



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

# Projektowanie energooszczędnych systemów wbudowanych

dr inż. Ireneusz Brzozowski  
C-3, p. 512

WIET  
KATEDRA ELEKTRONIKI

Elektronika i Telekomunikacja, Systemy Wbudowane

[www.agh.edu.pl](http://www.agh.edu.pl)



## Plan wykładu

- Straty mocy w cyfrowych układach VLSI
- Estymacja strat energii w układach cyfrowych CMOS
- Redukcja strat energii w układach cyfrowych CMOS
- Mikrokontroler EFM32 Giant Gecko
- ???



## Organizacja zajęć

- Wykład – st.S: 14 h, st.NS: 12 h
- Laboratorium – st.S: 28 h, st.NS: 18 h
  - ręczna optymalizacja układu cyfrowego
  - zapoznanie z mikrokontrolerem EFM32
  - realizacja różnych zadań i projektów
- Zaliczenie:
  - kolokwium
  - oceny z realizacji zadań/projektów



## Literatura

- J. M. Rabaey, *Low Power Design Essentials*, New York: Springer, 2009.
- C. Piguet, *Low-Power Electronics Design*, Boca Raton: CRC Press, 2005.
- S. Iman, M. Pedram, *Logic Synthesis for Low Power VLSI Designs*, Boston: Springer, 1998.
- S. G. Narendra, A. Chandrakasan, *Leakage in Nanometer CMOS Technologies*, Boston: Springer, 2005.
- M. Pedram, J. M. Rabaey, *Power Aware Design Methodologies*, Boston: Springer, 2002.
- V. G. Oklobdzija, R. K. Krishnamurthy, *High-Performance Energy-Efficient Microprocessor Design*, Dordrecht: Springer, 2006.
- K. Iniewski, *CMOS Processors and Memories*, Dordrecht: Springer, 2010.
- I. Brzozowski, "Problem minimalizacji strat energii w cyfrowych układach VLSI", praca doktorska, Kraków 2006.
- W. Gelmuda, P. Bratek, A. Kos. "Jaszczurki zaciskają pasa: możliwości energooszczędnych mikrokontrolerów EFM32 w teorii i praktyce (cz. 1), *Elektronika Praktyczna*, ISSN 1230-3526, 2011, nr 4, s. 81–85.
- W. Gelmuda, P. Bratek, A. Kos. "Jaszczurki zaciskają pasa: możliwości energooszczędnych mikrokontrolerów EFM32 w teorii i praktyce (cz. 2), *Elektronika Praktyczna*, ISSN 1230-3526, 2011, nr 5, s. 117–120.



## Strona przedmiotu

<http://scalak.elektro.agh.edu.pl>

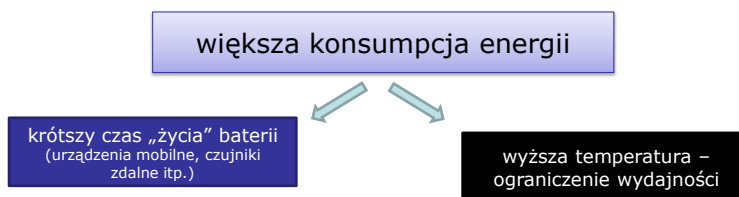
The screenshot shows a web browser displaying the course website. The main navigation bar includes 'ELEMENTY I ELEKTRONIKA' and 'ELEKTRONICZNE URZĄDZENIA'. Below this, there are two main sections: 'PROJEKTOWANIE SCALONYCH SYSTEMÓW WBUDOWANYCH' and 'PROJEKTOWANIE ENERGOOSZCZĘDNYCH SYSTEMÓW WBUDOWANYCH'. The right-hand side of the page displays the course title 'Projektowanie Energooszczędnych Systemów Wbudowanych' and provides general information, including a list of lectures: 1. Wstęp, 2. Straty mocy w CMOS, 3. Redukcja strat, 4. Aktualności (Zapraszamy na pierwszy wykład 3 października 2016 r.).

EiT 2016/17

5



## Dlaczego „low-power” ?



- małe wymiary tranzystorów – duża gęstość mocy – problemy z odprowadzeniem ciepła – wysoka temperatura – możliwość uszkodzenia (zniszczenia) układu scalonego
- duże różnice temperatur – ograniczenie wydajności, mniejsza niezawodność
  - nierównomierna zmiana parametrów elektrycznych układu
  - naprężenia termomechaniczne (uszkodzenia połączeń, złączy)
  - elektromigracja aluminium (degradacja ścieżek połączeniowych i kontaktów)

EiT 2016/17

6