ZESZYTY
NAUKOWE
POLITECHNIKI
ŚLĄSKIEJ

BUDOWNICTWO

Z. 54
GLIWICE
1982

POLITECHNIKA ŚLĄSKA

ZESZYTY NAUKOWE
Nr 706

CZESŁAW LEWINOWSKI, MIECZYSŁAW LEŚKO

WYBRANE ZAGADNIENIA TECHNICZNO-EKONOMICZNE LOKALIZACJI WYTWÓRNI MAS MINERALNO-BITUMICZNYCH

GLIWICE 1982

OPINIODAWCA

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Hop

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Jan Bandrowski (redaktor naczelny), *Zdzisław Trojan* (redaktor działu), *Wojciech Mikołajków* (sekretarz redakcji)

OPRACOWANIE REDAKCYJNE

Wojciech Mikołajków

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Śląskiej

PL ISSN 0434-0779

Dział Wydawnictw Politechniki Śląskiej
ul. Kujawska 2, 44-100 Gliwice

Nakł. 260+55 Ark. wyd 3,7 Ark. druk. 4,375 Papier druk. kl. V 70x100, 70 g
Oddano do druku 18.08.81 Podpis. do druku 19.10.81 Druk ukończ. w marcu 1982
Zam. 1045/81 I-24 Cena zł 9,—

Skład, fotokopie, druk i oprawę
wykonano w Zakładzie Graficznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach

SPIS TREŚCI

Str.

1. WSTĘP .....

2. WPŁYW CZYNNIKÓW METEOROLOGICZNYCH NA SPADEK TEMPERATURY MASY MINERALNO-ASFALTOWEJ .....

2.1. Dane ogólne .....

2.2. Podział kraju na strefy klimatyczne oraz ich charakterystyka .....

2.3. Statystyczne opracowanie danych meteorologicznych dla potrzeb budownictwa drogowego .....

3. EKONOMICZNE UZASADNIENIE WIELKOŚCI PRODUKCJI WYTWÓRNI MAS MINERALNO-ASFALTOWYCH .....

3.1. Klasyfikacja wytwórni mas mineralno-asfaltowych .....

3.2. Określenie wielkości produkcji masy mineralno-bitumicznej dla danej grupy wytwórni .....

3.3. Określenie ekonomicznie uzasadnionej wielkości produkji mas mineralno-bitumicznych .....

4. OKREŚLENIE EKONOMICZNIE UZASADNIONEGO PROMIENIA ZASIĘGU DANEJ WYTWÓRNI Z UWAGI NA KOSZT TRANSPORTU MASY OD MIEJSCA JEJ PRODUKCJI DO MIEJSCA WBUDOWANIA W JEZDNIĘ .....

4.1. Dane ogólne .....

4.2. Określenie jednostkowego kosztu transportu masy bitumicznej

4.3. Określenie jednostkowego kosztu produkcji masy bitumicznej.

4.4. Określenie całkowitego kosztu 1 tony masy mineralno-bitumicznej .....

4.5. Określenie r_e z uwagi na koszt transportu masy bitumicznej.

5. OKREŚLENIE EKONOMICZNIE UZASADNIONEGO PROMIENIA ZASIĘGU WYTWÓRNI Z UWAGI NA SPADEK TEMPERATURY MASY MINERALNO-BITUMICZNEJ ....

5.1. Dane ogólne .....

5.2. Określenie temperatury masy mineralno-bitumicznej za pomocą regresji wielokrotnej liniowej .....

5.3. Określenie ekonomicznie uzasadnionego promienia zasięgu wytwórni metodą regresji wielokrotnej liniowej .....

6. CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁÓW IZOLACYJNYCH ORAZ METODA DOROBKU IZOLACJI CIEPLNEJ ZABEZPIECZAJĄCEJ MASĘ MINERALNO-ASFALTOWĄ PRZED NADMIERNYM SPADKIEM TEMPERATURY W CZASIE TRANSPORTU Z WYTWÓRNI DO MIEJSC JEJ WBUDOWANIA .....

6.1. Charakterystyka materiałów izolacyjnych .....

Str.

6.2. Metoda doboru izolacji cieplnej dla masy mineralno-asfaltowej transportowanej z wytwórni do miejsc jej wbudowania w jezdnię .....

6.3. Tok postępowania przy określeniu grubości izolacji cieplnej .....

6.4. Przykład obliczenia grubości izolacji cieplnej S_{ic} oraz temperatury masy mineralno-asfaltowej, transportowanej na odległość 45 km z wytwórni do miejsca jej wbudowania w jezdnię samochodem-wywrotką typu Star-28 .....

7. WYBÓR LOKALIZACJI WYTWÓRNI MAS MINERALNO-BITUMICZNYCH .....

8. LITERATURA.....

1. WSTĘP

Rozwój gospodarczy Kraju wiąże się ściśle z budową i poprawą stanu istniejącej sieci drogowej. Program rozbudowy i unowocześnienia istniejącej sieci drogowej w Polsce przyczynia się do:

- skrócenia odległości przewozowych, wzrostu wydajności transportu samochodowego oraz zwiększenia efektów ekonomicznych,
- dalszego rozwoju towarowego transportu samochodowego oraz publicznej komunikacji pasażerskiej i indywidualnej,
- unowocześnienia krajowej infrastruktury transportu,
- ukształtowania sprawnej i nowoczesnej sieci drogowej, stanowiącej fragment europejskiego systemu kominikacyjnego, w szczególności zaś systemu będącego czynnikiem i warunkiem integracji współpracujących ze sobą krajów członkowskich RWPG.

Wskaźnik gęstości sieci drogowej ma wzrosnąć w latach 1980÷1990 od 52 do 70 km/100 km^2. Duży udział w rozbudowie sieci drogowej posiadają i będą posiadać nawierzchnie bitumiczne, głównie z mas mineralno-asfaltowych. Rozbudowa ta wymaga więc właściwego, pod względem organizacyjnym i technologicznym oraz ekonomicznym, rozmieszczenia wytwórni mas mineralno-bitumicznych.

Nowy podział administracyjny Kraju stworzył warunki do dokonania daleko idących zmian w zakresie produkcji mas mineralno-bitumicznych, głównie w kierunku koncentracji i uprzemysłowienia ich produkcji. Uprzemysłowienie produkcji mas mineralno-bitumicznych staje się realne obecnie przede wszystkim dlatego, że jest możliwość zastosowania na dużą skalę średnio oraz wysoko wydajnych zespołów urządzeń, lokalizowanych w takich miejscach, skąd mogą być obsługiwane wszystkie roboty nawierzchniowe w danym obszarze.

Koncentracja wytwarzania mas mineralno-bitumicznych oraz jego uprzemysłowienie zapewni duże korzyści zarówno ekonomiczne, jak i społeczne.

Mała wydajność większości obecnie eksploatowanych otaczarek, w stosunku do aktualnych potrzeb robót nawierzchniowych, a także często rozbieżności między jakością masy i wymaganiami stawianymi przez obowiązujące normy [19] i [20], stwarzają pilną potrzebę unowocześnienia produkcji mas mineralno-bitumicznych w celu osiągnięcia:

1) większej efektywności techniczno-ekonomicznej produkcji i transportu tych mas,
2) wymaganej ich jakości,

3) ekonomicznie uzasadnionego stanu liczbowego czynnych wytwórni oraz ustabilizowanej ich lokalizacji, co wiąże się z koniecznością racjonalnej gospodarki terenami,
4) możliwie małej szkodliwości wytwórni mas dla środowiska naturalnego,
5) zdecydowanego polepszenia warunków pracy osób zatrudnionych przy produkcji mas mineralno-bitumicznych.

Wybór lokalizacji jest związany z optymalizacją wielkości wytwórni mas mineralno-bitumicznych z uwagi na jakość masy wbudowywanej w jezdnię, temperaturę tej masy oraz jej koszt całkowity.

Celem niniejszej pracy jest określenie lokalizacji wytwórni mas mineralno-bitumicznych jako funkcji:
- ekonomicznie uzasadnionej wielkości produkcji mas mineralno-bitumicznych, a tym samym odpowiedniego typu wytwórni,
- ekonomicznie uzasadnionej wartości promienia zasięgu danej wytwórni z uwagi na koszty transportu samochodowego, czyli sumę kosztów stałych i zmiennych produkcji masy bitumicznej w wytwórni danego rodzaju oraz koszt przewozu tej masy z wytwórni do miejsca jej wbudowania w jezdnię,
- ekonomicznie uzasadnionej wartości promienia zasięgu danej wytwórni z uwagi na spadek temperatury masy oraz rodzaj izolacji cieplnej, zabezpieczającej masę mineralno-bitumiczną przed nadmiernym spadkiem temperatury w czasie transportu z wytwórni do miejsca jej wbudowania w jezdnię.

W pracy uwzględnione zostały - oprócz własnych wyników badań [6 ÷ 10], analiz techniczno-ekonomicznych, analiz czysto teoretycznych i pomiarów wykonanych w terenie - również dotychczasowe osiągnięcia teoretyczne, technologiczno-ekonomiczne i organizacyjne w omawianej dziedzinie (zarówno krajowej [2 ÷ 5, 11 ÷ 23], jak i zagraniczne [1]).

Przedstawiona w pracy metodyka, a następnie wybrane i zobiektywizowane kryteria techniczno-ekonomiczne wraz z wyprowadzonymi wzorami, nomogramami, wykresami i zestawieniami, umożliwiają zaprojektowanie najekonomiczniejszej lokalizacji wytwórni mas mineralno-bitumicznych jako funkcji wielu zmiennych.

Wyniki tej pracy mogą być wykorzystane przez przedsiębiorstwa budownictwa drogowego podległe Ministerstwu Komunikacji oraz Ministerstwu Administracji Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska.

2. WPŁYW CZYNNIKÓW METEOROLOGICZNYCH NA SPADEK TEMPERATURY MASY MINERALNO-ASFALTOWEJ

2.1. Dane ogólne

Wybrane czynniki meteorologiczne, które uwzględniono przy określaniu spadku temperatury masy mineralno-asfaltowej, transportowanej z wytwórni do miejsca jej wbudowania w jezdnię, to:

- średnie temperatury powietrza t_o dla godziny 7^{00}, 13^{00} i 19^{00},
- średnie wilgotności powietrza w_p dla godziny 7^{00}, 13^{00} i 19^{00},
- średnie prędkości wiatru v_p dla godziny 7^{00}, 13^{00} i 19^{00}.

Ponadto należy uwzględnić:

- sumę opadów i liczbę dni z opadem,
- liczbę dni z mgłą,
- wysokość nad poziomem morza i odległość od morza oraz dużych zbiorników wodnych,
- szerokość i długość geograficzną oraz ukształtowanie i rzeźbę terenu.

2.2. Podział kraju na strefy klimatyczne oraz ich charakterystyka

Analizując uprzednio wymienione czynniki meteorologiczne na całym obszarze Polski, wyodrębniono 14 stref klimatycznych o wspólnych lub podobnych cechach. Podział obszaru Polski na strefy klimatyczne przedstawiono na rysunku 2.1.

Charakterystyka ogólna poszczególnych stref klimatycznych [14]:

I - DOLINA WISŁY - reprezentantem charakterystycznych cech klimatycznych tej strefy może być miasto Warszawa (tabl. 2.1), mimo że strefa ta jest rozciągnięta na przeważającą część biegu Wisły. Na przykład liczba dni w roku z opadami notowana w Warszawie (155 dni) jest prawie taka sama jak liczba dni z opadami w odległym Sandomierzu (150 dni), czy również w odległym Toruniu (151 dni).

II - RÓWNINY CENTRALNEJ POLSKI - reprezentantem cech klimatycznych tej strefy może być miasto Łódź.

III - DOLINY POJEZIERZA ZACHODNIEJ POLSKI - reprezentantem tej strefy może być miasto Wrocław (tabl. 2.3).

Rys. 2.1. Podział obszaru Polski na strefy klimatyczne. Opracowano na podstawie R. Gumińskiego, E. Romera i J. Osasa

IV - POJEZIERZE POMORSKIE - przykładem charakteryzującym przebieg pogody w tej strefie klimatycznej może być miasto Koszalin (tabl. 2.4). Anomalią klimatyczną jest obszar Pojezierza Kaszubskiego (część Pojezierza Pomorskiego), gdzie występuje większa liczba dni z opadami i opady są intensywniejsze. Najgrubsza i najdłużej utrzymująca się pokrywa śnieżna występuje w okolicach Wieżycy (70 dni), a na pozostałym Pojezierzu tylko 50 dni. Obszar ten, z dużą liczbą (180) dni z opadem, charakteryzuje się zachmurzeniem konwekcyjnym.

V - WYBRZEŻE ZACHODNIO-BAŁTYCKIE - obszar ciągnący się wąskim pasem (11 do 17 km) wzdłuż brzegu Bałtyku. Klimat tej strefy można przedstawić na przykładzie przebiegu pogody w m. Międzyzdroje (tabl. 2.5. Rejo-

nem o najmniejszej liczbie dni z opadem na tym obszarze są okolice Mielna, przy czym prowadzone przez J. Ososa obserwacje w latach 1961÷1970, pozwalają stwierdzić, że opad jest tu mniejszy średnio o 20%. W półroczu letnim prawie nigdy nie ma opadów z zachmurzenia konwekcyjnego, natomiast oddalony o 11 km na południe Koszalin ma takie opady.

VI - WYBRZEŻE WSCHODNIO-BAŁTYCKIE - reprezentantem przebiegu pogody w tej strefie klimatycznej może być m. Gdańsk-Wrzeszcz (tabl. 2.6). Oddzielenie wybrzeża zachodniego Bałtyku od wschodniego spowodowane jest faktem istnienia znacznych różnic termicznych oraz różną liczbą dni z opadem, tak np. w półroczu zimowym 1956 roku absolutna temperatura minimalna notowana w Gdańsku-Wrzeszczu wynosiła $-29^{o}C$, a w tym samym czasie w Międzyzdrojach było tylko $-24^{o}C$, natomiast liczba dni z opadem była średnio o 10 dni większa w Gdańsku niż w Międzyzdrojach.

VII - POJEZIERZE MAZURSKIE - klimat tej strefy można przedstawić na przykładzie m. Olsztyna (tabl. 2.7). Anomalię klimatyczną stanowi rejon Pojezierza Suwalskiego (północno-wschodnia część Pojezierza Mazurskiego), gdzie występuje tzw. "polski biegun zimna".

VIII - NIZINY I WYSOCZYZNY WSCHODNIEJ POLSKI - reprezentantem cech klimatycznych tej strefy może być m. Białystok (tabl. 2.8).

IX - WYŻYNA LUBELSKA I ROZTOCZE - cechy klimatyczne tego klimatu można określić na przykładzie m. Lublina (tabl. 2.9). Roztocze stanowi tu anomalię klimatyczną z racji między innymi większej liczby dni z opadem śniegu.

X - WYŻYNA MAŁOPOLSKA - reprezentantem cech klimatycznych tej strefy może być m. Kielce (tabl. 2.10). Anomalię klimatyczną tej strefy stanowi rejon Gór Świętokrzyskich, w których na przykład pokrywa śnieżna zalega znacznie dłużej (ponad 100 dni, gdy w Kielcach tylko ok. 70 dni).

XI - PODGÓRZE SUDECKIE - przebieg pogody w tej strefie klimatycznej można przedstawić na przykładzie m. Jelenia Góra (tabl. 2.11).

XII - SUDETY - klimat Sudetów można scharakteryzować na podstawie przebiegu pogody w m. Karpacz (tabl. 2.12). Anomalię klimatyczną, występującą w wyższych partiach górskich Sudetów, można prześledzić na Śnieżce, gdzie np. liczba dni pochmurnych wynosi 134, a liczba dni z opadem osiąga 250, gdy w Karpaczu wynosi 217 dni.

XIII - POGÓRZE KARPACKIE - reprezentantem cech klimatycznych tej strefy może być m. Przemyśl (tabl. 2.13). Charakterystyczną cechą tej strefy jest stosunkowo małe zachmurzenie w porównaniu z innymi strefami klimatycznymi (średnio około 120 dni).

Tablica 2.1

I STREFA KLIMATYCZNA - dolina Wisły (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Warszawy, szer. geogr. 52°17'N, dług.geogr. 20°58'E, wys.npm 101 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr max	śr. min.	max obs.	min obs.						
I	-2,5	-0,2	-5,5	+10,8	-27,9	4,9	7,9	22,3	13	5	19
II	-4,0	-1,1	-6,6	+11,6	-26,8	3,5	6,9	31,8	17	6	14
III	-0,3	+2,0	-4,5	+11,3	-11,1	5,9	5,7	17,0	10	3	9
IV	-7,0	+10,0	+2,6	+24,3	-2,7	3,7	8,4	22,6	15	3	19
V	+13,4	+18,4	+8,0	+27,5	+3,1	3,3	6,0	26,3	9	1	10
VI	+17,3	+23,3	+12,9	+31,3	+6,6	3,4	7,1	63,4	13	1	11
VII	+18,8	+22,7	+13,0	+35,7	+6,5	3,1	6,5	95,9	16	1	8
VIII	+17,8	+20,7	+11,8	+33,1	+7,9	3,6	6,7	43,2	10	1	10
IX	+12,9	+18,2	+8,1	+26,2	+1,2	2,8	5,0	49.9	10	3	5
X	+8,2	+12,0	+5,1	+25,3	-8,3	3,6	7,5	49.8	12	6	15
XI	+3,0	+5,6	-2,0	+6,6	-8,4	3,3	7,3	32,8	14	8	14
XII	-0,2	+1,9	-2,4	+10,4	-12,5	3,8	7,6	38,8	18	7	17
Rok	+7,8	+12,0	+3,5	+35,7	-27,9	3,7	6,9	493,8	157	44	151

*Zachmurzenie jest określane wg 10-stopniowej skali: 0-niebo bezchmurne; 10-całkowicie zachmurzone

Tablica 2.2

II STERFA KLIMATYCZNA - równiny centralnej Polski (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Łodzi, szer. geogr. 51°44' N; dług. geogr. 19°24' E, wys. npm 184 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr. max	śr. min.	max obs.	min. obs.						
I	-2,4	+1,0	-3,5	+7,6	-25,4	5,8	7,6	16,3	13	2	16
II	-4,6	-2,1	-7,4	+2,3	-27,1	4,2	7,1	18,0	16	1	13
III	-1,0	+2,5	-4,4	+14,3	-11,6	7,7	5,9	24,8	13	4	11
IV	+5,2	+9.4	+1,9	+24,0	-3,8	4,8	7,9	54,5	17	2	16
V	+12,3	+17,1	+6,9	+27,5	+2,7	4,0	5,9	24,1	9	4	8
VI	+16,4	+21,6	+11,0	+30,8	+5,3	4,1	7,0	52,5	14	1	10
VII	+17,1	+22,4	+12,1	+27,8	+5,4	4,1	6,3	87,3	15	1	7
VIII	+15,0	+19,9	+10,6	+25,3	+7,6	4,5	6,5	51,2	17	•	5
IX	+12,6	+18,5	+7,6	+28,3	+0,9	3,9	4,6	54,3	8	4	7
X	+7,8	+11,9	+4,0	+25,3	-7,4	4,3	6,8	55,9	11	6	12
XI	+0,6	+1,9	-3,4	+6,9	-11,0	4,6	7,0	25,5	11	7	15
XII	-0,4	+1,7	-2,6	+10,0	-11,8	6,4	7,0	37,6	18	5	18
Rok	+6,6	+10,0	+2,0	+30,8	-27,1	4,9	6,7	502,8	162	37	138

