Innowacyjne Rozwiązanie Dotyczące Gospodarki Energetycznej w Cukrowni

Tomasz P. Olejnik, Michał Głogowski
Politechnika Łódzka

Agenda

- Wprowadzenie do problemu gospodarki energetycznej
- Teza
- Alternatywne (unikatowe) podejście
- Opis rozwiązania

Wprowadzenie do problemu gospodarki energetycznej

- Warunki racjonalnego prowadzenia gospodarki cieplnej
- Wytwarzanie ciepła
- Przetwarzanie ciepła na energię mechaniczną i elektryczną
- Wykorzystanie ciepła do celów technologicznych

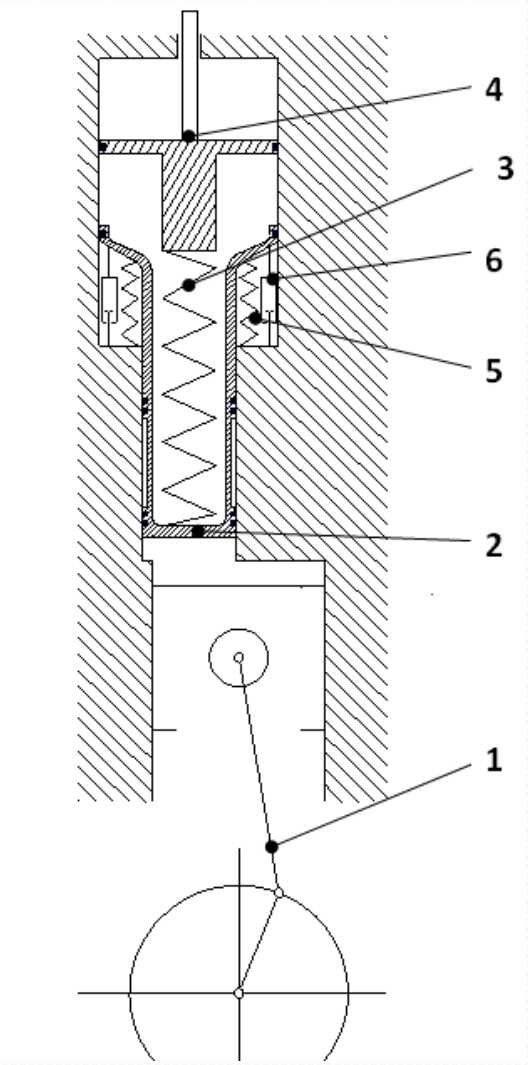
- Limity wynikające z przepisów wyższego rzędu

Teza prezentacji

Przyjmijmy, że możemy rozwiązać problem gospodarki energetycznej w cukrowni (w ograniczonym zakresie) wykorzystując niekonwencjonalne, innowacyjne rozwiązanie z obszaru wymiany energii.

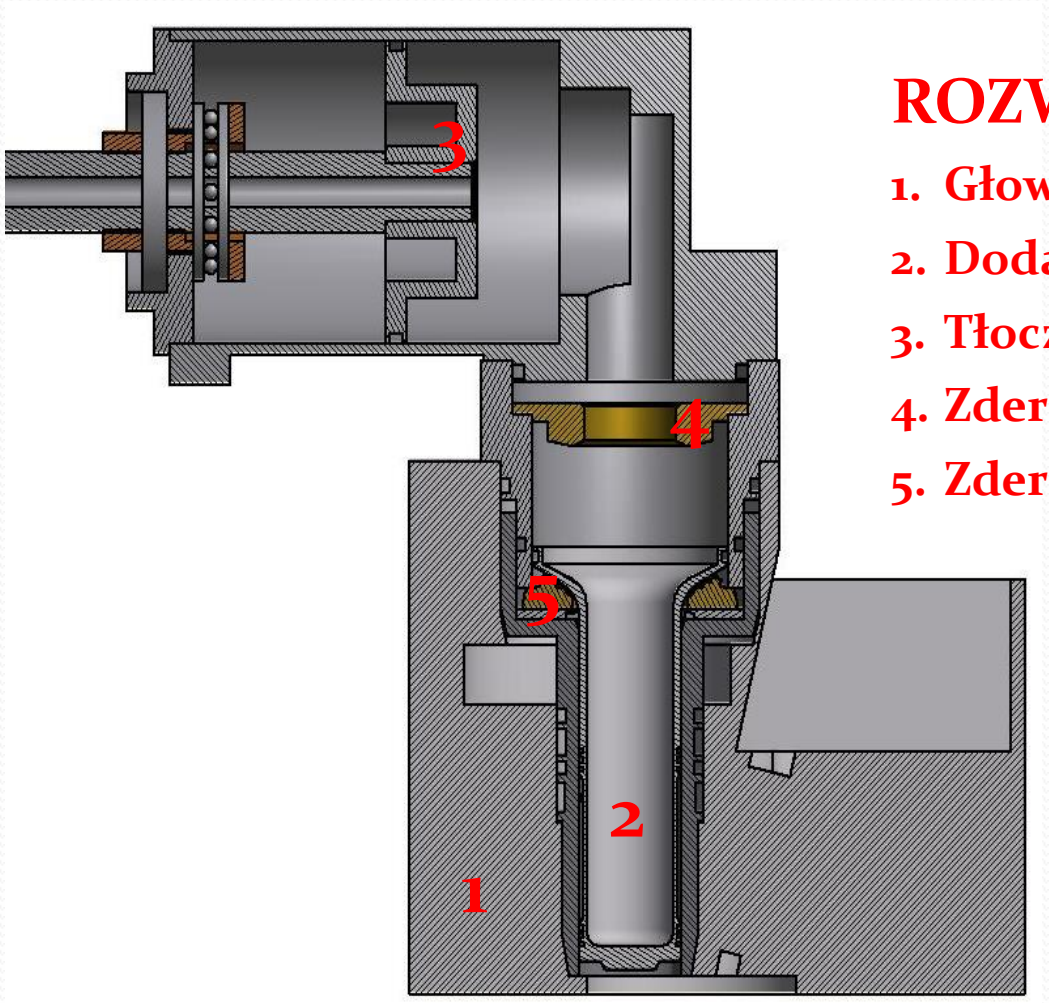
Alternatywne (unikatowe) podejście

- Istnieje urządzenie mogące zmieniać kilkukrotnie objętość komory spalania w trakcie trwania procesu spalania



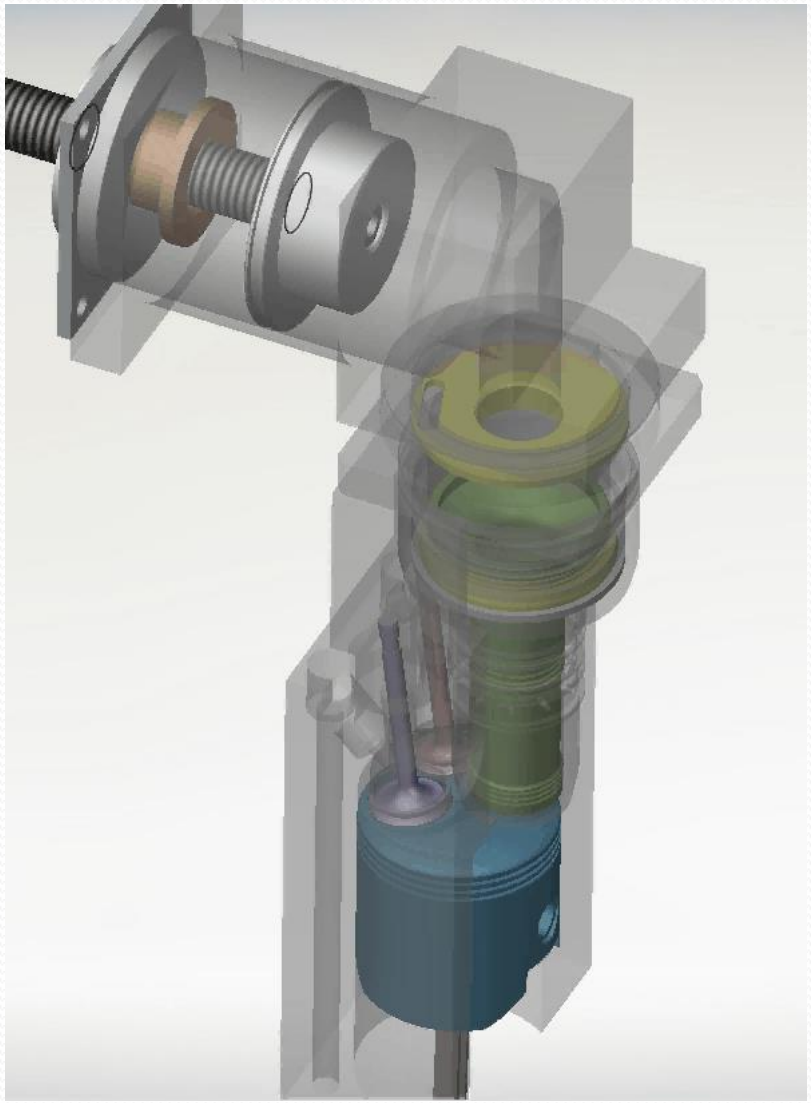
Główne elementy

1) Układ korbowo – tłokowy
2) Dodatkowy tłok w komorze spalania
3) Pneumatyczna sprężyna akumulacyjna
4) Dodatkowy tłok
5) Pneumatyczna sprężyna
6) Tłumik pneumatyczny

