

# **SYMPOZJUM PLASTECH 2019**

Gniew 11-12.04.2019

## **Możliwości oszczędzania energii we współczesnych wtryskarkach**

Opracował: Andrzej Zwierzyński

06.04.2019

## Wtryskownie zużywają najwięcej energii wśród zakładów przetwórstwa tworzyw ponieważ:

- w procesach wtrysku przetwarzane jest ok.1/3 wytwarzanych tworzyw sztucznych,
- wtryskarki są najliczniejszą grupą maszyn przetwórczych
- zużycie energii podczas wtrysku wynosi 0,9-1,6 kWh/kg (ok.50% i więcej to zużycie maszynowe)

a ponadto:

- cena energii stanowi istotny koszt zmienny(trzeci po tworzywie i płacach, a niekiedy drugi)
- klasę efektywności energetycznej wtryskarek określa norma Euromap 60.1 wg zużycia energii w kWh/kg

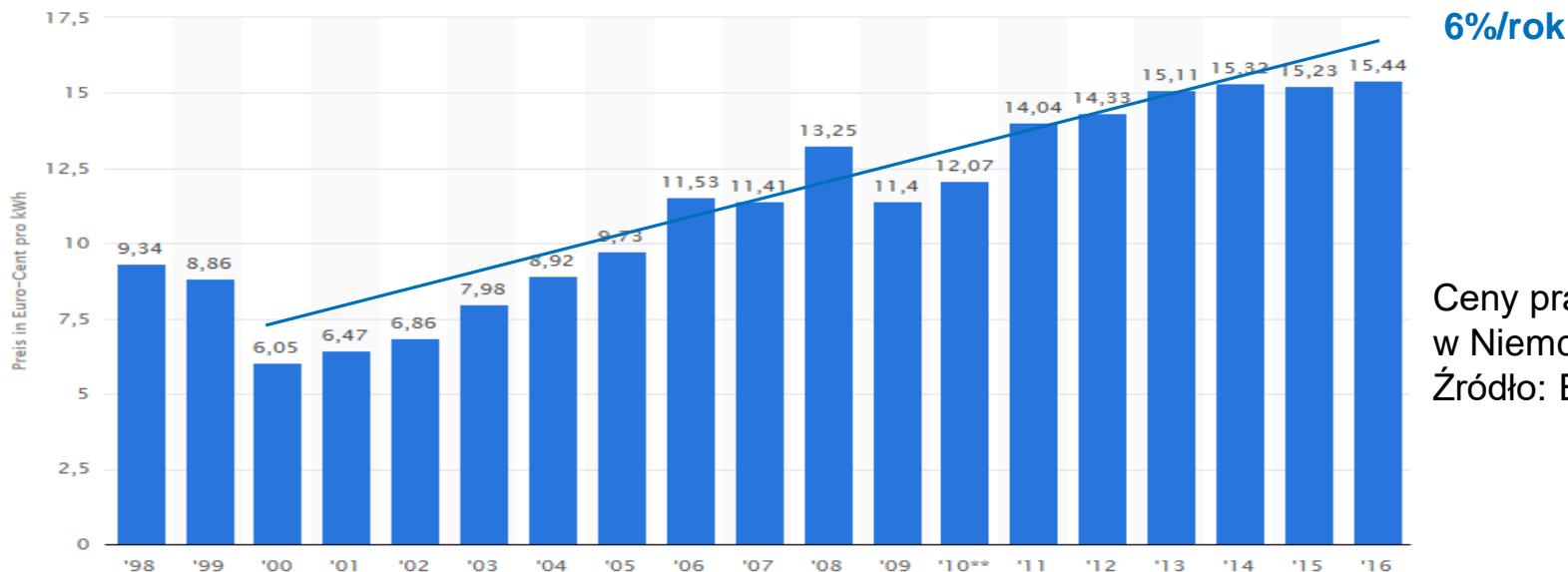
Class	Specific energy consumption [kWh/kg]
1	> 1.50
2	≤ 1.50
3	≤ 1.20
4	≤ 0.96
5	≤ 0.77
6	≤ 0.61
7	≤ 0.49
8	≤ 0.39
9	≤ 0.31
10	≤ 0.25

Klasy efektywności wtryskarek wg Euromap 60.1

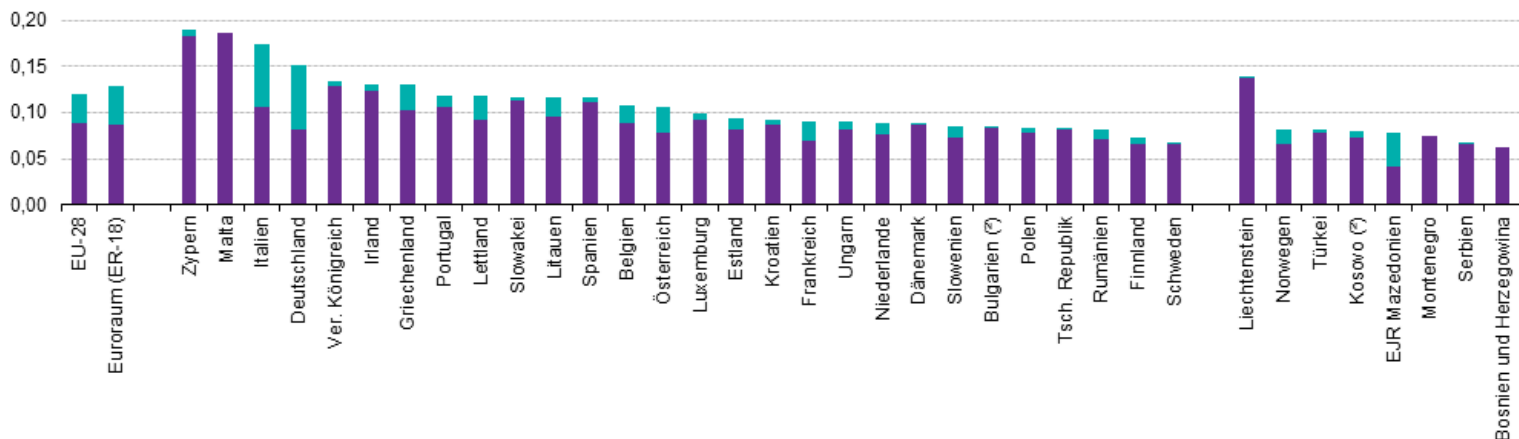
# Ceny energii

- Ceny energii w Europie są niestabilne i wykazują pewne tendencje wzrostowe
- Ceny w poszczególnych krajach mają zróżnicowaną strukturę składników opłat
- Ceny energii w Polsce są w miarę stabilne, ale wykazują tendencje wzrostowe
- Prognozy cenowe dla energii elektrycznej w Polsce są bardzo niekorzystne
- Siła nabywcza energii w Polsce mimo niskich cen jest słaba

