

TECH & BUSINESS INNOVATIONS



BIZNES & INNOWACJE

TECHNOLOGIA

ZARZĄDZANIE

TEMAT NUMERU

TWORZENIE WYDAJNYCH APLIKACJI WEBOWYCH Z WYKORZYSTANIEM JĘZYKA GO

WYŻSZA SZKOŁA EKONOMII I INFORMATYKI W KRAKOWIE

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie została utworzona ponad 20 lat temu z inicjatywy znanej krakowskiej firmy konsultingowo-szkoleniowej pracowników naukowych. Wieloletnie doświadczenie w pracach konsultingowych na rzecz przedsiębiorstw i instytucji publicznych pozwoliło nadać uczelni od początku odpowiedni profil praktyczny i ukierunkować ją pod kątem potrzeb rynku pracy.

Oferujemy studentom studia licencjackie, magisterskie oraz studia podyplomowe.

Studia I stopnia na kierunkach:

- Informatyka stosowana
- Zarządzanie
- Finanse i rachunkowość
- Logistyka

Studia II stopnia na kierunkach:

- Informatyka stosowana
- Zarządzanie

Uczelnia zatrudnia wykładowców ekspertów - praktyków, którzy nie tylko prowadzą zajęcia o charakterze praktycznym, ale również wchodzi w skład Senatu WSEI i mają bezpośredni wpływ na strategiczne decyzje uczelni.

Nasze wartości:

- Dbamy o wysoką jakość kształcenia praktycznego, odpowiadającego potrzebom rynku pracy.
- Współpracujemy z najpoważniejszymi firmami w regionie, tworząc elastyczne, szyte na miarę programy nauczania.
- Stawiamy na przyjacielską, otwartą atmosferę, ponieważ cenimy kreatywność, entuzjizm, pracę zespołową i partnerstwo.



OD REDAKCJI

TECH & BUSINESS INNOVATIONS to nowy magazyn popularnonaukowy Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie. Będziemy w nim prezentować najciekawsze wydarzenia i inicjatywy z życia uczelni, poruszać tematy istotne dla społeczności akademickiej WSEI oraz jej otoczenia biznesowego.

To przestrzeń do wymiany myśli i poglądów, analizy zagadnień kształtujących obszar biznesowo – technologiczny i nie tylko. Magazyn jest rozwijany dzięki zaangażowaniu pracowników, studentów, redaktorów przy wsparciu władz uczelni.

Magazyn będzie wydawany co 6 miesięcy w formie elektronicznej.

Zapraszamy wszystkich pracowników, współpracowników i studentów WSEI do współtworzenia **TECH & BUSINESS INNOVATIONS**, przesyłania propozycji tekstów oraz tematów, o których chcieliby Państwo przeczytać na adres: [**redakcja@wsei.edu.pl**](mailto:redakcja@wsei.edu.pl)

Redakcja magazynu
TECH & BUSINESS INNOVATIONS



REDAKCJA



REDAKCJA

DR HAB. INŻ. PIOTR SZYMCZYK, PROF. WSEI

DR ANNA DEREŃ

MGR MILENA PARFIENIUK-SŁOWIK

SEKRETARZ

MGR MAŁGORZATA ŻMUDZKA-KOSAŁA

OPRAWA GRAFICZNA

MGR PAULINA INGLOT

POZNAJCIE NASZĄ REDAKCJĘ

Zapraszamy wszystkich pracowników, współpracowników i studentów WSEI do współtworzenia TECH & BUSINESS INNOVATIONS, przesyłania propozycji tekstów oraz tematów, o których chcieliby Państwo przeczytać na adres: redakcja@wsei.edu.pl



SPIS TREŚCI

TECHNOLOGIA

Angular Signals – nowe podejście do reaktywności we frameworku Angular	7
Mikro i makro świata sieci VLAN	14
Tworzenie wydajnych aplikacji webowych z wykorzystaniem języka Go	17
Rola i znaczenie architektury w obszarze IT	21
Automatyzacja zarządzania podatnościami systemów informatycznych poprzez wykorzystanie chmurowej usługi Microsoft Azure Update Management w systemach Microsoft i Linux	26
Technologie multipleksacji w sieciach transmisji danych	30
Stałe wyliczeniowe jako obiekty w C#	34

BIZNES & INNOWACJE

Jak gry stały się najbardziej dochodową formą rozrywki?	40
Narzędzia i techniki wykorzystywane przy tworzeniu animowanych przerywników filmowych	45
Czy wielkoskalowe magazynowanie energii elektrycznej jest aby w ogóle realizowalne technicznie?	50
Dlaczego w nadchodzących latach grozi nam potężna katastrofa w sektorze elektroenergetyki?	62

ZARZĄDZANIE

Ewolucja Marketingu	78
---------------------	----

WYDAWCA

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie
ul. Św. Filipa 17, 31-150 Kraków

TECHNOLOGIA

Angular Signals – nowe podejście do reaktywności
we frameworku Angular **7 str.**

