Poznajemy zasilanie

Opowieść o wojnie prądów i serwerze, który nie może zgasnąć.

- Zasilanie: wojna prądów, UPS i serwer, który nie może zgasnąć

Zasilanie: wojna prądów, UPS i serwer, który nie może zgasnąć

Poziom: podstawy **Dotyczy: serwerownia Zielonej w Pamiątkowie, UPS 20 kVA**

Czas: ~15 min

Ta strona otwiera książkę o prądzie w serwerowni: skąd się bierze, którędy płynie i co robimy, gdy go zabraknie. Zaczynamy od XIX wieku, bo spór o to, jaki prąd ma płynąć w gniazdku, rozstrzygnął się wtedy i do dziś wpływa na każdy zasilacz w naszej szafie. Na końcu pokazujemy, jak ułożona jest książka.

Skróty użyte na tej stronie (6)

Skrót	Co znaczy
APC	Angled Physical Contact: polerowanie czoła złącza światłowodowego ściętego pod kątem 8 stopni, które odbija światło w płaszcz, oznaczane kolorem zielonym
GPL	General Public License: otwarta licencja oprogramowania, na której opierają się MySQL Community i MariaDB
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers: międzynarodowa organizacja inżynierów, która m.in. wydaje normy i przyznaje kamienie milowe w historii techniki
kVA	Kilowoltoampery: moc pozorna zasilacza UPS, określa, jaki sprzęt może on zasilić
SEP	Stowarzyszenie Elektryków Polskich: wydaje świadectwa kwalifikacyjne elektryków
UPS	Uninterruptible Power Supply: zasilacz awaryjny, podtrzymuje zasilanie urządzeń na czas zaniku napięcia z sieci

Skąd się wzięło

> **Pojęcie: prąd stały i przemienny.** W prądzie stałym napięcie ma cały czas ten sam kierunek, tak jak w baterii. W przemiennym zmienia kierunek, w Polsce 50 razy na sekundę, czyli 50 Hz, i dzięki temu można go łatwo podnosić i obniżać transformatorem.

Wojna prądów

4 września 1882 roku Thomas Edison uruchomił w Nowym Jorku elektrownię Pearl Street Station, która dostarczała prąd stały o napięciu 110 V. Na początku zasilała 82 odbiorców i około 400 lamp [1]. Prąd stały trudno przesłać daleko, bo przy niskim napięciu płynie duży prąd, a przewody grzeją się i tracą energię. Elektrownia musiała więc stać blisko odbiorców.

Thomas Edison w laboratorium. Jego sieć prądu stałego z 1882 roku wymagała elektrowni blisko każ

Thomas Edison w laboratorium. Jego sieć prądu stałego z 1882 roku wymagała elektrowni blisko każdego odbiorcy. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Przeciwnicy Edisona postawili na prąd przemienny. W 1886 roku William Stanley zbudował w Great Barrington sieć przemienną z transformatorami, a w lipcu 1888 roku George Westinghouse kupił licencję na patenty Nikoli Tesli dotyczące silnika wielofazowego [2]. Spór nazwano wojną prądów. Rozstrzygnęły go liczby, a nie sympatie: przy tej samej mocy sto razy wyższe napięcie oznacza sto razy mniejszy prąd, a straty w przewodzie maleją dziesięć tysięcy razy.

Nikola Tesla około 1890 roku. Jego silnik wielofazowy sprawił, że prąd przemienny zaczął napędzać r

Nikola Tesla około 1890 roku. Jego silnik wielofazowy sprawił, że prąd przemienny zaczął napędzać maszyny, a nie tylko świecić. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

W 1893 roku Westinghouse wygrał przetarg na oświetlenie wystawy światowej w Chicago, a potem kontrakt na elektrownię przy wodospadach Niagara [3]. Elektrownia ruszyła 25 sierpnia 1895 roku, a 16 listopada 1896 roku prąd z niej oświetlił Buffalo, 20 kV przez około 40 km [3].

Generatory Westinghouse w elektrowni przy wodospadach Niagara, zbudowane dla sieci przemienne

Generatory Westinghouse w elektrowni przy wodospadach Niagara, zbudowane dla sieci przemiennej. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Wątek polski: Doliwo-Dobrowolski

Michaił Doliwo-Dobrowolski urodził się w 1862 roku w Gatczynie, a jego ojciec był polskiego pochodzenia [4]. W 1887 roku zaczął pracę w niemieckiej firmie AEG, a w 1889 roku zbudował silnik trójfazowy, czyli ten, który napędza do dziś większość maszyn przemysłowych [4]. 25 sierpnia 1891 roku na wystawie we Frankfurcie nad Menem pokazano przesył energii z Lauffen, 175 km, przy napięciu 15 kV i sprawności powyżej 75 procent [4]. W czerwcu 2025 roku IEEE odsłonił pamiątkowe tablice, między innymi w Szczecinie i w Zielonej Górze [4].