# Ceny energii w Niemczech w latach 2005-2016 i wybranych krajach Europy w roku 2014



Ceny prądu dla przemysłu w Niemczech  
Źródło: Eurostat



Ceny prądu dla przemysłu w Europie w 2014

Podatki / opłaty bez VAT  
Cena podstawowa

500 – 2.000 MWh  
Źródło: Eurostat

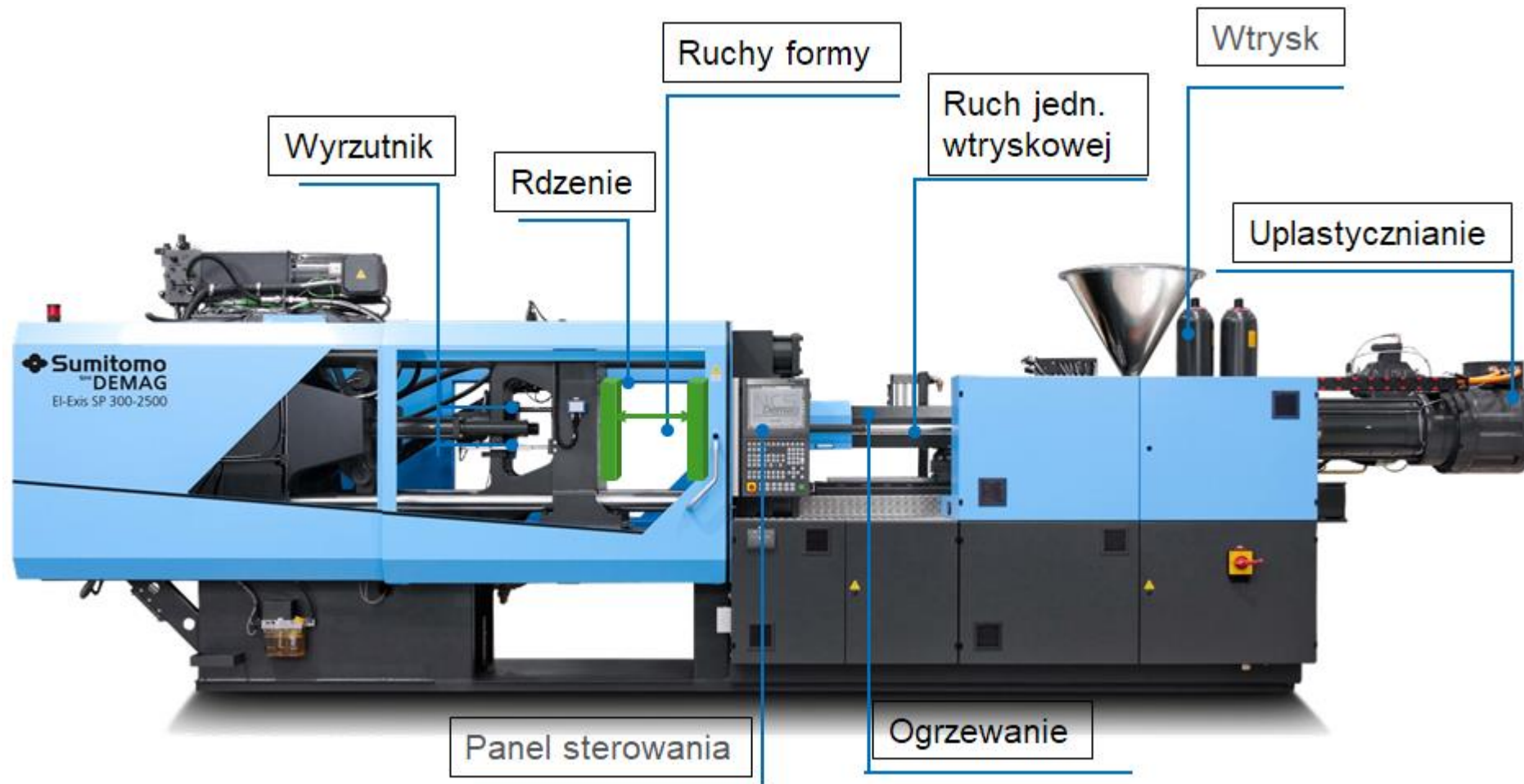
## Aktualnie dostępne opcje napędów wtryskarek:

- hydrauliczne
  - pompa o zmiennej wydajności / silnik elektryczny o stałych obrotach
  - pompa o zmiennej wydajności / silnik elektryczny o zmiennych obrotach
  - pompa o stałej wydajności/ silnik elektryczny serwo
- hybrydowe
  - różne kombinacje napędów np. elektryczny napęd ślimaka + hydraulika
- w pełni elektryczne
  - silniki synchroniczne z przekładniami
  - silniki High Torque(wysokomomentowe), bez przekładni

# Odpowiednia koncepcja napędu maszyny dla każdej aplikacji

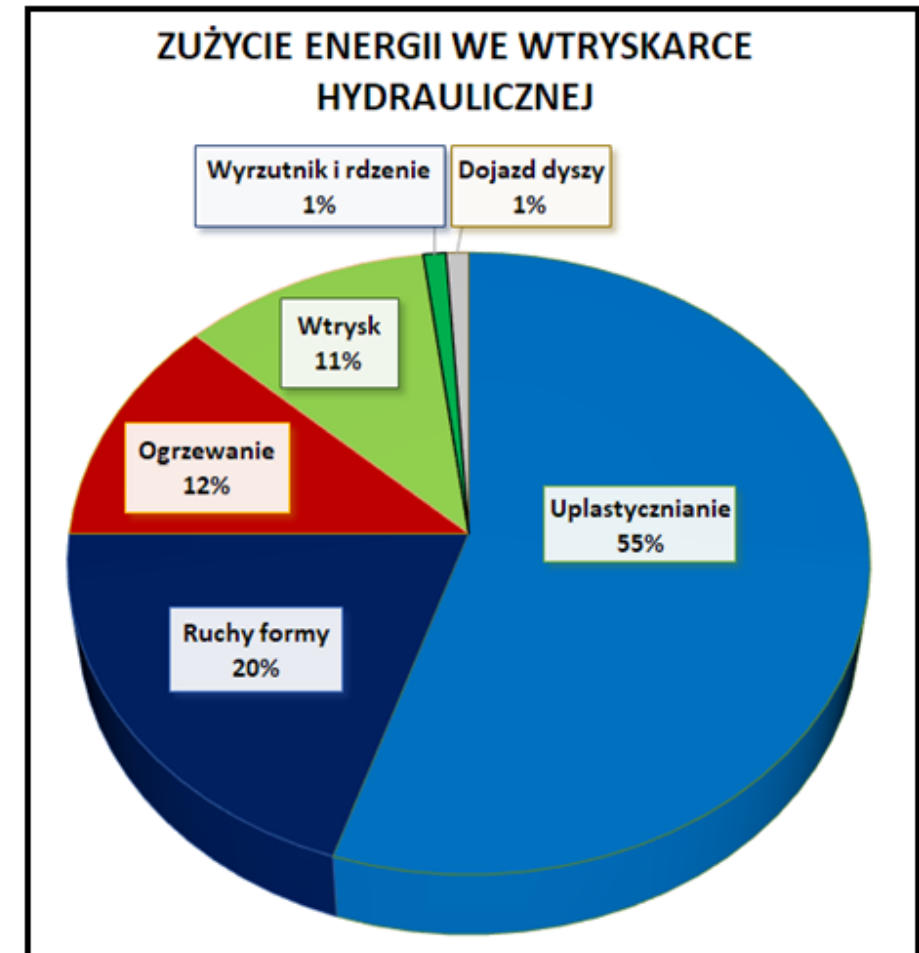
**Każda koncepcja napędu maszyny  
jest zoptymalizowana pod kątem  
zastosowania i oferuje minimalne  
zużycie energii !!!**

