

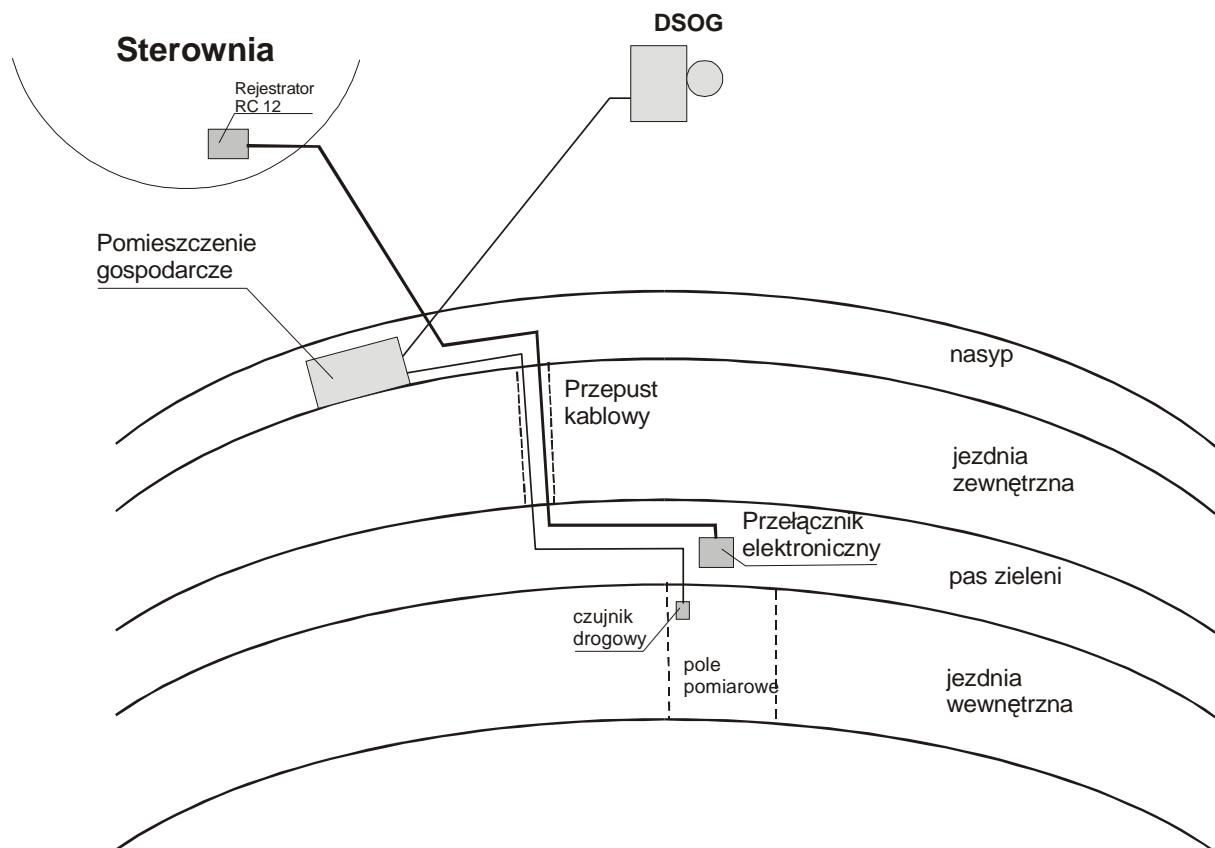
Stanowisko do pomiarów temperatur nawierzchni na różnych głębokościach

1. Opis systemu pomiarowego

Na kołowym torze doświadczalnym IBDIM (soczewka) zainstalowano stanowisko do pomiaru temperatur nawierzchni drogowej na różnych głębokościach w zależności od rodzaju warstwy ściernalnej nawierzchni.