Tablica 2.3

III STREFA KLIMATYCZNA - doliny i pojezierza zachodniej Polski (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Wrocławia, szer. geogr. 51°08' N, dług.geogr. 16°51' E, wys.npm 116 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr. max	śr. min.	max abs.	min. obs.						
I	−1,0	+2,0	−2,8	+ 9,2	−20,8	4,8	7,5	18,3	15	1	16
II	−1,2	+1,1	−4,0	+ 3,9	−32,0	2,4	7,3	28,2	18	3	15
III	+1,5	+6,1	−2,2	+18,6	−13,7	5,3	6,2	35,4	10	2	9
IV	+6,0	+11,0	+1,8	+20,3	−4,6	3,2	7,8	66,0	18	4	17
V	+12,8	+18,2	+ 7,1	+28,7	+0,6	3,0	5,5	22,8	6	2	9
VI	+15,6	+20,7	+10,9	+30,2	+6,9	3,5	7,2	180,8	17	3	10
VII	+17,6	+23,1	+12,5	+34,5	+7,2	3,3	5,8	92,1	9	2	6
VIII	+15,6	+20,9	+11,0	+26,3	+6,3	3,0	7,0	67,5	15	3	12
IX	+14,8	+20,2	+ 8,3	+31,0	+0,8	3,2	4,4	41,1	9	5	3
X	+8,5	+13,7	+4,3	+25,7	−6,2	2,8	6,7	63,4	14	8	13
XI	+4,1	+2,9	−1,1	+18,7	−10,3	3,2	7,3	37,3	16	4	17
XII	+0,9	+3,7	−2,1	+11,7	−10,8	3,6	7,1	34,7	16	4	17
Rok	+8,7	+14,4	+4,4	+34,5	−32,0	3,4	6,6	567,6	163	41	144

Tablica 2.4

IV STREFA KLIMATYCZNA - Pojezierze Pomorskie (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Koszalina, szer. geogr. 54°12' N, dług. geogr. 16°10' E, wys. npm 30 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr dobowa	śr max	śr min.	max abs.	min. obs.						
I	−1,3	+1,7	−2,3	+6,3	−22,8	5,7	7,6	80,6	19	3	17
II	−0,8	+1,6	−5,8	+3,8	−26,3	2,6	7,5	88,9	20	3	17
III	+0,7	+4,1	−2,4	+16,6	−8,4	5,4	5,6	95,5	7	2	10
IV	+3,4	+6,2	+0,9	+16,6	−3,9	4,8	8,1	100,0	20	4	19
V	+11,4	+15,8	+6,7	+28,7	+2,1	4,1	5,1	25,5	8	1	6
VI	+14,6	+19,1	+10,7	+29,1	+6,2	3,6	6,9	78,7	17	1	9
VII	+16,7	+20,7	+12,4	+29,7	+5,9	3,8	5,1	33,4	9	2	3
VIII	+13,8	+17,5	+10,8	+22,7	+6,8	3,3	6,8	103,6	25	·	8
IX	+13,1	+17,8	+ 8,7	+26,0	+ 1,9	2,7	4,6	47,4	10	5	1
X	+ 8,4	+11,2	+ 5,8	−19,6	−5,4	3,8	7,3	120,4	17	3	14
XI	+1,6	+3,9	−0,9	−8,6	−5,2	3,2	6,6	37,3	13	2	11
XII	+1,4	+3,1	−0,6	−10,8	−10,5	4,9	6,7	64,9	14	2	12
Rok	+6,7	+9,7	+5,1	−29,7	−26,3	4,0	6,7	875,2	179	30	127

Tablica 2.5

V. STREFA KLIMATYCZNA - wybrzeże zachodnio-bałtyckie (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Międzyzdrojów, szer. geogr. 53°56' N, dług. geogr. 14°27' E, wys. n.p.m. 10 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr. max	śr. min.	max. abs.	min. abs.						
I	0,0	+2,2	-1,9	+7,1	-19,9	4,1	7,8	42,7	18	3	17
II	-2,8	-0,2	-2,8	+3,2	-24,0	2,3	7,1	53,3	16	2	15
III	+1,6	+5,7	-1,4	+15,7	- 5,6	4,1	5,1	19,0	7	4	8
IV	+3,9	+7,1	-1,4	+17,7	-3,2	3,0	8,1	93,5	17	2	19
V	+11,6	+16,5	+7,9	+29,4	+2,6	2,6	4,6	31,8	10	2	5
VI	+14,6	+19,4	+10,9	+25,6	+7,2	2,9	6,9	75,8	16	-	12
VII	+17,2	+21,3	+13,1	+28,2	+7,7	4,0	6,6	53,3	6	-	4
VIII	+14,6	+19,1	+11,3	+23,4	+7,4	3,1	4,7	57,1	11	1	7
IX	+14,0	+19,2	+9,6	+27,4	+4,7	3,3	4,5	31,2	11	5	2
X	+9,2	+12,1	+6,4	+19,2	-5,5	3,3	7,0	78,1	15	2	15
XI	+2,3	+4,6	0,0	+9,3	-7,4	3,5	7,2	27,2	16	3	14
XII	+1,9	+3,7	-0,2	+11,2	-10,2	3,6	7,0	39,7	15	2	13
Rok	+8,0	+2,8	+2,7	+29,4	-24,0	3,3	6,4	602,7	168	16	131

Tablica 2.6

VI STREFA KLIMATYCZNA - wybrzeże wschodnio-bałtyckie (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Gdańska-Wrzeszcza, szer. geogr. 54°23 N, dług. geogr. 18°36 E, wys. n.p.m. 13 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr max	śr min.	max. abs.	min. abs.						
I	-1,7	+0,8	-2,5	+6,2	-25,2	4,5	8,3	46,3	18	1	20
II	-3,6	-2,2	-12,1	+4,0	-29,8	2,4	8,4	35,5	19	2	21
III	-0,2	+3,5	-3,3	+11,4	-7,6	4,9	4,9	14,7	8	4	7
IV	+3,4	+6,9	+1,1	+13,3	-3,9	5,0	7,9	49,3	17	6	17
V	+11,8	+16,9	+7,5	+27,1	-2,9	3,6	5,1	9,3	7	3	5
VI	+15,7	+21,0	+11,5	+33,6	+7,3	3,2	6,0	88,5	16	-	8
VII	+17,8	+20,9	+12,7	+25,8	+8,6	3,6	5,1	37,8	9	-	6
VIII	+16,6	+19,0	+11,5	+25,1	+8,4	4,0	6,6	86,5	22	2	10
IX	+12,8	+17,8	+9,1	+22,9	+1,7	2,6	4,1	39,6	13	3	1
X	+8,9	+12,2	+6,2	+21,4	-6,5	4,7	7,5	84,2	15	2	15
XI	+1,5	+4,1	-0,7	+8,9	-8,2	4,6	8,0	35,2	16	3	14
XII	+1,1	+3,2	-0,8	+12,2	-11,4	5,0	6,4	24,8	16	2	13
Rok	+7,5	+10,3	+3,4	+33,6	-29,8	4,0	6,5	551,7	176	28	136

Tablica 2.7

VII STREFA KLIMATYCZNA - Pojezierze Mazurskie (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Olsztyna, szer. geogr. 53°46' N, dług. geogr. 20°25' E, wys. n.p.m. 133 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr. max	śr. min.	max abs	min. abs.						
I	-3,6	-1,0	-4,7	+6,3	-30,6	4,3	8,3	43,0	16	2	22
II	-4,7	-2,8	-7,3	+2,0	-30,6	3,3	6,6	33,9	18	1	14
III	-1,9	+1,8	-5,8	+9,2	-15,7	5,5	5,0	13,7	8	-	8
IV	+4,5	+8,4	+1,0	+22,3	-5,8	3,5	8,1	38,0	14	3	19
V	+12,8	+17,6	+5,7	+26,4	-0,5	2,8	4,7	22,3	9	3	3
VI	+16,9	+22,6	+11,1	+32,7	+6,2	3,6	6,2	101,2	14	3	8
VII	+16,2	+21,0	+11,6	+27,3	+7,0	3,7	5,9	112,3	17	1	8
VIII	+17,5	+18,3	+10,7	+22,9	+6,7	3,5	6,4	99,0	15	1	7
IX	+11,8	+17,4	+7,2	+24,6	+1,9	2,3	4,3	53,3	9	2	3
X	+7,4	+10,8	+4,5	+23,7	-11,0	3,8	7,6	109,5	19	8	18
XI	-1,3	+1,2	-2,0	+16,5	-11,3	3,1	7,3	34,2	15	6	15
XII	-1,7	+1,3	-3,0	+19,9	-13,2	4,3	6,8	46,4	16	3	16
Rok	-5,4	+10,7	+1,4	+32,7	-30,6	3,6	6,4	708,8	170	37	141

Tablica 2.8

VIII STREFA KLIMATYCZNA - niziny i wysoczyzny wschodniej Polski (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Białegostoku, szer. geogr. 53°07' N, dług. geogr. 23°11 E, wys. n.p.m. 139 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr. max	śr. min.	max abs.	min. abs.						
I	-3,9	-0,6	-5,3	+5,6	-29,3	4,7	8,7	33,6	17	1	23
II	-5,0	-1,2	-7,9	+1,6	-30,8	3,7	7,0	45,4	18	1	13
III	-2,2	+2,0	-6,0	+8,7	-14,3	4,5	5,1	25,2	10	1	10
IV	+5,0	+9,0	+1,6	+24,1	-4,2	4,0	8,4	23,0	11	2	23
V	+12,6	+18,1	+5,8	+27,6	+1,2	2,9	5,6	17,6	9	3	9
VI	+18,2	+24,2	+12,3	+30,8	+5,0	2,9	6,3	72,0	14	1	9
VII	+18,7	+22,2	+11,1	+27,5	+5,3	3,4	6,3	56,3	14	-	7
VIII	+14,4	+19,3	+10,3	+25,6	+6,2	4,0	7,1	94,3	18	3	12
IX	+11,1	+17,6	+5,9	+25,3	-2,1	2,4	5,4	44,8	8	3	9
X	+7,2	+10,9	+4,1	+23,2	-11,2	3,8	7,9	52,2	16	6	19
XI	-1,8	+0,6	-2,3	+4,4	-11,4	3,5	7,9	23,1	13	2	17
XII	-2,0	+0,3	-3,0	+7,7	-14,5	3,7	7,1	39,7	14	8	16
Rok	+6,3	+9,7	+2,1	+30,8	-30,8	3,6	6,9	527,2	160	31	167

Tablica 2.9

IX STREFA KLIMATYCZNA - Wyżyna Lubelska i Roztocze (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Lublina, szer.geogr. 51°14' N, dług. geogr. 22°34' E, wys. n.p.m. 171 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr max	śr min.	max obs.	min obs.						
I	-2,7	-0,2	-4,3	+8,6	-25,3	4,3	7,8	15,9	14	4	18
II	-5,2	-1,7	-8,6	+1,5	-28,8	3,0	5,8	29,0	16	3	9
III	-2,2	+1,4	-5,6	+11,3	-11,1	4,7	5,4	33,6	15	3	13
IV	+6,4	+10,6	+2,7	+24,0	-3,2	3,3	7,7	42,7	11	2	14
V	+13,1	+18,0	+7,5	+25,3	+3,3	3,1	5,4	26,8	10	•	5
VI	+18,0	+23,3	+11,8	+30,9	+4,0	2,9	5,9	57,2	11	1	7
VII	+17,4	+22,8	+11,8	+28,4	+4,3	2,8	5,8	74,7	14	1	6
VIII	+15,6	+21,0	+10,2	+29,7	+3,5	2,9	5,9	77,1	13	1	4
IX	+12,0	+18,4	+ 6,3	+27,6	-1,2	2,3	4,5	39,6	9	5	4
X	+8,0	+12,3	+3,9	+25,1	-7,0	2,9	6,5	64,4	12	6	11
XI	-1,3	+1,1	+4,3	+5,1	-10,6	2,9	7,8	26,2	14	5	17
XII	-1,0	+1,0	-5,1	+8,1	-15,6	3,7	7,5	69,0	16	5	18
Rok	+7,0	+12,2	+2,6	+30,9	-28,8	3,2	6,3	556,2	155	36	126

Tablica 2.10

X STREFA KLIMATYCZNA - Wyżyna Małopolska (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Kielc, szer. geogr. 50°51' N; dług.geogr. 20°37' E; wys. n.p.m 168 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr. max	śr min	max abs	min. obs.						
I	-3,1	-1,0	-5,3	+8,6	-26,8	3,0	8,0	44,0	16	2	18
II	-4,0	-2,5	-8,9	+1,5	-31,0	2,4	6,5	38,1	15	5	11
III	-1,4	+2,7	-5,2	+13,0	-14,6	5,5	6,5	50,2	13	4	11
IV	+6,0	+11,4	+1,0	+24,1	-4,8	2,6	7,7	51,4	14	1	10
V	+12,4	+18,0	+6,8	+26,9	+2,1	2,7	6,8	48,4	7	1	13
VI	+16,8	+22,5	+11,1	+31,7	+4,0	2,5	7,3	71,7	13	1	13
VII	+18,2	+23,2	+12,0	+30,6	+6,5	2,1	6,6	52,5	16	1	11
VIII	+17,6	+21,2	+10,3	+29,5	+5,4	2,9	6,6	89,7	17	1	9
IX	+12,6	+18,4	+7,4	+28,0	-0,2	2,1	5,0	47,4	8	5	7
X	+7,6	+12,5	+3,3	+25,2	-6,2	2,6	6,7	52,7	11	6	11
XI	-1,4	+1,3	-4,4	+5,3	-13,1	2,3	7,7	46,3	16	3	16
XII	-1,9	+1,4	-5,7	+9,5	-15,4	3,2	7,5	63,1	20	8	22
Rok	+6,8	+12,5	+2,2	+31,7	-31,0	2,8	6,9	655,5	166	38	152

Tablica 2.11

XI STREFA KLIMATYCZNA - Przedgórze Sudeckie (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Jeleniej Góry; szer. geogr. 50°54'N; dług. geogr. 15°48'E; wys. n.p.m. 342 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	Śr. dobowa	Śr. max.	Śr. min.	max. abs.	min. abs.						
I	-1,7	-0,5	-4,8	+11,6	-24,1	4,4	7,0	12,0	13	3	12
II	-3,8	-1,6	-5,4	+5,5	-36,9	1,6	7,0	40,9	22	3	13
III	+0,2	+4,8	-4,1	+18,1	-18,9	5,6	6,1	42,3	14	5	11
IV	+4,6	+9,6	0,0	+17,0	-6,9	3,1	7,9	58,7	23	4	16
V	+11,0	+16,8	+4,3	+26,7	-1,6	2,3	5,8	35,4	11	3	6
VI	+13,0	+17,9	+8,2	+27,9	+0,6	2,4	8,0	108,4	20	8	17
VII	+16,2	+21,1	+10,3	+27,0	+4,9	3,0	6,0	87,7	11	5	7
VIII	+14,0	+19,5	+8,4	+25,3	+2,7	2,9	6,8	61,4	14	4	9
IX	+12,2	+18,9	+6,4	+30,6	-0,9	2,8	4,6	47,4	7	9	4
X	+7,4	+13,1	+2,7	+24,3	-6,1	2,6	6,4	158,0	15	8	14
XI	0,0	+3,0	-3,1	+8,0	-9,9	3,7	7,6	101,1	15	3	18
XII	-0,1	+3,4	-3,9	+12,8	-18,9	3,2	6,9	56,0	17	3	14
Rok	+6,3	+11,2	+1,8	+30,6	-36,9	3,1	6,7	801,3	182	58	141

Tablica 2.12

XII STREFA KLIMATYCZNA - Sudety (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Karpacza; szer. geogr. 50°46'N; dług. geogr. 15°46'E; wys. n.p.m. 700 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	Śr. dobowa	Śr. max	Śr. min.	max abs.	min. abs.						
I	-3,0	-1,2	-5,4	+7,5	-25,9	3,3	6,5	60,2	20	7	12
II	-6,6	-2,2	-8,1	+4,8	-31,2	0,3	7,0	50,0	24	6	15
III	-1,3	+1,8	-4,2	+13,5	-13,4	4,2	6,5	81,0	16	4	13
IV	+2,8	+6,3	+0,6	+13,5	-8,5	1,3	7,5	100,7	24	9	15
V	+9,5	+13,6	+5,4	+24,0	+0,3	1,2	6,1	63,2	14	3	7
VI	+11,4	+15,0	+8,0	+24,2	+2,5	1,6	7,9	168,8	21	8	15
VII	+14,6	+18,6	+10,7	+25,4	+7,5	1,7	6,1	110,6	14	4	9
VIII	+12,7	+16,5	+9,3	+23,6	+4,4	2,0	6,7	122,8	22	2	9
IX	+11,8	+16,0	+8,0	+27,0	+2,0	2,4	4,2	61,2	9	4	4
X	+6,6	+9,9	+3,9	+21,6	-8,9	1,1	6,2	100,8	16	6	12
XI	-1,6	+0,6	-4,3	+5,4	-11,5	1,4	7,3	130,0	18	7	15
XII	-1,5	+0,9	-3,8	+11,2	-12,2	2,2	6,1	72,7	19	8	8
Rok	+5,8	+7,6	+1,0	+27,0	-31,2	1,9	6,5	1122,0	217	68	134

Tablica 2.13

XIII STREFA KLIMATYCZNA - Podgórze Karpackie (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Przemyśla; szer. geogr. 49°48'N; dług. geogr. 22°46'E; wys. n.p.m. 238 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr. max.	śr. min.	max. abs.	min. abs.						
I	-2,4	-0,7	-3,3	+10,4	-21,1	3,8	6,8	34,0	12	·	11
II	-5,3	-6,5	-7,1	+11,1	-26,8	3,7	6,7	33,0	19	2	13
III	-1,4	+2,2	-4,7	+14,7	-10,2	6,3	6,4	33,0	11	·	15
IV	+7,7	+12,2	+3,6	+25,2	-3,2	4,0	7,5	49,0	10	4	16
V	+12,7	+17,6	+7,9	+23,5	+3,9	3,4	6,1	64,0	11	·	10
VI	+17,2	+22,1	+11,9	+29,3	+5,3	3,0	6,3	84,0	15	2	8
VII	+17,6	+22,6	+12,9	+29,1	+8,9	2,9	6,1	95,0	13	5	11
VIII	+16,9	+22,6	+11,8	+29,6	+6,4	3,0	5,3	91,0	12	1	4
IX	+13,1	+19,3	+7,9	+26,8	-0,2	2,3	4,4	62,0	8	7	3
X	+8,6	+13,4	+4,8	+25,7	-6,9	2,9	5,8	48,0	11	7	9
XI	-1,2	+1,8	-0,1	+16,5	-16,1	2,6	7,1	41,0	16	3	11
XII	-1,2	+0,9	-3,2	+11,6	-16,9	4,0	7,1	37,0	19	4	14
Rok	+7,5	+10,7	+3,4	+29,5	-26,8	3,5	6,3	784,0	157	35	125

Tablica 2.14

XIV STREFA KLIMATYCZNA - północna część Karpat zachodnich (wybrane dane meteorologiczne w opracowaniu klimatologicznym dla Zakopanego; szer.geogr. 49°18' N; dług. geogr. 19°57'E, wys. n.p.m.844 m)

Miesiące	Temperatury w °C					Śr. prędkość wiatru m/s	Śr. zachmurzenie*	Suma opadów mm	Liczba dni z opadami	Liczba dni z mgłą	Liczba dni pochmurnych
	śr. dobowa	śr. max.	śr. min.	max. abs.	min. abs.						
I	-4,8	-1,7	-8,5	+10,0	-29,8	2,3	7,0	50,0	12	1	10
II	-13,4	-8,1	-9,7	+5,4	-34,1	0,9	7,3	48,0	21	2	29
III	-3,0	+1,9	-7,4	+11,8	-17,7	2,0	7,4	60,0	17	3	17
IV	+3,8	+8,3	-0,4	+16,3	-9,8	2,3	7,6	77,0	18	3	18
V	+9,0	+13,8	+3,8	+22,1	-0,9	1,4	6,9	118,0	14	1	14
VI	+12,6	+17,2	+7,7	+24,3	+2,5	1,8	7,8	152,0	23	1	16
VII	+14,6	+19,4	+9,4	+26,3	+5,3	2,2	6,2	177,0	17	·	10
VIII	+13,5	+19,4	+8,0	+26,4	+3,0	2,2	6,4	152,0	18	1	11
IX	+10,0	+17,0	+4,6	+26,8	-2,7	1,2	4,8	90,0	10	3	8
X	+5,2	+11,2	+1,0	+22,7	-9,3	1,7	6,0	74,0	13	1	12
XI	-2,0	-0,0	-7,8	+7,2	-17,1	1,7	7,6	60,0	15	6	19
XII	-2,4	-0,1	-5,9	+8,5	-17,3	1,5	7,7	48,0	15	3	18
Rok	+4,5	+8,5	+1,0	+26,8	-34,1	1,8	6,9	1115,0	193	25	169

XIV - POŁNOCNA CZĘŚĆ KARPAT ZACHODNICH - cechy klimatyczne tej strefy zestawiono w tablicy 2.14 na podstawie obserwacji meteorologicznych w m. Zakopane. Odchylenia od ogólnych cech tej strefy klimatycznej związane są z wysokością i tak - w wyższych partiach Tatr (np. na kasprowym Wierchu) są notowane np. znacznie większe opady (1800 mm) niż w Zakopanem (1155 mm), a ponadto liczba dni z pokrywą śnieżną na Kasprowym Wierchu wynosi ponad 150, a w Zakopanem tylko 100.

