

Serwer wydruku – konfiguracja roli (Windows Server 2019)

1. Cel ogólny lekcji

Celem lekcji jest pełne zrozumienie działania i architektury usług druku, roli Print Server, mechanizmów przetwarzania wydruku, sterowników, protokołów oraz zabezpieczeń środowiska drukowania w Windows Server 2019.

2. Cele szczegółowe

- Opanowanie konfiguracji roli Print and Document Services.
- Zrozumienie architektury bufora druku.
- Poznanie protokołów drukowania.
- Umiejętność wdrażania drukarek przez GPO.
- Zrozumienie bezpieczeństwa Point and Print i zmian po PrintNightmare.

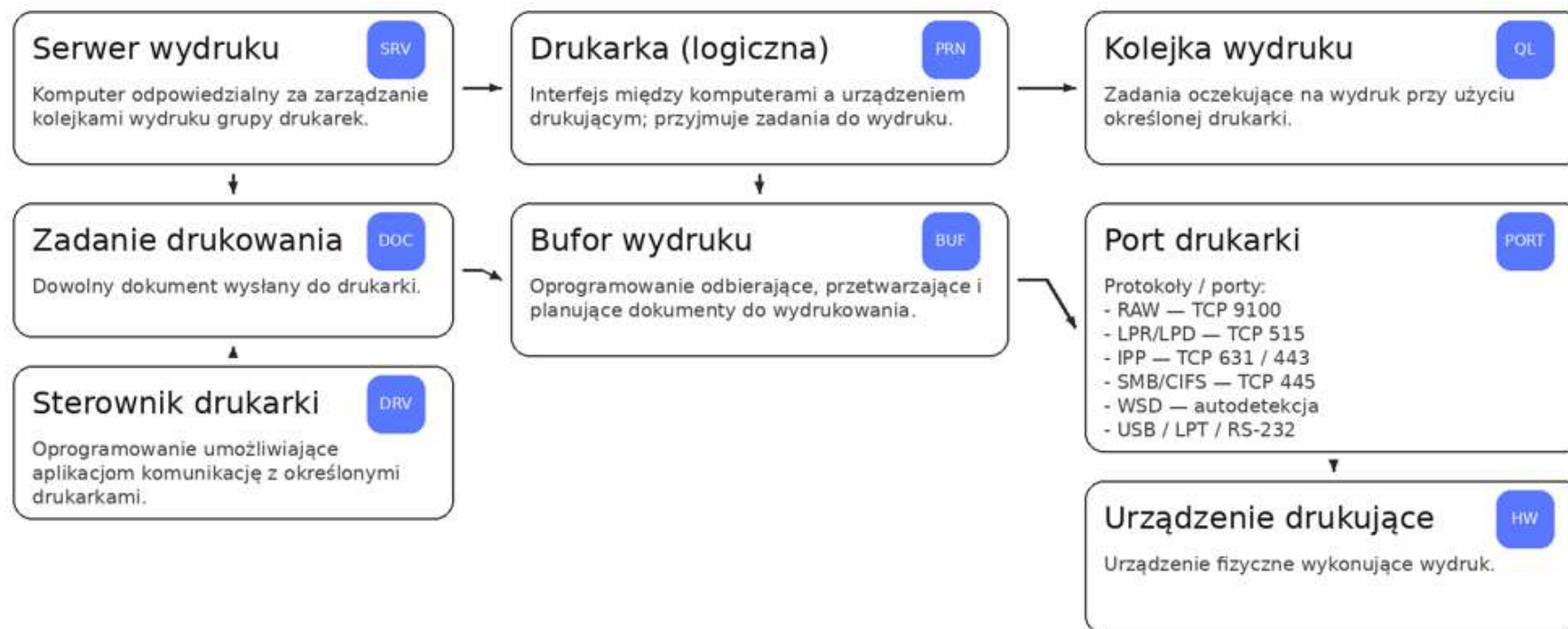
3. Usługa serwer wydruku (Print Service)

Usługa drukowania odpowiada za obsługę, przetwarzanie i routing zadań drukowania w środowisku Windows Server. To kluczowy komponent Drukowanie i dokumenty (Print and Document Services).

4. Komponenty roli Drukowanie i dokumenty (Print and Document Services)

- Serwer druku (Print Server) – pełna kontrola nad urządzeniami.
- Usługa LPD – zgodność z systemami UNIX (starsze, legacy).
- Internet Printing – drukowanie przez IPP/IPPS.
- IIS – protokoły HTTP/HTTPS, certyfikaty.

5.1. Architektura usług druku



Poniżej znajduje się **jasny, uporządkowany i kompletny opis całego procesu drukowania**, zgodny z elementami widocznymi na schemacie (serwer, sterownik, zadanie, bufor, drukarka logiczna, kolejka, port, urządzenie fizyczne).

Opis schematu procesu drukowania

Proces drukowania w systemach operacyjnych (Windows, Linux, macOS) składa się z wielu warstw oprogramowania i urządzeń, które współpracują ze sobą, aby użytkownik mógł przesłać dokument do wydruku, a drukarka fizyczna mogła go poprawnie wykonać.

Poniżej opis każdego elementu i ich wzajemnych zależności.

1. Sterownik drukarki

Sterownik (ang. *printer driver*) to oprogramowanie instalowane w systemie operacyjnym, umożliwiające aplikacjom komunikację z drukarką.

Zadania sterownika:

- tłumaczy dokument aplikacji (PDF, DOCX, JPG) na język zrozumiały przez drukarkę (PCL, PostScript, SPL, ESC/P, GDI),
- udostępnia użytkownikowi ustawienia drukowania (format strony, kolor, duplex),
- generuje *zadanie drukowania*.

Sterownik uruchamia proces drukowania, ale nie komunikuje się bezpośrednio z urządzeniem.

2. Zadanie drukowania

Gdy użytkownik klika **Drukuj**, system tworzy *zadanie drukowania* – pakiet danych zawierający:

- przetworzony dokument,
- ustawienia drukowania,
- informacje o priorytetach i właścicielu.

Zadanie trafia następnie do bufora - nieprosto na drukarkę.

3. Bufor wydruku

Bufor (ang. *print spooler*) to usługa systemowa odpowiedzialna za:

- odbiór zadań od sterowników,
- przetwarzanie ich w kolejności,
- przygotowywanie danych do wysłania do drukarki logicznej,
- kontrolę stanu drukarek.

Bufor zapewnia, że system nie musi czekać aż drukarka zakończy druk - zadania są kolejgowane i przetwarzane w tle.

4. Drukarka (logiczna)

To *wirtualna reprezentacja* drukarki w systemie lub na serwerze.

Może wskazywać:

- drukarkę sieciową,
- drukarkę lokalną podłączoną do USB/LPT,
- współdzieloną drukarkę na serwerze.

Rola drukarki logicznej:

- pośredniczy między buforem a rzeczywistym urządzeniem,
- odbiera zadania i przekazuje je do **kolejki drukowania**.

5. Kolejka wydruku

Kolejka to miejsce, gdzie trafiają wszystkie zadania kierowane do danej drukarki logicznej.

Co robi kolejka?

- przechowuje zadania oczekujące,
- pozwala wstrzymać, wznowić, anulować wydruki,
- pozwala administratorowi ustawiać priorytety.

Kolejka nie wysyła zadań sama - robi to **port drukarki**.

6. Port drukarki

Port drukarki to warstwa komunikacyjna łącząca system z urządzeniem fizycznym.

Może być:

- sieciowy,
- lokalny (USB, LPT, RS-232),
- protokolowy (IPP/IPPS, LPR, RAW/9100, SMB).

Najczęściej używane protokoły portów:

- **RAW 9100** – najszybsze, bezpośrednie połączenie (HP JetDirect),

- **LPR/LPD 515** – klasyczne kolejki UNIX-owe,
- **IPP/IPPS 631/443** – drukowanie przez HTTP/HTTPS,
- **SMB 445** – druk współdzielony w Windows,
- **WSD** – automatyczne wykrywanie i obsługa urządzeń,
- **USB / LPT** – porty lokalne.

Port odpowiada za transport danych z systemu/serwera do *urządzenia fizycznego*.

7. Urządzenie drukujące (drukarka fizyczna)

To realne urządzenie, które:

- odbiera zadania z portu,
- przetwarza je w swoim kontrolerze sprzętowym,
- wykonuje wydruk.

Może dodatkowo raportować błędy (brak papieru, zatkanie, brak tonera), które system z powrotem przekazuje do kolejki i bufora.

8. Serwer wydruku (opcjonalny, ale często używany w szkołach/firmach)

Serwer wydruku centralizuje zarządzanie drukarkami.

Funkcje serwera:

- udostępnianie drukarek logicznych użytkownikom,
- przechowywanie sterowników,
- zarządzanie dużymi kolejkami,
- balansowanie obciążenia między wieloma urządzeniami,
- przyjmowanie zadań z wielu komputerów.

Serwer może pełnić rolę kontrolera przepływu w pracowni, szczególnie gdy drukarki są współdzielone przez uczniów.

Pełny przepływ procesu drukowania

1. Użytkownik wybiera **Drukuj** w aplikacji.
2. **Sterownik drukarki** przetwarza dokument i tworzy *zadanie drukowania*.
3. Zadanie trafia do **bufora** (usługi Print Spooler).
4. Bufor przekazuje zadanie do **drukarki logicznej**.
5. Drukarka logiczna umieszcza je w **kolejce wydruku**.
6. Kolejka przekazuje zadanie do **portu drukarki** zgodnie z protokołem (RAW, LPR, IPP itd.).
7. Port przesyła dane do **urządzenia fizycznego**.
8. Drukarka wykonuje **wydruk**.
9. Status wraca do systemu - druk ukończony / błąd / wstrzymane.

5.2. Architektura bufora wydruku (Print Spooler)

Bufor wydruku (Print Spooler) to kluczowy komponent systemu drukowania w Windows. Jego zadaniem jest **przyjmowanie, tymczasowe przechowywanie oraz przetwarzanie zadań drukowania**, zanim trafią one do drukarki fizycznej. Dzięki temu aplikacje mogą szybko zakończyć wysyłanie dokumentu, a drukowanie odbywa się niezależnie w tle.

Bufor obsługuje:

- kolejkowanie i planowanie zadań,
- wznawianie i wstrzymywanie wydruków,
- priorytety,
- obsługę sterowników i procesorów wydruku,
- monitorowanie stanu drukarki,
- ponawianie wydruków po błędach,
- renderowanie danych do formatu akceptowanego przez drukarkę.

5.2.1. Główne elementy architektury Print Spooler

1) Aplikacja (np. Word, CAD, przeglądarka PDF)

Użytkownik inicjuje proces drukowania. Aplikacja przekazuje dokument do sterownika drukarki, ale **nie komunikuje się bezpośrednio z urządzeniem** - robi to przez Print Spooler.

2) Sterownik drukarki (Printer Driver)

Sterownik:

- tłumaczy dokument na format rozumiany przez drukarkę (np. RAW, EMF, XPS, PCL, PostScript, PDF),
- przekazuje dane do procesora wydruku,
- udostępnia aplikacjom opcje takie jak: dupleks, kolor, rozdzielczość, gramatura papieru.

Sterownik działa w trybie user-mode i zależy od producenta (V3/V4) lub jest sterownikiem klasowym (IPP Class Driver).

3) Procesor wydruku (Print Processor, np. WinPrint)

To komponent odpowiedzialny za **obróbkę danych** między sterownikiem a spoolerem.

Procesor:

- zmienia format danych zadania,
- przygotowuje dokument do zapisania w katalogu spool,
- ustawia kolejność i metadane zadań (nazwa, użytkownik, liczba stron, priorytet).

Najczęściej używany: **WinPrint**, który przetwarza EMF/RAW/XPS.

4) Bufor wydruku (Print Spooler Service – spoolsv.exe)

Główna usługa działająca w tle. Realizuje:

- odbieranie zadań od procesora wydruku,
- zapis zadań w katalogu **spool** jako pliki **.spl** (dane wydruku) i **.shd** (nagłówek / metadane),
- monitorowanie kolejki,

- wznowianie/zatrzymywanie zadań,
- obsługę błędów (papier brak, zacięcie, offline),
- przekazywanie danych do monitorów portów (np. TCP/IP, LPR, WSD, USB),
- restartowanie przerwanych wydruków, jeśli drukarka wróci do trybu online.

Bufor jest centralnym elementem - bez niego drukowanie w Windows **nie działa**.

5) Katalog Spool (lokalne przechowywanie zadań)

Domyślna ścieżka:

C:\Windows\System32\Spool\Printers\

W tym katalogu znajdują się pliki:

- **.spl** – właściwe dane wydruku,
- **.shd** – informacje o zadaniu (użytkownik, nazwa dokumentu, priorytet, liczba stron).

