



Automatyczny elektrochemiczny analizator soli wapniowych

dr inż. Marek Ludwicki

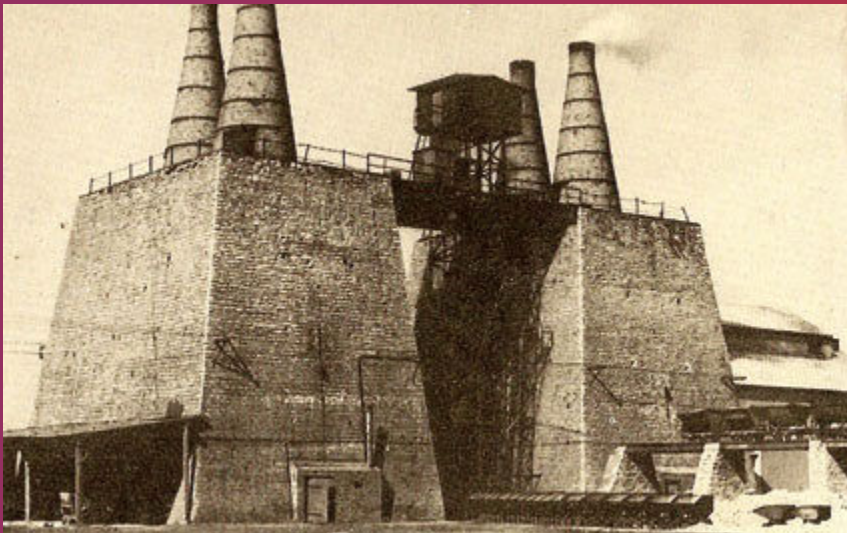
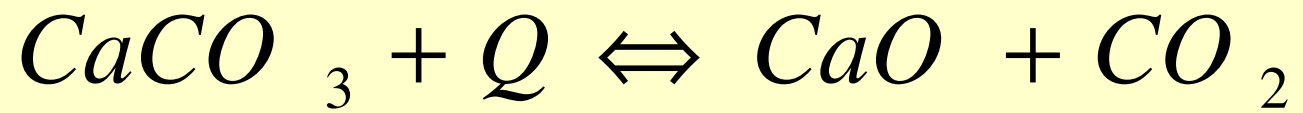
POLITECHNIKA ŁÓDZKA



