

Motto:

„Digital Information lasts forever .. or five years – whatever comes first” (Jeff Rothenberg)

---

# Długoterminowe przechowywanie cyfrowych plików w strukturach sieci danych

K. Marasek, J.P. Walczak  
PJATK



# Plan prezentacji

---

- ✓ Cele archiwizacji, model archiwizacji danych
  - ✓ Przechowywanie bitów
  - ✓ Przykłady systemów archiwizacji danych cyfrowych
  - ✓ Architektura sieci danych, struktura nośników, struktura węzłów sieci danych
  - ✓ Architektura archiwum Clarin-PL
  - ✓ Aspekty konstrukcji prototypu ARCHI - CLARIN
- 
- ✓ To tylko wybór zagadnień, daleki od pełnej prezentacji!
  - ✓ Podejście inżynierskie
  - ✓ Bez zagadnień prawnych – archiwum vs. repozytorium

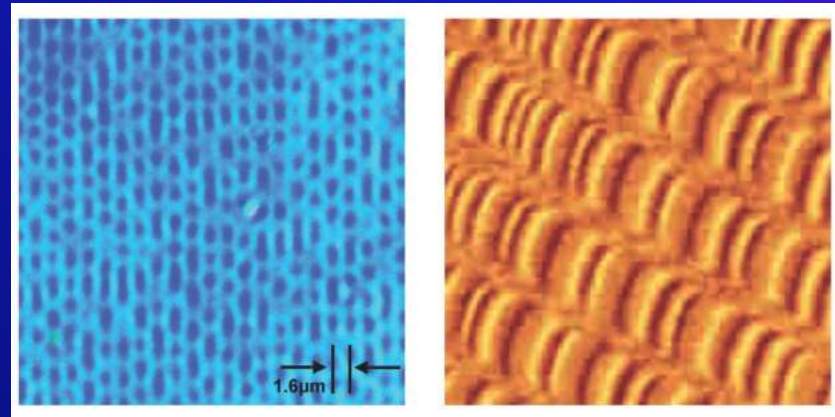
# Obiekty cyfrowe

- ✓ Dane cyfrowe = obiekt cyfrowy, wszystko jedno jak powstały
- ✓ *OAIS: An object composed of a set of bit sequences*
- ✓ wszystkie elementy które można przetwarzać i przechowywać komputerowo
  - ✓ Informacje w plikach tekstowych, pdf, doc
  - ✓ Obrazy w plikach graficznych, filmy
  - ✓ Programy komputerowe
  - ✓ Witryny internetowe
  - ✓ Systemy operacyjne, itd.
  - ✓ Obiekty zdigitalizowane
- ✓ Różne warstwy
  - ✓ Obiekty fizyczne
  - ✓ Obiekty logiczne
  - ✓ Obiekty konceptualne



# Obiekty fizyczne

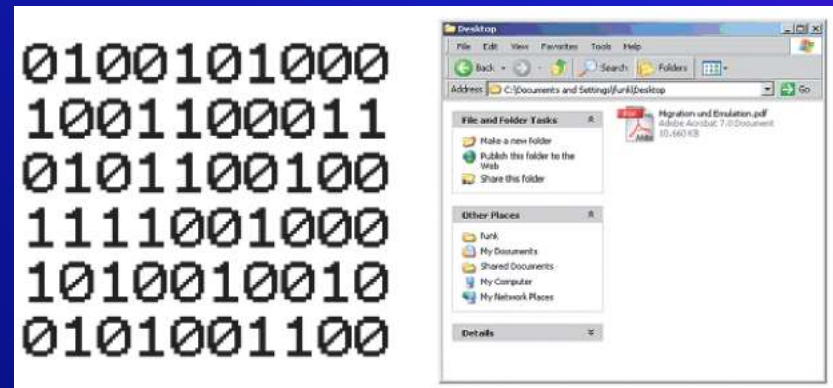
- ✓ Zapis danych na nośniku
  - ✓ Różna forma w zależności od medium i sposobu zapisu
  - ✓ Zera i jedynki (zapis daje się interpretować w ten sposób)



dane cyfrowe zapisane na płycie CD i  
na powierzchni dysku magnetycznego

# Obiekty logiczne

- ✓ Sekwencja bitów która daje się odczytać z nośnika i zinterpretować jako całość
- ✓ Zinterpretowane przez oprogramowanie jako dane zapisane w pewnym formacie
- ✓ Jeżeli nie znamy dokładnego opisu formatu nie jesteśmy w stanie poprawnie zinterpretować i odczytać danych



# Obiekt konceptualny

---

- ✓ Całość danych i informacji związanych z danymi
  - ✓ Sprzęt i oprogramowanie niezbędne do poprawnego odtworzenia danych
  - ✓ Np.. Gra komputerowa: konsola, ekran, manipulatory...
- ✓ Cel przechowywania długoterminowego:

## Zabezpieczenie przyszłego dostępu do obiektów konceptualnych

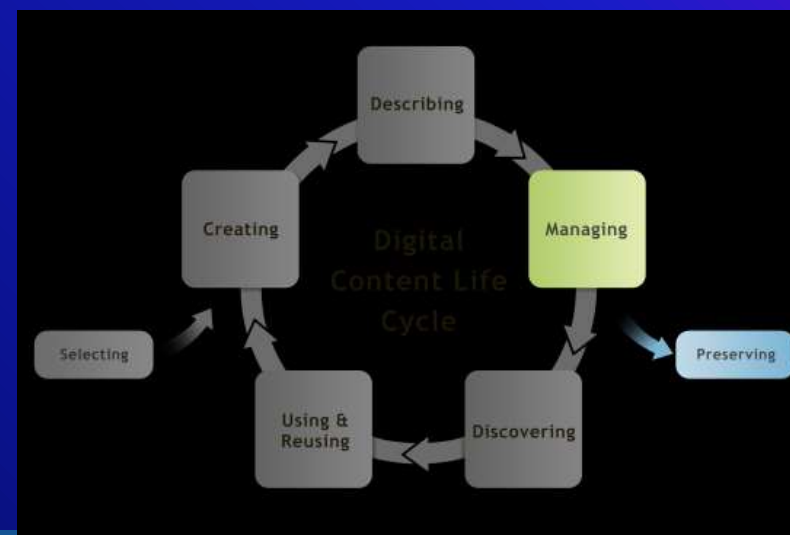
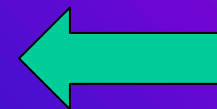
- ✓ Jeśli obiekt fizyczny lub logiczny lub ich powiązanie będzie uszkodzone nie będziemy w stanie odtworzyć obiektu koncepcyjnego





# Bitstream vs. content preservation

- ✓ **Bitstream preservation** – metody i urządzenia techniczne przechowywania danych cyfrowych
  - ✓ Niezawodność
  - ✓ Dyslokacja
  - ✓ Obiekty fizyczne i ew. logiczne
- ✓ **Content preservation** – organizacja systemu przechowywania danych
  - ✓ Obiekty konceptualne
  - ✓ Metadane – opis i wyszukiwanie
  - ✓ Organizacja systemu



# Zrąb teorii przechowywania danych cyfrowych

Czym jest przechowywanie?

Przechowywanie to proces zachowujący niezmienną wartość cyfrowego obiektu dla odbiorców o różnej wiedzy, oprogramowaniu, sprzęcie, itp.

Jakie są rodzaje przechowywania?

Bit Preservation

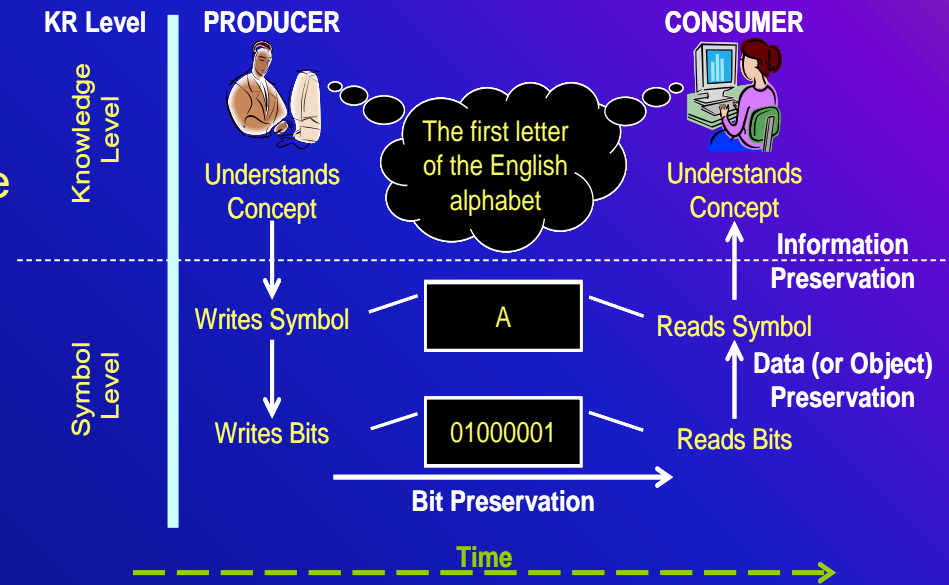
Poszczególne bity nie są uszkodzone

Data Preservation

Format sekwencji bitów jest zrozumiały/odczytywalny

Information Preservation

Informacja jest zrozumiała



City	Temperature	Date
Athens	12	08/03/07
Pisa	11	06/03/07
Edinburgh	8	11/03/07

Giorgos Flouris, PresDB-07



# Statyka przechowywania

Czym jest obiekt cyfrowy?

Obiekt cyfrowy jest sekwencją bitów  
(bez wew. znaczenia)

Co nadaje znaczenie obiektowi cyfrowemu?

Podstawowy (często ukryty) format, wiedza,  
znaczenie symboli, itp. reprezentowane przez UCK  
(**underlying community knowledge** – wiedza społeczności)

Co powinno być przechowywane?

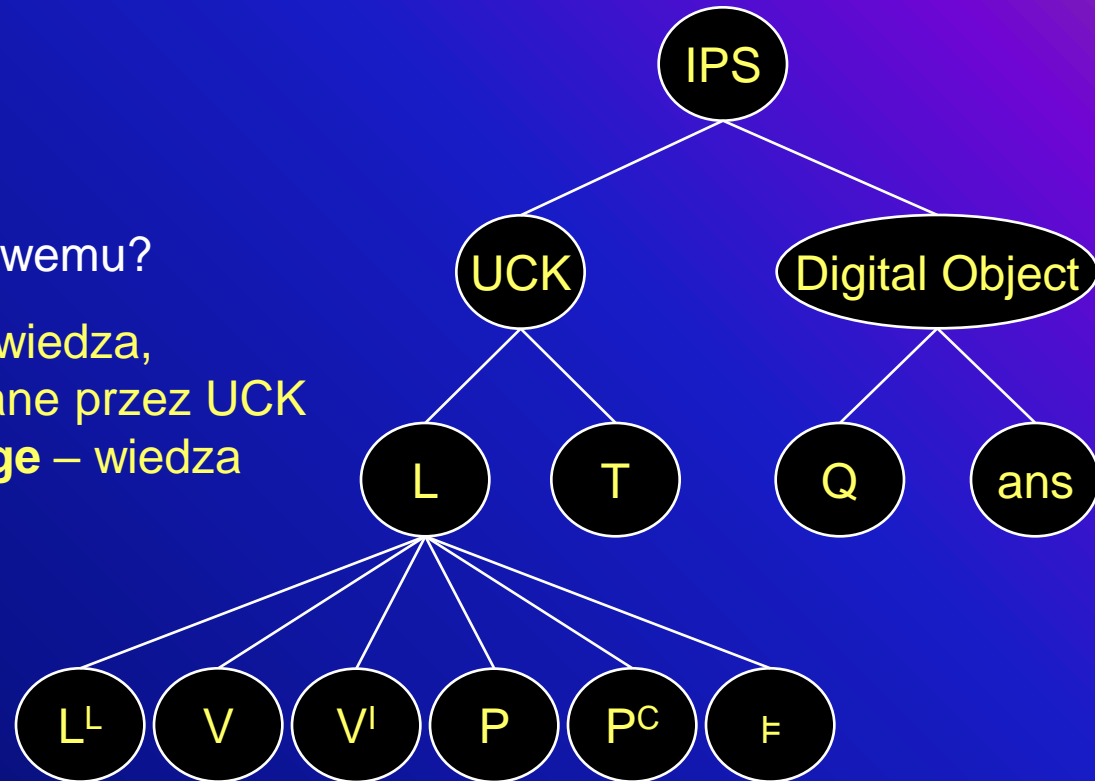
Lista pytań i odpowiedzi:

*Language, logical Theory, Vocab,*

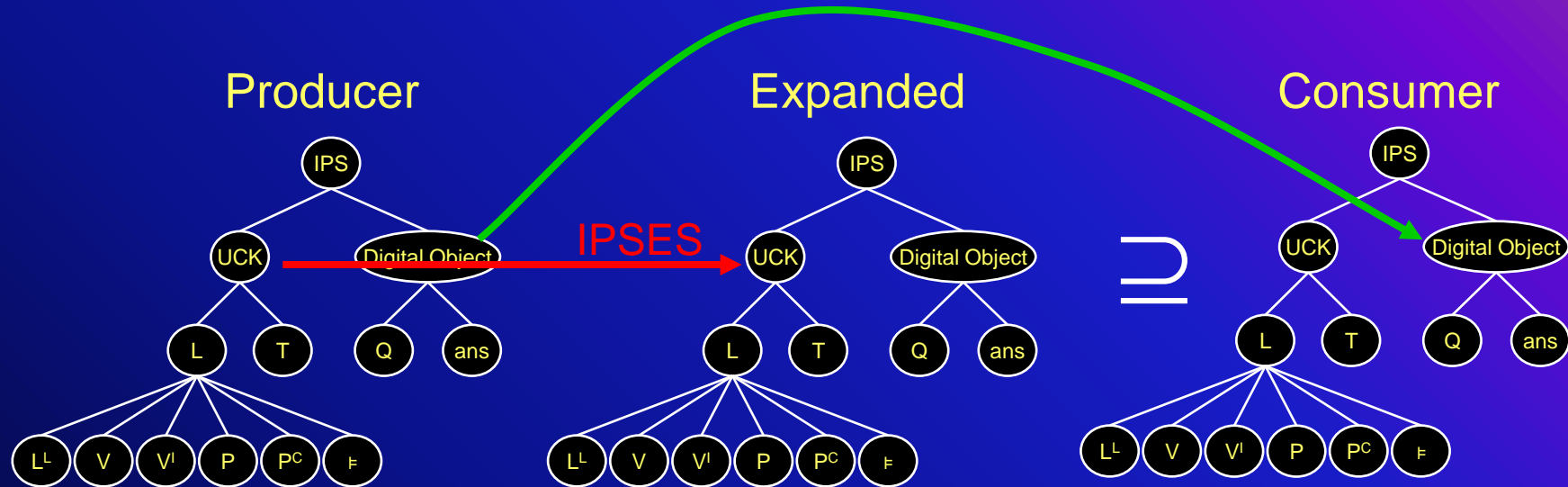
*Formulas, relations*

Jak określić zawartość **information preservation structure** IPS (IPS = UCK + obiekt cyfrowy)?

Może w tym pomóc model przechowywania



# Dynamika przechowywania



- UCK się zmienia w czasie: UCK twórcy, UCK odbiorcy, obiekt cyfrowy, zmiana UCK (zmiany IPS – evolution specification IPSES)
- Opis zmian jest niepełny
- Skończona reprezentacja zmian: maszyna Turinga, wykorzystanie teorii belief revision (postulaty AGM), ewolucja ontologii – tematy współczesnej informatyki
- Ten opis zawiera aktualne techniki i schematy przechowywania (OAIS, itp.)

**PRZECHOWYWANIE JEST PROCESEM DYNAMICZNYM**





Flouris, 07

# Motywacje i definicje

- ✓ Przechowywanie bitów:
  - ✓ Bezpieczeństwo bitów – pewność, że strumień bitów nie zostanie zmieniony (uszkodzony) i będzie odczytywalny
  - ✓ Integralność bitów – sama ich niezmienniczość
  - ✓ Dostępność, poufność – dodatkowe zagadnienia
- ✓ Rozwiązania techniczne, które zapewnią bezpieczeństwo
  - ✓ Repozytoria danych
  - ✓ Rozwiązania organizacyjne, normy, recepty i schematy organizacyjne
- ✓ Źródła danych
  - ✓ Materiały scyfryzowane (digitised)
  - ✓ Pochodzenia cyfrowego
- ✓ Strategie przechowywania
  - ✓ Muzeum techniki
  - ✓ Emulacja
  - ✓ Migracja – zmiana przechowywanego materiału, ale jak najbardziej autentyczne dane



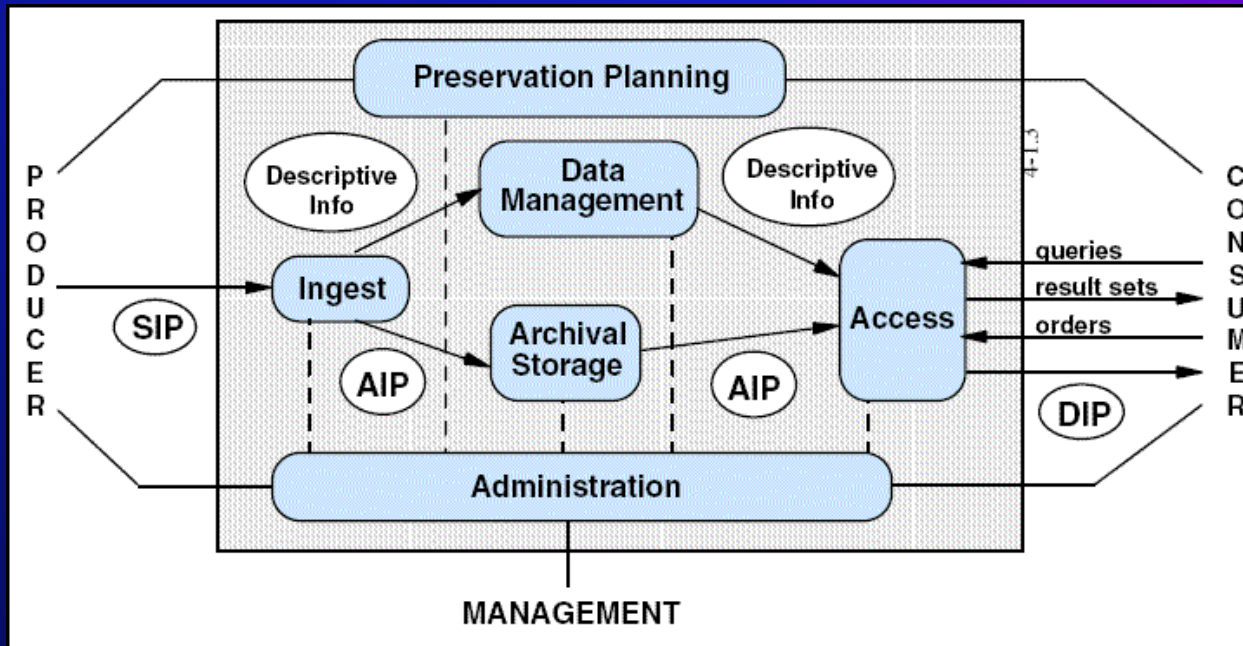
# Metadane

- ✓ **Opisowe** (zawartość intelektualna), np. MODS (Metadata Object Description Schema) 
- ✓ **Administracyjne** (zarządzanie)
  - ✓ **Techniczne**, np. MIX (Metadata for Images in XML) dla obrazów, TEI (Text Encoding Initiative) dla tekstów  
  - ✓ **Zarządzanie prawami autorskimi**, METS (Metadata Encoding and Transmission Standard) PREMIS (Preservation Metadata: Implementation Strategies) 
  - ✓ **Pochodzenie**
- ✓ **Strukturalne** (wewn. struktura obiektu), np. METS