# Zużycie energii dla poszczególnych funkcji we wtryskarce



# Zużycie energii dla poszczególnych funkcji we wtryskarce

Zapotrzebowanie Ruchy	Zużycie energii Wtryskarka hydr.	Idealny napęd	Zalety napędu	Oszczędność energii
Ruchy formy	20 %	elektryczny	Dynamika Oszczęd.energ.	60 %
Wyrzutnik-rdzenie	1 %	hydraulicz.	Sila i precyzja	-
Wtrysk	11 %	hydraulicz.	Dynamika wys. prędkość	-
Uplastycznianie	55 %	elektryczny	Oszczęd.energ. ruchy równoleg. Czas cyklu	30 %
Ruchy agregatu	1 %	hydraulicz.	Sila wys. prędkość	-
Ogrzewanie	12 %	elektryczny	-	-
<b>Suma</b>	<b>100 %</b>			<b>20 - 40 %</b>





# activeDrive – energooszczędna koncepcja napędu (dla maszyn hydraulicznych)



ActiveDrive to układ pozwalający na zmniejszanie zużycia energii we wtryskarkach hydraulicznych z pompą zmiennego lub stałego wydatku (standardową - opcja WA105 lub wzmocnioną- opcja WA106)



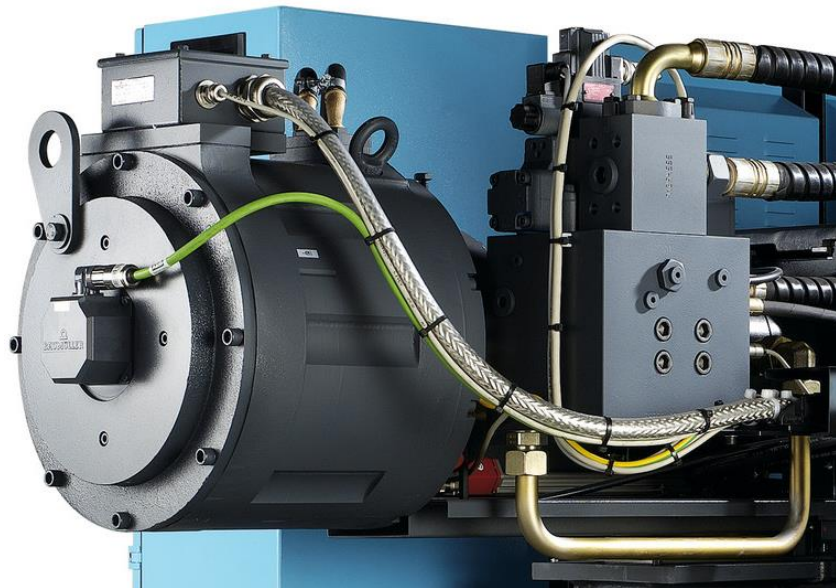
**Poziom oszczędności energii bez zmiany czasu cyklu wynosi odpowiednio:**

**dla czasu trwania cyklu 8 s: 10%  
dla czasu trwania cyklu 25 s: 20%  
dla czasu trwania cyklu 60 s: 45%**

W układzie napędowym znajduje się dodatkowy moduł falownikowy, który reguluje obroty silnika napędzającego pompę o zmiennej lub stałej wydajności

## W pełni elektryczny napęd dozowania

- Uplastycznianie zużywa najwięcej energii podczas pracy wtryskarki
- Silniki hydrauliczne (także nowoczesne) mają stosunkowo małe współczynniki sprawności
- Rozwiązaniem jest w **pełni elektryczny napęd dozowania**.
- Stosowane są napędy bezpośrednie, które radzą sobie bez przekładni
- Stopień sprawności może dzięki temu zostać praktycznie podwojony
- Niezależny napęd umożliwia pracę równoległą układu uplastyczniania

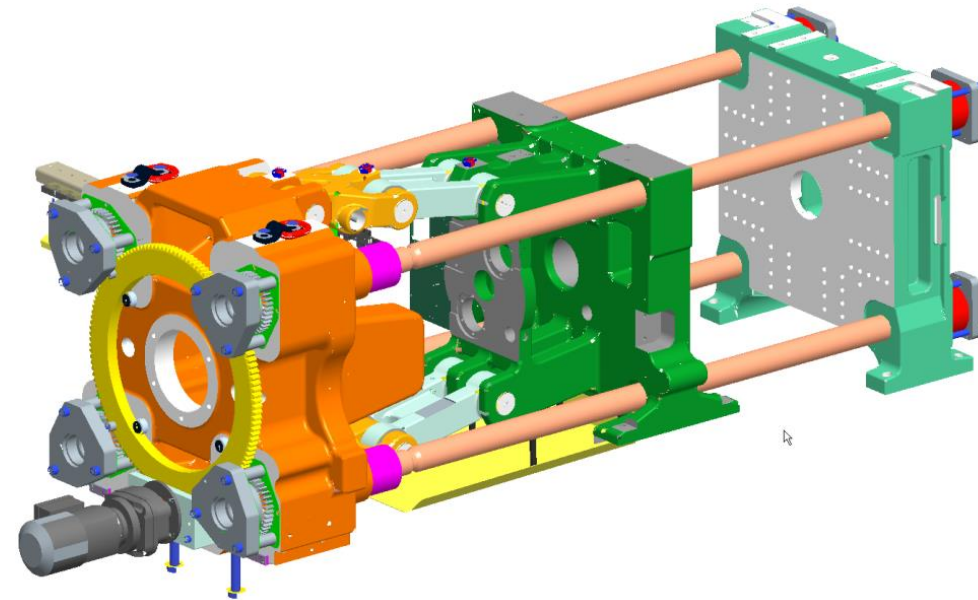


### Zalety:

- ✓ zwiększenie wydajności uplastyczniania
- ✓ stopień sprawności może zostać podwojony
- ✓ ostrożne dozowanie dzięki zredukowanej liczbie obrotów
- ✓ możliwe są wyższe gramatury wtrysku
- ✓ oszczędność zużycia energii