Związki wapnia podstawą procesu oczyszczania soku z buraków

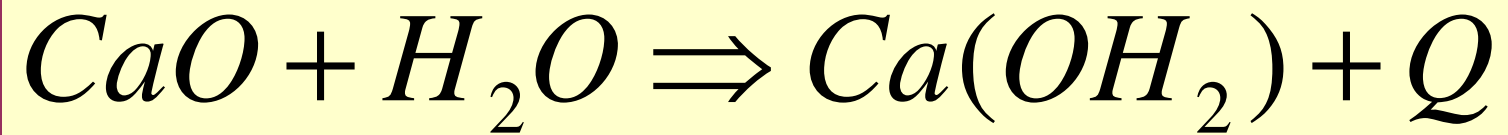


Wypalanie kamienia wapiennego





Gaszenie wapna





Dodawanie wapna

Proces nawapniania wstępnego

Proces nawapniania głównego

Usuwanie wapna

Proces saturacji I

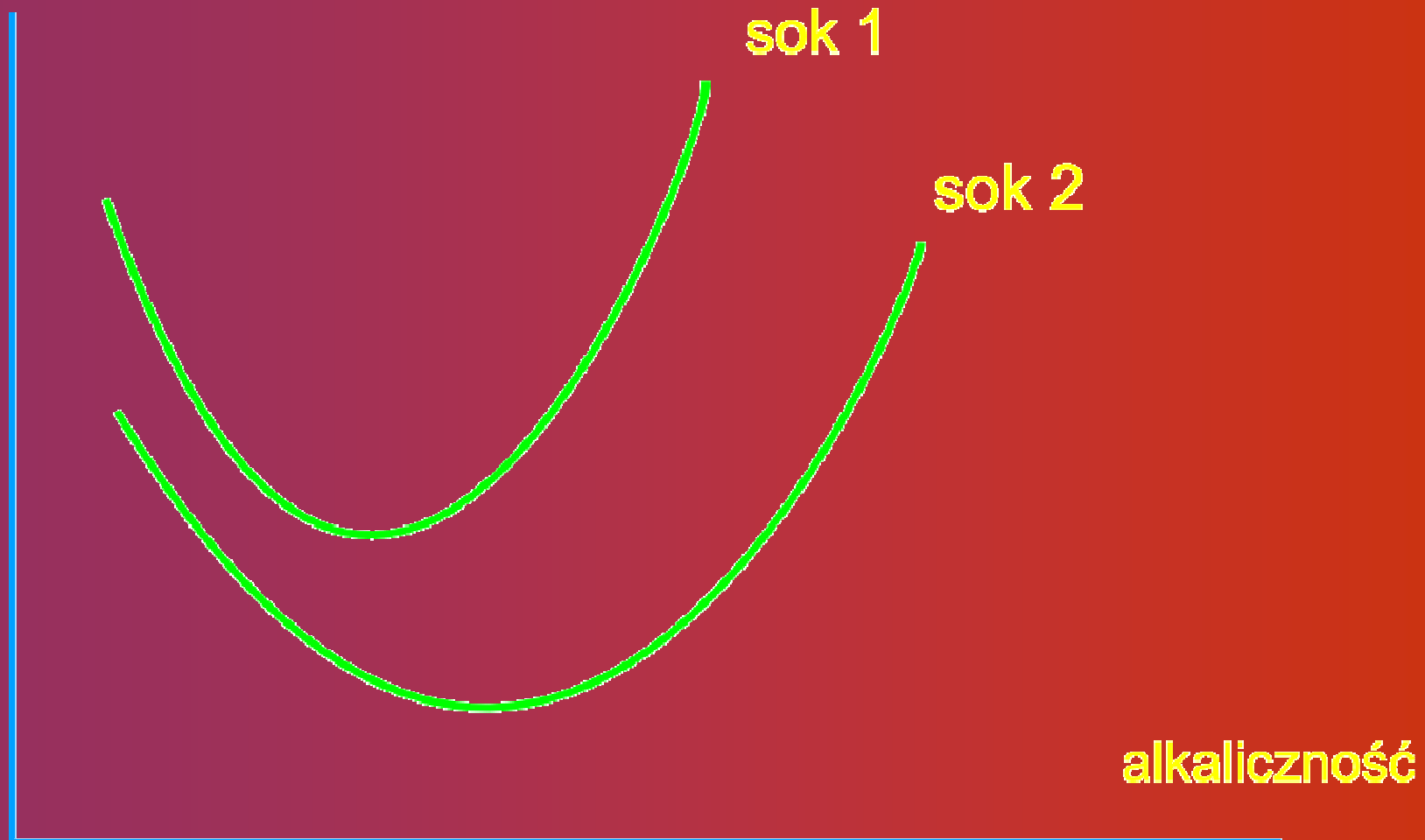
Proces saturacji II

Procesy sedymentacji i filtracji



Alkaliczność optymalna

sole wapniowe





Negatywny wpływ nadmiaru soli wapniowych w soku rzadkim i gęstym

- **zanieczyszczanie czujników pomiarowych i rurociągów**
- **zanieczyszczanie powierzchni grzejnej wyparki**
- **konieczność stosowania preparatów wspomagających**
- **zmętnienie roztworu cukru białego**