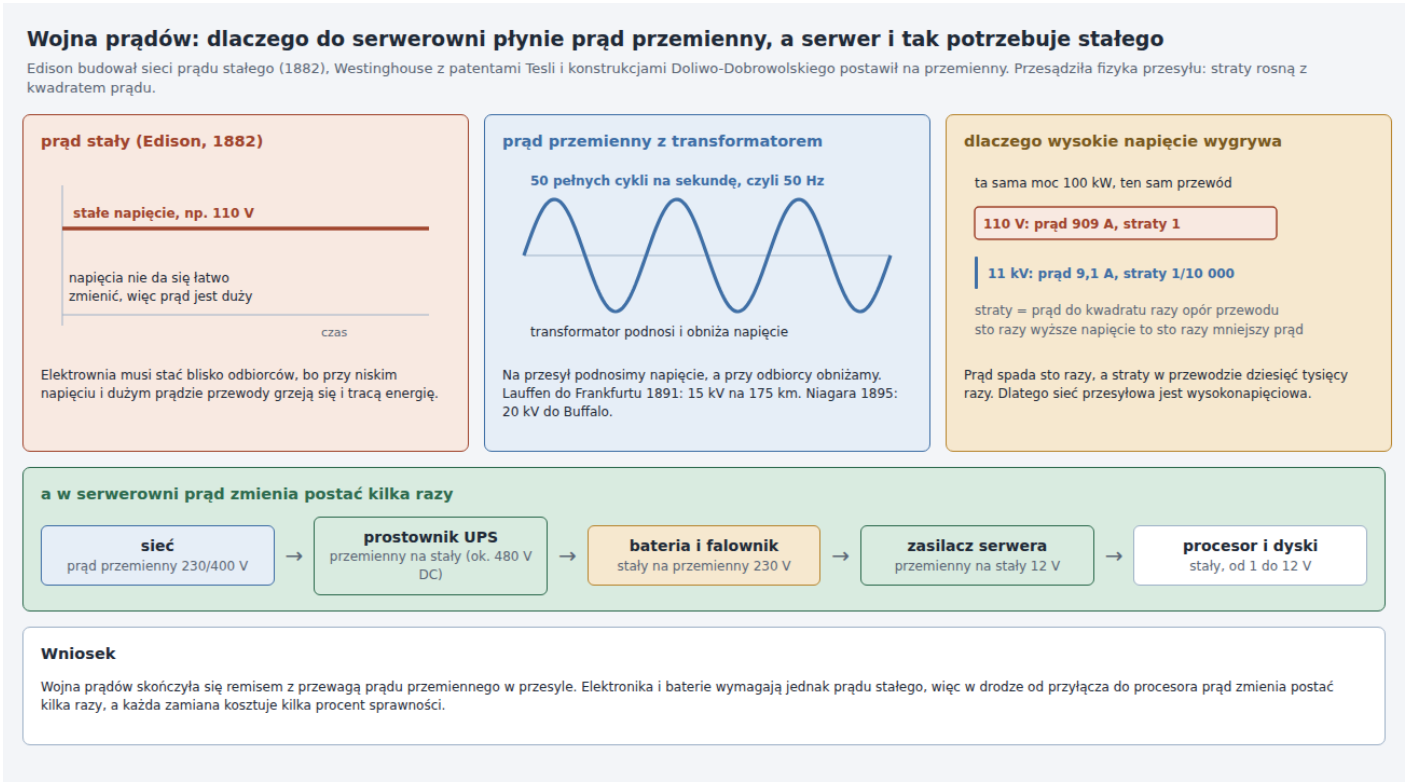
Na koniec XIX wieku sieć na całym świecie była przemienna. Wygrała nie dlatego, że prąd stały był zły, ale dlatego, że przemiennym łatwiej było dojść daleko.

