

## Moduł 8

### Budowa i użytkowanie sieci komunikacyjnych w systemach mechatronicznych

1. Topologie sieci wymiany danych
2. Organizacja przepływu danych
3. Sieć Internet
4. Sieć Profibus
5. Sieć AS-Interface

## 1. Topologie sieci wymiany danych

**Topologia sieci komputerowej** to nic innego jak model układu połączeń różnych elementów (linki, węzły itd.) sieci komputerowej. Określenie *topologia sieci* może odnosić się do konstrukcji fizycznej albo logicznej sieci.

**Topologia fizyczna** opisuje fizyczną realizację sieci komputerowej, jej układu przewodów, medium transmisyjnych. Poza połączeniem fizycznym hostów i ustaleniem standardu komunikacji, topologia fizyczna zapewnia bezbłędną transmisję danych. Topologia fizyczna jest ściśle powiązana z topologią logiczną, np. koncentratory, hosty.

**Topologia logiczna** opisuje sposoby komunikowania się hostów za pomocą urządzeń topologii fizycznej.

Topologia fizyczna może przybierać różne kształty w przestrzeni:

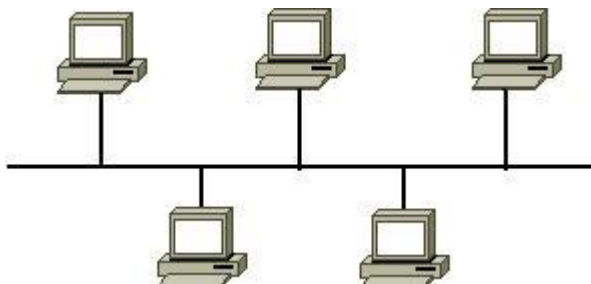
a) topologia liniowa



**Rys. 8.1. Topologia liniowa**

Źródło: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Liniowa.jpeg>

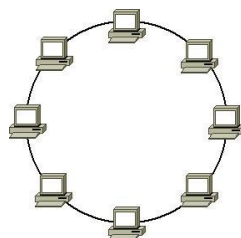
b) topologia magistrali



**Rys. 8.2. Topologia magistrali**

Źródło: <http://swiatlan.pl/wp-content/uploads/2010/08/Magistrala.jpeg>

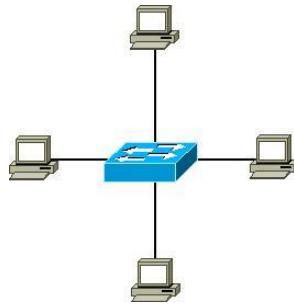
c) topologia pierścienia



**Rys. 8.3. Topologia pierścienia**

Źródło: <http://swiatlan.pl/wp-content/uploads/2010/08/Pierscien.jpeg>

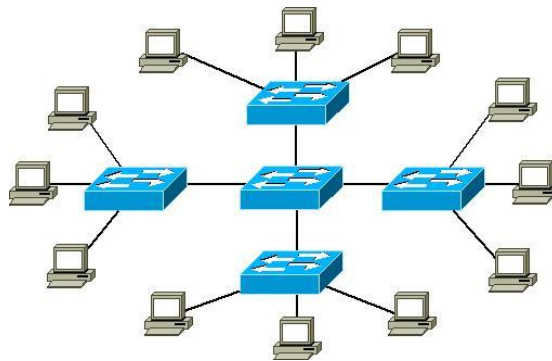
d) topologia gwiazdy



**Rys. 8.4. Topologia gwiazdy**

Źródło: <http://swiatlan.pl/wp-content/uploads/2010/08/Gwiazda.jpeg>

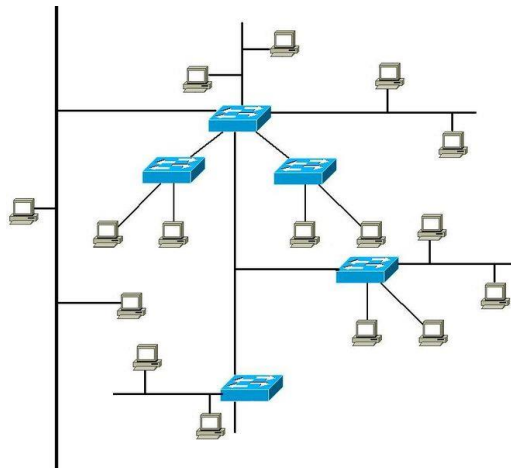
e) topologia rozszerzonej gwiazdy



**Rys. 8.5. Topologia rozszerzonej gwiazdy**

Źródło: <http://swiatlan.pl/wp-content/uploads/2010/08/Rozszerzonagwiazda.jpeg>

f) topologia hierarchiczna



**Rys. 8.6. Topologia hierarchiczna**

Źródło: [http://tzn.dabrowa.pl/do\\_pobrania/praca6/grafika/topologia/hierarchiczna.jpeg](http://tzn.dabrowa.pl/do_pobrania/praca6/grafika/topologia/hierarchiczna.jpeg)

## 2. Organizacja przepływu danych

### Model OSI

Niedługo po pojawieniu się pierwszych sieci komputerowych, na rynku pojawiły się firmy oferujące własne technologie sieciowe. Aby zapewnić możliwość bezproblemowej komunikacji pomiędzy urządzeniami różnych producentów, konieczne było stworzenie pewnych standardów i utworzenie znormalizowanych sposobów przekazywania informacji poprzez sieci. Standard taki powstał pod kontrolą Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (International Organization for Standardization) i nosi nazwę modelu OSI (Open System Interconnection).