Zastosowanie katalogu spool pozwala:

- kolejkować wiele zadań jednocześnie,
- buforować nawet duże pliki PDF/CAD,
- przetwarzać wydruk niezależnie od aplikacji.

6) Monitoring i komunikacja z drukarką (Port Monitor)

Port monitor to moduł odpowiedzialny za komunikację z urządzeniem.

W zależności od rodzaju portu może to być:

- **Standard TCP/IP Port** – najczęściej w drukarkach sieciowych
- **USB Monitor** – drukarki lokalne
- **WSD Port** – starszy mechanizm autodetekcji
- **LPR Port** – współpraca z UNIX/legacy

- **IPP/IPPS Port** – drukarki nowoczesne (HTTPS)

Monitor portu:

- wysyła dane z bufora do drukarki,
- odbiera odpowiedzi urządzenia (papier brak, toner niski, offline),
- raportuje stan do spoolera.

7) Drukarka fizyczna (Print Device)

Ostateczny odbiorca danych. Otrzymuje przygotowane dane z portu i wykonuje wydruk.

5.2.2. Mechanizmy pracy bufora wydruku

1) Buforowanie zadań

Spooler umożliwia wysłanie dokumentu do drukowania **bez konieczności czekania**, aż drukarka będzie gotowa. Aplikacja natychmiast zwraca kontrolę użytkownikowi.

2) Zarządzanie kolejką wydruku

Administrator może:

- wstrzymywać zadania,
- usuwać,
- zmieniać priorytety,
- przekierować zadanie do innej drukarki (Redirect Printing),
- podglądać użytkownika i liczbę stron.

3) Priorytety zadań

Spooler obsługuje priorytety 1–99.

Możliwe jest np.:

- zadania z sekretariatu → priorytet wysoki,

- zadania uczniów → priorytet niski.

4) Wznawianie i zatrzymywanie

Zadania mogą być automatycznie lub ręcznie:

- zatrzymane,
- wznowione,
- ponowione po błędzie,
- anulowane.

5) Renderowanie danych

Jeśli drukarka nie obsługuje danego formatu (np. PDF), spooler może użyć renderera, aby przygotować odpowiedni format (np. EMF → RAW lub XPS → PCL).

6) Odporność na błędy

Jeśli drukarka:

- jest offline,
- ma zacięcie papieru,
- ma pustą tacę -

spooler **zatrzymuje zadanie** i utrzymuje je w kolejce do momentu naprawy problemu.

5.2.3. Podsumowanie – rola Print Spoolera

Bufor wydruku (Print Spooler):

- jest **sercem całego systemu drukowania Windows**,
- przejmuje zadania od aplikacji, aby działały szybciej,
- zarządza kolejką, stanem urządzenia i priorytetami,
- przechowuje pliki zadań w katalogu spool,

- przekazuje dane do portu i drukarki,
- umożliwia kontrolę administracyjną nad wszystkimi wydrukami,
- odpowiada za stabilność, bezpieczeństwo i niezawodność druku.

Można powiedzieć, że **bez Print Spoolera Windows nie byłby w stanie drukować**, a aplikacje musiałyby czekać na fizyczne zakończenie wydruku - byłoby to niepraktyczne i bardzo wolne.

6. Kolejki (Print Queues)

Poniżej masz **rozszerzoną, kompletną i w pełni zgodną z Twoim materiałem** wersję punktu:

6. Kolejki (Print Queues)

Kolejki wydruku to jeden z kluczowych elementów architektury usług druku. W Windows pełnią rolę **pośrednika między użytkownikiem, sterownikiem, buforem a urządzeniem drukującym**. To w nich odbywa się cała logika zarządzania zadaniami - od ich kolejności, przez priorytety, aż po monitorowanie stanu urządzenia.

6.1. Czym jest kolejka wydruku?

Kolejka wydruku to **logiczna reprezentacja drukarki**, która: przyjmuje zadania druku, przechowuje je do czasu przetworzenia, zarządza ich kolejnością, umożliwia podgląd, zatrzymanie, wznowienie lub anulowanie zadań, monitoruje stan drukarki i informuje użytkownika o błędach.

Można powiedzieć, że kolejka jest **centrum dowodzenia** dla każdej drukarki w systemie.

6.2. Główne funkcje kolejki drukowania

1) Zarządzanie przepływem zadań

Kolejka przechowuje każde zadanie jako osobną pozycję w liście.

Windows umożliwia: drukowanie wielu dokumentów jednocześnie (kolejka FIFO), zatrzymywanie i wznowianie zadań, zmianę kolejności (np. przesunięcie na początek), ponawianie przerwanych wydruków.

2) Monitoring stanu urządzenia

Kolejka wyświetla: stan drukarki (online/offline), poziom tonera lub błędy (zacięcie papieru, brak papieru), postęp zadania (drukowanie, spooling, wstrzymane), liczbę stron do wydruku.

To ona informuje użytkownika o tym, że drukarka: nie odpowiada, ma błąd, jest wyłączona, zakończyła drukowanie.

3) Obsługa priorytetów

Każde zadanie może otrzymać priorytet **1–99**.

Przykładowo:

- sekretariat → priorytet wysoki (np. 90),
- uczniowie → priorytet niski (np. 10).

Kolejka zapewnia, że zadania o wyższym priorytecie zostaną wydrukowane wcześniej - nawet jeśli zostały dodane później.

4) Zarządzanie dostępem (ACL)

Kolejka wydruku posiada własne **uprawnienia**:

- **Print** – drukowanie
- **Manage Documents** – zarządzanie zadaniami innych użytkowników
- **Manage Printer** – administracja kolejką i konfiguracją

Dzięki temu administrator może zdecydować:

- kto może drukować,
- kto może usuwać zadania innych osób,
- kto może zmieniać ustawienia drukarki.

5) Przekierowanie zadań (Printer Redirection / Failover)

Jeśli drukarka:

- jest offline,
- ma uszkodzenie,

- jest niedostępna dłuższy czas,

kolejka umożliwia **przekierowanie zadań do innej drukarki**, np.:

- z "Drukarka_1" → na "Drukarka_2" w tej samej sali,
- z urządzenia w sekretariacie → do drukarki sieciowej.

Administrator może to zrobić ręcznie lub skorzystać z funkcji automatycznego przekierowania w Windows Server.

6) Integracja z buforem wydruku (Spoolerem)

Kolejka działa bezpośrednio z usługą Print Spooler:

- otrzymuje od spoolera pliki .spl i .shd,
- zarządza ich stanem,
- wysyła je do portu,
- informuje spooler o postępie drukowania.

Kolejka jest więc **warstwą zarządzającą**, a spooler - **warstwą przetwarzającą**.

6.3. Typy kolejek

1) Kolejki lokalne

Dla drukarek podłączonych:

- USB,
- LPT,
- COM.

Drukuje tylko jeden komputer, a reszta użytkowników korzysta poprzez udostępnienie.

2) Kolejki sieciowe (TCP/IP, IPP)

Dla drukarek z kartą sieciową:

- stabilniejsze,

- niezależne od jednego komputera,
- najlepsze do środowisk szkolnych i firmowych.

3) Kolejki serwerowe (Shared Printer)

Drukarka udostępniona przez Windows Server:

- centralne zarządzanie,
- integracja z AD,
- wdrażanie GPO,
- monitoring i logowanie.

4) Kolejki pooling (Printer Pooling)

Jedna kolejka → wiele drukarek

System wybiera pierwszą wolną drukarkę.

To rozwiązanie stosuje się np. w: sekretariatach, punktach ksero, pracowniach z dużym obciążeniem.

6.4. Mechanizmy obsługi zadań

Kolejka przechowuje każde zadanie jako rekord zawierający: nazwę dokumentu, użytkownika, liczbę stron, rozmiar, priorytet, aktualny stan, czas wysłania.

Zadania mogą mieć status:

- **Spooling** – ładowanie do bufora,
- **Printed** – zakończone,
- **Paused** – wstrzymane,
- **Error** – błąd,
- **Deleting** – usuwanie,
- **Restarting** – ponawianie.

6.5. Podsumowanie – rola kolejek w systemie drukowania

Kolejki wydruku:

- zarządzają przepływem dokumentów,
- przechowują zadania do czasu druku,
- pozwalają wstrzymać/wznawiać/anulować,
- ustalają priorytety,
- umożliwiają administrację i monitoring,
- współpracują ze spoolerem i portami drukarki,
- stanowią kluczowy punkt kontroli dla administratorów.

Można powiedzieć, że kolejka to „centrum zarządzania”, a spooler to „silnik” drukowania w Windows.

7a. Drukarki lokalne (USB/LPT/COM) - udostępniane w sieci przez serwer.

To model pracy, w którym **drukarka fizycznie podłączona do jednego komputera lub serwera** (np. przez USB, LPT lub COM) jest **udostępniana w sieci**, aby inne komputery mogły z niej korzystać tak, jakby była drukarką sieciową.

7a.1. Jak to działa?

a) Drukarka jest podłączona lokalnie do serwera

- USB – najczęściej spotykane obecnie
- LPT – starsze, równoległe złącze drukarkowe
- COM – port szeregowy, stosowany w urządzeniach specjalnych

Serwer widzi taką drukarkę jako urządzenie lokalne.

b) Serwer pełni funkcję „serwera wydruku”

Serwer:

- instaluje sterowniki drukarki,

- zarządza kolejką wydruku,
- udostępnia drukarkę innym urządzeniom w sieci (SMB/IPP),
- przyjmuje zadania od użytkowników,
- wysyła wydruki do drukarki lokalnej.

c) Komputery sieciowe drukują „przez” serwer

Stacje robocze:

- nie widzą drukarki bezpośrednio - widzą **udostępnioną usługę druku**,
- wysyłają zadania do serwera,
- serwer przetwarza i przesyła dane do drukarki.

7a.2. Zalety takiego rozwiązania

✓ Centralne zarządzanie

- jedna kolejka wydruku,
- jeden zestaw sterowników,
- kontrola dostępu przez administratora,
- możliwość monitorowania zadań.

✓ Kompatybilność ze starszymi drukarkami

Można udostępnić sieciowo nawet bardzo stare urządzenia:

- drukarki LPT,
- drukarki COM (np. fiskalne, etykietowe),
- drukarki nieposiadające NIC (Network Interface Card).

✓ Dostęp dla całej sieci

Drukarka staje się „sieciowa”, mimo że fizycznie nie ma takiej funkcji.

7a.3. Wady i ograniczenia

✗ Serwer musi być cały czas włączony

Jeśli serwer (lub komputer pełniący jego rolę) zostanie wyłączony:

- drukarka przestaje być dostępna,
- kolejka wydruku stoi.

✗ Obciążenie serwera

Przy dużej liczbie zadań:

- rośnie zużycie CPU/RAM,
- kolejki mogą się zapychać,
- użytkownicy mogą mieć opóźnienia.

✗ Wymaga sterowników

To klasyczny model oparty na sterownikach, czyli:

- problematyczny na Windows (źródło wielu podatności),
- generator błędów (spooler, konflikty driverów),
- trudniejszy w utrzymaniu niż IPP Everywhere / Mopria.

7a.4. Dlaczego dziś odchodzi się od tego modelu?

Model drukarek lokalnych udostępnianych przez serwer jest **starszą metodą**, a organizacje przechodzą na:

- **drukarki sieciowe z IPP/IPP Everywhere**
- **drukowanie bez sterowników (driverless print)**
- **drukowanie przez AirPrint/Mopria**

Powód?

1. **Bezpieczeństwo** – „Incydenty takie jak PrintNightmare pokazały, że sterowniki drukarek oraz usługa Print Spooler w systemie Windows stanowią słaby punkt bezpieczeństwa całej sieci. PrintNightmare to nazwa krytycznej podatności bezpieczeństwa w systemie Windows, odkrytej w czerwcu 2021 r., dotyczącej usługi Print Spooler – komponentu odpowiedzialnego za obsługę drukowania. Atakujący mógł zdalnie uruchomić dowolny kod na komputerze ofiary jako SYSTEM - najwyższy poziom uprawnień w Windows. Zwykły użytkownik domenowy mógł stać się administratorem całej domeny. Microsoft zareagował wydano „emergency patches” (poza cyklem), po łacie tylko administrator może instalować sterowniki drukarek, zalecono wyłączenie Print Spoolera na serwerach, które nie muszą drukować.
Była tak poważna, że Microsoft wydał poprawki poza normalnym cyklem aktualizacji, a problem dotyczył praktycznie wszystkich wersji Windows, w tym serwerowych.
2. **Uproszczenie zarządzania** – brak sterowników oznacza mniejszą liczbę problemów.
3. **Niezawodność** – drukarki IPP działają bez pośredników (bez komputera-serwera).
4. **Mobilność** – współczesne urządzenia mobilne lepiej współpracują z protokołami IPP/Mopria.