Jak to działa w jednym obrazku

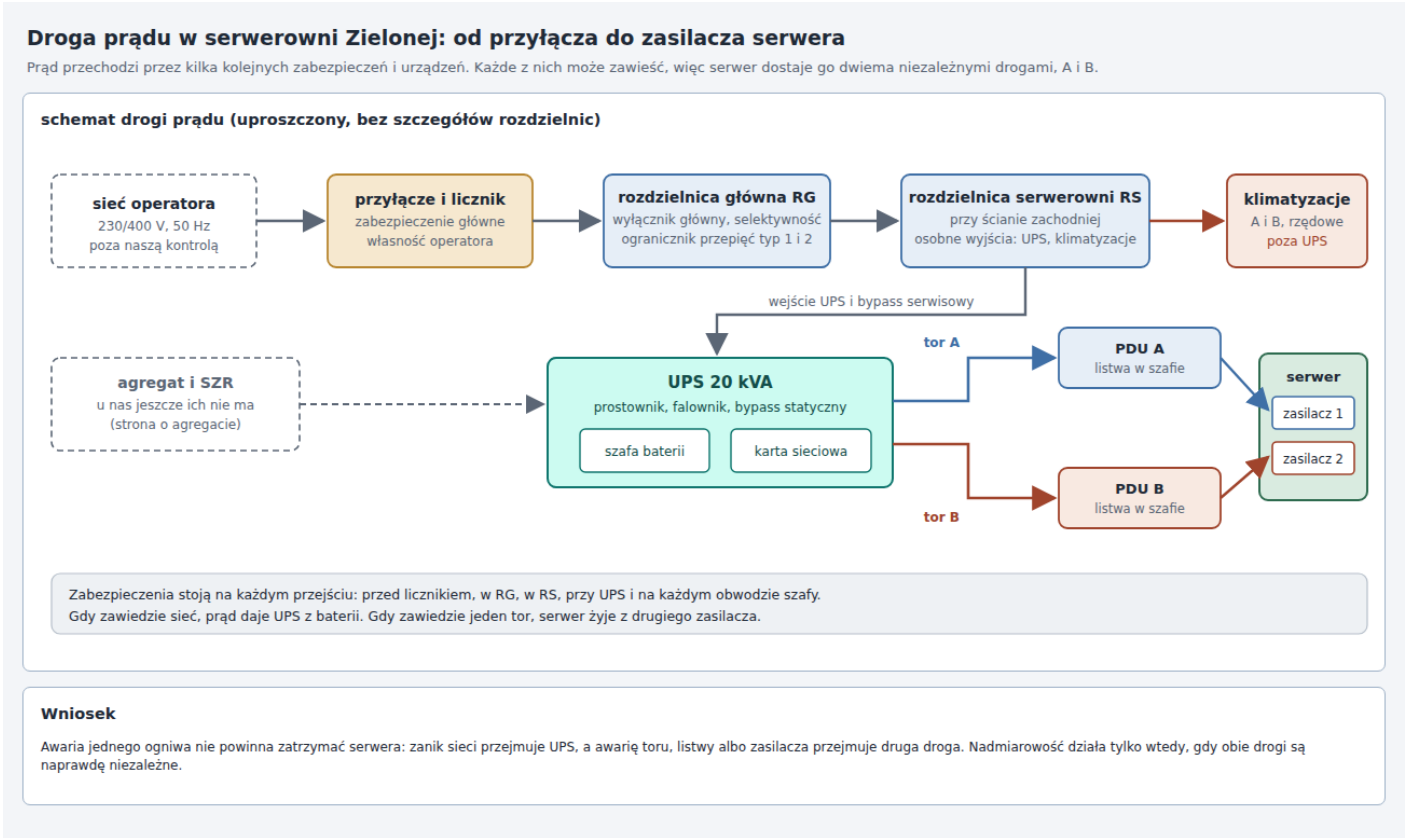
Prąd przemienny dociera do budynku, ale w serwerowni zmienia postać kilka razy. Zasilacz UPS zamienia go na stały, żeby ładować akumulatory, potem znów na przemienny dla serwerów, a zasilacz w serwerze jeszcze raz na stały o niskim napięciu dla procesora i dysków. Każda zamiana kosztuje kilka procent mocy, ale daje coś w zamian: odporność na zanik napięcia.

> **Pojęcie: UPS.** Zasilacz awaryjny z akumulatorem. Przy zaniku napięcia z sieci przejmuje zasilanie bez przerwy, a baterie kupują kilka do kilkunastu minut, żeby serwery zdążyły się wyłączyć po kolei.