Metody oznaczania soli wapniowych

1. Metody strąceniowe

- metoda szczawianowa**

2. Metody miareczkowe

- Pelleta**
- manganometryczna**
- kompleksometryczna**



3. Fotometria płomieniowa

4. Spektrofotometria atomowa

5. Potencjometria



Ogniwo elektrochemiczne z jonoselektywną elektrodą wapniową

równanie Nernsta

$$E = \frac{RT}{zF} \ln(a)$$

E - potencjał elektrody jonoselektywnej

R - stała gazowa

T - temperatura bezwzględna

z - liczba ładunków elementarnych jonu

F - stała Faradaya

a - aktywność jonu



elektrody jonoselektywne

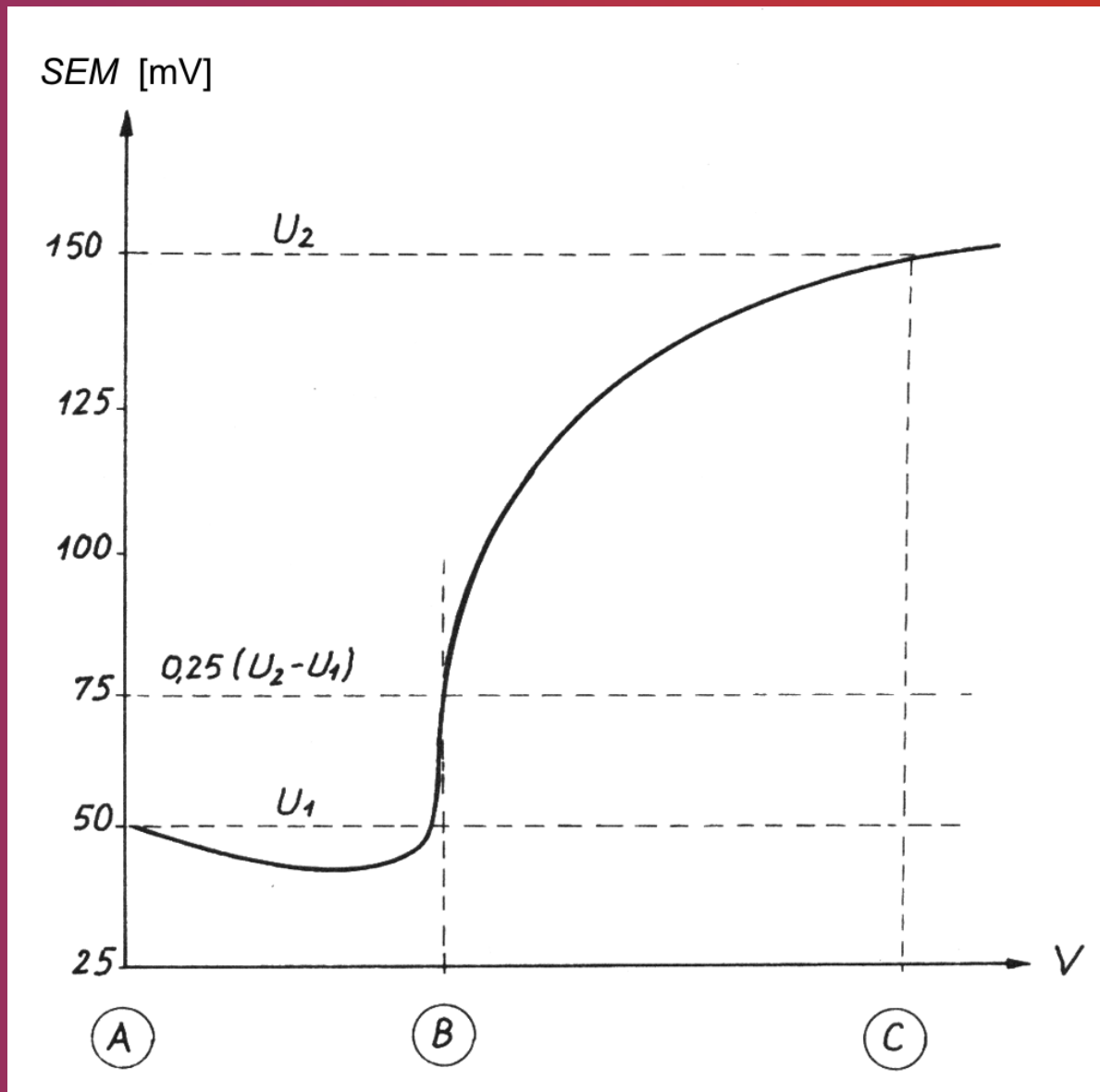


Pomiary bezpośrednie:

- **mała stabilność charakterystyki pomiarowej**
- **konieczność stosowania wzorców**
- **temperatura pracy elektrody do +45 °C**
- **konieczność chłodzenia soku**
- **wrażliwość na zakażenia mikrobiologiczne**