- ✓ **Unikalne identyfikatory**

# Model funkcjonalny archiwum OAIS



## ✓ zadania

- ✓ Ingest – wprowadzanie danych
- ✓ Przechowywanie danych
- ✓ Zarządzanie danymi
- ✓ Zarządzanie systemem
- ✓ Planowanie przechowywania
- ✓ Dostęp do danych

<http://mandate.cdli.strath.ac.uk/preservationois.htm>

np. Archivematica



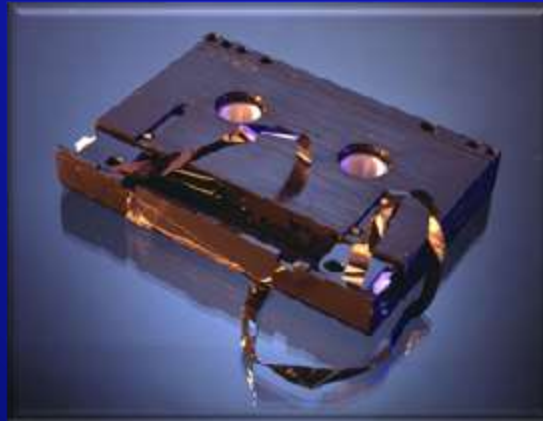
# Przechowywanie bitów - Wybór nośników danych





# Problemy długotrwałego przechowywania danych cyfrowych

- ✓ Starzenie się nośników:
  - ✓ Degradacja zapisu: brak możliwości jednoznacznej interpretacji odczytu jako poszczególnych bitów danych
  - ✓ Zniszczenie zapisu: luki w danych



- ✓ Starzenie się informacji:
  - ✓ Brak informacji na temat interpretacji zapisanego strumienia bitów



**Microsoft**®

Microsoft®  
Windows®

# Nośniki optyczne – przykład zawodnych mediów

	<u>CD-R</u>	<u>CD-RW</u>	<u>DVD±R</u>	<u>DVD±RW</u>
<b>Unrecorded shelf life (years)</b>	5-10		Unspecified	
<b>Manufacturers' estimated recorded life span (years)</b>	50-200	20-100	30-100	30
<b>Maximum rewrites</b>	N/A	1,000	N/A	1,000

Test conducted by the National Institute of Standards (NIST) and the Library of Congress (LoC) may provide more realistic estimates of optical media longevity: after 11 months of testing:

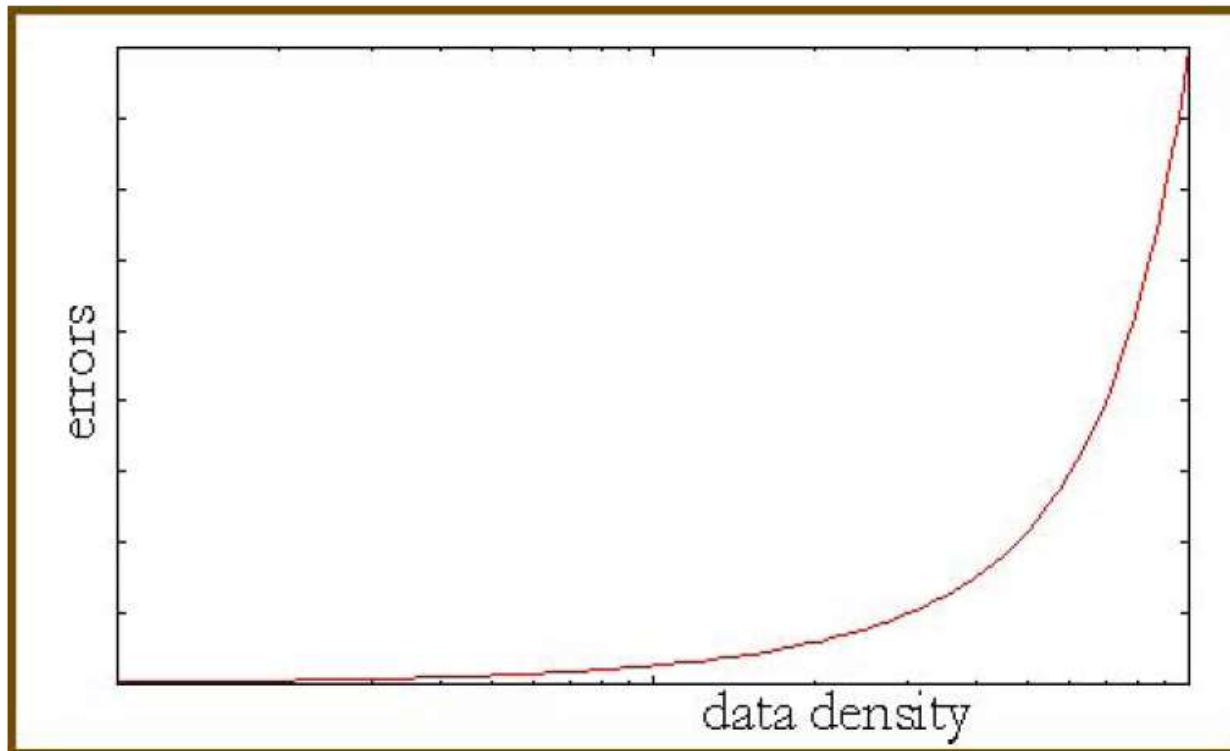
- Virtually all CD-Rs tested indicated an estimated life expectancy beyond 15 years.
- Only 47 percent of the recordable DVDs tested indicated an estimated life expectancy beyond 15 years. Some had a predicted life expectancy as short as 1.9 years.

A 2004 NIST study found wide variations in the stability of different bands and compositions of writable optical media. **While some samples proved to be very stable and could be expected to "ensure data availability for several tens of years (30)" others showed significant data loss after only 100 hours of rapid aging.**



## The Digital Dark Age

As digital data gets more dense, by definition it becomes less reliable.  
Every time the density of disk drives doubles their chance of error and corruption goes up over four times.



[http://www.mcn.edu/conference/mcn2005/sessionpapers/Keynote\\_Rose.pdf](http://www.mcn.edu/conference/mcn2005/sessionpapers/Keynote_Rose.pdf)


# Zagrożenia dla przechowywania bitów

- ✓ Typowe podsystemy pamięci masowej spełniają wymagania aplikacji dotyczące wydajności, dostępności i niezawodności – ale nie nadają się do długoterminowego przechowywania: niezawodność, koszty, konieczność serwisu, itp..
- ✓ Konieczne są specjalne systemy, które odpowiadają na zagrożenia dla długoterminowego przechowywania:
  - ✓ Awarie sprzętu i oprogramowania
  - ✓ Błędy ludzkie i instytucjonalne
  - ✓ Psucie się bitów (korozja, inne nie-wychwycone błędy)
  - ✓ Przestarzałe media, formaty, aplikacje, systemy
  - ✓ Zagubienie kontekstu (metadanych, praw dostępu)
  - ✓ Ataki, celowe działania w celu zniszczenia
  - ✓ Budżet: koszty urządzeń, ale i przechowywania





# Rozwiązaniem NIE jest:

- ✓ **RAID** – bo gubi dane, łatwo o utratę bitów, zbudowany w innym celu (stały dostęp, a nie archiwizacja)
- ✓ **Zwykły dysk magnetyczny** – bo bardzo upakowany i energooszczędny sposób zapisu może skrócić czas przechowywania
- ✓ **Backup** – bo kopia inkrementacyjna, bo błąd w kopii możliwy jest do znalezienia tylko poprzez porównanie z oryginałem (bądź może już nieistniejącym)
  - ✓ (istnieją systemy wykorzystujące backup – Hoppla, Kopal 
- ✓ **Taśma magnetyczna** – bo zapis zwykle bezpostaciowy (bezplikowy), problem z synchronizacją, problemy mechaniczne

Zatem konieczne są sieci komputerowe i aktywne metody przechowywania

# Zapobieganie utracie danych: aktywne przechowywanie bitów

- W jaki sposób przechowywać w sposób trwały ogromne ilości danych
  - ERA: wykorzystanie *data grids*
- Fizyczne rozproszenie archiwów (dyslokacja i kolokacja)
  - Najpewniejsze: trzymaj dane w 3 odległych geograficznie kopiach**
- Migracja danych z nośnika na nośnik, zmiany nieodwracalne
  - rekomendacje NARA
    - raz na 3 lata w przypadku dysków
    - raz na 5 lat w przypadku taśm



- Data scrubbing*: regularne odczytywanie informacji z dysku w celu wyszukania błędnych bloków
- Regeneracja zapisu, kodowanie regeneracyjne: zmiany odwracalne*



- Nadchodzi kryzys archiwów cyfrowych (SNIA white paper, 2007)

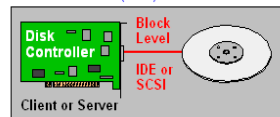
Przykład: Archiwa TVP: Betacam digital 60 min\*90MB/min\*100000~=300000 GB = **0,6 PB** (natywnie 90 MB/s ~ 4 PT), specjalizowany system w Lawrence Livermore Lab. przepisuje dane 1037 MB/s; dla 10 PB sama migracja wymaga ~ 4 miesięcy



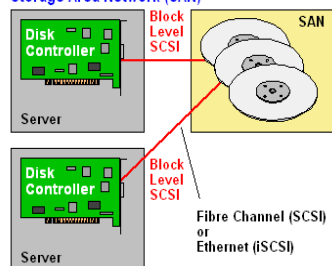
# Sieci pamięci masowych

From Computer Desktop Encyclopedia  
© 2006 The Computer Language Co. Inc.

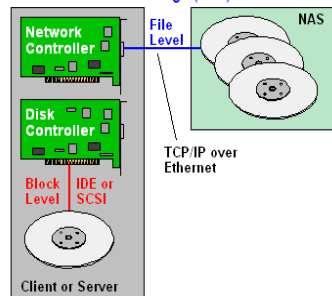
## Direct Attached (DAS)



## Storage Area Network (SAN)



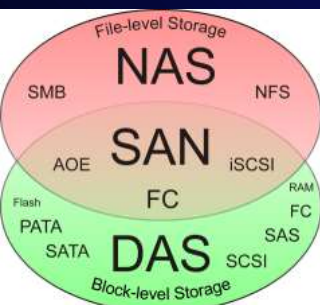
## Network Attached Storage (NAS)



**Direct Attached Storage (DAS):** pamięci podłączone do komputera jednym ze złącz: SCSI, SAS, ATA, SATA, ATAPI, USB

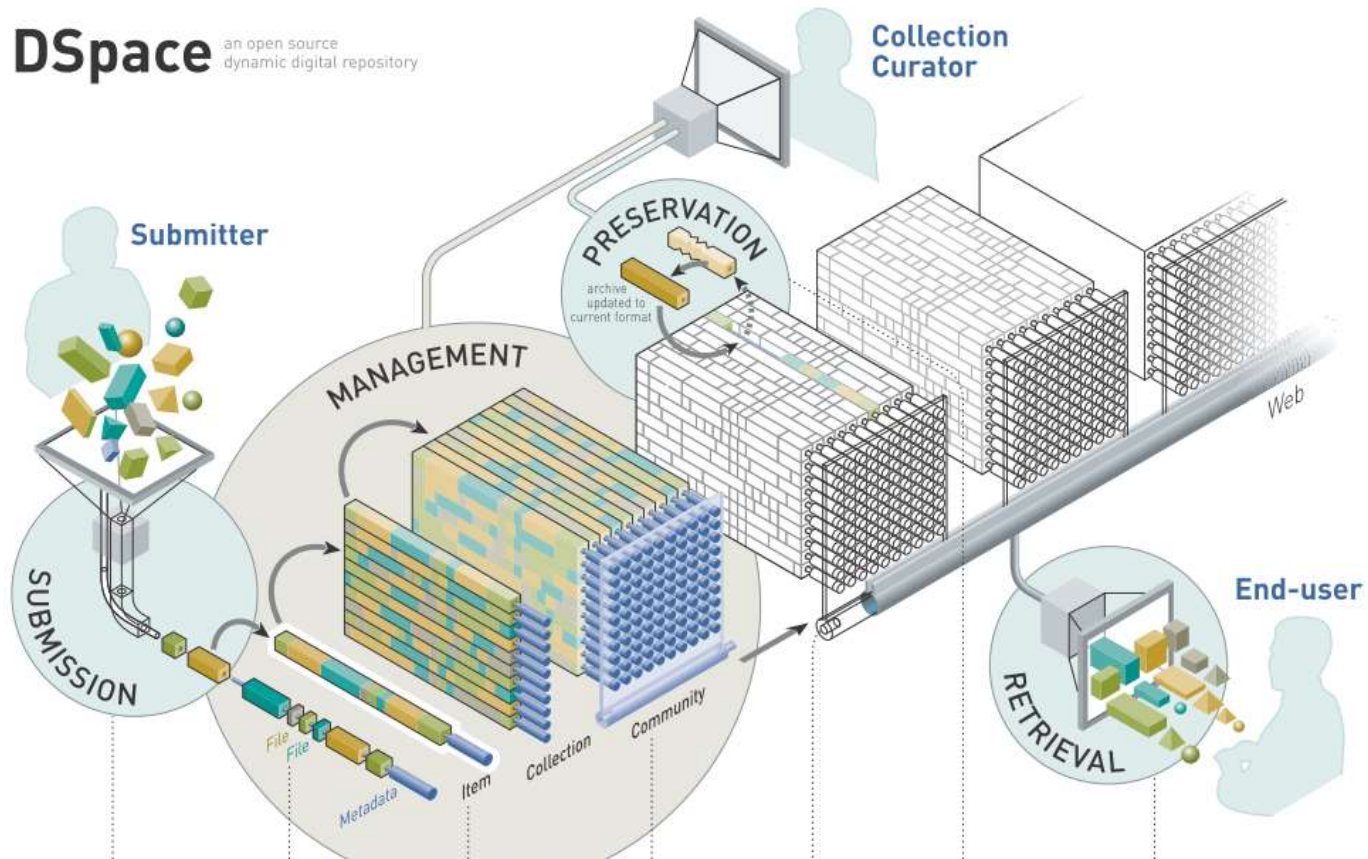
**Storage Area Network (SAN)** – bloki, sieć pamięci masowej; zwykle odległa pamięć masowa stanowi centralną przestrzeń składowania współdzieloną poprzez SAN przez wiele hostów w środowisku rozproszonym, protokół Fibre Channel, Point-to-Point,   
✓ pętla z arbitrażem – Arbitrated Loop (FC-AL),   
✓ pełna sieć – ang. Fabric, Point-to-Point Network.

**Network Attached Storage (NAS)** – pliki, technologia umożliwiająca połączenie zasobów pamięci dyskowych bezpośrednio do sieci komputerowej



# Przykład rozwiązania sieciowych- DSpace

**DSpace** an open source dynamic digital repository



**1** Web-based interface makes it easy for a submitter to create an archival item by depositing files. DSpace was designed to handle any format from simple text documents to datasets and digital video.

**2** Data files, also called bitstreams, are organized together into related sets. Each bitstream has a technical format and other technical information. This technical information is kept with the bitstreams to

**3** An item is an "archival atom" consisting of grouped, related content and associated descriptions (metadata). An item's exposed metadata is indexed for browsing and searching. Items are organized into collections of logically-related material.

**4** A community is the highest level of the DSpace content hierarchy. They correspond to parts of the organization such as departments, labs, research centers or schools.

**5** DSpace's modular architecture allows for creation of large, multi-disciplinary repositories that ultimately can be expanded across institutional boundaries.

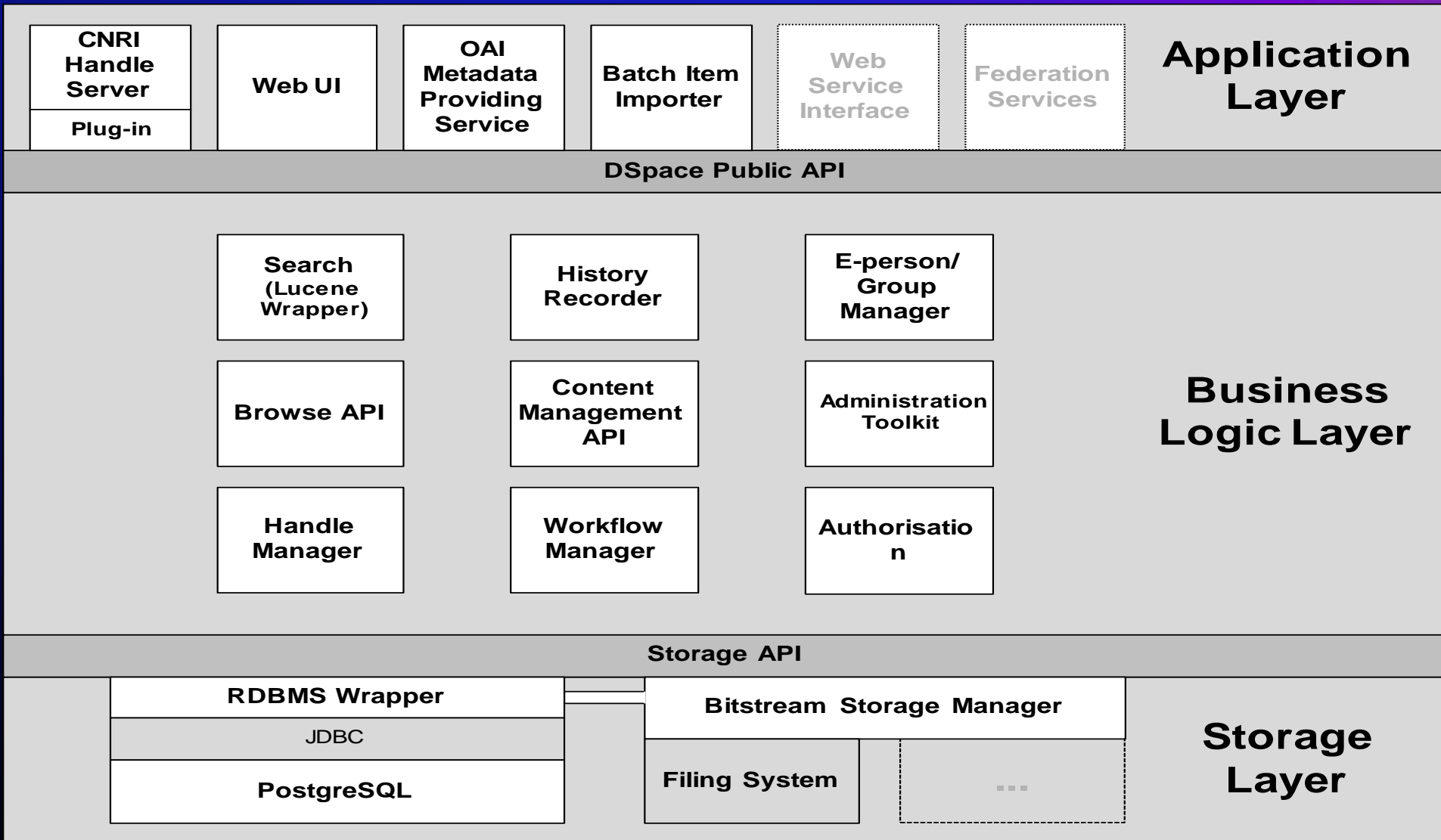
**6** DSpace is committed to going beyond reliable file preservation to offer functional preservation where files are kept accessible as technology formats, media, and paradigms evolve over time for as many types of files as possible.

**7** The end-user interface supports browsing and searching the archives. Once an item is located, Web-native formatted files can be displayed in a Web browser while other formats can be downloaded and opened with a suitable application program.

