Wydział Mechaniczny
Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wyzwania w zakresie wytwarzania i użytkowania energii w Polsce
Nowe rozwiązania w energetyce i ciepłownictwie

Efektywność energetyczna

Politechnika
Warszawska

dr inż. Jacek Szymczyk

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Efektywność energetyczna − stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w typowych warunkach ich użytkowania lub eksploatacji, do ilości zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, albo w wyniku wykonanej usługi niezbędnej do uzyskania tego efektu;

(ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej, Dz. U. 2016 poz. 831)

e = Efekt/Energia

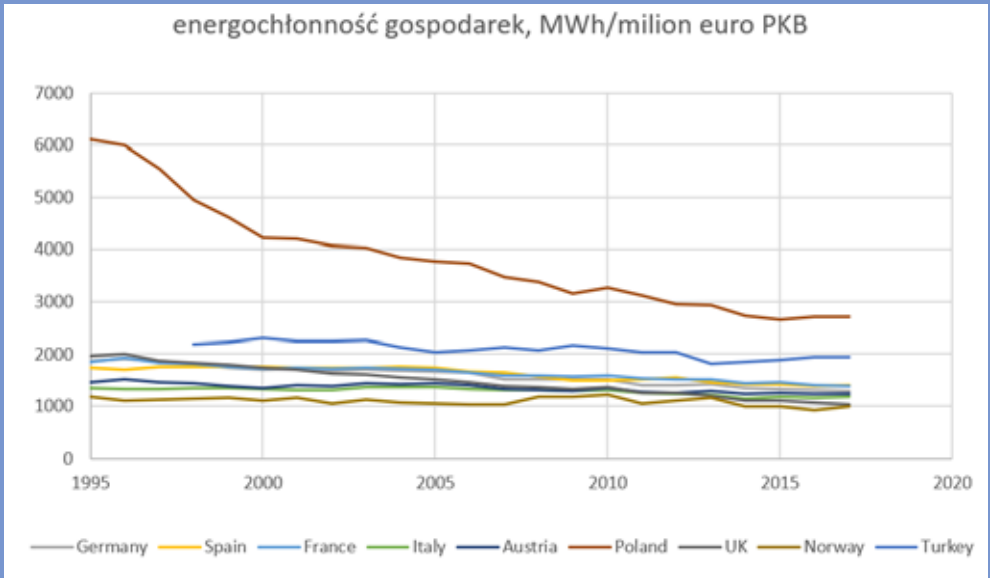
Politechnika Warszawska

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

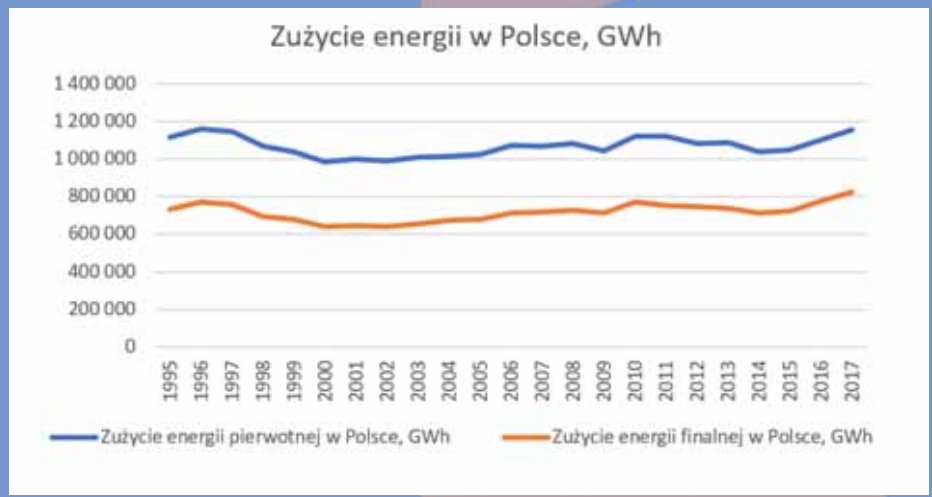
Efektywność energetyczną można wdrażać dokładnie w każdym obszarze działalności człowieka, zawodowej ale i niezawodowej. Podstawowymi narzędziami proefektywnościowymi są przede wszystkim:

