

klub paragraf 34

# Ergonomia systemów sterowania nadrzędnego jako składowa bezpieczeństwa systemu

autor: Waław Bylina

**ASKOM** sp. z o. o.

Ul. Gen. Józefa Sowińskiego 13

44-100 Gliwice

[www.askom.com.pl](http://www.askom.com.pl)



klub paragraf 34

# O ASKOMie

Zakres działalności ASKOM sp. z o. o.:

- integracja systemów automatyki i zarządzania produkcją
- doradztwo, projektowanie, kompletacja dostaw, rozruch, szkolenie, serwis
- produkcja systemu wizualizacji asix™

System Zapewnienia Jakości zgodny z ISO 9001:2000 potwierdzony certyfikatem TÜV Nord

Tytuły: Siemens Solution Partner Automation

Siemens Solution Partner Automation SIMATIC IT SPECIALIST

Siemens Solution Partner Automation Process Control System SIMATIC PCS7 SPECIALIST



Klub paragraf 34

# Terminologia

**SCADA** – (Supervisory Control and Data Acquisition) system nadrzędnej kontroli i sterowania procesem. Klasa aplikacji komputerowych, służących do prowadzenia procesu technologicznego, zbierania i archiwizacji danych.

**HMI** – (Human Machine Interface) sprzęg człowiek – maszyna, oprogramowanie służące do sterowania procesem przemysłowym lub pojedynczą maszyną.

**Obiekt wizualizacyjny** – graficzny element aplikacji SCADA lub HMI, służący do przedstawienia wartości pomiaru, stanu procesu lub elementów sterowania obiektem.



klub paragraf 34

# Tytułem wstępu

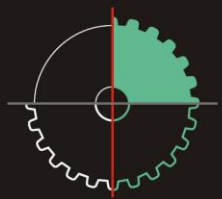
Począwszy od epoki kamiennej narzędzia tworzone przez ludzi dostosowywane są do cech antropologicznych użytkownika. Od prostego pięściaka:



uksztaltowanego tak, by przylegać do wewnętrznej strony dłoni do współczesnych maszyn i urządzeń dostosowanych do cech operatora.

Zapomina się jednak często, że dostosowanie narzędzia powinno uwzględniać również cechy psychofizjologiczne użytkownika, zwłaszcza w przypadku systemów oddziałujących na inne niż dotyk zmysły, na przykład na wzrok.

Można tu wyszczególnić kilka aspektów problemu ergonomii systemów SCADA/HMI



# System operator - proces

Operator aplikacji SCADA/HMI integralną składową systemu sterowania.

Każda składowa systemu ma wpływ na jego bezpieczeństwo, więc również operator, jego zdolność precyzyjnej oceny sytuacji i podejmowania trafnych decyzji, mają znaczenie dla bezpieczeństwa systemu i sterowanego procesu.

Na zdolności oceny sytuacji podstawowy wpływ mają:

- ❖ stopień zmęczenia operatora
- ❖ czytelność informacji procesowych, wyświetlanych przez aplikację SCADA/HMI, rozumiana jako zdolność do szybkiej interpretacji prezentowanego stanu procesu

Na powyższe wpływają przedstawione dalej aspekty związane z projektowaniem i eksploatacją aplikacji SCADA/HMI



# Aspekt 1: kolory 'windowsowe'

System MS Windows 95 wprowadził modę na schemat kolorów:

tło – kolor jasnoszary

tekst – kolor czarny

- ❖ Schemat kolorów jest przenoszony automatycznie do innych aplikacji komputerowych – siła mody i przyzwyczajień
- ❖ Użytkownicy często nie mogą (ograniczenia administracyjne) zmienić ustawień swojego komputera lub nie wiedzą jak tego dokonać

Cechy podstawowe windowsowego schematu kolorów:

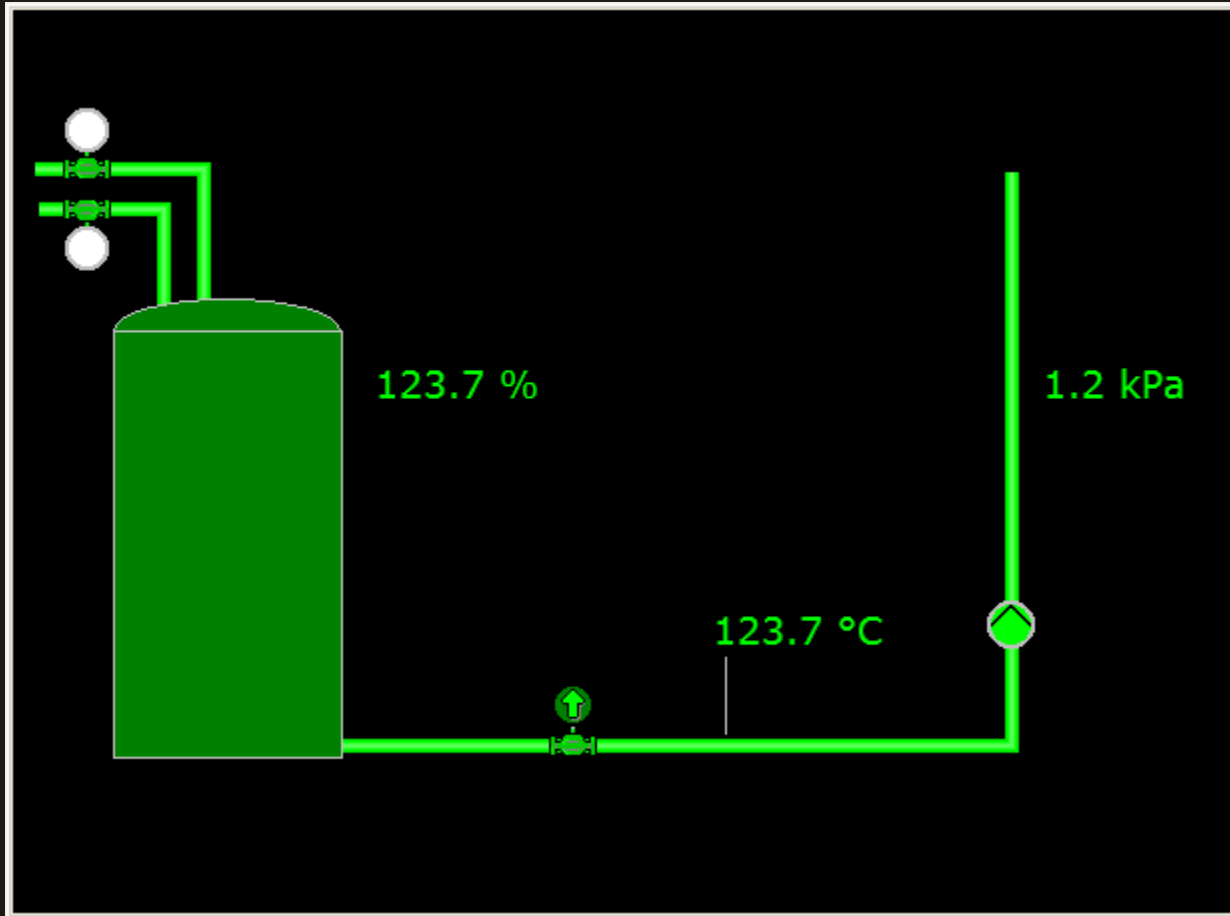
- ❖ **Jasne tło**, które emituje dużą ilość energii świetlnej odbieranej przez oczy operatora, powodując nadmierne zmęczenie wzroku, zwłaszcza przy wydłużonej do 12 h dniówce
- ❖ **Obniżenie kontrastu** pomiędzy szarym tłem i kolorami obiektów wizualizacyjnych powoduje nadmierne wysilenie wzroku operatora i utrudnienie odczytu danych.



Klub paragraf 34

# Kolor tła aplikacji

Różnica czytelności obiektów wizualizacyjnych i tekstu w zależności od koloru tła:



Należy stosować możliwie ciemne tło aplikacji i przyrządów pomiarowych<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Computer Human Interface Los Angeles 98 oraz J. Okórn, J. Paluszkiewicz: *Psychologia inżynierska*, PWN '68



Klub paragraf 34

# Aspekt 2: pseudaria

Pseudaria, to tytuł dzieła Euklidesa, zawierającego zbiór sofizmatów, **złudzeń optycznych**, paradoksów z zakresu logiki i arytmetyki. Tu zajmiemy się złudzeniami optycznymi.