Visual Explanation by **Dynamic Diagrams**  
www.DynamicDiagrams.com

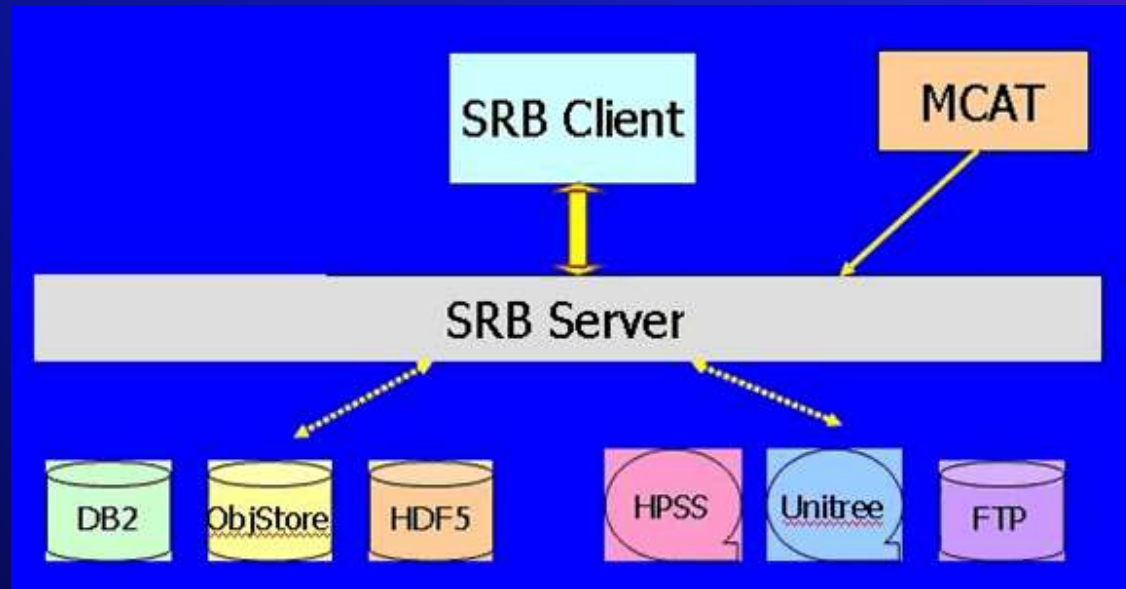


# Architektura DSpace



# DSpace bit preservation

- ✓ System plików na serwerze
- ✓ Storage Resource Broker – przechowywanie w sieci



- ✓ HDF5 – hierarchiczny system plików dla dużych zbiorów danych, raczej naukowych
- ✓ W uproszczeniu: SRB jak zewnętrzna pamięć dyskowa





# Storage Layer

- ✓ DSpace przechowuje w RDBMS informacje o organizacji danych, metadane, autoryzacje i aktualny stan pracy
- ✓ Dane są przechowywane w plikach serwera lub poprzez SRB. Obsługiwanych może być wiele pamięci, każdy plik ma własny numer

Internal ID 12345678901234567890123456789012345678 is stored in the directory: (dir)/12/34/56/12345678901234567890123456789012345678






















- ✓ Zawartość tagu

bitstream\_id | size | content | store\_number

- ✓ Zabezpieczenie



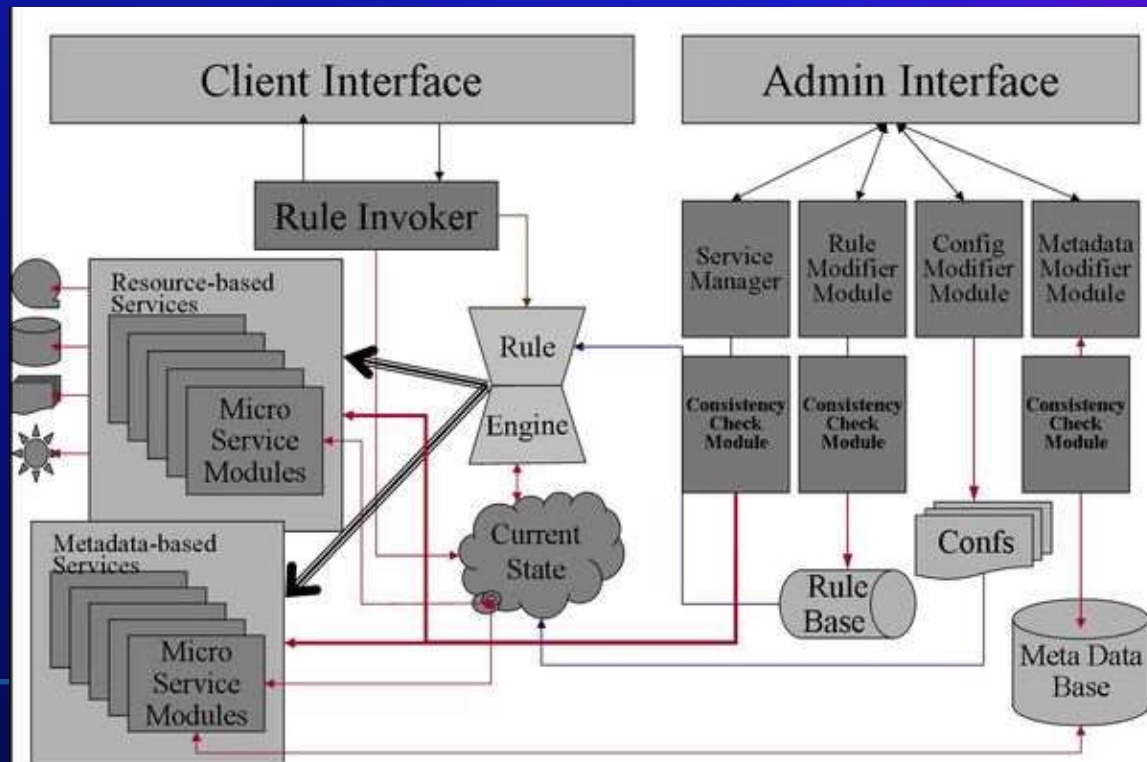
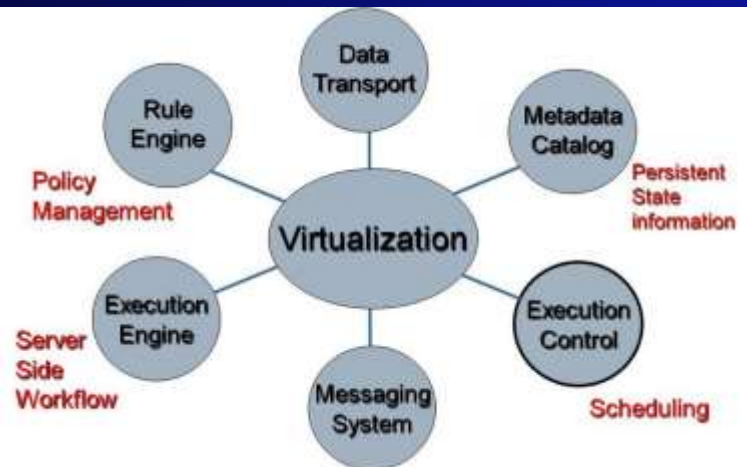
## DuraCloud Subscription Plans - [Get Plan Information Now \(/account-inquiry\)](#) !

	DuraCloud Preservation Basic <a href="#">i</a>	DuraCloud Preservation Plus <a href="#">i</a>	DuraCloud Enterprise <a href="#">i</a>	
			Standard	Premium
<b>Price</b> (all bandwidth and compute charges included) <small>this price includes (/node/196)</small>	\$1,500/year for first TB \$1,000/year for additional TBs  <small>(/node/201)</small>	\$2,500/year for first TB \$1,700/year for additional TBs  <small>(/node/201)</small>	\$5,900/year for first TB \$1,000/year for additional TBs  <small>(/node/201)</small>	\$6,900/year for first TB \$1,700/year for additional TBs  <small>(/node/201)</small>
Number of redundant copies <a href="#">i</a>	2	4	2	4
Number of cloud data centers storing content <a href="#">i</a>	1 (Amazon <a href="http://aws.amazon.com/">http://aws.amazon.com/</a> )	2 (Amazon <a href="http://aws.amazon.com/">http://aws.amazon.com/</a> ) and <a href="https://cloud.sdsc.edu">SDSC (https://cloud.sdsc.edu)</a> <small>(/hp/index.php.)</small>	1 (Amazon <a href="http://aws.amazon.com/">http://aws.amazon.com/</a> )	2 (Amazon <a href="http://aws.amazon.com/">http://aws.amazon.com/</a> ) and <a href="https://cloud.sdsc.edu">SDSC (https://cloud.sdsc.edu)</a> <small>(/hp/index.php.)</small>
Online backup <a href="#">i</a>				
Web-based administrative dashboard <a href="#">i</a>				
Automatic content health checks and reports <a href="#">i</a>				
Dynamic usage reports <a href="#">i</a>				
Online sharing <a href="#">i</a>				
Automatic synchronization and file recovery across cloud data centers <a href="#">i</a>				
Shibboleth Authentication -- available to Internet2 and	coming soon	coming soon	coming soon	



# iRODS

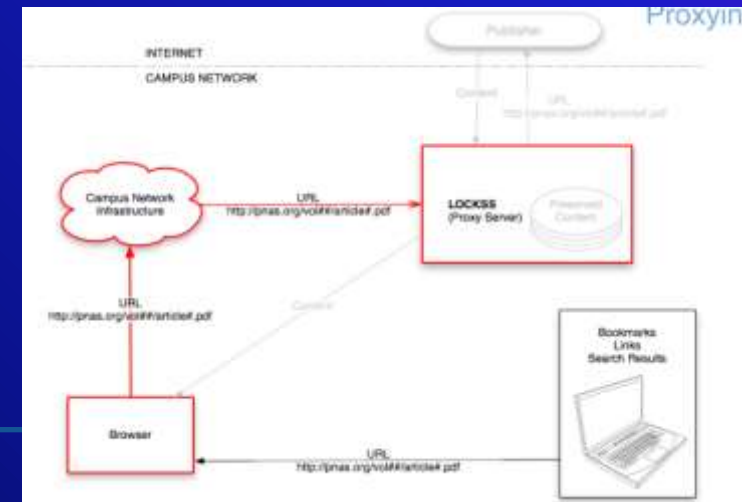
- ✓ Aktywne zarządzanie repozytorium
- ✓ Data grid architecture based on a client/server model and distributed storage and compute resources.
- ✓ A database system for maintaining the attributes and states of data and operations.
- ✓ A rule system for enforcing and executing adaptive rules





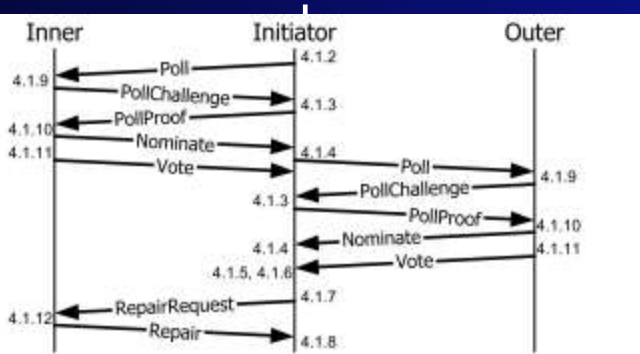
- ✓ Rozproszone przechowywanie danych
- ✓ LOCKSS box: PC z oprogramowanie komunikujący się z innymi komputerami, Web interface, działa jak proxy
- ✓ Archiwista kopiuje dane do box'a i one są kopiowane dalej (nie jest jasne jak)
- ✓ Odczyt też przez LOCKSS box, możliwe jest monitorowanie stanu zasobów
- ✓ Public (>200) and private LOCKSS (CLOCKSS, typowo 15 instytucji)

2007 Archived Sites		Archived Sites					
17 existing sites							
Volume	Current Size	File Size	Files	URLs	Status	Site URL	Created
Academic Position, Volume 01	91,686,191	355 K	1000	0	Waiting to Pull	http://www.rockwell.com/	06/22/06
Academic Position, Volume 02	3,222,046	8 K	1000	0	Completed	http://www.rockwell.com/	06/22/06
Auto Archives, Volume 01	7,092,827	16 K	1000	0	Completed	http://www.rockwell.com/	06/22/06
Auto Archives, Volume 02	2,402,222	8 K	1000	0	Completed	http://www.rockwell.com/	06/22/06



# Zasady działania LOCKSS

- ✓ LOCKSS box – tani PC, sieć peer-to-peer, Archival Unit – blok informacji do zapamiętania
- ✓ Wiele kopii AU
- ✓ Badanie opinii węzłów
  - ✓ Wymiana komunikatów i kluczy hash’ujących
  - ✓ Ocena stanu – jeśli odpowiedzi węzłów nie są zgodne, przegłosowany węzeł uznaje swoją kopię za uszkodzoną, kopia z węzła który w przeszłości była uznana za prawidłową może być użyta do reperacji
  - ✓ Odpytywanie węzłów znacznie częstsze niż przewidywany czas życia



właściciel zasobu może odczytać tylko własny lub udostępniony zasób, dzięki badaniu opinii węzłów i wielu rozproszonych kopiach nie trzeba backup-ów węzłów

Figure 1: The protocol messages exchanged during a poll between the poll initiator and poll participants. Time flows from top to bottom. Next to each phase in the execution of the protocol, we give the section number that provides the pertinent description.



# Podsumowanie: bit preservation

- ✓ Wiele z dostępnych rozwiązań NIE zajmuje się wiarygodnym przechowywaniem bitów
- ✓ Są to raczej rozwiązania organizacyjne, *workflow*, itp.
- ✓ Brakuje rozwiązań aktywnych, kontrolujących stan zapisu
- ✓ Rozwiązania sieciowe – także nie zajmują się tym tematem

Różne dane wymagają innego stopnia zabezpieczenia: TIFF vs. JPEG2000





# Wymagania dla archiwów

- ✓ Pewność przechowywania danych
  - ✓ Kontrola stanu danych
- ✓ Autentyczność
  - ✓ Przechowywanie informacji o pochodzeniu danych
  - ✓ Tworzenie metadanych w momencie wprowadzania pliku
- ✓ Integralność
  - ✓ Zachowywanie informacji o zarządzaniu (dostęp) danymi
  - ✓ Informacje o pliku
    - ✓ Kontrola dostępu, wyniki audytów, sumy kontrolne, kopiowania, synchronizacje
- ✓ Niezależność od infrastruktury
  - ✓ Zarządzanie danymi i metadanymi niezależnie od wyboru systemu przechowywania
- ✓ Skalowalność
  - ✓ Zarządzenie wielkimi zbiorami (miliardy rekordów, petabajty danych, tysiące atrybutów)

wg R.Moore,06



# Podstawowe cechy proponowanego systemu

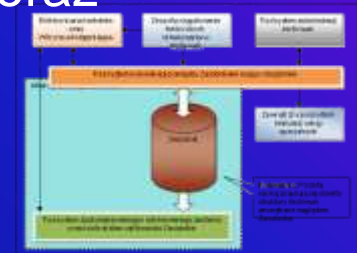
---

- ✓ Wymienione postulaty spełnione są w archiwum o następujących cechach:
  - ✓ Dane dostępne są na zamówienie, ale nie *on-line*
    - ✓ *Archiwum głębokie*
  - ✓ Dane przechowywane są w „inteligentnych” zasobnikach
  - ✓ Archiwum ma budowę strukturalną i sieciową
  - ✓ Archiwum realizuje swoje funkcje poprzez wyspecjalizowane podsystemy
- ✓ DODATKOWO:
- ✓ **Efektywność energetyczna**



# Struktura systemu archiwum

- ✓ Obiekty wewnętrzne
  - ✓ Zasobnik do długoterminowego składowania odpowiednio przygotowanych treści, mający specjalną budowę i funkcje, pozwalające automatycznie kontrolować i regenerować stan przechowywanej informacji.
  - ✓ Podsystem komunikacji pomiędzy Zasobnikiem a jego otoczeniem
  - ✓ Podsystem zoptymalizowanego i adresowanego zasilania oraz kontroli stanu aktywności Zasobnika
- ✓ Obiekty zewnętrzne
  - ✓ Elektroniczna kartoteka z dodatkową funkcją rzeczywistej i wirtualnej adresacji fizycznego położenia zasobu.
  - ✓ Witryna udostępniająca, czyli podsystem udostępniania zasobów użytkownikom.
  - ✓ Zespół przygotowania treści do ich składowania w Archiwum
  - ✓ Podsystem administracji Archiwum
  - ✓ Zewnętrzny podsystem realizacji usług specjalnych



# Założenia konstrukcyjne EAW - CLARIN

---

- ✓ Prostota konstrukcji z podzespołów powszechnie dostępnych
- ✓ Odporność na „Technology flow”
- ✓ Pełna automatyzacja procesów serwisowych
- ✓ Łatwa skalowalność
- ✓ Zabezpieczenie sprzętowe transferu danych
- ✓ Roboty (boty) programowe
- ✓ Pełna optymalizacja (minimalizacja) zasilania
- ✓ Symetria i asymetria zapisu i odczytu danych



# Zasobnik - cechy

---

- Lokalna regeneracja zapisu
  - regeneracja
  - migracja
- Redundancja danych
  - lokalna
  - holistyczna
- Optymalizacja zasilania
  - aktywność tylko gdy potrzeba
- Rozwiązanie problemu trwałości zapisu danych
- Rozwiązanie problemu migracji danych
- Rozwiązanie problemu efektywności energetycznej



# CLARIN-PL

- ✓ Start 2013, 3 lata
- ✓ Zasoby językowe dla humanistów, projekt ERIC UE, [www.clarin-pl.eu](http://www.clarin-pl.eu)
- ✓ Polskie konsorcjum: PWr, UW, PJWSTK, IPI PAN, UŁ, ISLAW PAN
- ✓ Zadania PJWSTK:
  - ✓ System długoterminowego przechowywania danych cyfrowych
  - ✓ ....

**CLARIN**  
Common Language Resources and Technology Infrastructure



# Konstrukcja prototypu archiwum długoterminowego w projekcie CLARIN

Technologie



POLSKO-JAPOŃSKA AKADEMIA  
TECHNIK KOMPUTEROWYCH



---

Gdzie można zapoznać się z teoretycznymi aspektami prezentowanej konstrukcji?



4 Powrót

## Aspekty długoterminowej archiwizacji danych cyfrowych | 1/3

Jerzy Piotr Walczak

W tekście, będącym pierwszą częścią większego artykułu, zatytułowanego *Długoterminowa archiwizacja zbiorów cyfrowych A/V w Elektronicznym Archiwum Wieczystym*, Jerzy Piotr Walczak przedstawia podstawowe zasady konstrukcji elektronicznych archiwów długoterminowych i wieczystych. Omawia również najważniejsze problemy związane z długotrwałym przechowywaniem danych cyfrowych.