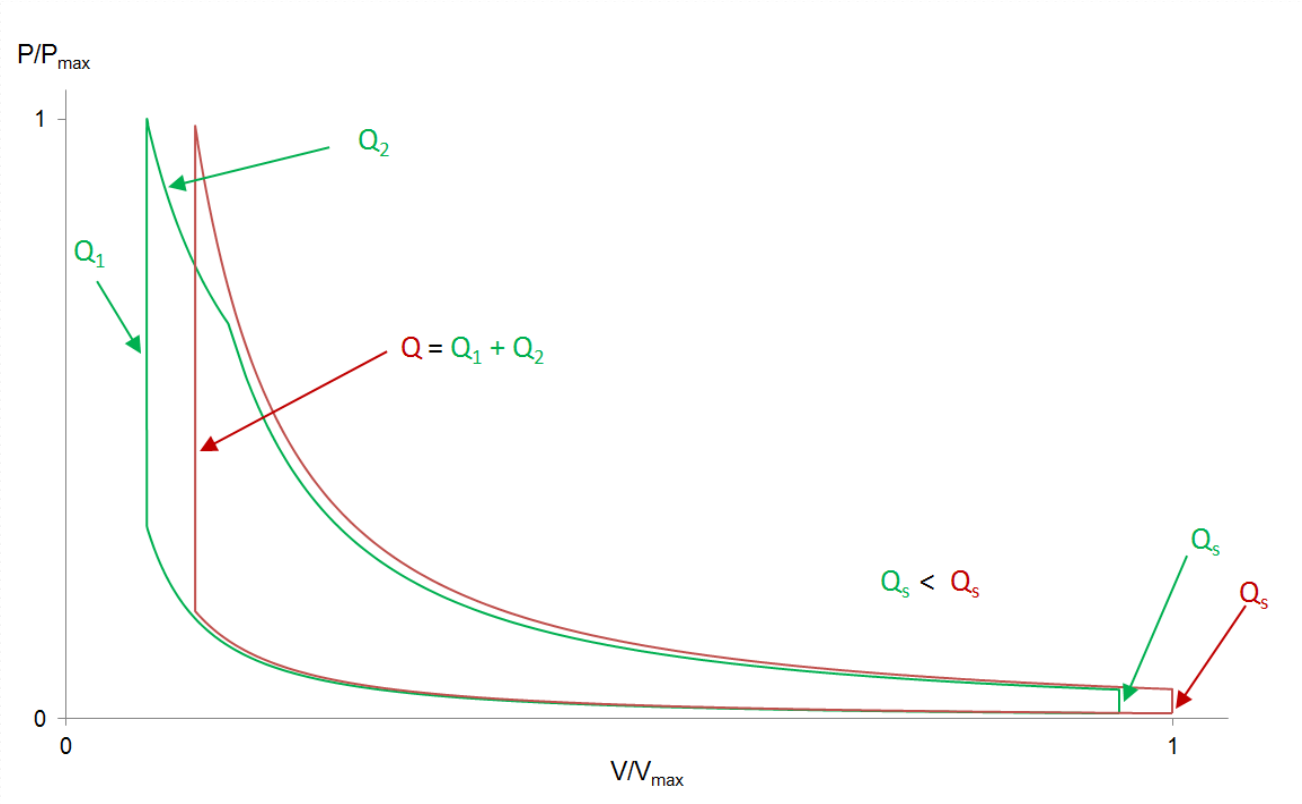


ROZWIĄZANIE

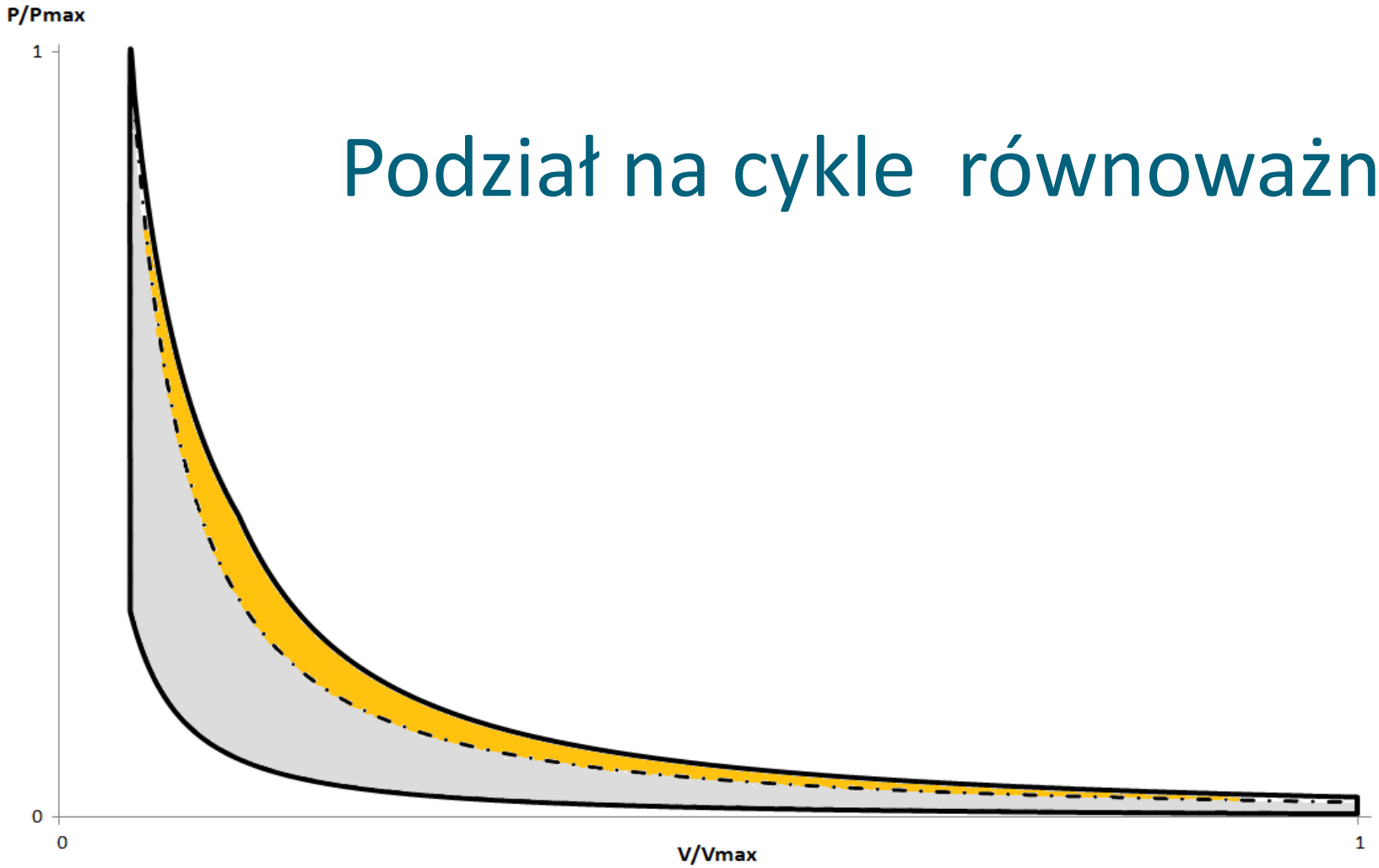
1. Głowica
2. Dodatkowy tłok
3. Tłoczysko
4. Zderzak górny
5. Zderzak dolny



