczać, że szczyt ten został spowodowany również przede wszystkim oświetleniem i odbiornikami gospodarstwa domowego, a w mniejszym stopniu odbiornikami produkcyjnymi.

c) we wsi Raba Wyżna (T.9.3) największe obciążenie szczytowe w 1963 r. wystąpiło w miesiącu grudniu o godz. 20.30. Spowodowane ono zostało przede wszystkim oświetleniem elektrycznym oraz odbiornikami gospodarstwa domowego.

d) we wsi Ziemnice Wielkie (T.9.4.) największe obciążenie szczytowe w 1964 r. wystąpiło w miesiącu sierpniu o godzinie 21.50. Spowodowane ono zostało przede wszystkim oświetleniem elektrycznym, jak również odbiornikami produkcyjnymi i gospodarstwa domowego. Pomimo tak późnej godziny wystąpienia szczytu, należy przypuszczać, że na skutek nawału prac polowych, odbiorniki produkcyjne pracowały również późnym wieczorem. Brak bowiem wolnego czasu w dzień zmusza rolników

Tabela 9

Stopień wykorzystania mocy szczytowej (współczynniki wypełnienia i jednoczesności)

## T. 9.1. Wieś Byczyna

Miesiąc	A Energia zmierzona kW	$P_s$ obciążenie szczytowe kW	$P_s \times 24$ godz. kWh	Godzina występowania mocy szczytowej	Liczba dni w miesiącu	$P_s \times 24$ x liczba dni w miesiącu kWh	Współczynnik wypełnienia m	Współczynnik jednoczesności $\gamma = P_s/P_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	22 524	73	1752	17.10	31	54 192	0,416	0,110
II	18 222	67	1608	18.25	28	42 344	0,431	0,100
III	17 208	75	1800	20.25	31	55 820	0,308	0,110
IV	12 819	78	1842	20.00	30	56 160	0,231	0,120
V	11 925	84	2016	20.30	31	62 416	0,191	0,130
VI	11 515	77	1848	21.55	30	55 380	0,208	0,120
VII	12 189	69	1656	21.35	31	48 196	0,252	0,100
VIII	12 822	80	1920	20.50	31	59 500	0,215	0,120
IX	11 847	79	1896	20.00	30	56 949	0,208	0,120
X	12 228	74	1776	20.10	31	55 086	0,222	0,110
XI	18 351	77	1848	17.55	30	55 380	0,277	0,110
XII	20 460	77	1848	18.00	31	57 228	0,356	0,110
Rok 1963	179 110	84	2016		365	735 840	0,244	0,130

## T. 9.2. Wieś Młynki

1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	566	40	960	19.00 i 19.20	31	30 440	0,150	0,090
II	3544	40	960	20.50	29	27 820	0,127	0,090
III	2049	36	864	20.50	31	26 820	0,077	0,081
IV	789	30	720	21.45	30	21 580	0,036	0,068
V	514	24	576	21.40	31	17 850	0,029	0,054
VI	2286	30	720	22.20	30	21 580	0,106	0,068
VII	3493	43	1032	22.00 i 22.10	31	32 010	0,109	0,097
VIII	3806	34	816	12.30	31	25 360	0,150	0,077
IX	2843	34	816	19.00	30	24 490	0,157	0,077
X	3787	51	1224	17.50	31	37 944	0,100	0,115
XI	4086	42	1008	19.20	30	30 020	0,136	0,095
XII	5060	45	1008	19.50	31	33 490	0,150	0,101
Rok 1964	36 863	51	1224		366	447 984	0,083	0,115

T. 9. 3. Wieś Raba Wyżna

Miesiąc	A Energia zmierzona kWh	$P_s$ obciążenie szczytowe kW	$P_s \times 24$ godz. kWh	Godzina występowania mocy szczytowej	Liczba dni w miesiącu	$P_s \times 24$ x liczba dni w miesiącu kWh	Współczyn- nik wy- pełniania m	Współczyn- nik jedno- czesności $\gamma = P_s / P_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	6426	29	696	20.15	31	21 470	0,299	0,085
II	5478	29	696	19.40	28	19 490	0,280	0,085
III	6030	28	672	20.10 i 20.15	31	20 830	0,289	0,082
IV	5004	28	672	20.40 i 21.00	30	20 160	0,248	0,082
V	5994	29	696	20.40	31	21 470	0,277	0,085
VI	5706	28	672	20.35	30	20 160	0,283	0,082
VII	4242	32	768	21.10	31	23 810	0,178	0,094
VIII	4245	32	768	20.50	31	23 810	0,178	0,094
IX	4860	30	720	21.15	30	21 600	0,225	0,088
X	6378	31	744	20.30	31	23 060	0,277	0,091
XI	7815	32	768	18.25	30	23 040	0,338	0,094
XII	8865	34	816	20.20	31	25 300	0,351	0,100
Rok 1963	71 043	34	816		365	297 840	0,238	0,100

T. 9. 4. Wieś Ziemnice Wielkie

1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	10 550	55	1320	16.00	31	40 920	0,257	0,067
II	8 246	53	1272	18.25	29	36 890	0,222	0,065
III	8 562	63	1512	17.10	31	46 870	0,186	0,077
IV	7 532	48	1152	18.40	30	34 560	0,218	0,060
V	6 690	45	1080	19.30	31	33 480	0,200	0,055
VI	6 234	43	1032	19.50	30	30 960	0,200	0,053
VII	8 092	65	1560	20.50	31	48 360	0,167	0,080
VIII	8 330	70	1680	21.50	31	52 080	0,160	0,086
IX	9 142	67	1608	20.30	30	48 240	0,189	0,082
X	9 140	70	1680	19.00	31	52 080	0,175	0,086
XI	9 222	50	1200	16.05	30	36 000	0,256	0,061
XII	9 174	48	1152	15.55	31	35 710	0,256	0,060
Rok 1964	100 904	70	1680		366	614 880	0,164	0,086

w miesiącach letnich do uruchamiania odbiorników produkcyjnych również późnym wieczorem.

Analizując tabelę 9, ogólnie można przyjąć, że obecnie maksymalne obciążenie szczytowe występuje wieczorem tzn. jest spowodowane przede wszystkim oświetleniem i odbiornikami gospodarstwa domowego. Z po-

miarów przeprowadzonych przez cały rok w czterech wsiach wynika, że w żadnym miesiącu szczyt obciążeniowy dzienny spowodowany odbiornikami produkcyjnymi nie przekroczył szczytu obciążeniowego wieczornego. W tabeli 9 zestawione zostały również współczynniki jednoczesności „ $\gamma$ ” oraz wypełnienia „ $m$ ”.

Współczynniki jednoczesności  $\gamma$  wyliczono ze wzoru:

$$\gamma = \frac{P_s}{P_i}$$

gdzie

$P_s$  — obciążenie szczytowe dobowe w kW

$P_i$  — moc zainstalowana wszystkich odbiorników elektrycznych na wsi w kW.

Dla dnia o największym obciążeniu szczytowym współczynnik jednoczesności wynosi:

— wieś Byczyna	$\gamma = 0,130$
— wieś Młynki	$\gamma = 0,115$
— wieś Raba Wyżna	$\gamma = 0,100$
— wieś Ziemnice Wielkie	$\gamma = 0,086$

Jak więc widzimy współczynnik jednoczesności dla stacji transformatorowej w badanych wsiach jest dość niski i waha się od 0,086 do 0,13. Wydaje się, że nie popełni się większego błędu, jeśli przyjmie się, że we wszystkich dotychczas zelektryfikowanych wsiach w Polsce współczynniki jednoczesności będą zawierały się w powyższych granicach.

Współczynnik wypełnienia „ $m$ ” wyliczono ze wzoru

$$m = \frac{A}{A_s} = \frac{A_s}{P_s \times 24 \times \text{liczba dni}} \frac{\text{(Energia czynna pomierzona)}}{\text{(Energia czynna obliczona)}}$$

Najniższe współczynniki wypełnienia występowały przeważnie w miesiącach, w których szczyt obciążenia mocą czynną był największy. Niskie współczynniki wypełnienia świadczą o niekorzystnym rozłożeniu obciążenia dobowego w poszczególnych miesiącach.

W tabeli 10 (T.10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5 i 10.6) zestawione zostały godziny wykorzystania mocy transformatora w ciągu roku. Jak widać z w. w. tabeli, wykorzystanie mocy transformatora jest bardzo niskie. Ma to również potwierdzenie w liczbie godzin wykorzystania mocy znamionowej transformatora, jak również mocy szczytowej. Wykorzystanie to przedstawia się następująco:

we wsi Byczyna

$$T = \frac{A}{P} = \frac{179112}{125 \cdot 0,92} = 1445 \text{ godz.}$$

$$T_s = \frac{A}{P_s} = \frac{179112}{84} = 2107 \text{ godz.}$$

we wsi Młynki

$$T = \frac{A}{P} = \frac{36863}{50 \cdot 0,93} = 792 \text{ godz.}$$

$$T_s = \frac{A}{P_s} = \frac{36863}{51} = 723 \text{ godz.}$$

we wsi Raba Wyżna

$$T = \frac{A}{P} = \frac{71043}{50 \cdot 0,98} = 1480 \text{ godz.}$$

$$T_s = \frac{A}{P_s} = \frac{71043}{34} = 2100 \text{ godz.}$$

we wsi Ziemnice Wielkie

$$T = \frac{A}{P} = \frac{100904}{75 \cdot 0,98} = 1340 \text{ godz.}$$

$$T_s = \frac{A}{P_s} = \frac{100904}{70} = 1441 \text{ godz.}$$

gdzie

$T$  — liczba godzin wykorzystania mocy transformatora w ciągu roku

$T_s$  — liczba godzin wykorzystania mocy szczytowej w ciągu roku

$A$  — całkowita ilość energii elektrycznej czynnej, oddanej w ciągu roku do sieci N. N.

$P$  — moc czynna jaką posiada zainstalowany we wsi transformator przy średnim  $\cos \varphi$

$P_s$  — maksymalna moc szczytowa w ciągu roku odczytana z taśmy watomierza.

Do obliczenia średniego współczynnika mocy posłużono się wynikami pomiarów energii elektrycznej czynnej i biernej

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_b}{A} \frac{(\text{kVArh})}{(\text{kWh})}$$

Wartość średniego współczynnika mocy dla całego roku kształtuje się następująco:

wieś Buczyna  $\cos \varphi = 0,92$

wieś Młynki  $\cos \varphi = 0,93$

wieś Raba Wyżna  $\cos \varphi = 0,98$

wieś Ziemnice Wielkie  $\cos \varphi = 0,98$

Tabela 10

## Liczba godzin trwania obciążenia transformatora

## T. 10. 1. Wieś Byczyna — transformator zasilający wieś o mocy 125 kVA

Moc	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85
kW																	

Liczba godzin trwania obciążenia transform. w 1963 r.

godz. 8760 8603 7626 6589 5264 3980 2780 1998 1512 1185 886 645 409 182 41 7 1

## T. 10. 2. Wieś Łupianka Stara — transformator zasilający wieś o mocy 50 kVA

Moc	0-2,5	2,5-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-17,5	17,5-20	20-22,5	22,5-25
kW										

Liczba godzin trwania obciążenia transform. w 1963 r.

godz. 8760 6234 3083 1902 1020 520 173 66 23 8

## T. 10. 3. Wieś Młynki — transformator zasilający wieś o mocy 50 kVA

Moc	0-2,5	2,5-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-17,5	17,5-20	20-22,5	22,5-25	25-27,5	27,5-30	30-32,5	32,5-35	35-37,5	37,5-40	40-42,5	42,5-45	45-47,5	47,5-50
kW																				

Liczba godzin trwania obciążenia transformatora w 1964 r.

godz. 8784 6795 5012 3437 2601 1877 1583 1197 992 764 648 535 333 113 59 27 16 7 5 3

Liczba godzin trwania obciążenia transformatora w 1963 r.

godz. 6578 6440 5263 4426 2539 1453 1127 860 724 580 518 439 365 256 180 103 85 46 8 5

## T. 10. 4. Wieś Ochla — transformator zasilający wieś o mocy 75 kVA

Moc	kW	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70
-----	----	-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Liczba godzin  
trwania obciążenia transformatora w drugim półroczu

1963 r.                    godz. 4416 3982 2613 1823 1234 973 745 575 415 295 144 66 24 6

## T. 10.5. Wieś Raba Wyżna — transformator zasilający wieś o mocy 50 kVA

Moc	kW	0-2,5	2,5-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-17,5	17,5-20	20-22,5	22,5-25	25-27,5	27,5-30
-----	----	-------	-------	-------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Liczba godzin  
trwania obciążenia transformatora

w 1963 r.                    godz. 8760 7356 5580 3664 2626 1883 1579 1183 974 483 188 27

## T. 9.6. Wieś Ziemnice Wielkie — transformator zasilający wieś o mocy 75 kVA

Moc	kW	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70
-----	----	-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Liczba godzin  
trwania obciążenia transformatora w ciągu

roku 1964                    godz. 8784 7397 5342 3694 2424 1618 974 577 307 121 35 10 2 1

Z powyższych danych wynika, że średni współczynnik mocy dla badanych wsi jest powyżej 0,9, co potwierdza małe wykorzystanie silników elektrycznych.

## 2.5.1. Straty energii elektrycznej

Straty energii elektrycznej w sieci rozdzielczej niskiego napięcia wyliczono na podstawie różnicy energii elektrycznej dostarczonej do sieci N. N. (pomiar przy stacji trafo) a energii zużytej przez wieś (pomiar u odbiorców). Straty energii elektrycznej w transformatorze wyliczono korzystając z danych katalogowych.

Dla różnych wartości obciążenia transformatora obliczono straty cał-

kwowite przyjmując straty jałowe jako stałe, natomiast straty w uzwojeniu jako straty obciążeniowe (z katalogu), pomnożone przez kwadrat stopnia wykorzystania mocy znamionowej transformatora.

$$P = P_{Fe} + P_{Cu} \cdot B^2$$

$$B = \frac{W}{W_t}$$

gdzie

$P_{Fe}$  — straty jałowe transformatora (z katalogu) w kW

$P_{Cu}$  — straty obciążeniowe transformatora (z katalogu) w kW

$W$  — wartości obciążenia transformatora w kVA

$W_t$  — moc znamionowa transformatora w kVA

Straty energii czynnej w transformatorze obliczono z przemnożenia otrzymanej wartości  $P$  przez liczbę godzin trwania obciążenia transformatora.

Całkowite straty energii obliczono sumując straty w transformatorze oraz w sieci rozdzielczej N.N.

W tabeli 11 zestawiono straty energii w poszczególnych wsiach.