7a.5. Podsumowanie – krótka definicja

Drukarki lokalne (USB/LPT/COM) udostępniane przez serwer to rozwiązanie, w którym serwer pełni rolę pośrednika między użytkownikami a drukarką, umożliwiając drukowanie w sieci urządzeniom, które same nie mają interfejsu sieciowego.

7b. Drukarki sieciowe (Ethernet/Wi-Fi) – konfigurowane po adresie IP, zarządzane centralnie

Drukarki sieciowe to urządzenia, które posiadają własny interfejs sieciowy (Ethernet lub Wi-Fi) i mogą działać jako **niezależne urządzenia w sieci LAN**, bez konieczności podłączania ich do komputera-pośrednika.

Każda taka drukarka ma własny adres IP, dzięki czemu można ją administrować centralnie i udostępniać użytkownikom w sposób skalowalny i bezpieczny.

7b.1. Jak działa drukarka sieciowa?

a) Drukarka ma własną kartę sieciową

Interfejsy:

- **Ethernet (RJ-45)** – stabilne połączenie przewodowe,
- **Wi-Fi** – bezprzewodowy dostęp w sieciach 2.4/5 GHz.

Drukarka łączy się bezpośrednio z siecią komputerową.

b) Urządzenie otrzymuje adres IP

Adres może być:

- **statyczny** – zalecane w firmach i szkołach,
- **z DHCP** – ale często z rezerwacją DHCP, aby adres się nie zmieniał.

Dzięki IP drukarkę można:

- konfigurować przez **panel WWW**,
- monitorować z poziomu systemów zarządzania (np. MPS, SNMP),
- dodawać w systemach operacyjnych po adresie IP lub przez IPP.

c) Użytkownicy drukują bezpośrednio do drukarki

Bez udziału komputera-pośrednika. Metody drukowania:

- **IPP / IPPS (HTTPS)** – nowoczesny, bezsterownikowy, bezpieczny,
- **AirPrint, Mopria, IPP Everywhere** – pełne „driverless printing”,
- **SMB** – starsza metoda, głównie Windows,
- **RAW 9100** – port TCP 9100, stary i prosty, ale podatny,
- **LPR/LPD** – starszy protokół UNIX-owy.

7b.2. Zalety drukarek sieciowych

✓ Brak zależności od komputera

Drukarka działa samodzielnie:

- nie wymaga hosta ani serwera,
- działa nawet przy wyłączonych stacjach roboczych.

✓ Centralne zarządzanie

Administrator może:

- monitorować toner, papier, błędy (SNMP),
- aktualizować firmware,
- ustawiać reguły bezpieczeństwa (IPsec, TLS, filtracja MAC/IP),
- zarządzać dostępem do druku (PIN, karty, kod release printing).

✓ Skalowalność

Dodanie kolejnych drukarek nie obciąża serwera.

Duże organizacje mogą mieć dziesiątki urządzeń, każde zarządzane z panelu Web.

✓ Driverless printing – pełna zgodność z IPP Everywhere

Nowoczesne drukarki sieciowe wspierają:

- **IPP Everywhere**,
- **AirPrint**,
- **Mopria**.

Dzięki temu:

- nie trzeba instalować sterowników,
- konfiguracja jest praktycznie zerowa,
- minimalizuje się ryzyko podatności (np. exploity na spooler/sterylki driverów).

✓ Większe bezpieczeństwo

- IPPS (drukowanie po HTTPS),

- uwierzytelnianie użytkowników,
- zabezpieczenia firmware,
- blokowanie protokołów niebezpiecznych.

7b.3. Wady i ograniczenia

✗ Wymagają adresacji i konfiguracji sieciowej

Niewłaściwe:

- IP,
- maska,
- DHCP / brak DHCP > powoduje niedostępność drukarki.

✗ W sieciach Wi-Fi możliwe zakłócenia

- większe ryzyko utraty połączenia,
- spadki prędkości,
- problemy w środowiskach z wieloma AP.

✗ Ryzyko podatności sprzętowych/firmware

Dlatego ważne są:

- aktualizacje firmware,
- blokowanie panelu administracyjnego,
- włączenie HTTPS.

7b.4. Dlaczego to obecnie dominujący model?

Drukarki sieciowe są standardem, ponieważ:

1. **Nie potrzebują serwera z rolą Print Server** (mniej ryzyk typu PrintNightmare).
2. **Działają w trybie driverless printing** – ogromna oszczędność czasu dla IT.

3. **Są bardziej niezawodne** – drukowanie nie zależy od jednego komputera.
4. **Są łatwe do monitorowania** – szczególnie w szkołach i firmach (SNMP/MPS).
5. **Dobrze współpracują z urządzeniami mobilnymi** (Android, iOS, ChromeOS).

7b.5. Podsumowanie

Drukarki sieciowe (Ethernet/Wi-Fi) to nowoczesne urządzenia drukujące, które działają samodzielnie w sieci, posiadają własny adres IP i są centralnie zarządzane. Umożliwiają bezpieczne, szybkie i wygodne drukowanie bez konieczności instalowania sterowników, a w połączeniu z protokołami takimi jak IPP, AirPrint czy Mopria zapewniają pełną zgodność we współczesnych sieciach IT.

7c Publikacja drukarek w Active Directory – ułatwia wyszukiwanie drukarek i automatyczne pobieranie sterowników

Publikacja drukarki w Active Directory (AD) to mechanizm, dzięki któremu drukarki zarządzane przez serwer wydruku są **widoczne w katalogu domenowym**, a użytkownicy mogą łatwo je odnaleźć i zainstalować bez ręcznej konfiguracji. AD przechowuje informacje o drukarkach jako obiekty katalogowe, podobnie jak o użytkownikach czy komputerach.

7c.1. Jak działa publikacja drukarki w AD?

a) Drukarka lub kolejka druku jest zarejestrowana jako obiekt w Active Directory

Gdy administrator na serwerze wydruku (Print Server) zaznaczy opcję:

„List in the Directory / Publikuj w katalogu”,

powstaje w AD obiekt typu **printQueue**, zawierający m.in.:

- nazwę drukarki,
- lokalizację,
- model,
- ścieżkę do kolejki (np. \\SERVER\Drukarka01),
- informacje o sterownikach,
- opis i tagi lokalizacyjne.

b) Użytkownicy mogą wyszukiwać drukarki w AD

W systemie Windows użytkownik może:

- wyszukać drukarkę przez „**Devices and Printers**”,
- użyć „**Add Printer > Find a printer in the directory**”,
- przeglądać drukarki po lokalizacji lub nazwie.

Dzięki temu:

- nie musi znać adresu serwera,
- nie musi znać nazwy udziału drukarki,
- nie potrzebuje instrukcji od administratora.

c) Automatyczne pobieranie sterowników

Jeśli drukarka jest opublikowana w AD i poprawnie skonfigurowana na serwerze:

- użytkownik wybiera drukarkę,
- komputer automatycznie pobiera sterownik z serwera,
- drukarka instaluje się bez dodatkowych kroków.

To szczególnie ważne w środowiskach z wieloma modelami drukarek.

7c.2. Zalety publikacji drukarek w Active Directory

✓ Łatwe wyszukiwanie drukarek

Użytkownik widzi:

- pełną listę dostępnych drukarek,
- ich lokalizację (np. Sala 203, Sekretariat),
- opis, piętro, budynek, dział.

Nie musi ręcznie wpisywać adresu UNC (\\serwer\drukarka).

✓ Automatyczna instalacja sterowników

Serwer przechowuje sterowniki, a klient pobiera je automatycznie.

To zmniejsza liczbę zgłoszeń do administratora i ryzyko błędów.

✓ Standaryzacja i porządek w infrastrukturze

- administrator definiuje nazwy i lokalizacje,
- drukarki widoczne w AD są uporządkowane według struktury organizacyjnej.

✓ Łatwa delegacja dostępu

Można określić:

- kto ma prawo drukować,
- kto może zarządzać kolejkami.

✓ Automatyczne wdrażanie drukarek przez GPO

Dzięki publikacji można:

- przypisywać drukarki do użytkowników,
- przypisywać drukarki do komputerów,
- wdrażać drukarki według lokalizacji (loopback),
- stosować reguły typu „drukarka na piętrze = drukarka dla użytkowników z OU ‘Piętro 2’ ”.

7c.3. Wady i ograniczenia

✗ Działa tylko w środowisku domenowym (Active Directory)

Komputery w grupie roboczej nie korzystają z tej funkcji.

✗ Nadal wymaga sterowników

W przeciwieństwie do modelu **driverless printing** (IPP Everywhere, Mopria), publikacja w AD opiera się na:

- spoolerze Windows,

- sterownikach na serwerze,
co wiąże się z podatnościami (PrintNightmare) i trudniejszym utrzymaniem.

✗ Serwer wydruku staje się punktem centralnym

Jeśli serwer padnie > drukowanie w całej organizacji zatrzymuje się.

7c.4. Dlaczego publikacja w AD jest nadal używana?

- prosta dla użytkowników,
- dobrze współpracuje z Windows GPO,
- sprawdza się w szkołach, urzędach i biurach,
- ułatwia zarządzanie dużą liczbą drukarek.

Mimo że wiele organizacji przechodzi na **IPP Everywhere / Mopria / AirPrint (driverless print)**, Active Directory pozostaje popularne przy tradycyjnych serwerach wydruku.

7c.5. Podsumowanie

Publikacja drukarki w Active Directory to mechanizm, który pozwala na centralne, katalogowe udostępnienie drukarek w domenie. Dzięki temu użytkownicy mogą z łatwością przeglądać dostępne drukarki, instalować je automatycznie (łącznie ze sterownikami), a administratorzy mogą wdrażać drukarki za pomocą zasad grup (GPO) i zarządzać dostępem w sposób spójny z resztą infrastruktury domenowej.

7d. Drukarki sieciowe (Network Printers)

Opis obejmuje połączenia (Ethernet/Wi-Fi), wykrywanie, publikację w AD, zarządzanie sterownikami i obsługą zaawansowaną.

Drukarki sieciowe to urządzenia wyposażone we własny interfejs sieciowy (Ethernet lub Wi-Fi), które pracują bezpośrednio w sieci LAN i komunikują się z klientami oraz usługami serwera przy użyciu protokołów sieciowych. Umożliwia to centralne zarządzanie urządzeniami, automatyczne wykrywanie, integrację z Active Directory oraz stosowanie nowoczesnych metod drukowania, takich jak IPP Everywhere i Mopria.

7d.1. Połączenia: Ethernet i Wi-Fi

a) Połączenie przewodowe (Ethernet)

- stabilne i odporne na zakłócenia,
- rekomendowane w środowiskach biurowych i szkolnych,
- zapewnia najwyższą przepustowość i niezawodność.

b) Połączenie bezprzewodowe (Wi-Fi)

- stosowane w miejscach bez możliwości prowadzenia kabli,
- wymaga odpowiednio skonfigurowanej infrastruktury WLAN,
- wrażliwe na zakłócenia (szczególnie przy wielu AP i urządzeniach mobilnych).

Każda drukarka sieciowa po połączeniu z siecią otrzymuje adres IP (static lub DHCP z rezerwacją), co umożliwia administrację przez panel WebUI oraz integrację z usługami serwerowymi.

7d.2. Wykrywanie drukarek w sieci (autodiscovery)

Nowoczesne systemy operacyjne wykorzystują mechanizmy wykrywania usług sieciowych:

a) IPP Everywhere + DNS-SD / mDNS

- automatyczne wykrywanie zgodnych drukarek w Windows, Linux, macOS i ChromeOS,
- używane również przez AirPrint (Apple) oraz Mopria (Android),
- nie wymaga sterowników producenta.

b) Mopria Discovery (Android)

- Android wyszukuje drukarki obsługujące Mopria/IPP,
- działa w pełni bezsterownikowo.

c) WSD (Web Services for Devices) – Windows

- mechanizm Microsoft oparty na WS-Discovery,

- pozwala wykrywać niektóre urządzenia automatycznie,
- starsza metoda, stopniowo wypierana przez IPP Everywhere.

d) Skanowanie SNMP

- stosowane w narzędziach administracyjnych (np. Print Management, MPS),
- pozwala monitorować drukarki i odczytywać ich parametry.

7d.3. Publikacja drukarek sieciowych w Active Directory

Drukarki sieciowe mogą być publikowane w Active Directory jako obiekty typu **printQueue**, co umożliwia:

a) Wyszukiwanie drukarek przez użytkowników

- w oknie *Add Printer*,
- według lokalizacji, nazwy, działu, piętra, budynku.

b) Automatyczną instalację

- klient pobiera sterowniki z serwera (jeśli są wymagane),
- system może instalować drukarki przez GPO.

c) Integrację z politykami GPO

- przypisywanie drukarek do użytkowników lub komputerów,
- mapowanie według lokalizacji (Location-based printing),
- ograniczanie dostępu za pomocą grup AD.

d) Różnica względem drukarek lokalnych (USB/LPT/COM)

W modelu sieciowym:

- drukarka działa **niezależnie** od serwera druku,
- serwer pełni jedynie funkcję katalogową i administracyjną (chyba że korzystamy z klasycznego portu TCP/IPP na serwerze).