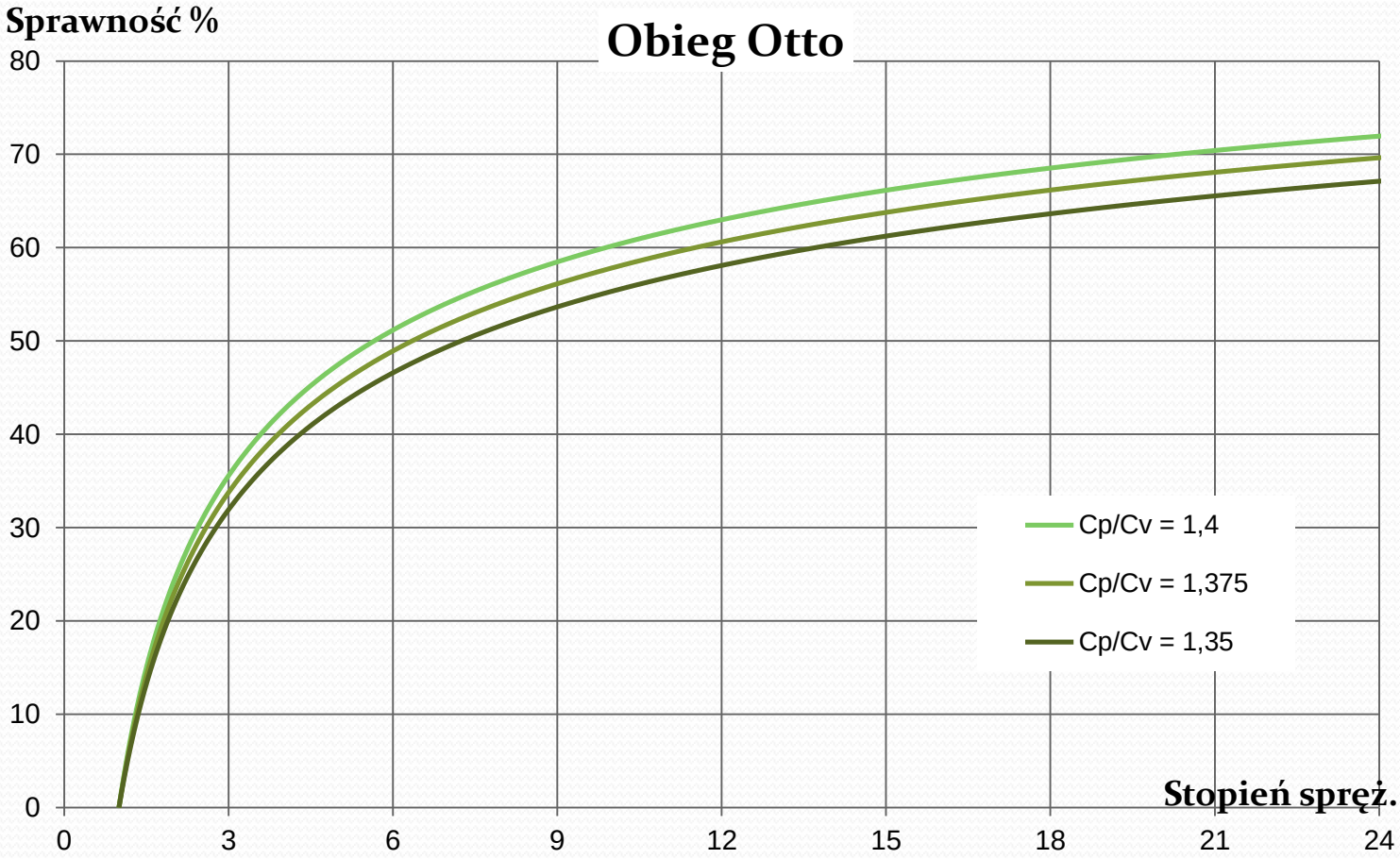
„Karnotyzacja” cyklu spalania

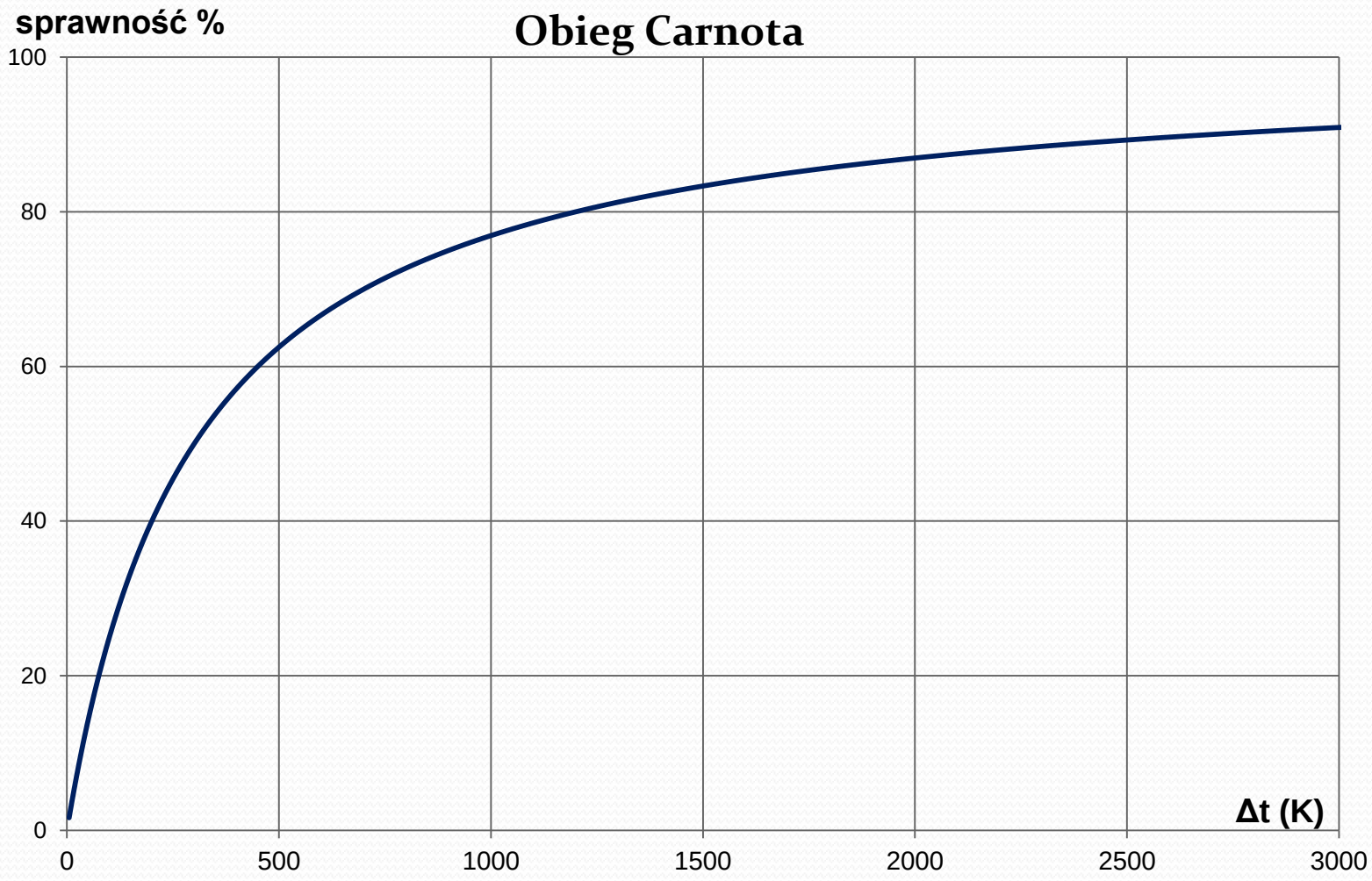


Podział na cykle równoważne

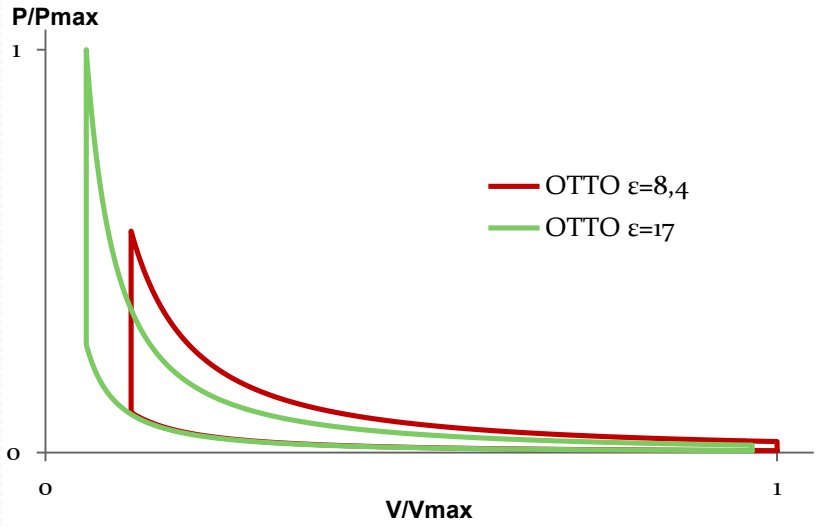


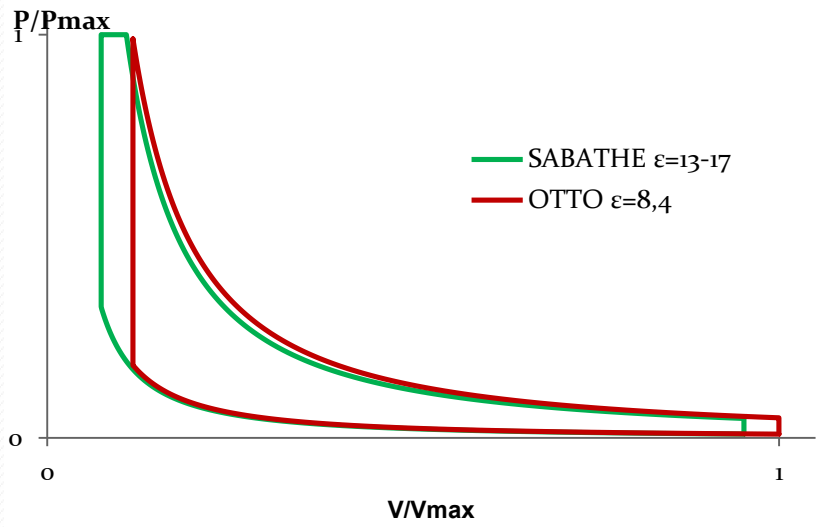
Sprawność obiegu Otto w zależności od stopnia sprężania i c_p/c_v

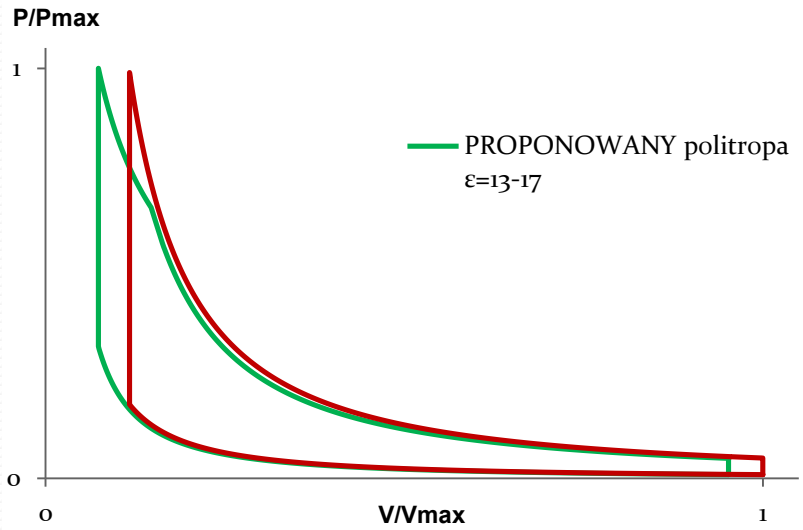


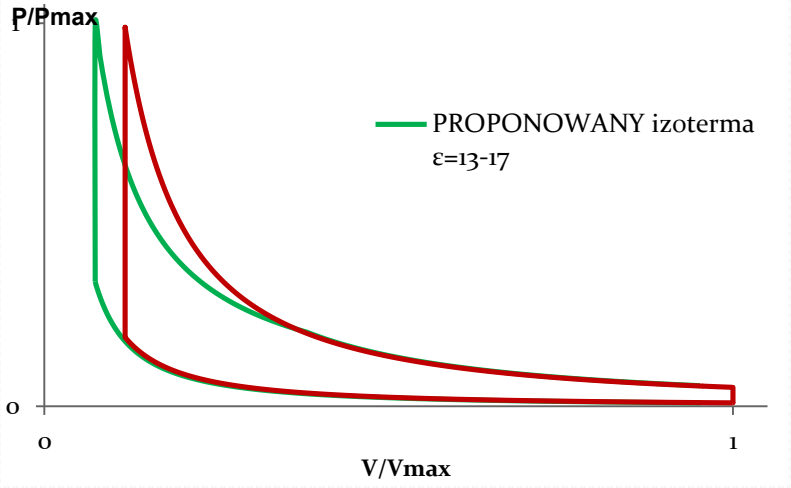

sprawność %
Obieg Carnota
100
80
60
40
20
0
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
Δt (K)