Tabela 11

Straty energii elektrycznej w transformatorach i w sieci

Lp.	Nazwa wsi	Roczna energia czynna		Roczne straty energii czynnej			W % od zużytej energii
		mierzona przy stacji transformatorowej w kWh	mierzona u odbiorców w kWh	w sieci w kWh	w transformatorze w kWh	razem w kWh	
1	Byczyna woj. krakowskie	179 112	165 837	13 275	9 535	22 810	12,7
2	Ochla woj. zielonogórskie	127 770	117 509	10 261	7 123	17 384	13,7
3	Młynki woj. lubelskie	36 863	33 159	3 704	5 367	9 071	24,6
4	Łupianka Stara woj. białostockie	37 048	33 186	3 862	3 984	7 846	21,1
5	Ziemnice Wielkie woj. opolskie	100 904	84 573	16 331	6 498	22 829	21,8

## 2.6. Analiza stanu istniejącego

Analizując istniejący stan wyposażenia gospodarstw rolnych w odbiorniki energii elektrycznej widzimy, że przeciętna moc zainstalowana w zagrodzie rolnika waha się od 2,22 kW do 5,5 kW — w tym 1,61 do 4,30 kW stanowią odbiorniki produkcyjne, a 1,22 do 1,84 kW odbiorniki gospo-



darstwa domowego. Natomiast przy projektowaniu sieci wiejskich przyjmuje się niezależnie od standardu wyposażenia 2 kW na zagrodę. Z powyższego wynika, że już obecnie sieci i instalacje nie odpowiadają wymaganiom.

Z każdym rokiem obserwuje się znaczny przyrost liczby odbiorników elektrycznych, szczególnie gospodarstwa domowego. Przyrost mocy odbiorników produkcyjnych zawiera się w granicach od 6% do 17% rocznie, natomiast odbiorników gospodarstwa domowego od 13% do 48%, co jeszcze bardziej pogłębia niezgodność pomiędzy przyjmowanymi obciążeniami w projekcie, a stanem faktycznym.

Pomierzony współczynnik jednoczesności jest nieco niższy od przyjmowanego przy projektowaniu, gdyż zawiera się w granicach od 0,086 do 0,13, a przy projektowaniu przyjmuje się 0,15. Ta niewielka różnica pomiędzy rzeczywistym a przyjmowanym współczynnikiem jednoczesności nie gwarantuje jednak przydatności projektowanych sieci do wzrastających obciążeń.

Reasumując, należy stwierdzić, że instalacje wewnętrzne i sieci rozdzielcze N. N., a częściowo i W. N. istniejące i budowane według założeń 2 kW na zagrodę, już w bliskiej przyszłości będą stanowiły znaczną przeszkodę dalszemu wzrostowi wyposażenia wsi w odbiorniki elektryczne i zaistnieje konieczność ich przebudowy, znacznie przed okresem amortyzacji inwestycji sieciowych.

Z analizy zużycia energii elektrycznej na wsiach wynika, że zwyżka cen za energię znacznie wpłynęła na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Przy znacznym wzroście mocy zainstalowanej w roku 1963 w stosunku do roku 1962 całkowite zużycie energii elektrycznej utrzymało się prawie na tym samym poziomie, co w 1962 r. (przyrost 0,2 do 8%), a niekiedy nawet zmalało.

Przeciętne zużycie energii elektrycznej na jedną zagrodę zawierało się od 261 kWh do 840 kWh.

Z ogólnej ilości energii elektrycznej zużywanej w zagrodzie, tylko 11÷43% zużywane jest na cele produkcyjne, a pozostałe 57÷89% na oświetlenie elektryczne i potrzeby gospodarstwa domowego. Tak niskie zużycie energii na cele produkcyjne wynika z braku odpowiednich odbiorników produkcyjnych oraz z minimalnego wykorzystania istniejących.

Praktycznie jedynymi odbiornikami produkcyjnymi w gospodarstwach indywidualnych na wsi są silniki elektryczne, wykorzystanie których również jest niewielkie.

Liczba godzin wykorzystania mocy zainstalowanej silnika zawiera się od 16 do 60 godzin rocznie, co sprowadza się przeciętnie do 30÷120 godzin jego pracy.

Z analizy wykorzystania mocy transformatorów wynika, że na ogół

transformatory są przeważnie przewymiarowane. W związku z tym liczba godzin użytkowania mocy znamionowej transformatorów waha się od 792 do 1480 godz., a liczba godzin użytkowania mocy szczytowej od 723 do 2100 godz. Należy również zwrócić uwagę na problem strat energii elektrycznej w sieci rozdzielczej N. N. i w transformatorach, które w badanych wsiach zawierają się od 13 do 25 %. Jest to stanowczo zbyt duży procent. Może on zostać obniżony przy większym zużyciu energii elektrycznej oraz bardziej równomiernym rozłożeniu obciążeń w ciągu całej doby.

### 3. USTALENIE OBCIĄŻEŃ PRZEWIDYWANYCH W PRZYSZŁOŚCI

#### 3.1. Ustalenie okresu eksploatacji sieci niskiego napięcia do chwili jej renowacji i sposobu przebudowy

Według opracowania Instytutu Energetyki pt. „Wpływ poszczególnych składników kosztów wiejskich sieci niskiego napięcia na jej optymalne parametry” są dwie strategie inwestowania i eksploataowania sieci rozdzielczych:

- 1) budowa w dostosowaniu do wielkości obciążeń przewidywanych w całym okresie eksploatacji aż do fizycznego zestarzenia się urządzeń,
- 2) etapowanie inwestycji w przewidywaniu przebudowy sieci w miarę narastania obciążeń, przy czym przebudowa ta może polegać na zmianie przekrojów przewodów na większe lub na dobudowaniu punktów zasilających (stacji trafo).

Tak postawione zagadnienie ma znaczenie ekonomiczne i praktyczne. Niewątpliwie trudno jest określić dla poszczególnych wsi tendencje wzrostu obciążeń i to na okres 30—35 lat naprzód. Chodzi tu zarówno o zmianę ogólnej sytuacji w rolnictwie (uspółdzielniczenie), jak również o rozwój wyposażenia gospodarstw w różne odbiorniki elektryczne, zależny od przyrostu mocy towarów elektrotechnicznych, od tempa wzbogacenia się wsi, od stopnia uświadomienia rolników w stosowaniu nowoczesnej techniki.

Jedynie możliwe i właściwe jest w tej sytuacji stworzenie elastycznej sieci, która nie byłaby zbyt nastawiona na zapas, a mogła być w prosty sposób dostosowana do wzrastających wymagań. Temu odpowiada raczej druga koncepcja z podanych wyżej strategii inwestowania.

Z drugiej strony nawet przy dużym prawdopodobieństwie prognozy wzrostu zużycia energii i przyrostu obciążeń w czasie eksploatacji sieci nie jest bezsporne, która z podanych strategii inwestowania powoduje mniejsze koszty eksploatacyjne dla całego okresu korzystania z sieci.

Opierając się na opracowaniu Zakładu Sieci Elektrycznych Instytutu Energetyki pt. „Wpływ poszczególnych składników kosztów wiejskich sieci niskiego napięcia na jej optymalne parametry” z 1965 r. należy stwierdzić, że właśnie etapowanie inwestycji i przewidywanie późniejszej przebudowy sieci niskiego napięcia stanowi strategię najwłaściwszą pod względem ekonomicznym. Wynika to z następujących przeliczeń:

### 3.1.1. Wzory ogólne na średnie łączne koszty eksploatacji sieci niskiego napięcia i stacji transformatorowych

Zdyskontowane do pierwszego roku inwestowania średnie roczne koszty eksploatacji przy strategii dobudowy nowej stacji transformatorowej po upływie  $t$  lat, wyrażają się następującym równaniem:

$$\begin{aligned}
 k_{rD} = & \frac{1}{k_L} m_{st} \cdot M_{st} + m_{st} N_{st} \frac{P_{tx}}{\cos \varphi} + m_{Ln} M_{Ln} L + m_{Ln} \cdot N_{Ln} \frac{100 P_{tx} L k \Delta n_w}{n_n^2 \gamma \Delta n_w k} + \\
 & + a_j \left( b_j + \frac{P_{tx}}{\cos \varphi} \right) T_p \alpha_p 10^{-3} + a_o \left( b_o + \frac{P_{tx}}{\cos \varphi} \right) \tau \alpha_p Y (t_o - t_x) \cdot 10^{-3} + \\
 & + \frac{\Delta n_w \delta \alpha_p \tau P_{tx}}{100 \cos^2 \varphi k_j} \cdot \frac{tx}{tn} \cdot Y_{(t_o-tx)} + \frac{1}{1,07^{tx}} \left[ \frac{1}{k_L} \cdot m_{st} M_{st} + \right. \\
 & + m_{st} N_{st} \frac{P_{tn} - P_{tx}}{\cos \varphi} + a_j \left( b_j + \frac{P_{tn} - P_{tx}}{\cos \varphi} \right) \tau \cdot \alpha_p \cdot Y_{(tx-tn)} \cdot 10^{-3} + \\
 & \left. + \frac{\Delta n_w \delta \alpha_p \tau P_{tn}}{100 \cos^2 \varphi k_j \cdot k_w} \cdot Y_{(tx-tn)} + m_{sn} \cdot l_{sn} \cdot k_{sn} \right] \frac{tn - tx}{tn}
 \end{aligned}$$

a przy strategii wymiany przewodów w sieci niskiego napięcia na inne o większym przekroju po upływie  $t_x$  lat:

$$\begin{aligned}
 k_{rw} = & \frac{1}{k_L} m_{st} \left( M_b + M_{Tr} \frac{tx}{tn} \right) + m_{st} \cdot N_{st} \frac{P_{tx}}{\cos \varphi} \cdot \frac{tx}{tn} + m_{Ln} \cdot M_{Ln} \cdot L + \\
 & + m_{Ln} N_{Ln} \frac{100 P_{tx} L k \Delta n_w}{n_n^2 \gamma \Delta n_w \cdot k_j} \cdot \frac{tx}{tn} + a_j \left( b_j + \frac{P_{tx}}{\cos \varphi} \right) T_p \alpha_p \cdot 10^{-3} \frac{tx}{tn} + \\
 & + a_o \left( b_o + \frac{P_{tx}}{\cos \varphi} \right) \tau \cdot \alpha_p \cdot Y_{(t_o-tx)} \cdot 10^{-3} \frac{tx}{tn} + \frac{\Delta n_w \tau \alpha_p \delta P_{tx}}{100 \cos^2 \varphi k_j} \times \\
 & \times \frac{tx}{tn} \cdot Y_{(t_o-tx)} + \frac{1}{1,07^{tx}} \left[ \frac{1}{k_L} \cdot m_{st} \cdot M_{Tr} + m_{st} \cdot N_{st} \cdot \frac{P_{tn}}{\cos \varphi} + \right. \\
 & + a_j \left( b_j + \frac{P_{tn}}{\cos \varphi} \right) T_p \alpha_p 10^{-3} + a_o \left( b_o + \frac{P_{tn}}{\cos \varphi} \right) \cdot \tau \cdot \alpha_p 10^{-3} \cdot Y_{(tx-tn)} + \\
 & \left. + \frac{\Delta n_w \delta \alpha_p \tau P_{tn} Y_{(tx-tn)}}{100 \cos^2 \varphi k_j} m_{Ln} N_{Ln} \frac{100 \cdot P_{tn} \cdot L \cdot k \Delta n_w}{n_n^2 \gamma \Delta n_w k_j} \right] \frac{tn - tx}{tn} :
 \end{aligned}$$

gdzie

$M_{st}, M_{Ln}$  — składowe stałe kosztu inwestycyjnego jednej stacji trafo i jednego kilometra linii niskiego napięcia, niezależnie od mocy i przekroju przewodów w zł/km

$M_b, M_{Tr}$  — składowe kosztu inwestycyjnego stacji transformatorowych bez transformatora i koszt transformatora w zł/szt.

$N_{st}, N_{Ln}$  — składowe zmienne kosztu inwestycyjnego stacji trafo w zł/kVA oraz linii niskiego napięcia w zł/km mm<sup>2</sup>

$m_{st}, m_{Ln}$  — współczynniki kosztów rocznych dla stacji transformatorowych i linii niskiego napięcia

$t_x$  — rok, w którym nastąpi obciążenie  $P_{tx}$ , na jaki należy projektować układ

$t_n$  — rok końcowy rozpatrywanego okresu, w którym wystąpi obciążenie  $P_t$

$P_o$  — obciążenie w kW w pierwszym roku eksploatacji przypadające na jeden obwód główny

$P_{tx} = P_o \cdot q^{tx}$  — obciążenie w kW w  $t_x$  — tym roku eksploatacji sieci

$P_{tn} = P_o \cdot p^{tn}$  — obciążenie w kW w końcowym  $t_n$  — tym roku eksploatacji sieci

$q$  — względny roczny przyrost obciążenia

$L$  — długość średniego obwodu głównego w km

$k_L$  — ilość obwodów głównych

$\cos \varphi$  — średni współczynnik mocy w szczycie obciążenia

$k\Delta n_w$  — współczynnik ułożenia mocy wzdłuż obwodu głów-

$$\text{nego } k\Delta n_w = \frac{\sum_1^i P_i l_i}{P_k l_k}$$

$k_j$  — współczynnik niejednoczesności występowania szczytu w liniach n. n. w stosunku do szczytu stacji

$\gamma$  — przewodność właściwa materiału przewodowego w

$$\frac{\text{om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$\Delta n_w$  — dopuszczalny spadek napięcia w szczycie obciążenia wywołany przez odbiory rozłożone wzdłuż obwodu głównego

$n_n$  — napięcie znamionowe linii niskiego napięcia

$a_j, b_j$  — współczynniki stałe charakteryzujące straty stanu jałowego transformatora

$a_o, b_o$  — współczynniki stałe charakteryzujące znamionowe straty transformatora

- $T_p$  — czas przyłączenia transformatora do sieci w ciągu roku w godzinach  
 $\tau$  — czas trwania maksymalnych strat obciążeniowych w godz/rok  
 $\alpha_p$  — jednostkowy koszt strat energii na końcu linii średniego napięcia zasilającej wieś w zł/kWh  
 $\delta$  — współczynnik określający stosunek rozkładu kwadratu mocy do rozkładu pierwszej potęgi mocy wzdłuż układu głównego sieci  
 $Y_{(t_0-t_x)}$  — współczynnik uśredniający koszty strat energii za okres  $(t_0-t_x)$   
 $Y_{(t_x-t_n)}$  — współczynnik uśredniający koszty strat energii za okres  $(t_x-t_n)$   
 $k_w$  — współczynnik korygujący straty w linii w okresie  $(t_n-t_x)$  ze względu na dobudowę nowej stacji  
 $1/1,07^{t_x}$  — współczynnik dyskontujący uśrednione koszty występujące w okresie  $(t_n-t_x)$  na rok  $t_0$