Model OSI opisuje teoretyczny model komunikacji sieciowej w sposób niezależny od zastosowanego sprzętu i oprogramowania. Składa się z siedmiu warstw, a każdej z nich odpowiadają określone elementy sprzętowe i programowe, biorące udział w przekazywaniu danych w sieciach komputerowych. Model OSI nie określa fizycznej implementacji warstw, opisuje tylko sposoby ich współpracy. Każda warstwa definiuje funkcję wykonywaną podczas przekazywania danych za pośrednictwem sieci między współpracującymi ze sobą aplikacjami. Takie rozwiązanie problemu standaryzacji umożliwia dowolną, sprzętową implementację warstw sieciowych przez producentów sprzętu przy zagwarantowaniu bezproblemowej współpracy urządzeń. Poszczególne warstwy modelu OSI są odrębnymi częściami z punktu widzenia programistycznego, mimo że nie potrafią wykonywać żadnych zadań w odosobnieniu od innych warstw.

Model OSI składa się z siedmiu logicznie ułożonych i ze sobą powiązanych warstw, potrzebnych do nawiązania i utrzymania połączenia pomiędzy dwoma urządzeniami sieciowymi. Warstwy te to:

1. **Warstwa fizyczna** – najniższa warstwa modelu odpowiedzialna za przesyłanie bitów.
2. **Warstwa łączy danych** – odpowiada za poprawność przesyłanych danych w sieci.
3. **Warstwa sieciowa** – odpowiada za adresowanie i trasowanie w sieci.
4. **Warstwa transportowa** – kolejna warstwa, której głównym zadaniem jest pełnienie funkcji kontrolnej.
5. **Warstwa sesji** – umożliwia łączność pomiędzy aplikacjami na dwóch różnych urządzeniach.
6. **Warstwa prezentacji** – odpowiedzialna za sposób kodowania danych.
7. **Warstwa aplikacji** – odpowiada za interakcje z aplikacjami użytkownika.



**Rys. 8.7. Budowa stosu warstw modelu OSI**

Źródło: <http://soisk-me.cba.pl/index.php?k=4&nr=41>

Najniższą warstwą modelu jest **warstwa fizyczna**. Określa ona wszystkie składniki sieci niezbędne do obsługi elektrycznej, optycznej i radiowej komunikacji. Jej zadaniem jest przede wszystkim umieszczanie i odbieranie surowych danych w sieci reprezentowanych w formacie dwójkowym. Nie jest wyposażona w żadne mechanizmy priorytetowania ruchu. Warstwa fizyczna nawiązuje i utrzymuje połączenie pomiędzy dwoma urządzeniami oraz przekazuje dane w formie odpowiednich sygnałów. Rodzaj sygnału zależy od medium transmisyjnego (np. impulsy elektryczne czy fale radiowe). Ciągłość transmisji nie jest zabezpieczona – jeśli medium zostanie zablokowane lub uszkodzone, komunikacja zostanie przerwana.