Typowe obiegi teoretyczne dla przyjętej zasady działania silnika ACC

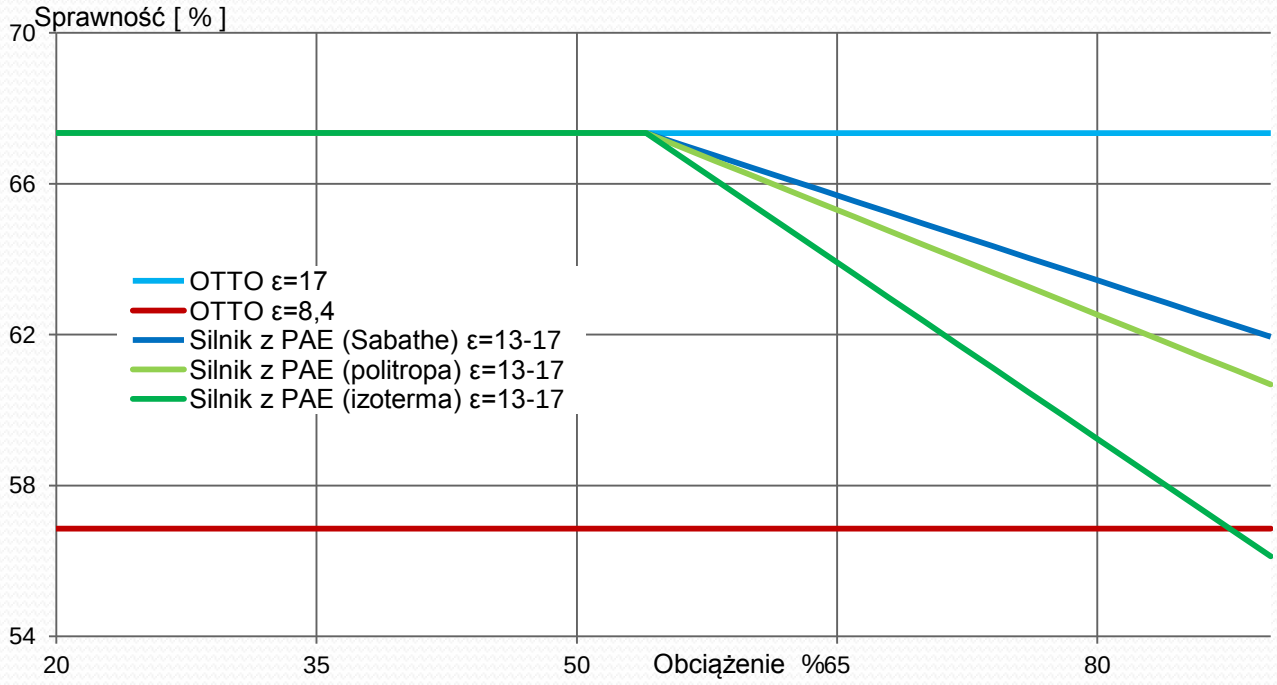




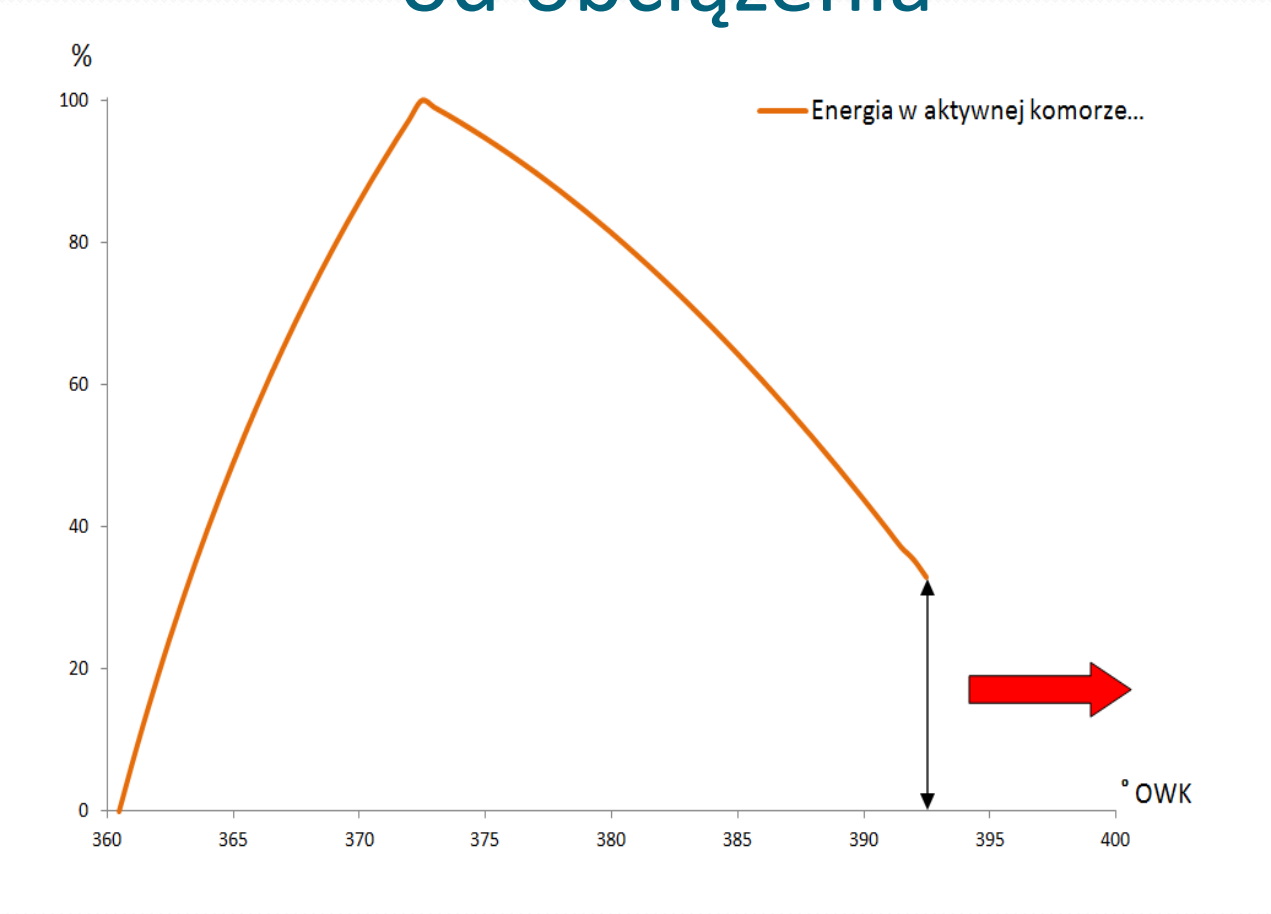




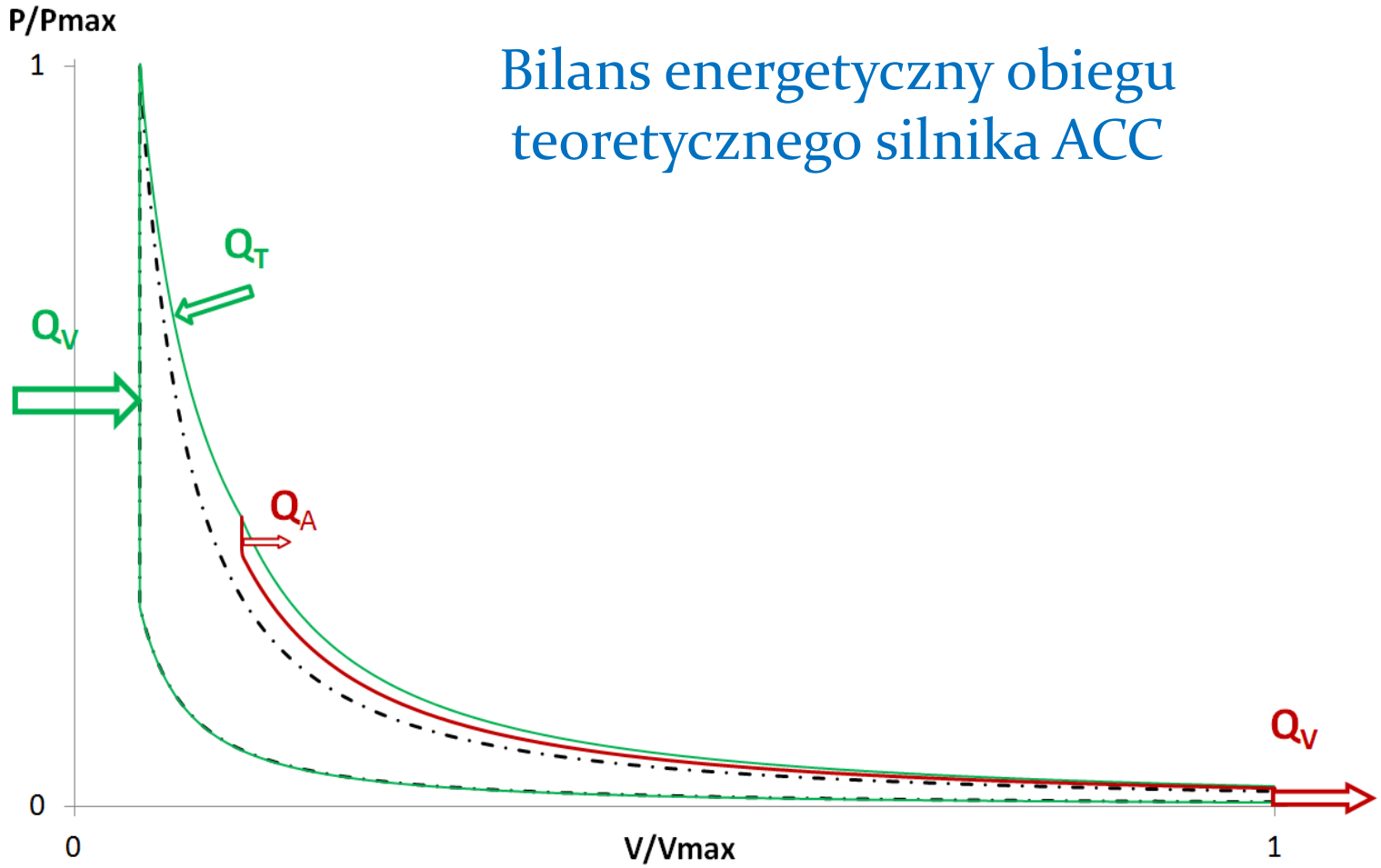
Sprawność dla przyjętych obiegów teoretycznych



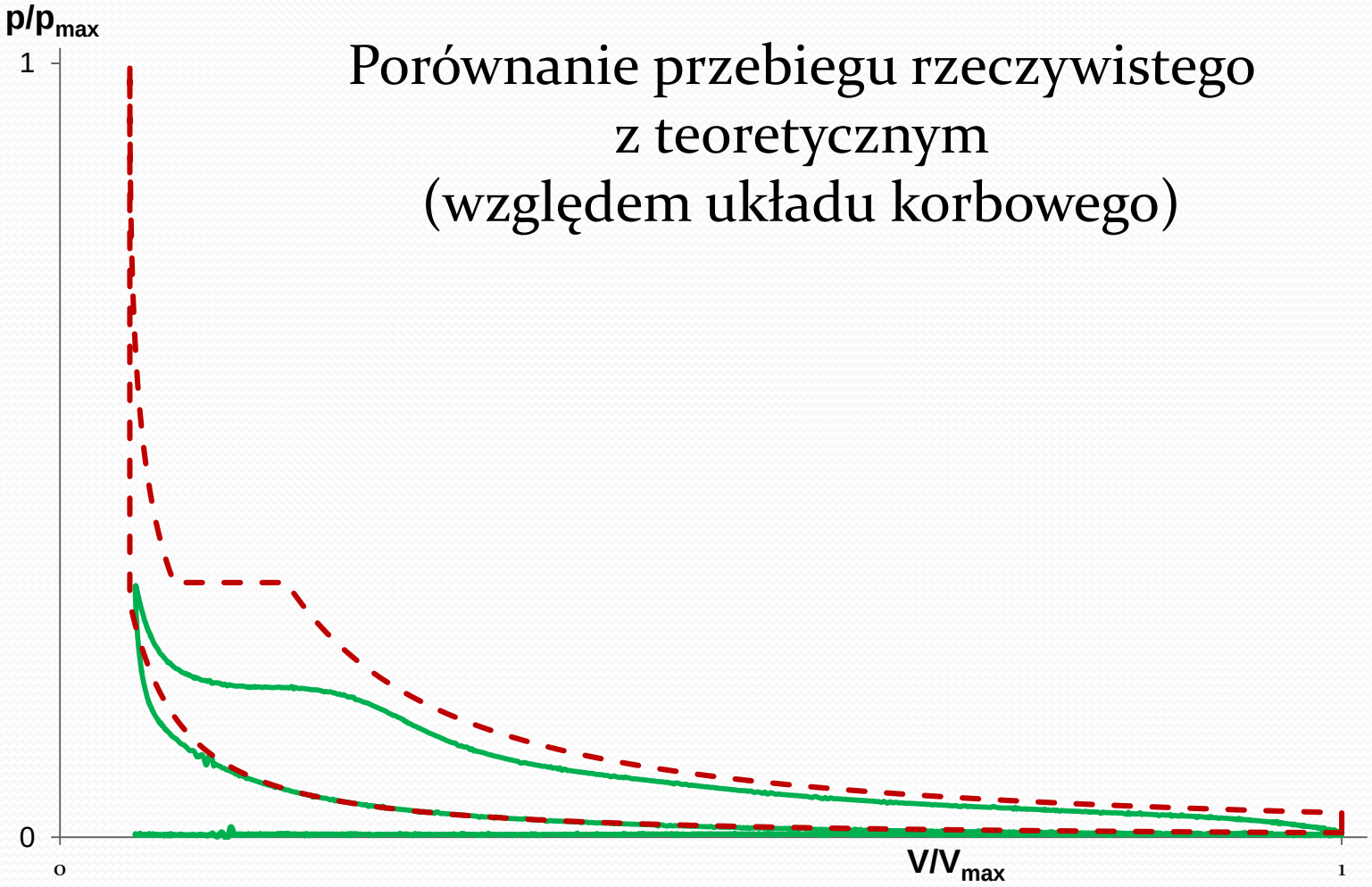
Sprawność nowego obiegu w zależności od obciążenia



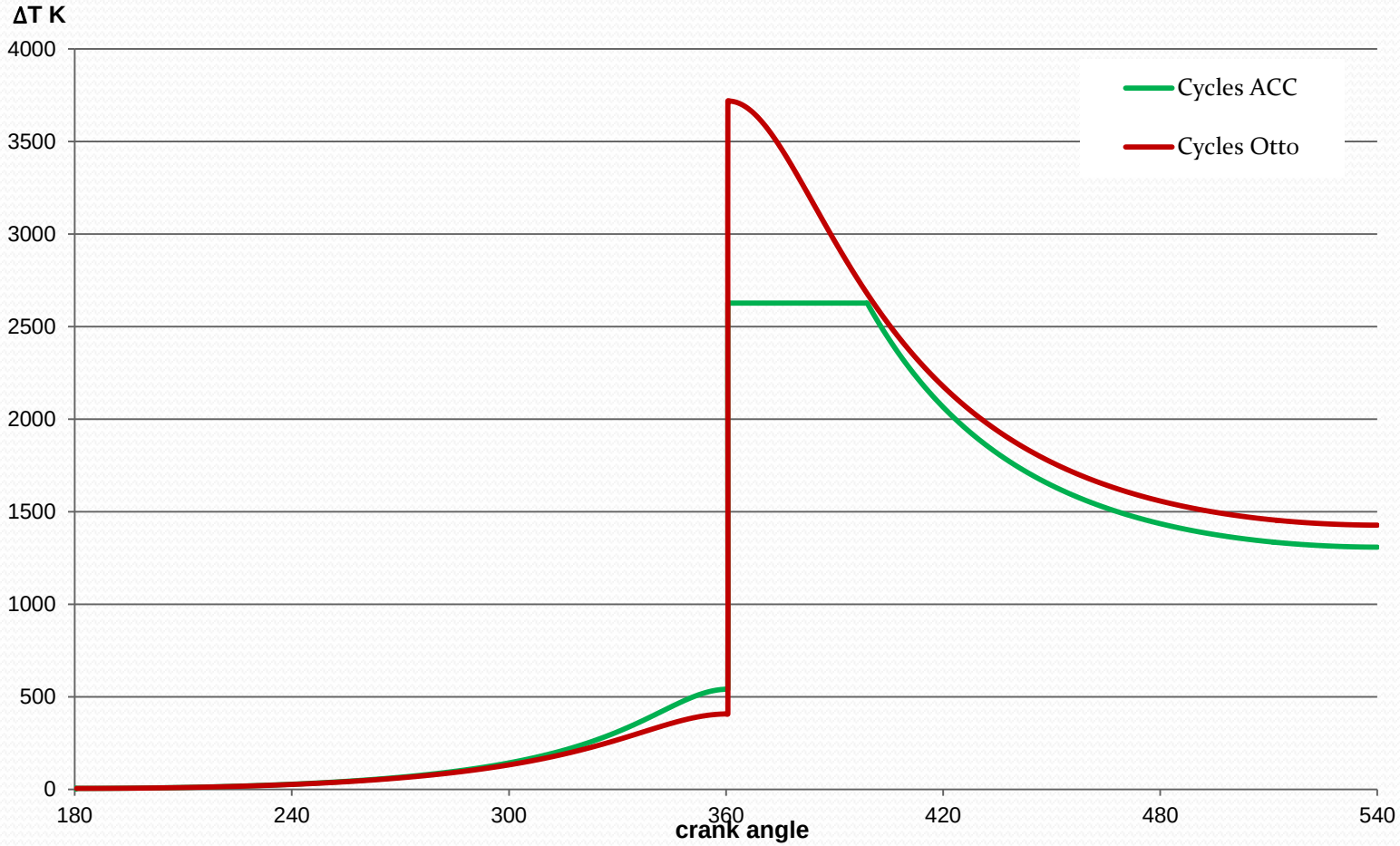
Bilans energetyczny obiegu teoretycznego silnika ACC