System pomiarowy składa się z dwóch niezależnych podsystemów. Są to:

- System pomiaru temperatur nawierzchni na różnych głębokościach, mierzący temperatury nawierzchni drogowej na głębokościach 2, 6, 10, 16 i 22 cm w 20 odizolowanych segmentach pomiarowych
- Drogowa stacja ostrzegania przed gołoledzią, mierząca warunki atmosferyczne w czasie pomiarów temperatury. Stacja mierzy: temperaturę i wilgotność względną powietrza na wys. 2m, temperaturę nawierzchni, stan opadu atmosferycznego i stan nawierzchni drogowej. Rozmieszczenie poszczególnych elementów systemu przedstawiono na rys.1.

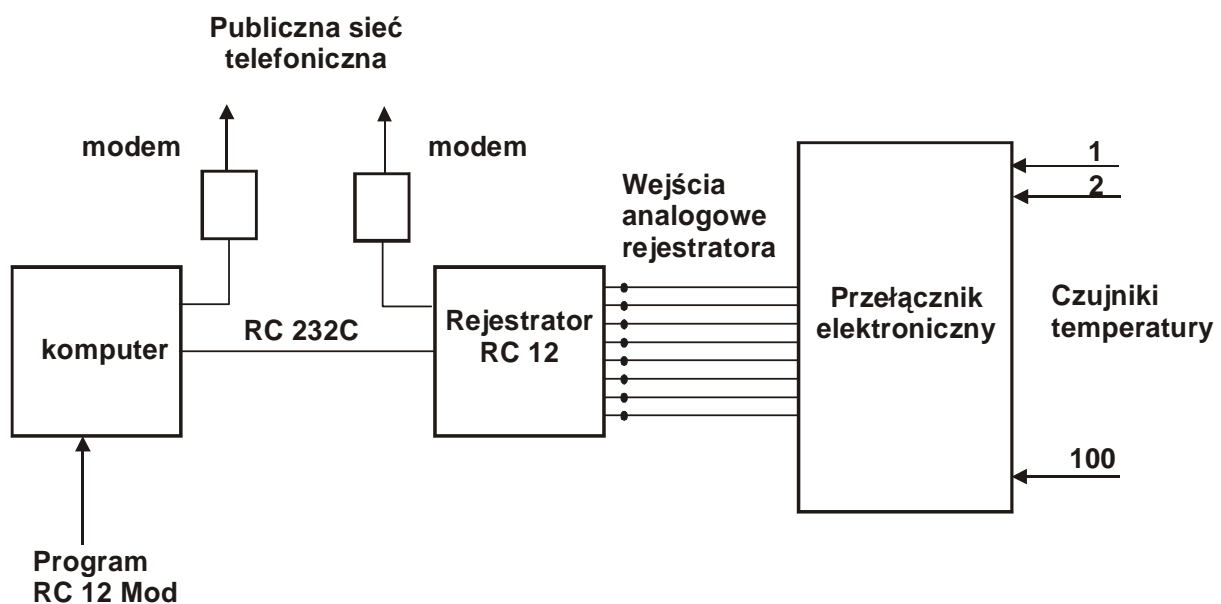


Rys 1. Rozmieszczenie elementów systemu pomiarowego na kołowrocie

2. System pomiaru temperatur nawierzchni na różnych głębokościach

2.1. Zasada działania układu pomiarowego

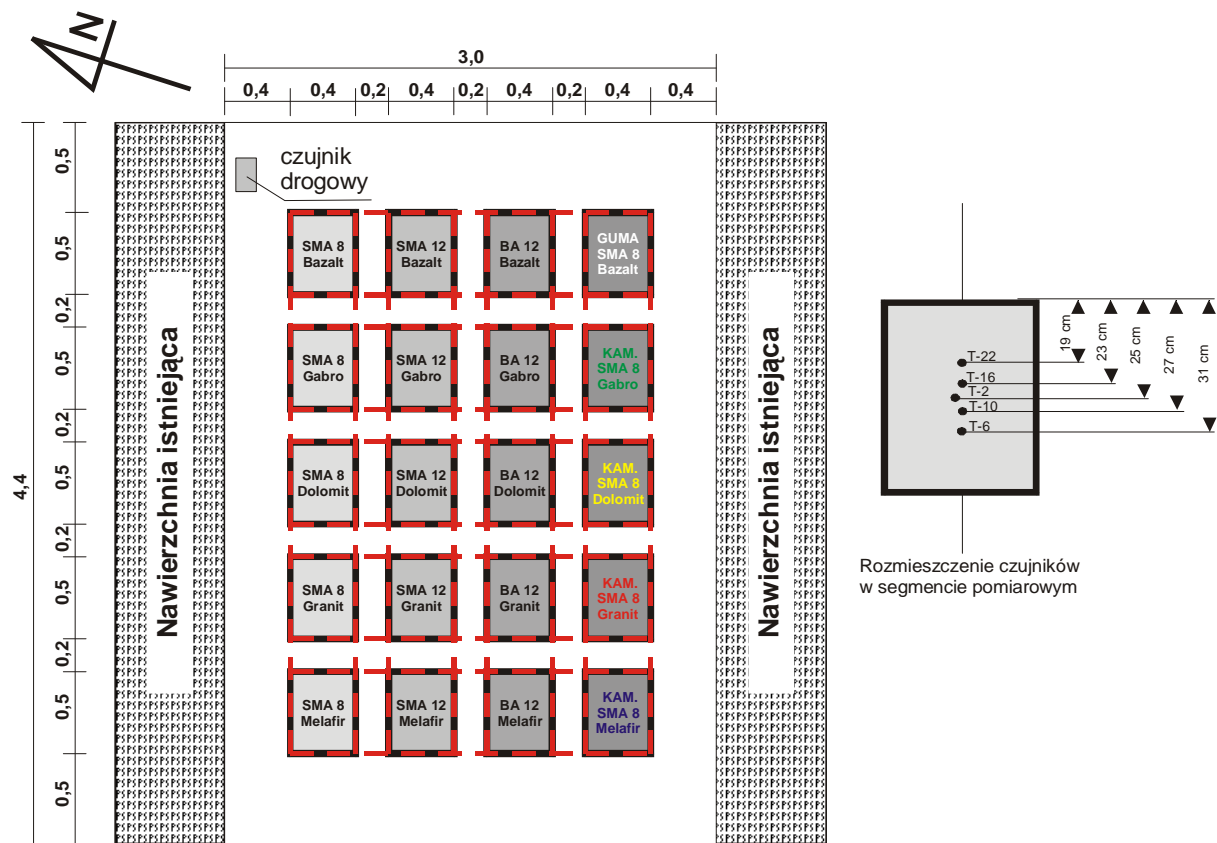
Na wewnętrznej jezdni kołowrotu zbudowano poletko pomiarowe, składające się z 20-tu odizolowanych segmentów pomiarowych, pokrytych warstwą ścierną z różnych materiałów. W każdym segmencie zainstalowano 5 czujników temperatury na głębokościach 2, 6, 10, 16 i 22 cm. Każdy czujnik podłączony jest 4-żyłowym kablem do przełącznika