Drugą warstwą modelu OSI jest **warstwa łącza danych** odpowiadająca za integralność danych przesyłanych w sieci. Zajmuje się pakowaniem danych w ramki i przesyłaniem ich do warstwy fizycznej. Oprócz tego, jej zadaniem jest odbieranie strumieni danych binarnych z warstwy fizycznej i tworzenie z nich ramek.

Warstwa łącza danych dodaje do przesyłanego pakietu stopkę, w której znajduje się suma kontrolna CRC. Odbiorca pakietu, na podstawie sumy kontrolnej jest w stanie sprawdzić poprawność przesłanych danych i zdecydować czy dane zostaną przesłane do wyższych warstw sieciowych. Jeżeli suma kontrolna obliczona po odebraniu pakietu nie jest zgodna z sumą kontrolną zapisaną w stopce – pakiet jest odrzucany. Podwarstwa kontroli dostępu do nośnika (MAC) umieszcza adresy fizyczne nadawcy i odbiorcy pakietu w nagłówku. Adres MAC jest 48 bitowym, szesnastkowym, niepowtarzalnym adresem sprzętowym urządzenia sieciowego. W tej warstwie działa np. most i przełącznik.

Trzecią z kolei warstwą modelu OSI jest **warstwa sieciowa**. Warstwa ta jest odpowiedzialna za adresowanie i trasowanie w sieci. Zajmuje się kontrolą przepływu danych w sieciach – zapewnia odpowiednie skierowanie transmisji pakietów do urządzeń, które nie są ze sobą bezpośrednio połączone. Warstwa ta nie posiada żadnych mechani-

zmów kontroli poprawności przesyłanych danych. Do adresowania pakietów w warstwie sieciowej służy protokół IP (Internet Protocol), który w nagłówku przesyłanego pakietu umieszcza adresy IP (32 bitowy adres unikalny dla danej podsieci) nadawcy i odbiorcy. Ponadto protokół IP dla zbyt dużych danych dokonuje fragmentacji i przesyła dane w kilku mniejszych paczkach. W tej warstwie działają również protokoły trasowania (ang. routingu), takie jak RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), BGP (Border Gateway Protocol), EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) oraz inne. Ich zadaniem jest wyznaczenie następnego urządzenia, do którego ma zostać przekazany pakiet, tak aby trafił do odbiorcy. W warstwie sieciowej działają routery.

Kolejną warstwą jest **warstwa transportowa**. Protokoły działające w warstwie transportowej zapewniają logiczną komunikację między aplikacjami pracującymi na różnych urządzeniach. Protokoły warstwy transportowej stosowane są w przypadku urządzeń końcowych, nie mają natomiast zastosowania w urządzeniach infrastruktury sieciowej. Warstwa transportowa zajmuje się również kontrolą poprawności i integralności danych. To tutaj są zdefiniowane mechanizmy, które odpowiadają za ponowienie transmisji danych w przypadku, gdy dane nie mogły zostać dostarczone do odbiorcy. Warstwa transportowa rejestruje informacje o utraceniu połączenia pomiędzy urządzeniami i pozwala na bezpieczne zakończenie transmisji. Dane zbyt duże do przesłania za jednym razem są dzielone na tzw. segmenty, które są kolejgowane i wysyłane wg nadanych im priorytetów. W tej warstwie działają protokoły takie jak TCP i UDP.

**Warstwa sesji** odpowiada za kontrolę łączności pomiędzy aplikacjami na dwóch różnych urządzeniach. W tym celu tworzone jest wirtualne połączenie na podstawie nazwy użytkownika i nazwy komputera. Podczas przesyłania danych, warstwa sesji ustawia punkty kontrolne informujące, które dane zostały przesłane i odebrane. Dzięki temu, w przypadku utraty połączenia, dane mogą być przesyłane od ostatniego punktu kontrolnego, co wpływa na lepsze wykorzystanie dostępnej przepustowości sieci.