### O informacji zapisanej w pamięci

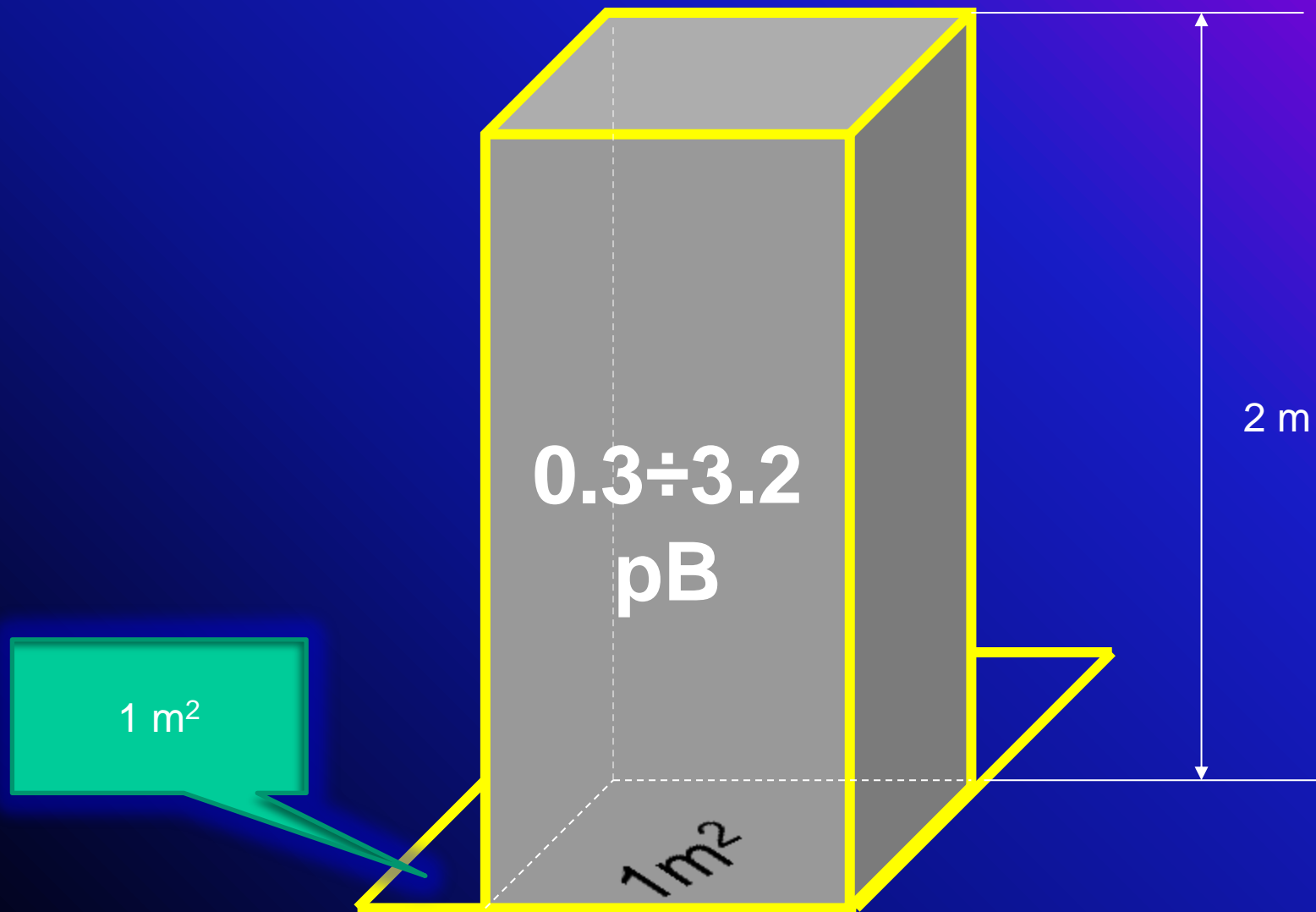
Większość specjalistów od systemów informatycznych uważa, że wystarczy „wrzucić” dane cyfrowe na taśmę magnetyczną i zostaną one zachowane na zawsze. Taka opinia może się wydawać zrozumiała, przyjmując z przymrużeniem oka stwierdzenie – „zachowane na zawsze”. Niestety, nie jest to prawda, jeśli potraktować zagadnienie poważnie. Postaram się wyjaśnić w artykule, dlaczego długookresowe przechowanie nagrań audiowizualnych jest dość złożonym zagadnieniem oraz

<http://www.nina.gov.pl/digitalizacja/artyku%C5%82/2012/09/12/Aspekty-dlugoterminowej-archiwizacji-danych-cyfrowych-1-3-jerzy-piotr-walczak>

---

# Rozmiary projektowanego zasobnika elektronicznego archiwum

# Rozmiary zasobnika



# Rozmiar oraz waga

Dotyczy jednego TRIGGERA:

(10xhdd/węzła) x 30 węzłów = 300hdd (-20% max. na regenerację)

300hdd x 2TB = 0.6 pB

300hdd x 8TB = 2.4 pB

300hddx10TB = 3.2 pB

Objętość:  $1\text{m}^2 \times 2 = 2\text{m}^3$

Waga: ok. 200kg (nie została oszacowana waga obudowy)

Nacisk na strop  $< 250\text{kg}/\text{m}^2$  (jeszcze brak finalnych danych)

Objętość na bit:  $10^{-14} \text{m}^3/\text{bit}$





# Gdzie zasobniki będzie można umieszczać?



# Gdzie zasobniki będzie można umieszczać?



# Gdzie zasobniki będzie można umieszczać?



---

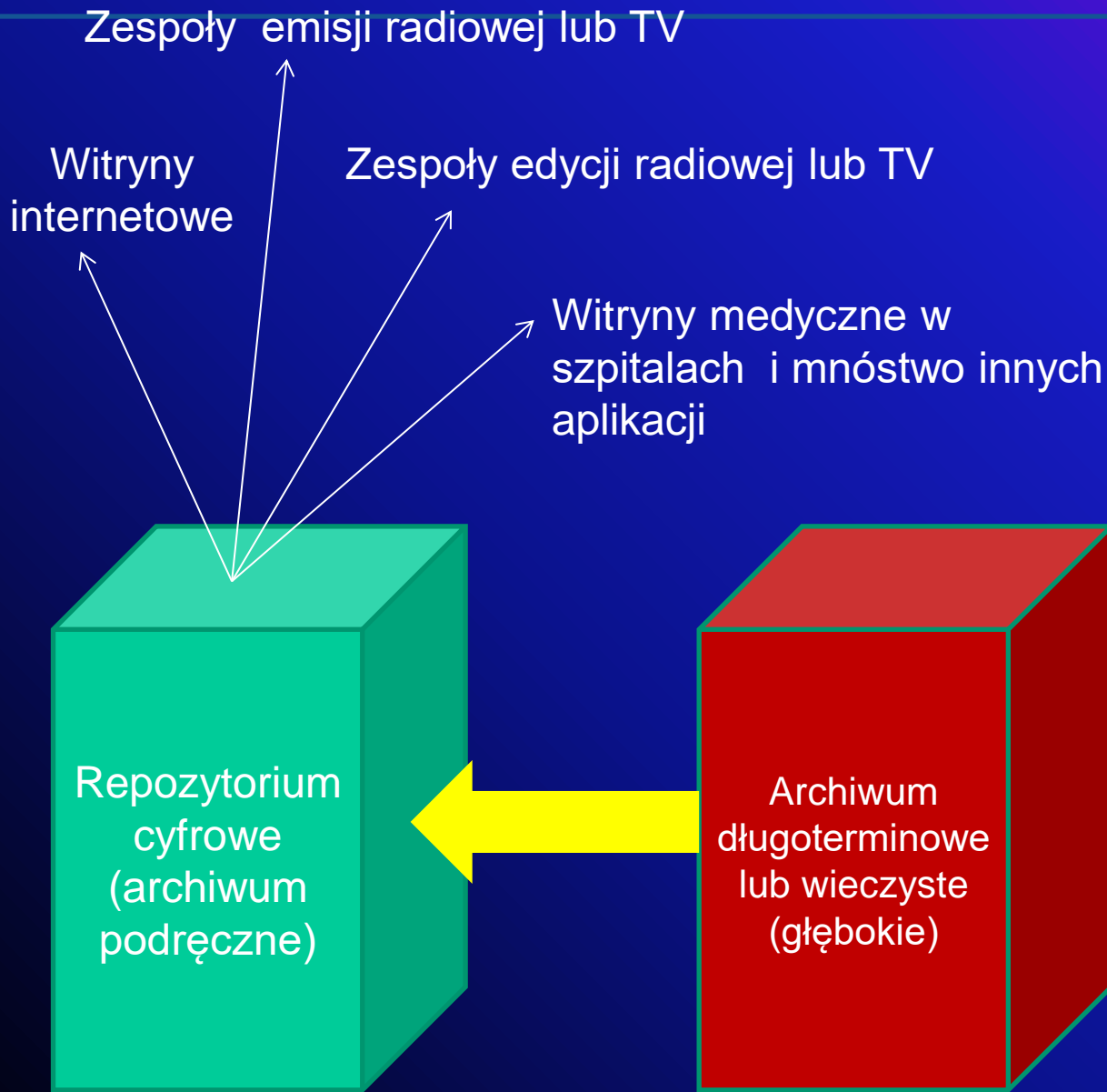
# Co będzie przechowywać Elektroniczne Archiwum?

- 
- ✓ Pliki cyfrowe dowolnej skończonej wielkości
  - ✓ Dowolną skończoną liczbę plików
  - ✓ Nie będzie przechowywać danych bezpostaciowych
  - ✓ Nie będzie przechowywać zapisów tzw. analogowych
  - ✓ Nie będzie rejestrować danych strumieniowanych



---

Repozytorium danych cyfrowych  
(archiwum podręczne)  
a  
Elektroniczne Archiwum Długoterminowe  
(głębokie)

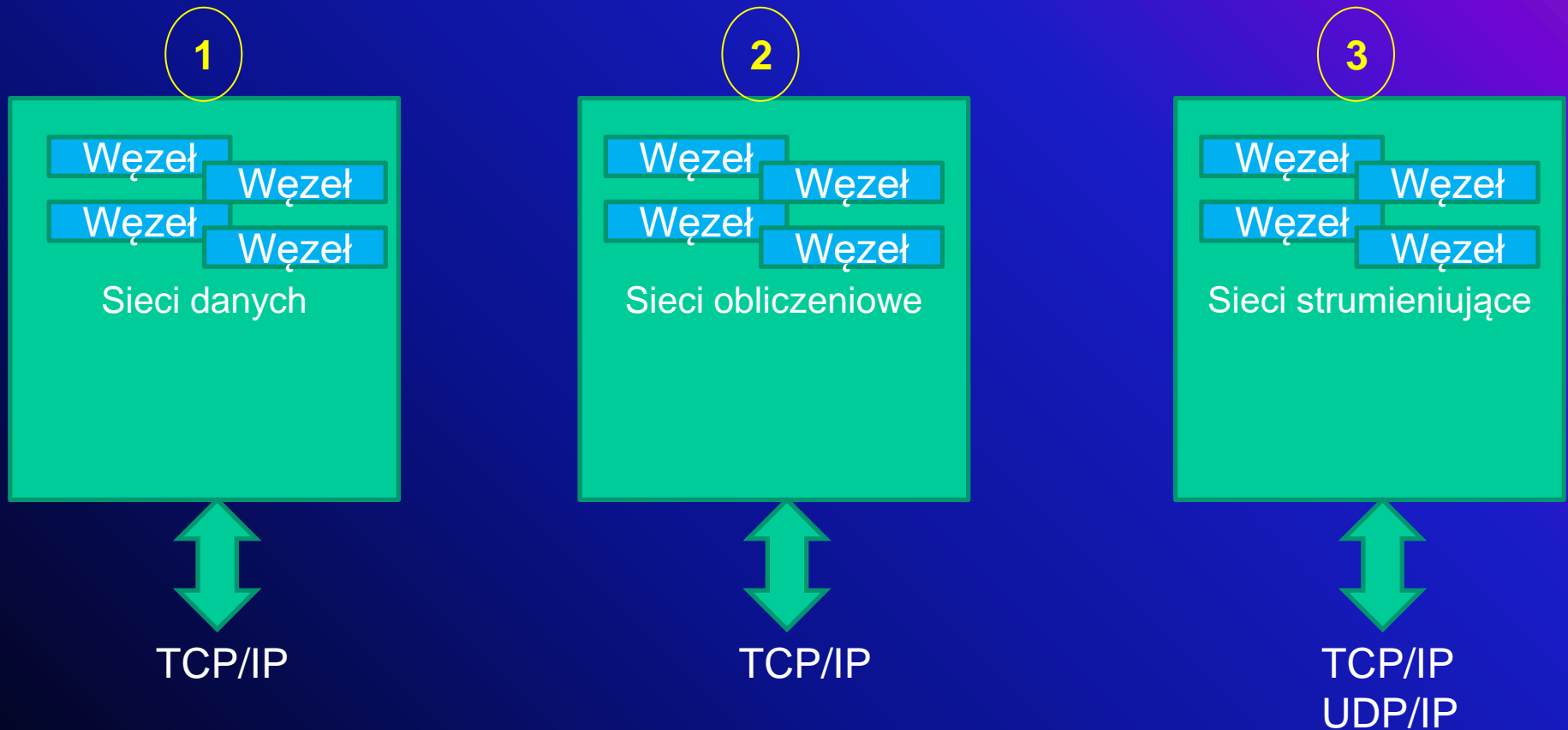


Tu już nic nie ma dalej!  
(Holy Bible, H.38.11)

---

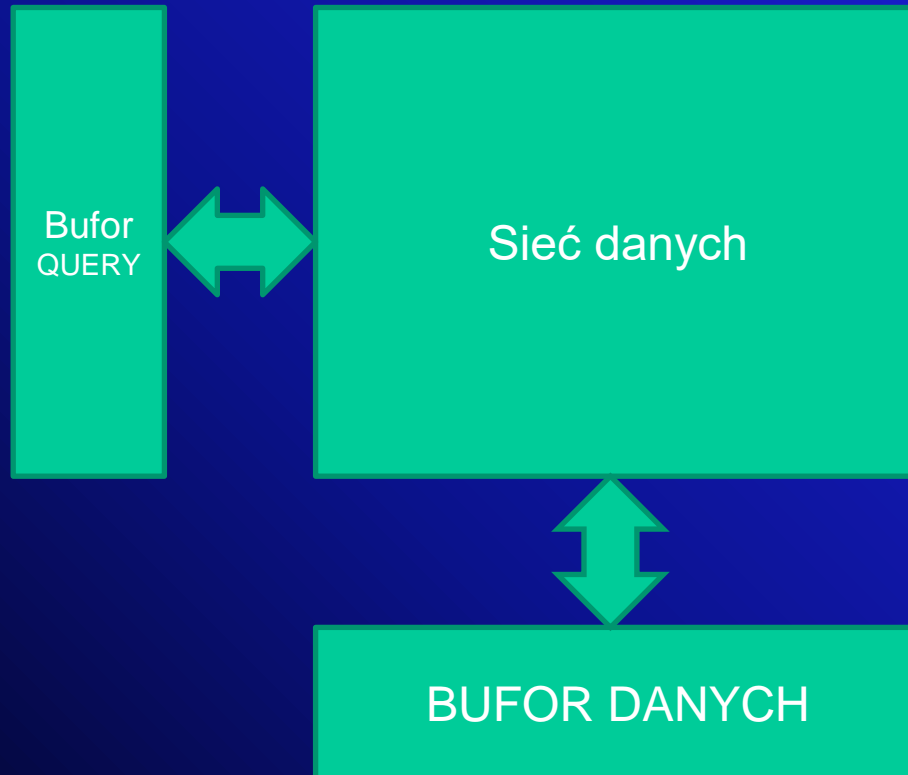
# STRUKTURA ARCHI

# Kilka uwag wstępnych



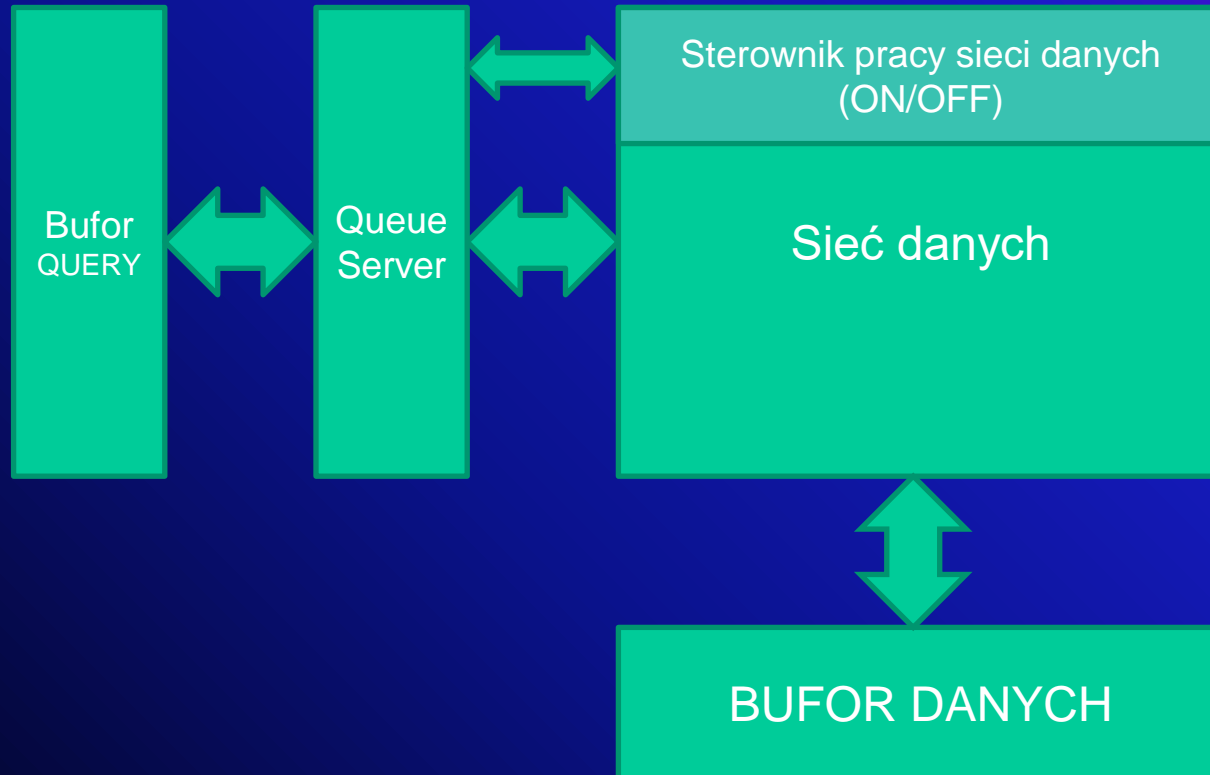
Konstrukcje sieciowe lokalne i rozproszone