Porównanie przebiegu rzeczywistego z teoretycznym (względem układu korbowego)



Rozkład temperatur

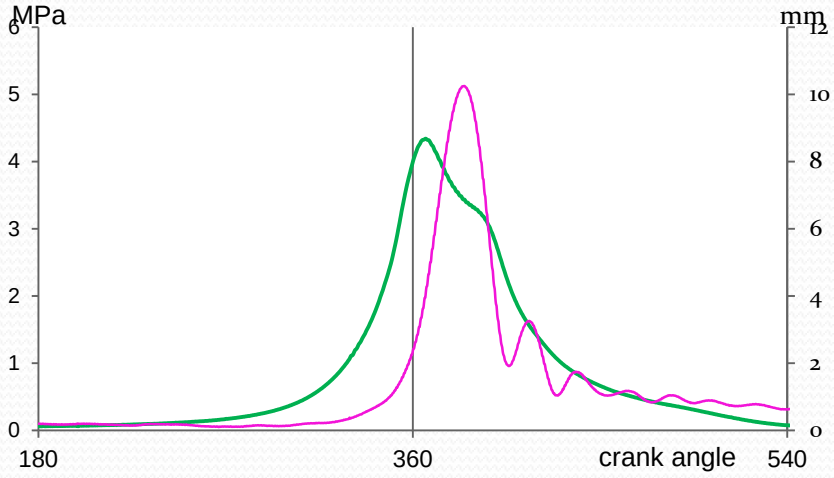


Badania empiryczne

Wybrane przykłady zarejestrowanych przebiegów ciśnień w cylindrze silnika ACC

Typowy przebieg ciśnienia z ruchem tłoka w PAE

(obieg porównawczy z przemianą politropową)



Parametry:

n = 1500 obr/min,

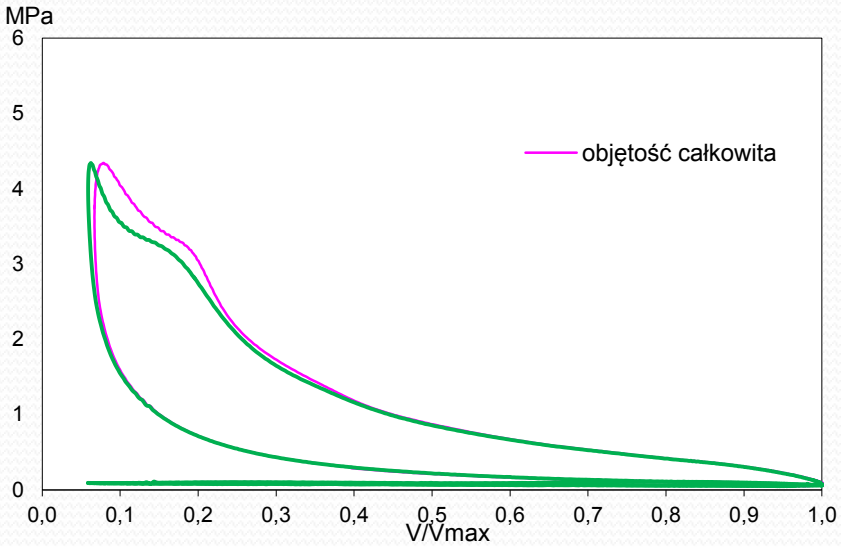
M_s = 28,5 Nm

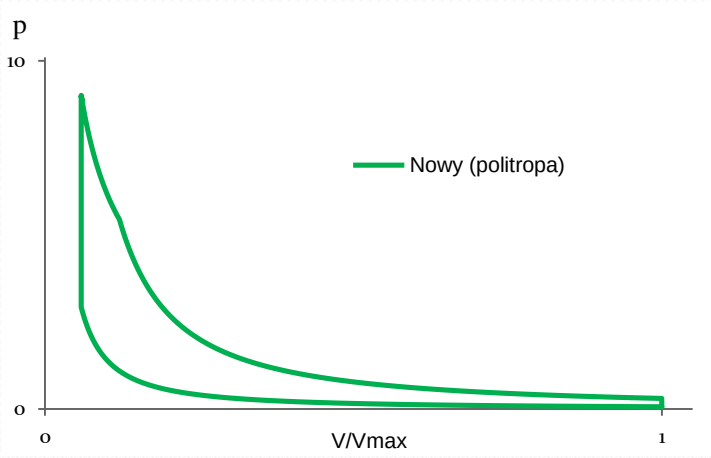
p_g = 1,1 MPa,

p_d = 0,19 MPa,

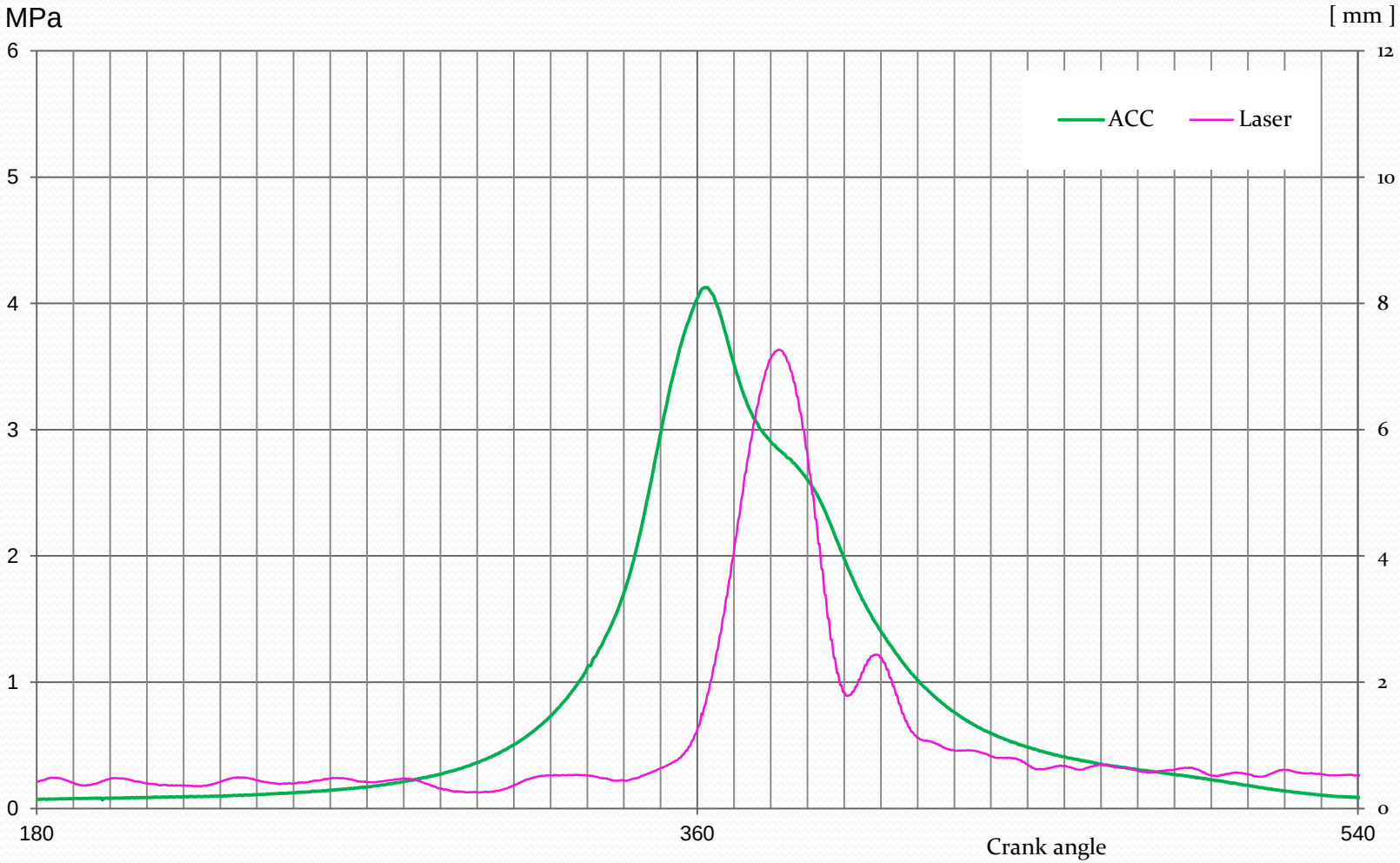
V_{gmax} = 770 cm^3,

α_{przep} = 18%.