# Oszczędność energii z kolanowym układem zamykania

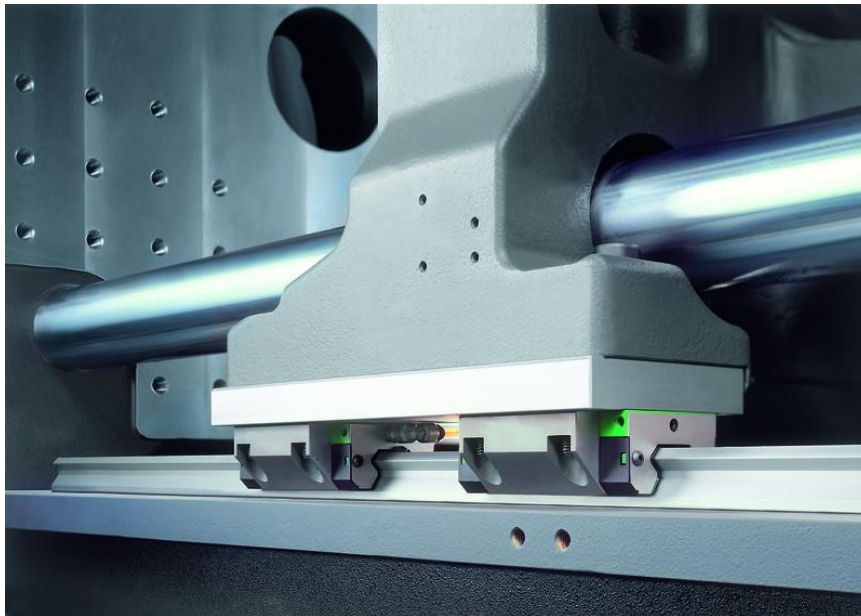
- Wysoka prędkość i dynamika tylko dzięki zainstalowanej niskiej mocy
- Mechaniczne przekładnie zmniejszają potrzebną ilość oleju
- Bezpieczne zamykanie bez dodatkowego zapotrzebowania na energię
- Rezerwa siły zamykania (co najmniej 10% powyżej nominalnej siły zamykania)
- Bardzo wysokie siły otwierania (zwykle powyżej 20% nominalnej siły zamykania)
- Bardzo dobre przenoszenie siły na płytę ruchom
- Bardzo wysoka sztywność maszyny
- Mniejsze zużycie energii o ok. 15%



# Prowadzenie liniowe płyty ruchomej

**Prowadzenie liniowe** ruchomej płyty formy z wózkami prowadzącymi zapewnia:

- minimalne opory tarcia i optymalną równoległość płyt (0,15 mm) nawet w przypadku ciężkich form.
- większą szybkość (krótsze czasy cyklu) oraz dokładność prowadzenia
- redukcję zużycia formy wtryskowej
- czystość produkcji (brak kontaktu płyt z kolumnami)
- redukcję czasu potrzebną na konserwację



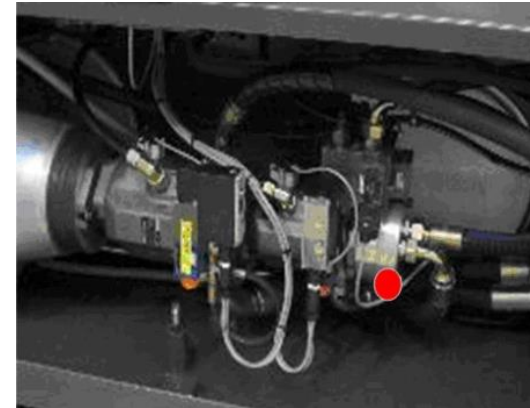
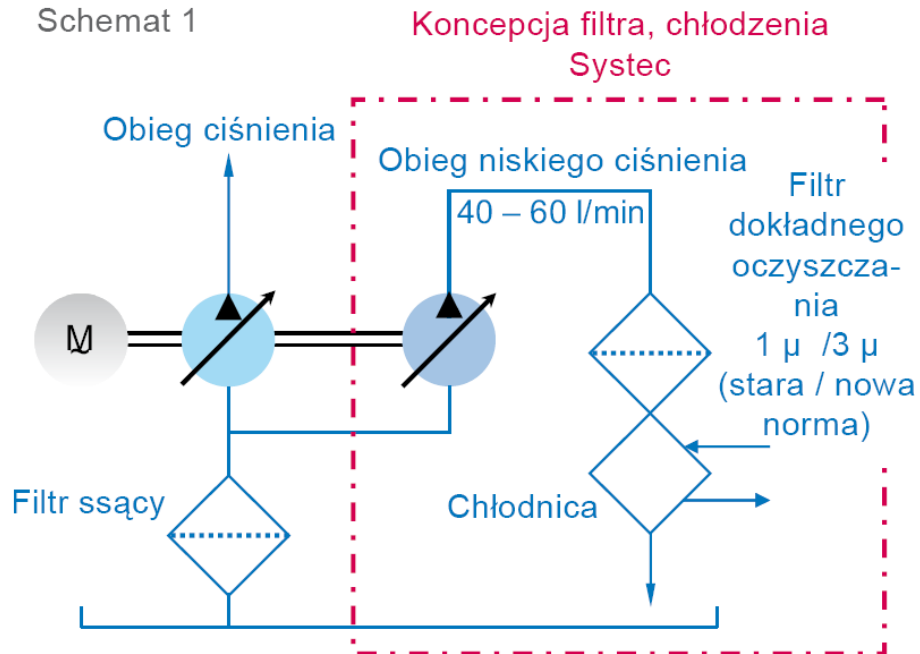
mniejsze zużycie energii 2 - 4%