7d.4. Zarządzanie sterownikami

a) Sterowniki tradycyjne (V3/V4)

Używane głównie w środowiskach, gdzie drukarka ma zaawansowane moduły:

- finisher,
- zszywanie,
- sortowanie,
- custom media.

Wymagają dystrybucji przez serwer wydruku, co powoduje większe ryzyko błędów (spooler, konflikty sterowników).

b) Sterowniki klasowe i drukowanie bezsterownikowe (driverless)

Rekomendowane przez Microsoft od 2024–2025.

Drukarki sieciowe obsługujące:

- **IPP Everywhere,**
- **Mopria,**
- **AirPrint,**
- **IPP/IPPS,**

...mogą działać całkowicie bez sterowników OEM.

Klient pobiera **parametry drukarki bezpośrednio przez IPP Printer Attributes.**

Zalety:

- brak instalacji sterowników,
- większe bezpieczeństwo (brak DLL producenta),
- automatyczna obsługa funkcji (duplex, kolor, media).

7d.5. Obsługa zaawansowana (administracja i bezpieczeństwo)

a) SNMP – monitoring floty

- sprawdzanie poziomu tonerów,
- zliczanie stron,
- stan urządzeń (paper jam, low toner),
- integracja z MPS/Zabbix/PRTG.

b) Panel administracyjny WebUI

- konfiguracja sieci (IP, DHCP, Wi-Fi),
- certyfikaty TLS dla IPPS,
- logi i diagnostyka urządzenia,
- zarządzanie użytkownikami i funkcjami urządzenia.

c) IPPS (drukowanie po HTTPS)

Zapewnia:

- szyfrowanie transmisji,
- uwierzytelnianie użytkowników,
- ochronę przed sniffingiem i MITM.

d) Zaawansowane funkcje MFP

- skanowanie do SMB/FTP/e-mail,
- autoryzacja użytkownika (PIN, karta, RFID),
- release printing (druk czekający na odbiór),
- limity i accounting.

7d.6. Podsumowanie

Drukarki sieciowe (Network Printers) to rozwiązanie nowoczesne, skalowalne i bezpieczne - niezależne od komputera-pośrednika i w pełni zgodne z nowymi standardami drukowania (IPP Everywhere, Mopria, AirPrint).

Umożliwiają centralne zarządzanie, automatyczne wykrywanie w sieci, integrację z Active Directory oraz pracę bez sterowników producenta (driverless print), co znacząco upraszcza administrację i podnosi bezpieczeństwo środowiska IT.

8. Usługi WSD (Web Services for Devices)

WSD (*Web Services for Devices*) to protokół firmy Microsoft oparty na technologii **WS-Discovery**, umożliwiający automatyczne wykrywanie i integrację urządzeń drukujących w sieci. WSD działa jako warstwa komunikacyjna wykorzystująca HTTP, SOAP oraz XML do wymiany informacji o urządzeniach.

8.1. Jak działa WSD?

WSD:

- wyszukuje urządzenia w sieci lokalnej za pomocą **WS-Discovery** (multicast),
- nawiązuje komunikację z drukarką przez **HTTP/HTTPS**,
- pobiera informacje o stanie drukarki (toner, papier, błędy),
- rejestruje drukarkę jako *usługę sieciową* zgodną z modelem Microsoft Web Services.

Dzięki temu drukarka może zostać wykryta automatycznie w:

- Windows 7 / 8 / 10 / 11,
- Windows Server (2008–2025),
- środowiskach mieszanych z urządzeniami zgodnymi z WSD.

8.2. Zalety WSD

- **Automatyczne wykrywanie urządzeń** (plug-and-play w Windows).
- Integracja z usługami webowymi (HTTP/SOAP).
- Możliwość monitorowania urządzenia przez Windows Print Spooler.
- Wsparcie wielu urządzeń biurowych (drukarki, skanery, MFP).

8.3. Wady i ograniczenia WSD

WSD jest technologią **starszą i stopniowo wypieraną** przez nowoczesne standardy IPP Everywhere oraz Mopria:

- bywa **powolny** lub **niestabilny** w większych sieciach,
- wykorzystuje multicast – może sprawiać problemy przy segmentacji sieci,
- słaba zgodność między producentami urządzeń,
- trudniejsza diagnostyka niż IPP.

W najnowszych rekomendacjach Microsoft (2023–2025) WSD jest traktowany jako technologia **legacy**.

8.4. WSD a IPP Everywhere – porównanie

Cecha	WSD	IPP Everywhere
Typ protokołu	Microsoft Web Services	Standard internetowy (PWG)
Autodiscovery	WS-Discovery (multicast)	DNS-SD / mDNS
Sterowniki	Często wymaga OEM	Pełny driverless (bez sterowników)
Bezpieczeństwo	HTTP/HTTPS	IPP/IPPS (TLS)
Zgodność	Głównie Windows	Windows, Linux, macOS, ChromeOS, Android
Przyszłość	technologia schodząca	preferowany standard 2024–2030

8.5. Kiedy stosować WSD?

- Małe sieci Windows, bez zaawansowanej segmentacji.
- Proste drukarki domowe i biurowe zgodne z WSD.
- Sytuacje, gdy użytkownik nie zna adresu IP drukarki.

8.6. Kiedy unikać WSD?

- W środowiskach z wieloma VLAN,
- w szkołach i firmach z flotą drukarek,

- gdy potrzebne jest bezpieczeństwo (TLS/IPPS),
- w modelu **driverless printing** (IPP Everywhere / Mopria).

9. Protokoły drukowania

TCP/IP Printing - najczęstszy sposób podłączenia drukarki (Standard TCP/IP Port).

LPR/LPD - protokół legacy używany głównie przez systemy UNIX/Linux; w Windows oznaczony jako przestarzały (deprecjonowany) i docelowo zastępowany przez IPP/IPPS.

IPP - Internet Printing Protocol (HTTP), umożliwia zdalne drukowanie i administrację; jego wersja szyfrowana to IPPS (HTTPS).

WSD (Web Services on Devices) - automatyczne wykrywanie i instalacja drukarek w sieci na bazie standardów internetowych (HTTP, XML, WS-Discovery).

Protokoły drukowania definiują sposób komunikacji między **klientem** (komputerem użytkownika lub serwerem wydruku) a **drukarką/kolejką druku**. Wybór protokołu wpływa na: **zgodność** (Windows/Linux/macOS/ChromeOS/Android), **bezpieczeństwo** (szyfrowanie, uwierzytelnianie), **funkcjonalność** (duplex, media, finisher) oraz **zarządzanie** (monitoring, autodiscovery, polityki).

9.1. Standard TCP/IP Port (RAW 9100)

Opis: Najprostszy, „surowy” port drukarki TCP/IP. Klient wysyła strumień danych bez dodatkowego sterowania protokołem.

Najczęściej używa **portu 9100/TCP** (czasem 515/TCP w wariacie LPR – zob. 9.2).

Zalety:

- Minimalna konfiguracja; działa z bardzo szeroką gamą urządzeń.
- Niska „warstwa” – dobra wydajność przy prostych zadaniach.

Wady:

- **Brak szyfrowania** i uwierzytelniania (podatność na sniffing/MITM).
- Brak standaryzowanego mechanizmu pobierania możliwości drukarki (duplex, media itp.).
- Ograniczone informacje zwrotne o stanie drukarki/zadania.

Kiedy stosować:

- Wyłącznie w **sieciach zaufanych** (VLAN serwisowy, izolacja).
- Gdy urządzenie nie wspiera nowocześniejszych protokołów (IPP).
- Jako **opcja legacy**; współcześnie lepiej użyć IPP/IPPS (9.4).

Porty: 9100/TCP (czasem 9101/9102/TCP dla dodatkowych funkcji).

9.2. LPR/LPD (Line Printer Remote/Daemon)

Opis: Klasyczny protokół z systemów UNIX. W Windows konfigurowany jako **LPR Port**. Komunikacja przez **515/TCP**, nazwy kolejek (np. LPT1, PS, RAW) i proste zarządzanie zadaniami.

Zalety:

- Szeroka **zgodność** z UNIX/Linux, starszymi MFP/print-serwerami.
- Prosty model kolejek (zdalna nazwa kolejki).

Wady:

- **Legacy** – brak nowoczesnych mechanizmów bezpieczeństwa i funkcji.
- Ograniczona informacja o stanie (papier/toner/błędy).
- Brak standardowego szyfrowania (można tunelować przez VPN/IPsec, ale to obejście).

Kiedy stosować:

- Integracje z **legacy UNIX**.
- Starsze serwery wydruku/drukarki, gdzie IPP/HTTPS nie jest dostępny.

Porty: 515/TCP (LPD), 721–731/UDP (stare implementacje – rzadko używane).

9.3. SMB/„Udostępniona drukarka Windows”

Opis: Drukowanie przez **udostępnioną kolejkę na serwerze Windows** (UNC: \\serwer\drukarka). Klient wysyła zadanie do serwera; serwer renderuje/spooluje i przekazuje do urządzenia (USB/LPT/COM albo TCP/IP).

Zalety:

- Integracja z **Active Directory** (publikacja, ACL, GPO).
- Centralna kontrola sterowników (Point and Print).
- Łatwe wyszukiwanie i przypisywanie drukarek w domenie.

Wady:

- Zależność od **Print Spooler** i sterowników (ryzyka znane z incydentów typu *PrintNightmare*).
- Dodatkowy **punkt awarii** (serwer).
- Obciążenie serwera przy dużym wolumenie.

Kiedy stosować:

- Gdy **AD/GPO** są kluczowe i używasz modelu lokalnych/niesieciowych drukarek.
- W środowiskach, gdzie kontrola dostępu i raportowanie przez serwer mają priorytet.

Porty: SMB (445/TCP), RPC/DCE (135/TCP; dynamiczne porty RPC), dodatkowo zależne od roli serwera.

9.4. IPP / IPPS (Internet Printing Protocol / IPP over HTTPS)

Opis: Współczesny, standardowy protokół drukowania (warstwa aplikacji) pracujący przez **HTTP/HTTPS**. Zapewnia: przesyłanie zadań, pobieranie możliwości urządzenia (**IPP Printer Attributes**), statusy zadań, kontrolę, uwierzytelnianie i szyfrowanie (IPPS).

Zalety:

- **Bezpieczeństwo** (TLS w IPPS), uwierzytelnianie.
- **Driverless printing** (w połączeniu z IPP Everywhere, AirPrint, Mopria).
- Różnorodne formaty danych (PDF/JPEG/PWG Raster), **autodiscovery** przez DNS-SD/mDNS.
- **Wieloplatformowość:** Windows, macOS, Linux, ChromeOS, Android.

Wady:

- Wymaga poprawnej konfiguracji certyfikatów (IPPS) i czasu systemowego.

- Starsze urządzenia mogą nie wspierać pełnego zestawu atrybutów.

Kiedy stosować:

- **Domyślnie** w nowoczesnych środowiskach (szkoły/biura).
- Gdy celem jest **driverless print**, uproszczenie floty i bezpieczeństwo.
- Integracje z **Unified/Cloud Print**, „follow-me printing”, accounting.

Porty: 631/TCP (IPP), 443/TCP (IPPS przez HTTPS), czasem 80/TCP (IPP przez HTTP – odradzane).

9.5. WSD (Web Services for Devices)

Opis: Mechanizm Microsoft do **autodetekcji** urządzeń w sieci (WS-Discovery + HTTP/SOAP/XML). W Windows umożliwia automatyczną instalację/wykrywanie niektórych drukarek/MFP.

Zalety:

- Plug-and-play w środowisku **Windows**.
- Automatyczne wykrywanie bez znajomości adresu IP.

Wady:

- **Technologia schodząca (legacy)** – mniej stabilna w dużych/segmentowanych sieciach.
- Słabsza **wieloplatformowość** niż IPP Everywhere.
- Problemy z multicastem w sieciach z wieloma VLAN/SSID.

Kiedy stosować:

- Małe, proste sieci Windows bez specjalnych wymagań bezpieczeństwa.
- Gdy urządzenie nie wspiera IPP Everywhere, a potrzebne jest auto-install.

Porty: WS-Discovery (multicast 239.255.255.250:3702/UDP), HTTP/HTTPS.

9.6. AirPrint (Apple)

Opis: Technologia **Apple** oparta na **IPP** z **DNS-SD/mDNS** do autodiscovery. Zapewnia drukowanie z iOS/iPadOS/macOS bez sterowników.

Zalety:

- **Driverless** na urządzeniach Apple.
- Autodetekcja, prosta konfiguracja, dobra zgodność z MFP wspierającymi AirPrint.