elektronicznego, którego zadaniem jest przełączanie kolejnej grupy czujników do wejścia rejestratora pomiarowego RC12. Do pomiarów wykorzystywane jest 15 wejść analogowych rejestratora, czyli jednorazowo dokonywany jest pomiar 15 temperatur. Przełączanie kolejnych grup czujników następuje w odstępach 1min, czyli pomiar 100 temperatur dokonywany jest w ciągu 7 min. Okres pomiarowy cyklu pomiarów wybierany jest przez operatora systemu (od 1 do 60 min, wybrano okres 30 min). Wyniki pomiarów przechowywane są w pamięci wewnętrznej rejestratora, składającej się z 11 bloków o pojemności 16 kB każdy. Pozwala to na gromadzenie danych z okresu około 1 miesiąca (zależnie od wybranego okresu pomiarowego). Dane z rejestratora powinny być przepisywane do komputera przed zapełnieniem pamięci, gdyż po jej zapełnieniu układ kasuje najstarsze dane i rejestruje bieżące pomiary. Transmisja danych może być przeprowadzona bezpośrednio przez łącze RS232C lub za pośrednictwem modemów i publicznej sieci telefonicznej. System pomiarowy obsługiwany jest przez zainstalowany w komputerze program komputerowy RC12Mod, Schemat funkcjonalny systemu pomiarowego przedstawiono na rys. 2.