# Sprawny system filtracji i chłodzenia activeCool&Clean

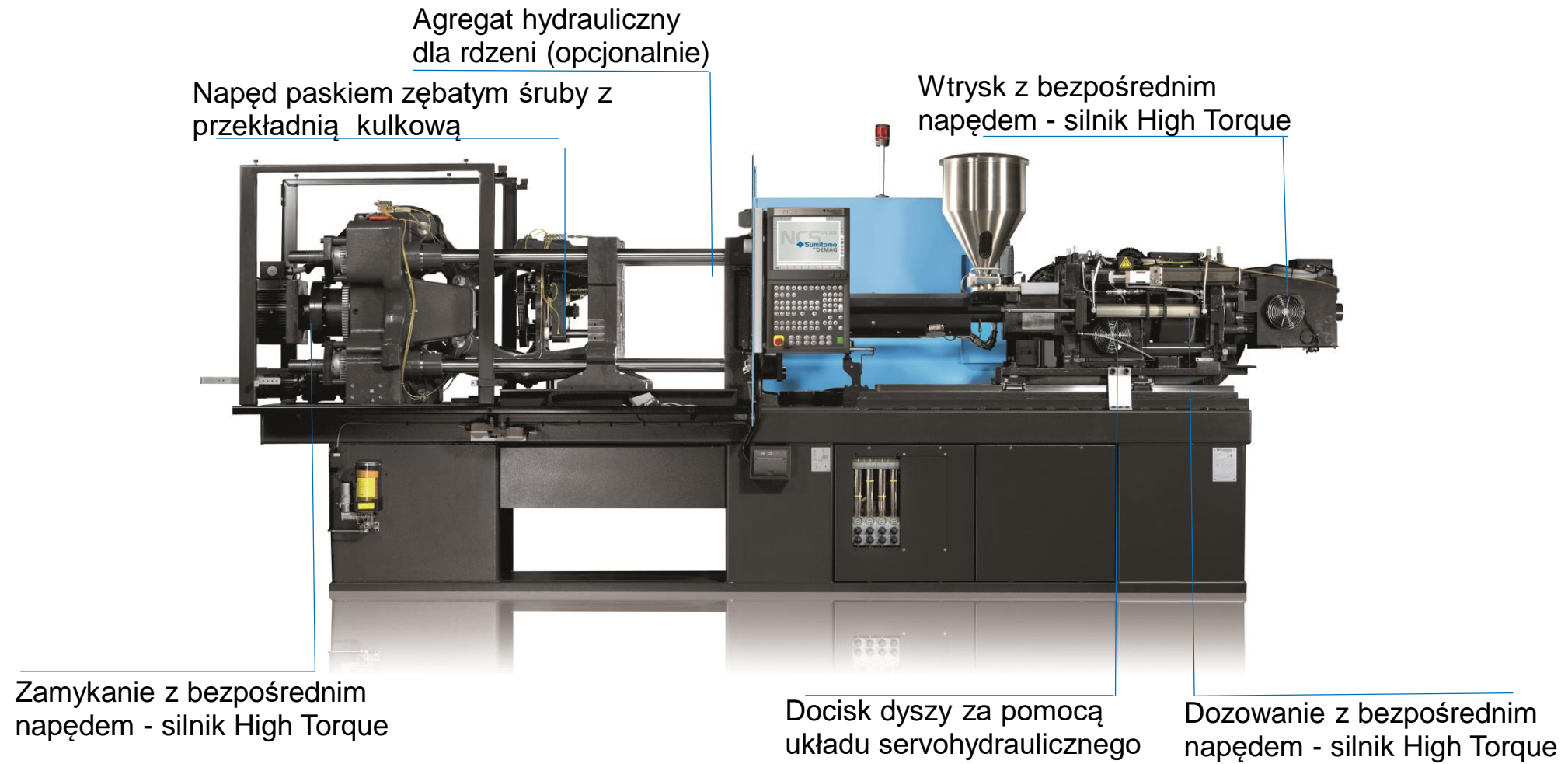
- dba o czystość i optymalną jakość oleju
- zapewnia długą żywotność oleju (do 40.000 godzin)
- laminarny, bez impulsowy strumień przepływu oleju,
- pozwala na optymalny transfer ciepła w chłodnicy
- redukuje zużycie komponentów hydraulicznych
- daje wysoką dostępność wtryskarki

Schemat 1

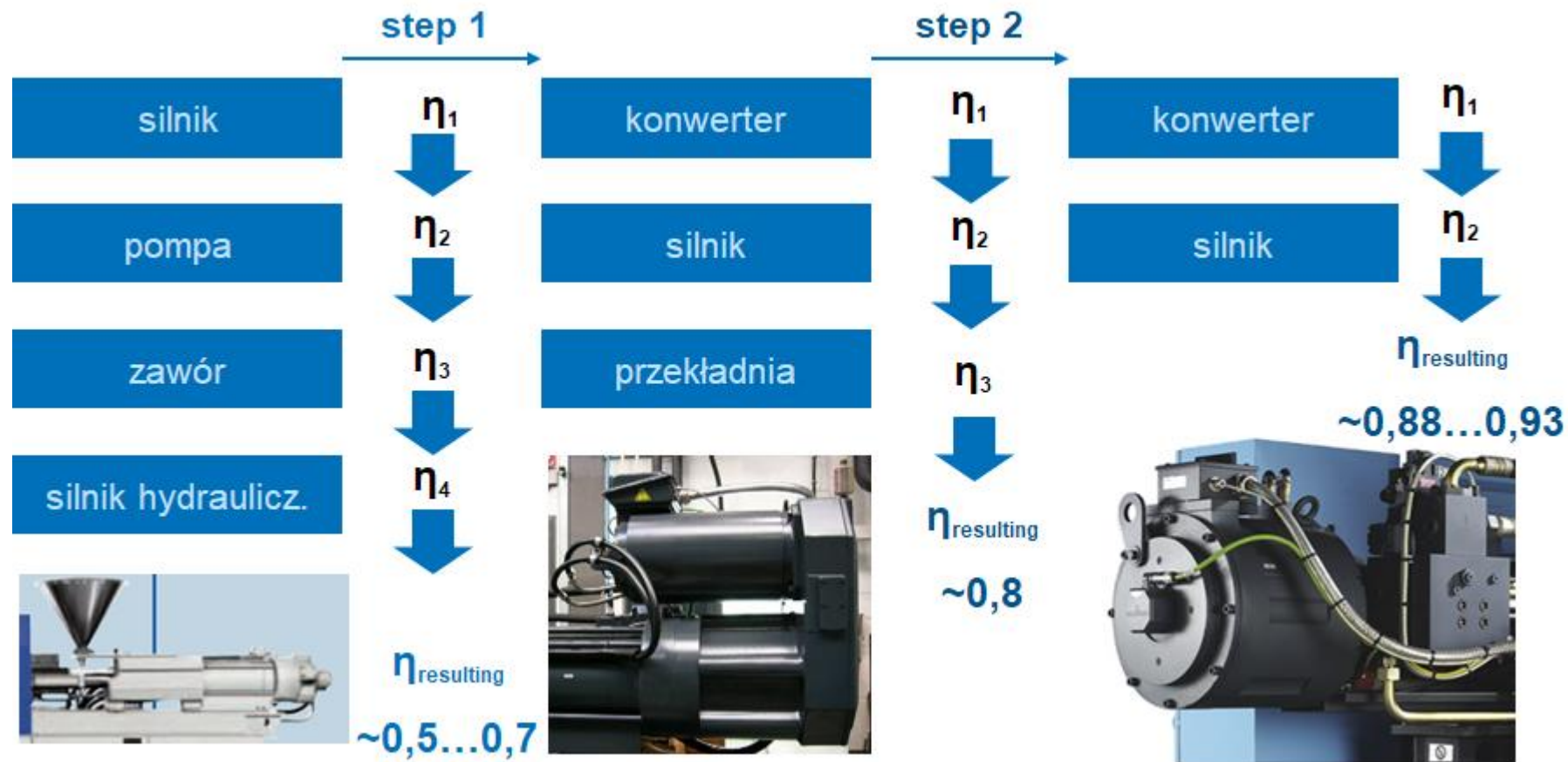


We wszystkich maszynach hydraulicznych, zainstalowany jest  **dodatkowy obwód hydrauliczny**  obsługiwany przez małą, energooszczędną pompę niskiego ciśnienia, który zapewnia filtrację i chłodzenie oleju.