Wady:

- Skupiona na ekosystemie **Apple** (choć macOS obsługuje IPP szerzej).
- W środowiskach mieszanych lepiej używać **IPP Everywhere** jako ogólnego standardu.

Kiedy stosować:

- Szkoły/firmy z dużą liczbą urządzeń **Apple**.
- Drukarki/MFP z włączonym AirPrint (najczęściej razem z IPP Everywhere).

Porty: 631/TCP (IPP), mDNS (5353/UDP) do discovery.

9.7. Mopria (Android/Windows)

Opis: Standard „driverless” tworzony przez Mopria Alliance. Wykorzystuje **IPP + DNS-SD/mDNS** (oraz mechanizmy discovery na Androidzie/Windows). Zapewnia druk bez sterowników OEM na **Androidzie** i **Windows (WPP/IPP Class Driver)**.

Zalety:

- **Uniwersalny:** współdziała z wieloma producentami (Brother/Canon/HP/Konica/Xerox itd.).
- **Driverless** – brak instalacji sterowników OEM, zgodność z IPP Everywhere.
- Dobre wsparcie mobilne (Android) i desktopowe (Windows).

Wady:

- W bardzo zaawansowanych funkcjach finishingu mogą być wymagane dodatki OEM.

Kiedy stosować:

- Domyślnie w **mieszanych flotach** i środowiskach BYOD.
- Przy przejściu na **Windows Protected Print / IPP Class Driver**.

Porty: 631/TCP (IPP), mDNS (5353/UDP), dodatkowe w zależności od implementacji.

9.8. Porównanie protokołów – wybór w praktyce

Kryterium	RAW 9100	LPR/LPD	SMB (udział)	IPP/IPPS	WSD	AirPrint	Mopria
Szyfrowanie	✗	✗	Zależne od SMB	✓ (IPPS/TLS)	Możliwe (HTTPS)	✓	✓
Autodiscovery	✗	✗	AD/GPO	✓ (DNS-SD/mDNS)	✓ (WS-Discovery)	✓	✓
Wieloplatformowość	✓	✓	Windows-centric	✓	Windows-centric	Apple-centric	✓
Sterowniki OEM	Często	Często	Często	Nie (driverless)	Różnie	Nie	Nie
Nowoczesność	Legacy	Legacy	Klasyczny model serwerowy	Standard 2025+	Legacy	Driverless	Driverless

9.9. Rekomendacje wdrożeniowe (best practices)

1. **Preferuj IPP/IPPS + IPP Everywhere/Mopria/AirPrint** – dla bezpieczeństwa (TLS), zgodności i prostoty (driverless).
2. **Unikaj RAW 9100/LPR w sieciach produkcyjnych** – tylko jako **legacy** w izolacji (VLAN, ACL).
3. **WSD traktuj jako pomocniczy** – w małych sieciach Windows; w większych przechodź na IPP.

4. **Konfiguruj certyfikaty TLS na drukarkach** (IPPS), zapewnij poprawny czas/NTP.
5. **Segmentuj sieć** (VLAN dla drukarek), stosuj listy ACL i monitoring **SNMP**.
6. **Wyłącz zbędne protokoły** na urządzeniach (RAW 9100, Telnet, FTP) – zasada najmniejszych uprawnień.
7. **Centralny nadzór** – wykorzystuj **Print Management**, systemy MPS/Zabbix/PRTG; loguj zdarzenia druku.
8. **Publikacja w AD (opcjonalnie)** – gdy potrzebne proste wyszukiwanie i GPO; w driverless często wystarczy autodiscovery IPP.

9.10. Podsumowanie

Współczesnym, zalecanym kierunkiem jest **IPP/IPPS z driverless printing (IPP Everywhere/Mopria/AirPrint)**.

Pozostałe protokoły (RAW 9100, LPR/LPD, WSD, SMB-share) mają głównie znaczenie **historyczne** lub **specyficzne scenariusze**.

Przejście na IPP/IPPS upraszcza administrację, zwiększa bezpieczeństwo oraz poprawia zgodność między systemami i producentami.

10. Sterowniki drukarek (V3/V4, Class Drivers, Mopria, modern print architecture)

10.1. Sterowniki Type 3 (V3)

Opis:

- klasyczna architektura Windows,
- silnie zależne od producenta,
- działają w trybie user-mode lub kernel-mode (starsze),
- wymagają własnych DLL, PDL, konfiguratorów, monitorów portów itd.

Wady:

- podatne na konflikty,
- trudne w utrzymaniu,
- to właśnie w sterownikach OEM wykrywano luki RCE (PrintNightmare),
- powodują niestabilności spoolera.

Status: technologia legacy, zalecana tylko dla starych modeli drukarek lub funkcji specjalnych.

10.2. Sterowniki Type 4 (V4)

Opis:

- nowsza architektura od Windows 8/Server 2012,
- modularne, oparte o XPS,
- mniejsza zależność od producentów (ale nadal OEM).

Zalety:

- prostsza instalacja,
- lepsza wydajność,
- lepsza zgodność przy wielu modelach,
- bardziej bezpieczne niż V3.

Wady:

- nadal wymagają plików producenta,
- nie są w pełni „driverless”.

10.3. Sterowniki klasowe (Class Drivers)

Opis: Sterowniki klasowe to **uniwersalne sterowniki systemowe**, które obsługują *kategorię* drukarek, a nie pojedynczy model.

Windows posiada:

- **Microsoft IPP Class Driver** (standard 2023–2025),
- Microsoft PCL Class Driver,
- Microsoft PostScript Class Driver,
- Microsoft XPS Class Driver.

Zalety:

- zgodność z wieloma modelami drukarek,

- brak konieczności instalacji sterowników OEM,
- mniejsze ryzyko RCE (brak DLL producenta),
- idealne dla dużych flot.

Wady:

- brak obsługi specyficznych finisherów,
- brak obsługi zaawansowanych funkcji OEM.

10.4. Mopria – fundament druku bezsterownikowego (driverless)

Opis: Mopria to **uniwersalny standard druku i skanowania** używany w:

- Windows (Windows Protected Print, IPP Class Driver),
- Androidzie,
- ChromeOS,
- Linuxie.

Drukarki z certyfikatem Mopria/Mopria-ready zapewniają:

- obsługę IPP i IPP Everywhere,
- autodiscovery (mDNS/DNS-SD),
- pełne "driverless printing".

Co daje Mopria?

- druk bez sterowników OEM,
- pełną standaryzację,
- automatyczne pobieranie możliwości drukarki (IPP Printer Attributes).

10.5. Modern Print Architecture (2024–2030)

Microsoft przechodzi z modelu: **✗ V3 ✗ V4 ✗ OEM drivers ✗ Point and Print**

na model: ✓ IPP/IPPS ✓ Mopria ✓ Windows Protected Print ✓ sterownik klasowy IPP Class Driver ✓ driverless printing

Kluczowe fakty (2023–2025):

- Microsoft wycofuje sterowniki OEM z Windows Update,
- promuje sterowniki klasowe,
- IPP Everywhere staje się standardem systemowym,
- Mopria jest natywnie wbudowana w Windows,
- WPP (Windows Protected Print) zastąpi cały stary model druku.

10.6. Zalecenia administracyjne

- Używaj **IPP Class Driver + IPP/IPPS** jako domyślnego modelu.
- Unikaj V3 – tylko dla starych drukarek.
- Ogranicz liczbę sterowników OEM na serwerze.
- Wyłącz nieużywane protokoły (RAW 9100, LPR).
- Wymuś TLS/HTTPS (IPPS).
- Aktualizuj firmware drukarek.
- Jeśli drukarka wspiera Mopria/AirPrint – korzystaj z driverless printing.

11. Zarządzanie drukowaniem (Print Management)

Print Management (printmanagement.msc) to centralna konsola MMC służąca do administracji drukarkami, sterownikami, portami i kolejkami w środowisku Windows Server. Umożliwia:

- dodawanie, usuwanie i konfigurację drukarek oraz portów,
- przeglądanie i zarządzanie kolejkami wydruku w czasie rzeczywistym,
- instalowanie, aktualizowanie i usuwanie sterowników (V3, V4, Class Drivers),
- tworzenie **Custom Filters** - dynamicznych widoków (np. „drukarki offline”, „błędy sterowników”),

- publikację drukarek w Active Directory,
- migrację środowiska druku (backup i restore kolejki, portów i sterowników),
- generowanie raportów administracyjnych.

Konsola jest podstawowym narzędziem administratora umożliwiającym pełną kontrolę nad infrastrukturą druku, diagnozowanie błędów oraz szybkie reagowanie na problemy użytkowników.

12. Wdrażanie drukarek przez GPO

Wdrażanie drukarek za pomocą **Group Policy (GPO)** umożliwia centralne zarządzanie drukarkami w domenie Active Directory. Administrator może przypisywać drukarki do użytkowników lub komputerów, automatyzować instalację sterowników, mapować drukarki według lokalizacji oraz kontrolować dostęp do urządzeń drukujących. Jest to najczęściej stosowana metoda w szkołach, firmach i instytucjach, zapewniająca pełną standaryzację środowiska druku.

13.1. Metody wdrażania drukarek przez GPO

W Windows Server dostępne są trzy główne sposoby:

a) Group Policy Preferences (GPP) – Printers *(najczęściej stosowane)*

Narzędzie **Preferences > Control Panel Settings > Printers** umożliwia:

- dodanie drukarki jako:
 - **TCP/IP Printer** (IPP, IPPS, RAW, LPR),
 - **Shared Printer** (np. \\SERVER\Drukarka01),
- przypisywanie drukarek **per użytkownik** lub **per komputer**,
- usuwanie, aktualizację i modyfikację mapowania,
- użycie **Item-Level Targeting** do precyzyjnego kierowania drukarek.

b) Deploy with Group Policy (Print Management)

W konsoli **printmanagement.msc** można wybrać drukarkę > **Deploy with Group Policy**, a następnie:

- przypisać ją do użytkownika (User Configuration),
- przypisać ją do komputera (Computer Configuration).

Metoda ta automatycznie tworzy odpowiednie wpisy GPP.

c) GPO + IPP (nowoczesne środowiska)

Dla drukarek IPP/IPP Everywhere: **Preferences > Printers > TCP/IP Printer > Protocol: IPP**

Umożliwia wdrażanie drukarek *bez sterowników OEM* - z wykorzystaniem sterownika klasowego (IPP Class Driver).

13.2. Wdrażanie per użytkownik vs per komputer

Per użytkownik (User Configuration)

Drukarka mapuje się po zalogowaniu użytkownika, niezależnie od urządzenia. Stosowane w:

- szkołach (różne osoby logują się do tych samych stanowisk),
- biurach „hot-desk”,
- pracowniach komputerowych.

Per komputer (Computer Configuration)

Drukarka jest instalowana na stałe na danym urządzeniu. Stosowane w:

- sekretariatach,
- księgowości,
- recepcjach,
- pomieszczeniach z dedykowaną drukarką.

13.3. Item-Level Targeting (precyzyjne przypisywanie)

Item-Level Targeting (GPP > Common > Targeting) umożliwia wdrażanie drukarek tylko wtedy, gdy spełnione są konkretne warunki, np.:

- użytkownik należy do grupy AD (np. „Nauczyciele”),

- komputer jest w konkretnym OU (np. „Pracownia 203”),
- lokalizacja sieciowa (VLAN, adres IP),
- model komputera/laptopa,
- typ sesji (RDP vs lokalna).

Przykłady:

- **Drukarka „Sekretariat_HP” > tylko dla grupy „Sekretariat”**
- **Drukarka „Nauczycielska_A3” > tylko dla OU Nauczyciele**
- **Drukarka „Parter_BudynekA” > tylko dla urządzeń o adresie IP 10.1.10.x**

13.4. Wdrażanie drukarek IPP/IPP Everywhere przez GPO (nowoczesny model)

W środowiskach opartych na **drukowaniu bezsterownikowym** stosuje się: **Printers > New > TCP/IP Printer > Protocol: IPP**

np.: <https://drukarka01.school.local:443/ipp/print> Zalety:

- brak sterowników OEM,
- automatyczne pobieranie funkcji drukarki (IPP Printer Attributes),
- duża zgodność między systemami,
- brak ryzyka PrintNightmare.

Jest to model zalecany przez Microsoft od 2024–2025.

13.5. Point and Print – ograniczenia i zmiany bezpieczeństwa

Po incydentach typu PrintNightmare Microsoft:

- wymusił instalację sterowników **tylko przez administratorów**,
- całkowicie ograniczył możliwość pobierania sterowników OEM z serwera,
- wprowadził restrykcyjne polityki Point and Print.