### 3.1.2. Analiza skutków ekonomicznych różnych strategii inwestowania

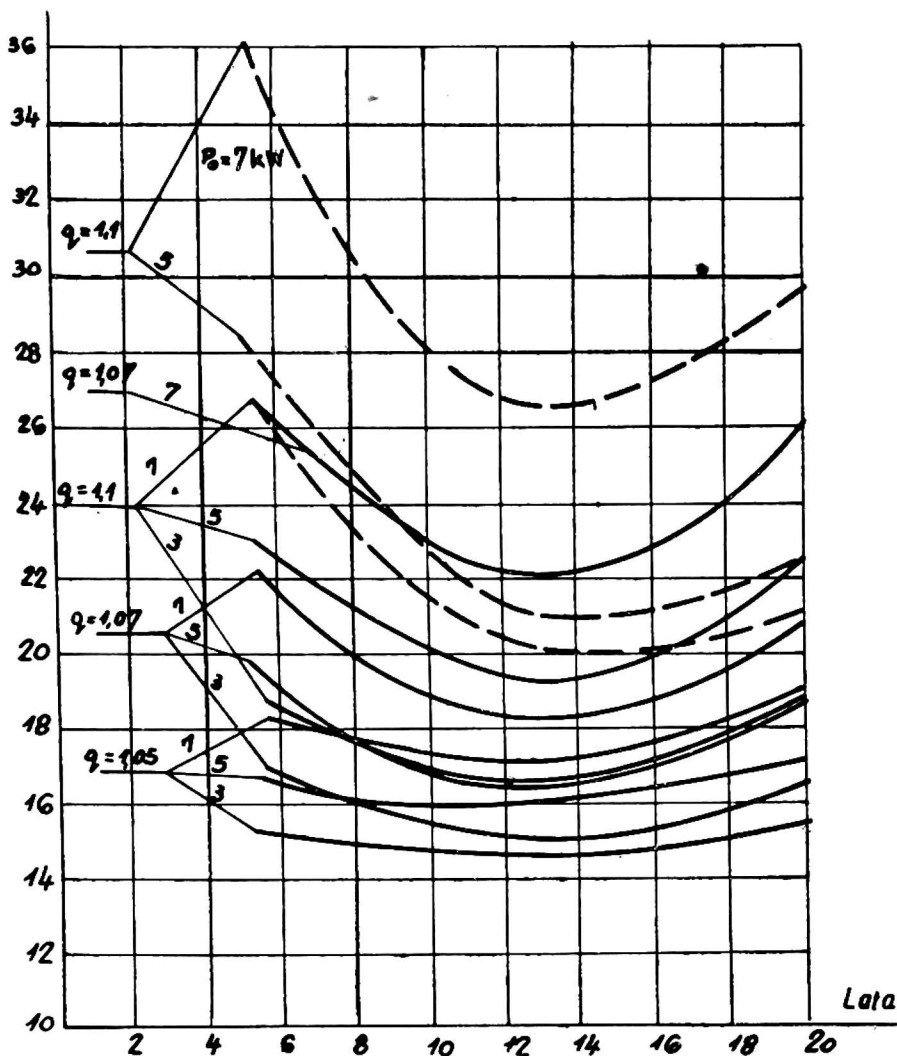
W oparciu o podane wyżej wzory i dane liczbowe poszczególnych wyrażeń wyznaczono wykresy podane na rys. 1 i 2 obrazujące dla strategii wymiany i dobudowy wielkości całkowitych i średnich rocznych kosztów eksploatacji sieci tj. od wielkości  $t_x$ .

Parametrami zmiennymi są wielkości mocy początkowej  $P_0 = 3; 5$  i  $7$  kW i przyrost roczny  $q = 1,05; 1,07$  i  $1,10$ .

Z wykresu na rys. 1 obrazującego strategię wymiany przewodów po czasie  $t_x$  na inne o większych przekrojach i transformatora na inny o większej mocy, ale bez przebudowy stacji trafo wynika, że najniższe średnie koszty eksploatacji uzyskuje się, gdy  $t_x = 13$  lat.

Trzeba przy tym zaznaczyć, że linie ciągłe na wykresie odnoszą się do przypadku, gdy nie zachodzi potrzeba zwiększenia przekrojów przewodów ponad  $70 \text{ mm}^2$ , a linie przerywane uwzględniają ten właśnie przypadek wzrostu kosztów stałych linii.

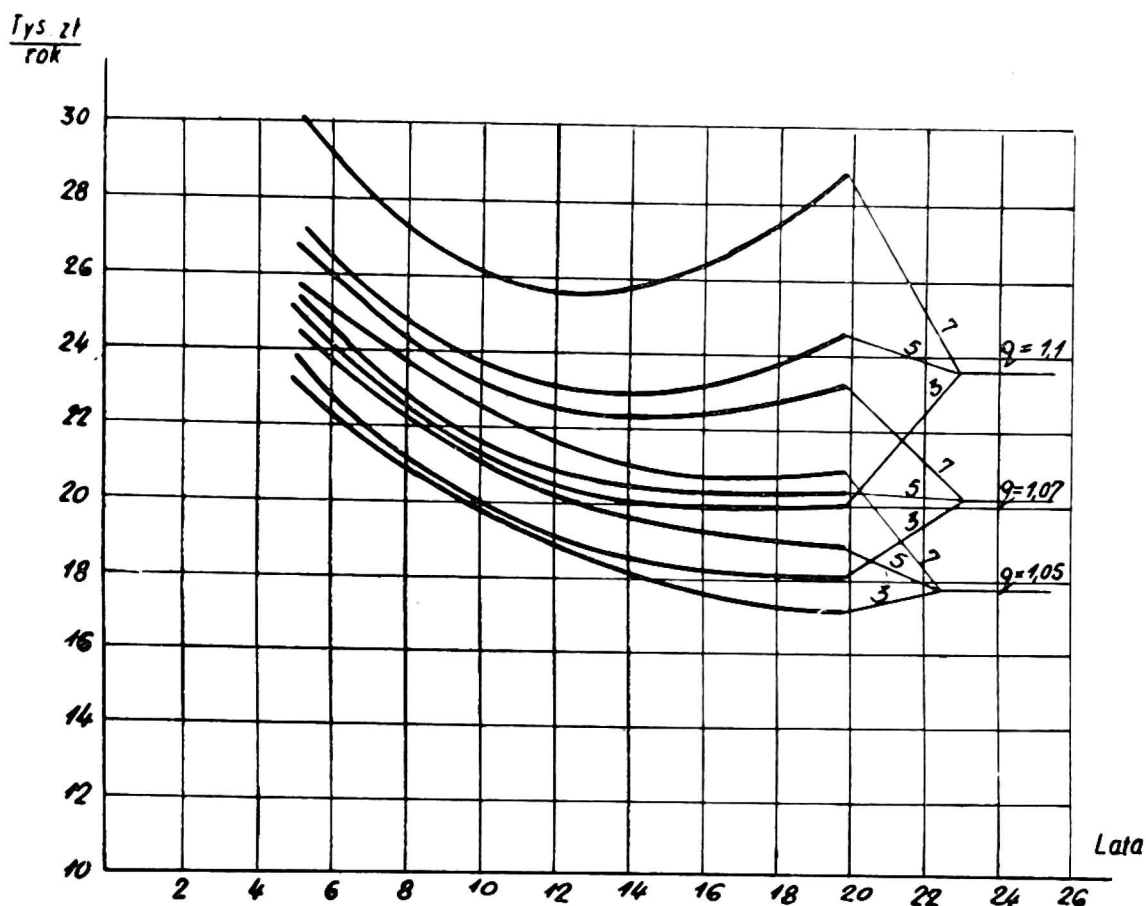
Wykres przedstawiony na rys. 2 odnoszący się do strategii dobudowy nowej stacji trafo po upływie czasu  $t_x$  i budowy odcinka linii średniego napięcia około  $0,6 \text{ km}$  kosztem  $25 \cdot 10^3 \text{ zł}$  wskazuje, że optymalny moment dobudowy stacji zależy od wielkości  $P_0$  i  $q$ . W przypadku  $P_0 = 3 \text{ kW}$  i  $q = 1,05$  dobudowa stacji jest nieopłacalna i układ powinien być od razu budowany na moc końcową  $P_n$ . Dla większych wartości  $P_0$  i  $q$  okres  $t_x$  skraca się i przy  $P_0 = 7 \text{ kW}$  oraz  $q = 1,10$  wynosi około 13 lat. Należy

Rys. 21  
rok

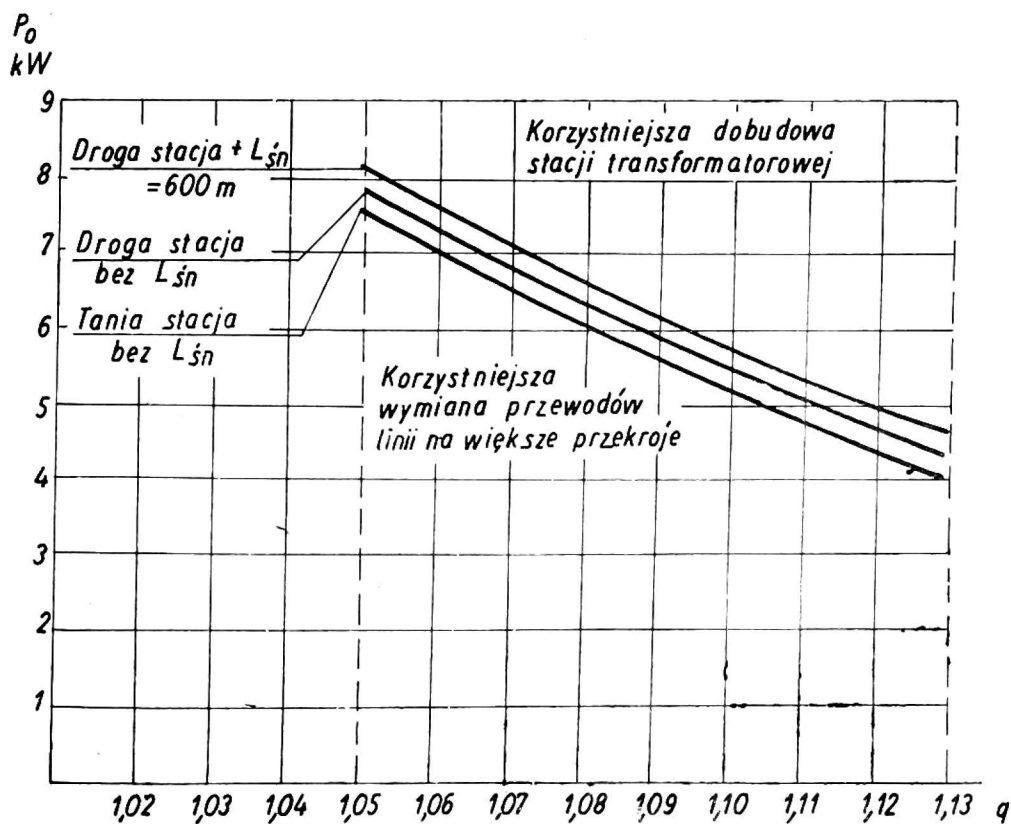
Rys. 1. Średnie roczne koszty eksploatacji przy wymianie przewodów linii na inne o większych przekrojach i transformatora na inny o większej mocy, ale bez zmiany ilości stacji transformatorowych w zależności od roku wymiany: — przy kosztach stałych linii w zakresie przekrojów 25—70 mm<sup>2</sup>, — — — przy kosztach stałych linii w zakresie przekrojów > 70 mm<sup>2</sup>

przy tym zauważyć, że przebiegi krzywych są w końcowym odcinku niemal płaskie, tak że wybór czasu  $t_x$  budowy stacji, jeśli jest on tylko większy niż 13 lat, nie ma większego wpływu na średnie roczne koszty eksploatacyjne. Z analizy obu omówionych wykresów oraz podanych na wstępie rozważań wynika, że zarówno względy ekonomiczne jak i praktyczne przemawiają na rzecz projektowania sieci niskiego napięcia w dostosowaniu do obciążeń przewidywanych po upływie około 13 lat od chwili wykonania pierwotnych inwestycji, po czym w razie pojawiania się większych obciążeń należałoby przewidywać przebudowę lub inaczej nazywając renowację sieci.

Zestawiając wyniki z wykresów na rys. 1 i 2 uzyskano wykres podany



Rys. 2. Średnie roczne koszty eksploatacji przy dobudowie dodatkowej stacji transformatorowej bez wymiany przewodów linii w zależności od roku dobudowy



Rys. 3. Krzywe graniczne wynikające z porównania kosztów przy wyborze strategii wymiany lub dobudowy

na rys. 3 obrazujący, która ze strategii, wymiany czy dobudowy, w danych warunkach  $P_0$  i  $q$  doprowadza do najmniejszych średnich rocznych kosztów eksploatacji. Jak widać, nie jest słuszne przesądzać z góry o słuszności dobudowy dodatkowych stacji transformatorowych. Zależy to od wielkości obciążeń i ich tendencji wzrostowych. W każdym bądź razie decyzje o tym mogą być podjęte dopiero po szczegółowej analizie.

W świetle powyższych rozważań, do ustalania wyposażenia gospodarstw rolnych, należy brać pod uwagę wyposażenie, jakie będzie występowało na wsiach za 13—15 lat, tzn. do 1980 roku.

### 3.2. Analiza wyposażenia indywidualnych gospodarstw chłopskich w odbiorniki elektryczne

#### 3.2.1. Udział indywidualnych gospodarstw chłopskich w produkcji rolniczej

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego gospodarstwa indywidualne w 1963 r. obejmowały:

- 85,7% — użytków rolnych
- 86,1% — bydła
- 87,9% — trzody chlewnej
- 86,2% — owiec
- 94,4% — koni

Udział ich w globalnej produkcji towarowej wynosił:

- w produkcji roślinnej — 79,2%
- w produkcji zwierzęcej — 86,7%

Strukturę obszarową indywidualnych gospodarstw chłopskich charakteryzuje silne zróżnicowanie. Na ogólną ich ilość (według danych GUS) wynoszącą 3.591,9 tysięcy gospodarstw, na poszczególne typy gospodarstw obszarowo przypada:

- 0,1— 0,5 ha — 9,7%
- 0,5— 2,0 ha — 23,1%
- 2— 5,0 ha — 30,4%
- 5—10,0 ha — 26,1%
- 10—20,0 ha — 9,7%
- 20—pow. ha — 1,0%

Z powyższych danych wynika, że 56,5% gospodarstw zawiera się w granicach od 2 ha do 10 ha. Dane dotyczące gospodarstw 0,1—0,5 ha podano tylko orientacyjnie, aby ująć całość zagadnienia. W dalszych rozważaniach nie będzie się uwzględniać tych gospodarstw i będzie się je traktować na równi z działkami.