Rys.2. Schemat funkcjonalny

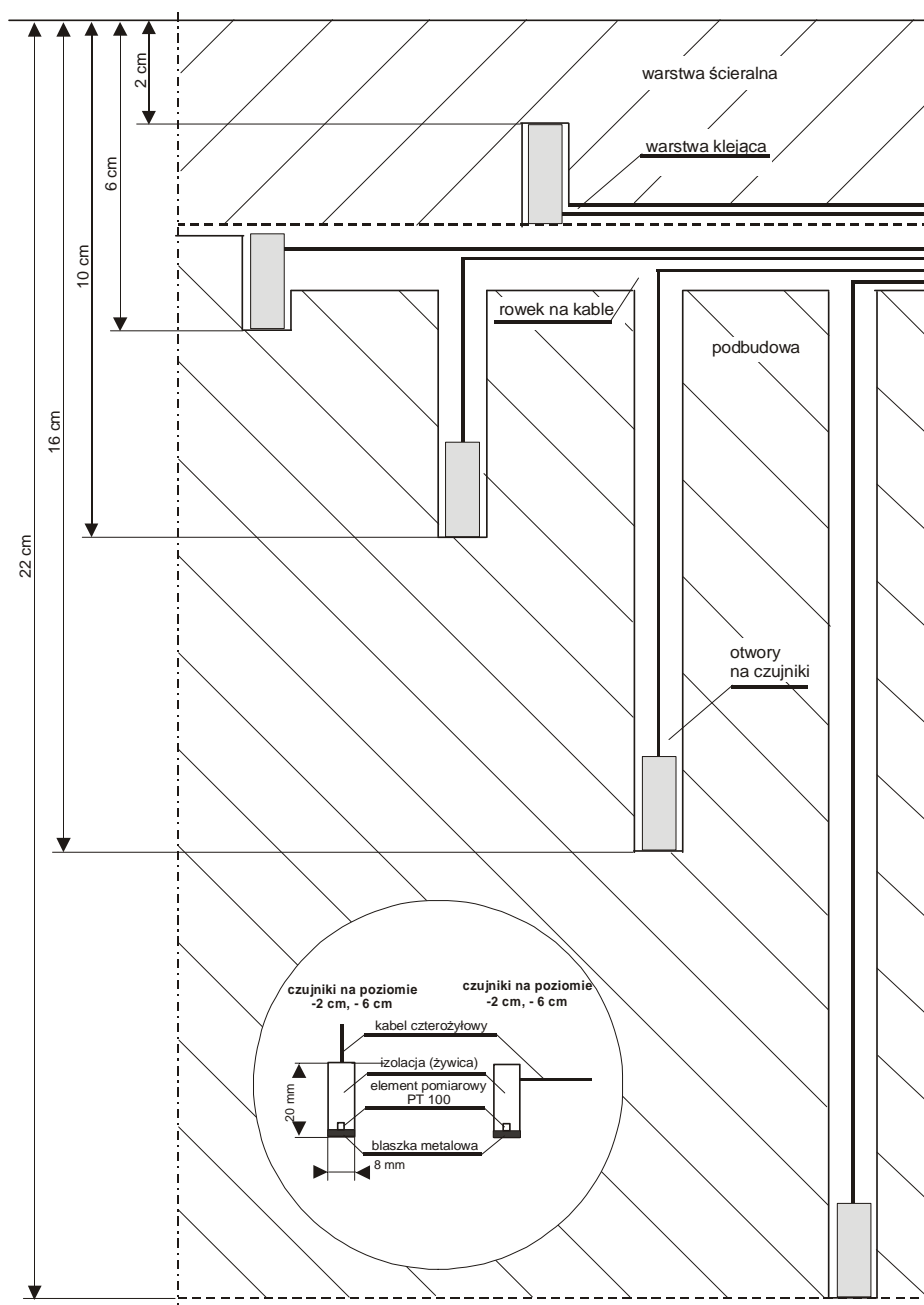
2.2 Instalacja czujników temperatury

Na wewnętrznej jezdni kołowrotu usunięto starą nawierzchnię i ułożono warstwę podbudowy z betonu asfaltowego o wymiarach 4x3m do poziomu 4cm poniżej poziomu starej nawierzchni. W podbudowie nacięto rowki, tworząc 20 segmentów pomiarowych o wymiarach 40 x 50 cm. Segmenty rozdzielone są pasami betonu asfaltowego o szerokości 20cm. Nacięcia w podbudowie wypełniono pianką, tworzącą izolację