- ❖ Wzrok operatora łatwo oszukać i czyni się to powszechnie
- ❖ Złudzenia optyczne mogą przeszkadzać albo pomagać w odbiorze i interpretacji danych





Klub paragraf 34

# Wypukły - wklęsły

Najczęściej wykorzystywanym złudzeniem optycznym jest sugerowanie użytkownikowi wypukłości lub wklęsłości obiektu na ekranie, w szczególności **przycisku** w aplikacji SCADA/HMI.

Kształt „wypukły”:



Kształt „wklęsły”:



Mozaika wklęsło-wypukła:

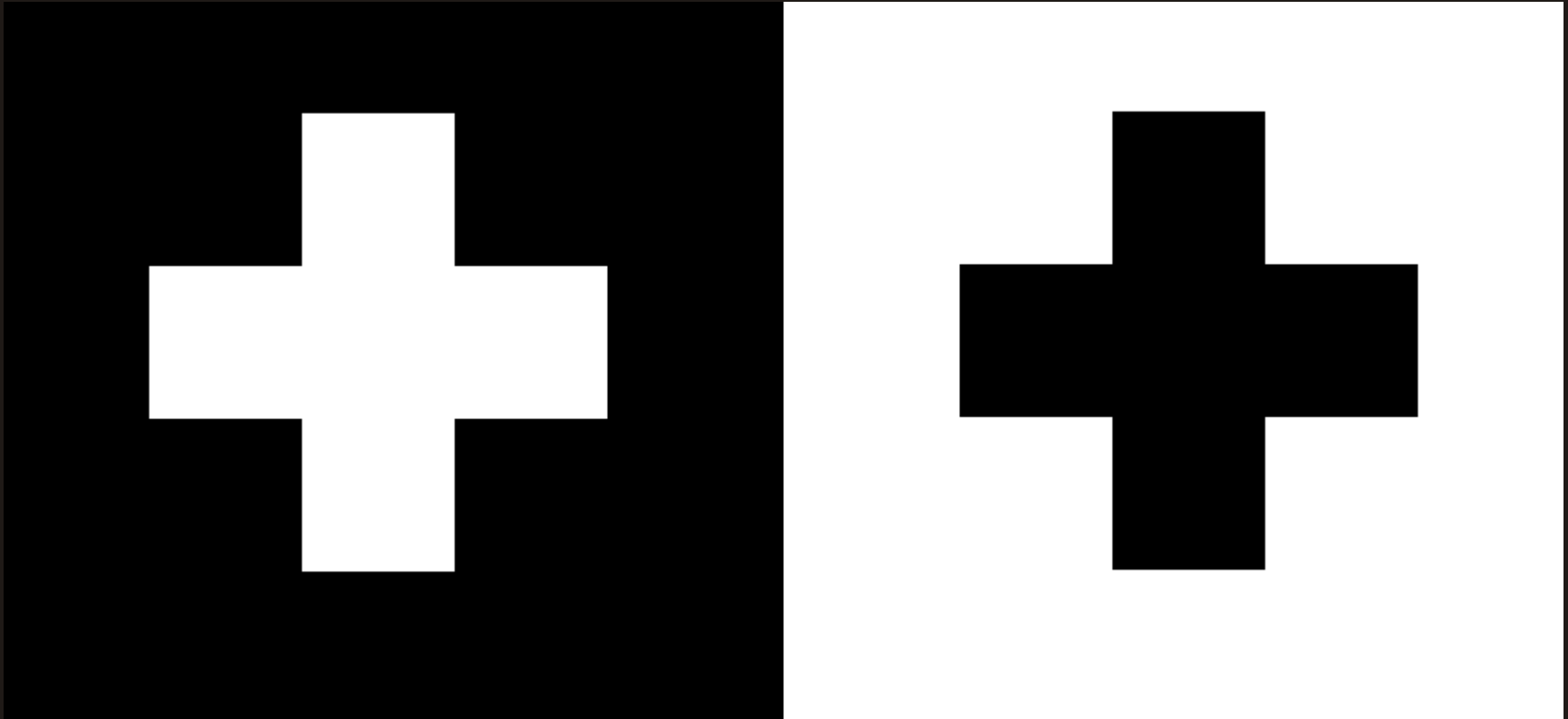




Klub paragraf 34

# Wielkość

Układ kolorów tła i obiektu może wpływać na postrzeganie wielkości obiektów:



Kształty jasne na ciemnym tle wydają się większe niż kształty ciemne na jasnym tle.



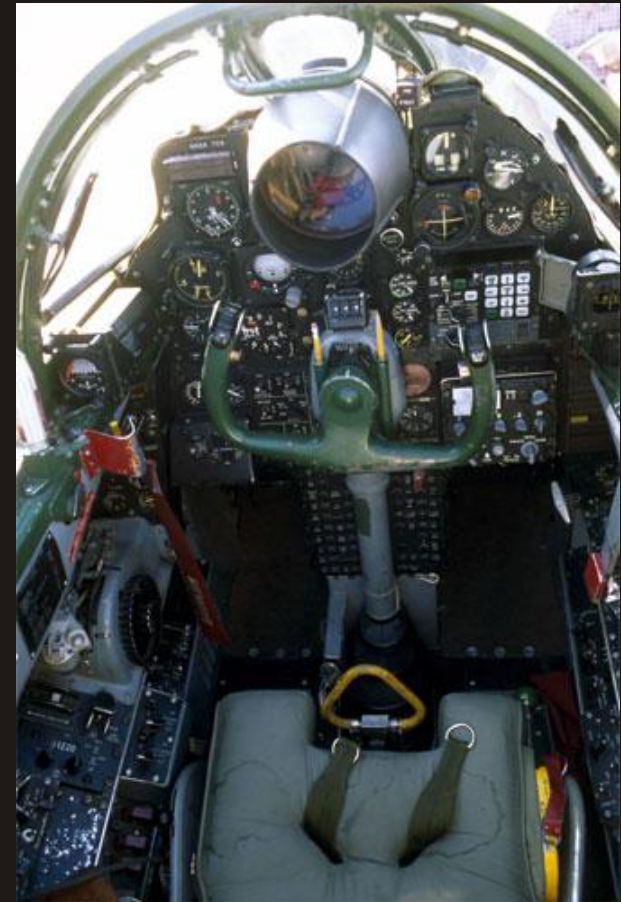
Klub paragraf 34

# Zastosowanie

Zestawy przyrządów samolotów wojskowych i cywilnych mają **czarne tarcze i białe wskazówki**. To wynik prowadzonych przez lotnictwo (min. RAF<sup>1)</sup>) badań nad czytelnością przyrządów

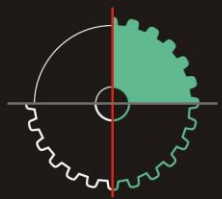


Kokpit samolotu SR-1 Blackbird<sup>2)</sup>



Kokpit samolotu U-2<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Vitus B. Droscher: *Świat zmysłów*, PWN, W-wa 1971, <sup>2)</sup><http://www.militaryfactory.com>



# Aspekt 3: kolory alarmowania

W podświadomości ludzkiej i innych gatunków zakodowana jest informacja, że kolor **czzerwony** oznacza niebezpieczeństwo, zakaz<sup>1</sup>). To kolor krwi. Używany jest w przyrodzie do ostrzegania (np. muchomory, trujące owoce) lub sugerowania niebezpieczeństwa potencjalnym agresorom przez bezbronne zwierzęta (np. jaskrawe skrzydła motyli, skóra żab z lasów tropikalnych).