2.3. Statystyczne opracowanie danych meteorologicznych dla potrzeb budownictwa drogowego

Wartości liczbowe czynników meteorologicznych, zestawionych w tablicach 2.1÷2.14 dla poszczególnych stref klimatycznych, jako średnio-dobowe miesięczne, znacznie odbiegają od średnich wartości liczbowych dziennych, odpowiadających cyklom wytwarzania, transportu oraz wbudowywania mas mineralno-asfaltowych w jezdnię drogową.

Wytwarzanie, transport i wbudowywanie mas mineralno-asfaltowych realizuje się przeważnie między godziną 7^{00} i 19^{00}. Dlatego też dla celów budownictwa drogowego bierze się - do opracowania statystycznego - dane meteorologiczne z godziny 7^{00}, 13^{00} i 19^{00}.

W celu określenia wartości t_o, w_p i v_p dla obszaru zaliczonego do danej strefy klimatycznej, zbiera się dane dotyczące według [3, 5 i 13] tych czynników dla godziny 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} z okresu co najmniej 10-letniego.

Z uwagi na dość istotne różnice temperatur i pozostałych czynników meteorologicznych w ciągu całego roku, w opracowaniu nie uwzględnia się miesięcy zimowych - stycznia i lutego, zaś pozostałe miesiące dzieli się na trzy grupy, a mianowicie:

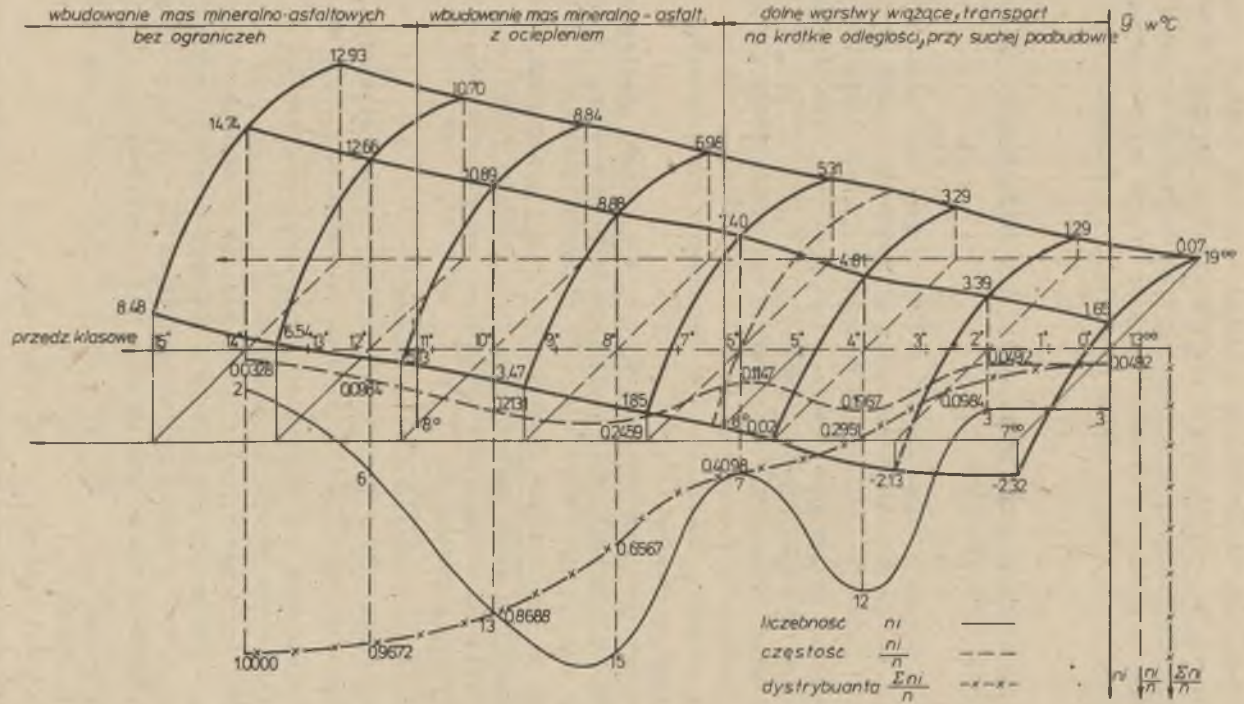
I - obejmująca dane z marca i kwietnia,
II - obejmującą dane z miesięcy od maja do września włącznie,
III - obejmującą dane z miesięcy od października do grudnia włącznie.

Najistotniejszym dla celów budownictwa drogowego jest okres drugi, obejmujący miesiące od maja do września.

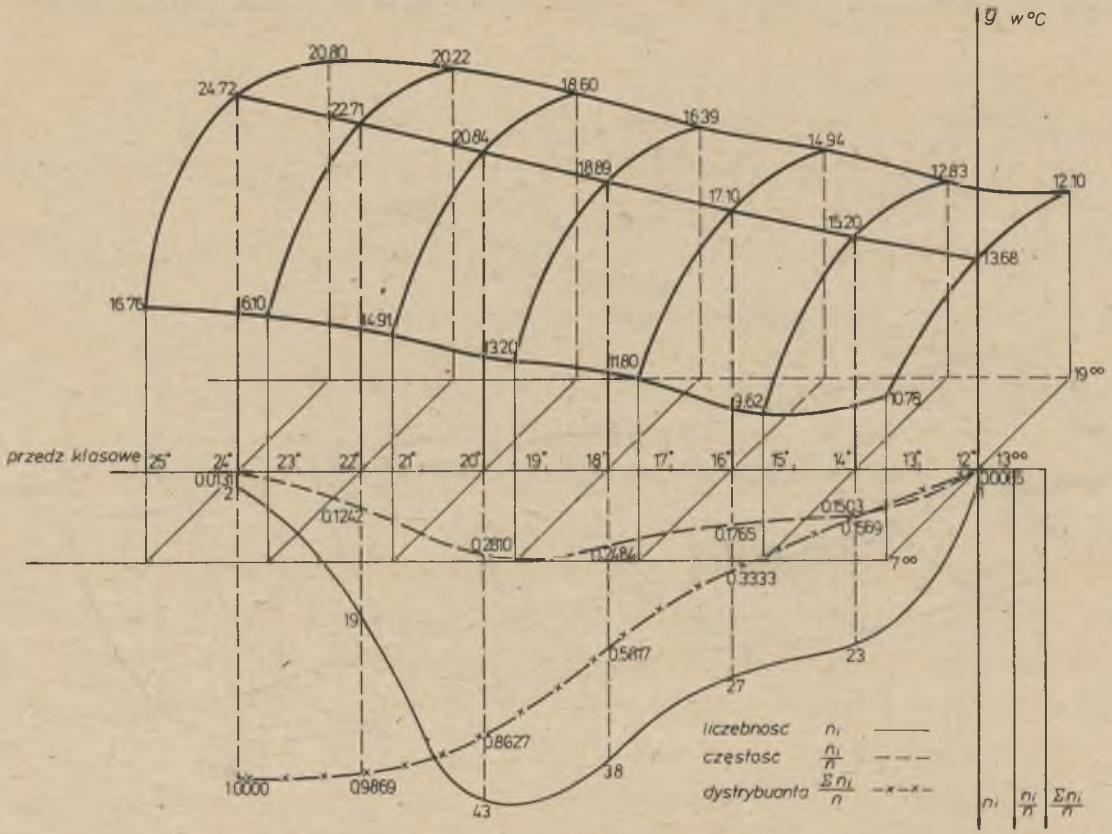
Wartości czynników t_o, w_p i v_p grupuje się w oddzielne szeregi rozdzielcze, które buduje się zgodnie z ogólnymi zasadami rachunku prawdopodobieństwa i teorii statystyki matematycznej [3, 5 i 13]. Długości przedziałów klasowych nie powinny przekraczać odpowiednio:

- dla temperatury t_o, $h_t = 2^oC$,
- dla wilgotności w_p, $h_w = 5\%$,
- dla prędkości wiatru v_p, $h_v = 0{,}5$ m/s.

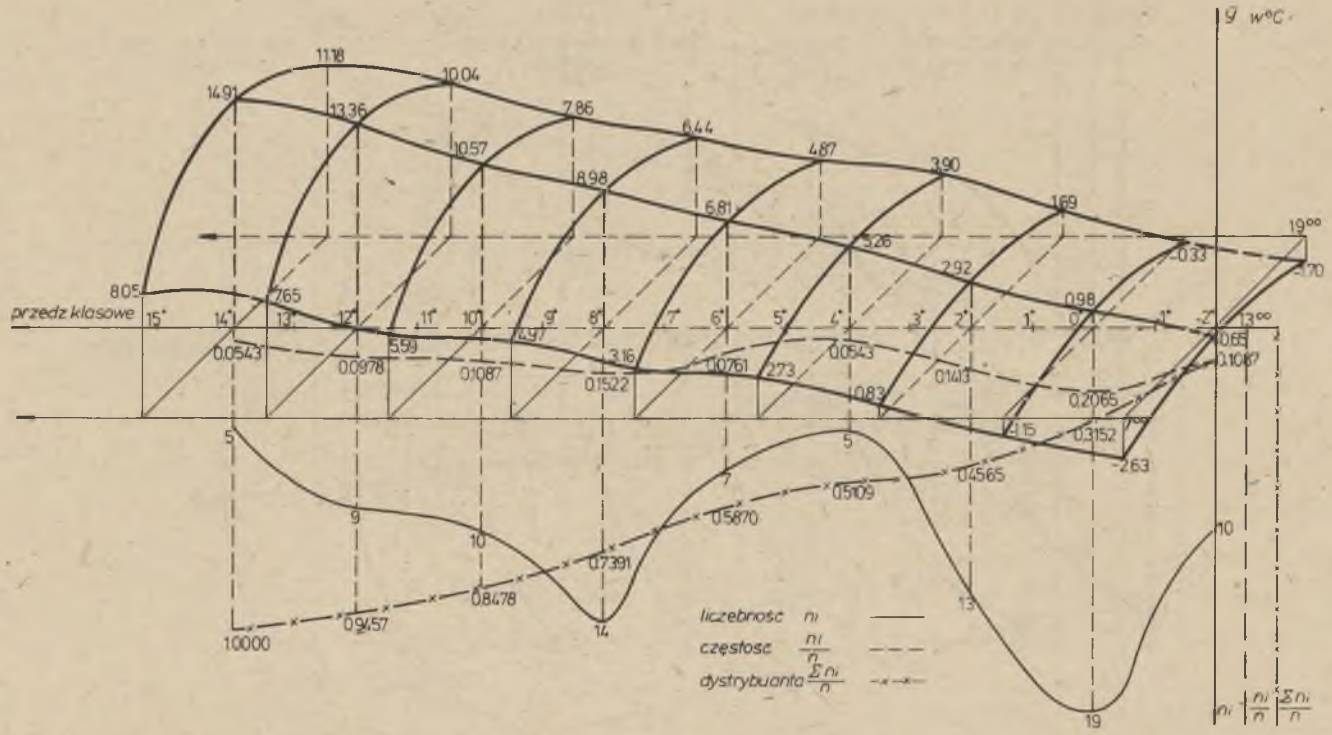
Tak zbudowane szeregi rozdzielcze pozwalają w prosty sposób obliczyć wartości czynników charakterystycznych badanego okresu.



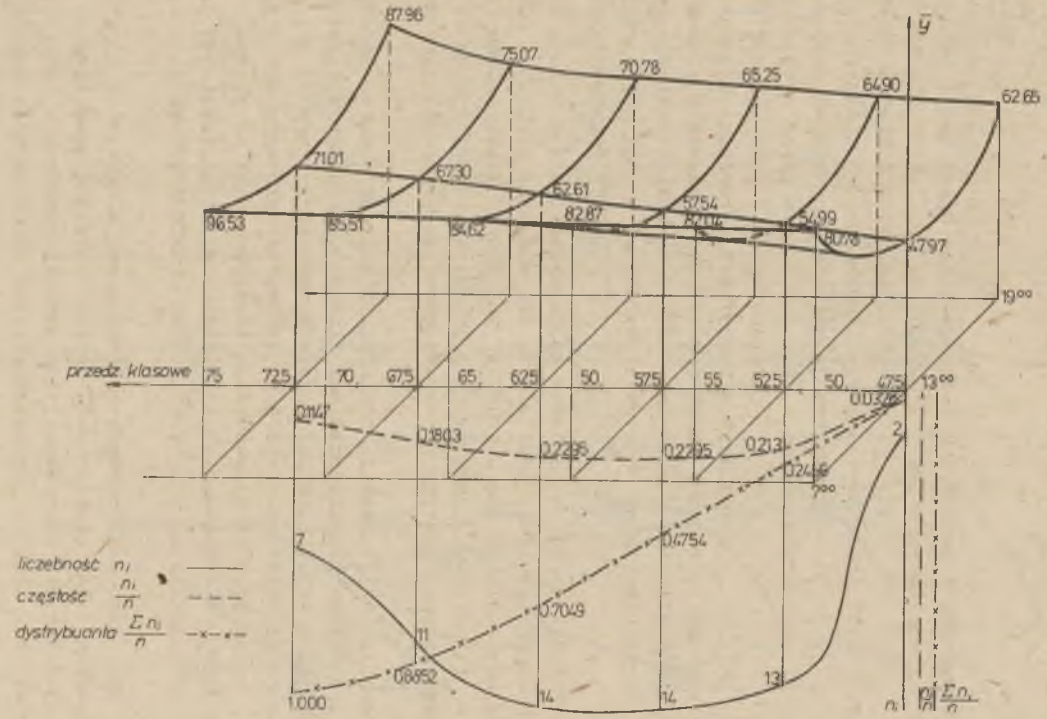
Rys. 2.2. Rozkład średnich temperatur powietrza dla godz. 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} w miesiącu marcu i kwietniu oraz wykresy krzywej liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty dla godz. 13^{00}



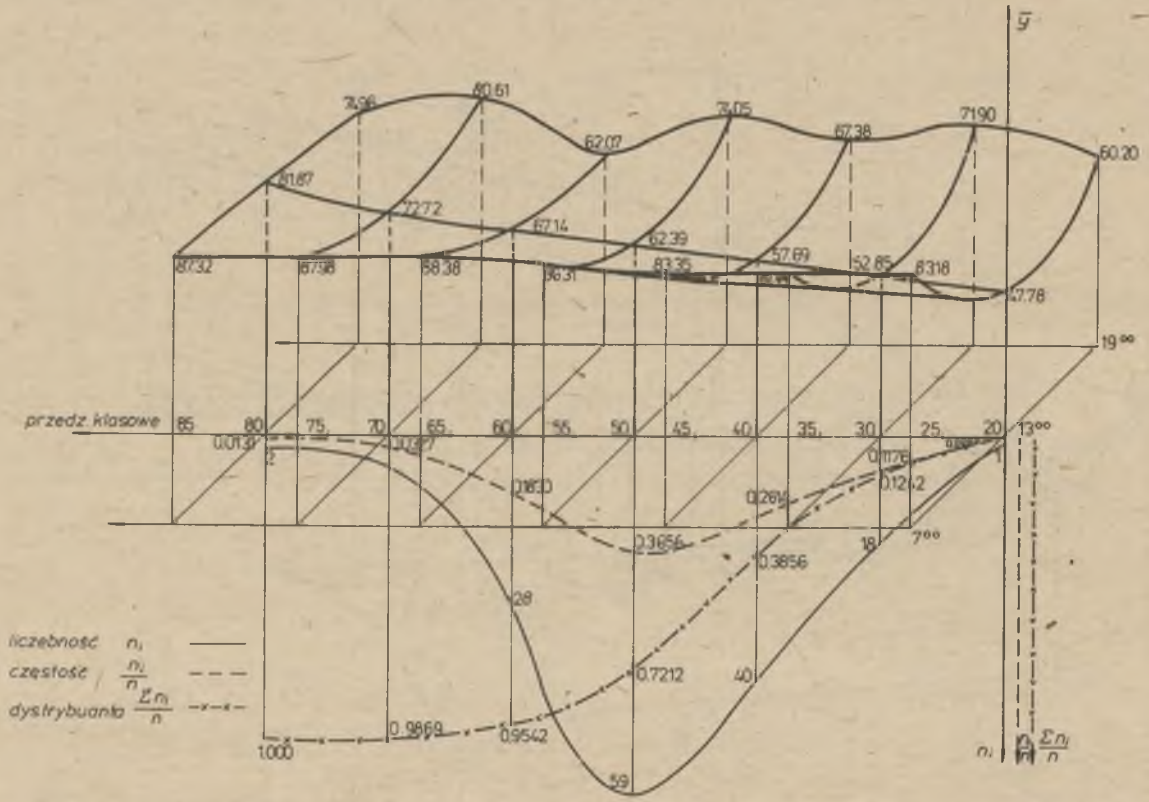
Rys. 2.3. Rozkład średnich temperatur powietrza dla godz. 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} w miesiącach od maja do września oraz wykresy krzywej liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty dla godz. 13^{00}