Jak z w. w. danych wynika, udział indywidualnych gospodarstw chłopskich w gospodarce rolnej krajowej jest ogromny i w sposób zasadniczy rzutuje na produkcję rolną. Właśnie we wzroście produkcji rolnej gospodarstw indywidualnych należy dopatrywać się wzrostu produkcji rolnej ogólnonarodowej. Aby zapewnić wzrost produkcji poszczególnych gospodarstw, należy je wyposażyć w odpowiednie urządzenia zasilane energią elektryczną, ułatwiające i usprawniające pracę w gospodarstwie. Wiąże się to z zapewnieniem dostarczenia gospodarstwu niezbędnej ilości energii elektrycznej. Wielkość tej energii będzie różna dla poszczególnych gospodarstw i zależeć będzie od wielkości i typu produkcyjnego danego gospodarstwa.

### 3.2.2. Klasyfikacja gospodarstw rolnych według typów produkcyjnych

W celu ustalenia właściwego wyposażenia indywidualnych gospodarstw chłopskich w urządzenia elektryczne należy rozpatrywać, jakie istnieją typy gospodarstw oraz w jakie urządzenia można je wyposażyć, uwzględniając ich specjalizację.

Zróznicowanie gospodarstw chłopskich wynika z wielu przyczyn i zależy od następujących czynników:

- warunków przyrodniczych (jakość gleb, struktura użytków rolnych, warunki klimatyczne)
- stan siły roboczej (gospodarstwa dysponujące dużą ilością siły roboczej mogą zorganizować bardziej pracochłonne gałęzie produkcji rolnej)
- stosunki rynkowe (chodzi tu o realizację cen na produkty rynkowe oraz o odległości od rynków zbytu)
- osobiste zainteresowanie producenta
- system świadczeń na rzecz państwa.

Nie bez znaczenia jest również na klasyfikację rejon, na jakim gospodarstwo się znajduje. Ze względu na wielostronność produkcji gospodarstw chłopskich, miernikiem określającym podział jest wartość produkcji rolniczej. Według prof. Rychlika, stosuje się podział na następujące typy produkcyjne, lub inaczej działy produkcyjne:

- a — produkcja roślinna,
- b — produkcja warzywniczo-ogrodnicza,
- c — produkcja zwierzęca.

Dla ustalenia wyposażenia gospodarstw w odpowiednie odbiorniki, konieczne jest wyodrębnienie w poszczególnych działach znamiennych gałęzi produkcji rolniczej. W dziale produkcji roślinnej polowej wyróżniamy następujące gałęzie:

- uprawa roślin zbożowych
- uprawa roślin pastewnych
- uprawa roślin okopowych
- uprawa roślin przemysłowych
- uprawa łąk i pastwisk

W dziale produkcji zwierzęcej rozróżniamy następujące gałęzie:

- hodowla bydła
- hodowla trzody
- hodowla owiec
- hodowla drobiu
- hodowla zwierząt drobnych i futerkowych, pszczół i jedwabników
- hodowla ryb w stawach

### 3.2.3. Ustalenie zestawu odbiorników elektrycznych dla różnych gałęzi produkcji

Jak już poprzednio wspomniano, do ustalenia ilości oraz rodzaju odbiorników elektrycznych przyjmuje się stan docelowy, jaki będzie za okres 13—15 lat tzn. do 1980 roku.

W celu ustalenia jak najwłaściwszego zestawu odbiorników elektrycznych dokonano podziału gospodarstw w poszczególnych gałęziach na następujące wielkości:

- gospodarstwa do 5 ha
- gospodarstwa od 5—10 ha
- gospodarstwa powyżej 10 ha.

#### 3.2.3.1. Odbiorniki elektryczne użytku domowego na jedno gospodarstwo

W zakresie odbiorników gospodarstwa domowego uwzględniono pełne wyposażenie gospodarstwa domowego w sprzęt elektryczny, z tym że dla wszystkich typów gospodarstw, niezależnie od ich wielkości, przyjęto jednakowe wyposażenie:

żarówki	— 0,4 kW
radio	— 0,12 kW
telewizor	— 0,18 kW
żelazko	— 0,40 kW
kuchenka	— 0,60 kW
imbryk	— 0,60 kW
grzałka	— 0,80 kW
piecyk	— 0,60 kW
lódówka	— 0,15 kW
pralka	— 0,25 kW
odkurzacz	— 0,15 kW
prodiż	— 0,50 kW
maszyna do szycia	— 0,12 kW
Razem	4,87 kW

### 3.2.3.2. Odbiorniki elektryczne produkcyjne na jedno gospodarstwo

I Grupa gospodarstw do 5 ha

Odbiorniki użytku domowego na jedno gospodarstwo

Moc zainstalowana wszystkich odbiorników gospodarstwa domowego wynosi -- 4,87 kW, bez względu na wielkość i rodzaj produkcji gospodarstwa.

1. Dział produkcji roślinnej

a) gałąź produkcji zbożowej

Odbiorniki używane do produkcji roślinnej na jedno gospodarstwo

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
Młynek do nawozów	1,7	5—10	0,34—0,17
Młocarnia MS-1	2,5	10—15	0,25—0,17
		Razem	0,59—0,34

Przyjmuję większą moc 0,59 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie  $P_{inst} = 4,87 + 0,59 = \underline{5,46 \text{ kW}}$

b) gałąź produkcji okopowej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej  
(na jedno gospodarstwo)

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW		
Sortownik do ziemniaków	1	10—15	0,1—0,07

Przyjmuję większą moc 0,1 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 0,1 = \underline{4,97 \text{ kW}}$

c) gałąź produkcji pastewnej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej  
(na jedno gospodarstwo)

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW		
Suszarnia	4	5	0,8

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 0,8 = \underline{5,67 \text{ kW}}$

## 2. Dział produkcji ogrodniczo-warzywnej

## Gałąź produkcji warzywnej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej  
(na jedno gospodarstwo)

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW	szt.	kW
Deszczownia	15	5–10	3–1,5
Sterylizator ziemi	4	1	4
Zaprawiarka	1	5–10	0,2–0,1
Sortownik	1	5	0,2
		Razem	7,4–5,8

Przyjmuję większą moc tzn. 7,4 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie  $P_{inst} = 4,87 + 7,4 = 12,27$  kW

## 3. Dział produkcji zwierzęcej

## a) hodowla trzody

Odbiorniki używane do hodowli (na jedno gospodarstwo)

Rodzaj maszyny	Moc odbiorników w kW
Parnik	1,40
Promienniki	0,25
Podłoga grzejna	0,50
Śrutownik	3,00
	Razem 5,15 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 5,15 = 10,02$  kW

## b) hodowla drobiu

Odbiorniki używane do hodowli (na jedno gospodarstwo)

Rodzaj maszyny	Moc odbiorników w kW
Promienniki	0,5
Sztuczne kwoki	1,0
Wentylacja	0,3
	Razem 1,8 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 1,8 = 6,6$  kW

## c) hodowla bydła

Odbiorniki używane do hodowli (na jedno gospodarstwo)

Rodzaj maszyny	Moc odbiorników w kW
Dojarka DTM	0,3
Warnik	1,0
Chłodziarka	2,6
Sieczkarnia	3,0
Siekacz do buraków	
Śrutownik	
	Razem 6,9 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 \times 6,9 = 11,77 \text{ kW}$ 

## II Grupa gospodarstw od 5 do 10 ha

## 1. Dział produkcji roślinnej

## a) Gałąź produkcji zbożowej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW	szt.	kW
Młynek do nawozów	1,0	5	0,20
Młocarnia MS-1	2,5	5-10	0,50-0,25
Sternik SEG-8	1,7	5-10	0,34-0,17
Wiałnia	0,4	5-10	0,08-0,04
		Razem	1,12-0,66 kW

Przyjmuję większą wartość mocy tzn. 1,12 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 1,12 = 5,99 \text{ kW}$ 

## b) Gałąź produkcji okopowej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW	szt.	kW
Sortownik do ziemniaków	1,0	5-6	0,2-0,15

Przyjmuję większą wartość mocy tzn. 0,2 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 0,2 = 5,07 \text{ kW}$ 

## c) Gałąź produkcji pastewnej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW	szt.	kW
Susznarnia do siana	4	2-3	2-1,33

Przyjmuję większą wartość mocy tzn. 2,0 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 2,0 = 6,87 \text{ kW}$

d) Gałąź produkcji przemysłowej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW	szt.	kW
Międlarka	1,7	10–15	0,17–0,11

Przyjmuję większą wartość mocy tzn. 0,17 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie  $P_{inst} = 4,87 + 0,17 = 5,04 \text{ kW}$

2. Dział produkcji ogrodniczo-warzywnej

— Gałąź produkcji warzywnej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW	szt.	kW
Deszczownia	15,0	1–2	15–7,5
Steryliizator do ziemi	4,0	1	4,0
Zaprawiarka	1,0	1	1,0
Sortownik	1,0	1	1,0
		Razem	21–13,5 kW

Przyjmuję większą wartość mocy tzn. 21,0 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $4,87 + 21,0 = 25,87 \text{ kW}$

3. Dział produkcji zwierzęcej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

a) Hodowla bydła

Rodzaj maszyny	Moc odbiorników
Dojarka DM-2	0,6
Warnik	1,0
Chłodziarka	2,6
Wirówka	1,0
Sieczkarnia	
Siekacz do buraków	3,0
Śrutownik	
Mieszalnik MPU	4,0
Razem	12,2 kW

b) hodowla trzody chlewnej

Rodzaj maszyny	Moc odbiornika
Parnik PE-6	1,4
Promienniki	0,5
Podłoga grzejna	0,5
Śrutownik	2,8
Gniotownik	1,0
Razem	6,2 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $4,87 + 12,2 = 17,07$  kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 6,2 = 11,07$  kW

### III. Gospodarstwa powyżej 10 ha

#### 1. Dział produkcji roślinnej

##### a) Gałąź produkcji zbożowej

Odbiorniki używane do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

Rodzaj maszyn	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
Młynek do nawozów	1,0	2-3	0,50-0,33
Młocarnia MS-1	4,0	2-5	2,00-0,80
Stertnik	1,7	2-5	0,85-0,34
Czyszczalnia	4,0	2-5	2,00-0,80
Wialnia WRM	0,4	1-2	0,40-0,20
		Razem	5,75-2,4 kW

Przyjmuje większą wartość mocy tzn. 5,75 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 5,75 = 10,62$  kW

##### b) Gałąź produkcji okopowej

Odbiorniki przeznaczone do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW		kW
Sortownik do ziemniaków	1,0	3-5	0,33-0,2

Przyjmuje większą wartość mocy tzn. 0,33 kW

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 0,33 = 5,20$  kW

##### c) Gałąź produkcji pastewnej

Odbiorniki przeznaczone do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
	kW		kW
Suszarnia	4,0	1	4,0

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 4,0 = 8,87$  kW

## d) Gałąź produkcji przemysłowej

Odbiorniki przeznaczone do produkcji rolnej w jednym gospodarstwie

Rodzaj maszyny	Moc	Ilość gospodarstw na 1 maszynę	Moc na jedno gospodarstwo
Międlarka	1,7	5–10	0,34–0,17

Ogółem moc zainstalowana wyniesie:  $P_{inst} = 4,87 + 0,34 = 5,2 \text{ kW}$

Zestaw maszyn dla produkcji ogrodniczo-warzywnej oraz zwierzęcej będzie taki sam jak dla gospodarstw do 10 ha, przyjmuje się więc, że moc zainstalowana będzie tego samego rzędu jak dla gospodarstw do 10 ha.

W tabeli 12 zestawione zostały przewidywane moce zainstalowane w poszczególnych gospodarstwach w zależności od typu i wielkości gospodarstwa oraz procentowy udział mocy przeznaczonej na produkcję rolną w całkowitej mocy zainstalowanej.

Wielkości te zależą nie tylko od arealu użytków rolnych danego gospodarstwa, lecz także, a nawet w sposób decydujący od specjalizacji danego gospodarstwa. Z tego względu wydaje się słusznym przy elektryfikacji wsi brać pod uwagę nie tylko wielkość gospodarstw w danej wsi, lecz również ich specjalizację, która często jest związana z określonym rejonem kraju.

W każdej wsi będą występowały różne gospodarstwa, zarówno pod względem wielkości jak i rodzaju produkcji.

W związku z tym, że bez względu na rodzaj produkcji oraz wielkość gospodarstwa, przyjęto jednakową moc zainstalowaną odbiorników gospodarstwa domowego wynoszącą 4,8 kW, dla odbiorników produkcyjnych należy do obliczeń przyjąć jakąś moc uśrednioną, która byłaby reprezentatywna dla większości wsi.

Gospodarstwa ogrodniczo-warzywne należy wykluczyć z tych rozważań, ponieważ stanowią one znikomy procent w stosunku do ogólnej liczby gospodarstw rolnych i przy projektowaniu sieci wiejskich należy rozpatrywać je indywidualnie.

