

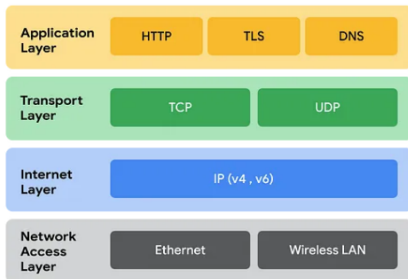


## Licencjonowanie w kryptografii

inż. Mikołaj Nowak    inż. Jakub Grzybowski    inż. Wojciech Baranowski

11 maja 2025

- Zestaw protokołów komunikacyjnych używanych w sieciach komputerowych.
- Obejmuje cztery główne warstwy:
  - Aplikacji
  - Transportową
  - Internetową
  - Dostępu do sieci
- Jest zaimplementowany jako część jądra systemu operacyjnego.
- Umożliwia komunikację w Internecie i sieciach lokalnych.





- **Otwarte licencje (Open Source):**
  - **GPL (GNU General Public License):** wymaga udostępnienia kodu źródłowego oraz wszelkich zmian – tzw. *copyleft*.
  - **BSD, MIT:** pozwalają na modyfikację i wykorzystanie komercyjne bez obowiązku udostępniania zmian.
- **Zamknięte licencje (Proprietary):**
  - Kod źródłowy nie jest publicznie dostępny.
  - Brak możliwości legalnej modyfikacji i redystrybucji.
  - Oprogramowanie objęte licencją końcowego użytkownika (*EULA*).
- Licencje wpływają na rozwój, bezpieczeństwo i elastyczność oprogramowania.



- Implementacja stosu TCP/IP jest zwykle częścią jądra systemu operacyjnego.
- Licencja jądra decyduje o:
  - dostępie do kodu źródłowego stosu,
  - możliwości modyfikacji i ponownego rozpowszechniania,
  - integracji z innym oprogramowaniem (np. komercyjnym).
- **Otwarte jądra** (np. Linux, BSD) pozwalają na:
  - audyt bezpieczeństwa,
  - eksperymenty naukowe i edukacyjne,
  - tworzenie niestandardowych rozszerzeń.
- **Zamknięte jądra** (np. Windows, iOS) ograniczają kontrolę nad działaniem sieci.



- Jądro Linuxa jest licencjonowane na zasadach **GPLv2 (GNU General Public License)**.
- Stos TCP/IP jest jego integralną częścią – licencja obejmuje cały kod źródłowy.
- Użytkownicy mają pełen dostęp do kodu, mogą go:
  - analizować,
  - modyfikować,
  - dystrybuować dalej (z zachowaniem GPL).
- Bogate możliwości rozszerzania dzięki modułom takim jak:
  - `netfilter`, `nftables` – filtrowanie pakietów,
  - `eBPF` – dynamiczne programowanie zachowania stosu w jądrze.
- Wykorzystywany w wielu środowiskach: od serwerów i komputerów po Androida i IoT.



- Systemy Apple bazują na **Darwinie** – jądrze typu Unix, opartym częściowo na **FreeBSD**.
- Część komponentów (w tym fragmenty stosu TCP/IP) pochodzi z BSD i są dostępne na licencji **BSD**.
- Apple jednak wprowadza własne rozszerzenia i modyfikacje, które:
  - nie są publicznie dostępne,
  - objęte są licencjami zastrzeżonymi,
  - mogą być zamknięte mimo otwartego „rdzenia”.
- Oficjalna licencja źródłowego Darwina: **APSL (Apple Public Source License)** – niezgodna z GPL, uważana za problematyczną.
- Stos TCP/IP w macOS/iOS to więc:
  - kombinacja komponentów BSD,
  - zamkniętych rozszerzeń Apple,
  - fragmentów o niejednoznacznym statusie licencyjnym.



- Systemy Windows korzystają z własnościowego stosu TCP/IP – zamkniętego i niedostępnego publicznie.
- Stos został zaimplementowany samodzielnie przez Microsoft – początkowo w Windows NT, dziś obecny we wszystkich wersjach.
- Brak dostępu do kodu źródłowego oznacza:
  - brak możliwości modyfikacji lub audytu,
  - pełną zależność od aktualizacji Microsoftu,
  - niemożność dostosowania do nietypowych zastosowań.
- Licencjonowanie odbywa się wraz z systemem – użytkownik akceptuje *EULA*, bez wpływu na wewnętrzne komponenty.
- Dla programistów dostępne są tylko wysokopoziomowe API (np. WinSock), ale nie kod źródłowy implementacji.