Z tego powodu **czzerwony** kolor powszechnie stosuje się jako kolor niebezpieczeństwa w technice i życiu codziennym, np.:

- ❖ Semaforry świetlne drogowe i kolejowe – sygnał zakazu
- ❖ Kolor wyłączników bezpieczeństwa (IEC/EN 60 073, IEC/EN 60 204-1)

Z drugiej strony **zielony** powszechnie jest kojarzony z bezpieczeństwem i tak jest wykorzystywany w sygnalizacji w technice i życiu codziennym, np.:

- ❖ Semaforry świetlne drogowe i kolejowe sygnał zezwolenia
- ❖ Kolor przycisków załączania napędów (IEC/EN 60 073, IEC/EN 60 204-1)

<sup>1</sup>Vitus B. Droscher: *Świat zmysłów*, PWN, W-wa 1971



# Sprzeczne sygnały

Ze skojarzenia „jaskrawy kolor = niebezpieczeństwo” wynika powszechne stosowanie czerwonego i żółtego koloru, jako ostrzegawczych.

Tej samej konwencji kolorów należy używać w aplikacjach SCADA/HMI – pełna zgodność z powszechnie stosowaną umową nie prowadzi do konfliktów i nieporozumień.

Można spotkać aplikacje (np. WDPF) łamiące tę zasadę. W systemach tych kolor **czerwony** oznacza stan poprawnej pracy, bez zakłóceń i awarii. Dzieje się tak dzięki przeniesieniu wprost sygnalizacji zagrożenia lokalnego, pochodzącego od urządzenia w ruchu, na poziom zdalnego sterowania nadrzędnego.

Dla operatora aplikacji SCADA, siedzącego z dala od urządzeń, w nastawni:

- ❖ zagrożenie od działających urządzeń nie istnieje – nie powinny być wyświetlane w kolorze **czerwonym**
- ❖ stan poprawnej pracy urządzeń powinien być sygnalizowany kolorem **zielonym** lub szarym – nie wymagają one interwencji operatora, brak awarii
- ❖ zastosowanie **czerwieni** do oznaczenia normalnej pracy urządzeń może prowadzić do utrwalenia skojarzenia: **czerwony** = **OK**



# Aspekt 4: sposób sterowania

Czas wyprowadzenia sterowania może mieć krytyczne znaczenie dla bezpieczeństwa sterowanego obiektu (np. aplikacje SCADA w energetyce, aplikacje HMI do sterowania statkami, w hutnictwie).

Niejednolity sposób sterowania obiektami wizualizacyjnymi (przyciski, stacyjki napędów, wprowadzanie wartości liczbowych nastaw) może prowadzić do wydłużenia czasu wyprowadzania sterowania przez:

- ❖ konieczność używania na przemian różnych urządzeń peryferyjnych (mysz -> klawiatura -> mysz)
- ❖ skomplikowany sposób zatwierdzania sterowania, utrudnione wyszukiwanie elementów sterowania

Sugeruje się więc<sup>1)</sup>:

- ❖ grupowanie elementów sterowania i wyróżnianie ich przez zastosowanie koloru, obramowania, kształtu
- ❖ uproszczenie procedur sterowania przez wymaganie użycie jednego, najwyżej dwóch urządzeń peryferyjnych (sekwencja: mysz -> klawiatura)
- ❖ zabezpieczenie sterowań przez logowanie operatora (jednokrotne uwierzytelnienie)



# Konkluzje

Przedstawione aspekty związane z ergonomią aplikacji SCADA/HMI powinny być brane pod uwagę przez:

- ❖ projektantów nowych aplikacji
- ❖ inwestorów, stawiających wymagania nowopowstającym systemom sterowania

Projektowanie aplikacji w sposób:

- ❖ zmniejszający zmęczenie operatorów przez odpowiedni dobór kolorów
- ❖ zwiększający czytelność stanu procesu przez optymalizację kontrastów oraz koloru tła
- ❖ umiejętnie wykorzystujący właściwości ludzkiego wzroku
- ❖ zapewniający zgodność z naturalnymi skojarzeniami barw i stanu bezpieczeństwa
- ❖ optymalizujący sposób wyprowadzania sterowania

poprawia ergonomię narzędzia, jakim jest aplikacja SCADA/HMI, a co za tym idzie zmniejsza prawdopodobieństwo popełnienia pomyłki przez operatora.

**Prowadzi to do zwiększenia bezpieczeństwa sterowanego procesu.**



klub paragraf 34

Dziękuję za uwagę