1. poprawa sprawności poszczególnych urządzeń i instalacji - pomp, kotłów, sprężarek, napędów, przemienników częstotliwości, wymienników ciepła, przesył ciepła, itp.,
2. zwiększenie oszczędności energii za pomocą zmniejszenia strat, poprawy procesu, odzysku ciepła, itp.,
3. optymalizacja procesu – zmniejszenie strat poprzez zmiany w układzie, zmiany parametrów procesu (temperatury, ciśnień, itp.),
5. redukcja emisji zanieczyszczeń,
6. wdrożenie zarządzania energią i wykorzystywania optymalizacji taryf,
7. wdrażanie polityki energetycznej i promowanie działań proefektywnościowych (dyrektywy, ustawy, normy),
8. audyt energetyczny – określenie stanu bieżącego oraz wykazanie miejsc do poprawy z wykazaniem oszczędności energii, unikniętej emisji CO_2 oraz z określeniem czasu zwrotu,
9. białe certyfikaty.

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA



źródło: https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database



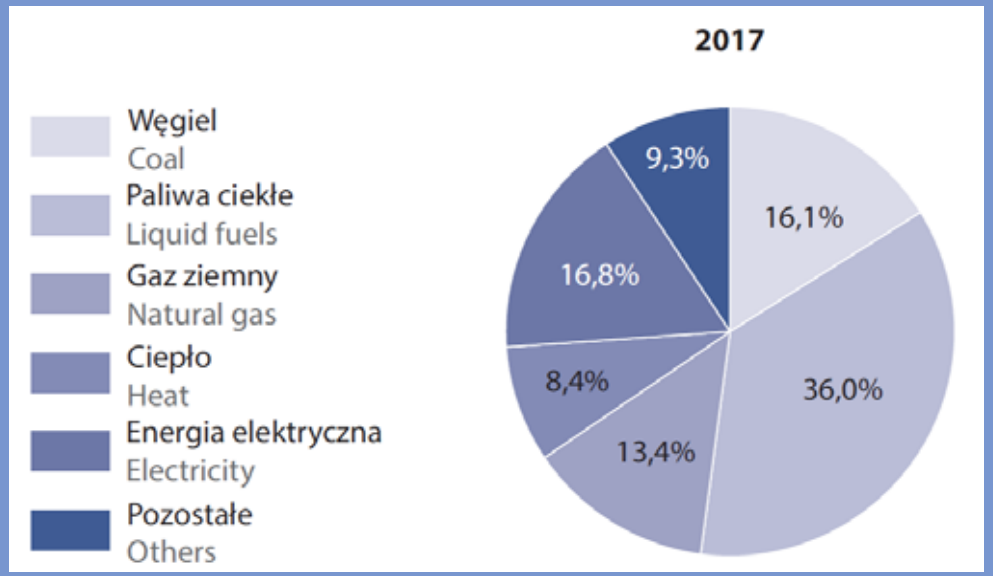
Całkowity potencjał efektywności energetycznej polskiej gospodarki jest trudny do dokładnego oszacowania, jednak według szacunków jest on rzędu 25% zużywanej energii, co odpowiada mocy ok. **7000 MW** mocy w źródłach energii pierwotnej (obniżenie emisji o 40 mln ton CO2).