termiczną pomiędzy poszczególnymi segmentami. Przygotowano 20 płyt o wymiarach 40 x 50 x 4 cm z różnych materiałów, które mają reprezentować różne rodzaje warstwy ścieralnej. Obok segmentów pomiarowych umieszczono w nawierzchni czujnik drogowy drogowej stacji ostrzegania przed gołoledzią, umieszczonej na wale kołowrotu. Rozmieszczenie segmentów pomiarowych przedstawiono na rys.3.



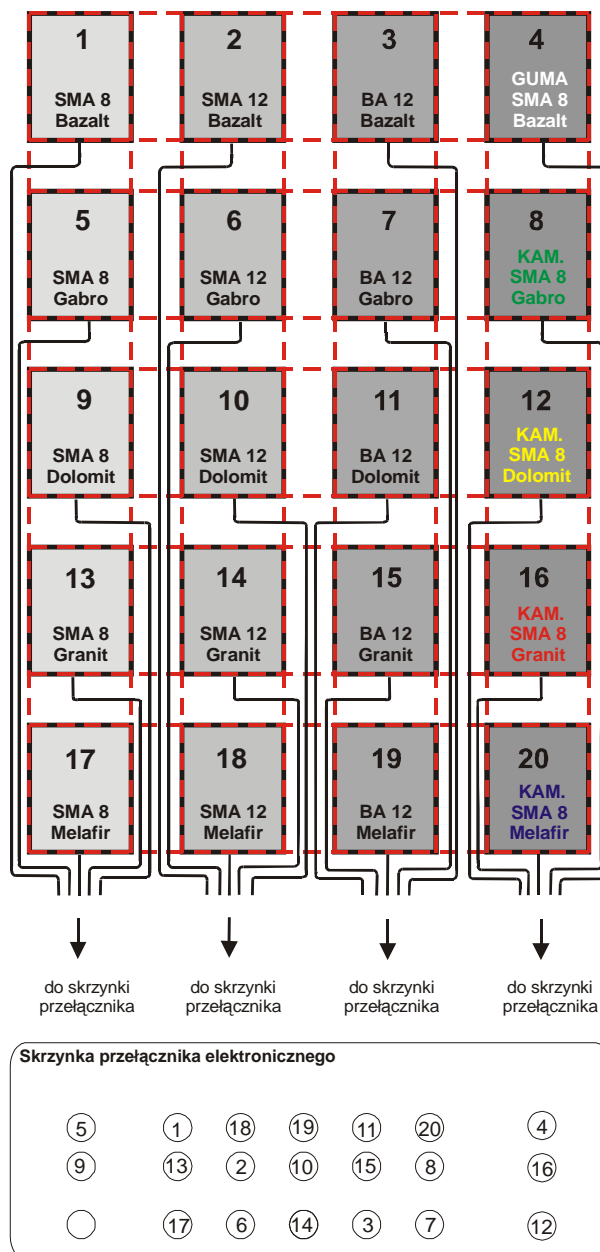
Rys.3. Rozmieszczenie segmentów pomiarowych na poletku doświadczalnym