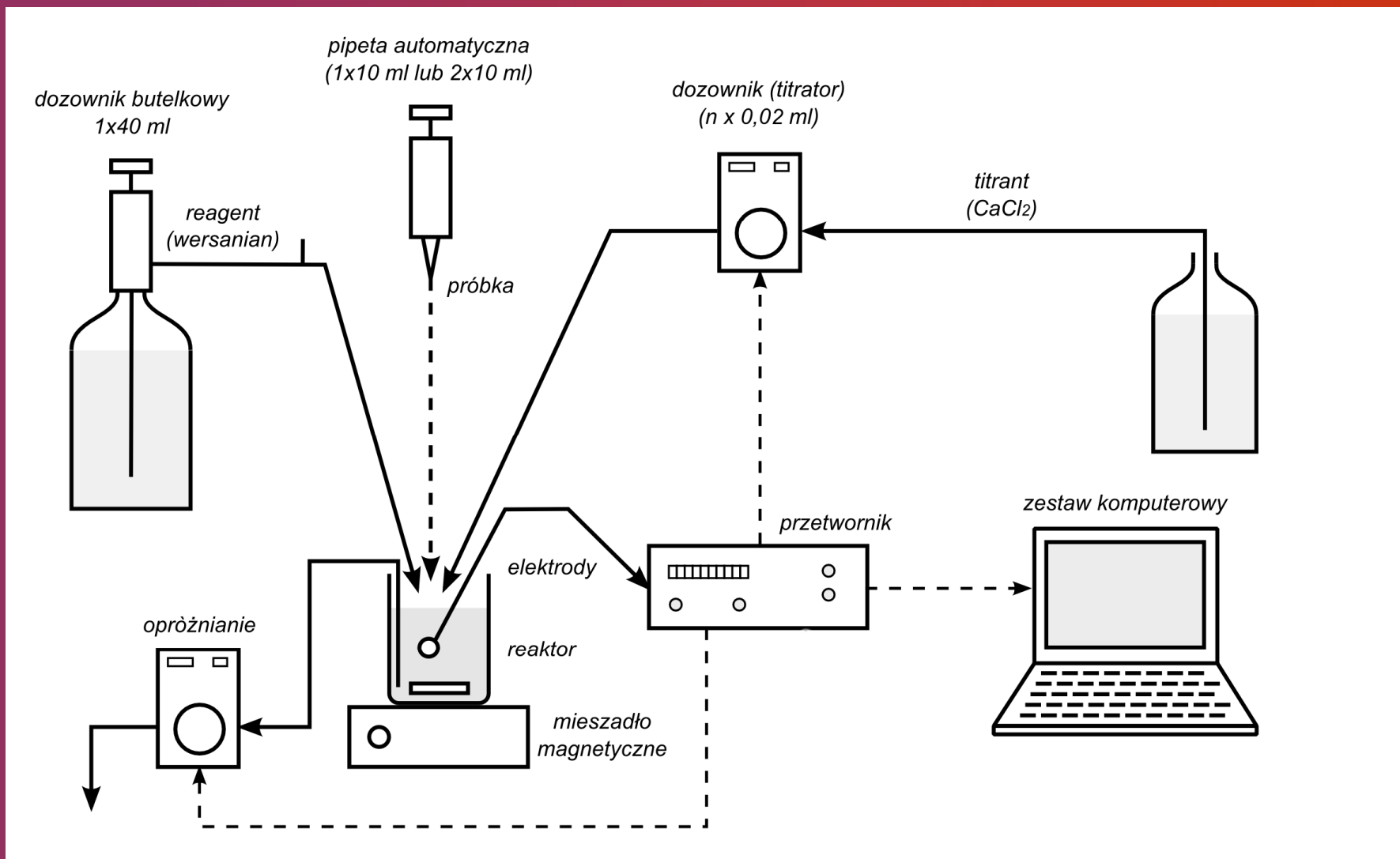


Miareczkowanie potencjometryczne:





Elektrochemiczny analizator soli wapniowych

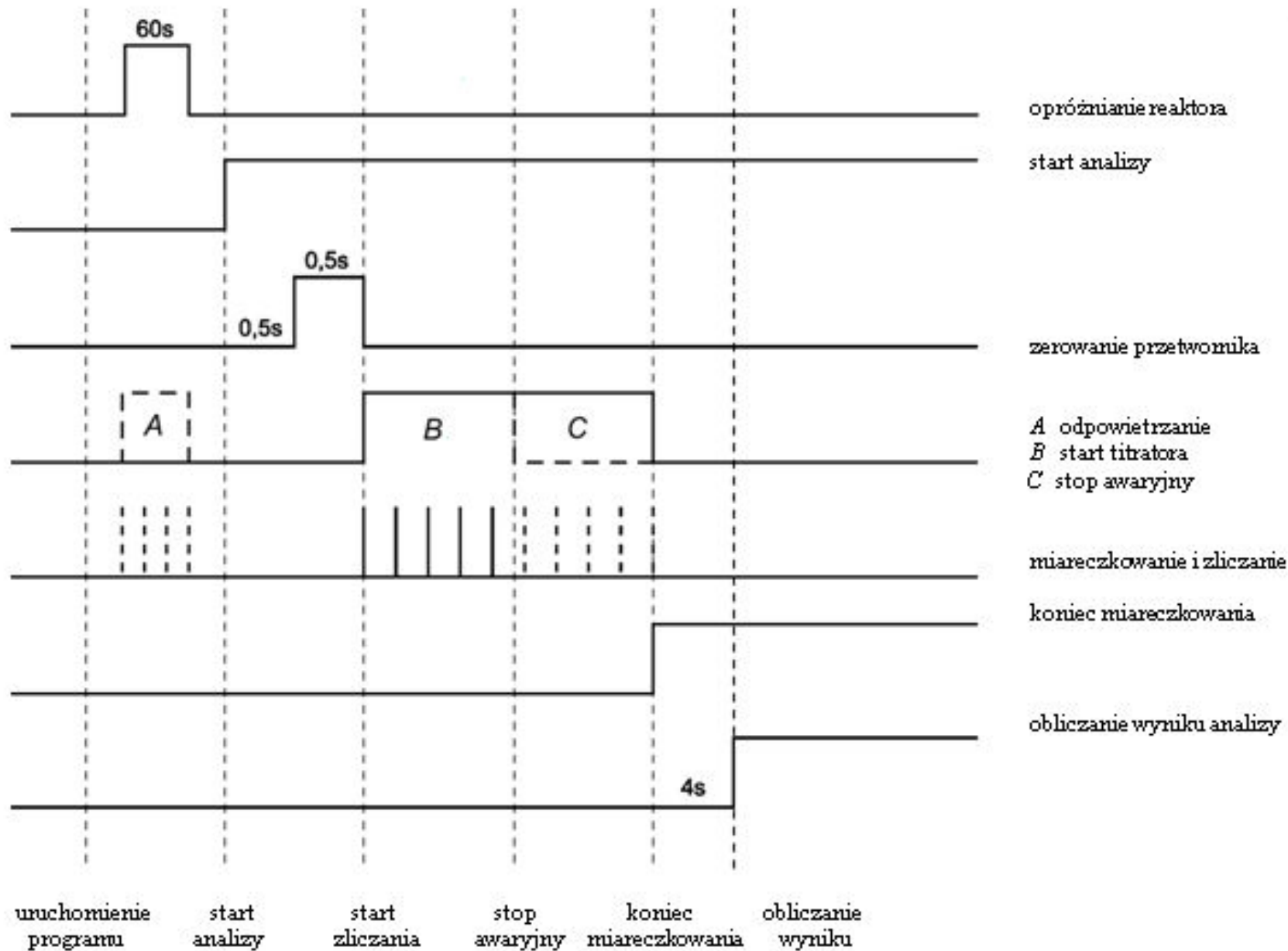




Analizator elektrochemiczny



Walizka do przenoszenia analizatora



Przebiegi czasowe cyklu pracy analizatora



Ca²⁺ Analizator Ca++ KEBO ML & ML


Plik Historia Instrukcja O programie

Pomiary Wyniki Wykresy





Kalibrowanie
 Sok rzadki (10 cm³ lub więcej)
 Sok rzadki (alk. opt.) (10 cm³)
 Sok gęsty (10 cm³ ok. 20 Bx)
 Roztwór mączki (klarówki) (10 cm ok. 20 Bx)
 Roztwór melasu (10 cm³ ok. 5 Bx) [mg]
(1 g roztworu 1:1) [%]

Rodzaj pomiaru:
Sok rzadki

Status:
sterownik USB podłączony

Porcje titrantu: 
Objętość titrantu: 1/28 N [cm³]