Wydaje się słusznym, że jako średnią moc zainstalowaną w jednym gospodarstwie reprezentowaną dla większości wsi należy przyjąć moc 8,87 kW, przy czym moc odbiorników gospodarstwa domowego będzie wynosiła 4,87 kW, a moc odbiorników produkcyjnych 4,0 kW. Przyjęcie przeciętnej mocy w wysokości około 9,0 kW na jedno gospodarstwo wydaje się słusznym również z tego względu, iż w oparciu o przeprowadzone obecnie pomiary, (jak również porównanie z danymi zagranicznymi), stwierdzono, że moc ta waha się obecnie w kraju w granicach od 2,2 do 5,5 kW za granicą, zaś w zależności od kraju zawiera się dla gospodarstw do 10 ha w granicach od 5 do 14 kW, zaś dla gospodarstw do 20 ha w gra-



Tabela 12

Moc zainstalowana odbiorników elektrycznych w zależności od gałęzi produkcji

Lp.	Dział produkcji rolnej	Gałąź produkcji rolnej	Wielkość gospodarstwa	Moc zainstalowana $P_{inst}$	% udział mocy przesn. na prod. rolną
			ha	kW	%
1	roślinna	rośliny zbożowe	do 5	5,46	11,0
			5—10	5,99	18,7
			pow. 10	10,62	54,0
		rośliny pastewne	do 5	6,67	14,0
			5—10	6,87	29,0
			pow. 10	8,87	45,0
		rośliny okopowe	do 5	4,87	2,0
			5—10	5,07	4,0
			pow. 10	5,20	6,5
		rośliny przemysłowe	do 5	—	—
			5—10	5,04	3,4
			pow. 10	5,20	6,5
2	ogrodniczo-warzywna	rośliny warzywne	do 5	12,27	6,0
			5—10	25,87	81,5
			pow. 10	25,87	81,5
3	zwierzęca	hodowla bydła	do 5	11,77	58,5
			5—10	17,07	71,5
			pow. 10	17,07	—
		hodowla trzody	do 5	10,02	50,5
			5—10	11,07	56,0
			pow. 10	11,07	—
		hodowla drobiu	do 5	6,67	27,0
			5—10	—	—
			pow. 10	—	—

nicach od 6 do 20 kW. Średnia więc moc dla gospodarstw do 10 ha zawiera się w granicach około 10 kW na gospodarstwo, zaś do 20 ha w granicach około 13 kW na gospodarstwo. W związku z tym, że przy znacznym ilościowym wzroście odbiorników produkcyjnych ogólna ich moc zainstalowana wzrasta niewiele (6—17%), co spowodowane jest przede wszystkim odpowiedniejszym dopasowaniem silników do maszyn napędzanych oraz tym, że z biegiem czasu gospodarstwa rolne przejdą na bardziej wąską specjalizację i będą wymagały mniejszej ilości różnorodnych ma-

szyn, przeciętna moc produkcyjna nie powinna przekroczyć przyjętych wyżej 4,0 kW.

Należy zaznaczyć, że przy projektowaniu sieci wiejskich projektanci powinni dokładnie zapoznać się z rodzajem produkcji poszczególnych gospodarstw. W obliczeniach należy wziąć pod uwagę dwa szczyty obciążeniowe, a mianowicie:

- a) szczyt wieczorowy, który spowodowany jest przede wszystkim oświetleniem i innymi odbiornikami gospodarstwa domowego,
- b) szczyt dzienny, który spowodowany jest przede wszystkim odbiornikami produkcyjnymi.

Przeprowadzone pomiary wykazały, że obecnie decydującym jest szczyt wieczorowy. Wydaje się, że szczyt ten będzie dominujący nadal, ponieważ przyrost mocy zainstalowanej odbiorników gospodarstwa domowego jest znacznie wyższy ( $13+48\%$ ) od przyrostu mocy zainstalowanej odbiorników produkcyjnych ( $6+17\%$ ). Poza tym, ponieważ w szczycie wieczorowym występuje oświetlenie oraz inne odbiorniki lampowe według opracowania inż. Wójcickiego pt. „Analiza spadków napięć w sieci rozdzielczej 15 kV i NN” dopuszczalny jest tylko 5% spadek napięcia, natomiast dla szczytu dziennego (przede wszystkim silnikowego) dopuszczalny jest 10-proc. spadek napięcia.

W przyszłości znaczną rolę może odgrywać również szczyt nocny, kiedy to będą włączone wszelkiego rodzaju urządzenia grzejne jak: parniki, warniki, a w zimie również piece elektryczne akumulacyjne do ogrzewania mieszkań. To zagadnienie powinno być rozpatrywane jednak w innym aspekcie, ponieważ w nocy napięcie w sieciach WN, a co za tym idzie i w N. N. jest wyższe od znamionowego i można będzie dopuścić większy spadek napięcia.

Z pomiarów wynika, że przy obecnym szczycie wieczorowym współczynnik jednoczesności waha się od 0,086 do 0,13. Poza tym przy znacznej liczbie niewielkiej mocy odbiorników gospodarstwa domowego (około 13 sztuk) współczynnik ten będzie miał raczej tendencję malejącą. Przyjęcie więc do obliczeń współczynnika jednoczesności w wysokości maksymalnej wartości obecnie pomierzonego, będzie prawdopodobnie całkowicie wystarczające. Po uwzględnieniu współczynnika jednoczesności wynoszącego 0,13, moc do obliczeń szczytu wieczorowego wyniesie 0,65 kW na każdą zagrodę.

Dla odbiorników produkcyjnych, których będzie znacznie mniejsza liczba, należy do obliczeń szczytu dziennego, przyjmując współczynnik jednoczesności wyższy, niż dla odbiorników gospodarstwa domowego.

Przyjmując więc współczynnik jednoczesności w wysokości 0,25. Po uwzględnieniu współczynnika jednoczesności, moc do obliczeń szczytu dziennego wyniesie 1,0 kW.

#### 4. OBCIĄŻENIE PRZYJMOWANE PRZY PROJEKTOWANIU SIECI WIEJSKICH ZAGRANICĄ

W Austrii zasady budowy nowych sieci oparto na wynikach zebranych w gospodarstwach doświadczalnych. W małych, wyposażonych w sprzęt elektryczny gospodarstwach, w których moc przyłączonych odbiorników nie przekracza 15 kW największe obciążenie nie przekracza 30 do 50 % mocy zainstalowanej. W średnich (15 do 25 kW mocy zainstalowanej) największe obciążenie nie przekracza 25 do 40 %, zaś w większych (25 do 60 kW mocy zainstalowanej) obciążenie szczytowe zawarte jest między 25, a 30 %. W małych gospodarstwach moc posiadanego silnika elektrycznego średnio wynosi 4 kW. Silniki napędzające maszyny rolnicze o charakterze sezonowym, są na ogół przewoźne, natomiast maszyny pracujące przez cały rok otrzymują zazwyczaj napęd indywidualny od silnika elektrycznego zmontowanego na stałe na maszynie rolniczej.

W rejonach wiejskich zachowana jest taka gęstość stacji, że promień zasilania jednej stacji transformatorowej we wsi wynosi 1 km.

Największy dopuszczalny spadek napięcia wynosi 10 %.

W Czechosłowacji:

- udział w szczycie wieczornym jednego odbiorcy przyjmuje się w wysokości 1 kW,
- stosunek mocy szczytowej do zainstalowanej waha się w granicach 0,3 do 0,5,
- na krańcach linii czteroprzewodowych przyjmuje się obciążenie 15 kW,
- przekroje linii i przyłącza oblicza się na pełne obciążenie,
- poszczególne obwody wychodzące ze stacji transformatorowej nie przekraczają 700 m długości,
- spadek napięcia dla światła przyjmuje się 5 %, dla siły przyjmuje się 8 %.

Nie ogranicza się wielkości ani sposobu użytkowania silników elektrycznych na wsi, wyznacza się jedynie maksymalną możliwość obciążenia linii energetycznych i z chwilą jej przekroczenia wyłączają zabezpieczenia automatyczne, a odbiorcy zostają pozbawieni dostawy energii i z powtórным włączeniem związane są administracyjne trudności.

W Związku Radzieckim wiejskie stacje transformatorowe ustawiane są w centrum zapotrzebowania energii, dopuszczalne wahanie napięcia u odbiorców wiejskich wynosi od +7,5 do —10 %.

Promień zasilania wiejskiej stacji transformatorowej zawiera się w granicach 1 do 1,5 km. Dla zmniejszenia kosztów zasilania obecnie zmniejsza się promień zasilania stacji, a zwiększa ich ilość.

Na potrzeby domów kołchoźników oblicza się moc zainstalowaną na oświetlenie i drobne odbiorniki bytowe 400 W/dom, ponadto na oświetlenie uliczne, domy kultury oraz wodociąg przyjmuje się 105 W/dom.

Moc zainstalowana na cele produkcyjne zależy od charakteru gospodarki i wielkości gospodarstwa; ze względu na gospodarkę kolektywną nie ma trudności ulokowania stacji transformatorowej w centrum zasilania.

W NRF projektowanie sieci wiejskich opiera się na następujących zasadach:

- udział jednego abonenta w szczycie sieci niskiego napięcia — 1 kW,
- średnia moc zainstalowana u jednego abonenta 5 kW,
- spadek napięcia nie powinien przekraczać 5%,
- nie opłaca się na liniach niskiego napięcia dawać wyższych przekrojów przewodów niż 50 mm<sup>2</sup> dla Cu (lub 70 mm<sup>2</sup> dla Al) przy dwu liniach odchodzących od stacji lub 35 mm<sup>2</sup> Cu (50 mm<sup>2</sup> Al) przy czterech liniach; gdyby zachodziła konieczność dania większych przekrojów — przechodzi się na zwiększenie ilości stacji transformatorowych,
- długość linii niskiego napięcia odchodzących od stacji transformatorowych jest zawarte pomiędzy 625, a 1250 m.

W NRF początkowo szeroko było propagowane korzystanie z silników ruchomych, wykorzystywanych do napędu kilku maszyn rolniczych, obecnie zostało to zarzucone, jako nieekonomiczne, a jako zasadę przyjęto stosowanie napędu indywidualnego.

We Francji, gdzie elektryfikacja rolnictwa jest już w zasadzie ukończona przeprowadza się obecnie przede wszystkim jej renowację i modernizację. Dla stworzenia jak najlepszych warunków poboru energii, przy równoczesnym jak najdalej posuniętym potanieniu sieci energetycznych, zwiększa się znacznie ilość stacji transformatorowych, ograniczając do minimum długość sieci niskiego napięcia.

Przeprowadzona w roku 1956 we Francji inwentaryzacja wiejskich sieci energetycznych dała następujące rezultaty: Ogólna ilość abonentów na wsi wynosiła 7.078.000; zasilani oni są przez 203.000 km linii WN, 423.000 km linii NN oraz 137.000 stacji transformatorowych, czyli na jedną stację transformatorową przypada 3,1 km linii niskiego napięcia, 1,5 km linii wysokiego napięcia oraz 52 odbiorców.

W powyższych danych widać wyraźnie, że jeśli ze stacji transformatorowej wychodzą co najmniej 2 linie, średni promień zasilania jednej stacji transformatorowej, pomimo że są to już sieci od wielu lat eksploatowane (około 30% sieci było budowanych przed rokiem 1937) — nie przekracza 1500 metrów.

W Anglii ogranicza się do minimum budowę sieci niskiego napięcia.

Sieć wysokiego napięcia 11 kV jest doprowadzana bardzo blisko do gospodarstwa lub do grupy gospodarstw elektryfikowanych. Dla mniejszych obiektów ostatnie przesło tej sieci jest jednofazowe i zasilanie odbywa się poprzez transformator o minimalnej mocy 4,5 kVA. System jednofazowy zasilania mniejszych gospodarstw w Anglii wynika stąd, że użytki orne stanowią zaledwie 36% gruntów (gospodarstwa powyżej 20 ha stanowią przeszło 90% ogólnej ilości gospodarstw) — omłoty przeprowadzane są przez przedsiębiorstwa, które młocarnię wraz z całym wyposażeniem dowożą ciągnikiem na miejsce.

Przy zasilaniu odbiorców siecią trójfazową niskiego napięcia największy promień zasilania stacji transformatorowej ze względów ekonomicznych nie przekracza 1 km (największy stosowany przekrój przewodów na magistralach wynosi 50 mm<sup>2</sup> Al, zaś na odgałęzieniach 25 mm<sup>2</sup> Al). Przy sieci jednofazowej promień zasilania stacji transformatorowej jest krótszy i nie przekracza 0,6 km (największy stosowany przekrój przewodów — 25 mm<sup>2</sup> Al).

Średnie obciążenie odbiorcy przyjmuje się 0,4 kVA, przy czym przy obliczaniu szczytowego obciążenia sieci i transformatora, dla zapewnienia możliwości rozwoju użytkowania energii przyjmuje się 4-krotną rezerwę.

Zasady racjonalnego zasilania odbiorców wiejskich zostały opracowane w ramach prac Komitetu Energii Elektrycznej Europejskiej Komisji Ekonomicznej przez szwedzkiego specjalistę w tych zagadnieniach inż. T. Stranda na podstawie materiałów dostarczonych z 10 państw (Austrii, Danii, Finlandii, Francji, Holandii, Niemiec, Szwajcarii, Wielkiej Brytanii, Włoch i Szwecji). W wyniku analizy ekonomicznej ustalono, że przy elektryfikacji okręgów rolniczych, stacja transformatorowa powinna być ustawiona nie w centrum geometrycznym zasilanego obiektu, lecz w pobliżu największego odbioru energii. Największy spadek napięcia nie powinien przekraczać 6—7%, przy przekroju przewodów 10 do 16 mm<sup>2</sup> Cu, lub odpowiednim Al. W oparciu o te założenia wskazane jest budować sieci wiejskie promieniowo o zasięgu zasilania nie przekraczającym 500 do 600 m.

Na ogół nie wszyscy odbiorcy wiejscy są skupieni na tej przestrzeni i pojedyncze gospodarstwa pozostają oddalone. W tym przypadku, zależnie od warunków lokalnych można albo zasilać je z oddzielnej stacji transformatorowej (jeżeli ma to uzasadnienie ekonomiczne), albo doprowadzić do nich energię linią niskiego napięcia, przekraczając w pewnych granicach uznany za słuszny zasięg zasilania stacji transformatorowych.

Inż. Strand w oparciu o te założenia przeprowadził obliczenia porównawcze kosztów inwestycyjnych elektryfikacji okręgu rolnego położonego w Szwecji centralną linią trój i jednofazową. Na analizowanej przestrzeni znajdowało się 325 odbiorców energii (74 gospodarstw rolnych, 31 kupców

i rzemieślników oraz 215 gospodarstw domowych). Powierzchnia gospodarstw rolnych wahała się w granicach od 2 do 211 ha, średnio 30 ha.

W obliczeniu przyjęto podane niżej obciążenia:

- a) przy zasilaniu trójfazowym  
gospodarstwa domowe średnio 3 kVA,  
gospodarstwa poniżej 10 ha średnio 5 kVA największa moc silnika 9 kW,  
gospodarstwa 10 do 25 ha średnio 5 kVA największa moc silnika 12 kW,  
gospodarstwa powyżej 25 ha średnio 8 kVA największa moc silnika 15 kW,
- b) przy zasilaniu jednofazowym przyjęto te same obciążenia, co przy zasilaniu trójfazowym, nie uwzględniono jednak możliwości przyłączenia większych silników.

Przy tych założeniach koszty inwestycyjne dla warunków szwedzkich wynoszą:

- dla instalacji trójfazowych 94.135 dolarów,
- dla instalacji jednofazowych 89.060 dolarów,

czyli różnica wynosi zaledwie około 6%, przy bez porównania większych możliwościach przesyłowych sieci trójfazowych.

Podobne przeliczenie przeprowadzone dla warunków irlandzkich wykazało, że zasilanie jednofazowe przy tamtejszym układzie cen jest około 27% tańsze od trójfazowego i tym należy tłumaczyć fakt, że w Wielkiej Brytanii jednofazowa elektryfikacja jest często stosowana w elektryfikacji rolnictwa.