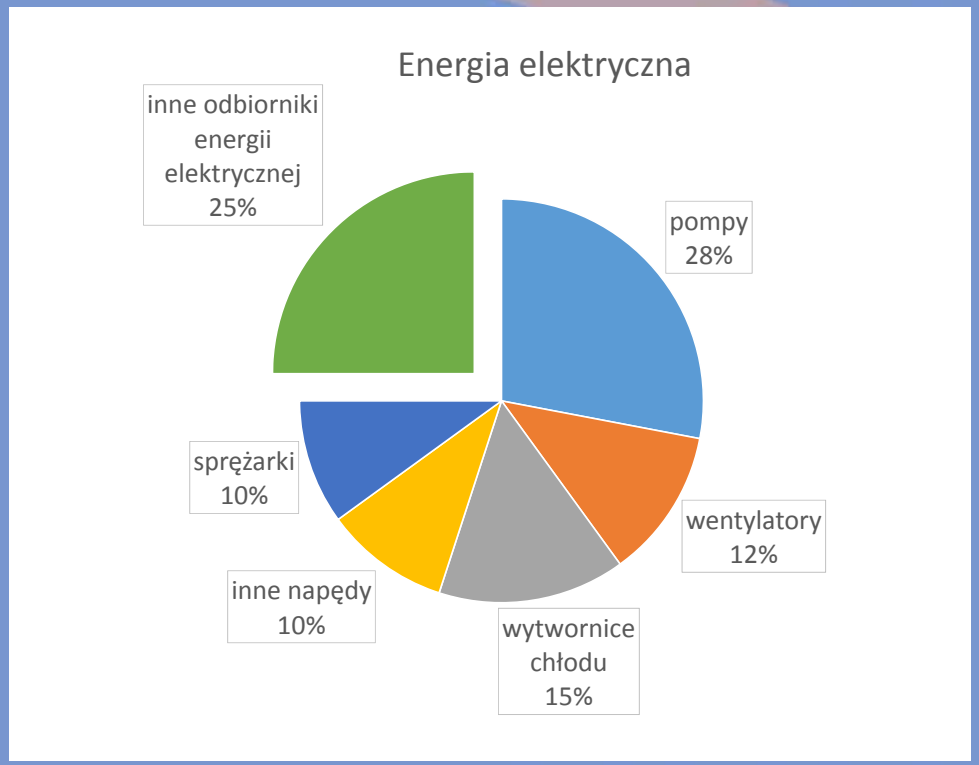
Energia elektryczna

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Struktura finalnego zużycia energii w Polsce wg nośników

źródło: GUS





Politechnika Warszawska

Gaz ziemny (13,4%) – ok. 128 000 GWh rocznie

Energia elektryczna (16,8%) – ok. 160 000 GWh rocznie

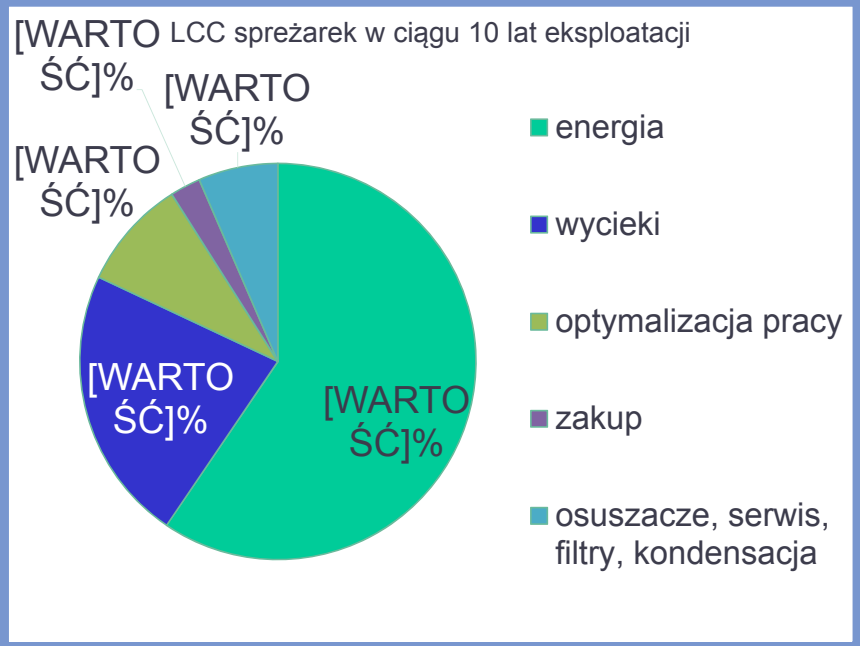
Ciepło (8,4%) – ok. 80 000 GWh rocznie

Instalacje sprężonego powietrza

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

(*) Radgen P., Blaustein E. „Compressed Air Systems in the European Union", LOG_X Verlag GmbH, Stuttgart 2001

Wg IEA w r. 2015 w Polsce przemysł zużył ok. 50 000 GWh (udział ok. 23%, wg GUS) energii elektrycznej. Według (*), aż 10% (ok. 5 000 GWh/rok) zużycia energii elektrycznej jest zużywane przez przemysłowe instalacje sprężonego powietrza.