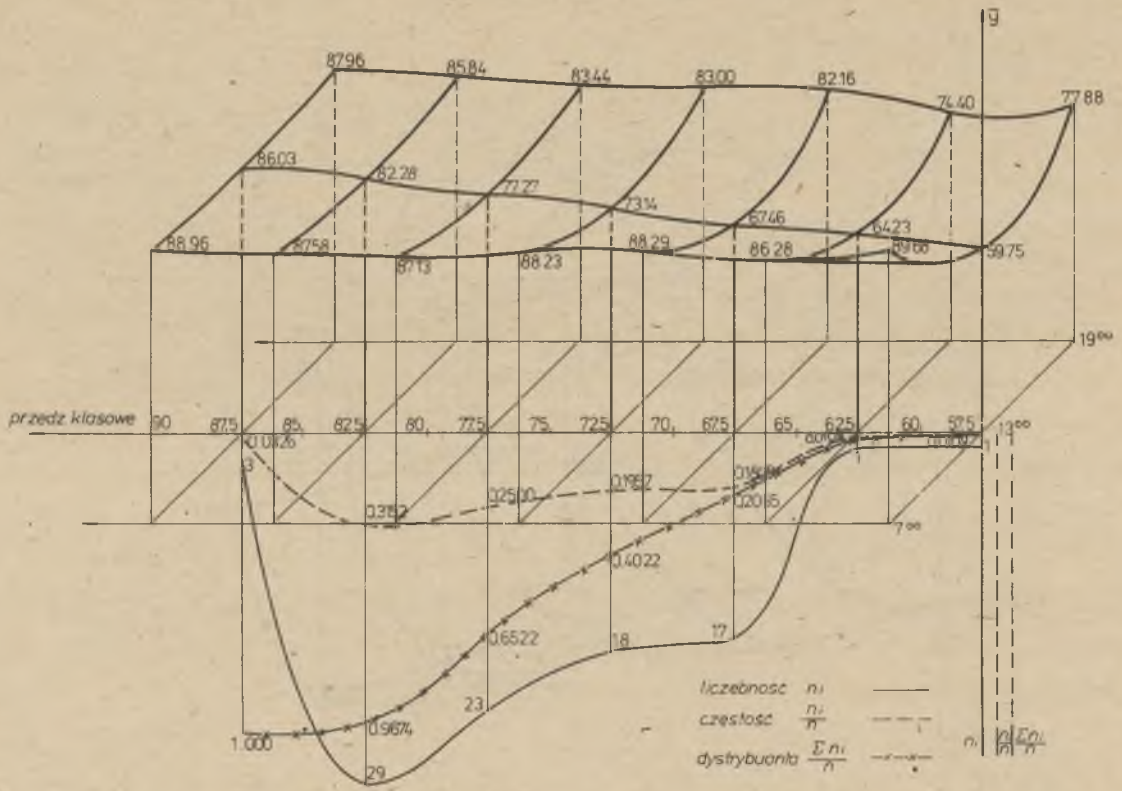
Rys. 2.4. Rozkład średnich temperatur powietrza dla godz. 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} w miesiącach od października do grudnia oraz wykresy krzywej liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty dla godz. 13^{00}



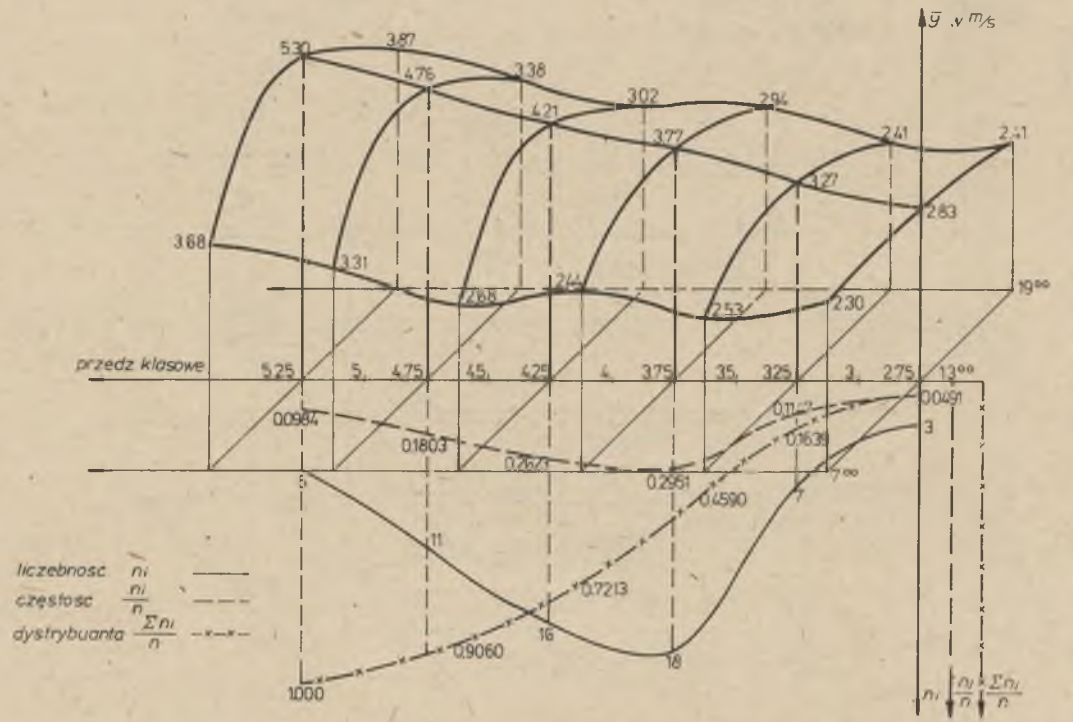
ys. 2.5. Rozkład średnich wilgotności względnej powietrza dla godz. 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} w miesiącu marcu i kwietniu oraz wykresy liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty dla godz. 13^{00}



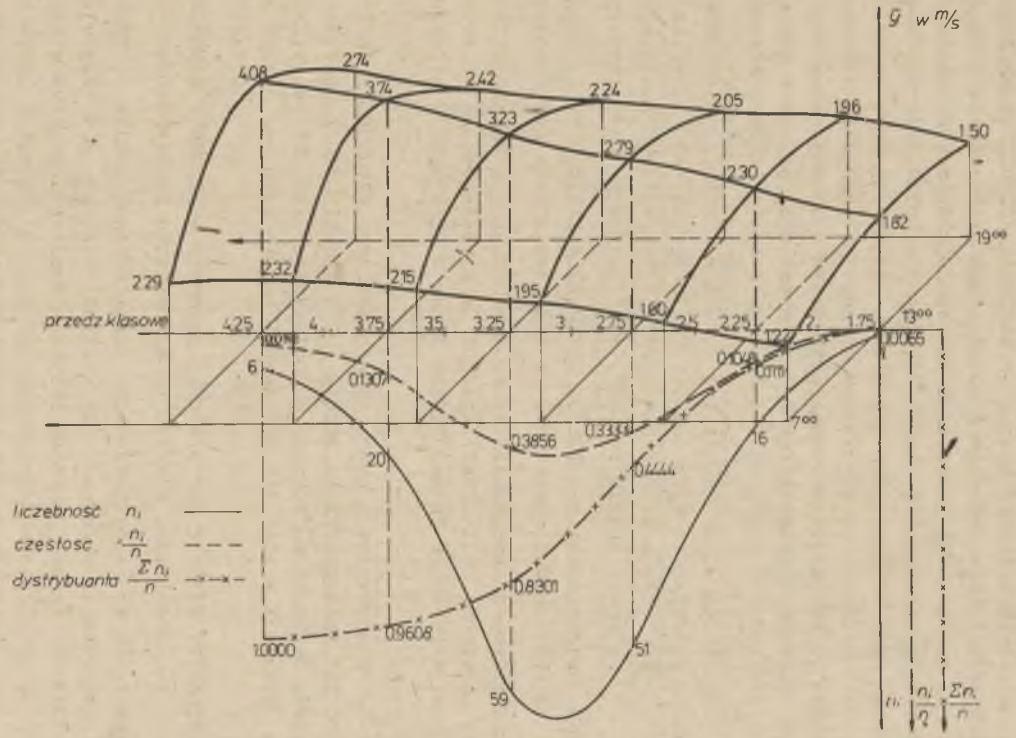
Rys. 2.6. Rozkład średnich wilgotności względnej powietrza dla godz. 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} w miesiącach od maja do września oraz wykresy krzywej liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty dla godz. 13^{00}



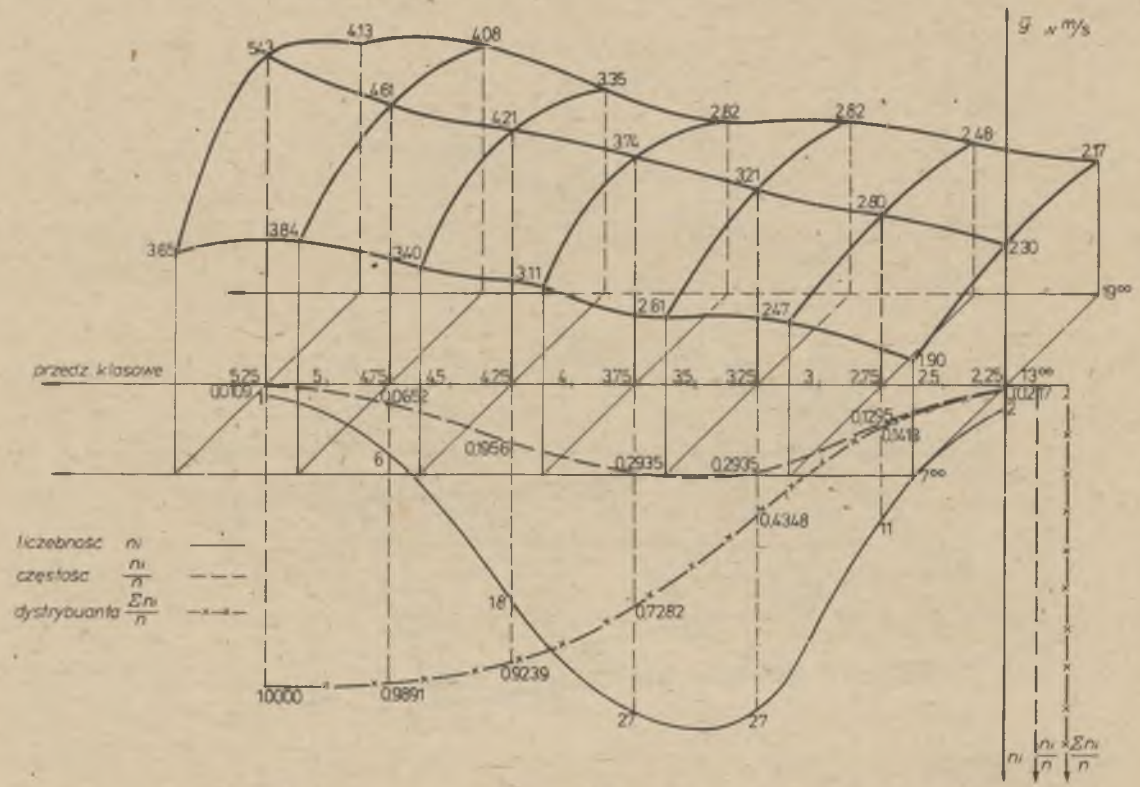
Rys. 2.7. Rozkład średnich wilgotności względnej powietrza dla godz. 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} w miesiącach od października do grudnia oraz wykresy krzywej liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty dla godz. 13^{00}



Rys. 2.8. Rozkład średnich prędkości wiatru dla godz. 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} w miesiącu marcu i kwietniu oraz wykresy krzywej liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty dla godz. 13^{00}



Rys. 2.9. Rozkład średnich prędkości wiatru dla godz. 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} w miesiącach od maja do września oraz wykresy krzywej liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty dla godz. 13^{00}



Rys. 2.10. Rozkład średnich prędkości wiatru dla godz. 7^{00}, 13^{00} i 19^{00} w miesiącach od października do grudnia oraz wykresy krzywej liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty dla godz. 13^{00}

Na rysunkach 2.2÷2.4 przedstawiono rozkład średnich temperatur powietrza t_o dla godzin 7^{00}, 13^{00} i 19^{00}, dla poszczególnych grup obejmujących określone miesiące oraz wykresy krzywej liczebności, krzywej częstości i dystrybuanty.

Analogicznie na rysunkach 2.5÷2.7, a następnie 2.8÷2.10, przedstawiono rozkłady wartości średniej, krzywe liczebności, krzywe częstości oraz dystrybuanty odpowiednio dla wilgotności w_p oraz prędkości wiatru v_p.

Za pomocą tych wykresów można stosunkowo łatwo ustalić wystpowanie wartości liczbowej badanej cechy z określonym prawdopodobieństwem. Prawdopodobieństwo to możemy określić z wystarczającą dla celów praktycznych dokładnością z krzywej częstości lub dystrybuanty, odpowiednio dla każdej badanej cechy, czyli t_o, w_p i v_p.

Na rysunku 2.2 zaznaczono wykresy temperatur powietrza i podano warunki, w których mogą być układane masy mineralno-asfaltowe. Znając prawdopodobieństwo występowania tych temperatur określa się liczbę dni, np. w miesiącu marcu i kwietniu, w których to dniach mogą być układane różne masy mineralno-asfaltowe.

Podobne zakresy i warunki można by zaznaczyć i przedstawić na rysunkach 2.3 i 2.4 dla temperatury powietrza t_o oraz na rysunkach od 2.5 do 2.10, dotyczących odpowiednio wilgotności względnej powietrza w_p i prędkości wiatru v_p.

3. EKONOMICZNE UZASADNIENIE WIELKOŚCI PRODUKCJI WYTWÓRNI MAS MINERALNO-ASFALTOWYCH

3.1. Klasyfikacja wytwórni mas mineralno-asfaltowych

Wytwórnie mas mineralno-asfaltowych, projektowane i eksploatowane w warunkach polskich, można podzielić na trzy zasadnicze grupy, a mianowicie:

1. Wytwórnie ruchome instalowane na krótki okres czasu, najwyżej do jednego roku, a następnie przewożone kolejno, w miarę postępu robót;
2. Wytwórnie półstałe, instalowane na okres kilku lat dla wykonania określonych robót, przewidziane po ukończeniu robót do przewiezienia na inny teren;
3. Wytwórnie stałe, mające swój wydzielony obszar zaopatrzenia w masę, ograniczony ekonomicznie uzasadnionym promieniem dowozu masy, ustalonym w zależności od uprzednio wymienionych czynników.

W Polsce są obecnie wykorzystywane najczęściej wytwórnie grupy 2 i 3, krajowe i zagraniczne [16, 17], których ogólną charakterystykę zestawiono w tablicy 3.1. Wydajność ich wynosi od 25 do 100 t/h, zaś roczna produkcja od 25 do 140 kt.

Wytwórnie o wydajności $\geq$ 100 t/h ($\geq$100÷140 kt/rok) są w naszym kraju doświadczalnie wprowadzane do budownictwa drogowego. Wytwórnie grupy 1 nie są, praktycznie rzecz biorąc, eksploatowane w naszym kraju.

3.2. Określenie wielkości produkcji masy mineralno-bitumicznej dla danej grupy wytwórni

Wielkość produkcji masy mineralno-bitumicznej można określić, wychodząc z całkowitego kosztu jednostkowego:

$$K_j = \frac{K_{gi}}{X_{oi}} + K_{zi}, \qquad (3.1)$$

gdzie:

K_j - całkowity jednostkowy koszt własny produkcji 1 t masy mineralno-bitumicznej w zł,

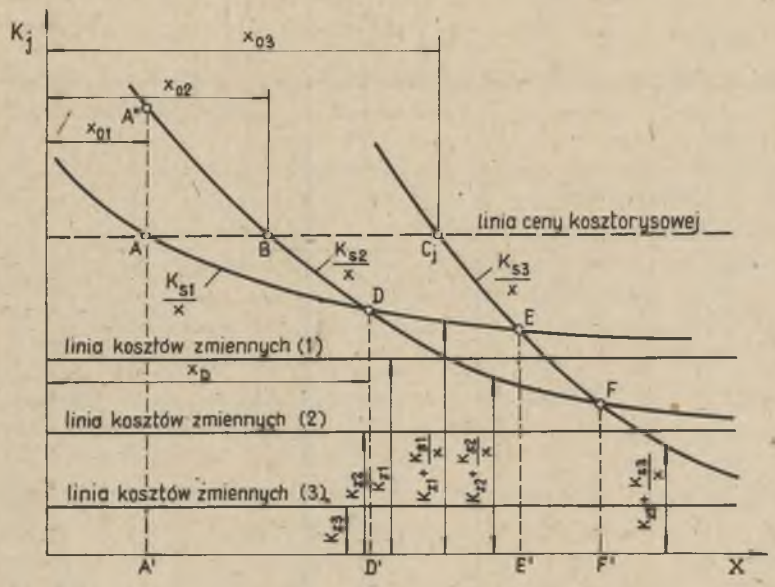
K_{gi} - całkowity koszt stały (średnia roczna) dla i-tej grupy wytwórni w zł/rok,

Tablica 3.1

Dane techniczno-eksploatacyjne wytwórni mas mineralno-asfaltowych

Lp.	Parametry techniczno-eksploatacyjne	Jedn. miary	Wytwórnie mas produkcji krajowej i zagranicznej o wydajności minimum w t/h										
			25			50				100			
			MADRO Polska	MARINI Włochy		MADRO Polska	MARINI Włochy	WIBAU R F N		MADRO Polska	TELTOMAT NRD	MARINI Włochy	WIBAU RFN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Typ	symbol	WMB-25	E110÷M25	M130÷M40P	WMB-50	E180÷M70	WHF 80	WHF 60	WMB-100*	V-2s	M140 E205	WHF-120
2	Wydajność techniczna	t/h	25	35	46	50	80	80	60	100÷120	100	110	120
3	Wydajność roczna	kt/rok	25÷35	35÷45	46÷60	50÷70	80÷100	80÷100	60÷80	100÷160	100÷140	110÷150	120÷160
4	Cykl wytwarzania masy	s	60	35	35	60	35	45	45	56÷60	36	35	45
5	Ciężar zespołu	t	37,50	37,40	38,50	74,00	88,00	—	—	120,00	109,00	120,36	—
6	Moc zainstalowana	kW	143	120,5	175	226	285	—	—	ok. 320	361,1	365	—
7	Rodzaj napędu	—	silniki elektryczne										
8	Sposób sterowania	—	automatyczny lub przyciskiem z pulpitu										
9	Wymiary placu do ustawienia zespołu	m	30×20	—	44×20	40×25	39,5×27	—	—	—	22×35	40×24	—

* – planowane nowe uruchomienie produkcji w MADRO



Rys. 3.1. Graficzne przedstawienie zależności wyrażonej wzorem (3.1)

K_{zi} - całkowity koszt zmienny w odniesieniu do 1 t masy mineralno-bitumicznej z i-tej grupy wytwórni w zł,

X_{oi} - roczna wielkość produkcji masy mineralno-bitumicznej dla i-tej grupy wytwórni w t/rok.