# Zbuforowana sieć danych



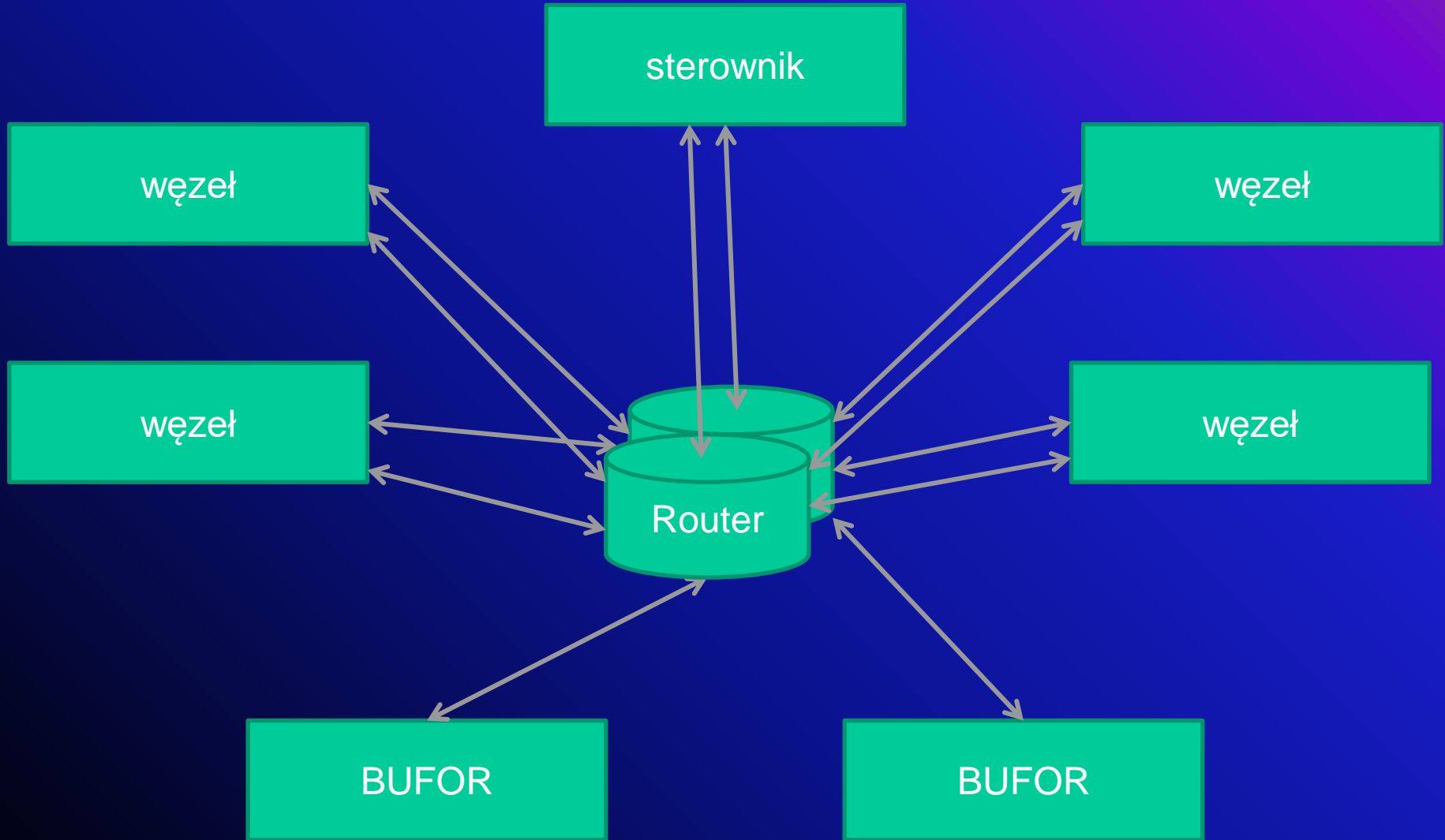


# Zbuforowana sieć danych ze sterowaniem

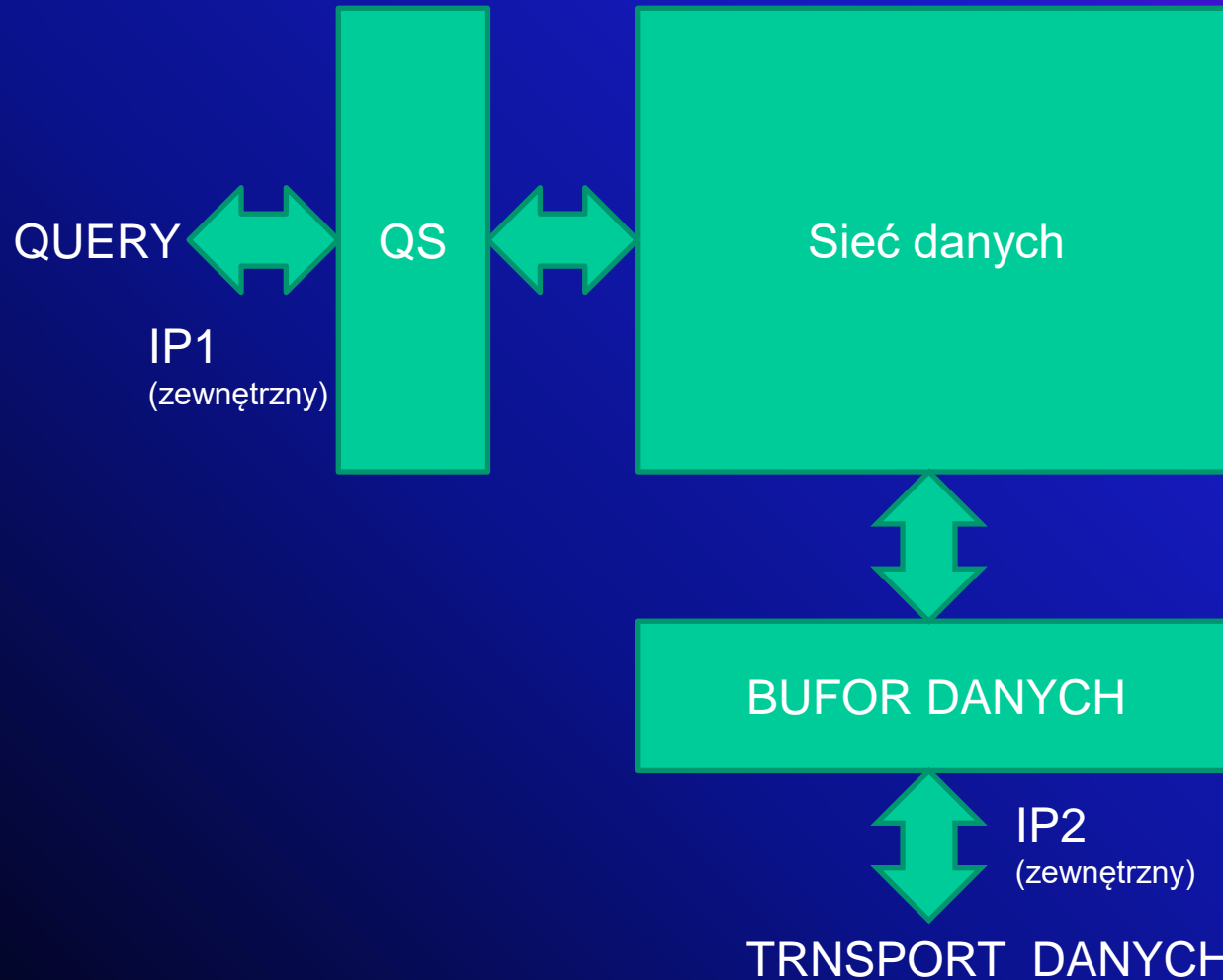


# Topologia sieci ARCHI

W naszej konstrukcji jest to gwiazda



# Komunikacja w ARCHI



---

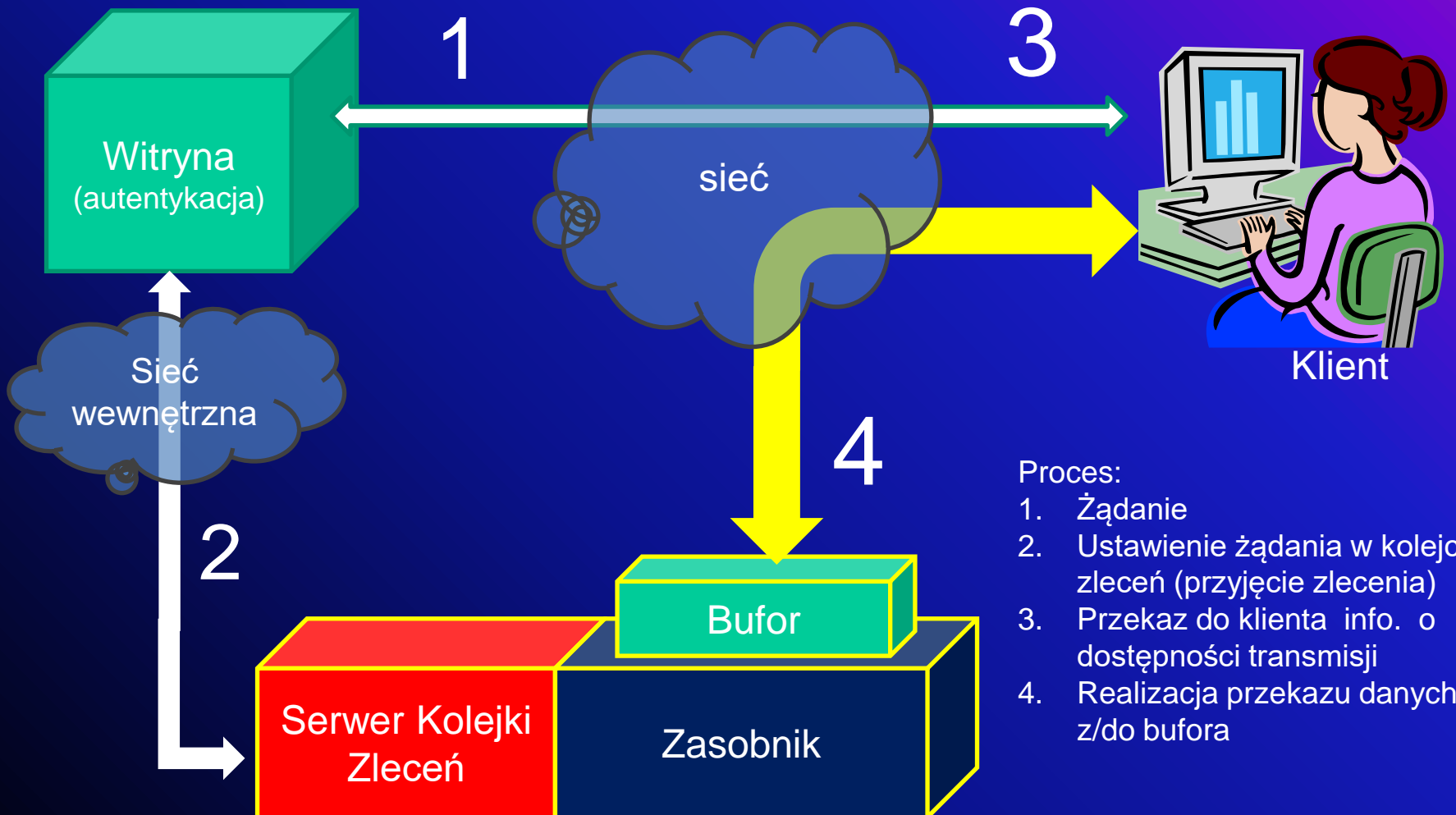
# Jak działa Elektroniczne Archiwum Długoterminowe ?

---

Archiwum nie działa w trybie „na życzenie”  
pracuje w trybie „na zamówienie”!



# Typowa praca z EAW



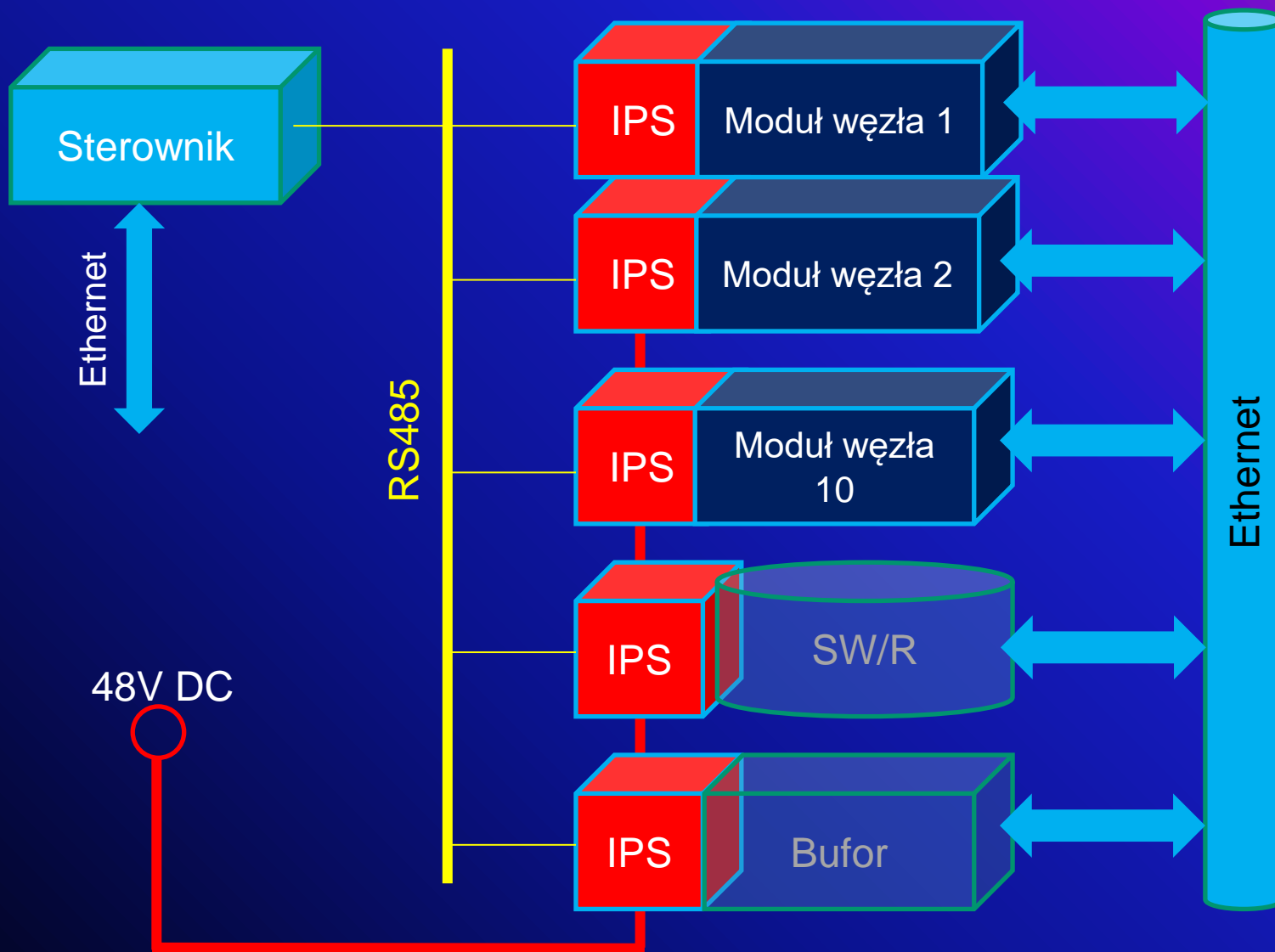
Proces:

1. Żądanie
2. Ustawienie żądania w kolejce zleceń (przyjęcie zlecenia)
3. Przekaz do klienta info. o dostępności transmisji
4. Realizacja przekazu danych z/do bufora

---

# Główne cechy struktury prototypowego archiwum

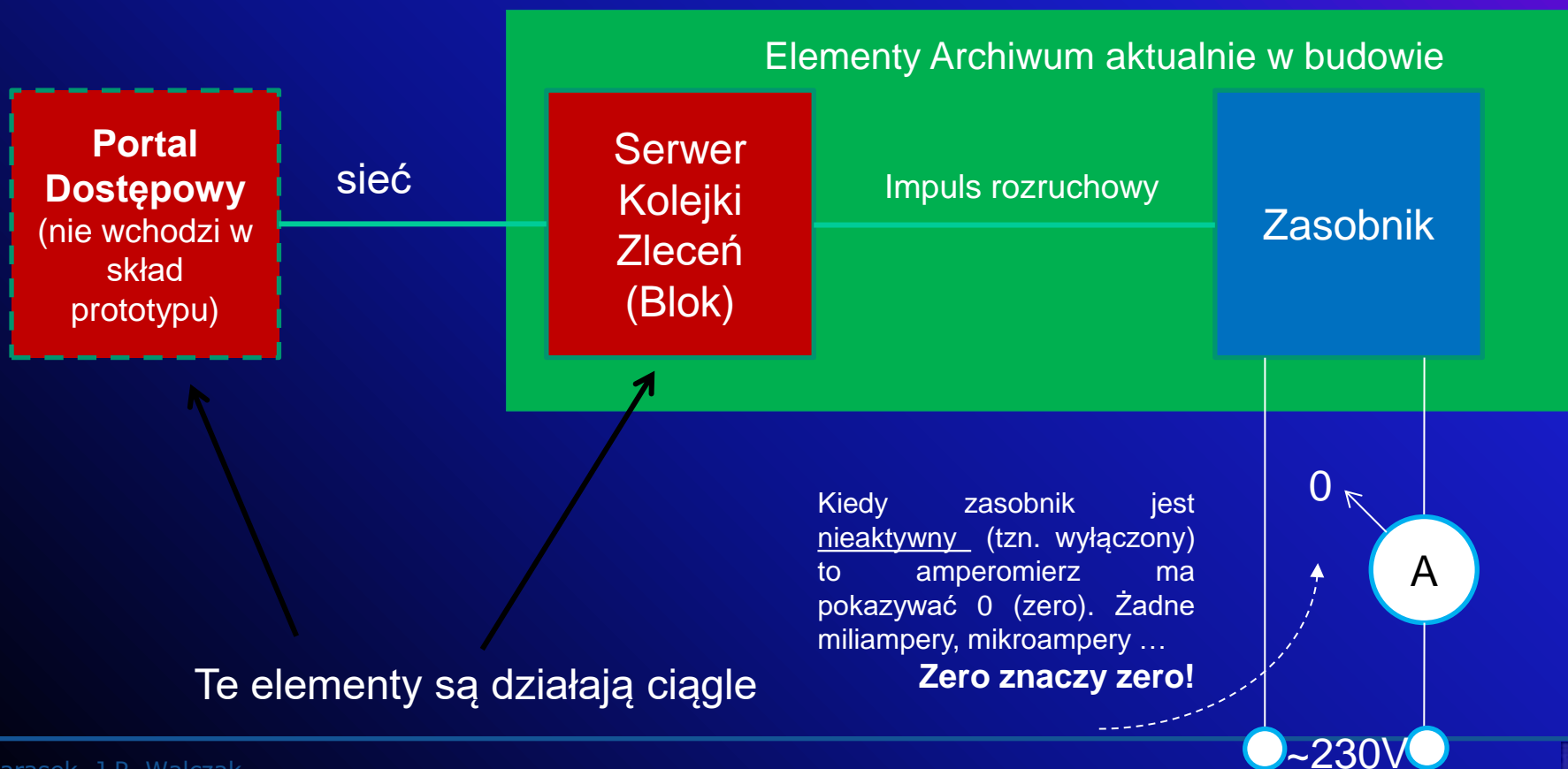
# Cecha 0 – sieć danych z buforem



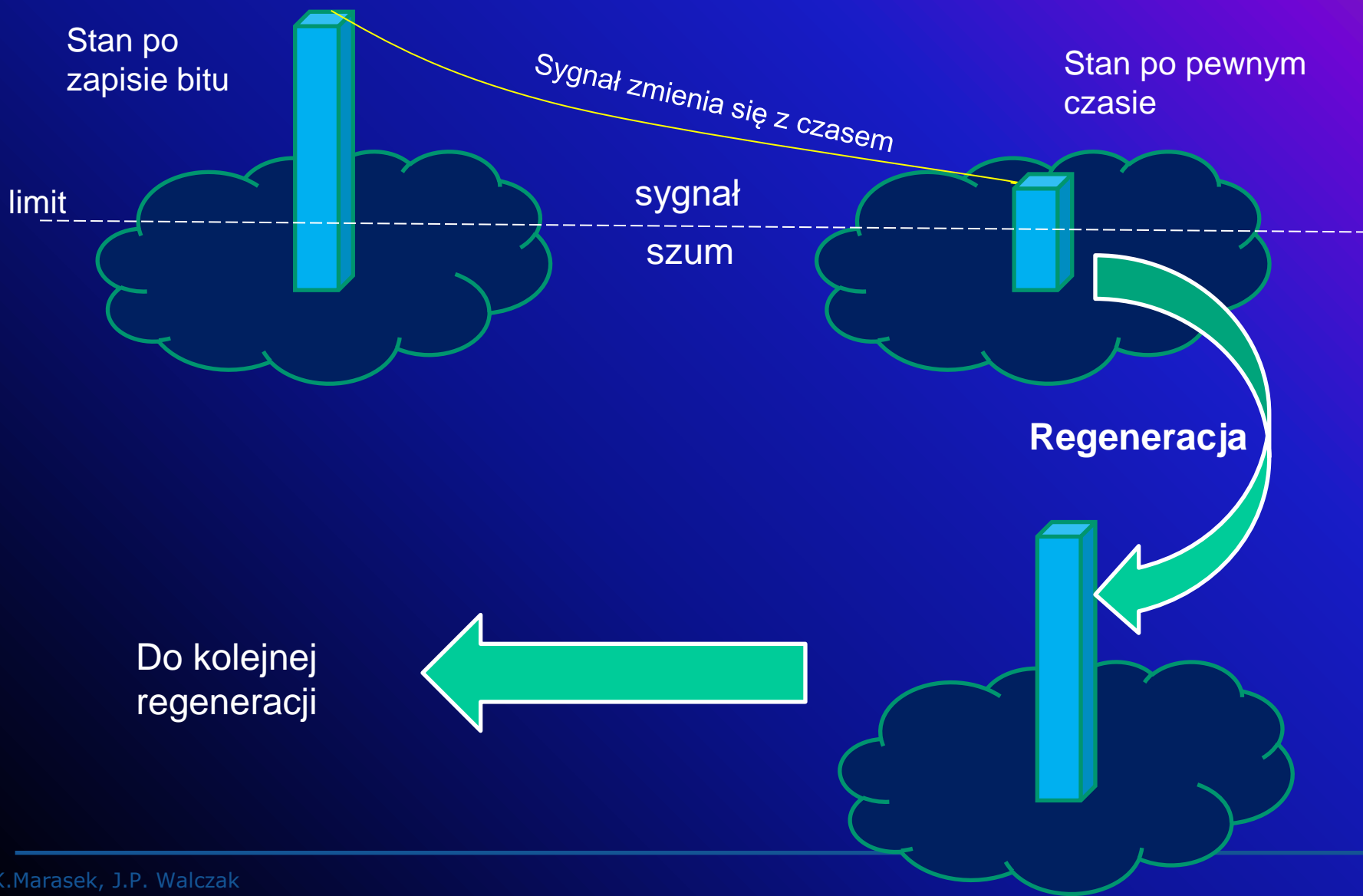
# Cecha I

Zasobnik EAW rozprasza energię elektryczną tylko w trzech przypadkach:

- ✓ Dokonywany jest zapis do archiwum
- ✓ Dokonywany jest odczyt z archiwum
- ✓ Wykonywana jest zaplanowana czynność serwisowa



# Cecha II – Automatyczna regeneracja zamiast migracji danych





# Cecha III - kasowanie

---

- ✓ Co najmniej dwie osoby muszą wprowadzić kod kasowania danych w wyznaczonym czasie
- ✓ Kasowanie „soft” – plik nie będzie udostępniany
- ✓ Kasowanie „hard” – pełne kasowanie z nadpisaniem wzorem bitowym oraz wykluczenie obszaru z możliwości ponownego zapisu

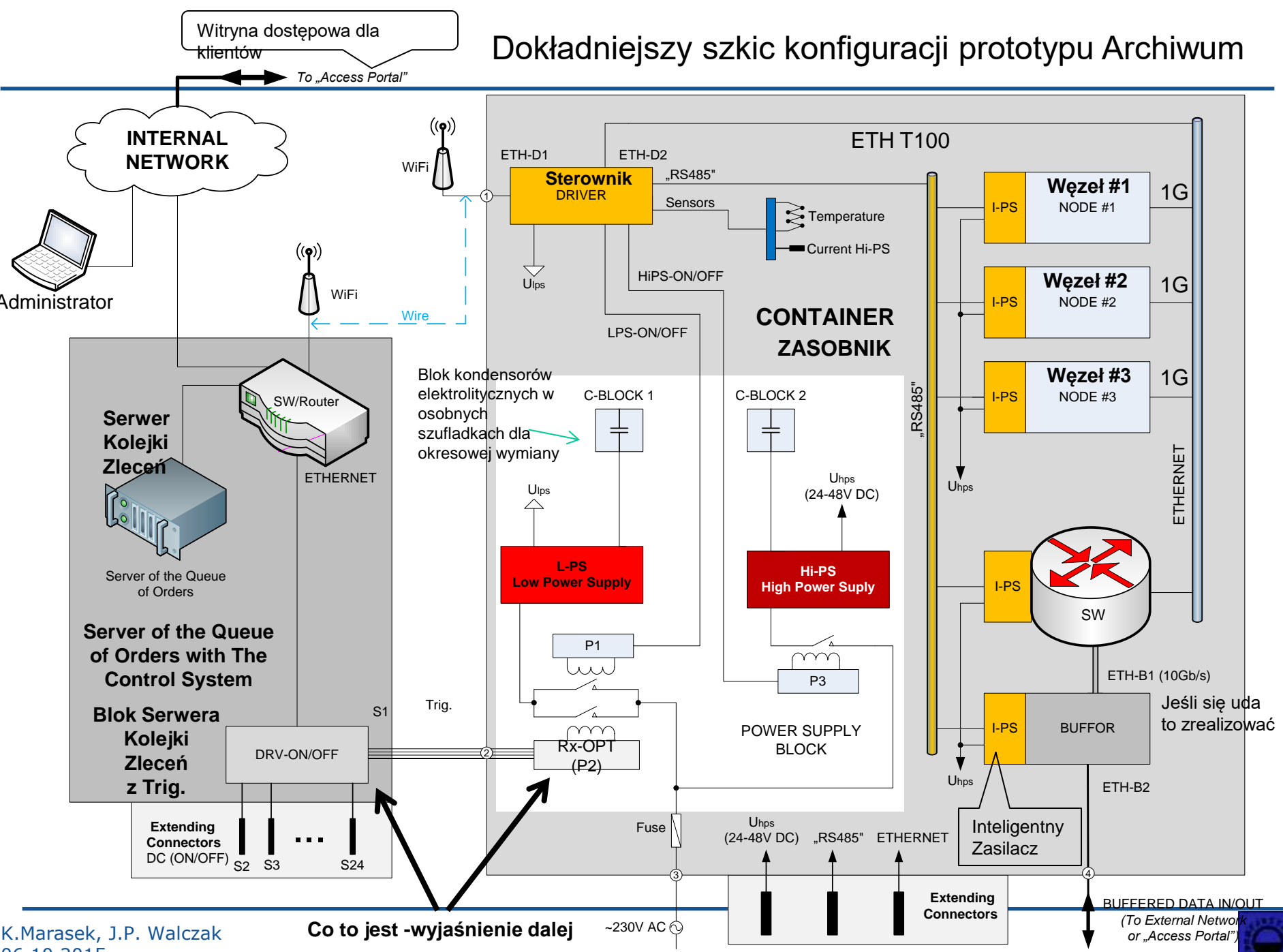


---

# Szkic konfiguracji ARCHI

# Dokładniejszy szkic konfiguracji prototypu Archiwum

Witryna dostępowa dla klientów  
To „Access Portal”



Jeśli się uda to zrealizować

Co to jest -wyjaśnienie dalej

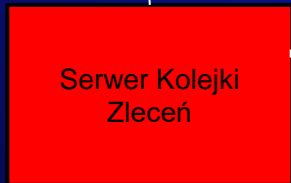
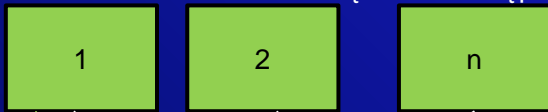
BUFFERED DATA IN/OUT  
(To External Network or „Access Portal”)



# Skalowanie struktury w ramach Konfiguracji A

Mała głębokość (=1 –liczona względem modułów węzłów)

Portale internetowe lub urządzenia dostępne

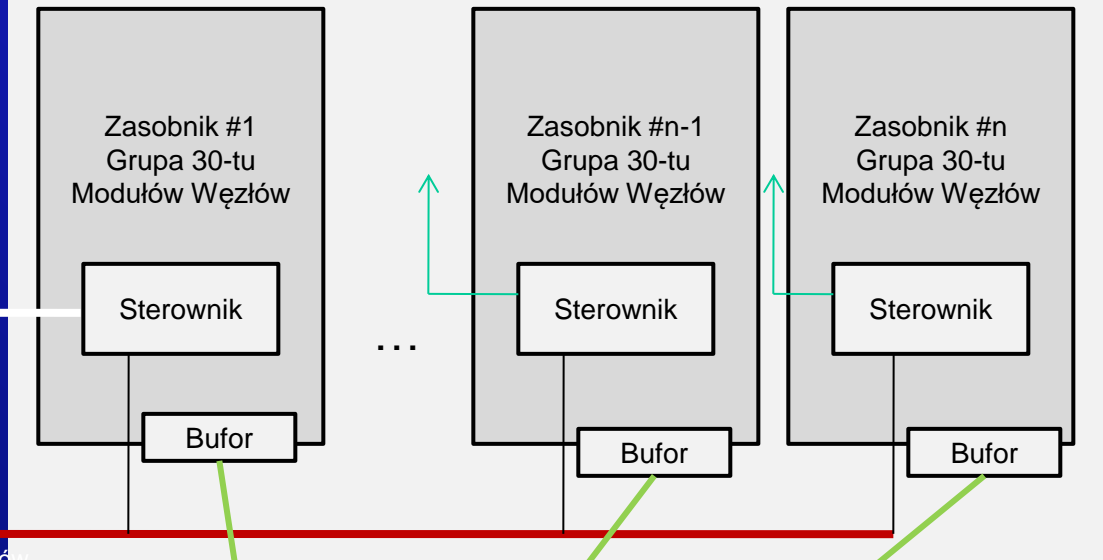


ETHERNET

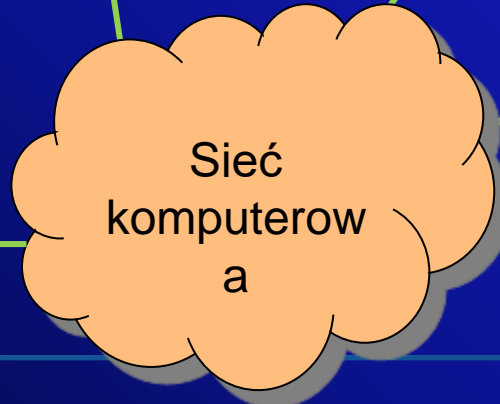
Trigger

liczba kabli = liczbie Zasobników

## Skalowana sieć (raster) danych



1Gb/s



Składanie zamówienia  
READ/WRITE  
zasobu



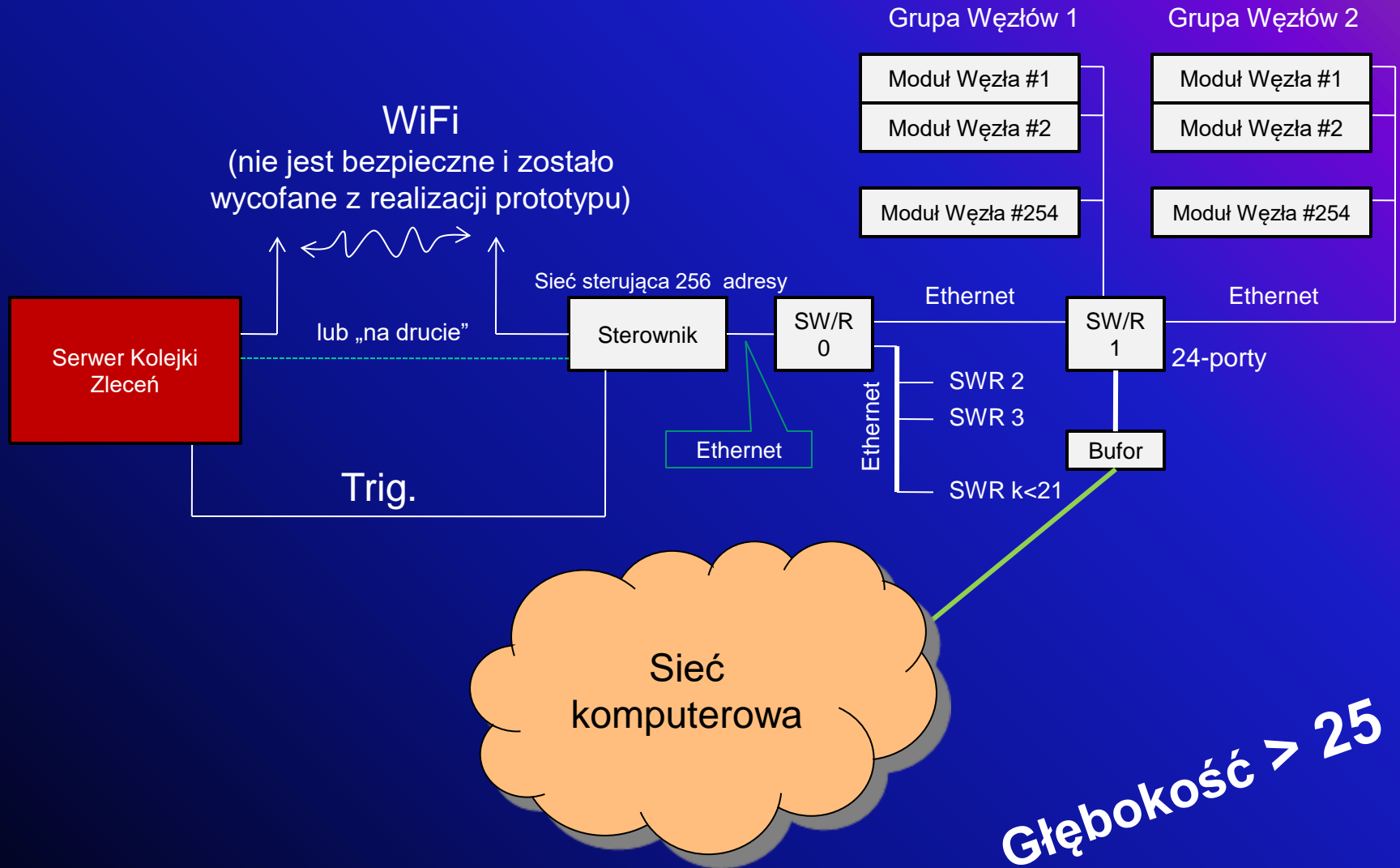
Realizacja  
zamówienia  
(przekaz plików  
READ/WRITE)

**Głębokość = 3**



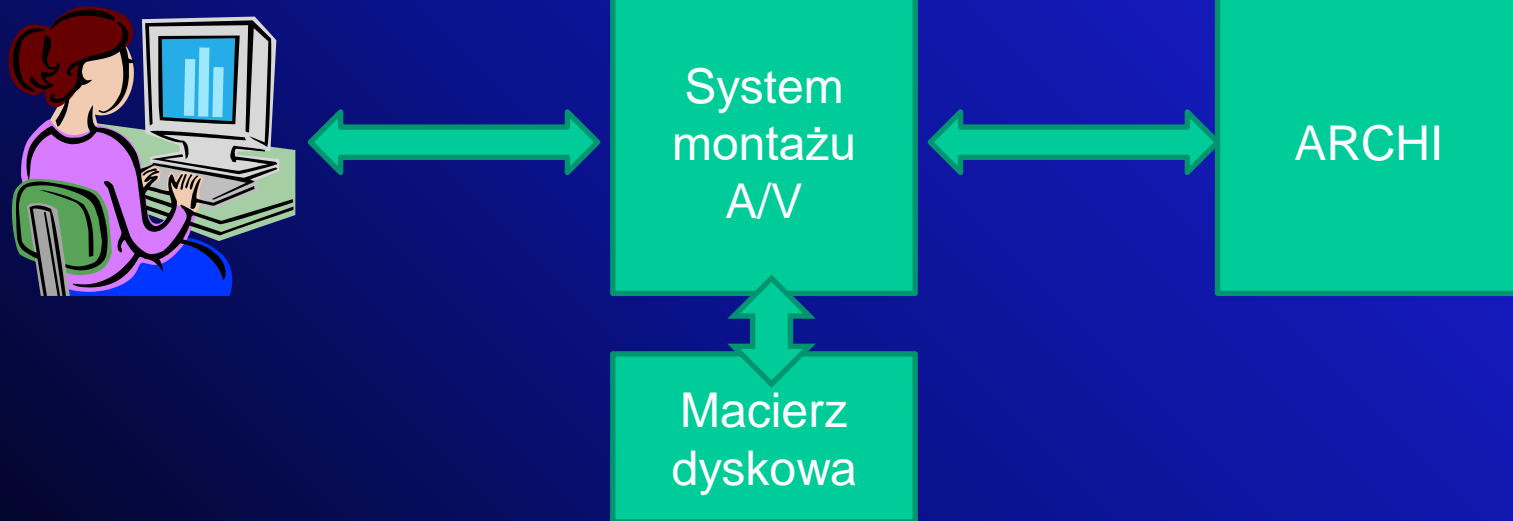
# Przykładowe skalowanie struktury w ramach Konfiguracji B

Projektowana głębokość (=3 liczona względem węzłów )