W Polsce do roku 1957 nie uwzględniono możliwości przyłączania w zagrodach chłopskich silników trójfazowych ograniczając je wyłącznie do pracy silnikiem przewoźnym 7 kW, przyłączonym bezpośrednio do sieci napowietrznej maksymalnie w  $\frac{2}{3}$  odległości od stacji transformatorowej. W tym więc czasie promień zasilania stacji transformatorowej wynikał z wykorzystania dopuszczalnego spadku napięcia 8%, przy czym stosowano przekroje do 50 mm<sup>2</sup> Al. Prowadziło to wielokrotnie do obwodów dochodzących do 3 km.

Obecnie, gdy bez ograniczeń uwzględnia się możliwość przyłączania silników 2,8 kW w zagrodach chłopskich (przy czym jeżeli ilość zgłoszeń jest mniejsza niż w 50% ogólnej ilości zagród, to przyjmuje się do obliczenia 50%) oraz przewiduje się pracę silnika przewoźnego o mocy 7 kW na końcu linii zostało wydane zlecenie, by długość obwodu nie przekraczała 1500 m. Przy obliczaniu spadków napięcia na przyłączach przyjmuje się 0,6 kW na zagrodę. Obciążenie linii niskiego napięcia w szczycie oświetleniowym niezależnie od wielkości przyłączonych zagród przyjmuje się licząc 0,3 kW na instalację odbiorczą.

## 5. OBLICZENIA

### 5.1. Założenia obliczeniowe

Przyjęto do rozważań wieś Ulicówkę, wzdłuż której prowadzona jest jedna linia niskiego napięcia z symetrycznie rozmieszczonymi stacjami transformatorowymi z dwoma odcinkami niskiego napięcia.

Założono, że do linii niskiego napięcia podłączeni są odbiorcy w jednakowej odległości o jednakowej charakterystyce obciążeniowej, przy czym są to zagrody chłopskie.

Założono, że wzdłuż całej wsi prowadzone są linie 4-przewodowe o jednolitym przekroju przewodów. Przekroje przewodów zostały ustalone jako największe z obliczonych na dopuszczalny spadek napięcia przy szczycie obciążeniowym wieczornym — od odbiorników bytowych, dziennym — od odbiorników produkcyjnych.

Szczyt wieczorny obliczono z założenia udziału jednego odbiorcy — 0,65 kW. Szczyt dzienny wyliczono przy założeniu udziału jednego odbiorcy w szczycie 1,0 kW.

Dopuszczalne spadki napięcia ustalono jako równe 5% przy szczycie wieczornym i 10% przy szczycie dziennym.

Moc transformatorów stacyjnych dla podobnych warunków jak podano wyżej. Przyjęto, że do mocy transformatora 75 kVA włącznie będą stosowane stacje 1-żerdziowe, a przy większych mocach stacje 2-żerdziowe uproszczone. W przypadku dwu i więcej stacji transformatorowych dla jednej wsi w rachunku uwzględniono potrzebę dobudowania dodatkowego odcinka linii wysokiego napięcia, o długości równej odległości między stacjami.

W rozważaniach uwzględniono, że zarówno linia niskiego napięcia jak i wysokiego napięcia oraz stacje transformatorowe są budowane na słupach prefabrykowanych, a linia wysokiego napięcia jest o napięciu 15 kV. Koszty jednostkowe inwestycyjne linii wysokiego napięcia, stacji transformatorowych i linii niskiego napięcia przyjęto ze średniówek fakturowych Przedsiębiorstwa Elektryfikacji Rolnictwa z tym, że koszt linii niskiego napięcia o przekroju przewodów 70 mm<sup>2</sup> i 95 mm<sup>2</sup> uzyskano na drodze wyliczenia wzrostu kosztów w stosunku do linii o przekroju 50 mm<sup>2</sup>, a koszty stacji jednożerdziowych przez odjęcie od kosztu stacji typu ŻH15-A zmniejszenie kosztu żerdzi żelbetowej i konstrukcji stalowych, średnio o 20% w stosunku do kosztu stacji typu ŻH15-A.

Wprowadzenie do rozważań stacji transformatorowych jednożerdziowych oraz dwużerdziowych daje projektantowi możliwość wyboru typu

stacji w zależności od warunków terenowych. Koszt stacji uzależniono od mocy transformatora.

Koszty eksploatacyjne ustalono jako sumę odsetek od kosztów inwestycyjnych na amortyzację, akumulację, naprawy oraz kosztów strat energii elektrycznej w rozpatrywanych elementach sieciowych. Na podstawie opracowania Instytutu Energetyki pt. „Wpływ poszczególnych składników kosztów wiejskich sieci niskiego napięcia na jej optymalne parametry”, wysokość odsetek od kosztów inwestycyjnych ustalono na poziomie:

$m_{st} = 23,7\%$  dla stacji transformatorowych i  $m_{Ln} = 17,3\%$  dla linii niskiego napięcia oraz  $m_{Lw} = 16,3\%$  dla linii wysokiego napięcia.

Koszty strat obliczono przy założeniu rocznej ilości godzin czasu użytkowania mocy szczytowej  $T_{szcz} = 1500$  h i kosztu energii elektrycznej loco stacja transformatorowa  $K_w = 1,50$  zł/kWh i  $K_w = 2,0$  zł/kWh loco rozdzielcza sieć niskiego napięcia. Straty energii w dodatkowym odcinku linii wysokiego napięcia jako bardzo małe pominięto.

Roczne zużycie energii elektrycznej przypadające na jednego odbiorcę na wsi wynosić będzie dla wyżej założonego czasu  $T_{szcz}$  średnio około 1000 kWh (w perspektywie).

Obliczenia wykonano w zależności od zmiennej długości obwodu  $l_c$  dla 4 wartości odległości między odbiorcami  $a = 20, 30, 50$  i  $70$  m oraz w założeniu dwóch szczytów obciążeniowych, wieczorowego i dziennego.

Udział jednego odbiorcy w szczycie wieczorowym przyjęto 0,65 kW. Udział jednego odbiorcy w szczycie dziennym przyjęto 1,0 kW.

## 5.2. Obliczenie długości obwodu

Ze wzoru na procentowy spadek napięcia w linii czteroprzewodowej:

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot \sqrt{3}}{U} \cdot I_{szcz} (R \cos \varphi + X \sin \varphi) = \frac{100 P_{szcz}}{U^2} (R + X \operatorname{tg} \varphi)$$

gdzie

$$R = \frac{l}{\gamma S}, \quad \gamma = 33 \frac{m}{\Omega \text{ mm}^2},$$

$$X = 1 \cdot X', \quad X' = 0,4 \Omega/\text{km}$$

stąd

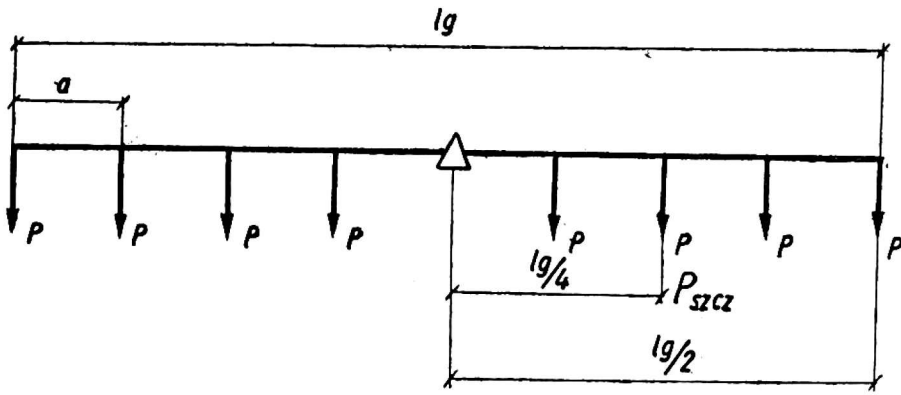
$$\Delta U\% = \frac{100 P_{szcz}}{U^2} \left( \frac{l}{\gamma S} + X \operatorname{tg} \varphi \right)$$

oraz

$$S = \frac{100 P_{szcz} \cdot l}{\gamma U^2 \Delta U\% - 100 P_{szcz} l \gamma X' \operatorname{tg} \varphi};$$



## a) szczyt wieczorowy



$$\cos\varphi = 1$$

$$P_{\text{szcz}} = p \cdot \frac{lg}{2a} \cdot 10^3; \quad l = \frac{lg}{4} \text{ (km)}$$

$$\text{tg}\varphi = 0$$

$$\Delta U \% \text{ dop} = 5\%; \quad P = 0,65 \text{ kW}; \quad U = 0,38 \text{ kV};$$

$$S = \frac{100 P_{\text{szcz}} \cdot l}{\gamma U^2 \Delta U \% - 100 P_{\text{szcz}} \gamma l X' \text{tg}\varphi}$$

$$S = \frac{100 P_{\text{szcz}} \cdot l}{\gamma U^2 \Delta U \%} = \frac{100 p \cdot \frac{lg}{2a} \cdot \frac{lg}{4} \cdot 10^3}{\gamma U^2 \Delta U \%} = \frac{100 p lg^2 \cdot 10^3}{8a \gamma U^2 \Delta U \%},$$

$$\text{stad } lg^2 = \frac{8a \gamma U^2 \Delta U \% \cdot S}{10^5 p}$$

podstawiając wartości liczbowe otrzymamy

$$lg^2 = \frac{a \cdot S \cdot 8 \cdot 33 \cdot 380^2 \cdot 5}{65 \cdot 10^3}$$

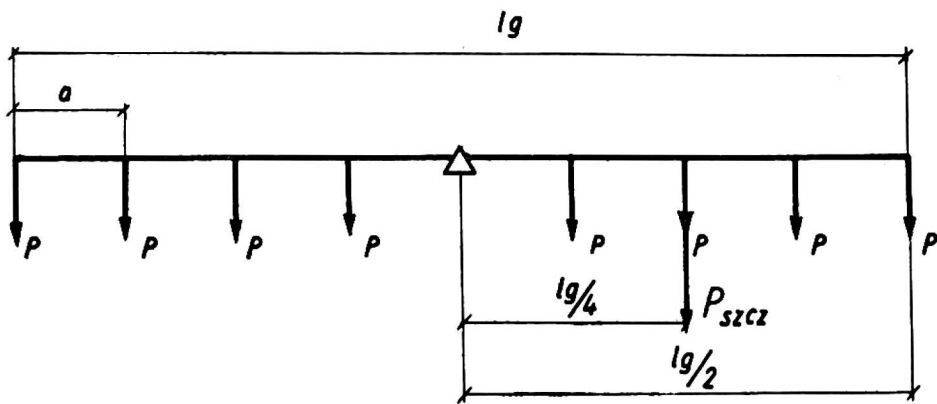
$$lg = \sqrt{2931 \cdot a \cdot S} \text{ (m)}$$

Tabela 13

Długość obwodu n. n. (lg) dla szczytu wieczorowego

a (m)	S (mm <sup>2</sup> )				
	25	35	50	70	95
	km	km	km	km	km
20	1,22	1,43	1,73	2,03	2,36
30	1,50	1,75	2,10	2,48	2,90
50	1,92	2,28	2,70	3,20	3,72
70	2,26	2,68	3,25	3,80	4,42

b) szczyt dzienny



$$\cos \varphi = 0,8$$

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,75$$

$$\Delta U \% \text{ dop} = 10 \%$$

$$P = 1,0 \text{ kW}$$

$$P_{\text{szcz}} = p \cdot \frac{\lg}{2a} \cdot 10^3; \quad l = \frac{\lg}{4};$$

$$U = 0,38 \text{ kV}$$

$$S = \frac{100 P_{\text{szcz}} \cdot l \cdot 10^3}{\gamma \cdot U^2 \cdot \Delta U \% - 100 P_{\text{szcz}} \cdot \gamma l X' \operatorname{tg} \varphi}$$

$$S = \frac{100 \cdot p \cdot \frac{\lg}{2a} \cdot 10^3 \cdot \frac{\lg}{4} \cdot 10^3}{\gamma \cdot U^2 \cdot \Delta U \% - 100 p \cdot \frac{\lg}{2a} \cdot 10^3 \cdot \frac{\lg}{4} \gamma X' \operatorname{tg} \varphi}$$

$$S = \frac{100 \frac{p \cdot \lg^2 \cdot 10^6}{8a}}{\gamma \cdot U^2 \cdot \Delta U \% - \frac{100 p \lg^2 \cdot \gamma 10^3 \cdot X' \operatorname{tg} \varphi}{8a}}$$

$$= \frac{100 p \cdot \lg^2 \cdot 10^6}{8a \cdot \gamma \cdot U^2 \Delta U \% - 100 p \lg^2 \gamma 10^3 X' \operatorname{tg} \varphi}$$

stąd

$$\lg^2 = \frac{8a \cdot S \cdot \gamma U^2 \cdot \Delta U \%}{10^5 p (10^3 + S \cdot \gamma \cdot X' \operatorname{tg} \varphi)}$$

$$\lg^2 = \frac{8a \cdot S \cdot 33 \cdot 380^2 \cdot 10}{10^5 \cdot 1 (10^3 + 33 \cdot 0,4 \cdot 0,75 \cdot S)} = \frac{3810 a \cdot S}{10^3 + 9,9 S};$$

$$\lg = \sqrt{\frac{3810 \cdot a S}{(10^3 + 9,9 S)}}$$

Tabela 14

Długość obwodu niskiego napięcia (lg) dla szczytu dziennego

a (m)	S (mm <sup>2</sup> )				
	25	35	50	70	95
	km	km	km	km	km
20	1,23	1,42	1,60	1,80	1,94
30	1,51	1,72	1,96	2,18	2,40
50	1,95	2,26	2,52	2,81	3,05
70	2,31	2,63	3,00	3,32	3,61

Jak z powyższych tabel wynika, o długości obwodu zasilającego lg będzie decydował szczyt dzienny (odbioru produkcyjne) i dla niego przeprowadzimy dalszy tok obliczeń.

Długość lg jest to całkowita długość linii n. n., nas natomiast interesuje promień, który oznaczamy jako  $l_0$  i który w naszym przypadku równa się

$$l_0 = \frac{lg}{2}$$

W tabeli zestawiono długości obwodu  $l_0$  w km.