Czynności i miejsca zużycia energii	Liczność występowania	Maksymalny potencjał oszczędności
Redukcja wycieków powietrza	80%	40%
Prawidłowe projekty całych instalacji sprężonego powietrza	50%	10%
Redukcja strat ciśnienia wynikających z tarcia	50%	5%
Częstsze wymiany wkładów filtrów	40%	5%
Unowocześnianie sprężarek	30%	5%
Silniki elektryczne wysokiej jakości	25%	3%
Napędy zmiennoobrotowe	25%	25%
Stosowanie zaawansowanych systemów sterowania	20%	20%
Odzysk ciepła odpadowego	20%	40% (**)
Poprawa systemów chłodzenia, osuszania, filtracji	10%	5%
Dopasowania właściwych urządzeń końcowych (odbiorczych)	5%	10%

(**) – wykonanie układu odzysku ciepła nie wpływa na poprawę energochłonności samej instalacji

Instalacje sprężonego powietrza

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Sprężone powietrze - duży potencjał oszczędności. Emisja CO_2 przy redukcji o **918,80 GWh/rok** energii zmalałaby o ok. 740 550 t CO_2/rok. Łączne oszczędności wyniosą 64 757 340 zł/rok (dla 20,4 € za tonę emisji CO_2 oraz 4,2865 zł/€).

Wnioski z case studies

W efekcie przebadania kilkudziesięciu instalacji oszacowano, że na skutek

- detekcji i eliminacji wycieków,
- optymalizacji współpracy sprężarek (redukcja czasu pracy na biegu jałowym),
- obniżenia ciśnienia roboczego w układzie w możliwych przypadkach,

całkowita redukcja energii elektrycznej może wynieść 18,4%.

W skali całego kraju, daje to mniejszy o ok. 900 GWh/rok pobór energii – możliwość odstawienia bloku klasy 100 MW. Dodatkowo możliwy jest odzysk ciepła w ilości ok. 670 GWh/rok.

Instalacje pompowe

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

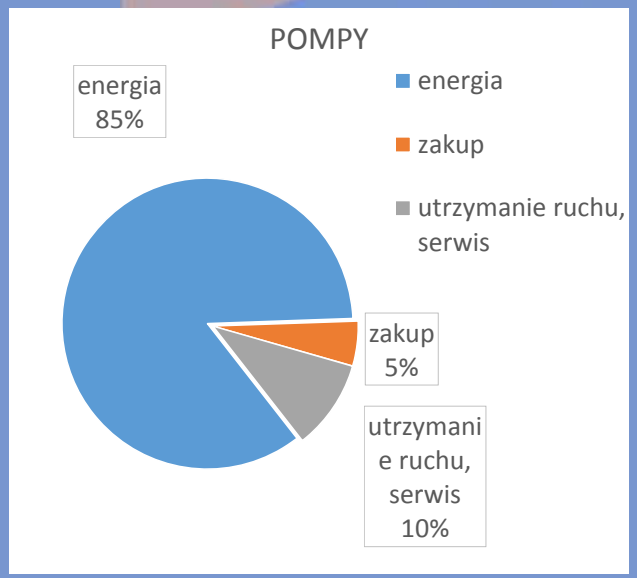
Pompy różnych konstrukcji i zastosowań pobierają ok. 28% całej zużywanej energii elektrycznej (ok. 45 000 GWh). Stosunkowo duży potencjał oszczędności.