Zależność (3.1) została przedstawiona graficznie na rysunku 3.1, a wartość X_{oi} można wyznaczyć podstawiając do wzoru (3.1) $K_j = C_j \geq K_{zi}$ (C_j - cena zbytu 1 t masy w zł), skąd po przekształceniu:

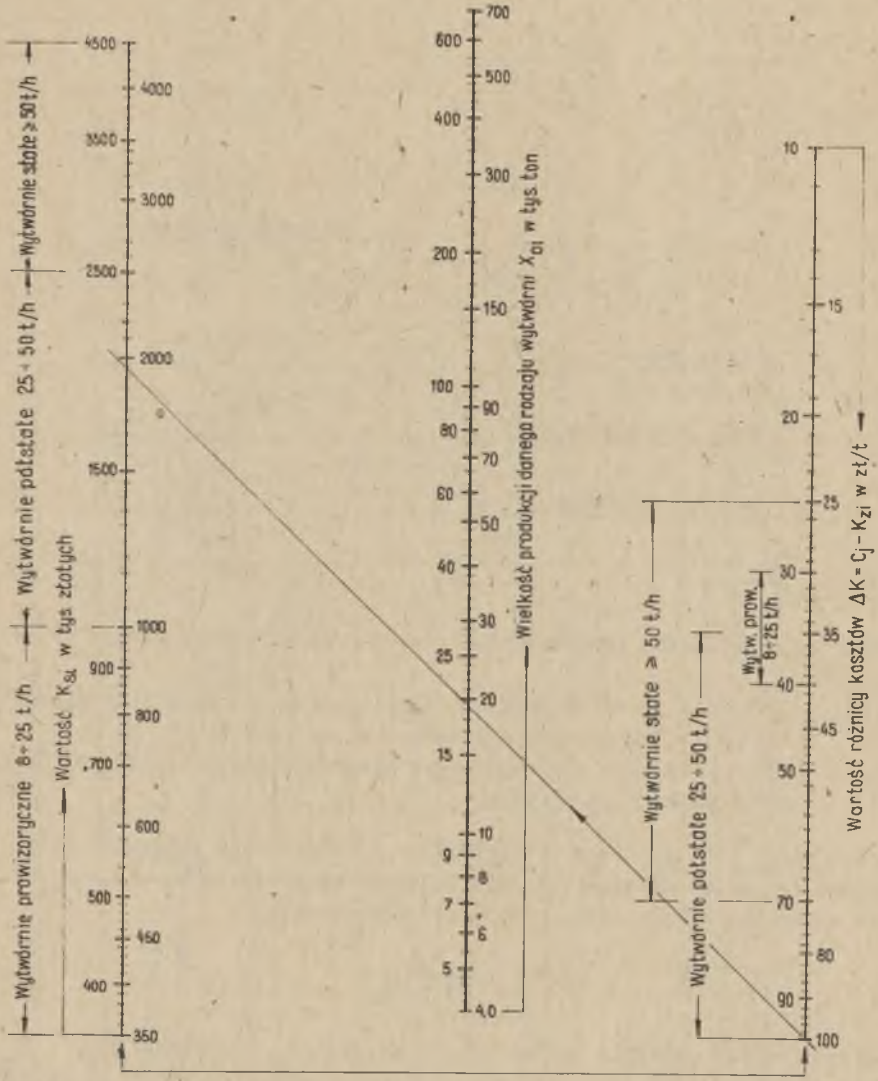
$$X_{oi} = \frac{K_{si}}{C_j - K_{zi}}. \qquad (3.2)$$

Przykładowo dla wytwórni SOKP-25, przy danych: $K_{si} = 1950000 \frac{zł}{rok}$, $K_{zi} = 450$ zł/t, $C_j = 550$ zł/t, otrzymuje się za pomocą tego wzoru $X_{oi} = 19500$ t/rok.

Na podstawie zależności (3.2) opracowano nomogram dla obliczania wielkości produkcji X_{oi} dla K_{si} oraz $K = C_j - K_{zi}$, zmieniających się w przedziałach:

$$350 \leq K_{si} \leq 4500 \text{ tys. zł/rok}$$

$$10 \leq \Delta K \leq 100 \text{ zł/t.}$$



Rys. 3.2. Nomogram do obliczenia wielkości produkcji X_{oi} ze wzoru $X_{oi} = \frac{K_{gi}}{C_j - K_{zi}}$

Nomogram ten został przedstawiony na rysunku 3.2, gdzie zaznaczono wartości K_{si} oraz ΔK dla poszczególnych grup wytwórni.

3.3. Określenie ekonomicznie uzasadnionej wielkości produkcji mas mineralno-bitumicznych

Ekonomicznie uzasadniona wielkość produkcji mas mineralno-bitumicznych zależy od istniejącej gęstości sieci drogowej, co jest ściśle uzależnione od wielkości zapotrzebowania masy na utrzymanie bieżące, remonty cząstkowe, odnowę nawierzchni istniejącej sieci drogowej, a także od planowanego zakresu budowy nowych odcinków tras drogowych o nawierzchni czarnej oraz modernizacji i wyposażenia sieci dróg lokalnych w nawierzchnie czarne.

Jeżeli w dalszym ciągu wprowadzi się oznaczenia:

A - powierzchnia rozpatrywanego obszaru terenu w km^2,

q - zapotrzebowanie masy bitumicznej odniesione do jednostki powierzchni obszaru w t/km^2,

to ekonomicznie uzasadnioną wielkość zapotrzebowania na masę bitumiczną Q_z w t/rok można określić za pomocą wzoru:

$$Q_z = q \cdot A \quad [t/rok]. \tag{3.3}$$

Wartość q można wyrazić za pomocą wzoru:

$$q = \sum q_i = q_b + q_{rcz} + q_{odn} + q_{bn} + q_{mod} = q_{ist} + q_{pl}, \tag{3.4}$$

gdzie:

q_b - masa bitumiczna potrzebna do utrzymania bieżącego,
q_{rcz} - masa na remonty cząstkowe,
q_{odn} - masa na budowę nowych odcinków,
q_{mod} - masa na modernizację części sieci dróg lokalnych.

Z zależności (3.4) wynika, że wartość q, wyrażona w t/km^2, składa się z wartości q_{ist}, czyli zapotrzebowania jednostkowego odnoszącego się do sieci istniejącej oraz q_{pl}, czyli zapotrzebowania jednostkowego na budowę nowych odcinków tras drogowych i modernizację odcinków sieci dróg lokalnych (wyposażenie w nawierzchnie bitumiczne).

Innymi słowy, wartość q_{ist} jest wielkością niezbędną do utrzymania istniejącej substancji sieci drogowej, zaś q_{pl} jest wielkością niezbędną do wyposażenia danego obszaru w sieć drogową dostosowaną do rozwoju gospodarczego obszaru o powierzchni A. Wartość q_{pl} wynika z planowanego wzrostu wskaźnika gęstości sieci drogowej, wyrażonego w km długości dróg na 100 km^2 powierzchni terenu.

Tablica 3.2

Zapotrzebowanie mas bitumicznych poszczególnych województw według dawnego podziału administracyjnego Kraju

Lp.	Województwo	Rok 1975 program		Rok 1980 program		Rok 1985 program		Rok 1990 program	
		min	max	min	max	min	max	min	max
					t/km^2				
1	Białostockie	16,8	19,9	23,8	30,8	30,6	41,6	37,4	52,2
2	Bydgoskie	35,3	38,7	42,6	50,3	49,8	61,7	57,1	73,4
3	Gdańskie	42,8	46,3	52,3	60,2	61,8	74,2	71,5	88,3
4	Katowickie	92,1	95,0	110,2	116,2	128,5	138,6	147,4	161,1
5	Kieleckie	33,1	36,5	44,4	51,9	55,9	67,6	67,3	83,2
6	Koszalińskie	24,2	27,1	80,3	36,6	36,3	46,1	42,7	56,1
7	Krakowskie	64,6	57,3	84,3	90,2	104,0	113,1	132,3	135,8
8	Lubelskie	26,1	29,9	31,6	40,2	36,6	50,0	42,3	60,4
9	Łódzkie	35,9	39,1	48,5	55,9	62,3	73,8	75,6	91,1
10	Olsztyńskie	20,6	26,6	26,6	31,1	32,6	39,6	38,7	48,1
11	Opolskie	42,4	45,4	53,7	60,5	65,2	75,8	76,2	90,8
12	Poznańskie	47,8	50,1	57,4	63,7	67,9	77,8	78,6	92,0
13	Rzeszowskie	32,1	37,9	40,6	47,0	49,2	59,2	57,3	70,8
14	Szczecińskie	27,4	30,3	34,6	41,2	41,7	52,0	49,2	63,0
15	Warszawskie	33,1	36,2	44,4	51,6	55,7	66,8	66,7	81,5
16	Wrocławskie	38,9	41,4	57,0	62,5	75,1	83,7	102,7	104,4
17	Zielonogórskie	24,7	27,6	31,0	37,6	37,6	47,9	43,8	57,7
	Średnia	35,0	38,0	44,9	51,7	56,0	66,5	64,9	79,1

W tablicy 3.2 [15] zestawiono wartości q dla poszczególnych województw w dawnym podziale administracyjnym kraju, odpowiadającym w przybliżeniu obecnym dodp.

Wartości q zestawione w tablicy 3.2 zostały obliczone przy założeniu, że zapotrzebowanie na masę bitumiczną jest równomierne dla całej powierzchni terenu A. Wartości te należy traktować jako orientacyjne, zaś dane szczegółowe dla poszczególnych dodp opracowuje się w oparciu o plany zapotrzebowania przez poszczególne rdp oraz program rozbudowy i modernizacji dróg na obszarze rdp, a tym samym i dla całego obszaru danej dodp.

Tak więc poszczególne dodp są w stanie dość dokładnie określić wartość liczbową Q_z oraz q dla poszczególnych rdp. Określona tą drogą wartość Q_z jest ekonomicznie uzasadnioną wielkością zapotrzebowania na masę bitumiczną w zrozumieniu planistycznym.

Jest rzeczą oczywistą, że wydajność wytwórni mas bitumicznych powinna spełniać warunek

$$Q_w \geq Q_z, \tag{3.5}$$

gdzie:

Q_w - jest wydajnością wszystkich wytwórni mas bitumicznych eksploatowanych na obszarze powierzchni terenu danej dodp.

Należy wyraźnie podkreślić, że ze względu na racjonalną gospodarkę drogową na terenie przyporządkowanym danej dodp, zależność (3.5) jest warunkiem koniecznym, ale jeszcze nie wystarczającym, gdyż nie określa ona rozmieszczenia i rodzaju tych wytwórni na analizowanym obszarze terenu o powierzchni A.

4. OKREŚLENIE EKONOMICZNIE UZASADNIONEGO PROMIENIA ZASIĘGU DANEJ WYTWÓRNI Z UWAGI NA KOSZT TRANSPORTU MASY OD MIEJSCA JEJ PRODUKCJI DO MIEJSCA WBUDOWANIA W JEZDNIĘ

4.1. Dane ogólne

Z zależności (3.5) wynika, że wydajność i-tej wytwórni na powierzchni terenu A, powinna być nie mniejsza od zapotrzebowania na masę bitumiczną, czyli powinien być spełniony warunek $X_{oi} \geq Q_z$, który po uwzględnieniu zależności (3.3) przyjmuje postać:

$$X_{oi} \geq \pi \cdot q \cdot r^2, \tag{4.1}$$

gdzie r - promień zasięgu i-tej wytwórni w km.

Całkowita praca transportu P - w tonokilometrach, na powierzchni terenu o promieniu r wyrazi się wzorem

$$P = 2\pi q \int_0^r \rho^2 d\rho = 2\pi q \cdot \frac{\rho^3}{3} \Big|_0^r = \frac{2}{3}\pi \cdot q \cdot r^3. \tag{4.2}$$

Oznaczając stosunek $P:Q_z$ przez L oraz uwzględniając (4.1) i (4.2) otrzymuje się wzór

$$L = \frac{2}{3} r, \tag{4.3}$$

który określa średnią odległość transportu w km.

4.2. Określenie jednostkowego kosztu transportu masy bitumicznej

Jednostkowy koszt transportu masy bitumicznej określa się za pomocą wzoru

$$K_{jt} = K_{st} + L \cdot \frac{K_{zł}}{q_{łs}}, \tag{4.4}$$

gdzie:

K_{jt} - jednostkowy (średnia ważona) koszt transportu masy bitumicznej od wytwórni do miejsca wbudowania w jezdnię w zł/t,

$K_{zł}$ - koszt jednostkowy za 1 km ładowny w zł/km,

$q_{łs}$ - ładowność samochodu (środka przewozowego) w tonach.

Po oznaczeniu stosunku $K_{zł}:q_{łs}$ przez μ, w zł/tkm i uwzględnieniu (4.3), zależność (4.4) przybiera postać

$$K_{jt} = K_{st} + \frac{2}{3} \cdot r \cdot \mu, \quad [zł/t] \tag{4.5}$$

Zależność (4.5) określa jednostkowy koszt transportu masy bitumicznej na powierzchni terenu $A = \pi r^2$.

4.3. Określenie jednostkowego kosztu produkcji masy bitumicznej

Po uwzględnieniu (4.1) wzór (3.1) przybierze postać

$$K_{jc} = \frac{K_{si}}{\pi \cdot q \cdot r^2} + K_{zi}. \tag{4.6}$$

Tak więc koszt jednostkowy produkcji masy bitumicznej został uzależniony od wielkości zapotrzebowania masy bitumicznej, a tym samym od rodzaju wytwórni, gdyż $\pi \cdot q \cdot r^2 = Q_w$.

4.4. Określenie całkowitego kosztu 1 t masy mineralno-bitumicznej

Całkowity koszt K_{jct} 1 t masy mineralno-bitumicznej (w momencie jej wbudowania w jezdnię) określa się za pomocą wzoru

$$K_{jct} = K_{jc} + K_{jt} = \frac{K_{si}}{\pi \cdot q \cdot r^2} + \frac{2}{3} \cdot r \cdot \mu + K_{zi} + K_{st}, \tag{4.7}$$

czyli stanowi on sumę jednostkowych kosztów produkcji i transportu, określonych zależnościami (4.5) i (4.6).

W zależności (4.7) występuje suma dwóch funkcji - jednej malejącej i zdążającej do pewnej wartości stałej oraz drugiej, rosnącej nieograniczenie. Zależność (4.7) pozwala określić ekonomiczny promień r_o zasięgu danej wytwórni - z uwagi na koszt transportu.

4.5. Określenie r_e z uwagi na koszt transportu masy bitumicznej

Ekonomicznie uzasadnioną wartość r_e w km dla i-tej wytwórni określa się z zależności (4.7), licząc pierwszą pochodną względem r i przyrównując ją do zera. Otrzymuje się

$$r_e = \sqrt[3]{\frac{3K_{si}}{q \cdot \pi \cdot \mu}} \cong 0{,}98 \sqrt[3]{\frac{K_{si}}{q \cdot \mu}} \qquad (4.8)$$

Wartość r_e można wyznaczyć również za pomocą nomogramu przedstawionego na rysunku 4.1. Wartości liczbowe współczynnika μ zestawiono w tablicach 4.1 i 4.2.

Aby określić graficznie promień r_e dla przykładowych danych: q_{ks} = = 3,5 t, $K_{zł}$ = 11,0 zł/km ładowny, K_{si} = 1950000 zł/rok, q = 30 t/km^2, postąpimy następująco: zaznaczymy na osiach μ i K_{si} (rys. 4.1) punkty $\mu = K_{zł} : q_{ks}$ = 11,0:3,5 = 3,14 zł/tkm i K_{si} = 1950000 zł/rok; połączymy te punkty prostą, która przetnie oś $\alpha - \alpha$ w punkcie A; zaznaczymy na osi q punkt q = 30 t/km^2; prowadząc prostą q - A do przecięcia z osią r_e otrzymamy wartość r_e = 27 km.

Przy tak określonym promieniu zasięgu i-tej wytwórni można obliczyć wielkość X_{oie}, K_{jtc}, K_{jce} i K_{jcte} z zależności (4.1), (4.5), (4.6) i (4.7) przez podstawienie wartości r_e zamiast r.
Tak więc otrzyma się

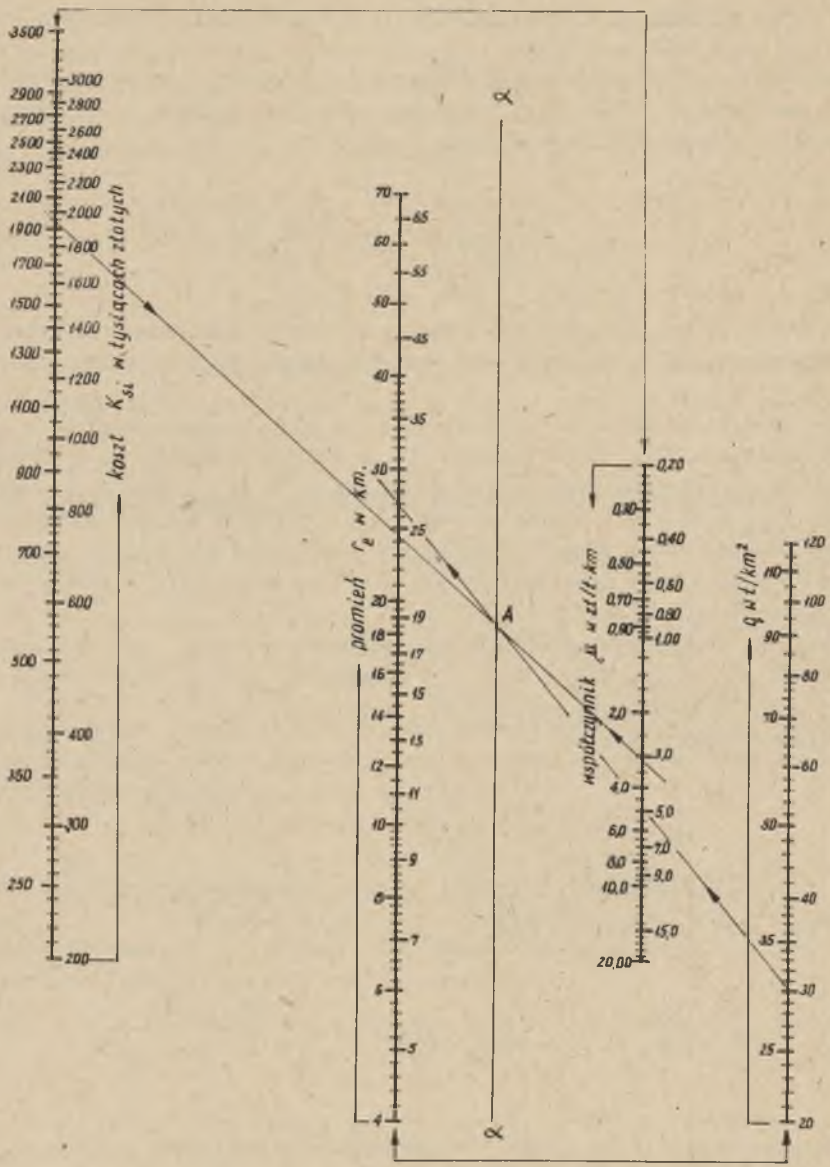
$$X_{oie} = \pi q \cdot r_e^2 = \pi q \left(\frac{3K_{si}}{\pi q \mu}\right)^{\frac{2}{3}} \cong 3{,}046 \left[q\left(\frac{K_{si}}{q}\right)^2\right]^{\frac{1}{3}} \qquad (4.9)$$

$$K_{jte} = \frac{2}{3}\mu r_e + K_{st} = \frac{2}{3}\mu\left(\frac{3K_{si}}{\pi q \mu}\right)^{\frac{1}{3}} + K_{si} \cong 0{,}66 \left(\frac{K_{si} \cdot \mu^2}{q}\right)^{\frac{1}{3}} + K_{st} \qquad (4.10)$$

$$K_{jce} = \frac{K_{si}}{X_{oie}} + K_{zi} = \frac{K_{si}}{\pi \cdot q r_e^2} + K_{zi} \cong 0{,}328 \left(\frac{K_{si}\mu^2}{q}\right)^{\frac{1}{3}} + K_{zi} \qquad (4.11)$$

$$K_{jcte} = K_{jce} + K_{jte} \cong 0{,}988 \left(\frac{K_{si}\mu^2}{q}\right) + K_{st} + K_{zi} \qquad (4.12)$$

W tablicy 4.3 zestawiono średnie wartości r_e, X_{oie}, K_{jte}, K_{jce} oraz K_{jcte} dla danych q_{ks}, μ_i, q, K_{si}, K_{zi} i K_{st} zmieniających się w przedziałach:



Rys. 4.1. Nomogram dla obliczenia promienia r_e

$$r_e = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot K_{si}}{\pi \cdot q \cdot \mu}} \quad , \quad km$$

Tablica 4.1

Zestawienie wartości liczbowych $K_{zł}$ oraz w zależności od ładowności $q_{łs}$ najczęściej stosowanych samochodów ciężarowych samowyładowczych produkcji krajowej i zagranicznej

Lp.	Nazwa i typ samochodu	Ładowność $q_{łs}$ t	Stawka za 1 km ładowny $K_{zł}$ zł/km	$K_{zł} : q_{łs} = \mu_i$ (i=1,2,...,8) zł/tkm
1	Star-20; ZIS-585	3,5	11,0	3,143
2	Star-25	4,0	11,0	2,750
3	ZIŁ-555	4,5	11,0	2,444
4	Star-28; MAZ-205; IFA W-501	5,0	10,0	2,200
5	Jelcz SHL 3W 317-821 Skoda 706 RTS	7,5	13,0	1,733
6	Tatra 138	12,24	19,0	1,552
7	Jelcz STEYER W 640 JW	17,50	24,0	1,371
8	STEYER 1490 Austria	20,70	29,0	1,400

Tablica 4.2

Opłaty przewozowe według Dziennika Taryf i Zarządzeń Kominikacyjnych - Rozdz. IV, § 2 [21](Załącznik do nr 11 z 1975 r. - obowiązuje od dnia 1.01.1976 r.)