# Napędy we wtryskarce w pełni elektrycznej



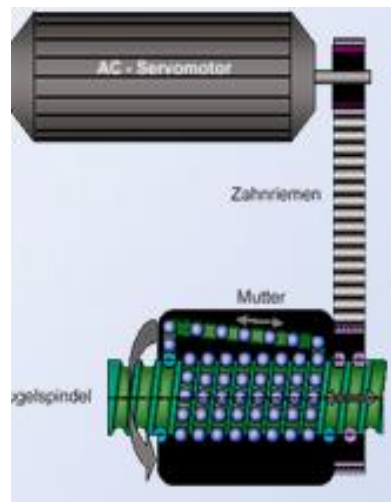
# Redukcja elementów w łańcuchu mocy → wzrost efektywności



# Porównanie napędu standardowego i High-Torque

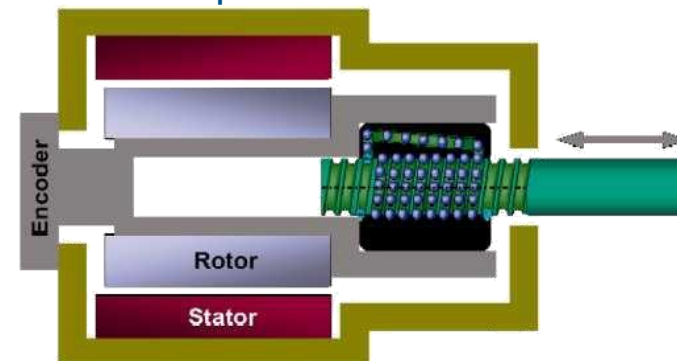
## Standard - silnik synchroniczny

- Wysokie obroty
- Niski moment obrotowy
- Niezbędna przekładnia



## Sumitomo - napęd bezpośredni

- Wysoki moment obrotowy
- Niskie lub średnie obroty
- Brak przekładni
- Wysoka sztywność
- Wąskie tolerancje wykonania
- Niski poziom hałasu





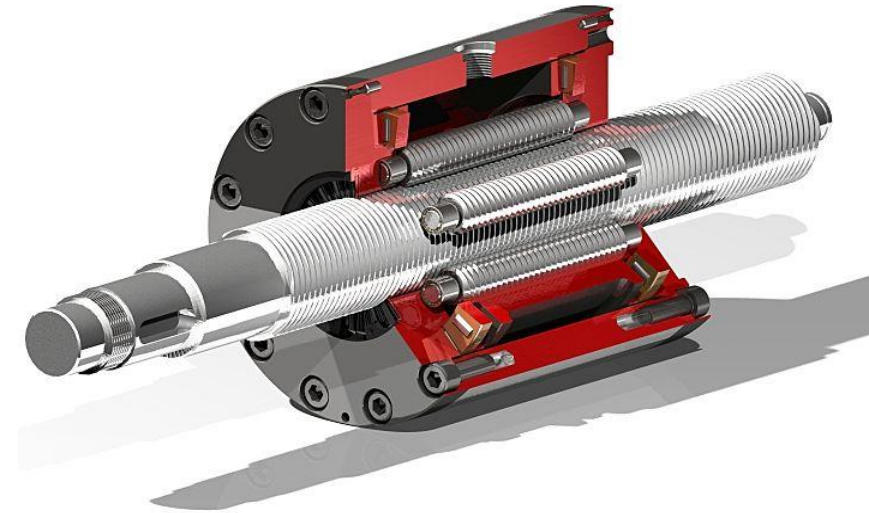
# Efektywna koncepcja napędu

Zastosowanie wydajnych komponentów napędu



## Przekładnia śrubowa kulkowa (toczna)

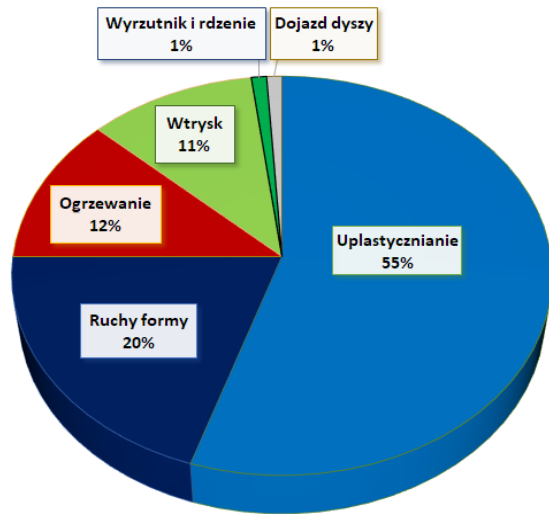
- Wysoka sprawność ( $\eta > 0,93$ )
- Bardzo płynna praca (cicho)
- Chłodzenie wodą nie jest konieczne
- Dostępny wariant o dużym obciążeniu



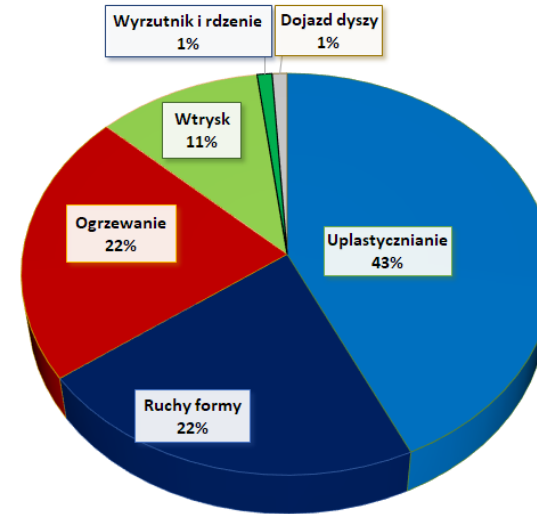
## Przekładnia śrubowa planetarna

- Niższa sprawność ( $\eta \sim 0,70$ )
- Zwiększone wydzielanie ciepła (chłodzenie wodą)
- Płynna praca (głośno)
- Duża nośność

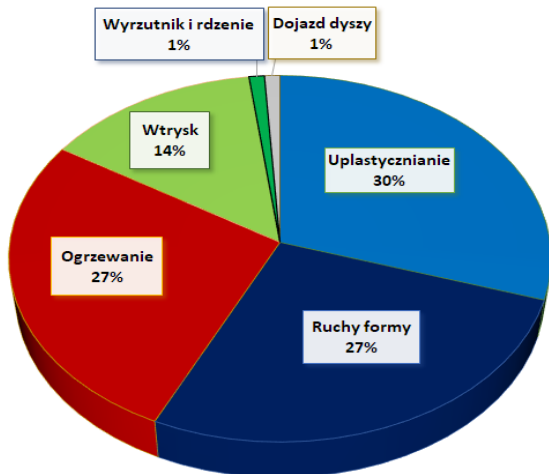
### ZUŻYCIE ENERGII WE WTRYSKARCE HYDRAULICZNEJ