Mikro i makro świata sieci VLAN **14 str.**

Tworzenie wydajnych aplikacji webowych
z wykorzystaniem języka Go **17 str.**

Rola i znaczenie architektury
w obszarze IT **21 str.**

Automatyzacja zarządzania podatnościami systemów informatycznych poprzez wykorzystanie
chmurowej usługi Microsoft Azure Update Management w systemach Microsoft i Linux **26 str.**

Technologie multipleksacji
w sieciach transmisji danych **30 str.**

Stałe wyliczeniowe
jako obiekty w C# **34 str.**



ANGULAR SIGNALS - NOWE PODEJŚCIE DO REAKTYWNOŚCI WE FRAMEWORKU ANGULAR

mgr inż. Ryszard Brzegowy

STRESZCZENIE

Framework Angular budowany i utrzymywany przez firmę Google to drugi z najczęściej wybieranych frameworków do budowy aplikacji webowych. W aplikacjach klasy enterprise, Angular jest uważany za pierwszy wybór z uwagi na nacisk na skalowalność i pewność utrzymania aplikacji. W niniejszym artykule omówiony jest nowy sposób pracy z danymi asynchronicznymi we frameworku Angular. Praca opisuje dotychczasowe rozwiązania używane do pracy z danymi dostarczonymi asynchronicznie, powody, dla których powstały Angular Signals, sposób ich implementacji oraz integracji we frameworku. W dalszej części omawiany jest sposób pracy w środowisku mieszanym - wykorzystującym zarówno sygnały jak i strumienie. Jako ostatnie opisane zostały dobre praktyki w pracy z sygnałami i kierunki rozwoju aplikacji.

SŁOWA KLUCZOWE

Framework Angular, Frontend Development, Angular Signals, signal, computed, effect, untracked, programowanie reaktywne, programowanie deklaratywne, RxJS, strumienie, ZoneJS

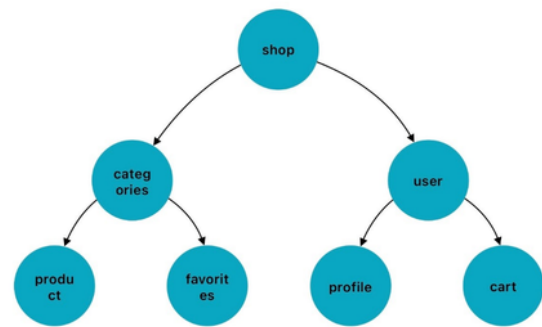
Przykładowy widok komponentu wraz z bindingiem (przypisaniem) danych z komponentu do widoku:

```

1 <h2>Koszyk zakupów</h2>
2 <section>
3   Zawartość:
4   <ul>
5     @for (product of shoppingCart.items; track $index) {
6       <li>{{ product.name }} - {{ product.price }} zł</li>
7     } @empty {
8       <li>Pusto tu:</li>
9     }
10  </ul>
11  <p>Dostawa: {{ shoppingCart.shippingCost }}</p>
12  <p>Rabat: {{ shoppingCart.discounts }}</p>
13  <p>Do zapłaty: {{ shoppingCart.totalToPay }} zł</p>
14  <button (click)="onCheckout()">Złóż zamówienie</button>
15 </section>
16

```

Aby synchronizacja danych została osiągnięta i zachowana przy późniejszych zmianach wartości, Angular wprowadził ideę Change Detektora. Change Detector to obiekt, którego rolą jest sprawdzenie, czy dane renderowane w widoku uległy zmianie. Jeśli tak się stało - Change Detector oznacza część widoku jako konieczną do ponownego renderowania. Każdy komponent posiada swój własny Change Detector, dodatkowo wszystkie Change Detektory tworzą drzewo detektorów analogicznie do drzewa komponentów.



Każdy z Change Detectors (nazywanych dalej CD), aby wykryć potencjalne możliwości braku synchronizacji danych, korzysta z zewnętrznej biblioteki ZoneJS. Biblioteka ta "obsługuje" wszystkie zdarzenia asynchroniczne generowane przez środowisko (np. pobranie danych z zewnętrznego zasobu) jak i wszystkie zdarzenia DOM, które obsługujemy w komponencie (np. kliknięcie w przycisk). Jeśli jakieś zdarzenie zostanie wygenerowane - ZoneJS powiadamia o tym fakcie CD. CD oznacza komponent jako "dirty" - wymagający sprawdzenia oraz powiadamia o tym fakcie wszystkie pozostałe CD [6].

Ten sposób pracy gwarantuje frameworkowi pełną informację o wszystkich potencjalnych zmianach w stanie projektu. Jednakże odbywa się to wysokim kosztem wielokrotnych, często niepotrzebnych cykli detekcji zmian - gdy potencjalne zmiany mogły zajść (np. użytkownik kliknął w przycisk), ale nie zaszyły (kliknięcie w przycisk nie zmieniło wartości wyświetlanych w widoku komponentu).