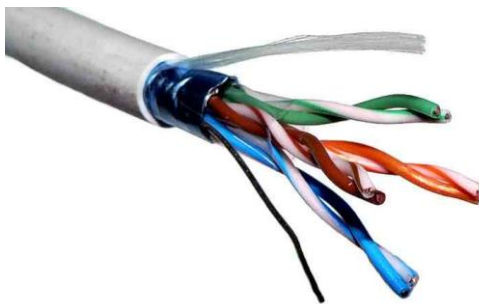
Szóstą z kolei warstwą jest **warstwa prezentacji**, która jest odpowiedzialna za zarządzanie sposobem kodowania danych. Zajmuje się translacją sposobu prezentacji danych na zrozumiały dla danego systemu operacyjnego i urządzenia, ponieważ nie każde urządzenie jest zbudowane w ten sam sposób i różne dane mogą być różnie interpretowane. Warstwa prezentacji ma za zadanie zapobiec wszelkim różnicom w interpretacji tych samych danych na różnych systemach. Oprócz tego warstwa ta umożliwia szyfrowanie i kompresję danych.

Najwyższą warstwą modelu OSI jest **warstwa aplikacji**. Pełni ona rolę interfejsu pomiędzy aplikacjami użytkownika a usługami sieci. Warstwa ta przyjmuje dane od programu i wykonuje odpowiednią usługę sieciową.

### 3. Sieć Internet

#### Medium transmisyjne

Urządzenia pracujące we wspólnej sieci Ethernet są połączone do wspólnego medium transmisyjnego, które umożliwia przesyłanie sygnałów elektrycznych. Historycznie medium transmisyjne było realizowane za pomocą kabla koncentrycznego, lecz obecnie zwykle stosuje się skręconą parę przewodów lub włókna światłowodowe.



**Rys. 8.8. Skrętka internetowa**

Źródło: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/FTP\\_cable3.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/FTP_cable3.jpg)



**Rys. 8.9. Kabel światłowodowy**

Źródło: <http://www.ndesk.swiatlowody.com.pl/Katalog/Kable-swiatlowodowe/Kable-uniwersalne/Kabel-swiatlowodowy-uni1750-12G-50125.html>

#### Ramka sieciowa

Węzły komunikują się ze sobą za pomocą krótkich wiadomości nazywanych ramkami (ang. frames), które przekazują fragmenty informacji o różnej długości. Ramki możemy porównać do zdań w naszym języku. Budowę zdania w języku polskim definiuje gramatyka. W sieci Ethernet budowę ramki określa protokół sieciowy. Istnieją ścisłe reguły, co do minimalnej i maksymalnej długości ramek (liczby bitów, które ramka w sobie zawiera) oraz co do ich zawartości.

Każde urządzenie połączone do sieci Ethernet posiada swój adres sieciowy, czyli numer identyfikacyjny, zwany adresem MAC (ang. Media Access Control - Kontrola Dostępu do Medium). Ramki muszą zawierać w sobie adresy urządzenia nadającego ramkę oraz urządzenia, które ma tę ramkę odebrać, czyli adres nadawcy i odbiorcy informacji. Dany adres w sposób jednoznaczny definiuje węzeł sieciowy, jak numer PESEL jednoznacznie identyfikuje podatnika w naszym kraju. Dwa urządzenia Ethernet nie mogą posiadać identycznego adresu sieciowego.

Budowa ramki Ethernet wygląda w uproszczeniu następująco:

**Tabela 8.1. Ramka Ethernet**

Preambuła	SFD	Adres docelowy	Adres źródłowy	Opcjonalne pole 802.1Q	Typ Ethernet lub długość	Dane	CRC	Przerwa między ramkami
7 bajtów 10101010	1 bajt 10101011	6 bajtów	6 bajtów	(4 bajty)	2 bajty	46–1500 bajtów	4 bajty	12 bajtów
64–1522 bajtów								
72–1530 bajtów								
84–1542 bajtów								