W środowisku szkolnym/firmowym oznacza to:

Najlepsza praktyka:

- nie używać **Shared Printer + OEM drivers**
- używać **IPP Class Driver (driverless)** lub **publikacji AD + sterowniki klasowe**

13.6. Kolejność przetwarzania GPO dla drukarek

1. Komputer ładuje **Computer Configuration GPO**.
2. Po zalogowaniu użytkownika > przetwarzane są **User Configuration GPO**.
3. Potem wykonywane są **GPP Logon Actions**, w tym mapowanie drukarek.
4. Item-Level Targeting weryfikuje warunki.
5. Drukarka jest dodawana do profilu użytkownika / systemu.

13.7. Typowe problemy i rozwiązania

Problem	Przyczyna	Rozwiązanie
Drukarka nie mapuje się	Brak uprawnień do sterownika OEM	Przejdźcie na Class Driver / IPP
Drukarka widoczna, ale brak instalacji	Polityka Point and Print blokuje sterownik	Zastosowanie driverless printing
Komputer ignoruje GPO	Błąd RSOP / filtracja	gpupdate /force, sprawdzenie OU
Drukarka mapuje się wiele razy	Wielokrotne GPO	Konsolidacja GPP
Brak zgodności funkcji (duplex, kolor)	Sterownik OEM vs Class Driver	IPP Printer Attributes, Class Driver

13.8. Podsumowanie

Wdrażanie drukarek przez GPO zapewnia administratorowi:

- pełną kontrolę nad tym, kto i gdzie drukuje,
- automatyzację instalacji drukarek i sterowników,
- integrację z AD,
- standaryzację środowiska,
- bezpieczeństwo (przy wykorzystaniu IPP Class Driver + IPPS).

Nowoczesne podejście Microsoftu promuje model **driverless printing** (IPP/Mopria), ograniczając zależność od sterowników OEM i ryzyka związanego z Print Spoolerem.

13. Bezpieczeństwo usług druku

Bezpieczeństwo usług druku stanowi kluczowy element infrastruktury IT, szczególnie po ujawnieniu podatności związanych z usługą Print Spooler (m.in. PrintNightmare). Obejmuje kontrolę uprawnień, ochronę sterowników, zabezpieczenie komunikacji IPP/IPPS, polityki Point and Print, audyt zdarzeń oraz ograniczenie powierzchni ataku. Poniżej przedstawiono najważniejsze elementy bezpieczeństwa drukowania w środowisku Windows Server.

14.1. Kontrola dostępu (ACL) i delegowanie ról

Drukarki i kolejki wydruku w Windows posiadają własne listy kontroli dostępu (ACL):

- dostęp do drukowania (*Print*)
- zarządzanie dokumentami w kolejce (*Manage Documents*)
- zarządzanie drukarką (*Manage Printer*)

Kluczowe zalecenia:

- **nadawać uprawnienia wyłącznie określonym grupom (np. Nauczyciele, Sekretariat),**
- unikać nadawania roli **Printer Operators** - może zarządzać sterownikami, co bywa ryzykowne,
- roli **Administrator** używać ostrożnie; dostęp powinien być minimalny zgodnie z zasadą **least privilege**.

14.2. Zabezpieczenia Point and Print (po PrintNightmare)

Po incydentach z 2021 r. Microsoft zmienił zasady instalowania sterowników drukarek:

- **Tylko administratorzy** mogą instalować lub aktualizować sterowniki drukarek.
- Użytkownikom bez uprawnień admina system wyświetla:
 „Show warning and elevation prompt” – nawet przy drukarkach publikowanych z zaufanego serwera.

Klucz rejestru wymuszający politykę:

HKLM\Software\Policies\Microsoft\Windows NT\Printers\PointAndPrint

RestrictDriverInstallationToAdministrators = 1

Efekty:

- pełna blokada instalacji sterowników OEM przez użytkowników,
- wymuszenie modelu **driverless printing** (IPP Class Driver, Mopria),
- zwiększenie odporności na RCE i LPE.

14.3. Ochrona sterowników i migracja do modelu driverless

Sterowniki OEM (V3/V4) były jednym z głównych wektorów ataku w podatnościach typu PrintNightmare. Zalecenia:

- ograniczyć liczbę sterowników OEM na serwerze,
- stosować wyłącznie **podpisane, package-aware drivers**,
- preferować **sterowniki klasowe (IPP Class Driver)**,
- unikać instalacji sterowników producenta na stacjach roboczych,
- rozważyć całkowite odejście od V3/V4 na rzecz IPP.

14.4. Szyfrowanie i certyfikaty – IPPS (HTTPS)

Komunikacja z drukarką powinna być szyfrowana:

- **IPP (HTTP/631)** → nieszyfrowane, tylko w sieciach zaufanych

- **IPPS (HTTPS/443)** → szyfrowane TLS 1.2+, zalecane standardowo

Konfiguracja IPPS obejmuje:

- certyfikat TLS na drukarce (z CA organizacji lub certyfikatem publicznym),
- włączenie IPPS w IIS przy Internet Printing,
- wyłączenie protokołów HTTP/RAW/LPR.

Korzyści:

- ochrona przed sniffingiem i MITM,
- bezpieczna autoryzacja,
- zgodność z WPP (Windows Protected Print) i modelami Zero Trust.

14.5. Audyt, logowanie i monitoring

Bezpieczne środowisko druku powinno rejestrować:

- logi zadań drukowania (czas, użytkownik, drukarka),
- błędy i zdarzenia Print Spooler,
- restart/awarie bufora,
- nieudane próby instalacji sterownika,
- zmiany konfiguracji drukarki.

Dodatkowo:

- monitorowanie stanu urządzeń przez **SNMP** (toner, jam, offline),
- możliwość inspekcji katalogu bufora: %SystemRoot%\System32\Spool\Printers,
- regularna analiza dzienników: **Applications and Services Logs** → **Microsoft** → **Windows** → **PrintService**

14.6. Ograniczenie powierzchni ataku

W środowisku serwerowym zaleca się:

- wyłączyć usługę **Print Spooler** na serwerach, które **nie muszą drukować** (DC, serwery aplikacyjne, serwery plików): Stop-Service spooler Set-Service spooler -StartupType Disabled
- ograniczyć dostęp do drukarek przez VLAN/ACL,
- wyłączyć protokoły **RAW 9100, FTP Printing, Telnet**, jeśli nie są potrzebne,
- stosować segmentację sieci: osobny VLAN dla drukarek,
- aktualizować firmware drukarek,
- blokować dostęp do panelu WebUI drukarek z sieci użytkowników.

14.7. Polityki GPO wzmacniające bezpieczeństwo

Najważniejsze ustawienia:

- **Point and Print Restrictions** – tylko admin może instalować sterownik,
- **Package Point and Print – Approved Servers** – określenie zaufanych serwerów,
- **RestrictDriverInstallationToAdministrators = 1**,
- wyłączenie automatycznej instalacji V3,
- wymuszenie IPP Class Driver jako standardu drukowania.

14.8. Podsumowanie

Bezpieczeństwo usług druku wymaga połączenia:

- ✓ kontroli uprawnień (ACL, delegowanie),
- ✓ stosowania sterowników klasowych zamiast OEM,
- ✓ szyfrowanej komunikacji IPPS,
- ✓ ścisłych polityk Point and Print,
- ✓ regularnego audytu i monitoringu,

✓ ograniczenia powierzchni ataku (VLAN, wyłączanie Spoolera, blokowanie RAW 9100),

✓ aktualizacji Windows i firmware urządzeń.

Nowoczesne środowiska przechodzą na **driverless printing (IPP Everywhere, Mopria)** oraz **Windows Protected Print**, co znacząco podnosi bezpieczeństwo i upraszcza zarządzanie.

14. Bufor wydruku i katalog spool

Bufor wydruku (Print Spooler) to usługa odpowiedzialna za przyjmowanie, przechowywanie i przetwarzanie zadań drukowania.

Pracuje w oparciu o lokalny katalog **spool**, w którym przechowywane są tymczasowe pliki *.spl* oraz *.shd* odpowiadające aktualnym zadaniom.

14.1. Lokalizacja katalogu spool

Domyślny katalog bufora w systemach Windows:

%SystemRoot%\System32\Spool\Printers

W środowiskach o **dużym wolumenie wydruków** (szkoły, biura, sekretariaty) zaleca się:

- przeniesienie katalogu na **szybki dysk SSD**,
- zastosowanie osobnego wolumenu z większą pojemnością,
- izolację katalogu od wolumenu systemowego – mniejsze ryzyko uszkodzeń i szybsza diagnostyka.

14.2. Działanie bufora druku

Bufor:

- przechowuje zadania w postaci tymczasowych plików *.spl* i *.shd*,
- przekazuje dokument do sterownika drukarki,
- umożliwia zatrzymywanie, wznowianie i usuwanie zadań,
- obsługuje priorytety oraz przetwarzanie wielu kolejek.

Stabilne działanie bufora jest kluczowe w każdym serwerze wydruku.

14.3. Typowe problemy z katalogiem spool

Najczęściej spotykane symptomy:

- zatrzymane zadania w kolejce,
- niemożność anulowania wydruku,
- komunikat „Print Spooler stopped”,
- błędy sterowników drukarek,
- długie przetwarzanie dużych plików (PDF, grafika, pliki CAD).

14.4. Procedura czyszczenia bufora

Standardowy sposób naprawy problemów ze Spoolerem:

1. **Zatrzymaj usługę Print Spooler** net stop spooler
2. **Wyczyść katalog:** %SystemRoot%\System32\Spool\Printers (usuń wszystkie pliki, ale nie katalogi)
3. **Uruchom ponownie usługę:** net start spooler
4. **(Opcjonalnie) zaktualizuj sterownik drukarki**, jeśli problem powraca.

14.5. Rekomendacje administracyjne

- ✓ Przenieś katalog spool na szybki dysk (SSD/NVMe) w środowiskach wysokiego obciążenia.
- ✓ Regularnie monitoruj zawartość katalogu i stan usługi Spooler.
- ✓ Ogranicz liczbę sterowników OEM – częsta przyczyna awarii bufora.
- ✓ Wyłącz **zaawansowane funkcje drukowania** (np. Processor → RAW zamiast EMF), gdy sprawiają problemy.
- ✓ W przypadku środowisk krytycznych stosuj **monitoring Print Spooler** i alerty (Event Viewer → PrintService).

14.6. Podsumowanie

Bufor wydruku i katalog spool są kluczowymi elementami działania usług drukowania. Właściwa lokalizacja, regularne czyszczenie i kontrola stabilności Spoolera pozwalają zapobiegać awariom, przyspieszyć obróbkę wydruków i poprawić niezawodność całej infrastruktury druku.

15. Pule wydruków (Printer Pooling)

Jedna kolejka logiczna wykorzystująca wiele portów/urządzeń fizycznych; rozkładanie obciążenia i wyższa dostępność.

Warunki: zgodność sterowników, najlepiej ten sam model/rodzina; urządzenia zbliżone lokalizacyjnie.

Przykłady zastosowań: sale nauczycielskie, sekretariat, laboratoria z wysokim wolumenem wydruków.

W pulach wydruków w systemie Windows Server 2019 chodzi o zarządzanie zadaniami drukowania poprzez grupowanie drukarek w logiczne jednostki. Pule wydruków ułatwiają zarządzanie różnymi aspektami drukowania, takimi jak priorytety, uprawnienia, ustawienia drukowania oraz monitorowanie zadań. Podstawowe informacji na temat pul wydruków w Windows Server 2019:

a. Definicja pul wydruków:

- Pula wydruków to grupa drukarek, które są zbiorczo zarządzane i udostępniane użytkownikom lub grupom w sieci.
- Każda pula może mieć swoje indywidualne ustawienia, priorytety i uprawnienia.

b. Zalety pul wydruków:

- Umożliwiają logiczne grupowanie drukarek, co ułatwia zarządzanie nimi.
- Pozwalają na efektywne przypisywanie zadań drukowania do konkretnych drukarek w zależności od preferencji i priorytetów.
- Umożliwiają łatwe zarządzanie uprawnieniami dostępu do drukarek w pulach, co zapewnia bezpieczeństwo.

c. Konfiguracja pul wydruków:

- Pule wydruków mogą być skonfigurowane za pomocą narzędzi administracyjnych takich jak "Zarządzanie drukowaniem" (Print Management) lub przez Panel Sterowania.
- Administrator może tworzyć nowe pulę, dodawać do niej drukarki oraz definiować preferencje drukowania dla użytkowników.

d. Priorytety pul wydruków:

- Każda pula może mieć przypisany priorytet, który określa, która pula ma pierwszeństwo w obsłudze zadań drukowania, gdy wiele pul jest dostępnych.
- Priorytety mogą być używane do kontrolowania przepustowości drukarek w zależności od potrzeb i wymagań użytkowników.

e. Uprawnienia dostępu:

- Administratorzy mogą definiować uprawnienia dostępu do pul wydruków, określając, które grupy użytkowników mają prawo korzystać z określonych pul.
- To pozwala na skonfigurowanie różnych poziomów dostępu dla różnych użytkowników w sieci.

f. Monitorowanie i zarządzanie zadaniami:

- Pulę wydruków można monitorować za pomocą narzędzi administracyjnych, co umożliwia śledzenie zadań drukowania, identyfikowanie problemów oraz zarządzanie kolejkami wydruków.