Szacując, że w ok. 70% przypadków (**pompy stare, zużyte, pompy źle dobrane, pompy bez sprawnych układów regulacyjnych bądź bez optymalizacji układów regulacji, pompy duże**) zużycie energii można zmniejszyć nawet o 20…30%, to możliwe jest obniżenie zużycia energii elektrycznej o ok. **9500 GWh/rok** (wg innych szacunków tylko dla przemysłu, energetyki i gospodarki komunalnej oszczędność rzędu 685 MW).

Wnioski z case studies

Trzywariantowa modernizacja napędu i sterowania czterech pomp zasilających o mocy 75 kW każda – dodanie regulacji zmiennoobrotowej, albo jak poprzednio, ale z dodatkową wymianą pomp na lepiej dobrane, albo jak wariant drugi, ale z dodatkową wymianą silników na wysokosprawne.

wariant	zużycie energii, MWh	Oszczędność, MWh	Oszczędność, %	SPBT, miesiące
wyjściowy	200			
1	126,5	73,5	37	10
2	59,3	140,7	70	9
3	56,2	143,8	72	6



Instalacje wentylatorowe

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wentylatory różnych konstrukcji i zastosowań pobierają ok. 12% całej zużywanej energii elektrycznej. Stosunkowo duży potencjał oszczędności.

Szacując, że ok. 60% przypadków (**wentylatory stare, zużyte, przewymiarowane, bez regulacji, wentylatory duże**) zużycie energii można zmniejszyć nawet do 25% (wg raportu Europejskiego Programu Motor Challenge), to można uzyskać obniżenie zużycia energii o ok. **2880 GWh/rok** (15%, wartość niedoszacowana), co daje **386 MW** przy pracy 7490 godz/rok.

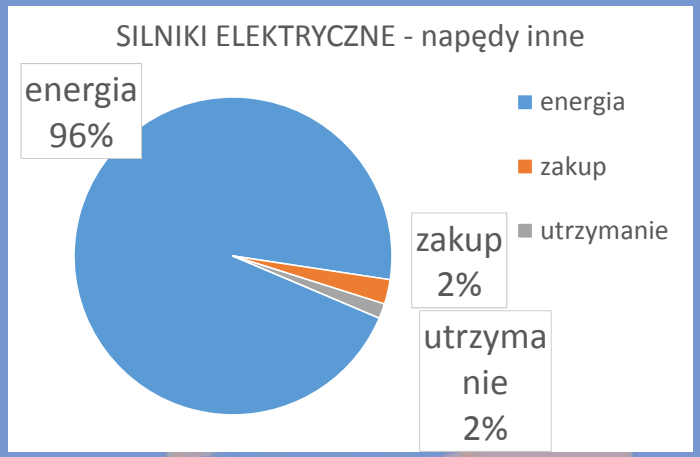
Wnioski z case studies

Pomimo, że istnieją ewidentne przypadki, w których oszczędności mogą być bardzo duże, to dla wszystkich wentylatorów w prosty stosunkowo sposób (SPBT < 2 lata) można uzyskać oszczędności rzędu 15…20%.

wentylator	zużycie energii dotychczasowe [MWh]	zużycie energii po modernizacji [MWh]	Oszczędność [MWh]	Oszczędność [%]
W1	2242,9	530,4	1712,5	76,4
W2	2210,2	498,3	1711,9	77,5
W3	2892,6	466,8	2425,8	83,9
W4	2650	510,5	2139,5	80,7
W5	2939,8	820,3	2119,5	72,1
W6	2777,5	786,3	1991,2	71,7
W7	3014,9	467,7	2547,2	84,5
W8	2859	374,5	2484,5	86,9
W9	2483,8	282,4	2201,4	88,6
W10	2386,5	226,6	2159,9	90,5

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Napędy elektryczne



Napędy elektryczne, wg różnych źródeł, zużywają 10…20% energii elektrycznej (16 TWh).

Średni potencjał oszczędności.