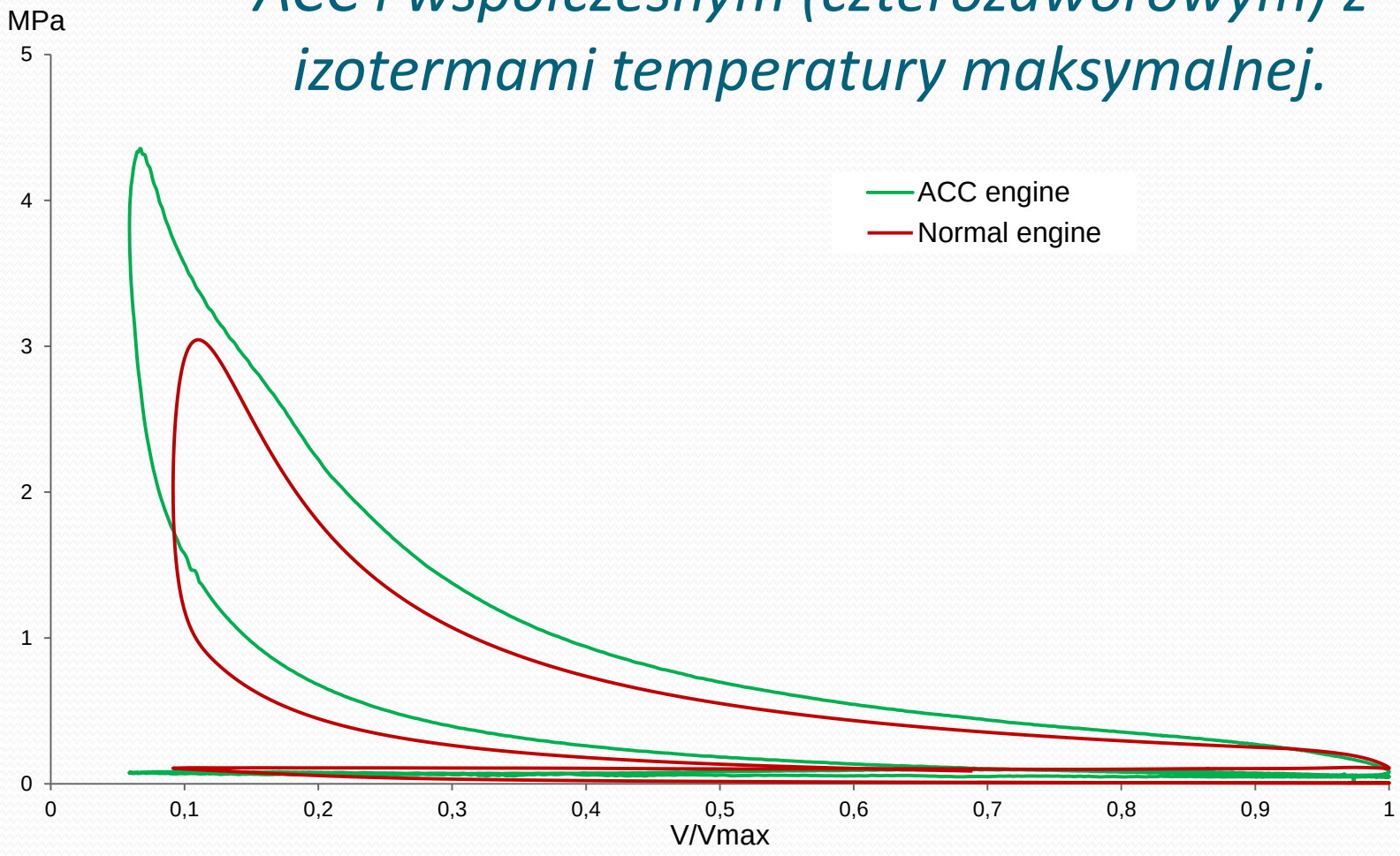




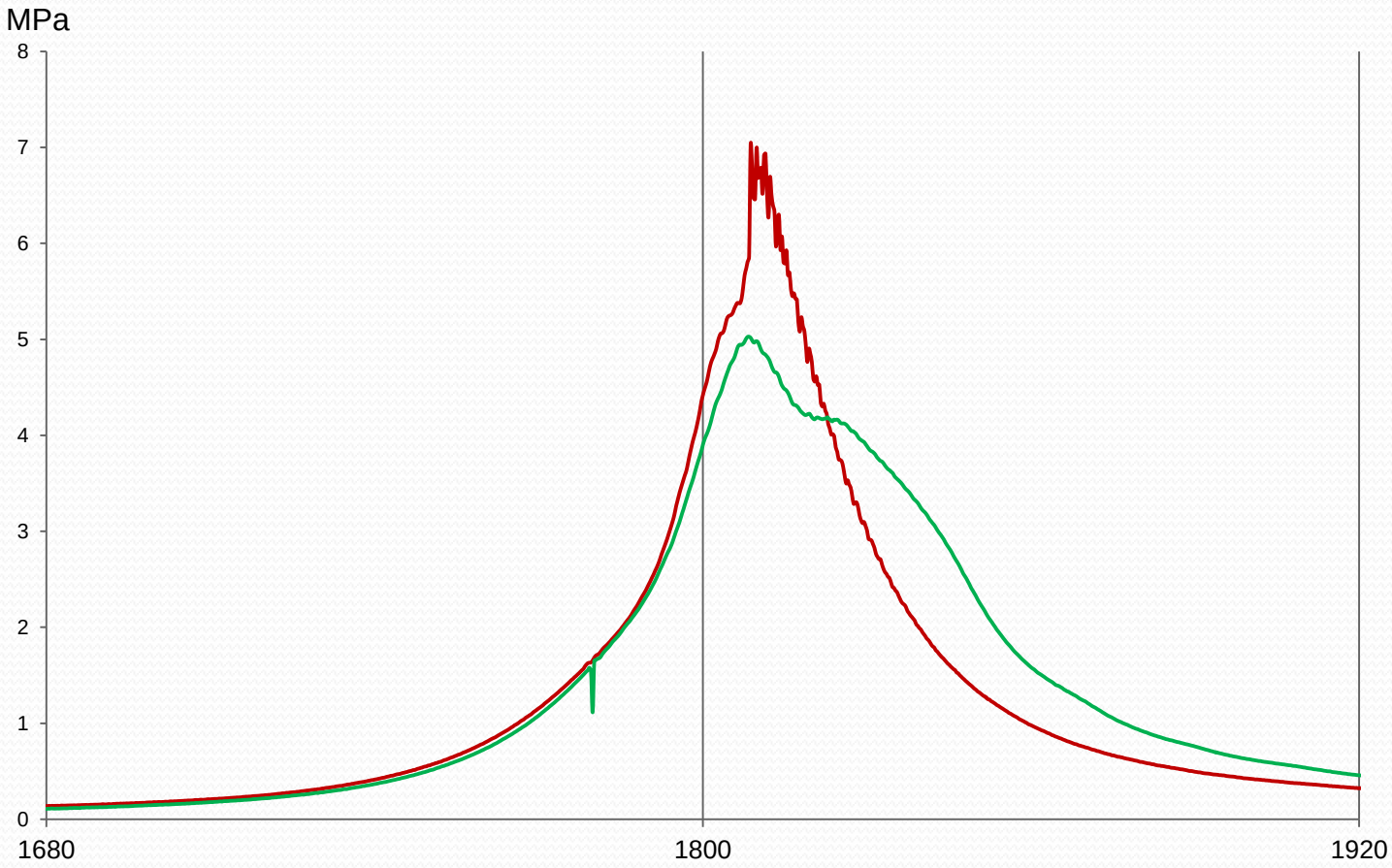
Typowy przebieg ciśnienia w cylindrze oraz ruch dodatkowego tłoka



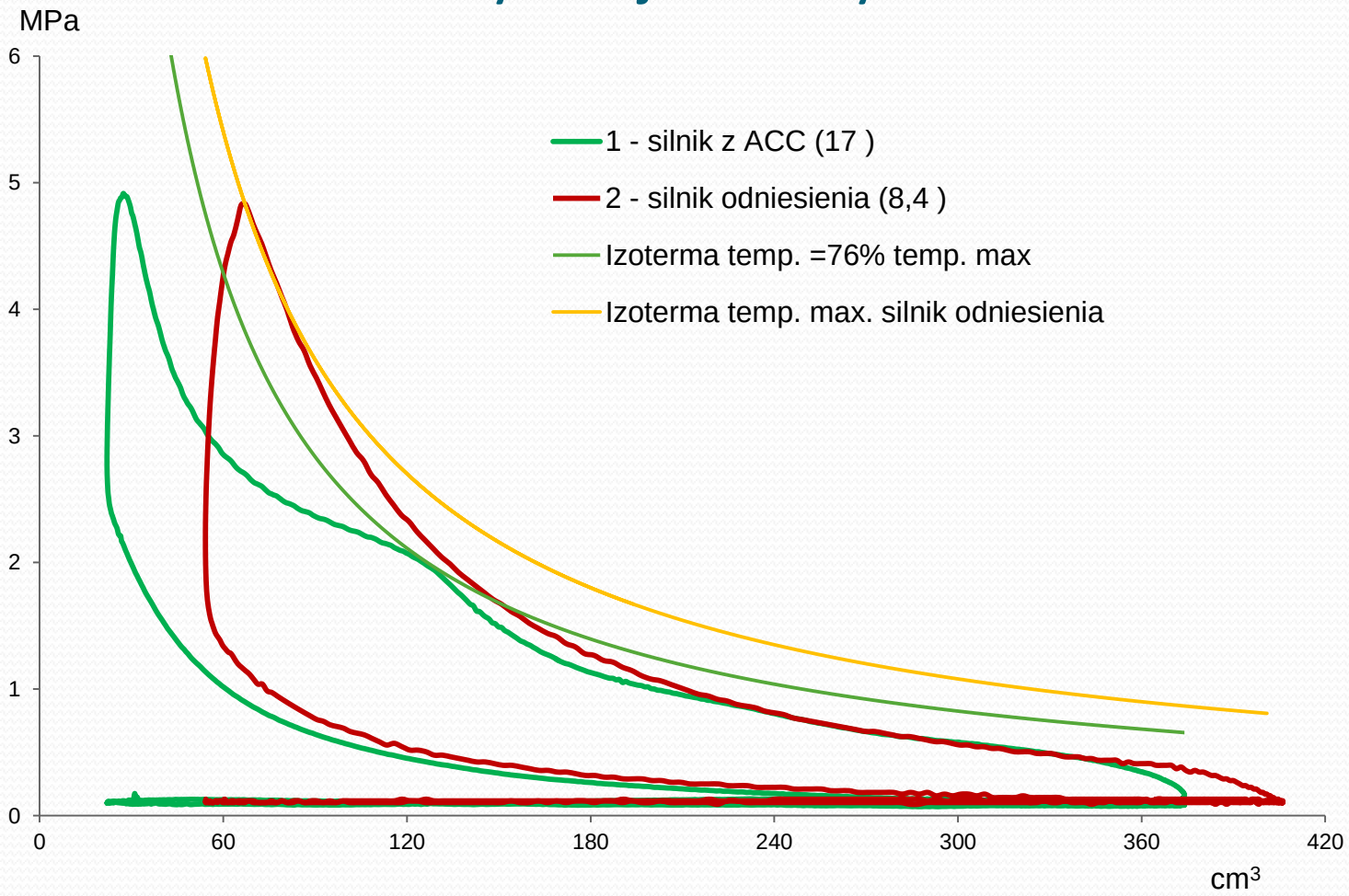
Zamknięty przebieg ciśnienia w cylindrze silników ACC i współczesnym (czterozaworowym) z izotermami temperatury maksymalnej.