Tabela 15

Długość obwodu niskiego napięcia  $l_0$  (w km)

a (m)	S (mm <sup>2</sup> )				
	25	35	50	70	95
	km	km	km	km	km
20	0,61	0,71	0,80	0,90	0,97
30	0,75	0,86	0,98	1,09	1,20
50	0,96	1,13	1,26	1,41	1,53
70	1,13	1,32	1,50	1,66	1,80

### 5.3. Ustalenie jednostkowych kosztów inwestycyjnych

Tabela 16

Koszt 1 km linii napowietrznych W. N. i n. n. na słupach prefabrykowanych

Rodzaj i przekrój przewodu	Linia n. n.	Linia W. N.	Uwagi
	zł/km	zł/km	
Al 25	58 328	—	Strefa klimatyczna I i II
Al 35	64 663	—	" "
Al 50	70 052	—	" "
Al 70	84 158	—	" "
Al 95	104 976	—	" "
AFI 25	—	59 487	15 kV

Tabela 17

Koszt słupowych stacji transformatorowych na słupach prefabrykowanych i straty mocy w uzwojeniach transformatorowych

Moc transformatora	Stacja ZH 15-A	Stacja ZH 15-B	Stacja jedno żerdziowa	Straty jałowe $P_{Fe}$	Straty obciążeniowe $P_{cu}$
kVA	zł	zł	zł	kW	kW
20	34 756.—	38 003.—	29 756.—	0,180	0,650
30	36 291.—	39 538.—	31 291.—	0,240	0,870
50	38 924.—	42 171.—	33 924.—	0,340	1,350
75	41 775.—	45 002.—	36 775.—	0,460	1,850
100	44 462.—	47 709.—	—	0,570	2,300
125	47 798.—	51 045.—	—	0 670	2,750
160	51 746.—	54 993.—	—	0,810	3,300
200	55 201.—	58 448.—	—	0,950	3,900

#### 5.4. Obliczenie rocznych kosztów zmiennych (strat energii) linii niskiego napięcia

$$K_{zm} = \Delta A \cdot K_w \text{ (zł/rok)}$$

gdzie

$$K_w = 2 \text{ zł/kWh}$$

$$\Delta A = \frac{P_{szcz}^2}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \frac{1}{\gamma \cdot S} \cdot T V \varphi \text{ (kWh/rok)}$$

$$T = 8760 \text{ h}; T_{szcz} = 1500 \text{ h}; \cos \varphi_{szcz} = 0,8; \cos \varphi_{sr} = 0,9;$$

według wzoru Soschinsky'ego

$$m\varphi = \frac{I_{sr}}{I_{szcz}} = \frac{P_{sr} \cos \varphi_{szcz}}{P_{szcz} \cos \varphi_{sr}} = \frac{T_{szcz} \cos \varphi_{szcz}}{T \cos \varphi_{sr}} = \frac{T_{szcz}}{8760} \cdot \frac{\cos \varphi_{szcz}}{\cos \varphi_{sr}}$$

$$m\varphi_0 = \frac{I_{min}}{I_{szcz}} = \frac{P_{min}}{P_{szcz}} = \frac{\cos \varphi_{szcz}}{\cos \varphi_{min}}$$

$$V\varphi = m\varphi = \frac{(1 - m\varphi)(m\varphi - m\varphi_0^2)}{1 + m\varphi - 2m\varphi_0}$$

dla linii  $m\varphi_0 = 0$

$$m\varphi = \frac{1500}{8760} \cdot \frac{0,8}{0,9} = 0,152$$

stąd

$$V\varphi = 0,152 \frac{(1 - 0,152) 0,152}{1 + 0,152} = 0,04; \quad V\varphi = 0,04$$

## Szczyt dzienny

$$K_{zm} = \Delta A \cdot K_w \text{ (zł/rok)}$$

$$\Delta A = \frac{P_{szcz}^2}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \frac{1}{\gamma S} \cdot T V_\varphi = \text{const} \cdot P_{szcz}^2 \cdot l_{sr}$$

W przypadku równomiernego rozłożenia odbiorców na długości „ $l$ ” w odstępach „ $a$ ” mających udział w obciążeniu szczytowym, należy obliczyć średnią długość  $l_{sr}$  ze wzoru:

$$l_{sr} = \frac{a^2 + 3al + 2l^2}{6l}$$

$$l = l_{sr} = \frac{a^2 + 3a l_0 \cdot 10^3 + 2l_0^2 \cdot 10^6}{6 \cdot l_0 \cdot 10^6}$$

$$P_{szcz} = p \cdot \frac{l_0}{a} = 1 \frac{l_0}{a} \cdot 10^3$$

$$K_{zm} = \frac{1000^2 \cdot 8760 \cdot 0,04 \cdot 2}{0,38^2 \cdot 0,8^2 \cdot 33 \cdot 6 \cdot 10^6} \cdot \frac{l_0 (a^2 + 3a l_0 10^3 + 2l_0^2 \cdot 10^6)}{a^2 \cdot S}$$

$$K_{zm} = \frac{38 l_0 (a^2 + 3a l_0 \cdot 10^3 + 2l_0^2 \cdot 10^6)}{a^2 \cdot S}$$

Tabela 18

Roczne koszty zmienne linii n. n. dla  $l_0$  (w zł)

(m)	$S$ (mm <sup>2</sup> )				
	25	35	50	70	95
	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
20	1850	2010	2020	2040	1880
30	1430	1620	1660	1640	1600
50	1160	1340	1290	1280	1200
70	980	1110	1130	1080	1010

## 5.5. Obliczenie rocznych kosztów stałych linii niskiego napięcia

Według opracowania Instytutu Energetyki pt. „Wpływ poszczególnych składników kosztów wiejskich sieci niskiego napięcia na jej optymalne parametry”, przy założeniu 25-letniego okresu amortyzacji linii i stacji trafo, współczynniki rocznych kosztów „ $m$ ” (odpisy na rozszerzoną

reprodukcję, koszty remontów, koszty osobowe, koszty rzeczowe, koszty administracyjne i koszt ogólnopństwowy) odpowiednio wynoszą:

a) dla linii niskiego napięcia  $m_{Ln} = 17,3\% = 0,173$

c) dla stacji transformatorowej  $m_{st} = 23,7\% = 0,237$

b) dla linii wysokiego napięcia  $m_{Lw} = 16,3\% = 0,163$

Tabela 19

Roczne koszty stałe linii n. n. dla  $l_o$   
 $K_{st} = K_i \cdot m_{Ln} \cdot l_o$  (zł/rok)  $m_{Ln} = 0,173$ ;

a (m)	S (mm <sup>2</sup> )				
	25	35	50	70	95
	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
20	6160	7940	9690	13080	17620
30	7570	9690	11860	15850	21800
50	9690	12640	15260	20500	27800
70	11400	14770	18170	24150	32700

### 5.6. Obliczenie całkowitych rocznych kosztów eksploatacyjnych linii n.n.

$$K_c = K_{st} + K_{zm} \text{ (zł/rok)}$$

Tabela 20

Całkowite roczne koszty eksploatacyjne linii niskiego napięcia dla  $l_o$

a (m)	S (mm <sup>2</sup> )				
	25	35	50	70	95
	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
20	8010	9950	11 710	15 120	19 500
30	9000	11 240	13 520	17 490	23 400
50	10 850	13 980	16 550	21 780	29 000
70	12 380	15 880	19 300	25 230	33 710

### 5.7. Obliczenie rocznych kosztów eksploatacyjnych linii wysokiego napięcia dla $l_o$

Jak już uprzednio wspomniano straty energii w dodatkowym odcinku linii wysokiego napięcia, jako bardzo małe, pomijamy, a więc koszty eksploatacyjne linii w. n. sprowadzają się do rocznych kosztów stałych linii.

$$K_{st} = K_i \cdot m_{Lw} \cdot l_o \text{ (zł/rok)}$$

$$K_{st} = 59487 \cdot 0,163 \cdot l_o$$

Tabela 21

Roczne koszty eksploatacyjne linii wysokiego napięcia dla  $l_0$   
 $S = 25 \text{ mm}^2$

$l_0$ (km)	$a$ (m)			
	20	30	50	70
	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
0,61	5 895,—	—	—	—
0,71	6 860,—	—	—	—
0,75	—	7 240,—	—	—
0,80	7 730,—	—	—	—
0,86	—	8 300,—	—	—
0,90	8 190,—	—	—	—
0,98	—	9 450,—	—	—
1,09	—	10 530,—	—	—
1,13	—	—	10 910,—	10 910,—
1,20	—	11 590,—	—	—
1,26	—	—	12 270,—	—
1,31	—	—	—	12 750,—
1,41	—	—	13 610,—	—
1,50	—	—	—	14 500,—
1,53	—	—	14 770,—	—
1,66	—	—	—	16 030,—
1,80	—	—	—	17 390,—

### 5.8. Obliczenie rocznych kosztów zmiennych (strat energii) transformatorów

$$K_{zm} = \Delta A \cdot K_w \text{ (zł/rok)}$$

gdzie:

$$K_w = 1,5 \text{ zł/kWh}$$

$$\Delta A = P_{cu_{szcz}} \cdot T \cdot V_\varphi + \Delta P_{Fe} \cdot T = \Delta P_{cu_{zn}} \cdot \frac{P_{szcz}}{P_{zn} \cdot \cos \varphi_{szcz}} \cdot T V_\varphi + \Delta P_{Fe} \cdot T$$

$$T = 8760 \text{ h}; \quad m_\varphi = \frac{T_{szcz}}{T} \cdot \frac{\cos \varphi_{szcz}}{\cos \varphi_{sr}} = \frac{1500}{8760} \cdot \frac{0,8}{0,9} = 0,152$$

$$\Delta T_{szcz} = 1500 \text{ h}; \quad m_{\varphi_0} = \frac{P_{min}}{P_{szcz}} \cdot \frac{\cos \varphi_{szcz}}{\cos \varphi_{min}} = \frac{0,15 P_{szcz}}{P_{szcz}} \cdot \frac{0,8}{1,0} = 0,12$$

$$V_\varphi = m_\varphi - \frac{(1 - m_\varphi)(m_\varphi - m_{\varphi_0}^2)}{1 + m_\varphi - 2 m_{\varphi_0}} = 0,152 - \frac{(1 - 0,152)(0,152 - 0,12^2)}{1 + 0,152 - 2 \cdot 0,12} = 0,024$$

$$V_\varphi = 0,024$$

Tabela 22

Roczne koszty zmienne stacji transformatorowej w zależności od mocy transformatora

Moc transformatora kVA	20	30	50	75	100	125	160	200
$K_{zm}$ zł/rok	2570	3430	4900	6680	8210	9620	11 700	13 680

### 5.9. Obliczenie rocznych kosztów stałych stacji transformatorowej

$$K_{st} = K_i \cdot m_{st}; \text{ (zł/rok)}$$

$$m_{st} = 0,237;$$

Tabela 23

Roczne koszty stałe stacji transformatorowej

Moc transformatora kVA	Stacja typ ZH 15-A zł/rok	Stacja typ ZH 15-B zł/rok	Stacja jedno żerdziowa zł/rok
20	8 240,—	9 020,—	7 060,—
30	8 580,—	9 380,—	7 400,—
50	9 220,—	9 880,—	8 050,—
75	9 900,—	10 670,—	8 720,—
100	10 540,—	11 300,—	—
125	11 330,—	12 100,—	—
160	12 250,—	13 030,—	—
200	13 080,—	13 850,—	—

### 5.10. Obliczenie całkowitych rocznych kosztów eksploatacji stacji transformatorowej

$$K_c = K_{st} + K_{zm} \text{ (zł/rok)}$$

Tabela 24

Całkowite roczne koszty eksploatacji stacji transformatorowej

Moc transformatora	Stacja typ ZH 15-A	Stacja typ ZH 15-B	Stacja jedno żerdziowa
20	10 810,—	11 590,—	9 630,—
30	12 010,—	12 810,—	10 830,—
50	14 120,—	14 780,—	12 950,—
75	16 580,—	17 350,—	15 400,—
100	18 750,—	19 510,—	—
125	20 950,—	21 720,—	—
160	23 950,—	24 730,—	—
200	26 760,—	27 530,—	—



5.11. Obliczenie kosztów inwestycyjnych elektryfikacji wsi

Koszty inwestycyjne elektryfikacji wsi

Tabela 25

m	a	s	l <sub>g</sub>	Moc transformatora	Koszty inwestycyjne			Koszty inwestycyjne			Koszty eksploatacyjne			Koszty eksploatacyjne		
					Linii n. n.	Stacji trafo	Linii n. n. i 1 stacji trafo	Linii n. n. i 1 stacji trafo	Linii n. n. 2 stacji trafo i odcinka linii w. n.	Linii n. n.	Stacji trafo	Linii n. n. i 1 stacji trafo	Linii n. n.	Stacji trafo	Linii n. n. i 1 stacji trafo	Linii n. n. 2 stacji trafo i odcinka linii w. n.
		mm <sup>2</sup>	km	kVA	zł	zł	zł	zł	zł	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
20	25	1,22	75	71 200,—	41 775,—	112 975,—	—	16 020,—	16 580,—	32 600,—	—	—	—			
20	35	1,42	75	91 800,—	41 775,—	133 575,—	—	19 900,—	16 580,—	36 480,—	—	—	—			
20	50	1,60	100	112 080,—	44 462,—	156 542,—	—	23 420,—	18 750,—	42 170,—	—	—	—			
20	70	1,80	100	156 500,—	44 462,—	200 962,—	208 400,—	30 240,—	18 750,—	48 990,—	—	—	53 400,—			
20	95	1,94	100	204 000,—	44 462,—	248 462,—	223 100,—	39 000,—	18 750,—	57 750,—	—	—	56 200,—			
30	25	1,50	50	87 500,—	33 924,—	121 424,—	—	18 000,—	12 950,—	30 950,—	—	—	—			
30	35	1,72,—	75	111 100,—	41 775,—	152 875,—	—	22 480,—	16 580,—	39 060,—	—	—	—			
30	50	1,96	75	137 200,—	41 775,—	178 975,—	—	27 040,—	16 580,—	43 620,—	—	—	—			
30	70	2,18	100	188 400,—	44 462,—	232 862,—	237 900,—	34 980,—	18 750,—	53 730,—	—	—	58 300,—			
30	95	2,40	100	252 000,—	44 462,—	296 462,—	255 300,—	46 800,—	18 750,—	65 550,—	—	—	61 500,—			
50	25	1,92	50	112 000,—	33 924,—	145 924,—	—	21 700,—	12 950,—	34 650,—	—	—	—			
50	35	2,26	50	146 100,—	33 924,—	180 024,—	—	27 960,—	12 950,—	40 910,—	—	—	—			
50	50	2,52	50	176 500,—	33 924,—	215 424,—	—	33 100,—	14 120,—	47 220,—	—	—	—			
50	70	2,81	75	235 700,—	41 775,—	277 475,—	280 820,—	43 560,—	16 580,—	60 140,—	—	—	60 500,—			
50	95	3,05	75	320 400,—	41 775,—	362 175,—	305 200,—	58 000,—	16 580,—	74 580,—	—	—	65 600,—			
70	25	2,26	30	131 800,—	31 291,—	163 091,—	—	24 760,—	10 830,—	35 590,—	—	—	—			
70	35	2,63	50	170 000,—	33 924,—	203 924,—	—	31 760,—	12 950,—	44 710,—	—	—	—			
70	50	3,00	50	210 150,—	33 924,—	249 074,—	—	38 600,—	14 120,—	52 720,—	—	—	—			
70	70	3,32	50	279 400,—	33 924,—	318 324,—	321 480,—	50 460,—	14 120,—	64 580,—	—	—	63 800,—			
70	95	3,61	75	379 000,—	41 775,—	420 775,—	348 600,—	67 420,—	16 580,—	84 000,—	—	—	70 700,—			

Jak wynika z powyższej tablicy, przekrój przewodów 70 mm<sup>2</sup> dla linii n. n. jest jak gdyby przekrojem przelomowym, gdyż koszty inwestycyjne i eksploatacyjne dla linii n. n. o przekroju 70 mm<sup>2</sup> i zasilającej stacji trafo, bez względu na odstęp między zagrodami — prawie pokrywają się z kosztami linii n. n. 25 mm<sup>2</sup>, dwóch zasilających stacji trafo oraz odcinka linii w. n. 15 kV, jaki jest wymagany w związku z powiększeniem liczby stacji zasilających.