Możliwe działania:

a. lepszy dobór (straty energii do 3%),

b. wykorzystanie silników wysokosprawnych (straty energii nawet do 8%),

c. poprawa układu przeniesienia napędu (straty energii nawet do 45%),

d. zastosowanie układu regulacji prędkości obrotowej w uzasadnionych przypadkach (straty energii nawet do 50%),

e. właściwa konserwacja i dbałość o dobry stan techniczny (straty energii do 5%,).

Wg różnych źródeł oszczędności energii z tytułu a., b. i d. wynosił **11700 GWh/rok** (*) lub **6300 GWh/rok** (ok. 5% całkowitego zużycia energii elektrycznej w Polsce) (**).

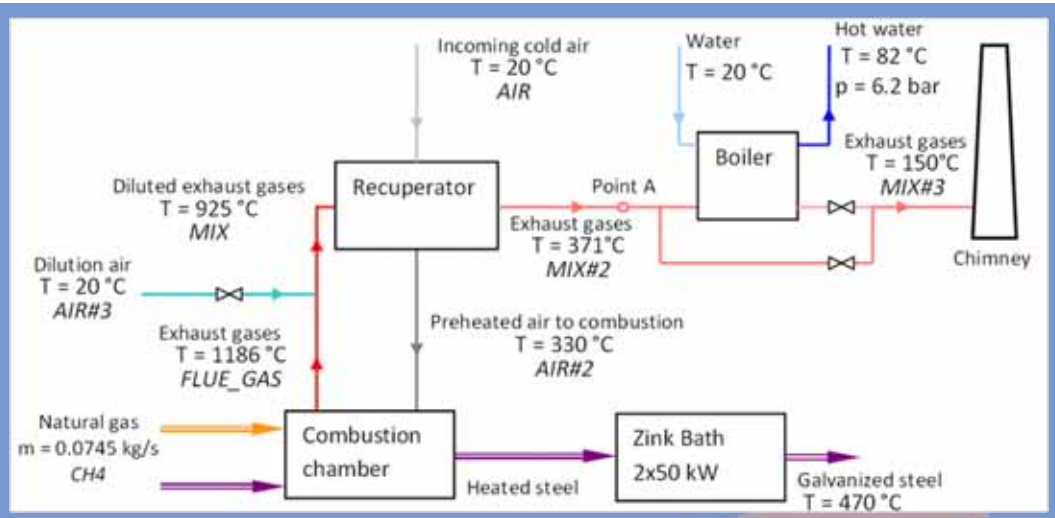
(*) wg „Potencjał efektywności energetycznej i redukcji emisji w wybranych grupach użytkowania energii”

(**) wg „Polski program efektywnego wykorzystania energii w napędach elektrycznych”

Łączny potencjał z tytułu modernizacji wymienionych instalacji i urządzeń w podanym zakresie wynosi ok. **23300 GWh/rok** końcowej energii elektrycznej (3100 MW przy pracy 7490 godz/rok).

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Instalacje cieplne



Główne modernizacje:

a. zlikwidowanie strat ciepła z rurociągów,
b. zlikwidowanie strat czynnika z instalacji,
c. optymalizacja spalania – regulacja współczynnika nadmiaru powietrza,
d. minimalizacja strat ciepła z kotła/pieca poprzez korpus i/lub grodzie,
e. odbiór ciepła ze spalin,
f. optymalny dobór kotła do obciążenia tak, aby pracował przy maksymalnej i wysokiej sprawności,
g. minimalizacja potrzeb własnych (wentylator, układ przygotowania wody, młyny węgla, itp.),
h. przegląd i remont odwadniaczy parowych.

Wnioski z case studies

Przyjmując średni sumaryczny potencjał redukcji energii końcowej zaobserwowany w trakcie analiz instalacji przemysłowych na poziomie **3,5 %** energii nominalnej oraz, że około 80% obiektów wymaga modernizacji na różnym poziomie, otrzymano sumaryczny potencjał redukcji końcowej energii cieplnej wynoszący **2240 GWh**.

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Dziękuję za uwagę

dr inż. Jacek Szymczyk
jacek.szymczyk@itc.pw.edu.pl
jacek.szymczyk@pw.edu.pl