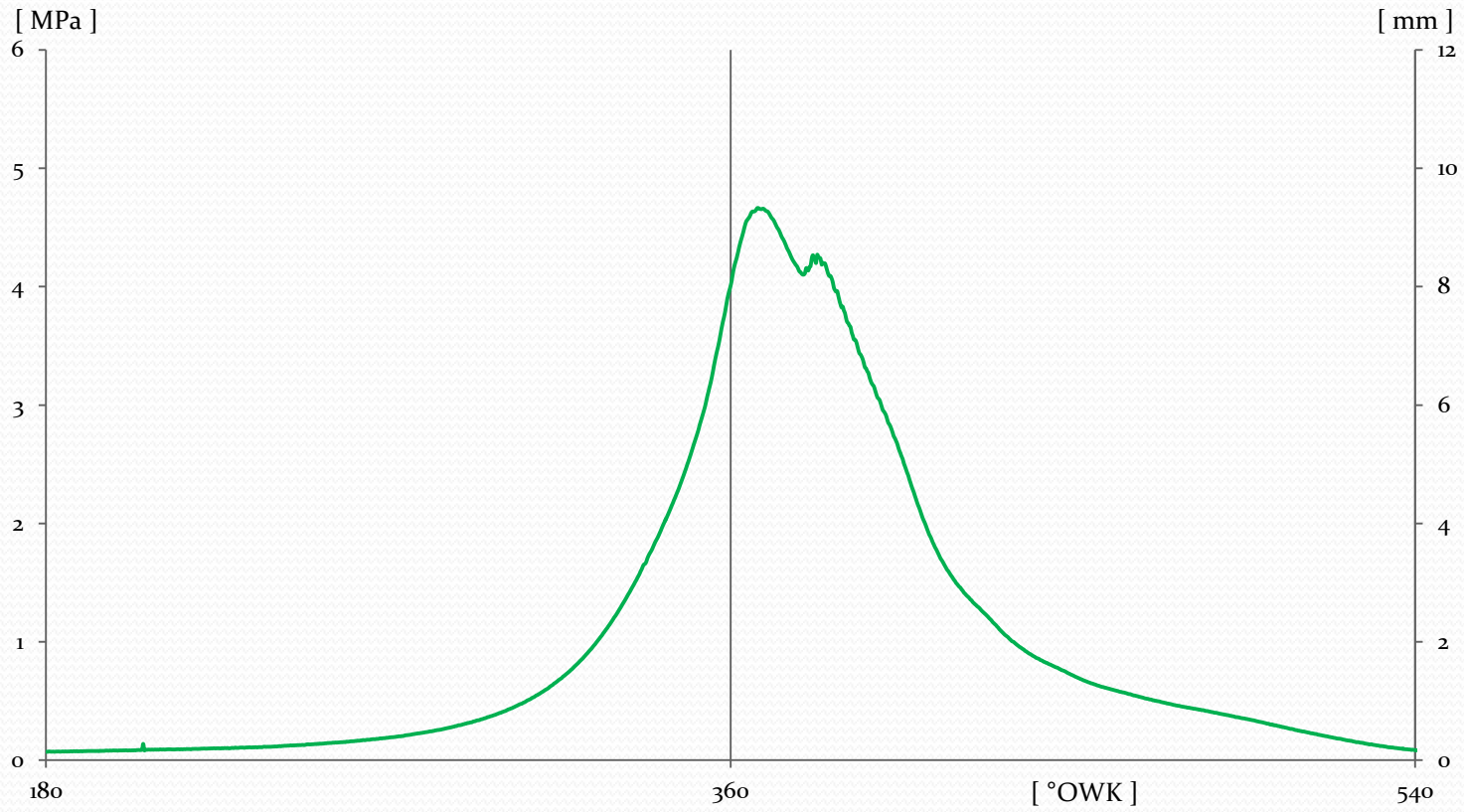
Przebieg spalania detonacyjnego przy zablokowanym aktywnej komorze spalania



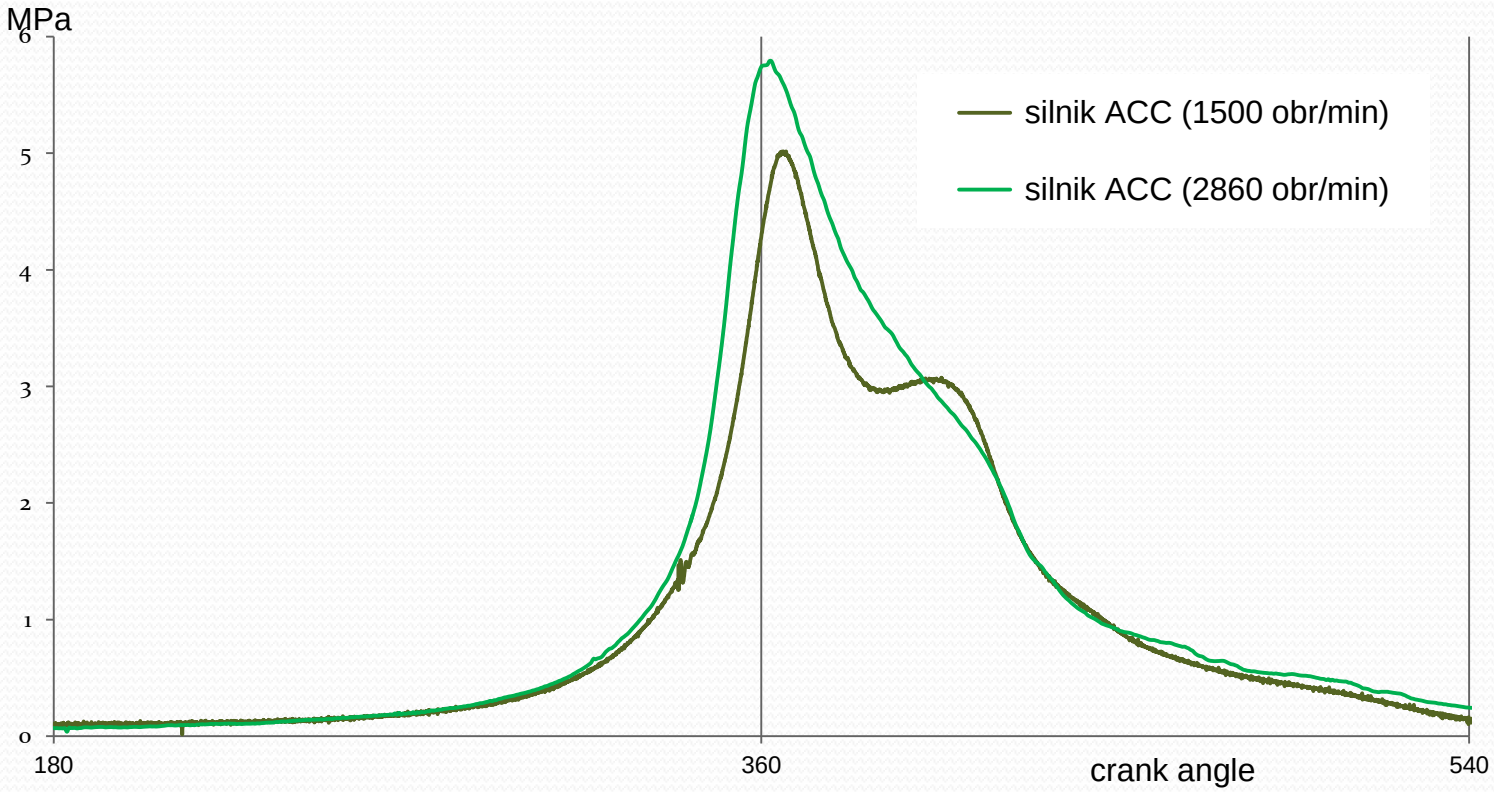
Efekt obniżenia temperatury gazów poprzez działanie aktywnej komory ACC



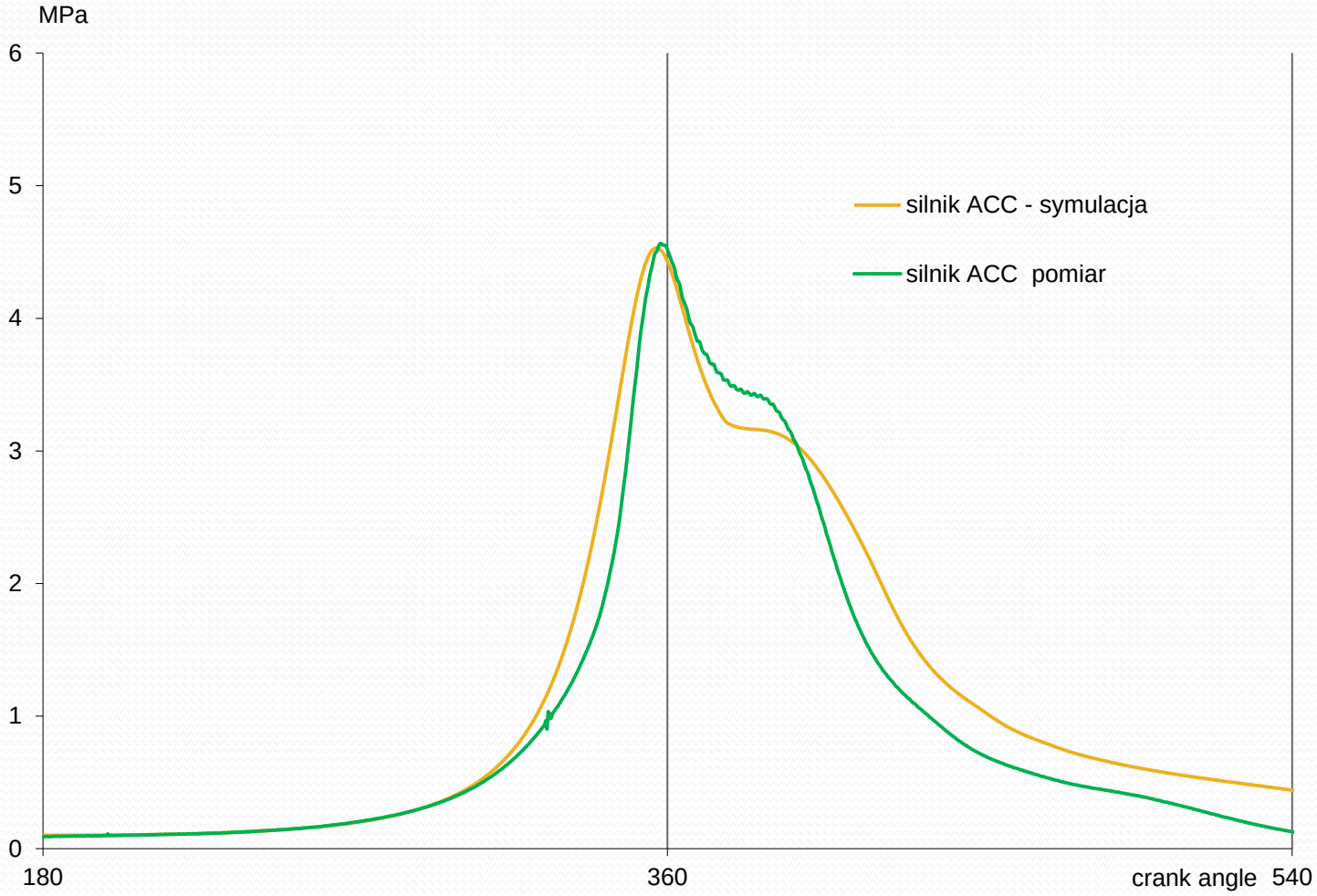
Typowy rozkład ciśnienia podczas pracy silnika z max sprawnością układu rekuperacji energii komory aktywnej



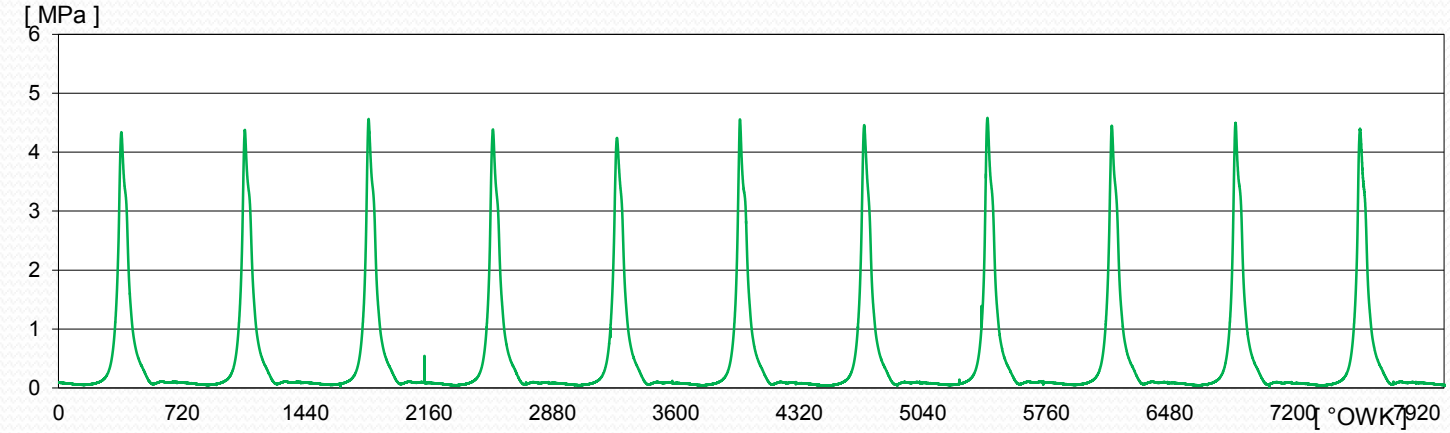
Zmiana ciśnienia przy stałym obciążeniu i różnych prędkościach obrotowych