W skrócie, pule wydruków w Windows Server 2019 są istotnym elementem architektury drukowania, umożliwiającym efektywne zarządzanie zadaniami drukowania, drukarkami oraz uprawnieniami dostępu w sieciowej infrastrukturze Windows. Dają one administratorom elastyczność i kontrolę nad procesem drukowania w organizacji.

16 Modele pracy systemu drukowania w sieci:

System drukowania w sieci lokalnej może pracować w kilku modelach, zależnie od tego, jak zadania są kierowane do drukarek i w jaki sposób zarządzana jest kolejka. Poniżej przedstawiono trzy podstawowe architektury stosowane w środowiskach szkolnych i firmowych.

16.1. Model jednokolejkowy – pojedyncza drukarka w sieci

To najprostszy model pracy:

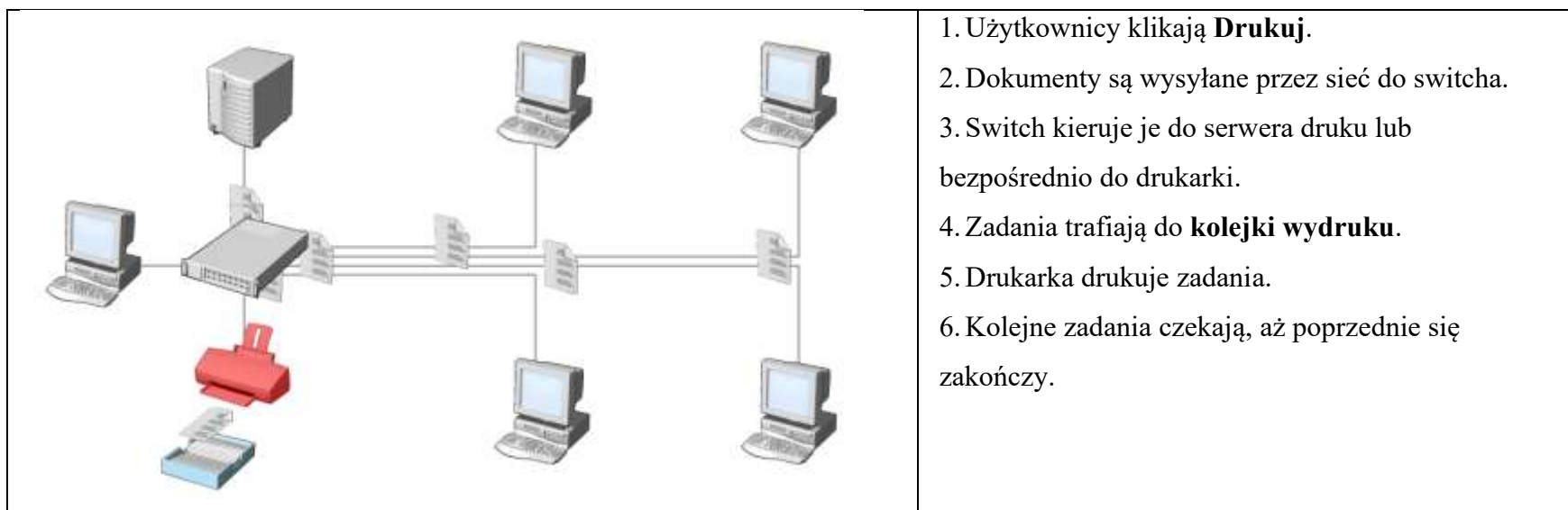
- użytkownik wysyła dokument do drukarki,
- zadanie trafia do **jednej kolejki wydruku**,
- drukarka przetwarza zadania sekwencyjnie,

- kolejne dokumenty oczekują, aż poprzednie zostaną wydrukowane.

Zastosowanie:

- małe pracownie,
- pojedyncze drukarki w biurze,
- środowiska o małym wolumenie druku.

Jak działa drukowanie w sieci lokalnej, czyli przesyłanie zadań drukowania z komputerów do drukarki poprzez switch:



Widoczne na schemacie „kartki w ruchu” symbolizują równoległe zadania oczekujące w kolejce.

Na schemacie drukarka jest zaznaczona na czerwono, aby zwrócić uwagę, że to *urządzenie docelowe* dla wszystkich zadań drukowania.

Kolor czerwony pełni tu funkcję wyróżnienia, a nie oznacza błędu.

16.2. Model pooling – jedna kolejka, wiele drukarek (Printer Pooling / Load Balancing)

W tym modelu:

- kilka drukarek jest przypisanych do **jednej logicznej kolejki**,
- użytkownik drukuje „na jedną drukarkę”,
- system automatycznie wybiera **pierwszą wolną drukarkę**,
- uzyskuje się efekt **równoległego druku i rozkładania obciążenia**.

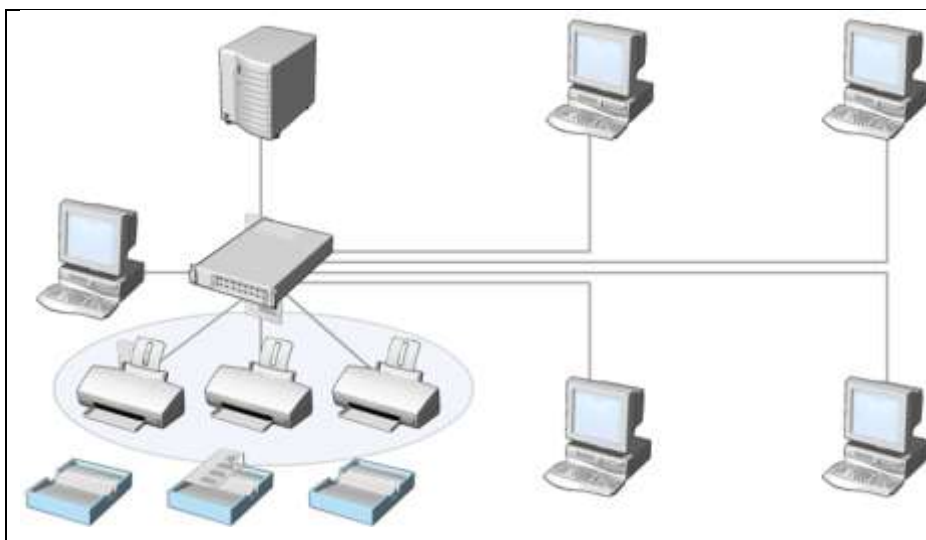
Zalety:

- brak kolejek przy dużym ruchu,
- szybsze przetwarzanie zadań,
- transparentne dla użytkownika.

Wymagania:

- drukarki tej samej rodziny/modelu,
- spójny sterownik (najlepiej IPP Class Driver / Mopria),
- zbliżona lokalizacja urządzeń.

System drukowania z kilkoma drukarkami (load balancing / podział obciążenia)



System drukowania, w którym wiele komputerów wysyła dokumenty do wspólnej kolejki, a kilka drukarek pracuje równocześnie. Zadania drukowania są rozdzielane na trzy drukarki, dzięki czemu drukowanie odbywa się szybciej i bez tworzenia się kolejek.

Schemat przedstawia działanie systemu drukowania z równoległą obsługą wielu drukarek. Można to nazwać:

✓ pulom drukarek (printer pool)

Drukarki tworzą jedną logiczną jednostkę.

Użytkownik drukuje na *jedną kolejkę*, a system wybiera wolną drukarkę.

✓ podziałem obciążenia (load balancing)

Zadania drukowania są rozdzielane, aby uniknąć kolejek na jednej drukarce.

✓ przyspieszeniem drukowania w dużych sieciach

Typowe rozwiązanie w szkołach, biurach, sekretariatach, uczelniach.

16.3. Model rozproszony – wiele drukarek, każda z własną kolejką

W tym modelu:

- każda drukarka działa jako osobna jednostka,

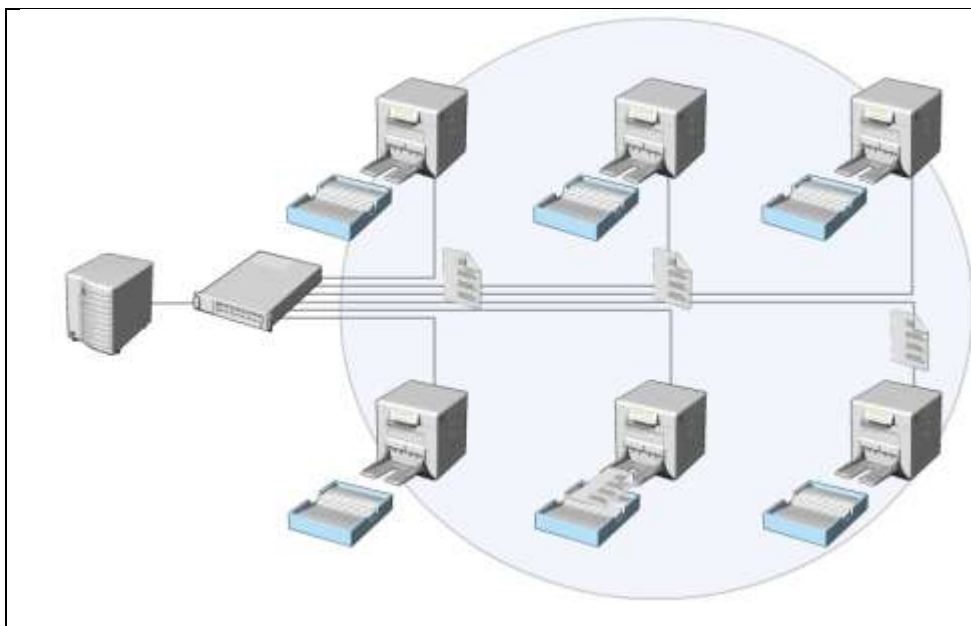
- serwer lub użytkownik wybiera konkretną drukarkę,
- każda ma osobną kolejkę i samodzielnie przetwarza zadania,
- serwer może monitorować stan urządzeń i przekierowywać zadania.

Zastosowanie:

- sekretariaty,
- działy administracyjne,
- punkty ksero,
- budynki z wieloma drukarkami na różnych piętrach.

Uwaga: To **nie jest pooling** – tutaj każda drukarka ma **oddzielną kolejkę**, a administrator sam decyduje, do której drukarki trafi zadanie.

System drukowania *tylko z drukarkami* (drukowanie rozproszone)



Schemat przedstawia rozproszony system drukowania, w którym serwer wysyła zadania do wielu drukarek sieciowych.

Każda drukarka odbiera dane ze switcha i drukuje niezależnie.

To umożliwia szybkie przetwarzanie wielu dokumentów w tym samym czasie.

Co to oznacza z punktu widzenia systemu drukowania?

- To nie jest pooling jednej kolejki (jak na poprzednim obrazku).
- To system wielu równoległych drukarek, każda z własną kolejką.

Serwer może: kierować zadania do wybranej drukarki, monitorować jej stan, przekierować zadanie, jeśli drukarka jest zajęta lub offline.

To typowe dla: działów administracji, sekretariatów, punktów ksero, dużych instytucji (szkoły, urzędy).

16.4. Tabela porównawcza – trzy modele drukowania

Poniżej znajduje się ujednolicona tabela porównująca wszystkie modele. Możesz ją wkleić bezpośrednio do dokumentu.