Ładowność wywrotki $q_{łs}$, t	Stawka za 1 km ładowany wywrotki $K_{zł}$, zł/km	$K_{zł} : q_{łs} = \mu_i$ (i=1,2,...,8) zł/tkm
2 - 6	11,0	5,50 - 1,33
6 - 9	13,0	2,17 - 1,44
9 - 12	16,0	1,78 - 1,33
12 - 15	19,0	1,58 - 1,27
15 - 20	24,0	1,60 - 1,20
20 - 25	29,0	1,45 - 1,16
25 - 30	34,0	1,36 - 1,13
30	34,0	1,13
Stawka za przewiezienie 1 t masy bitumicznej kat. IIc K_{st} = 7 zł/t		

Tablica 4.3

Zestawienie średnich wartości liczbowych r_e, X_{oie}, K_{jte}, K_{jce}, K_{jcte} oraz typów wytwórni dla danych K_{si}, q_{ts}, μ_i oraz q

Lp	Wskaźniki ekonomiczne	q w t/km^2	q_{ts} t							
			3,5 ÷ 5,0	7,5 ÷ 20,7	3,5 ÷ 5,0	7,5 ÷ 20,7	3,5 ÷ 5,0	7,5 ÷ 20,7	3,5 ÷ 5,0	7,5 ÷ 20,7
			μ_i zł/tkm							
			3,113 ÷ 2,200	1,733 ÷ 1,400	3,113 ÷ 2,200	1,733 ÷ 1,400	3,113 ÷ 2,200	1,733 ÷ 1,400	3,113 ÷ 2,200	1,733 ÷ 1,400
			K_{si} = 0,35 mln zł/rok		K_{si} = 1,0 mln zł/rok		K_{si} = 1,95 mln zł/rok		K_{si} = 2,50 mln zł/rok	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	r_e km	25	16 ÷ 18	20 ÷ 21	23 ÷ 26	28 ÷ 30	29 ÷ 32	35 ÷ 38	31 ÷ 35	38 ÷ 41
		125	10 ÷ 11	11,6 ÷ 12,4	13 ÷ 15	16 ÷ 18	17 ÷ 19	21 ÷ 22	18 ÷ 21	22 ÷ 24
2	X_{oie} t/rok	25	20.600 ÷ 26.000	30.800 ÷ 35.300	41.500 ÷ 52.700	61.600 ÷ 71.200	64.700 ÷ 82.400	96.200 ÷ 111.000	76.500 ÷ 96.800	114.000 ÷ 131.600
		125	35.400 ÷ 45.000	52.800 ÷ 60.400	70.500 ÷ 89.500	105.600 ÷ 121.600	110.800 ÷ 140.300	165.000 ÷ 190.000	130.100 ÷ 166.600	195.300 ÷ 224.300
3	K_{jte} zł/t	25	41 ÷ 34	30 ÷ 27	55 ÷ 45	39 ÷ 35	67 ÷ 55	47 ÷ 42	72 ÷ 58	51 ÷ 45
		125	27 ÷ 23	20 ÷ 19	35 ÷ 29	26 ÷ 23	42 ÷ 35	31 ÷ 28	45 ÷ 37	33 ÷ 29
4	K_{jce} zł/t	25	467 ÷ 463	461 ÷ 460	474 ÷ 469	466 ÷ 464	480 ÷ 474	470 ÷ 468	483 ÷ 476	472 ÷ 469
		125	460 ÷ 458	457 ÷ 456	464 ÷ 461	454 ÷ 458	468 ÷ 464	462 ÷ 460	469 ÷ 465	463 ÷ 461
5	K_{jcte} zł/t	25	508 ÷ 497	491 ÷ 487	529 ÷ 514	505 ÷ 499	547 ÷ 529	517 ÷ 510	555 ÷ 534	523 ÷ 514
		125	487 ÷ 481	477 ÷ 475	499 ÷ 490	485 ÷ 481	510 ÷ 499	493 ÷ 488	514 ÷ 502	496 ÷ 490
typ wytwórni			25 t/h i 50 t/h		100 t/h		150 t/h		150 ÷ 200 t/h	

$3,5 \leqslant q_{zs} \leqslant 20,7$ t, $\qquad K_{zi} = 450$ zł/t,

$1,4 \leqslant \mu \leqslant 3,143$ zł/tkm, $\qquad K_{st} = 7,0$ zł/t,

$10 \leqslant q \leqslant 125$ t/km^2, $\qquad 0,35 \leqslant K_{si} \leqslant 2,5$ mln zł.

Z zestawionych w tablicy 4.3 wartości liczbowych wynika, że ekonomicznie uzasadniony promień zasięgu wytwórni, przy założonym jej typie, średnio rocznych kosztach stałych, ładowności i kosztach środków przewozowych oraz zapotrzebowaniu na masę mineralno-bitumiczną, zmienia się w naszych warunkach od $r_e = 10$ km do $r_e = 40$ km, a najekonomiczniejsze są wytwórnie o wydajności od 25 kt do 225 kt masy w ciągu jednego roku, co wymaga zainstalowania zespołów do wytwarzania mas o wydajności od 25 do 200 ton masy bitumicznej na godzinę.

5. OKREŚLENIE EKONOMICZNIE UZASADNIONEGO PROMIENIA ZASIĘGU WYTWÓRNI Z UWAGI NA SPADEK TEMPERATURY MASY BITUMICZNEJ

5.1. Dane ogólne

Na spadek temperatury masy mineralno-asfaltowej wpływa duża liczba czynników stosunkowo trudnych do ujęcia analitycznego. Z tego też względu w statystycznym badaniu tego procesu uwzględniono ograniczoną liczbę najważniejszych czynników, a mianowicie:

- temperaturę otoczenia,
- wilgotność powietrza,
- prędkość wiatru i jazdy,
- temperaturę masy w wytwórni (bezpośrednio przed wysyłką),
- czas i odległość transportu masy.

Z analizy statystycznej i teoretycznej temperatury masy transportowanej z wytwórni do miejsc jej wbudowania, a także z praktyki wynika jednoznacznie, że przy niskich temperaturach otoczenia oraz silnych wiatrach i dużej wilgotności względnej powietrza, co ma miejsce wczesną wiosną i późną jesienią, wytwarza się przy powierzchni bryły transportowanej masy warstwa skorupy o grubości 6÷10 cm o temperaturze od 10÷120°C. Spadek temperatury w masie pod tą skorupą jest znikomy.

Wspomniana skorupa jest w pewnym sensie warstwą izolującą masę mineralno-asfaltową przed dalszym nadmiernym spadkiem temperatury, ale sama - z uwagi na nadmierne jej ochłodzenie - nie nadaje się do wbudowania w jezdnię. Grubość skorupy nie jest zależna od ładowności środka transportowego.

Miarodajne - z uwagi na spadek temperatury masy mineralno-asfaltowej, transportowanej z wytwórni do miejsc jej wbudowania - są punkty znajdujące się w odległości 4 cm od powierzchni masy (rys. 5.1). Na tej głębokości można - z wystarczającą dla celów praktycznych dokładnością - określić temperaturę oraz ekonomicznie uzasadniony promień zasięgu wytwórni metodą regresji wielokrotnej liniowej.

5.2. Określenie temperatury masy mineralno-asfaltowej za pomocą regresji wielokrotnej liniowej

Spadek temperatury masy w czasie transportu z wytwórni do miejsc jej wbudowania w jezdnię, zależny od wymienionych poprzednio czynników, określ-

la się z wystarczającą dla celów praktycznych dokładnością z ogólnego równania regresji wielokrotnej liniowej

$$t_r = a_1 \cdot t_o + a_2 \cdot w_p + a_3 \, v_p + a_4 \cdot t_{pm} + a_5 \cdot v_j + a_6 \cdot R + a_0, \qquad (5.1)$$

w którym:

t_r - temperatura obliczeniowa masy mineralno-asfaltowej w punktach jej wbudowania, tj. temperatura początku wałowania masy (zgodnie z PN-74/ S-96022 przyjmuje się $120 \leq t_r \leq 135^oC$),

$a_1, a_2, \ldots a_6, a_o$ - współczynniki regresji, które określono metodą najmniejszych kwadratów dla prób o liczebności n = 58 (pomiarów dokonanych na głębokości 4 cm od powierzchni bryły masy),

t_o - temperatura otoczenia (powietrza otaczającego masę mineralno-asfaltową transportowaną z wytwórni do miejsc jej wbudowania), ^oC,

w_p - wilgotność powietrza otaczającego masę transportowaną, wyrażona w setnych (liczba niemianowana),

v_p - prędkość wiatru, m/s,

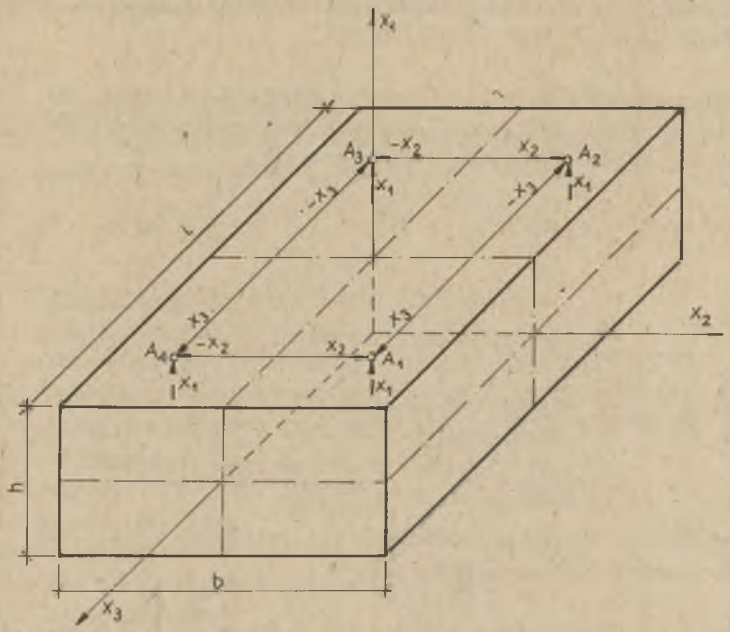
t_{pm} - temperatura początkowa dla $\tau = 0$, którą przyjmuje się jednakową dla całej masy mineralno-asfaltowej w wytwórni bezpośrednio przed wysyłką; zgodnie z PN-74/S-96022 przyjmuje się $145 \leq t_{pm} \leq 170^oC$,

v_j - prędkość jazdy środka transportującego masę; przyjmuje się $5,5 \leq v_j \leq 13,89$ m/s $(25 \leq v_j \leq 50$ km/h),

R - promień zasięgu wytwórni z uwagi na czas stygnięcia masy mineralno-asfaltowej podczas jej transportu z wytwórni do miejsc wbudowania w jezdnię, km.

Uzyskane wartości liczbowe współczynników regresji $a_1, a_2, \ldots a_6$ i a_o widoczne są w funkcji regresji o postaci:

$$t_r = 1,3732 \cdot t_o + 16,2289 \cdot w_p - 0,0117 \cdot v_p + 0,5094 \cdot t_{pm} + 0,0414 \cdot v_j - 0,7977 \cdot R + 32,3114, \qquad (5.2)$$



Dla układu symetrycznego zależność pomiędzy współrzędnymi punktów A_1, A_2, A_3, A_4 wyraża się następująco:

$$A_1(x_1, x_2, x_3);\ A_2(x_1, x_2, -x_3);\ A_3(x_1, -x_2, -x_3);\ A_4(x_1, -x_2, x_3)$$

Škoda 706, Star 20 i 28, Ifa W501, Zil 555 oraz podobne typy wywrotek	A (0,26 ; 0,50 ; 0,90)
Jelcz, STEYER W 640, STEYER 1490 oraz podobne typy wywrotek	A (0,36 ; 0,60 ; 1,30)

Rys. 5.1. Graficzne przedstawienie rozmieszczenia punktów pomiaru spadku temperatury mas mineralno-asfaltowych transportowanych z wytwórni do miejsc ich wbudowania w jezdnię

5.3. Określenie ekonomicznie uzasadnionego promienia zasięgu wytwórni metodą regresji wielokrotnej liniowej

Ekonomicznie uzasadniony promień zasięgu wytwórni, z uwagi na spadek temperatury, określa się podobnie jak spadek temperatury omówiony w punkcie 5.2 z ogólnego równania regresji, a mianowicie

$$R_r = b_1 \cdot t_o + b_2 \cdot w_p + b_3 \cdot v_p + b_4 \cdot t_{pm} + b_5 \cdot v_j + b_6 \cdot t_r + b_o, \quad (5.3)$$

w którym:

R_r - promień zasięgu wytwórni z uwagi na spadek temperatury, km,

$b_1, b_2, \ldots, b_6$ i b_o - współczynniki regresji, które określono metodą najmniejszych kwadratów dla prób o liczebności n= = 58 (pomiarów dokonanych na głębokości 4 cm od powierzchni bryły masy).

Uzyskane wielkości liczbowe współczynników regresji $b_1, b_2, \ldots b_6$ i b_o widoczne są w funkcji regresji o postaci:

$$R_r = 1{,}6695 \cdot t_o + 19{,}8211 \cdot w_p - 0{,}1096 \cdot v_p + 0{,}6224 \cdot t_{pm} + 0{,}0944 \cdot v_j - 1{,}2240 \cdot t_r + 40{,}6235, \quad (5.4)$$

gdzie oznaczenia są takie same jak we wzorach poprzednich.

6. CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁÓW IZOLACYJNYCH ORAZ METODA DOBORU IZOLACJI CIEPLNEJ ZABEZPIECZAJĄCEJ MASĘ MINERALNO-ASFALTOWĄ PRZED NADMIERNYM SPADKIEM TEMPERATURY W CZASIE TRANSPORTU Z WYTWÓRNI DO MIEJSC JEJ WBUDOWANIA

6.1. Charakterystyka materiałów izolacyjnych

Do podstawowych cech, jakie powinny charakteryzować dobre materiały izolacyjne stosowane do zabezpieczania masy mineralno-asfaltowej przed nadmiernym spadkiem temperatury w czasie transportu z wytwórni do miejsc jej wbudowania, należą:

- mała wartość liczbowa współczynnika przewodności cieplnej,
- mała gęstość pozorna,
- duża wytrzymałość,
- odporność na działanie wyższych temperatur,
- dobra obrabialność,
- obojętność chemiczna w stosunku do osłanianej masy mineralno-asfaltowej i materiału skrzyni,
- odporność na działanie atmosferyczne (powodujące nawilgocenie, skurcz, pęcznienie).

Materiałami wyjściowymi najbardziej nadającymi się do produkcji pokrowców izolujących masę mineralną przed utratą ciepła - przy niskich temperaturach otoczenia w czasie transportu z wytwórni do miejsc jej wbudowania - są tkaniny impregnowane oraz waty, wełny i bawełna. Jeśli chodzi o tkaniny, to do najważniejszych należą:

- jedwabie (z odpadów),
- roślinne (konopne, lniane, bawełniane itp.),
- wełniane (filce itp.),
- włosienne i inne.

Wyroby te łatwo przyjmują kształt nierównych powierzchni izolowanej masy mineralno-asfaltowej i pojazdów. Średnie wartości liczbowe cech fizycznych tkanin izolacyjnych oraz wełny i waty zestawiono w tablicy 6.1.

Tablica 6.1

Zestawienie średnich wartości gęstości ρ_{ic}, ciepła właściwego c_{ic}, przewodności cieplnej λ_{ic} i współczynnika przewodzenia temperatury a_{ic} dla materiałów izolacyjnych

Lp.	Nazwa materiału izolacyjnego	t_{pm} °C	ρ_{ic} kg/m^3	c_{ic} $\frac{kJ}{kg.deg}$	λ_{ic} $\frac{W}{m.deg}$	$a_{ic}\cdot10^{-6}$ m^2/s
1	Tkaniny jedwabne	20	58	1,38	0,036	0,439
2	Tkaniny z włókna organicznego	-	155	1,758	0,038	-
3	Wata, wełna oraz tkaniny bawełniane i wełniane	20	50	1,750	0,0582	0,667
4	Wełna i tkaniny wełniane	20	240	1,34	0,0524	0,163
5	Wełna mineralna i tkaniny	50	200	0,922	0,0558	0,305
6	Wata szklana	25	100	0,96	0,0326	0,3988
7	Wata żużlowa	20	100	0,741	0,0465	0,6165

6.2. Metoda doboru izolacji cieplnej dla masy mineralno-asfaltowej transportowanej z wytwórni do miejsc jej wbudowania

Dla przyjętego układu przedstawionego na rysunku 6.1 w postaci płaskich warstw, ważne są wzory [5], [13]:

$$q_{sc} = \frac{\lambda_{pm}}{S_m}(t_{pm} - t_1), \tag{6.1a}$$

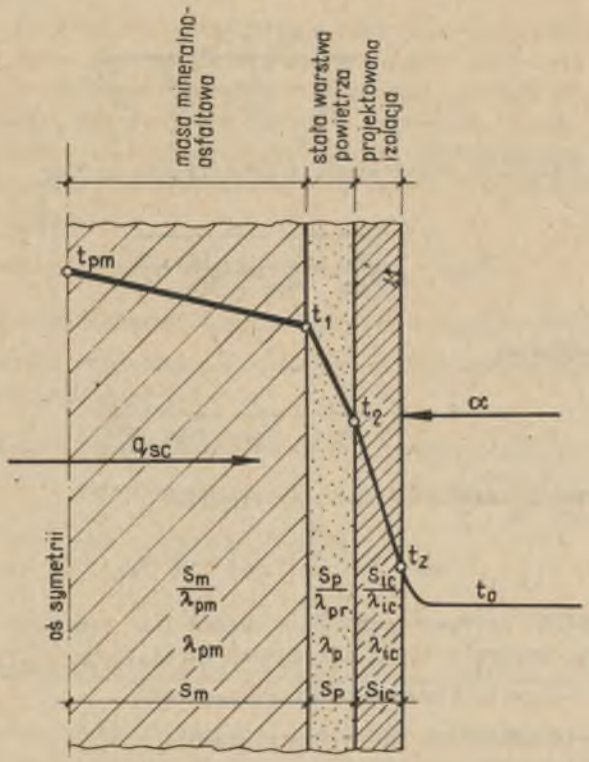
$$q_{sc} = \frac{\lambda_{pr}}{S_p}(t_1 - t_2), \tag{6.1b}$$

$$q_{sc} = \frac{\lambda_{ic}}{S_{ic}}(t_2 - t_z), \tag{6.1c}$$

$$q_{sc} = \alpha(t_z - t_o). \tag{6.1d}$$

Z zależności (6.1) określa się zmiany temperatury w każdej warstwie układu, a mianowicie:

$$t_1 = t_o - q_{sc}\frac{S_m}{\lambda_{pm}}, \tag{6.2a}$$



Rys. 6.1. Schemat układu przenikania ciepła w ruchu nieustalonym

$$t_2 = t_1 - q_{sc} \frac{s_p}{\lambda_{pr}}, \tag{6.2b}$$

$$t_z = t_2 - q_{sc} \frac{s_{ic}}{\lambda_{ic}}, \tag{6.2c}$$

$$t_o = t_z - q_{sc} \frac{1}{\alpha}. \tag{6.2d}$$

Suma spadków temperatury w każdej warstwie stanowi całkowitą różnicę temperatury. Po dodaniu lewych i prawych stron równań (6.2) okazuje się, że

$$t_{pm} - t_p = q_{sc} \left(\frac{s_m}{\lambda_{pm}} + \frac{s_p}{\lambda_{pr}} + \frac{s_{ic}}{\lambda_{ic}} + \frac{1}{\alpha}\right). \tag{6.3}$$