Źródło: opracowanie własne

## Adresowanie w sieci Internet

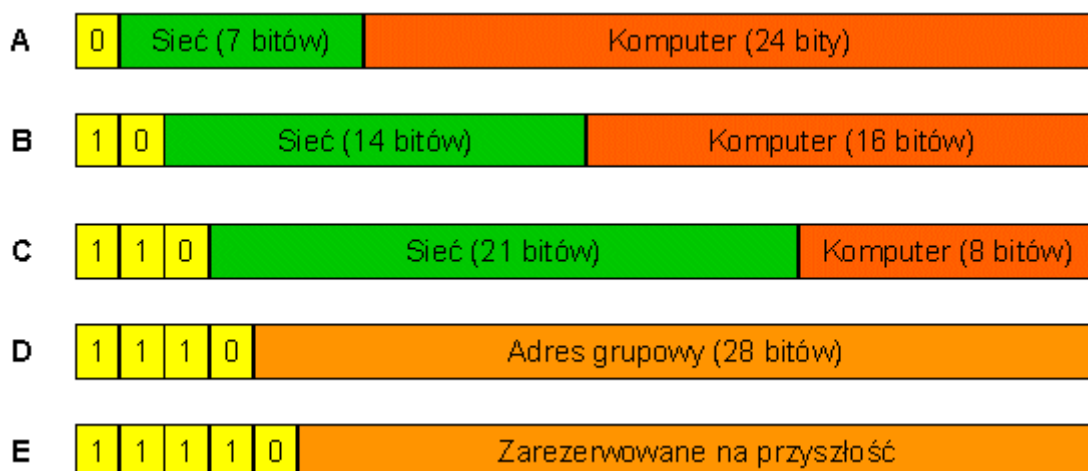
Do rozróżniania komputerów TCP/IP używa 32 bitowej liczby całkowitej, nazywanej adresem IP. Pomysłowość tego systemu adresowania polega na tym, że umożliwia on efektywne wyznaczanie tras pakietów. Jest to możliwe dzięki temu, że adres IP zawiera informację o tym do jakiej sieci jest włączony dany komputer oraz jednoznaczny adres komputera w tej sieci. Adres IP jest używany przy wszystkich operacjach związanych z wymianą informacji z daną maszyną.

Ogólnie przyjętym sposobem zapisu adresu IP w sposób czytelny dla użytkownika jest format bajtowo-dziesiętny - adres zapisywany jest w postaci czterech liczb dziesiętnych, które oddzielone są kropkami, przy czym każda liczba dziesiętna odpowiada 8 bitom adresu IP. Taki zapis nosi nazwę "notacji dziesiętnej z kropkami" (*ang. dotted quad notation*). Zapis taki jest z pewnością o wiele bardziej czytelny dla człowieka niż zapis bitowy.

Np. 32 bitowy adres:      10000000    00001010    00000010    00011110

jest zapisany jako:      128.            10.            2.            30

Istnieją cztery klasy adresów IP, różniące się podziałem poszczególnych bitów pomiędzy identyfikację samej sieci i identyfikację urządzeń w tej sieci.



**Rys. 8.10. Klasy adresów IP**

Źródło: [http://www.staff.amu.edu.pl/~psi/informatyka/tcpip/ip\\_address.htm](http://www.staff.amu.edu.pl/~psi/informatyka/tcpip/ip_address.htm)



#### 4. Sieć Profibus

Sieć Profibus opiera się na sprawdzonej technologii przesyłania danych, jaką jest protokół transmisji RS 485.

Technologia transmisji RS485 zasadniczo jest bardzo prosta i stosunkowo tania. Najczęściej stosowana jest dla zadań, które wymagają dużej prędkości transmisji.

Jako kable transmisyjne wykorzystuje się dwużyłowe ekranowane przewody miedziane.

Nie wymaga dużej wiedzy w celu zainstalowania przewodu. Struktura sieci pozwala na dołączanie i rozłączanie stacji lub uruchamianie

Można wybrać prędkości transmisji od 9.6 Kbit/s do 12 Mbit/s w sieci. Jednak wszystkie stacje w sieci muszą pracować z ustawioną jedną prędkością. Można dołączyć do 32 stacji w segmencie sieci. Maksymalna dopuszczalna długość linii zależy od prędkości transmisji. Zestawienie parametrów sieci pokazano w tabeli poniżej.