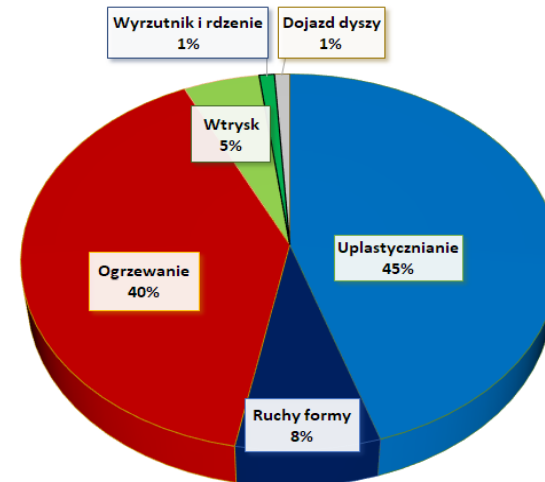
### ZUŻYCIE ENERGII WE WTRYSKARCE Z NAPĘDEM SERVO



### ZUŻYCIE ENERGII WE WTRYSKARCE Z NAPĘDEM SERVO I ELEKTR. NAPĘD. ŚLIMAKA



### ZUŻYCIE ENERGII WE WTRYSKARCE ELEKTRYCZNEJ



# Ogrzewanie cylindra

- ogrzewanie cylindra stanowi istotną wartość w zużyciu energii we wtryskarkach hybrydowych i elektrycznych
- zdecydowana większość cylindrów ogrzewana jest tradycyjnymi grzałkami opaskowymi
- istnieją duże możliwości zmniejszenia zużycia energii (m.in. ogrzewanie indukcyjne, za pomocą podczerwieni i innych metod)
- jako element ograniczający zużycie energii stosowane są głównie koce izolacyjne



## Zalety:

- ✓ mniejsze zużycie energii do 40% (praktycznie 25-30%)
- ✓ szybki zwrot inwestycji
- ✓ łatwość doposażenia

# Monitoring zużycia energii we wtryskarce

Cykl wtrysku dzieli się na dwa elementy:

- obciążenie podstawowe, tj. energia zużywana na biegu jałowym, np. podczas chłodzenia
- obciążenie procesowe.

Dla standardowych maszyn hydraulicznych obciążenie podstawowe może znacznie przekraczać 50% (a nawet 70%) całkowitego zużycia energii, a dla maszyn elektrycznych i hybrydowych tylko 10-20% (w dużej mierze uwzględniane w ogrzewaniu cylindra).

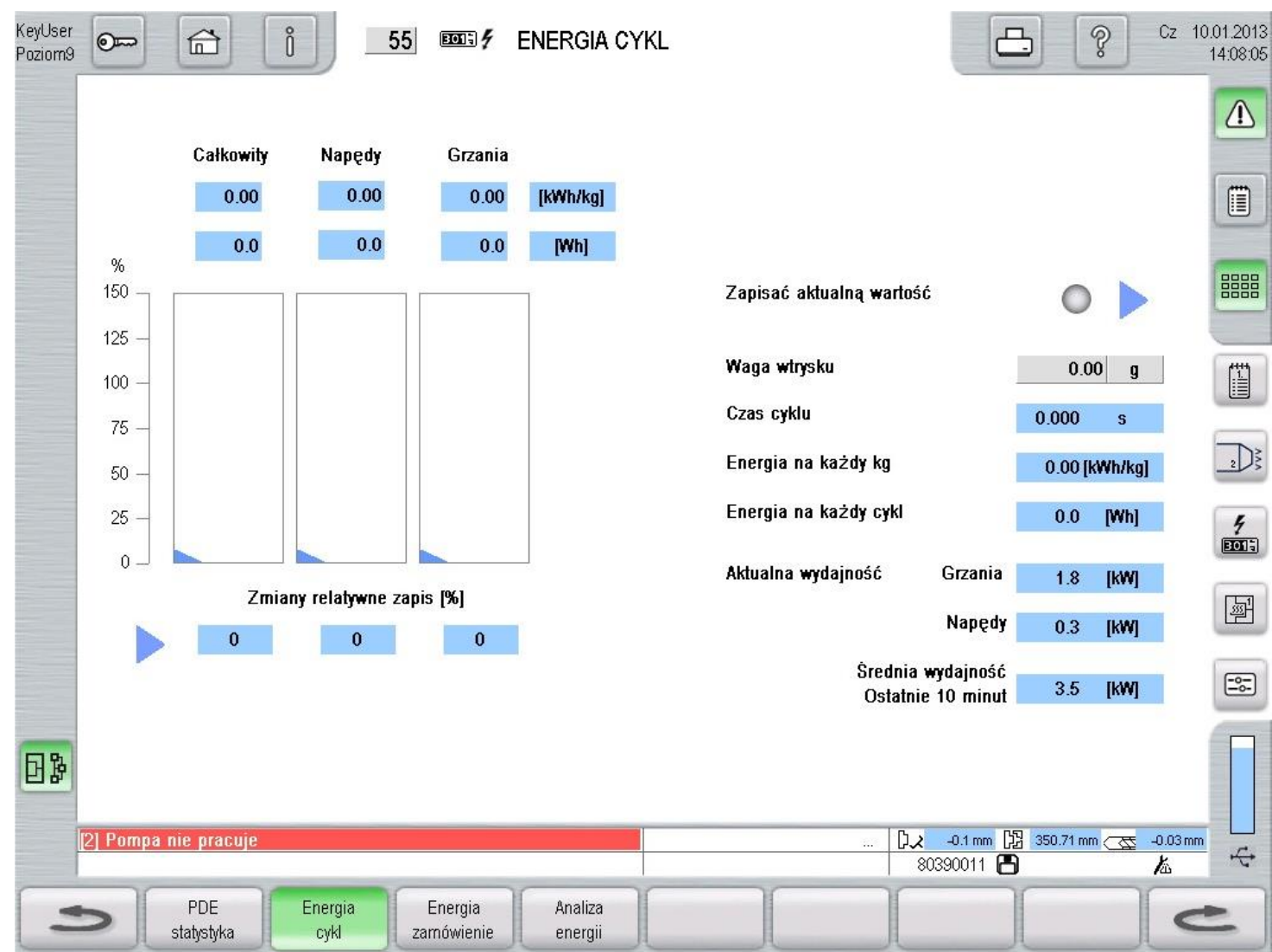
# Monitoring zużycia energii we wtryskarce

Korzystając z wykresów zużycia energii można zoptymalizować proces, dostosowując jego ustawienia np.

- temperatury i profil cylindra,
- prędkość wtrysku,
- przeciwność,
- siłę zamykania,
- ciśnienie i czas docisku,
- czas chłodzenia,
- obroty ślimaka,

zachowując jednocześnie jakość wyprasek.