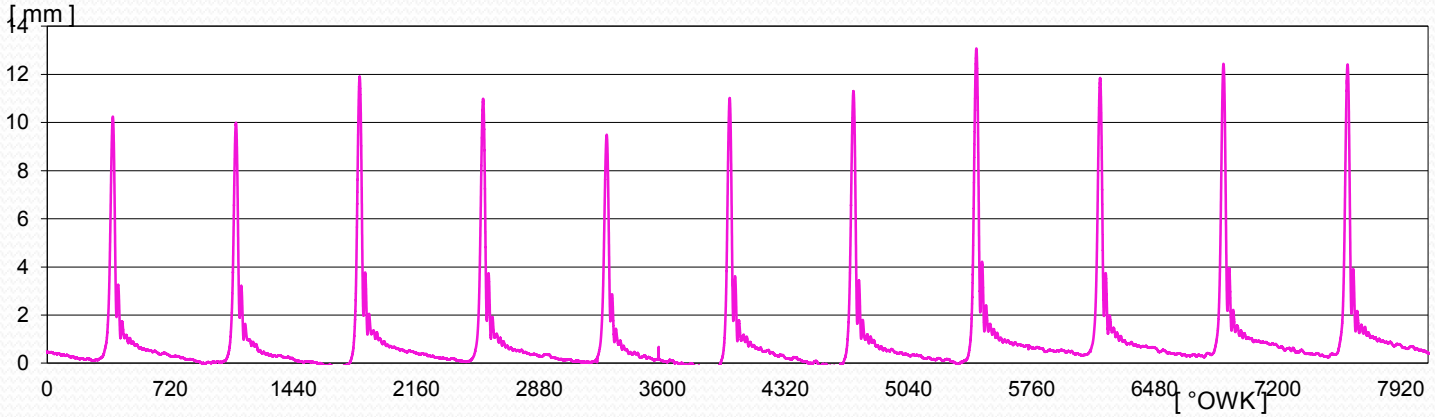


Porównanie wykresu pracy z symulacją

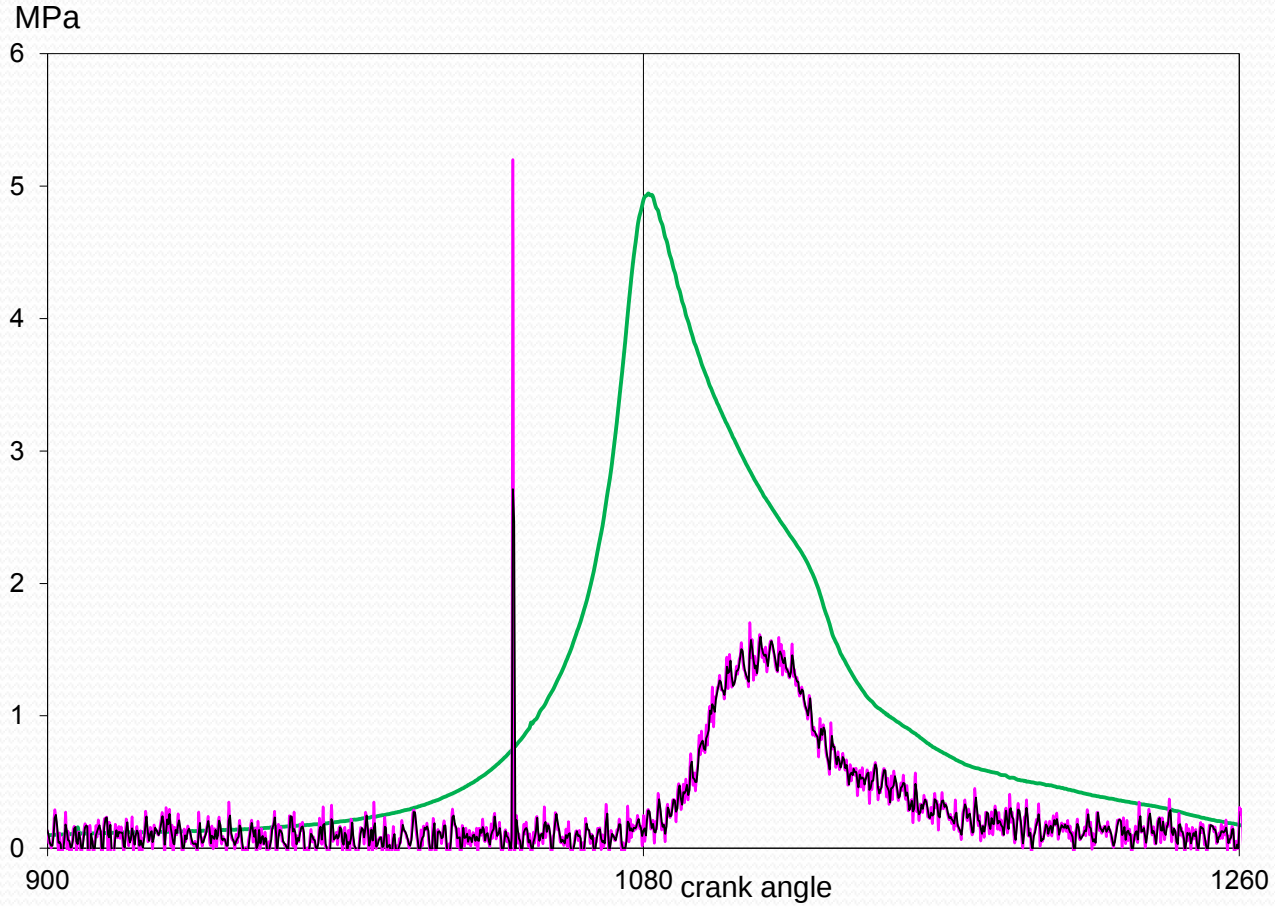


Wpływ PAE na amplitudy ciśnień w cylindrze (11 cykli)

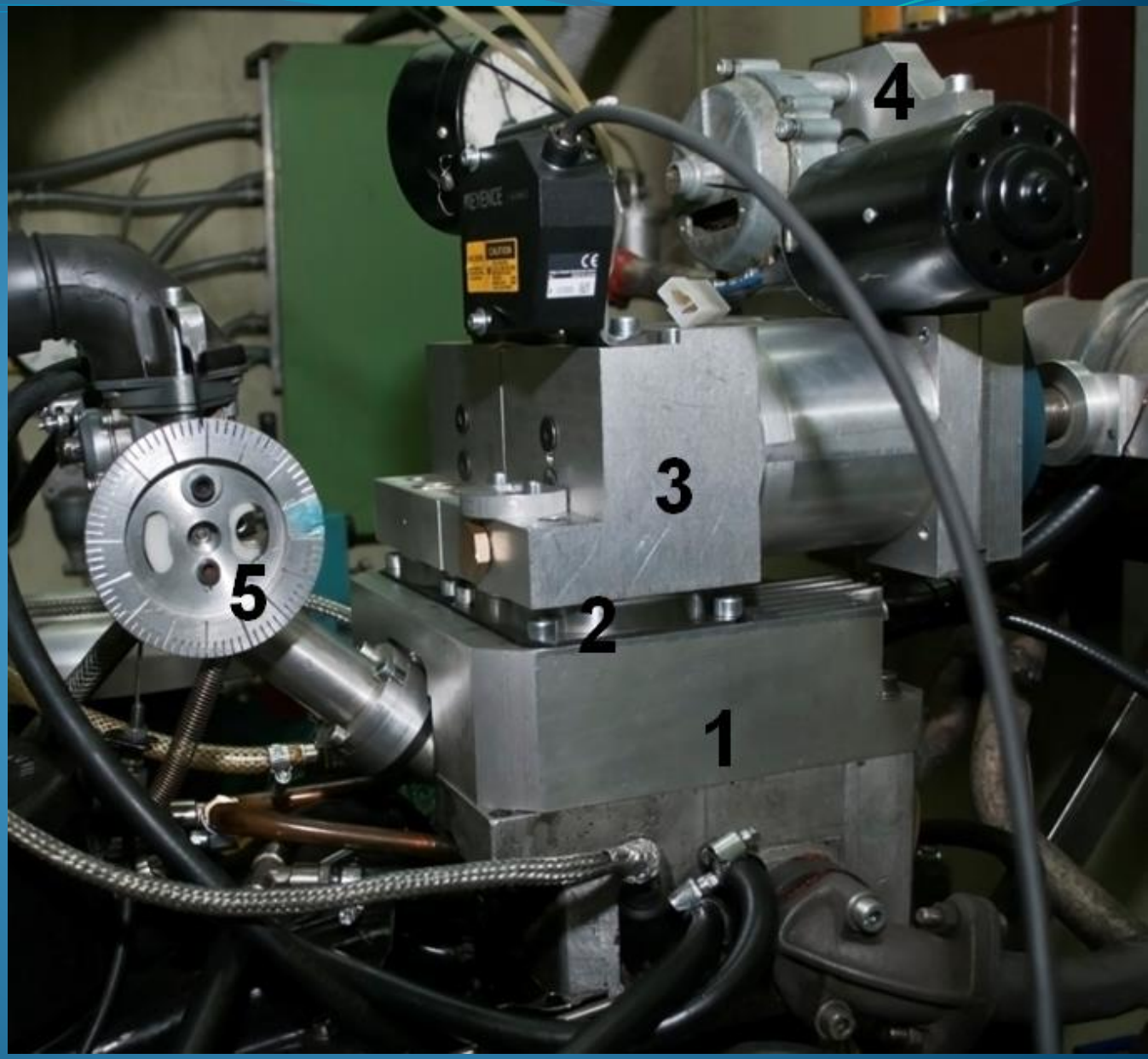




Tło widma pomiaru fotoelektrycznego



1. głowica,
2. PAE tuleja cylindrowa (górny zbiornik),
3. PAE część górnego zbiornika o regulowanej objętości,
4. PAE napęd mechanizmu zmiany objętości,
5. gaźnikowy system zasilania z układem regulacji kąta obrotu przepustnicy.



Zalety

- Wyższa sprawność do 25% przy częściowych obciążeniach (obszar dla testów Euro)
- Wyższy stopień sprężania do 100% wzrost sprawności ogólnej średnio o ok. 10%
- Niższa temp. maksymalna w silniku przy pełnym obciążeniu do 15% obniża emisyjność a w przyszłości umożliwi zastosowanie quasi-adiabatycznych warstw w komorze spalania
- Mniejsza wymiana cieplna do 10% zapewnia wzrost sprawności o ok. 4%
- Mniejsze zużycie paliwa na biegu jałowym do 20%
- Mniejsza wrażliwości silnika na skład chemiczny paliwa
- Niższa temp. spalin
- Wielopaliwowość

Zastosowanie

- Napęd agregatu prądotwórczego na biogaz
- Wspomagające zasilanie w energie elektryczną przy zmniejszonym zapotrzebowaniu na parę technologiczną w cukrowni
- …?

Dziękuję za uwagę