Z zależności (6.3) określa się gęstość strumienia cieplnego

$$q_{sc} = \frac{t_{pm} - t_o}{\frac{S_m}{\lambda_{pm}} + \frac{S_p}{\lambda_{pr}} + \frac{S_{ic}}{\lambda_{ic}} + \frac{1}{\alpha}}. \qquad (6.4)$$

Korzystając z pojęcia współczynnika przenikania ciepła

$$k = \frac{1}{\frac{S_m}{\lambda_{pm}} + \frac{S_p}{\lambda_{pr}} + \frac{S_{ic}}{\lambda_{ic}} + \frac{1}{\alpha}}, \qquad (6.5)$$

lub oporu cieplnego

$$R = \frac{1}{k} = \frac{S_m}{\lambda_{pm}} + \frac{S_p}{\lambda_{pr}} + \frac{S_{ic}}{\lambda_{ic}} + \frac{1}{\alpha}, \qquad (6.6)$$

można przedstawić zależność (6.4) następująco

$$q_{sc} = k\,(t_{pm} - t_o) = \frac{1}{R}\,(t_{pm} - t_o). \qquad (6.7)$$

Chcąc określić krórąś z temperatur układu lub grubość poszczególnych warstw układu, korzysta się z zależności od (6.1) do (6.7), w których:

q_{sc} - gęstość strumienia cieplnego, w/m^2,

t_{pm} i t_o - temperatury jak w rozdziałach 4 i 5,

t_1 - temperatury powierzchni masy mineralno-asfaltowej i powietrza w przekroju rozgraniczającym te warstwy (za t_1 przyjmuje się temperaturę rozpoczęcia zagęszczania, czyli wałowania masy mineralno-asfaltowej), ^oC,

t_2 - temperatura na styku warstwy powietrza i izolacji cieplnej (pokrowca izolującego), ^oC,

t_z - zewnętrzna temperatura powierzchni izolacji cieplnej i otoczenia, ^oC,

α - współczynnik przejmowaniaci epła, $\frac{W}{m^2.deg}$,

$\frac{1}{\alpha}$ - współczynnik oporu przejmowania ciepła, $\frac{m^2.deg}{W}$,

S_m - odległość powierzchni masy mineralno-asfaltowej od płaszczyzny współrzędnych (połowa grubości warstwy masy dla przyjętego typu samochodu-wywrotki), m,

λ_{pm} - współczynnik przewodności cieplnej masy, $\frac{W}{m.deg}$,

$\frac{S_m}{\lambda_{pm}}$ - opór cieplny masy, $\frac{m^2.deg}{W}$,

S_p - grubość warstwy powietrza między masą mineralno-asfaltową a izolacją cieplną (przyjmuje się stałą warstwę powietrza dla wszystkich typów wywrotek o średniej grubości S_p = 0,10 m),

λ_{pr} - współczynnik przewodzenia ciepła w powietrzu, czyli tzw. równoważny współczynnik przewodności ciepła powietrza (wg Michiejewa [13] przyjmuje się przy stałej grubości S_p = 0,10 m, λ_{pr} = = 0,233 $\frac{W}{m.deg}$),

$\frac{S_p}{\lambda_{pr}}$ - tzw. równoważny opór cieplny powietrza, $\frac{m^2.deg}{W}$,

S_{ic} - nieznana (poszukiwana) grubość warstwy izolacji cieplnej, m,

λ_{ic} - współczynnik przewodzenia cieplnego projektowanej warstwy izolacyji cieplnej, $\frac{W}{m.deg}$,

$\frac{S_{ic}}{\lambda_{ic}}$ - opór cieplny projektowanej warstwy izolacji cieplnej, $\frac{m^2.deg}{W}$,

k - współczynnik przenikania ciepła całego układu, $\frac{W}{m^2.deg}$,

$\frac{1}{k}$ - opór cieplny całego układu, $\frac{m^2.deg}{W}$.

6.3. Tok postępowania przy określaniu grubości izolacji cieplnej

W celu określenia grubości izolacji cieplnej, zabezpieczającej masę mineralno-asfaltową przed utratą ciepła, postępuje się następująco:

1. Ustala się właściwości fizyczne transportowanej masy mineralno-asfaltowej i parametry wyjściowe, a mianowicie:
   - temperaturę początkową t_{pm} i temperaturę końcową t_1, które przyjmuje się zgodnie z PN-74/S-96022,
   - wartości współczynnika λ_{pm} i oporu $\frac{S_p}{\lambda_{pm}}$,
   - typ środka transportującego - wywrotki, co pozwala określić S_m= 0,5h skrzyni wywrotki (z tabl. 6.2),
   - wartości S_p, λ_{pr} i $\frac{S_p}{\lambda_{pr}}$ charakteryzujące warstwę powietrza,
   - wartość współczynnika λ_{ic} dla warstwy izolacyjnej,
   - temperaturę zewnętrznej powierzchni izolacji t_z, którą przyjmuje się wstępnie jako równą temperaturze otoczenia ($t_z = t_o$),
   - temperaturę wewnętrzną izolacji cieplnej t_2 (między warstwą powietrza a izolacją), którą przyjmuje się jako średnią arytmetyczną temperatur t_1 i t_z, czyli $t_2 = 0,5\ (t_1 + t_z)$,
   - wartości współczynnika α określa się za pomocą wzoru empirycznego

$$\alpha = 0,032\ \frac{\lambda_p . v^{0,8} . l^{-0,2}}{v_p^{0,8}} \qquad (6.8)$$

lub odczytuje się z tablicy 6.3 opracowanej za pomocą EMC "Mińsk-32".

Znaczenie symboli występujących we wzorze (6.8) przedstawia się następująco:

λ_p i ν_p - współczynnik przewodzenia ciepła i kinematyczna lepkość powietrza, które przyjmuje się z tablicy 6.4; dla temperatury powietrza $0 \leq t_o \leq 25^oC$ - $2{,}373 \cdot 10^{-2} \leq \lambda_p \leq 2{,}559 \cdot 10^{-2}$, $13{,}7 \cdot 10^{-6} \leq \nu_p \leq 16{,}2 \cdot 10^{-6}$,

v_o - prędkość wiatru, przyjmuje się jako równoważną prędkość transportowanej masy mineralno-asfaltowej z wytwórni do miejsca jej wbudowania, czyli prędkość eksploatacyjną $5{,}5 \leq v_o \leq 18{,}89$ m/s ($20 \leq v_o \leq 50$ km/h),

l - długość charakterystyczna skrzyni wywrotki przyjmowana z tablicy 6.2.

Jak łatwo zauważyć, przy transporcie mas mineralno-asfaltowych z wytwórni do miejsc ich wbudowania, zachodzi zjawisko wymuszonego i burzliwego ruchu powietrza ($Re_{kr} > 4{,}85 \cdot 10^5$).

Wzór (6.8) nie uwzględnia wpływu początkowej burzliwości strumienia oraz chropowatości płyty φ.

2. Oblicza się wstępnie grubość izolacji cieplnej S_{ic} z (6.1c) na podstawie danych t_{pm}, t_1 i t_z oraz $\frac{S_m}{\lambda_{pm}}$, $\frac{S_p}{\lambda_{pr}}$ i λ_{ic}. Przed tym trzeba wyznaczyć q_{sc} z wzoru (6.1a) i t_2 z wzoru (6.1b).

3. Sprawdza się temperatury t_1, t_2 i t_z. W tym celu korzysta się z wzoru (6.5) lub (6.6), wyznaczając współczynnik przenikania ciepła k lub opór cieplny $\frac{1}{k}$, po czym z wzoru (6.7) gęstość strumienia cieplnego q_{sc}, a w końcu wyznacza się temperatury t_1, t_2 i t_z z wzorów (6.2).

   Jeśli wartości tych temperatur różnią się zbytnio od wartości normowych, to należy obliczenia powtórzyć, aż różnice pomiędzy temperaturami obliczonymi a temperaturami normowymi będą się mieścić w ustalonej tolerancji.

4. Oblicza się grubość izolacji cieplnej S_{ic} dla przyjętego układu (rys. 6.1) bezpośrednio z wzoru (6.1c) lub (6.2c).

Badania i analiza wartości (w najbardziej niekorzystnych warunkach klimatycznych) spadku temperatury masy mineralno-asfaltowej (bez izolacji cieplnej i z izolacją), w czasie transportu z wytwórni do miejsc jej wbudowania, pozwalają ustalić średnie wartości S_{ic}, a mianowicie przy:

$$0 \leq t_o \leq 10^oC,$$

$$35 \leq \alpha \leq 50 \ \frac{W}{m^2 \cdot deg},$$

$$0{,}032 \leq \lambda_{ic} \leq 0{,}0582 \ \frac{W}{m \cdot deg},$$

średnia grubość warstwy izolacji cieplnej mieści się w przedziale:

$$0{,}02 \leq S_{ic} \leq 0{,}03 \text{ m.}$$

Z uwagi na właściwości termiczne pokrowców izolujących masę mineralno-asfaltową przed utratą ciepła i zapobiegających tworzeniu się skorupy przypowierzchniowej oraz ze względu na ich produkcję, proponuje się przyjęcie uniwersalnego pokrowca o średniej grubości

$$S_{ic} = 0{,}03 \text{ m} = 3 \text{ cm.}$$

Pokrowce takie powinny być lekkie, proste w użyciu i łatwe w wykonaniu. Proponuje się wykonanie tego typu pokrowców z podwójnej cienkiej tkaniny impregnowanej (tzw. brezentu) z wypełnieniem (pikowaniem) watą, bawełną surową lub wełną. Są one stosunkowo łatwe do wykonania i montażu na samochodach-wywrotkach. Wszystkie surowce potrzebne do ich produkcji są powszechnie dostępne na rynku krajowym.

Tablica 6.2

Zestawienie typów pojazdów, charakterystycznych wymiarów pomieszczenia ładunkowego oraz współrzędnych określających położenie badanego punktu

Škoda 706, Star 20; 28, Zil-555 Ifa W 501 i podobne typy wywrotek			Jelcz STEYER W 640, Steyer 1490 i podobne typy wywrotek		
Charakterystyczne wymiary pomieszczenia ładunkowego, w m					
h = 0,5 ÷ 0,6	b = 2,20	l = 3,60	h = 0,75 ÷ 0,85	b = 2,40	l = 4,60
Odległość powierzchni masy mineralno-asfaltowej od płaszczyzny osi masy (połowa grubości), w m					
$S_{m1} = 0{,}30$	$S_{m2} = 1{,}10$	$S_{m3} = 1{,}80$	$S_{m1} = 0{,}40$	$S_{m2} = 1{,}20$	$S_{m3} = 2{,}30$
Współrzędne określające położenie badanego punktu w m					
1	2	3	4	5	6
$x_1 = 0{,}18$ $x_1 = 0{,}22$ $x_1 = 0{,}26$ $x_1 = S_{m1} = 0{,}30$	$x_2 = 0{,}50$ $x_2 = 0{,}80$ $x_2 = S_{m2} = 1{,}10$	$x_3 = 0{,}90$ $x_3 = 1{,}35$ $x_3 = S_{m3} = 1{,}80$	$x_1 = 0{,}28$ $x_1 = 0{,}32$ $x_1 = 0{,}36$ $x_1 = S_{m1} = 0{,}40$	$x_2 = 0{,}60$ $x_2 = 0{,}90$ $x_2 = S_{m2} = 1{,}20$	$x_3 = 0{,}80$ $x_3 = 1{,}50$ $x_3 = S_{m3} = 2{,}30$

Uwzględniając gęstość materiałów używanych do produkcji pokrowców można przyjąć, że całkowita masa pokrowca izolującego masę mineralno-asfaltową w skrzyni samochodu, wyniesie od 60 do 80 kg. Czynności obsługowe, związane z naciąganiem pokrowca, mogą być wykonywane ręcznie. Pożądane byłoby jednak zmechanizowanie tych czynności.

Tablica 6.3

Wartości współczynnika przejmowania ciepła α obliczone za pomocą wzoru

$$\alpha = 0{,}32 \cdot \frac{\lambda_p \cdot V_o^{0,8} \cdot L^{0,2}}{\nu_p^{0,8}}$$

l [m]	V_0 prędkość jazdy w m/s (km/h)												
	5.55 (20)	6.94 (25)	8.33 (30)	9.72 (35)	11.11 (40)	12.50 (45)	13.99 (50)	5.55 (20)	6.94 (25)	8.33 (30)	9.72 (35)	11.11 (40)	12.50 (45)	13.99 (50)
	$t_0 = 0°C$, $\lambda_p = 0{,}02373 \frac{W}{m\,deg}$, $\nu_p = 13{,}7\,10^{-6} \frac{W}{m^2\,deg}$							$t_0 = 15°C$, $\lambda_p = 0{,}2489 \frac{W}{m\,deg}$, $\nu_p = 15{,}2\,10^{-5} \frac{W}{m^2\,deg}$						
0,25	30,67	36,68	42,45	48,03	53,45	58,74	63,91	29,61	35,41	40,98	46,37	51,60	56,71	61,70
0,50	26,70	31,94	36,96	41,81	46,53	51,14	55,64	25,78	30,83	35,68	40,37	44,92	49,36	53,71
0,75	24,63	29,45	34,07	38,55	42,90	47,15	51,30	23,77	28,42	32,90	37,22	41,43	45,52	49,52
1,00	23,25	27,81	32,17	36,40	40,51	44,52	48,44	22,45	26,84	31,06	35,13	39,10	42,97	46,75
1,5	21,43	25,63	29,67	33,56	37,36	41,05	44,66	20,70	24,75	28,64	32,40	36,06	39,62	43,11
2,0	20,24	24,20	28,00	31,69	35,26	38,75	42,16	19,54	23,36	27,04	30,59	34,04	37,41	40,71
2,5	19,35	23,14	26,78	30,31	33,72	37,06	40,32	18,69	22,34	25,85	29,26	32,55	35,77	38,93
3,0	18,67	22,32	25,83	29,23	32,52	35,74	38,88	18,01	21,54	24,93	28,20	31,39	34,49	37,53
3,5	18,09	21,64	25,04	28,33	31,53	34,65	37,70	17,47	20,89	24,18	27,35	30,44	33,45	36,39
4,0	17,62	21,07	24,39	27,59	30,70	33,74	36,70	17,01	20,34	23,54	26,63	29,63	32,56	35,44
4,5	17,21	20,57	23,82	26,95	29,98	32,95	35,86	16,62	19,86	22,95	26,02	28,95	31,81	34,61
5,0	16,85	20,15	23,32	26,39	29,37	32,26	35,10	16,27	19,46	22,52	25,47	28,34	31,15	33,89
	$t_0 = 5°C$, $\lambda_p = 0{,}02419 \frac{W}{m\,deg}$, $\nu_p = 14{,}2\,10^{-6} \frac{W}{m^2\,deg}$							$t_0 = 20°C$, $\lambda_p = 0{,}02524 \frac{W}{m\,deg}$, $\nu_p = 15{,}7\,10^{-6} \frac{W}{m^2\,deg}$						
0,25	30,40	36,34	42,07	47,59	52,96	58,20	63,31	29,26	34,99	40,50	45,81	50,99	56,08	60,96
0,50	26,46	31,65	36,62	41,43	46,10	50,66	55,13	25,47	30,46	35,25	39,88	44,39	48,78	53,07
0,75	24,40	29,78	33,76	38,20	42,51	46,72	50,83	23,49	28,09	32,51	36,77	40,93	44,97	48,94
1,00	23,04	27,54	31,88	36,06	40,14	44,10	47,99	22,18	26,52	30,69	34,75	38,63	42,46	46,19
1,5	21,24	25,40	29,39	33,26	37,00	40,67	44,25	20,45	24,46	28,30	32,02	35,63	39,16	42,60
2,0	20,05	23,98	27,75	31,40	34,94	38,39	41,77	19,31	23,09	26,71	30,23	33,63	39,96	40,22
2,5	19,18	22,93	26,54	30,03	33,41	36,72	39,95	18,47	22,07	25,55	28,91	32,17	35,36	38,46
3,0	18,49	22,11	25,59	28,95	24,07	35,10	38,52	17,81	21,28	24,63	27,88	31,02	34,09	37,09
3,5	17,93	21,45	24,81	28,07	32,24	34,33	37,56	17,26	20,64	23,89	27,03	30,08	33,05	35,96
4,0	17,46	20,88	24,16	27,33	30,41	33,45	36,37	16,81	20,10	23,26	26,32	29,28	32,18	35,02
4,5	17,05	20,39	23,60	26,69	29,71	32,65	35,52	16,42	19,63	22,71	25,70	28,60	31,44	34,19
5,0	16,70	19,97	23,11	26,14	29,09	31,97	34,79	16,07	19,22	22,25	25,17	28,01	30,77	33,48
	$t_0 = 10°C$, $\lambda_p = 0{,}02454 \frac{W}{m\,deg}$, $\nu_p = 14{,}7\,10^{-6} \frac{W}{m^2\,deg}$							$t_0 = 25°C$, $\lambda_p = 0{,}02559 \frac{W}{m\,deg}$, $\nu_p = 16{,}2\,10^{-6} \frac{W}{m^2\,deg}$						
0,25	29,99	35,87	41,51	46,96	52,25	57,43	62,48	28,94	34,60	40,04	45,30	50,42	55,39	60,27
0,50	26,11	31,23	36,13	40,88	45,49	49,99	54,39	25,19	30,12	34,86	39,44	43,88	48,23	52,47
0,75	24,07	28,78	33,32	37,69	41,95	46,10	50,15	23,23	27,77	32,15	36,67	40,47	44,47	48,38
1,0	22,75	27,18	31,46	35,59	39,60	43,52	47,35	21,92	26,21	30,34	34,33	38,20	41,98	45,68
1,5	20,96	25,06	29,01	32,82	36,52	40,14	43,66	20,22	24,18	27,98	31,66	35,23	38,72	42,12
2,0	19,78	23,66	27,37	30,98	34,47	37,89	41,22	19,08	22,83	26,41	29,89	33,26	36,55	39,76
2,5	18,92	22,63	26,19	29,63	32,97	36,23	39,43	18,26	21,83	25,26	28,59	31,81	34,95	38,03
3,0	18,25	21,82	25,25	28,56	31,78	34,92	38,01	17,60	21,05	24,35	27,56	30,67	33,70	36,67
3,5	17,69	21,15	24,48	27,70	30,83	33,88	36,86	17,07	20,41	23,62	26,73	29,74	32,68	35,55
4,0	17,22	20,60	23,84	26,97	30,02	32,98	35,89	16,62	19,88	22,99	26,02	28,96	31,82	34,62
4,5	16,83	20,12	23,28	26,34	29,32	32,22	35,05	16,24	19,41	22,46	25,41	28,28	31,08	33,81
5,0	16,48	19,70	22,79	25,80	28,70	31,54	34,32	15,89	19,00	21,99	24,88	27,69	30,42	33,11

Tablica 6.4

Wartości liczbowe parametrów fizycznych powietrza suchego przy p = 1 kg/cm^2 (wg Michiejewa, Zasady wymiany ciepła, 1953)

t °C	ϱ_p kg/m^3	c_p kcal/kg deg	$\lambda_p \cdot 10^{-2}$ kcal/m.h.deg	$a_p \cdot 10^{-2}$ m^2/h	$\mu_p \cdot 10^{-6}$ kg s/m^2	$\nu_p \cdot 10^{-6}$ m^2/s
0	1,252	0,241	2,04	6,75	1,75	13,70
10	1,206	0,241	2,11	7,24	1,81	14,70
20	1,164	0,242	2,17	7,66	1,86	15,70
30	1,127	0,242	2,22	8,14	1,91	16,61
40	1,092	0,242	2,28	8,65	1,96	17,60
50	1,058	0,243	2,34	9,14	2,00	18,60
60	1,025	0,243	2,41	9,65	2,05	19,60
70	0,996	0,243	2,46	10,18	2,08	20,45
80	0,963	0,244	2,52	10,65	2,14	21,70
90	0,942	0,244	2,58	11,25	2,20	22,90
100	0,916	0,244	2,64	11,80	2,22	23,75
120	0,870	0,245	2,75	12,90	2,32	26,20
140	0,827	0,245	2,86	14,10	2,40	28,45
160	0,789	0,246	2,96	15,25	2,46	30,60
180	0,755	0,247	3,07	16,50	2,55	33,17
200	0,723	0,247	3,18	17,80	2,64	35,52

Przeliczenie na SI: 1 kcal/kg.deg = 4186,8 W.s/kg.deg,
1 kcal/m.h.deg = 1,163 W/m.deg,
1 m^2/h = 0,00027778 m^2/s.