W każdym segmencie podbudowy wywiercono otwory o średnicy 10 mm, w których umieszczono cztery czujniki temperatury (termometry platynowe Pt 100) na głębokościach 18, 12, 6 i 2 cm; piąty czujnik umieszczono w płycie warstwy ścieralnej na głębokości 2cm. Po umieszczeniu czujnika otwór zalano emulsją asfaltową, kable od czujników poprowadzono w wyciętym rowku i zabezpieczono mieszaniną emulsji z piaskiem. Płytę warstwy ścieralnej sklejono z segmentem podbudowy. Każdy segment pomiarowy zawiera więc pięć czujników temperatury umieszczonych, w odniesieniu do poziomu nawierzchni na głębokościach: **2 cm, 6 cm, 10 cm, 16 cm i 22cm**. Rozmieszczenie czujników w segmencie pomiarowym przedstawiono na rys.4



Rys.4 Sposób umieszczenia czujników temperatury w segmencie pomiarowym.

Kable od czujników poprowadzono po pasach rozdzielających segmenty pomiarowe do skrzynki przełącznika elektronicznego, umieszczonego w pasie zieleni przy poletku pomiarowym. Do brzegów płyt przyklejono płytki izolacji, zaś przestrzeń między segmentami wypełniono masą asfaltową na zimno do poziomu nawierzchni, przykrywając kable połączeniowe czujników. Każdemu segmentowi przyporządkowano numer. Numerację czujników i sposób prowadzenia kabli przedstawiono na rys.5.



Rys.5. Numeracja segmentów i ułożenie kabli od czujników pomiarowych.

Czujniki pomiarowe Pt 100 są opornikami platynowymi, których oporność zależy liniowo od temperatury. Czujnik zasilany jest ze źródła prądowego, napięcie na jego zaciskach jest mierzone w 12 - bitowym przetworniku, na którego wyjściu uzyskujemy wartość niemianowaną 0 -16383, przeskalowaną następnie na wartości temperatury. Dla wyeliminowania odchyłek pomiędzy poszczególnymi czujnikami zostały one przeskalowane; dla każdego określono współczynniki określające nachylenie charakterystyki temp/oporność oraz wartość odciętej. Dzięki temu uzyskano dokładność pomiarów każdego czujnika +/- 0.1°C. Współczynniki charakterystyczne dla każdego czujnika zapisane są w pliku konfiguracyjnym programu komputerowego. Numerację czujników przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Numeracja czujników pomiarowych

Głębokość→ Nr segm↓	2 cm	6 cm	10 cm	16 cm	22 cm
1	174	173	172	171	170
2	154	153	152	151	150
3	179	178	177	176	175
4	199	198	197	196	195
5	194	193	192	191	190
6	189	188	187	186	185
7	159	158	157	156	155
8	139	138	137	136	135
9	169	168	167	166	165
10	164	163	162	161	160
11	134	133	132	131	130
12	184	183	182	181	180
13	144	143	142	141	140
14	119	118	117	116	115
15	149	148	147	146	145
16	129	128	127	126	125
17	114	113	112	111	110
18	109	108	107	106	105
19	124	123	122	121	120
20	104	103	102	101	100

2.3. Program komputerowy RC12Mod

Program ten jest zmodyfikowaną wersją programu obsługującego drogowe stacje ostrzegania przed gołoledzią. Pełni on następujące funkcje:

- Dokonuje jednoczesnego pomiaru ośmiu temperatur,
- Steruje przełącznikiem elektronicznym, który przełącza kolejne grupy czujników do wejścia rejestratora,
- Wymusza powtarzanie pomiarów w wybranym okresie pomiarowym,
- Zapisuje wyniki pomiarów w pamięci wewnętrznej,
- Steruje transmisją danych pomiarowych z pamięci .rejestratora do komputera,
- Umożliwia export tych danych do formatu EXCEL,
- Umożliwia tabelaryczną i graficzną prezentację wyników pomiarowych.

Obsługa programu opisana jest w instrukcji obsługi, zawartej w pliku „help” programu RC12

2.4. Uruchomienie systemu

Po podłączeniu czujników do przełącznika elektronicznego i przełącznika do rejestratora RC12 uruchomiono system pomiarowy i sprawdzono poprawność jego działania. Przykład wyników pomiarów testowych przedstawiono poniżej. Każdy wiersz zawiera kolejno:

- Datę (rr mm dd) i godzinę pomiarów(gg mm)
- Wyniki pomiarów trzech czujników (22, 16, 10, 6 i 2 cm)
- Numer grupy 7 segmentów pomiarowych (0.0 do 0.6)

Na podstawie pomiarów testowych stwierdzono uszkodzenie czujnika na głębokości 2 cm w trzecim segmencie siódmej grupy czujników. Nastąpiło to najprawdopodobniej podczas zagęszczania masy na zimno. Czujnik wymaga wymiany.

Rejestrator B6 Blok nr 5

BLAD nr B-0 - Transmisji wynikow pomiaru

BLAD nr B-1 - Brak lub uszkodzenie czujnika

BLAD nr B-2 - Brak plyty lub plyta uszkodzona

Kod posterunku - GMT+1

Nazwa posterunku - IBDiM profile temperat.

Dane od 04-11-17 05:58 do 04-11-17 08:08

04	11	17	05	58	5.2	4.7	4.0	3.7	2.8	5.5	5.0	4.2	3.5	3.0	5.5	5.0	4.1	3.7	3.1	0.5
04	11	17	05	59	5.6	5.0	4.1	3.7	1.1	5.6	4.9	4.1	3.6	2.9	5.9	5.0	4.4	3.6	3.1	0.4
04	11	17	06	00	5.3	4.5	3.9	2.8	3.3	5.6	4.9	3.9	3.7	3.1	5.7	5.1	4.3	3.8	3.1	0.3
04	11	17	06	01	5.7	5.0	4.3	3.8	3.1	5.5	4.4	4.2	3.6	2.8	5.4	4.7	4.3	3.6	3.1	0.2
04	11	17	06	02	5.7	4.8	4.2	3.6	3.1	5.7	4.9	4.2	3.9	3.2	5.9	4.9	4.3	3.6	3.2	0.1
04	11	17	06	03	5.5	4.9	4.3	3.8	2.8	5.3	4.7	3.8	3.6	3.0	5.6	4.7	4.0	3.5	2.9	0.0
04	11	17	06	04	B-1	B-1	B-1	B-1	B-1	9.8	4.8	4.2	3.6	3.0	5.7	4.9	4.2	3.7	B-1	0.6
04	11	17	06	05	5.3	4.7	4.1	3.5	3.0	5.5	4.9	4.3	3.6	3.1	5.4	5.0	4.1	3.8	3.1	0.5
04	11	17	06	06	5.7	5.0	4.1	3.7	1.2	5.7	5.0	4.0	3.6	3.0	5.8	5.1	4.4	3.8	3.1	0.4
04	11	17	06	07	5.3	4.6	4.0	2.7	3.4	5.6	4.9	3.9	3.6	3.0	5.6	5.1	4.3	3.9	3.1	0.3

Rys. Przykładowe dane pomiarowe z rejestratora RC 12