- Rodzina systemów BSD korzysta z licencji **BSD** – bardziej liberalnej niż GPL.
- Licencja pozwala na:
  - modyfikację i dowolne wykorzystanie kodu,
  - zamknięcie kodu w produktach komercyjnych bez obowiązku publikacji zmian.
- **FreeBSD** – popularny w serwerach i systemach NAS (np. TrueNAS).
- **OpenBSD** – znany z nacisku na bezpieczeństwo i audyt kodu.
- **NetBSD** – ekstremalnie przenośny, działa na setkach architektur.
- Kod stosu TCP/IP z BSD jest wykorzystywany m.in. w:
  - MacOS i iOS (częściowo)
  - Juniper JunOS,
  - Sony PlayStation.





- Systemy te są ściśle powiązane ze sprzętem i mają wbudowany, zamknięty stos TCP/IP.
- **RouterOS (MikroTik):**
  - oparty częściowo na Linuksie, ale całość zamknięta,
  - brak dostępu do kodu źródłowego,
  - licencjonowany na zasadach komercyjnych – wg klucza lub poziomu.
- **Cisco IOS:**
  - zamknięty system operacyjny dla routerów i przełączników Cisco,
  - zintegrowany stos TCP/IP, brak możliwości modyfikacji,
  - licencja przypisana do urządzenia (hardware-locked).
- Wspólną cechą jest:
  - brak otwartości i modyfikowalności,
  - pełna kontrola producenta nad aktualizacjami i funkcjami.



| System operacyjny             | Kod źródłowy | Licencja                  | Modyfikowalność | Typowe zastosowanie                               |
|-------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------|---|
| Linux                         | Tak          | GPLv2                     | Pełna           | Serwery, IoT, Android                             |
| macOS iOS                     | Częściowo    | Mieszana                  | Ograniczona     | Komputery i urządzenia Apple                      |
| Windows                       | Nie          | Komercyjna                | Brak            | Komputery osobiste, środowiska korporacyjne       |
| FreeBSD OpenBSD<br>NetBSD     | Tak          | BSD                       | Pełna           | Routery, OS-y wbudowane,<br>macOS (pośrednio)     |
| RouterOS Cisco IOS<br>VxWorks | Nie          | Komercyjna sprzę-<br>towa | Brak            | Routery, urządzenia sieciowe,<br>systemy embedded |

- Niektóre zastosowania (IoT, mikrokontrolery, embedded) wymagają lekkich implementacji stosu TCP/IP.
- **lwIP (lightweight IP):**
  - Licencja BSD – pełna dowolność wykorzystania,
  - zoptymalizowany pod wydajność i niskie zużycie zasobów,
  - używany w systemach z ograniczoną pamięcią (np. ESP32, STM32).
- **uIP (micro IP):**
  - Jeszcze mniejszy niż lwIP – działa na urządzeniach z <64KB RAM,
  - zintegrowany z systemem Contiki (IoT, sensory),
  - podstawowe wsparcie dla TCP, UDP, ICMP.
- Oba stosy są często używane w środowiskach, gdzie pełny OS byłby zbyt ciężki.

- **Licencja ma realny wpływ** na to, jak stos TCP/IP może być używany, rozwijany i modyfikowany.
- **Otwarte systemy** (Linux, BSD):
  - umożliwiają pełny dostęp do stosu TCP/IP,
  - wspierają eksperymenty, badania i rozwój,
  - promują transparentność i bezpieczeństwo.
- **Zamknięte systemy** (Windows, macOS, RouterOS):
  - ograniczają kontrolę użytkownika,
  - wymagają zaufania do producenta,
  - są trudne lub niemożliwe do audytu.
- Wybór systemu to wybór między elastycznością a wygodą (i czasem – wsparciem komercyjnym).



**POLITECHNIKA  
GDAŃSKA**