Ostatnia kalibracja:
Data:
Lo =

 Start
 Stop awaryjny
 Opróżnianie Stop
 Odpowietrzanie Stop

Nowy pomiar

Plansza startowa programu Analizator Ca++



Ca²⁺ Analizator Ca++ KEBO ML & ML

Plik Historia Instrukcja O programie

Pomiary Wyniki Wykresy

Czas rozpoczęcia pomiaru: 2010:03:21 22:13

Pomiar trwa: 47 sekund

Rodzaj pomiaru: sok rzadki

Zawartość CaO w próbce:

Ca_{Bx} = 201,4

Wybierz jednostkę:

- [mg CaO / 100 Bx]
- [mg CaO / 100 cm³]
- [mg CaO]
- [% CaO w melasie 1:1]

objętość próbki do analizy Vp:	10 [cm ³]
% suchej substancji w próbce do analizy Bx:	15 [Bx]

Nowy pomiar

Plansza „wyniki” programu Analizator Ca++



$$Ca_{Bx} = V_0 \cdot (L_0 - L_p) \cdot \frac{100}{V_p} \cdot \frac{100}{Bx \cdot d} \left[\frac{mg \text{ CaO}}{100^\circ Bx} \right] \quad (1)$$

$$Ca_{100ml} = V_0 \cdot (L_0 - L_p) \cdot \frac{100}{V_p} \left[\frac{mg \text{ CaO}}{100 \text{ cm}^3} \right] \quad (2)$$

$$Ca_p = V_0 \cdot (L_0 - L_p) \left[mg \text{ CaO} \right] \text{ w próbce} \quad (3)$$

$$Ca_{\%} = V_0 \cdot (L_0 - L_p) \cdot 0,2 \quad [\%] \text{ wagowy przy próbce 0,5 g melasu} \quad (4)$$

$$d_4^{20} = \frac{267,8}{267,8 - Bx} \left[\frac{g}{cm^3} \right] \quad (\text{w zakresie } 0 \dots 60 \text{ Bx}) \quad (5)$$

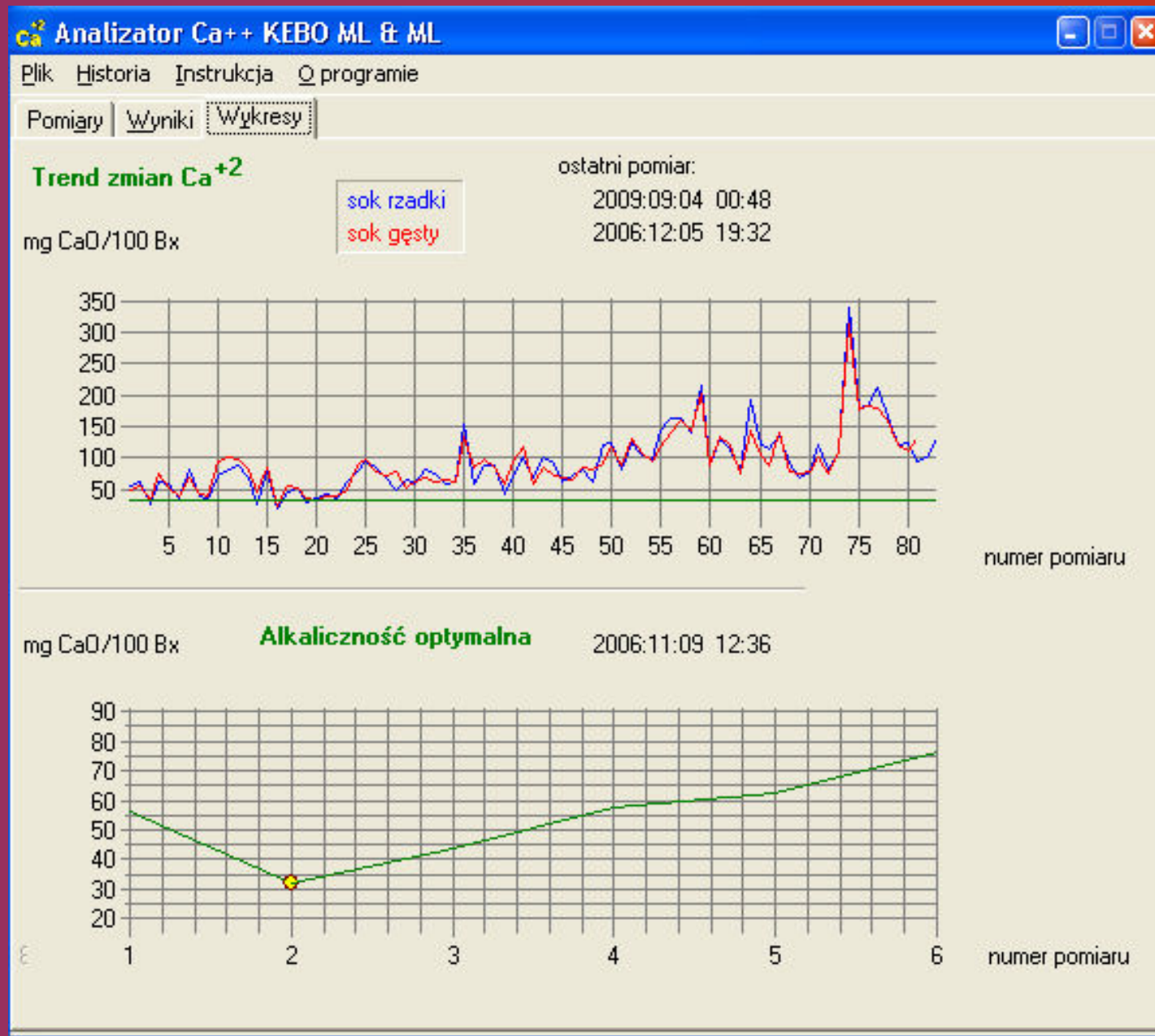
We wzorach 1-4 musi być spełniony warunek $L_p \leq L_0$