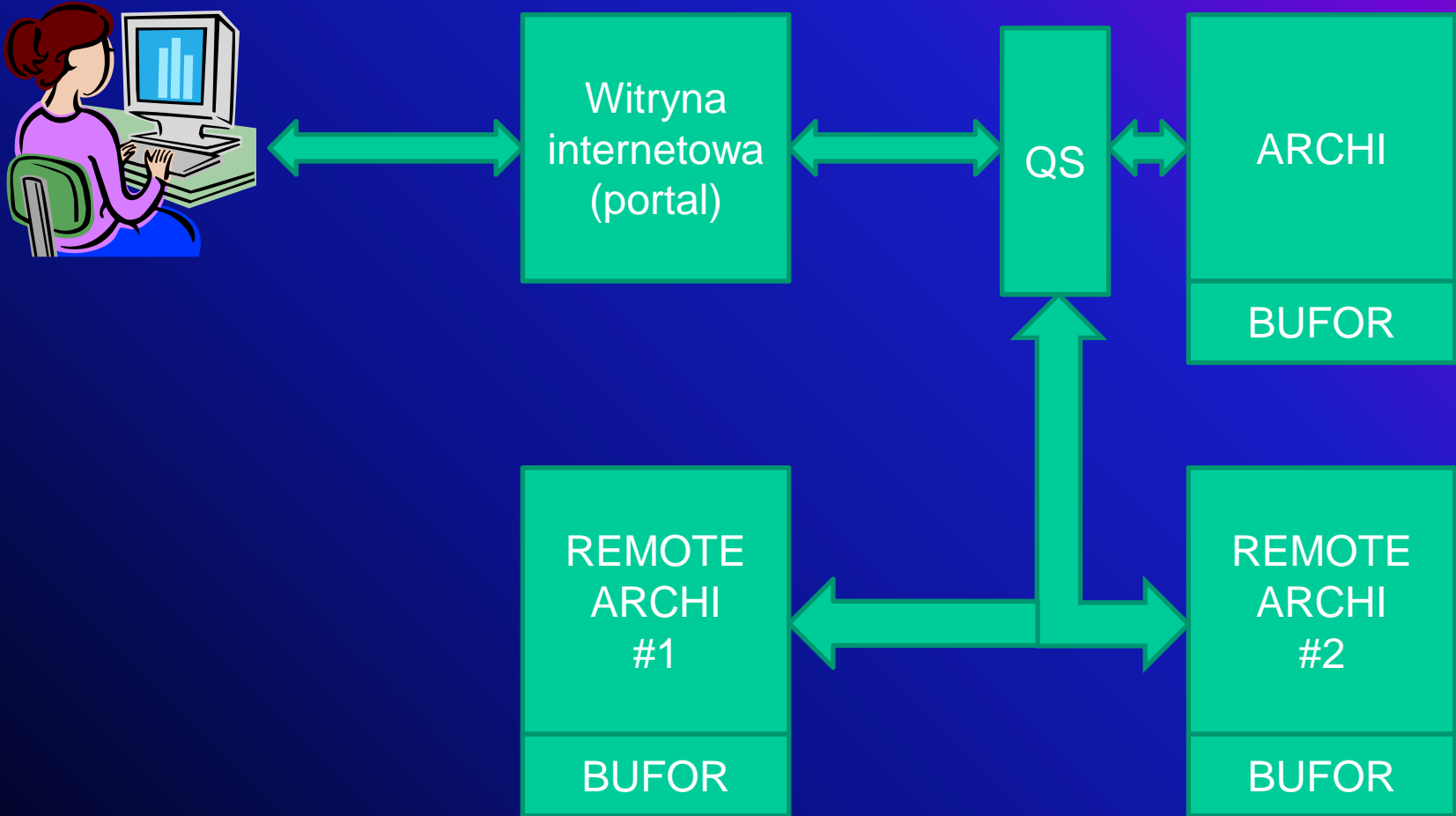




# Przykłady zastosowania



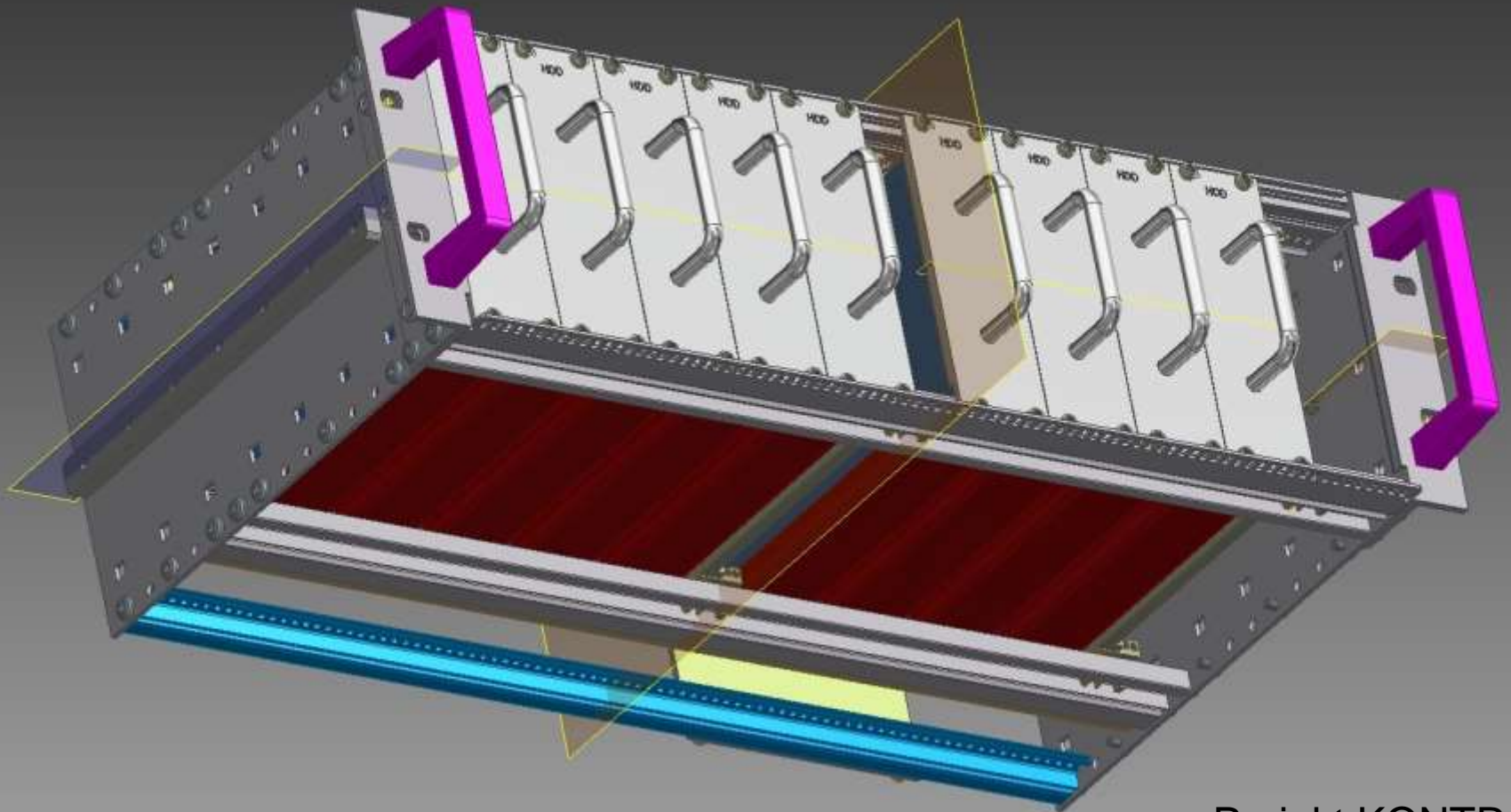
# REMOTE ARCHI



# Sprzęt ARCHI

# Moduł węzła

(faza projektu technologicznego)



Projekt KONTRON  
(obecnie Rail Mil)



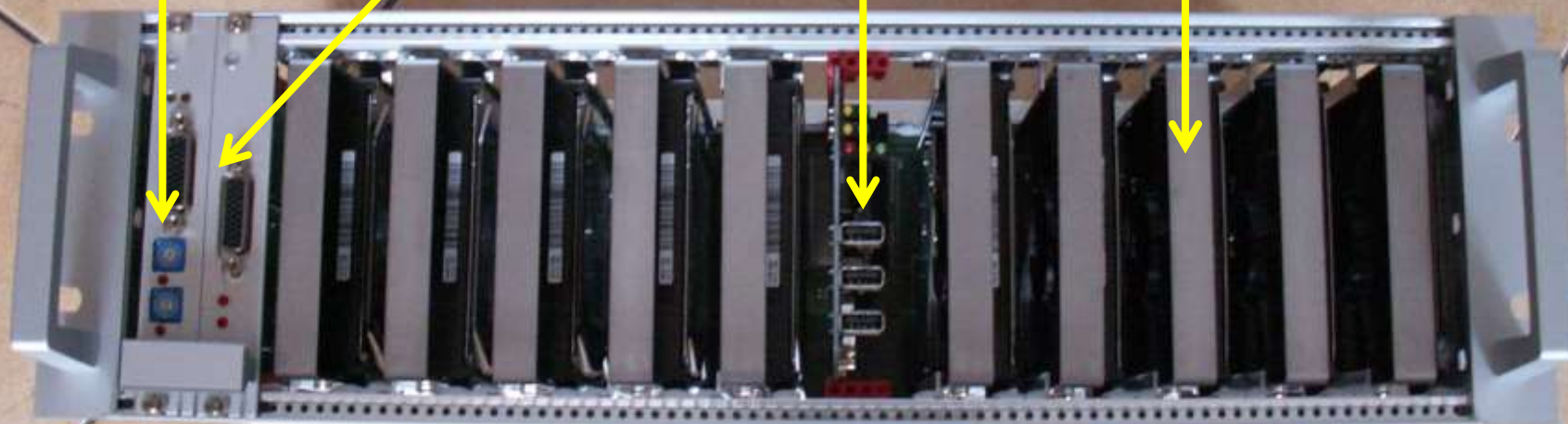
# REALIZACJA

Przełączniki do ustawiania adresu urządzenia w sieci sterującej (wyjaśnienie na dalszych planszach)

„Inteligentny Zasilacz” Sterujący i kontrolujący zasilaniem urządzenia

Przemysłowy komputer PC (procesor ATOM – low power)

Jeden z 10 dysków (w prototypie użyto dysków 1TB)

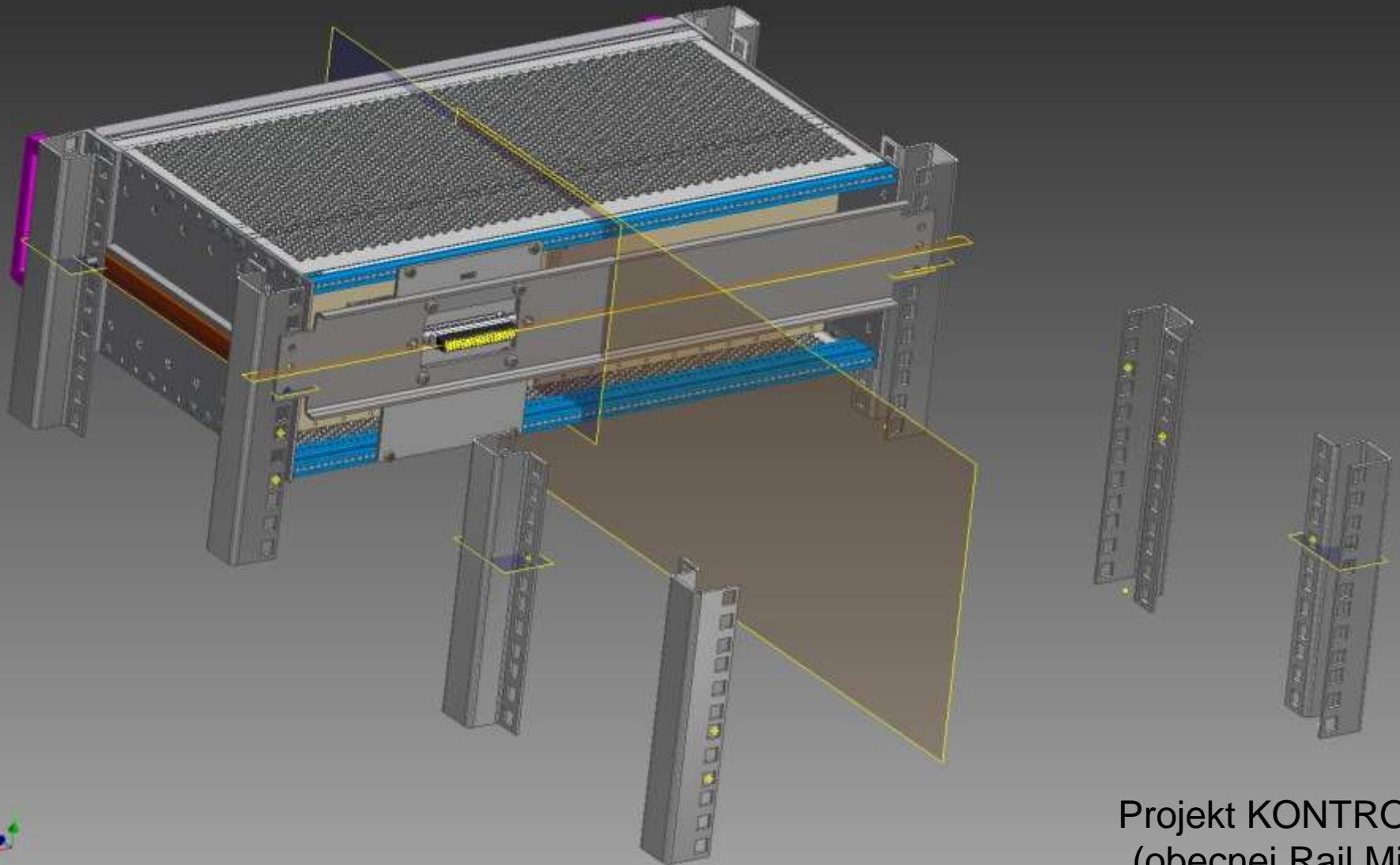


Widok modułu Węzła z 10 dyskami (bez zakrywek)

*/cena ok. 20% wyższa od podobnie wyposażonego komputera z powodu wymogów trwałości (40-50 lat) i wykonania w technologii IS/*



# Szafa (faza projektu stojaka)



Projekt KONTRON  
(obecnei Rail Mil)



# REALIZACJA

Moduły Węzłów  
(z dyskami)



Serwer Kolejki Zleceń  
(wraz z TRIGGEREM)



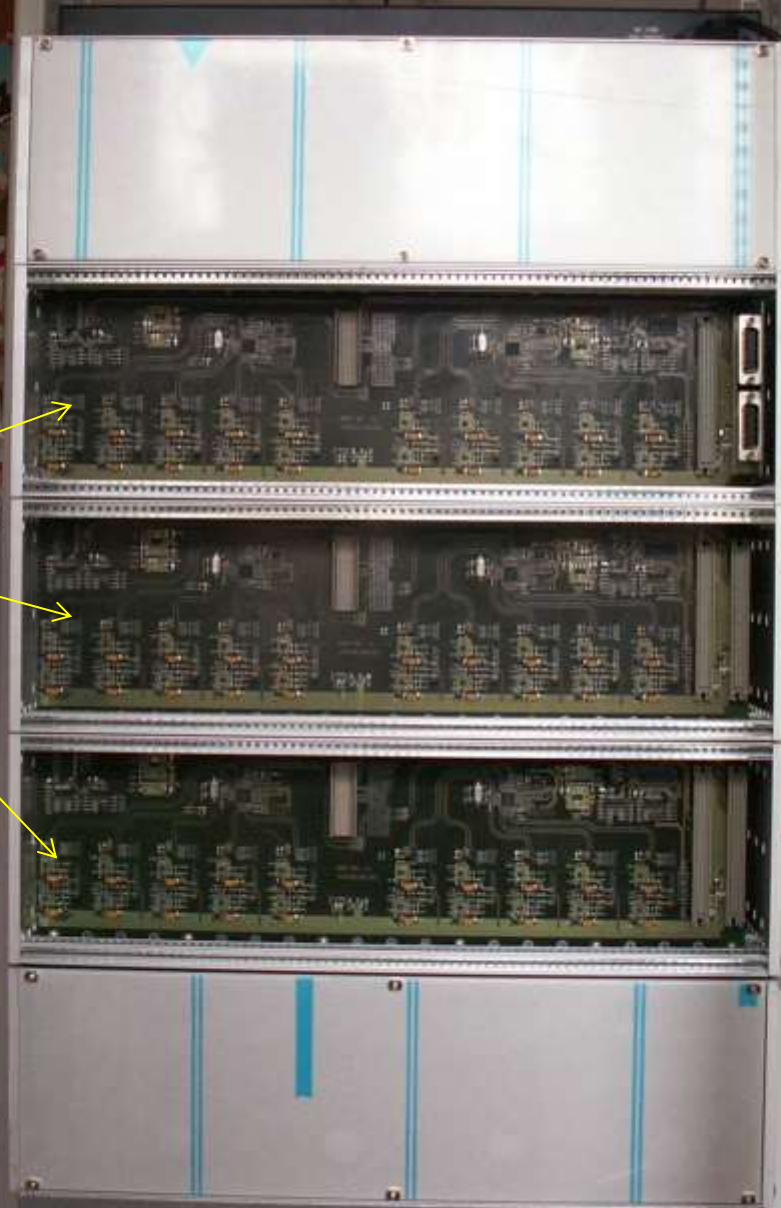
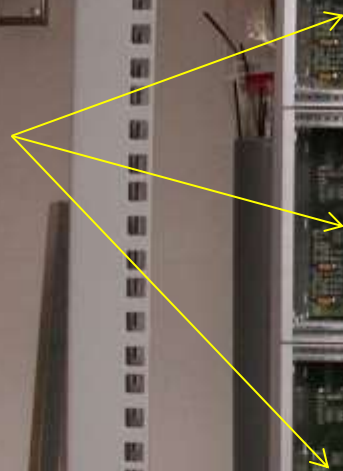
Prototyp pełnego ARCHI  
(widok od frontu)

Zdjęcie z laboratorium



# REALIZACJA

BACKPLANE  
(Moduły Węzłów)



Widok ARCHI od tyłu.

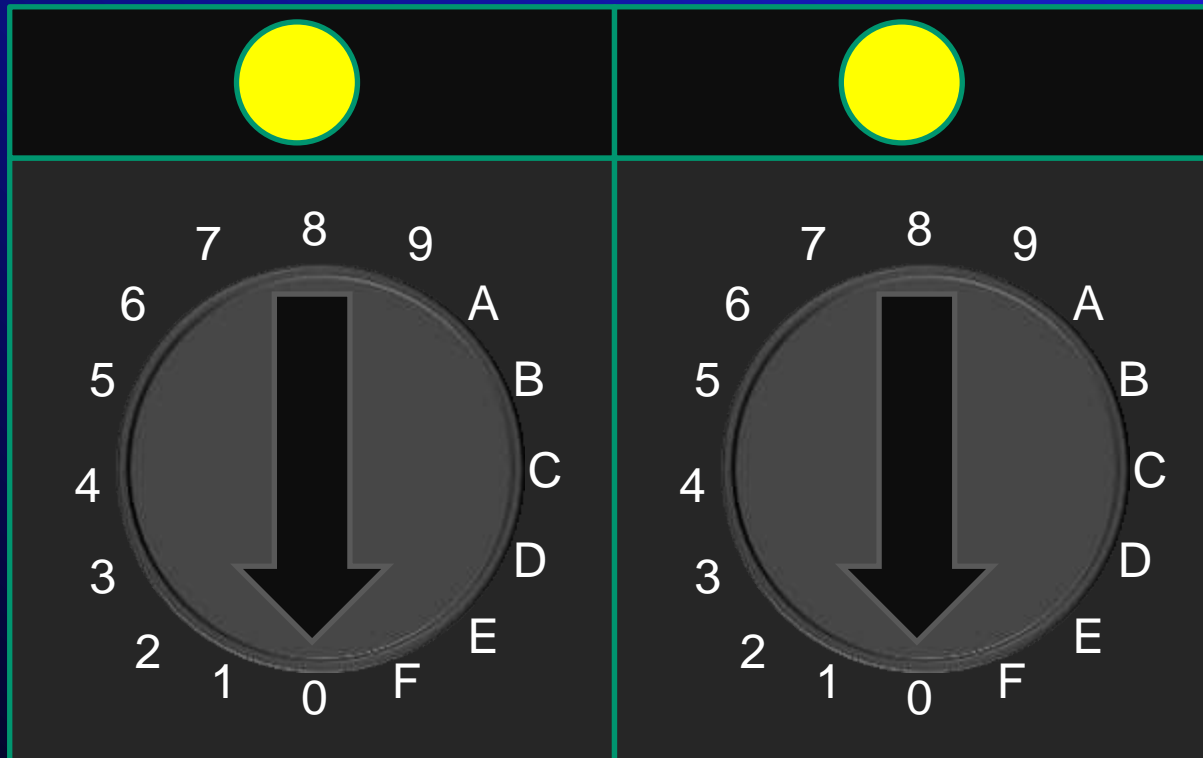


# Prototyp ARCHI – CALRIN Gotowy do praktycznego użycia



# Adresowanie modułu węzła (przykład obsługi)

Adres 8 –bitów, ustawiany na inteligentnym zasilaczu



# Ustawianie adresu sztywnego w sieci sterującej zasilaniem sieci danych

---

## Cechy:

- Prosta obsługa montowania nowego modułu (należy przekręcać przełącznikami do momentu zgaśnięcia diod świecących LED)
- Brak możliwości zmiany adresów z poziomu administratora (intencjonalnie i przez nieuwagę)
- Konieczność „sztywnej struktury adresów urządzeń”, która będzie identyfikowała urządzenia nieaktywne.
- Sieć transportu danych może być z dynamicznymi adresami DHCP, co zapewnia brak rozstrojenia struktury adresowej w momencie uszkodzenia urządzenia sieciowego.