# Monitoring zużycia energii we wtryskarce



Za pomocą pomiaru energii można skontrolować i zoptymalizować zużycie energii na cykl i porównać koszty energii oraz koszty łączne dla danego zamówienia. W oknie 'ENERGIA CYKL' wyświetlone jest zużycie energii dla ogrzewania i napędów na cykl, jak również zmiana zużycia energii w stosunku do wcześniej zapisanego cyklu.

Wartości zużycia energii na ogrzewanie, napędy i łączne są uwzględnione również w rejestracji danych procesu i mogą być kontrolowane w ramach kontroli procesu.



# Monitoring zużycia energii we wtryskarce

KeyUser Poziom9 551 ENERGA ZAMÓWIENIE Cz 10.01.2013 14:09:23

Zapis referencji

	Ostatni detal	Aktualne zamówienie	Referencja
Srednia wydajność [kW]		-0.1	83.8
Zapotrzebowan. energii dla zamów. [kWh]		920	2819
Czas produkcji [h:min]		0:00	0:00
Cena materiału [ EUR /kg]	1.4000	1.4000	0.1636
Cena za kWh [ EUR /kWh]	0.1700	0.1700	0.0149
Czas pracy maszyny [ EUR /h]	32.0000	32.0000	2.6494
Koszty energii /kg [ EUR ]	0.0000	>>>> >>>>	0.0470
Koszty energii / detal [ EUR ]	0.0000	0.0053	0.0003
Koszty produkcji /detal [ EUR ]	0.0000	0.0478	0.0026
Koszty całkowite [ EUR ]		19571.13	17.16

! Pompa nie pracuje

80390011

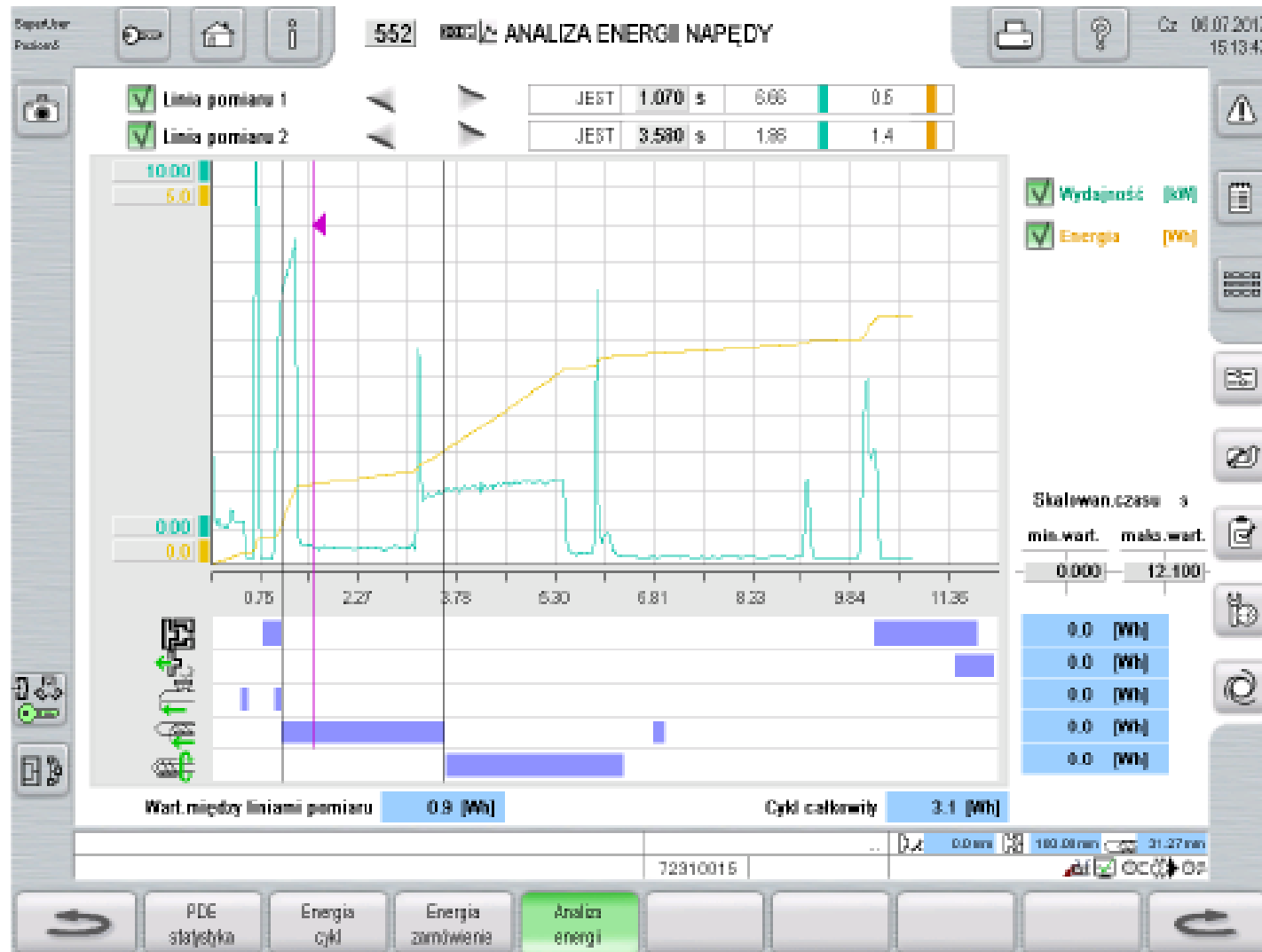
PDE statystyka Energia cykl Energia zamówienie Analiza energii

Po wprowadzeniu danych jak:

- waluta,
- ceny materiału,
- ceny energii

oraz czasu pracy maszyny w oknie 'ENERGIA ZAMOWIENIE' wyświetlane są koszty energii bieżącego zamówienia.

# Monitoring zużycia energii we wtryskarce



Krzywe na wykresie przedstawiają przebieg zużycia energii w czasie. Dodatkowo w dolnym obszarze przedstawiane jest zużycie energii podczas poszczególnych funkcji maszyny w postaci wykresu słupkowego.



# Podsumowanie

- podstawowym warunkiem efektywnego oszczędzania energii w procesach wtrysku jest jej **pomiar, ewidencja i analiza** poszczególnych źródeł poboru energii
- wiedza uzyskana w wyniku monitorowania zużycia energii w procesach wtrysku powinna stanowić element analizy przy zakupie nowych maszyn, ponieważ **razem z nową wtryskarką kupujemy energię na cały okres jej użytkowania**
- w analizie zużycia energii należy uwzględnić **wszystkie elementy uczestniczące w procesie wtrysku**, energia zużywana przez wtryskarkę stanowi zwykle największą jej część



[sumitomo-shi-demag.eu](http://sumitomo-shi-demag.eu)