Wzory do obliczania wyników oznaczeń

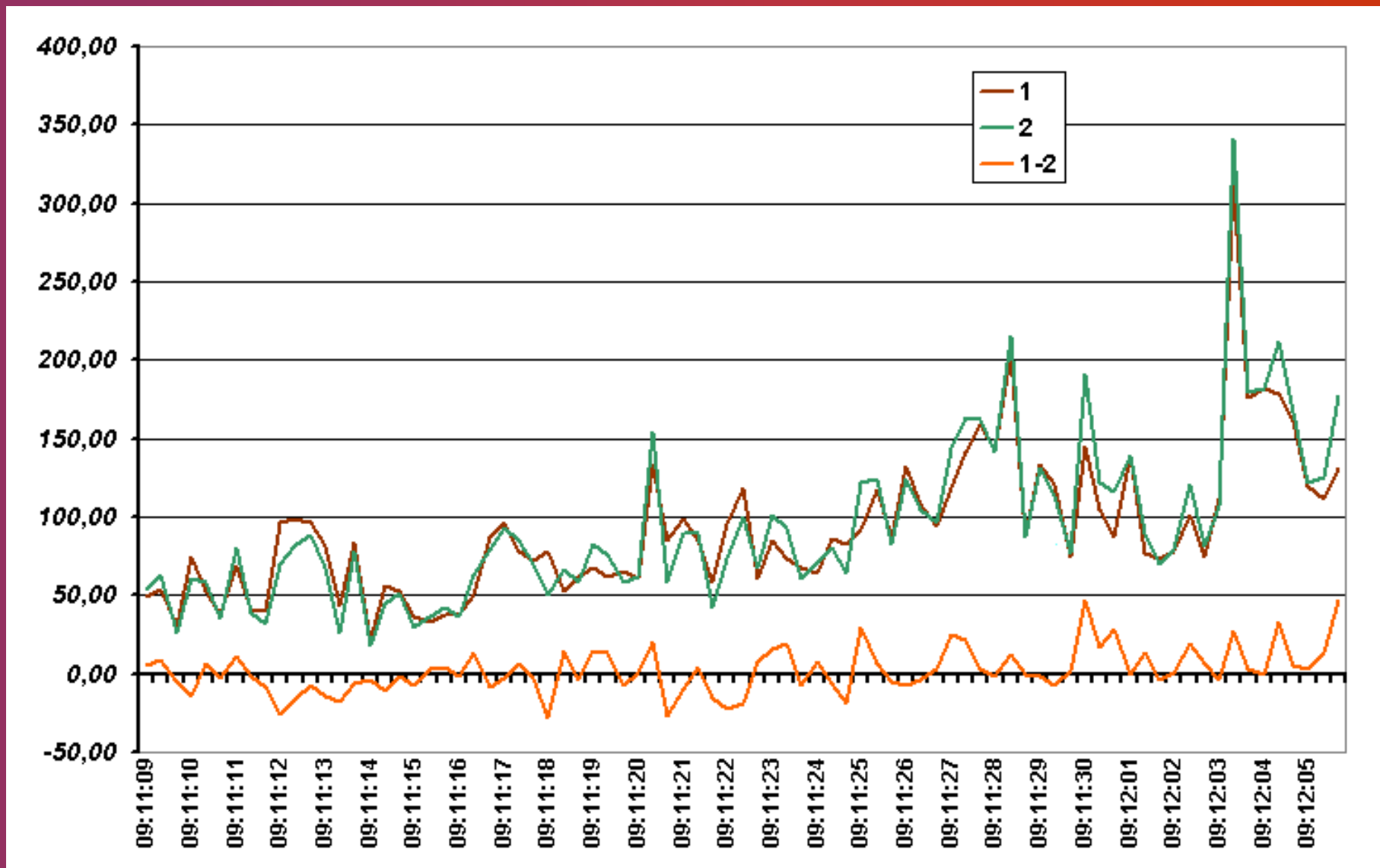


Nr	Data i godz.	Lo	Lp	Bx	Vp	Próbka	mg CaO/100Bx	Pompka [l/h]
1	2009:11:09 01:12	102	75	10,51	10	sok gęsty	49,23	1,20
2	2009:11:09 01:12	102	66	13,32	10	sok rzadki	54,11	0,72
3	2009:11:09 10:10	102	71	10,08	10	sok gęsty	54,33	0,82
4	2009:11:09 10:10	102	67	12,59	10	sok rzadki	63,11	1,15
5	2009:11:09 12:08	102	68	11,86	10	sok rzadki (alk. opt.)1	56,33	1,24
6	2009:11:09 12:14	102	74	14,11	10	sok rzadki (alk. opt.)1	31,76	1,38
7	2009:11:09 12:21	102	71	11,95	10	sok rzadki (alk. opt.)1	43,54	0,59
8	2009:11:09 12:26	102	72	13,18	10	sok rzadki (alk. opt.)1	57,84	1,01
9	2009:11:09 12:31	102	74	11,39	10	sok rzadki (alk. opt.)1	62,23	1,13
10	2009:11:09 12:36	102	69	13,98	10	sok rzadki (alk. opt.)1	76,55	0,62
11	2009:11:09 17:25	102	70	10,64	10	sok gęsty	31,34	1,17
12	2009:11:09 17:25	102	66	13,20	10	sok rzadki	25,61	0,66
13	2009:11:10 05:05	102	65	11,71	10	sok gęsty	75,23	1,34
14	2009:11:10 05:05	102	74	9,86	10	sok rzadki	61,74	0,83
15	2009:11:10 09:33	101	67	10,73	10	sok gęsty	53,87	1,02