Należy zaznaczyć, że bez względu na odstęp między zagrodami, przy przejściu na zasilanie wioski z jednej stacji zasilającej na dwie stacje, zawsze wystarczająca (na spadek napięcia i obciążenia) jest linia n. n. o przekroju 25 mm<sup>2</sup>.

## 6. WNIOSKI

Przesyłanie mocy wiejskimi liniami niskiego napięcia powinno odbywać się przy minimalnych rocznych kosztach eksploatacyjnych. Koszty te składają się z:

- a) kosztów stałych (odpisy od nakładów inwestycyjnych)
- b) kosztów zmiennych (koszty strat energii)

Dominującymi kosztami są koszty stałe, które są wprost proporcjonalne do nakładów inwestycyjnych. W związku z tym o wyborze liczby stacji zasilających decydują długości obwodów zasilających, koszty jednostkowe stacji transformatorowych oraz koszt dodatkowej linii w. n., jaka jest wymagana w związku z powiększeniem liczby stacji zasilających. W szczególności decyduje proporcja kosztów stałych stacji (w niewielkim stopniu zależnych od mocy znamionowej transformatora) oraz koszty zmienne linii n. n. zależne od przekroju. Bardzo istotne jest więc uwzględnienie zwiększenia kosztów linii n. n., gdy przekroje przewodów przekraczają  $50 \text{ mm}^2$ .

Ekstrapolowanie kosztów linii o przekrojach w zakresie do  $50 \text{ mm}^2$  na linie o przekrojach przewodów większych od  $50 \text{ mm}^2$  może spowodować znaczne błędy na niekorzyść zagęszczenia stacji.

W niniejszym opracowaniu uwzględniono dodatkowe zwiększenie kosztów linii niskiego napięcia o przekrojach większych od  $50 \text{ mm}^2$  poprzez wyliczenie wzrostu kosztów linii w stosunku do linii o przekroju  $50 \text{ mm}^2$ . Wyliczenie to może nie być ściśle, tym niemniej wydaje się, że koszty te będą jednak w znacznym stopniu zbliżone do kosztów rzeczywistych.

Przez porównanie wyliczonych w. w. kosztów, z kosztami linii n. n. budowanych w miastach (typowe linie n. n. budowane przez ZER mają przekroje do  $50 \text{ mm}^2$ ) stwierdzono, że współczynniki przeliczeniowe przyjęte zostały w zasadzie poprawnie. Należy jednak zastrzec, że linie miejskie niskiego napięcia mają inną specyfikę i koszty ich będą kształtowały się trochę inaczej.

Opracowanie niniejsze miało na celu ustalenie optymalnej długości linii niskiego napięcia, w zależności od odstępów między odbiorcami, przy której bardziej ekonomiczne jest zasilenie odbiorców linią o wyższym przekroju, z jednej stacji transformatorowej oraz kiedy należy przejść na zasilenie wioski z dwóch stacji transformatorowych.

Należy zaznaczyć, że w opracowaniu przyjęto pewne uproszczenia, a więc:

— jednorzędową zabudowę wsi oraz rozmieszczenie zagród w jednakowych odstępach, minimalną ilość linii, 2 linie niskiego napięcia z jednej

stacji trafo, nie przewidując też żadnych rozgałęzień tych linii, co obniżyłoby koszty strat. Przy obliczeniach rocznych kosztów strat w linii i w transformatorach przyjęto obciążenia przyszłościowe, które wystąpią mniej więcej w połowie okresu amortyzacji linii tzn. za około 12—15 lat. To samo dotyczy zużycia energii elektrycznej, które również przyjęto w okresie docelowym. Uwzględniając szybki rozwój elektryfikacji i mechanizacji rolnictwa, przyjęte wielkości wydają się słuszne. Jak już uprzednio wspomniano, przy ekstrapolacji kosztów linii 50 mm<sup>2</sup> na linie o przekrojach większych od 50 mm<sup>2</sup> popełniono prawdopodobnie błędy na niekorzyść zagęszczenia stacji.

W związku z powyższym należy uznać, że najwyższym przekrojem, jaki powinien być stosowany w wiejskich liniach niskiego napięcia, powinien być przekrój przewodów AL 70 mm<sup>2</sup>. Jeśli z obliczeń wypadnie przekrój linii n. n. powyżej 70 mm<sup>2</sup>, należy wówczas powiększyć liczbę stacji zasilających.

Przekrój ten należy przyjmować bardzo ostrożnie, ponieważ w pewnych przypadkach przy dokładnych przeliczeniach, granicznym opłacalnym ekonomicznie przekrojem dla linii n. n. może okazać się przekrój 50 mm<sup>2</sup>.

Z tabeli 31 wynika, że dla odstępów między zagrodami od 20 do 70 m, zarówno koszty inwestycyjne jak i eksploatacyjne są prawie jednakowe dla linii n. n. 70 mm<sup>2</sup> i jednej stacji zasilającej, jak również dla linii n. n. 25 mm<sup>2</sup>, i dwóch stacji zasilających, przy czym minimalnie niższe koszty wypadają dla linii n. n. o przekroju 70 mm<sup>2</sup> i jednej stacji zasilającej. Ta różnica kosztów może wynikać z błędu popełnionego przy ekstrapolowaniu kosztów linii o przekroju 50 mm<sup>2</sup> na linie o większych przekrojach.

Przyjęcie jako maksymalnego przekroju dla wiejskich linii n. n. przekroju 70 mm<sup>2</sup> potwierdziłby fakt, że jak wynika z literatury (punkt 4.2) największym przekrojem dla wiejskich linii niskiego napięcia przyjmowanym przy elektryfikacji wsi w krajach europejskich jest właśnie przekrój przewodów AL 70 mm<sup>2</sup>. Długość promieni linii zasilających n. n. dla przekroju przewodów AL 70 mm<sup>2</sup> powinna zawierać się odpowiednio, w zależności od odstępów między odbiorcami, od 0,9 do 1,7 km, a dla linii o przekroju przewodów AL 25 mm<sup>2</sup> od 0,6 do 1,0 km.

Należy stwierdzić, że w zelektryfikowanych krajach europejskich długość ta zawiera się w granicach do 1,5 km.

W Polsce uprzednio długość promienia linii zasilającej n. n. dla przekroju przewodów 50 mm<sup>2</sup> dochodziła do 3 km.

Obecnie przyjęto, że długość ta nie może przekraczać 1,5 km, co pokrywa się z obliczeniami dokonanymi w niniejszej pracy, dla przekroju linii n. n. 50 mm<sup>2</sup> i odstępów między zagrodami  $a = 70$  m. Przy mniejszych odstępach między zagrodami długość ta jest znacznie mniejsza.

Poza tym należy zwrócić uwagę na fakt, że w chwili obecnej zużycie energii elektrycznej na wsi jest zbyt niskie w porównaniu z innymi krajami. Celem zapewnienia wzrostu zużycia energii elektrycznej konieczne jest dostarczenie rolnictwu elektrycznych urządzeń grzejnych, jak wariantów, parników itp. oraz pieców akumulacyjnych do ogrzewania mieszkań, które to urządzenia mogą być wykorzystywane w okresie doliny nocnej. Obecnie bowiem, z powodu braku odpowiednich odbiorników, zużycie energii elektrycznej w czasie doliny nocnej 22.00—6.00 nie przekracza 15% ogólnego zużycia energii elektrycznej. Energia ta używana jest przede wszystkim na oświetlenie elektryczne.

Reasumując powyższe należy wysunąć następujące wnioski:

1. Zarówno rachunek ekonomiczny jak i względy praktyczne wskazują na celowość budowy sieci niskiego napięcia w dostosowaniu do obciążeń przewidywanych tylko na okres kilkunastu lat. Przebudowa sieci po tym okresie w dostosowaniu do narastających obciążeń jest ekonomicznie w pełni uzasadniona.

2. Wykorzystywane obecnie przy projektowaniu sieci niskiego napięcia wskaźniki obciążeniowe powinny ulec rewizji pod względem:

a) zaktualizowania przewidywanego wyposażenia gospodarstw chłopskich w odbiorniki elektryczne.

b) zweryfikowania wskaźników obciążeniowych w uzależnieniu od wielkości gospodarstw oraz od ich specjalizacji.

3. Rozszerzyć produkcję elektrycznych odbiorników grzejnych produkcyjnych oraz pieców akumulacyjnych do ogrzewania mieszkań.

4. Przeprowadzić analizę cen za energię elektryczną sprzedawaną rolnikom (przede wszystkim w okresie doliny nocnej).

### S t r e s z c z e n i e

Opracowanie niniejsze sprowadza się do ustalenia uzasadnionego gospodarczo optymalnego zasięgu wiejskich linii niskiego napięcia w zależności od rozmieszczenia gospodarstw rolnych. W pracy omówione zostały następujące ważniejsze zagadnienia:

a) istniejące zużycie energii i mocy przez urządzenia elektryczne zainstalowane w gospodarstwach rolnych na wsi, w oparciu o pomiary przeprowadzone przez Instytut Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa,

b) wyposażenie indywidualnych gospodarstw chłopskich w odbiorniki energii elektrycznej w przyszłości, w zależności od gałęzi produkcji rolnej,

c) obciążenia przyjmowane przy projektowaniu sieci wiejskich za granicą,

d) obliczenia, w których określono koszty inwestycyjne i eksploatacyjne elektryfikacji wsi. Obliczenia wykonane zostały w zależności od zmiennej odległości między odbiorcami, dla dwóch szczytów obciążeniowych (wieczornego i dziennego),

c) wnioski, zawierające postulaty odnośnie sposobu przeprowadzania elektryfikacji wsi.

#### LITERATURA

1. K o p e c k i K. — Ogólne założenia i metodyka rachunku gospodarczego w pracach planowo-projektowych w elektroenergetyce — wyd. Komitetu Elektryfikacji Polski PAN, 1960 r.
2. K l a r n e r T. — Metody ustalenia wartości strat energii elektrycznej w rachunku gospodarczym w elektroenergetyce — wyd. Komitetu Elektryfikacji Polski PAN, 1962 r.
3. Zagadnienie Ekonomiki Mechanizacji Rolnictwa Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Zeszyt 44 — wyd. Komitetu Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa PAN, 1964 r.
4. Analiza optymalnego zasięgu wiejskich stacji transformatorowych 3-fazowych z uwzględnieniem pełnych kosztów eksploatacyjnych B. S i P. T. Elektryfikacji Rolnictwa — W ó j c i c k i T., B o j k o T.
5. Wpływ poszczególnych składników kosztów wiejskich sieci niskiego napięcia na jej optymalne parametry — S o b i e s z c z a ń s k i S., M i c h n i e w i c z J., S k o n i e c z n y J. Instytut Energetyki Katowic, 1964 r., nr inw. 4194.
6. W ó j c i c k i T. — Analiza spadków napięcia w sieci rozdzielczej 15 kV i n. n.
7. PAN—KER Materiały i studia, tom VIII, zeszyt 3 — Ilościowy rozwój sieci elektroenergetycznej w Polsce w latach 1961—1975, PWN — 1962 r.
8. Instrukcja przyjmowania obciążeń przy projektowaniu elektryfikacji wsi — część I B. S. i P. T. Elektryfikacji Rolnictwa.
9. M o r z y c k a A., B o j a ń c z y k J. — Opracowanie systemu maszyn i odbiorników elektrycznych dla przodujących gospodarstw rolnych w zależności od ich areałów i kierunku produkcji.
10. T y m i ń s k i J. — Podstawowe kierunki rozwoju użytkowania energii elektrycznej w rolnictwie w perspektywie do 1980 r. (projekt).

M. Zaremba

#### ECONOMIC DETERMINATION OF PROFITABLE RANGE FOR RURAL POWER GRID OF LOW-VOLTAGE

#### S u m m a r y

Author determines in this work the optimal range of rural power grid of low-voltage according to dislocation of farms. The following important problems are discussed:

- a) electric energy and power consumption of machines installed in the farms,
- b) the future equipment of individual farms in the electric energy receivers according to agricultural production branches,
- c) foreign design load of rural power grid,
- d) capital and operating costs of rural electrification; this calculation are done for two loading peak (daily and evening) according to variable distance among the consignees of electric energy,
- e) postulates with regard to the ways for rural electrification.

М. З а р е м б а

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНОГО ПРОТЯЖЕНИЯ ДЕРЕВЕНСКОЙ СЕТИ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

### Р е з ю м е

Настоящая разработка сводится к установлению хозяйственно-оправданного оптимального протяжения деревенских линий низкого напряжения в зависимости от размещения сельских хозяйств.

В разработке оговорены следующие важнейшие вопросы:

а. существующие потребление энергии и мощности электроустановками, смонтированными в сельских хозяйствах, опираясь на измерениях произведенных Институтом механизации и электрификации сельского хозяйства;

б. оснащение единоличных сельских хозяйств приемниками электроэнергии в будущем, в зависимости от отрасли сельского производства;

в. нагрузки принимаемые при проектировании деревенских сетей за рубежом;

г. расчёты, в которых определены затраты инвестиционные и эксплуатационные электрификации сельского хозяйства; расчёты произведены в зависимости от изменения расстояния между потребителями, для двух типов нагрузки (вечерного и дневного);

д. заключения, содержащие предложения относительно способа произведения электрификации сельского хозяйства.