6.4. Przykład obliczenia grubości izolacji cieplnej S_{ic} oraz temperatury masy mineralno-asfaltowej, transportowanej na odległość 45 km z wytwórni do miejsca jej wbudowania w jezdnię samochodem-wywrotka typu Star-28

6.4.1. Dane

$t_{pm} = 155^oC$, $t_o = +5^oC$, $v_j = 12,6$ m/s,

$S_m = 0,30$ m, $\lambda_{pm} = 1,910 \frac{W}{m.deg}$, $\frac{S_m}{\lambda_{pm}} = 0,157 \frac{m^2.deg}{W}$,

$\alpha = 50 \frac{W}{m^2.deg}$, $\frac{1}{\alpha} = 0,02 \frac{m^2.deg}{W}$ (przy $v_j = 12,60$ m/s).

$S_p = 0,10$ m, $\lambda_{pr} = 0,233 \frac{W}{m.deg}$, $\frac{S_p}{\lambda_{pr}} = 0,429 \frac{m^2.deg}{W}$,

$\lambda_{ic} = 0,0582 \frac{W}{m.deg}$,

$t_z = t_o + 5^oC$, $t_1 = 135^oC$, $t_2 = 0,5\ (t_1 + t_z) = 70^oC$.

6.4.2. Obliczenie grubości izolacji cieplnej S_{ic}

a) z zależności (6.1a) określa się q_{sc}, czyli

$$q_{sc} = \frac{\lambda_{pm}}{S_m} (t_{pm} - t_1) = \frac{1,91}{0,30} (155 - 135) = 127,34 \frac{W}{m^2},$$

b) z zależności (6.2b) określa się

$$t_2 = t_1 - q_{sc} \frac{S_p}{\lambda_{pr}} = 135 - 127,34 \cdot 0,429 = 80,37^oC,$$

c) z zależności (6.2c) wynika

$$S_{ic} = \frac{\lambda_{ic}(t_2 - t_z)}{q_{sc}} = \frac{0,0582\ (80,37 - 5)}{127,34} = 0,034 \text{ m}.$$

6.4.3. Obliczenie temperatury poszczególnych warstw układu

Dla określenia średnich wartości temperatur t_1, t_2 oraz t_z przyjmuje się grubość izolacji cieplnej $S_{ic} = 0,03$ m.

a) z zależności (6.5) i (6.6):

$$k = \frac{1}{\frac{S_m}{\lambda_{pm}} + \frac{S_p}{\lambda_{pr}} + \frac{S_{ic}}{\lambda_{ic}} + \frac{1}{\alpha}} = \frac{1}{\frac{0,30}{1,91} + \frac{0,10}{0,233} + \frac{0,03}{0,0582} + \frac{1}{50}} =$$

$$= \frac{1}{0,157 + 0,429 + 0,516 + 0,02} = \frac{1}{1,122} = 0,891 \frac{W}{m^2.deg},$$

oraz

$$\frac{1}{k} = \frac{S_m}{\lambda_{pm}} + \frac{S_p}{\lambda_{pr}} + \frac{S_{ic}}{\lambda_{ic}} + \frac{1}{\alpha} = 0,157 + 0,429 + 0,516 + 0,02 = 1,122 \frac{m^2.deg}{W},$$

b) z zależności (6.7) otrzymuje się

$$q_{sc} = k\ (t_{pm} - t_o) = 0,891\ (155 - 5) = 133,65 \frac{W}{m^2.deg},$$

c) z zależności (6.2) określa się:

$$t_1 = t_{pm} - q_{sc} \frac{S_m}{\lambda_{pm}} = 155 - 133,65.0,157 = 134,02^{o}C,$$

$$t_2 = t_1 - q_{sc} \frac{S_p}{\lambda_{pr}} = 134,02 - 133,65.0,429 = 76,68^{o}C,$$

$$t_z = t_2 - q_{sc} \frac{S_{ic}}{\lambda_{ic}} = 76,68 - 133,65.0,516 = 7,72^{o}C,$$

$$t_z = t_o + q_{sc} \frac{1}{\alpha} = 5 + 133,65.0,02 = 7,62^{o}C.$$

Przyjęta grubość izolacji cieplnej S_{ic} = 0,03 m wystarczająco zabezpiecza masę mineralno-asfaltową, transportowaną w przyjętych warunkach, przed spadkiem temperatury.

7. WYBÓR LOKALIZACJI WYTWÓRNI MAS MINERALNO-BITUMICZNYCH

Lokalizacja poszczególnych rodzajów wytwórni mas mineralno-asfaltowych jest jednym z najistotniejszych czynników decydujących o organizacji, jakości, kosztach robót oraz wykorzystaniu potencjału produkcyjnego.

Najwłaściwszą lokalizacją poszczególnych rodzajów wytwórni mas jest taka, która zapewni ekonomicznie uzasadnioną wielkość produkcji, przy ekonomicznie uzasadnionym promieniu obsługi, zapewniającym pokrycie całkowitego zapotrzebowania na masę mineralno-asfaltową, odniesionego do jednostki powierzchni terenu.

Przy wyborze lokalizacji wytwórni mas należy brać pod uwagę przede wszystkim potrzeby administracji drogowej w zakresie utrzymania istniejącej sieci drogowej.

Ekonomicznie uzasadniony promień obsługi r_e, zapewniający pokrycie całkowitego zapotrzebowania na masę mineralno-bitumiczną q (w t/km^2) jest zależny od kilku czynników, a mianowicie:

- normatywnej wydajności poszczególnych rodzajów wytwórni mas mineralno-bitumicznych,
- pojemności środków transportowych przy założeniu, że ich ilość zabezpiecza w pełni regularny odbiór masy mineralno-bitumicznej,
- całkowitego zapotrzebowania na masę mineralno-bitumiczną (remonty bieżące, modernizacja i budowa nowych odcinków dróg o nawierzchni bitumicznej) odniesienego do jednostki powierzchni terenu,
- całkowitych kosztów stałych dla całego okresu eksploatacji danego rodzaju wytwórni masy mineralno-bitumicznej,
- kosztu transportu - stawki za 1 km ładowny,
- warunków klimatycznych, w których masa mineralno-bitumiczna jest transportowana,
- możliwości zabezpieczenia masy mineralno-bitumicznej w czasie transportu z wytwórni do miejsc jej wbudowania w jezdnię przed nadmiernym spadkiem temperatury i tworzeniem się skorupy przypowierzchniowej nie nadającej się do wbudowania w jezdnię,
- stanu dróg dojazdowych z wytwórni do miejsc wbudowania masy mineralno-bitumicznej w jezdnię,
- właściwej organizacji układania i zagęszczania masy.

Tablica 7.1

Zestawienie wartości r_e i powierzchni obsługi "A" w zależności od rodzaju wytwórni mas i wartości parametrów μ, q, K_{si} i t_o przy $1{,}400 \leq \mu \leq 3{,}143$ zł/tkm i $30 \leq q \leq 125$ t/km^2

Rodzaje wytwórni wydajności w t/h	Koszty stałe K_{si} w tys.zł/rok	Temperatura otoczenia t_o w °C	Promień ekonom. uzasadn. r_e w km		Powierzchnia obszaru A w km^2	
			bez izolacji cieplnej	z izolacją cieplną	bez izolacji cieplnej	z izolacją cieplną
prowizoryczne 8 ÷ 12	350	≥ 10	10 ÷ 17	—	do 900	—
		5 ÷ 10	≤ 10 (≤ 15)[2]	10 ÷ 17	do 350 (do 700)[1]	do 900
półstałe 25 ÷ 50	1000	≥ 10	15 ÷ 25	—	do 2000	—
		5 ÷ 10	≤ 10 (≤ 15)	15 ÷ 25	do 350 (do 700)	do 2000
stałe 25 ÷ 50	1950	≥ 10	20 ÷ 35	—	do 3800	—
		5 ÷ 10	≤ 10 (≤ 15)	20 ÷ 35	do 350 (do 700)	do 3800
stałe ≥ 50	2500	≥ 10	20 ÷ 35	—	do 3800	—
		5 ÷ 10	≤ 10 (≤ 15)	20 ÷ 35	do 350 (do 700)	do 3800

1) Dla środków transportowych - wywrotek o ładowności $q_{rs} \geq 10$ t, przy bezwietrznej i słonecznej pogodzie

2) Dolne granice wartości liczbowej promienia r_e odnoszą się do środków transportowych - wywrotek o ładowności $q_{rs} \leq 10$ t

Biorąc pod uwagę wymienione czynniki należy dążyć, aby promień obsługi r_e, zapewniający pokrycie pełnego zapotrzebowania na masę mineralno-bitumiczną, nie przekraczał wartości liczbowych zestawionych w tablicy 7.1.

Przy ustalaniu lokalizacji wytwórni i promienia obsługi należy również wziąć pod uwagę takie parametry, jak:

- odległość dowozu kruszyw do wytwórni mas,
- odległość wytwórni mas od drogi publicznej o nawierzchni twardej,
- stan dróg dojazdowych od wytwórni mas do drogi publicznej,
- odległość linii energetycznych, ujęć wodnych itp.,
- odległość osiedli mieszkaniowych lub zabudowań gospodarstw rolnych, wszelkiego rodzaju plantacji itp.,
- przeważający kierunek wiatrów (róży wiatrów).

Należy przyjąć jako zasadę stosowanie izolacji cieplnych pokrowców zabezpieczających masę mineralno-bitumiczną przed nadmiernym spadkiem temperatury w czasie jej transportu w niskich temperaturach otoczenia i przy silnych wilgotnych wiatrach.

Nie należy umieszczać wytwórni na wzniesieniach ponad otaczający teren, z uwagi na możliwość zapylenia większego obszaru.

Generalną zasadą winno być projektowanie wytwórni mas mineralno-bitumicznych w odległości nie mniejszej niż 300 m od najbliższych zabudowań i wszelkiego rodzaju plantacji.

7. LITERATURA

[1] CAMMERER J.S.: Izolacje cieplne w przemyśle. Arkady, Warszawa 1967.

[2] CHMURA K.: Własności fizyko-techniczne skał niektórych polskich zagłębi górniczych. Śląsk, Katowice 1970.

[3] GOGÓŁ W.: Wymiana ciepła, tablice i wykresy. Wyd. II Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1972.

[4] GREŃ J.: Statystyka matematyczna, modele i zadania. PWN, Warszawa 1974.

[5] HOBLER T.: Ruch ciepła i wymienniki. Wyd. IV (Inżynieria Chemiczna). WNT, Warszawa 1971.

[6] LEŚKO M.: Wpływ kosztów produkcji mas bitumicznych w różnych typach wytwórni na ekonomicznie uzasadniony obszar obsługi. Drogownictwo, nr 4/1975.

[7] LEŚKO M.: Tablice danych klimatycznych stacji meteorologicznych: Aleksandrowic, Częstochowy, Katowic oraz Raciborza. Dane z okresu 10 lat - od roku 1966 do 1977, udostępnione przez IMiGW w Katowicach. Praca własna - niepublikowana. IBD Politechniki Śląskiej, Gliwice 1977.

[8] LEŚKO M., LEWINOWSKI Cz.: Badanie wpływu zmiany temperatury jako funkcji długości tras i rodzaju środków transportowych na jakość mas mineralno-asfaltowych wbudowywanych w jezdnię. Praca naukowo-badawcza - niepublikowana. IBD Politechniki Śląskiej, Gliwice 1977.

[9] LEŚKO M., LEWINOWSKI Cz.: Projekt wytycznych lokalizacji wytwórni mas bitumicznych. Praca naukowo-badawcza - niepublikowana. IBD Politechniki Śląskiej, Gliwice 1978.

[10] LEŚKO M.: Kryteria techniczno-ekonomiczne rozmieszczenia i wielkości wytwórni mas bitumicznych. Praca doktorska. Gliwice 1979.

[11] LEWINOWSKI Cz.: Matematyczna analiza wyników badań przeprowadzonych w laboratoriach drogowych. Prace COBiRTD nr 4/1970. WKŁ, Warszawa 1970.

[12] LUSZAWSKI S.: Nowoczesne nawierzchnie bitumiczne. WKŁ, Warszawa 1977.

[13] MICHIEJEW M.: Zasady wymiany ciepła. PWN, Warszawa 1953.

[14] OSOS J.: Pogodoznawstwo dla zmotoryzowanych. WKŁ, Warszawa 1975.

[15] SKALDOWSKI E.: Model sieci stałych wytwórni mas bitumicznych. Praca IBDiM nr 4/1977, Warszawa 1977.

[16] WYKUSZ E.: Uprzemysłowienie wytwórni mas bitumicznych. Drogownictwo nr 12/1977.

[17] WYKUSZ E.: Maszyny i urządzenia do robót bitumicznych produkowane w Zakładach Budowy i Naprawy Maszyn Drogowych "MADRO". IBDiM - Studia i Materiały. Zeszyt 5. Dział Poligraficzny Wydawnictw Radia i Telewizji, Warszawa 1976.

[18] PN-70/S-02201 - Drogi samochodowe. Nawierzchnie drogowe(podział, nazwy i określenia) 1.07.1970.

[19] PN-74/S-8934-06 - Drogi samochodowe. Nawierzchnie z bitumicznych mas otaczanych na gorąco.

[20] PN-74/S-96022 - Drogi samochodowe. Drogi i lotnicze nawierzchnie z betonu asfaltowego. 1.01.1975.

[21] Dziennik Taryf i Zarządzeń Komunikacyjnych § 22 obowiązujący od dnia 1 stycznia 1976).

[22] Materiały z DODP oraz RDP Województwa Katowickiego.

[23] KAŁUSZKO D., SZAMOTULSKI J.W.: SI-Legalne jednostki miar (podstawowe przepisy prawne i komentarz). Wydawnictwa Normalizacyjne, Warszawa 1977.

Streszczenie

Celem niniejszej pracy jest określenie lokalizacji wytwórni mas mineralno-bitumicznych jako funkcji:

- ekonomicznie uzasadnionej wielkości produkcji mas mineralno-bitumicznych, a tym samym odpowiedniego typu wytwórni,
- ekonomicznie uzasadnionej wartości promienia zasięgu danej wytwórni z uwagi na koszty transportu samochodowego, czyli sumę kosztów stałych i zmiennych produkcji masy bitumicznej w wytwórni danego rodzaju oraz koszt przewozu tej masy z wytwórni do miejsca jej wbudowania w jezdnię,
- ekonomicznie uzasadnionej wartości promienia zasięgu danej wytwórni z uwagi na spadek temperatury masy oraz rodzaj izolacji cieplnej, zabezpieczającej masę mineralno-bitumiczną przed nadmiernym spadkiem temperatury w czasie transportu z wytwórni do miejsca jej wbudowania w jezdnię.

Przedstawiona w pracy metodyka, a następnie wybrane i zobiektywizowane kryteria techniczno-ekonomiczne wraz z wyprowadzonymi wzorami, nomogramami, wykresami i zestawieniami, umożliwiają zaprojektowanie najekonomiczniejszej lokalizacji wytwórni mas mineralno-bitumicznych jako funkcji wielu zmiennych.

Wyniki tej pracy mogą być wykorzystane przez przedsiębiorstwa budownictwa drogowego podległe Ministerstwu Komunikacji oraz Ministerstwu Administracji Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska.

ВЫБРАННЫЕ КРИТЕРИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАВОДОВ МИНЕРАЛЬНО-БИТУМНОЙ МАССЫ

Р е з ю м е

Цель данной работы – определение размещения заводов минерально-битумной массы в виде функции:

- экономически обоснованной величины продукции минерально-битумной массы, т.е. соответствующего типа заводов;
- экономически обоснованного значения радиуса дальности данного завода в виду затрат на автомобильный транспорт, т.е. суммы постоянных и переменных издержек продукции битумной массы на заводе данного типа, а также расходов на транспортировку этой массы из завода до места ее встройки в проезжую часть;
- экономически обоснованного значения радиуса дальности данного завода в виду падения температуры массы, а также типа теплоизоляции, предохраняющей минерально-битумную массу от чрезмерного падения температуры во время транспорта из завода до места ее встройки в проезжую часть.

Представленная в работе методика, а затем выбранные и обективизированные технико-экономические критерии вместе с выведенными формулами, номограммами, и ведомостями предоставляют возможность составить проект наиболее экономического размещения заводов а минерально-битумных масс в виде виде функции многих переменных.

Результаты этой работы могут быть использованы подведомственными Министерству путей сообщения, а также Министерству администрации местного хозяйства и охраны среды предприятиями дорожного строительства.

SUMMARY

The purpure of the present artide is to define hot mineral-bituminous mix sude as hod rollad aspled plant localization as a function of:

1. Economic substantiate hot mineral-bituminous mixes rate of production, and i. e. adequabe type of plant.
2. Economic substantiate rauge radius value of given plant with regard with truch transport costs, i. e. total fixed and voriable hot bituminous mix production costs of a given kind of plant and a freight of this mix from production plant to the building in place.
3. Economic substantiate raugeradius value with regard to the temperature drop of the hot mix and a kind of heat insulation profection by hot mix transportation from production plant to the building-in place.

The methodology given in the article and thenselected and objective technical and economical criteria together with formulae, nomograms graplus and comparisons make possible to dorign the best economical localization of the hot mineral-bituminous mix plant as a function of many voriables.

The results of this artide can be used by the read building euterpisings ruch there they are subjected to the Ministry of Transport as to the Ministry of Administration, Economy and Euviroument Profection.