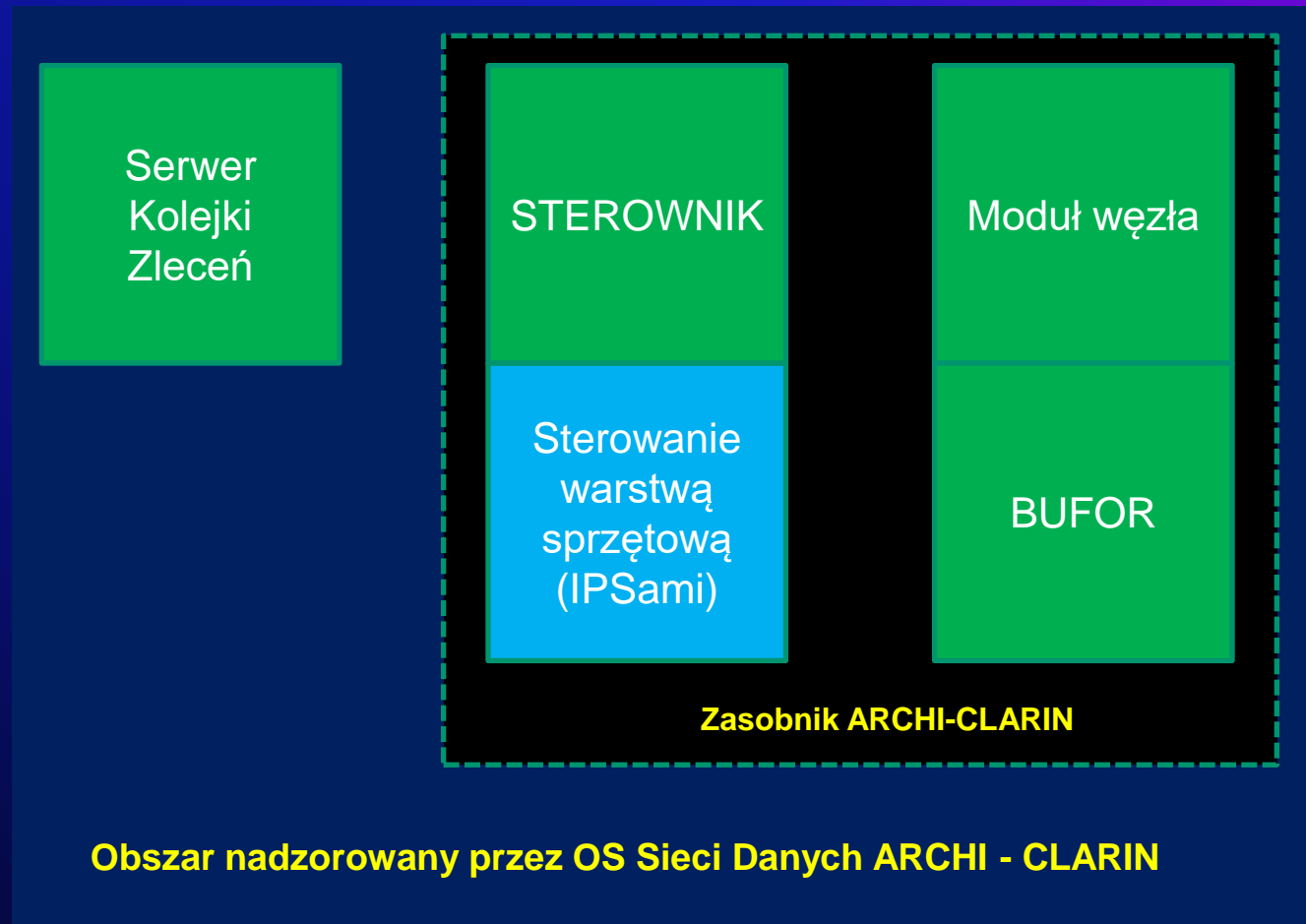
---

# Podstawowe struktury oprogramowania sieci danych

(System Operacyjny dla sieci danych)

# Elementy OS ARCHI-CLARIN

**Witryna  
dostępowa**  
(działa w środowisku  
Linux oraz MS  
Windows  
server/7/8/10)



---

# Architektura oprogramowania

Komunikacja ze światem zewnętrznym



Komunikacja (socket TCP/IP)



OS sieci danych ARCHI-CLARIN



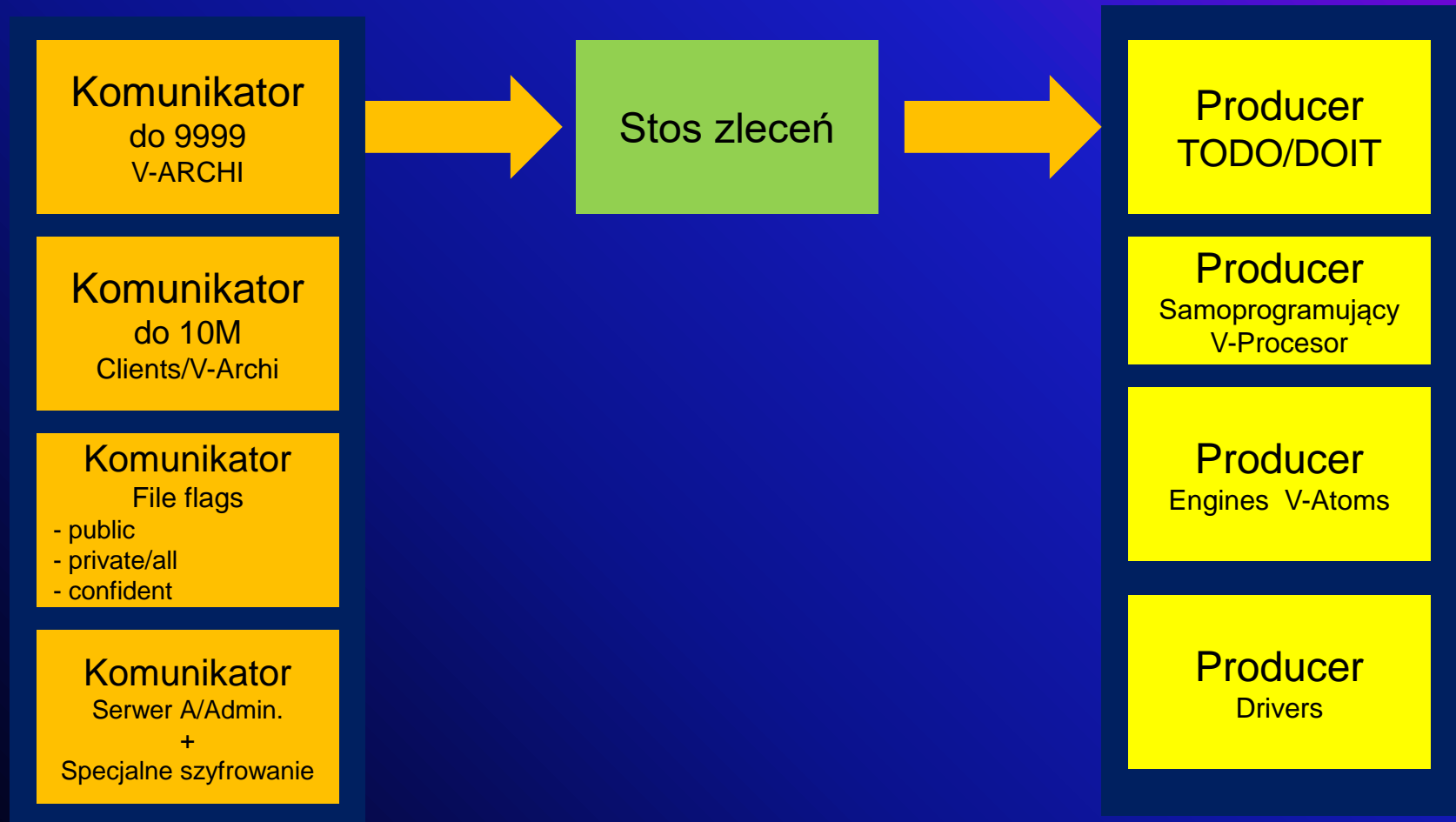
Warstwa Linux  
(w roli „super” drivera dla OS sieci danych.)

Warstwa sprzętowa

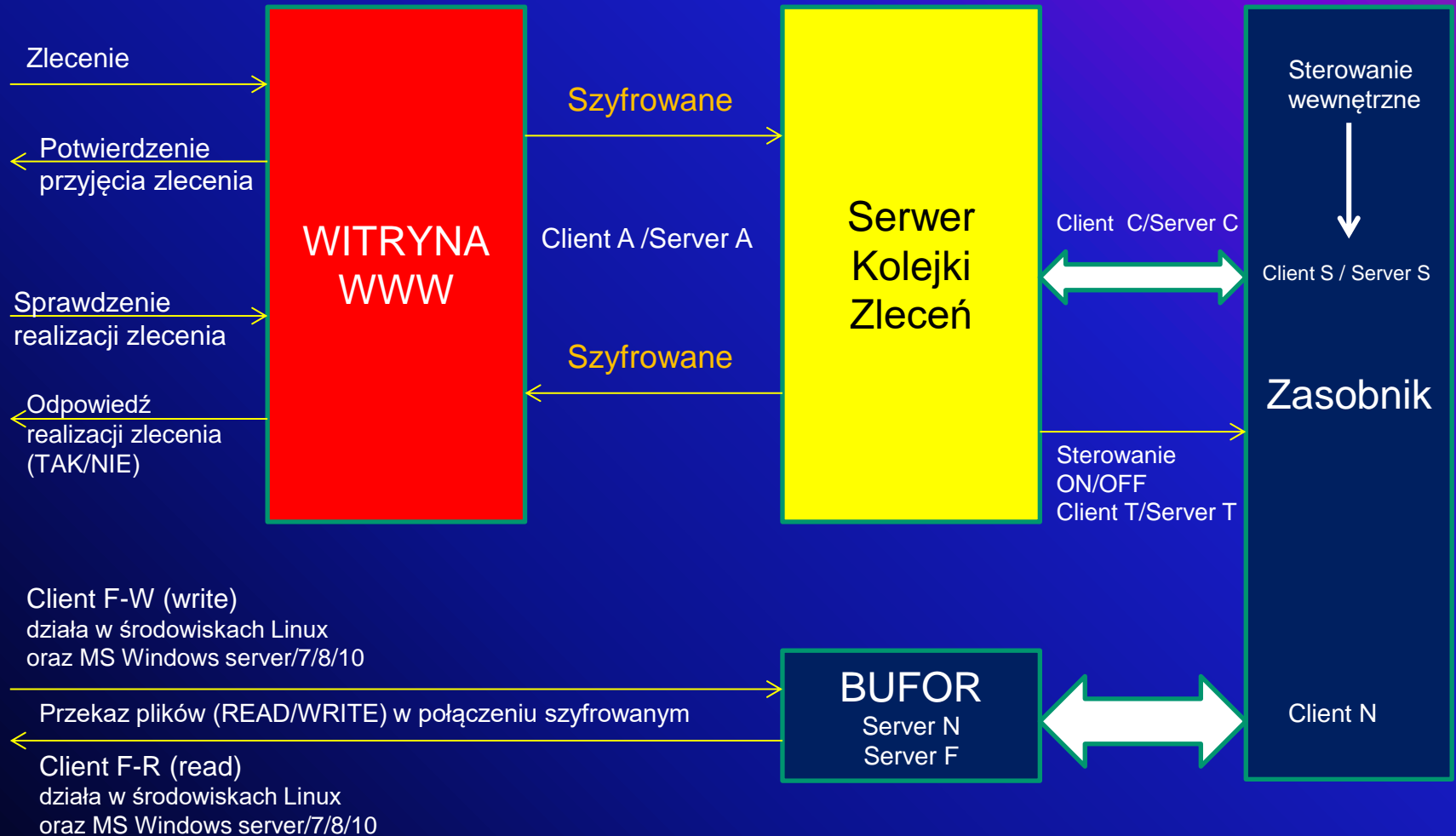
Dostępne tylko dla  
serwisu technicznego



# Przykładowe elementy systemu operacyjnego ARCHI – CLARIN Serwer Kolejki Zleceń



# Komunikacja w ARCHI - CLARIN

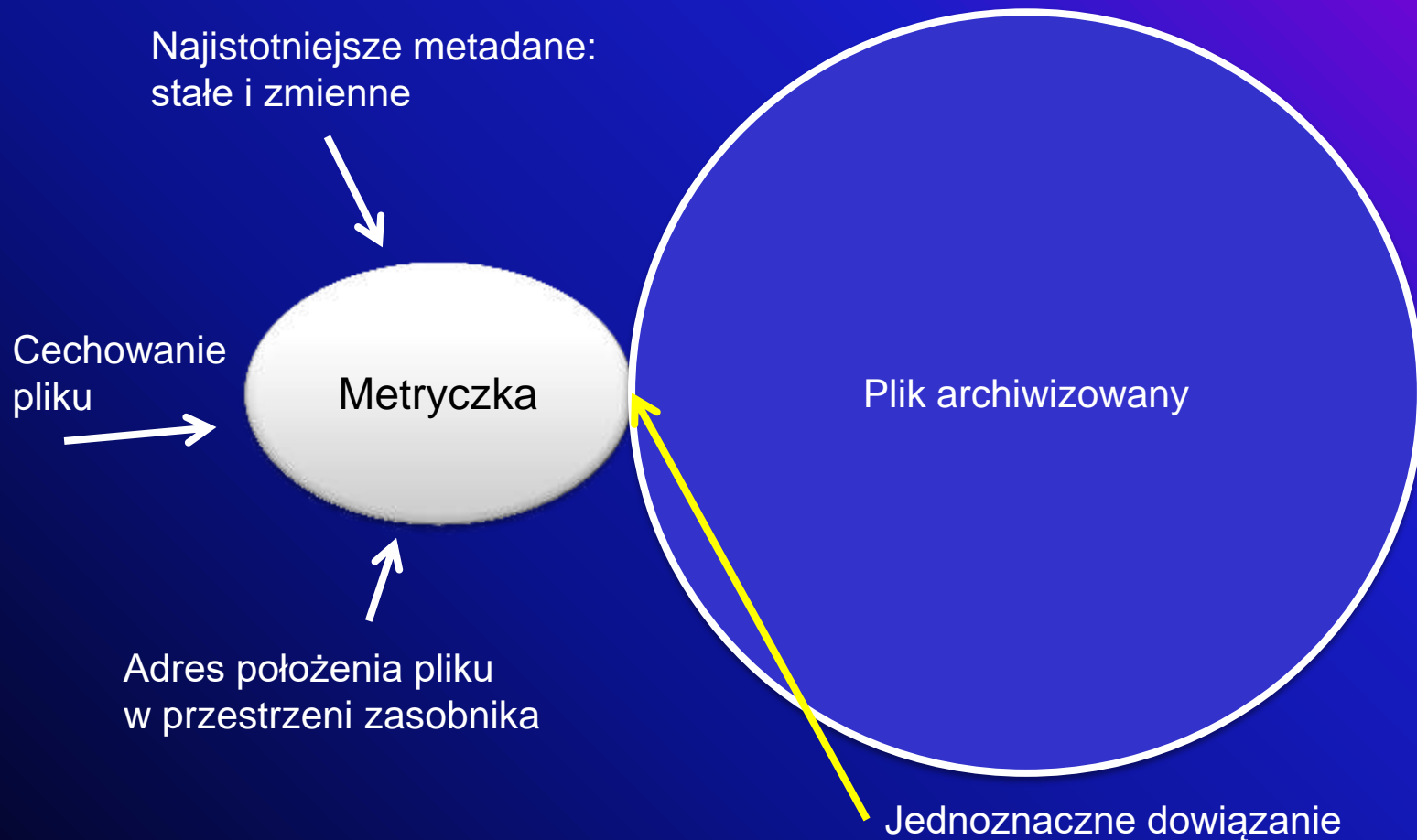




---

# System plików ARCHI

# Dlaczego „metryczki”?

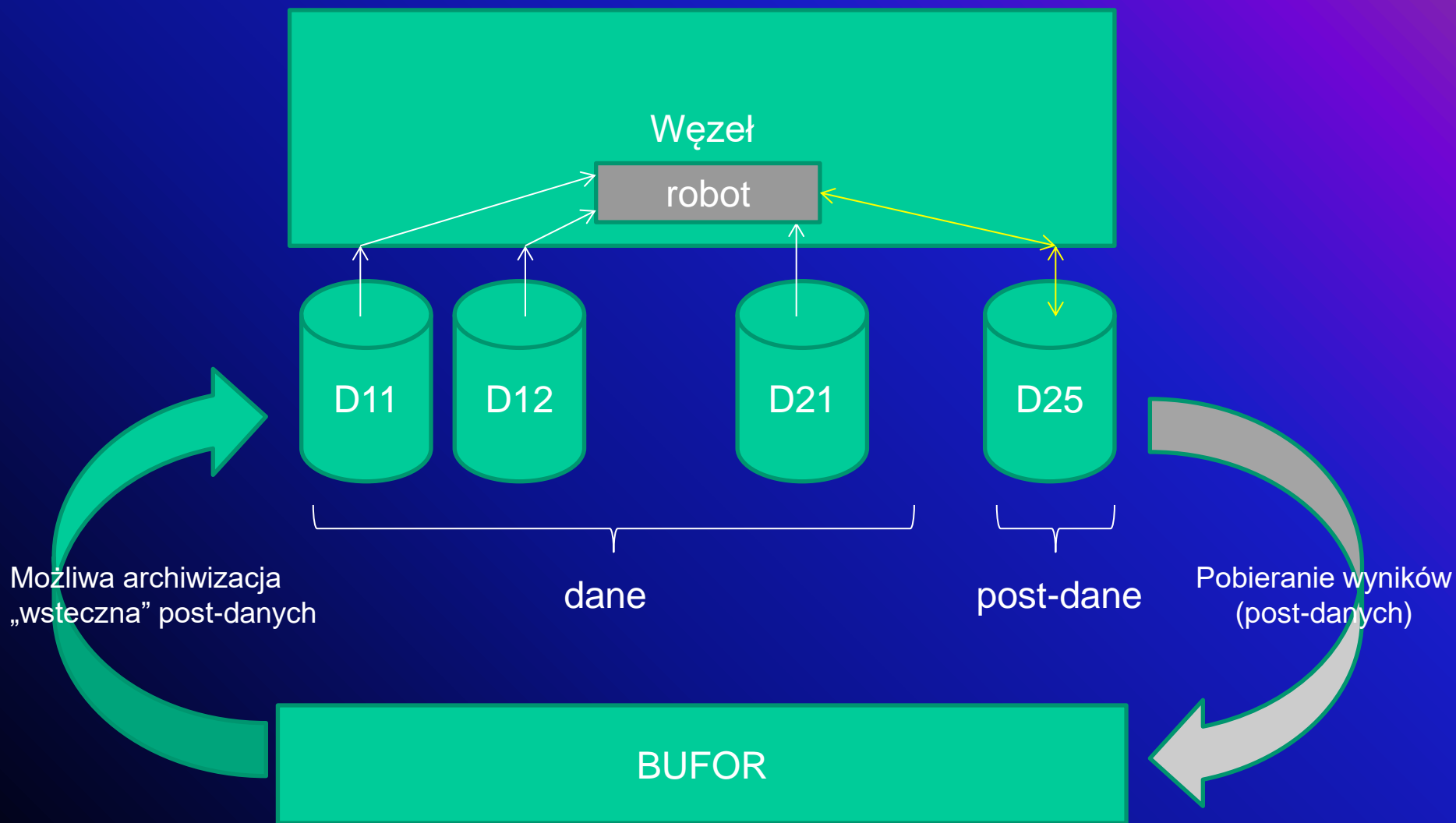


Działa szybciej i sprawniej niż „baza danych” oraz nie zależy od systemu plików na HDD

---

# Roboty programowe U oraz R

# Działanie robota programowego



---

# Poza projekt CLARIN

# Oprogramowanie Elektronicznego Archiwum Długoterminowego

---

- ✓ Od metryczek do porządkowania obiektowego danych w archiwach aktywnych (post-dane, struktura obiektów, **roboty programowe** /możliwość implementowania robotów programowych (aplikacje) jest już dostępna w oprogramowaniu prototypu/, itp.).
- ✓ Struktury związków złożonych (korelacje i asocjacje danych)
- ✓ Cechowanie danych
- ✓ Przetwarzanie w strumieniu





# Rozwój sprzętu

---

## Od archiwum długoterminowego do wieczystego

- ✓ Pamięci niekomórkowe
- ✓ Pamięci proszkowe
- ✓ Media strukturalnie uporządkowane (patterned media)
- ✓ Sprzętowe cechowanie danych
- ✓ Powiększanie przepływności struktury sieci danych
- ✓ Badanie odporności pamięci dla archiwum wieczystego

---

# Podsumowanie

- ✓ Archiwum musi działać jak archiwum
- ✓ Prostota konstrukcji z podzespołów powszechnie dostępnych
- ✓ Odporność na „Technology flow”
- ✓ Automatyzacja serwisu fizycznego stanu zapisów
- ✓ Automatyzacja procesów serwisowych
- ✓ Enkapsulacja i spójność danych (forma pliku)
- ✓ Łatwa skalowalność
- ✓ Zabezpieczenie sprzętowe transferu danych (buforowanie sprzętowe)
- ✓ Redundancja zapisów podstawowa i rozszerzona (ustawiania)
- ✓ Działanie w ramach systemu plików i bez systemu plików (RAW)
- ✓ Możliwość użycia Robotów (boty) programowych
- ✓ Pełna optymalizacja (minimalizacja) zasilania
- ✓ Symetria i asymetria zapisu i odczytu danych (buforowanie)
- ✓ Odejście od modelu OAIS - ISO 14721 (z przyczyn praktycznych, ponieważ nie nadaje się do implementacji w strukturze sieci danych)

---

Dziękujemy za uwagę!



*[kmarasek@pjwstk.edu.pl](mailto:kmarasek@pjwstk.edu.pl)*