16	2009:11:10 09:33	101	75	14,35	10	sok rzadki	59,23	1,41
17	2009:11:10 17:33	101	71	10,85	10	sok gęsty	38,54	0,87
18	2009:11:10 17:33	101	70	9,72	10	sok rzadki	35,44	1,40

Fragment danych z pliku archiwizacyjnego



Plansza „wykresy” programu Analizator Ca⁺⁺



Zmiany stężenia soli wapniowych w sokach: 1-rzadkim, 2-gęstym, 1-2 – różnica stężeń soli wapniowych w sokach rzadkim i gęstym



Podsumowanie:

- 1. Elektrochemiczny analizator soli wapniowych z elektrodą jonoselektywną pozwala na dokonywanie dokładnych oznaczeń w roztworach cukrowniczych, nawet mętnych i silnie zabarwionych.**
- 2. Wykorzystanie w analizatorze komputera PC ze specjalnym oprogramowaniem „Analizator Ca++” znacznie upraszcza tok kalibrowania urządzenia, dokonywania pojedynczych analiz i obliczania ich wyników oraz wykonywania serii oznaczeń alkaliczności optymalnej.**



3. Program „Analizator Ca++” pozwala na wykreślanie trendu zmian stężenia soli wapniowych w soku rzadkim i gęstym, a także różnicy między tymi stężeniami w czasie całej kampanii oraz poziomu ostatnio wyznaczonej alkaliczności optymalnej II saturacji.



Dziękuję za uwagę...