Pierwsze zasilacze tego rodzaju były maszynami wirującymi: japoński Fuji Electric zbudował prototyp w 1954 roku [5]. Pierwszy UPS firmy APC, model 300PC, trafił na rynek w 1984 roku, a w 1989 roku pojawiło się oprogramowanie, które potrafiło łagodnie wyłączyć komputer, gdy baterie się kończyły [6]. Podobny program na licencji GPL, Network UPS Tools, powstał w 1998 roku [7]. Używamy go dziś.



Rysunek 1. Wojna prądów w jednym obrazku: prąd stały przy niskim napięciu i dużym prądzie traci energię, a transformator pozwala przesyłać ją przy wysokim napięciu. W serwerowni prąd zmienia postać kilka razy. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)



Rysunek 2. Droga prądu w serwerowni Zielonej: od przyłącza przez rozdzielnice i UPS do zasilacza serwera. Warto zauważyć dwa tory A i B oraz klimatyzacje zasilane poza UPS. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Dlaczego Zielona

> **Z ŻYCIA WZIĘTE**
>
> Wtorek 29 września, 19:20, trzeci dzień od końca miesiąca. W Pamiątkowie wyłącza się światło, UPS przechodzi na baterie i jedna z naszych szaf wydaje długi, przeciągły sygnał. Po 8 minutach kończą się baterie, które mają już sześć lat, i `hv01` oraz `hv02` gasną bez ostrzeżenia. Prąd wraca po 40 minutach, ale klaster wstaje godzinę, a księgowość pani Haliny kończy zamknięcie miesiąca dopiero w czwartek.

Serwerownia Zielonej ma UPS 20 kVA, dwa tory zasilania i dwie klimatyzacje, a mimo to jedna godzina bez prądu zatrzymała całą firmę. Nikt nie rozmawiał wcześniej o tym, ile czasu daje UPS, w jakiej kolejności wyłączamy maszyny i kto sprawdza stan baterii. Prezes, pan Zbigniew, zapytał tylko, co trzeba kupić. Ta książka odpowiada: najpierw policzyć, potem zamówić, potem odebrać, potem testować.

Mapa tej książki

Książka ma trzy rodzaje stron: teorię o tym, jak to działa, strony dla zamawiającego i odbierającego instalację oraz praktykę z monitoringiem i własnym pomiarem.

Strona	Na jakie pytanie odpowiada
Od przyłącza do zasilacza serwera: rozdzielnica, zabezpieczenia, tory A i B	Którędy płynie prąd i co może go zatrzymać po drodze
UPS: topologie, dobór i baterie	Czym się różnią rodzaje UPS, jak liczymy czas na baterii i kiedy wymieniamy ogniwa
PDU, agregat, SZR i ochrona przed przepięciami	Co jest między UPS a serwerem, co zastępuje sieć na dłużej i co chroni przed piorunem
Planowanie zasilania serwerowni: bilans mocy, zapas, rozbudowa	Ile mocy potrzebujemy, ile zapasu i jak opisać zamówienie dla wykonawcy
Odbiór instalacji od wykonawcy: lista kontrolna, pomiary, dokumenty	Jak sprawdzić instalację, zanim podpiszemy protokół

Strona	Na jakie pytanie odpowiada
Monitoring zasilania i łagodne wyłączanie: UPS, NUT, Zabbix	Jak serwery same wyłączają się w dobrej kolejności i jak dostajemy alarm
DIY: pomiar napięcia, prądu i energii na ESP32	Jak zmierzyć pobór prądu własnym urządzeniem i czego nie wolno robić bez uprawnień

Dla elektrycznych podstaw sięgamy do książki o uprawnieniach SEP: Aparaty zabezpieczające i Ochrona przeciwporażeniowa. Tu ich nie powtarzamy.

Powiązane: Serwerownia Zielonej: gdzie stoją czujniki i dokąd płyną alarmy, Warstwa fizyczna: wszystko, czego nie widać w terminalu

Źródła:

1. en.wikipedia.org: Pearl Street Station
2. en.wikipedia.org: War of the currents
3. en.wikipedia.org: Adams Power Plant, elektrownia przy wodospadach Niagara oraz energy.gov, historia elektrowni Niagara
4. en.wikipedia.org: Mikhail Dolivo-Dobrovolsky; ETHW, kamień milowy IEEE
5. Fuji Electric, historia energetyki i zasilaczy UPS: fujielectric.com
6. en.wikipedia.org: APC by Schneider Electric
7. en.wikipedia.org: Network UPS Tools