Prędkość transmisji [KBit/s]	Maksymalna odległość [m]
9.6; 19.2; 45.45; 93.75	1200
187.5	1000
500	400
1500	200
3000; 6000; 12000	100

Wartości te odnoszą się dla kabla  
typu A z parametrami:

Impedancja	135 to 165 $\Omega$
Pojemność	$\leq 30$ pF/m
Rezystancja	$\leq 110$ $\Omega$ /km
Średnica drutu	$> 0.64$ mm
Przekrój rdzenia	$> 0.34$ mm <sup>2</sup>

**Rys. 8.11. Prędkości transmisji sieci Profibus**

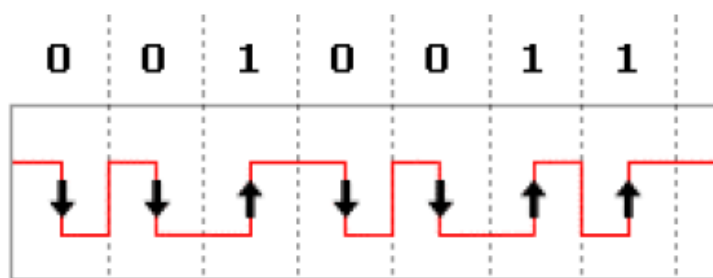
Źródło: PROFIBUS Technologie i Aplikacje, Listopad 2004

## 5. Sieć AS-Interface

### Magistrala As-interface

AS-i (Actuator Sensor Interface) jest otwartym standardem przemysłowym dotyczącym sterowania magistrali obejmującej czujniki i elementy wykonawcze, charakteryzującym się bardzo krótkim czasem odpowiedzi i tym samym pozwalającym na bardzo szybką reakcję elementów wykonawczych. Standard ten wykorzystuje do transmisji danych kod PE (Phase Encodage), zwany też kodem Manchester.

Reguła kodowania jest następująca: jedynka logiczna kodowana jest jako przejście w środku bitu od poziomu niższego do wyższego, a zero logiczne to przejście ze stanu wyższego do niższego.

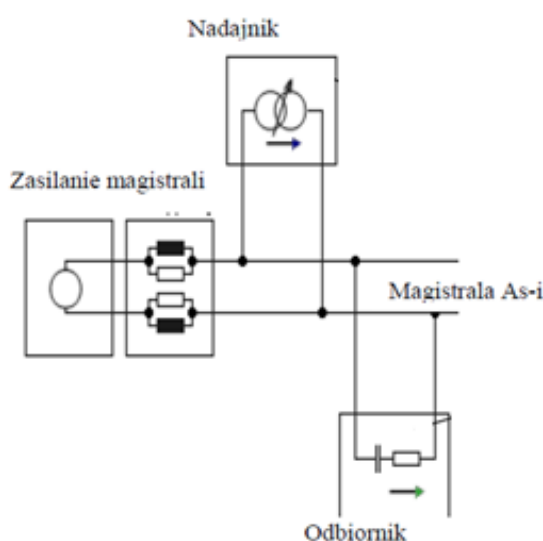


Rys. 8.12. Kodowanie PE Manchester

Źródło: opracowanie własne

Zaletą takiego kodowania jest co najmniej jedno przejście dla każdego bitu. Słowo nadawane, w naturalnym kodzie binarnym.

Sygnał wejściowy kodowany według reguł kodu PE poddawany jest obróbce poprzez filtr, następnie podawany na filtr dolnoprzepustowy, a następnie podawany jest na przetwornik U/I, na którego wyjściu otrzymywany jest prąd o natężeniu z przedziału 0... 60 mA.



Rys. 8.13. Dołączanie elementów do magistrali AS-I

Źródło: Sieć przemysłowa AS-Interface Laboratorium Systemów Komunikacyjnych  
w Przemysłowych Układach Automatyki PLC

## **Bibliografia:**

1. Olszewski M. 2002 Mechatronika. Warszawa : REA
2. Olszewski M. 2006 Podstawy mechatroniki. Podręcznik dla uczniów średnich i zawodowych szkół technicznych. Warszawa : REA
3. Olszewski M. 2009 Mechatronika i systemy mechatroniczne. Podręcznik dla uczniów średnich i zawodowych szkół technicznych. Warszawa : REA
4. Potrykus J., Krzyżanowski J. 2013 Poradnik mechatronika Warszawa : REA

## **Netografia**

1. [http://www.staff.amu.edu.pl/~psi/informatyka/tcpip/ip\\_address.htm](http://www.staff.amu.edu.pl/~psi/informatyka/tcpip/ip_address.htm)
2. <http://www.ndesk.swiatlowody.com.pl/Katalog/Kable-swiatlowodowe/Kable-uniwersalne/Kabel-swiatlowodowy-uni1750-12G-50125.html>
3. <http://soisk-me.cba.pl/index.php?k=4&nr=41>