Model	Liczba drukarek	Liczba kolejek	Równomierne obciążenie	Wybór drukarki przez użytkownika	Zastosowania
Model jednokolejkowy	1	1	✗	✗	Małe biura, pracownie szkolne
Pooling (jedna kolejka, wiele drukarek)	wiele	1	✓ (automatyczne)	✗	Sekretariaty, pracownie z dużym obciążeniem, szkoły
Model rozproszony (wiele drukarek)	wiele	wiele	✗	✓	Rozproszone zespoły, administracja, punkty ksero

16.5. Problem braku kontroli miejsca wydruku

W środowiskach z wieloma drukarkami, bez systemu typu *pull printing* / *follow-me printing*, mogą wystąpić:

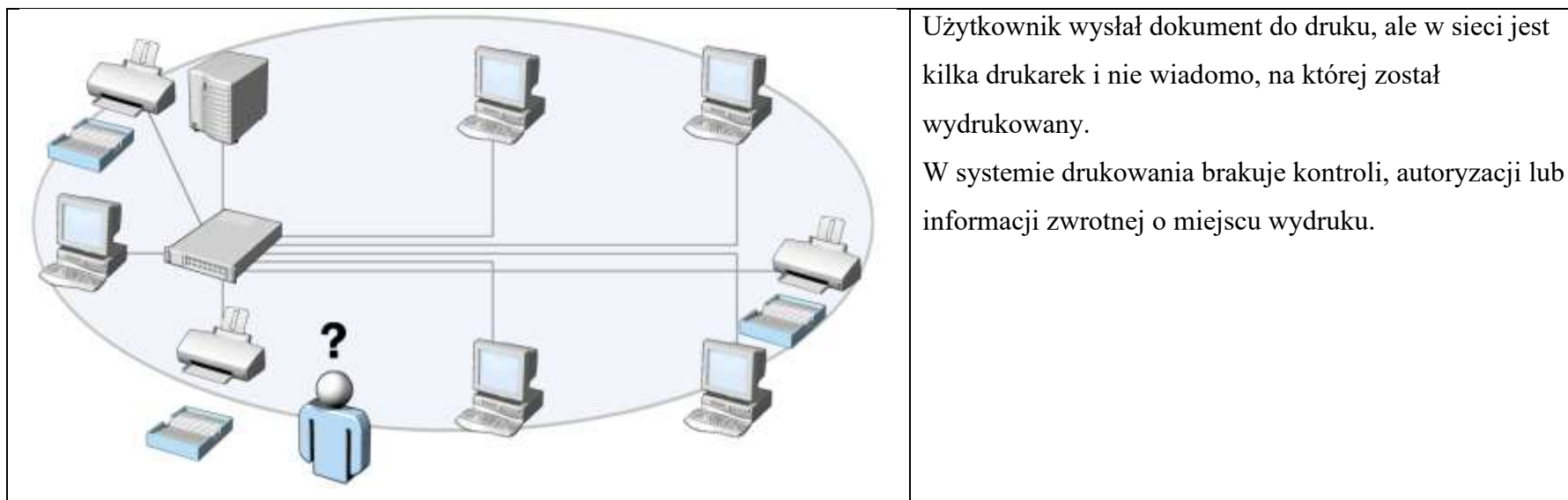
- przypadkowe wydruki na niewłaściwej drukarce,
- zagubienie dokumentów,
- brak poufności i ryzyko wycieku danych.

Przyczyna: brak centralnego mechanizmu uwierzytelniania użytkownika przy odbiorze wydruku.

Rozwiązania:

- system *follow-me / secure print* (wydruk czeka, aż użytkownik potwierdzi PIN/kartą),
- serwer wydruku z autoryzacją,
- oprogramowanie klasy MPS / PaperCut / YSoft / Equitrac.

Problem w systemie drukowania



Co to reprezentuje (technicznie)?

- Brak „pull printing” / „follow-me printing” (wydruk nie czeka na użytkownika – od razu trafia na losową drukarkę dostępną w puli).
- Drukowanie w puli drukarek bez komunikatu o wyborze drukarki.
- Brak identyfikacji użytkownika przy odbiorze wydruku.
- Ryzyko pomyłek, zagubionych wydruków, brak bezpieczeństwa dokumentów.

18. Kierunek zmian Microsoft (rozszerzona wersja)

W latach 2023–2025 Microsoft rozpoczął proces gruntownej przebudowy systemu drukowania w Windows, odchodząc od klasycznej architektury opartej na sterownikach OEM oraz usłudze Print Spooler jako głównym elemencie przetwarzania zadań. Nowy model skupia się na bezpieczeństwie, standaryzacji i druku bezsterownikowym (driverless printing).

Poniżej przedstawiono kluczowe kierunki zmian.

18.1. IPP/IPPS jako domyślny protokół drukowania

Microsoft uznaje **IPP (Internet Printing Protocol)** za współczesny, standardowy protokół druku, a **IPPS (IPP over HTTPS)** za domyślny wybór w środowiskach produkcyjnych.

Dlaczego IPP/IPPS?

- ✓ pełne szyfrowanie (TLS 1.2+),
- ✓ zgodność międzyplatformowa (Windows, Linux, macOS, ChromeOS, Android),
- ✓ wsparcie dla protokołów autodetekcji (mDNS/DNSSD),
- ✓ sterowanie funkcjami drukarki poprzez **IPP Printer Attributes**,
- ✓ fundament druku bezsterownikowego: Mopria, AirPrint, IPP Everywhere.

Konsekwencje w Windows Server / Windows 11

- W 2024–2025 Microsoft oznaczył protokoły RAW 9100 i LPR jako **legacy**.
- Windows coraz bardziej domyślnie stosuje dodawanie drukarek jako **IPP printers**.
- Architektura IPP wspiera Windows Protected Print i nowe sterowniki klasowe (IPP Class Driver).

18.2. Windows Protected Print – następca Point and Print

Windows Protected Print (WPP) to nowy model bezpieczeństwa druku zastępujący podatny mechanizm *Point and Print*.

Co zmienia Windows Protected Print?

- ✓ brak instalacji sterowników OEM przy podłączaniu drukarki,
- ✓ korzystanie ze sterowników klasowych Microsoft (IPP Class Driver),
- ✓ szyfrowane połączenie z drukarką (IPPS),
- ✓ pełna separacja od niebezpiecznych bibliotek OEM (DLL),
- ✓ odporność na podatności klasy PrintNightmare.

Cele WPP

- minimalizacja powierzchni ataku w Windows,
- eliminacja niepodpisanych, starych sterowników,
- ujednolicenie środowiska druku (szkoły, firmy, instytucje publiczne).

18.3. Rezygnacja ze sterowników OEM w Windows Update

Od 2024 Microsoft:

- **usuwa sterowniki producentów drukarek z Windows Update,**
- kieruje użytkowników na sterowniki klasowe (Class Drivers),
- wspiera w pełni Mopria/IPP Everywhere.

Dlaczego?

- sterowniki V3/V4 powodowały najwięcej awarii Print Spoolera,
- były źródłem krytycznych podatności (PrintNightmare, RCE),
- OEM oferowali setki wersji sterowników o różnej jakości.

W nowym modelu OEM mogą dostarczać własne aplikacje UWP, ale nie sterowniki.

18.4. Pełna integracja Mopria i driverless printing

Od 2024/2025 Windows ma **wbudowaną obsługę Mopria** oraz pełne wsparcie:

- **Mopria**

- **IPP Everywhere**
- **AirPrint (część IPP)**

To oznacza:

- ✓ drukowanie bez jakichkolwiek sterowników producenta,
- ✓ pełną automatyczną konfigurację drukarki,
- ✓ pobieranie funkcji drukarki przez IPP (duplex, kolor, media, rozdzielczość),
- ✓ plug-and-play na poziomie całej floty urządzeń.

Efekt: Windows działa jak Linux/macOS pod względem druku - uniwersalny standard zamiast niestabilnego ekosystemu sterowników.

18.5. Spooler – w kierunku ograniczenia roli lub zastąpienia

Chociaż Print Spooler nadal istnieje, Microsoft wyraźnie:

- ogranicza jego rolę,
- eliminuje dodawanie nowych funkcji zależnych od Spoolera,
- przenosi część przetwarzania na poziom protokołu IPP i drukarki,
- promuje architekturę "Spooler-light" dla IPP printers.

Docelowo środowisko IPP/IPPS nie wymaga klasycznej architektury spoolera – wiele nowoczesnych drukarek odbiera zadania w formacie PDF/JPEG/PWG Raster bez udziału GDI/XPS či backendu OEM.

18.6. Podsumowanie kierunku zmian (2024–2030)

Microsoft dąży do:

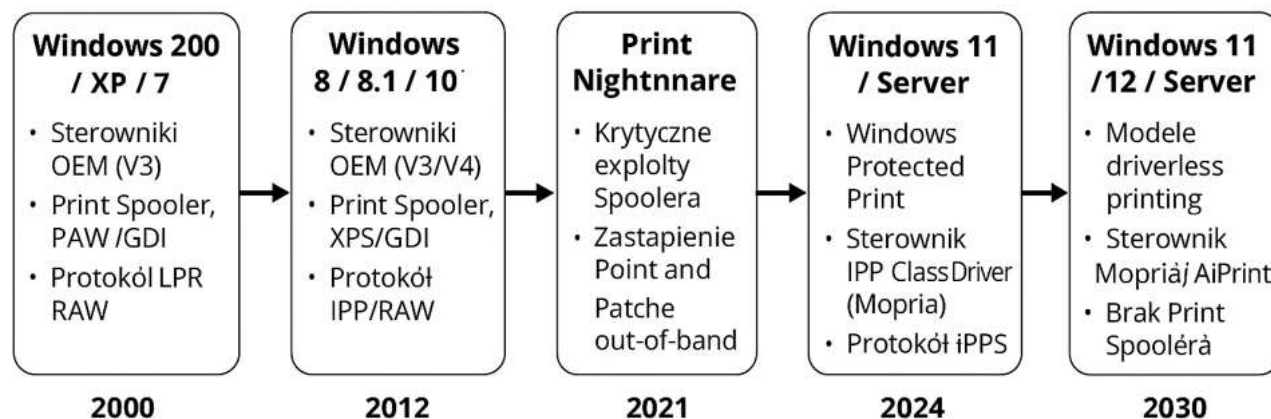
- ✓ pełnego odejścia od sterowników OEM,
- ✓ architektury opartej na IPP/IPPS i Mopria,
- ✓ uproszczonego, bezsterownikowego środowiska druku,

- ✓ znacznego ograniczenia roli Print Spoolera,
- ✓ zwiększenia bezpieczeństwa poprzez Windows Protected Print.

Nowy model to:

drukowanie jak w świecie mobilnym - zero sterowników, pełna automatyzacja, pełne bezpieczeństwo.

Ewolucja architektury tworzenia wydruku Microsoft (2000 – 2030)



19. Podsumowanie

Architektura usług druku i dokumentów w środowisku Windows Server (2008–2025) dostarcza kompletne narzędzia umożliwiające administrację drukowaniem w sieciach firmowych i szkolnych. Obejmuje ona konfigurację ról serwera wydruku, zarządzanie sterownikami, kolejkami, portami i protokołami, a także mechanizmy publikacji w Active Directory oraz automatyzację wdrażania drukarek przy użyciu zasad grup (GPO).

Dokument przedstawia pełny zakres wiedzy niezbędnej administratorowi systemów, od fundamentów działania usług druku (Print Spooler, kolejki, porty, protokoły – RAW, LPR, IPP/IPPS, WSD), przez modele organizacji infrastruktury (drukarki lokalne, sieciowe, pooling, modele rozproszone), aż po nowoczesne standardy druku bez sterowników (IPP Everywhere, Mopria, AirPrint) wprowadzone w systemach Windows 10/11 i Windows Server.

Szczególny nacisk położono na obszary bezpieczeństwa po incydencie PrintNightmare: polityki Point and Print, ograniczenie sterowników OEM, stosowanie sterowników klasowych, Windows Protected Print oraz pełne szyfrowanie komunikacji IPPS. Dokument obejmuje również praktyczne techniki diagnostyki (logi PrintService, naprawa Spoolera, analiza błędów sterowników), a także zalecenia administracyjne dotyczące wydajności, stabilności oraz segmentacji sieci.

Całość stanowi kompletną podstawę teoretyczno-praktyczną do pracy administratora usług druku w środowisku Windows Server oraz do przechodzenia na nowy model architektury Microsoft oparty na drukowaniu bezsterownikowym (driverless printing) i protokole IPP jako standardzie 2024–2030.

Załącznik: Źródła i odwołania (skrót)

Oficjalna dokumentacja Microsoft

- Microsoft Learn – *Troubleshoot printing and best practices; Printing overview; Print and Document Services; Windows printing architecture; Group Policy settings for printers.*
- Microsoft – dokumentacja obecnych standardów IPP/IPPS, Windows Protected Print i sterowników klasowych.

Aktualizacje i poprawki bezpieczeństwa

- KB5005010, KB5005652 – zmiany w politykach **Point and Print**, blokada instalacji sterowników przez użytkowników nie-administratorów.
- Microsoft Security Response Center (MSRC) – komunikaty dotyczące zabezpieczeń usługi Print Spooler.

Analizy podatności PrintNightmare (CVE-2021-34527)

- National Vulnerability Database (NVD).
- Rapid7 – analiza bezpieczeństwa i proof-of-concept.
- SentinelOne – szczegółowe omówienie exploitów.
- Blog **itm4n** – analiza techniczna i konsekwencje dla architektury druku (2024–2025).

Protokół WSD i IPP/IPPS – dokumentacja producentów

- Xerox, Konica Minolta, Ricoh, Fiery – dokumentacje protokołów sieciowych i opis obsługi WSD, RAW, LPR/LPD, IPP.
- Artykuły branżowe: 4sysops, PaperCut – omówienia IPP Everywhere, Mopria, oraz migracji do druku bezsterownikowego.

Deprecjacja protokołu LPR/LPD

- Heise, The Register oraz komunikaty producentów MFP – informacje o wycofywaniu LPR/LPD oraz przesunięciu standardu w kierunku IPP/IPPS i Mopria.