Jak nietrudno wywnioskować - powyższy sposób aktualizacji widoków komponentu nie prezentował najbardziej wydajnego sposobu detekcji zmian, był to raczej sposób najbezpieczniejszy.

Bardziej życiowo - wyobraźmy sobie Urząd Wydający Ważny Dokument (ZoneJS), który za każdym nowo utworzonym dokumentem dzwoni do czekającego na dokumenty Petenta (ChangeDetector) by poinformować, że został zmieniony stan zgłoszenia lub też został wygenerowany nowy dokument (niekoniecznie Petenta, być może jednego z tysięcy innych Petentów). Z wszystkich przekazanych informacji naszego Petenta interesuje tylko jedna - dokument czeka na odbiór. Podobnie jest z ZoneJS i ChangeDetectorem -

Wprowadzenie

W 2009 roku pod palcami Misko Hevery'ego oraz Adama Abrosna, ówczesnych pracowników Google, narodził się nowy pomysł na tworzenie aplikacji frontendowych - framework AngularJS [1]. Framework oparty o wzorzec Model-View-Controller oraz oddzielający logikę biznesową od budowy i zarządzania interfejsem użytkownika, wzbudził duże zainteresowanie rynku jako podstawa do budowy rozbudowanych aplikacji webowych.

W 2014 na bazie dobrych pomysłów projektowych i popularności AngularJS, w ramach zespołu Google powstała druga wersja AngularJS oparta o Typescript. Nowa wersja zyskała nazwę Angular by ją odróżnić od pierwowzoru, z którym nie była kompatybilna. Rynek entuzjastycznie przyjął nowe rozwiązanie, framework Angular był pierwszym a aktualnie pozostaje drugim [2] [3] (po React) najczęściej wybieranym frameworkiem do budowy aplikacji webowych. Nieprzerwanie [4] od tego czasu framework Angular jest rozwijany w cyklu 6-miesięcznym, w momencie pisania tego artykułu aktualna jest wersja 18 frameworka.

Od samego początku rozwoju Angulara, Google oparł pracę z danymi asynchronicznymi o zewnętrzną bibliotekę RxJS [5]. Biblioteka opiera swoje działanie o wzorzec behawioralny Obserwator. RxJS implementuje wzorzec udostępniając do wykorzystania obiekty strumieni, do których można się zapisać by otrzymać zmieniające się synchronicznie lub asynchronicznie dane.

W wersji Angular 16 zespół Google po raz pierwszy (w oficjalnej dystrybucji) zaprezentował w formie Developer Preview ideę pracy z asynchronicznymi danymi opartą o Angular Signals. Od wersji 17 frameworka sygnały są integralną częścią frameworka i zalecanym przez zespół Google sposobem pracy z danymi asynchronicznymi. Wraz z kolejnymi wersjami frameworka, dodatkowe biblioteki nie wchodzące w skład rdzenia frameworka są sukcesywnie migrowane z integracji z biblioteką RxJS na Angular Signals.

Dlaczego Angular potrzebuje Signals?

Aby odpowiedzieć na to pytanie należy przybliżyć działanie mechanizmu detekcji zmian w widoku komponentów aplikacji. Każdy komponent zbudowany jest z trzech podstawowych elementów: klasy komponentu (Typescript), stylów CSS oraz widoku komponentu (HTML). Rolą komponentu jest komunikacja z użytkownikiem - wyświetlanie dostarczonych mu danych oraz reagowanie na zdarzenia generowane przez środowisko (np. przeglądarkę) oraz samego użytkownika (np. wypełnienie formularza).

– ten ostatni wolałby otrzymać jedynie informację o zdarzeniach, które faktycznie wpłynęły na zawartość szablonu komponentu. W idealnym przypadku Change Detector nie powinien być informowany co spowodowało zmianę (to nie jest istotne z punktu widzenia renderowania komponentu), ale co się zmieniło.

Opisany powyżej problem jest jednym z głównych aspektów działania frameworka. Aspekt ten zaadresowany i rozwiązany przez nowe Angular Signals.

Czym są i jak działają Angular Signals?

Podstawowym typem sygnału dostępnym w Angularze jest obiekt typu *WritableSignal*. Tworzenie, odczyt i zapis do obiektu opiera się o Api z interfejsu *WritableSignal*:

```

1 // tworzenie WritableSignal
2   protected readonly user = signal<User | null>(null)
3
4 // dostęp do wartości WritableSignal
5   getUsername() {
6     return this.user()?.name
7   }
8
9 // aktualizacja wartości WritableSignal
10  setUser(user: User) {
11    this.user.set(user)
12    // lub
13    this.user.update(prevValue => user)
14  }

```

Dzięki powyższemu Api sygnał nie tylko jest w stanie przechować dane, ale co równie istotne - zostaje powiadomiony o zachodzącej zmianie. Ta informacja może zostać przekazana dalej do wszystkich subskrybentów sygnału.

Wykorzystanie sygnałów jako źródła informacji (subskrypcja) w szablonie komponentu:

```

1 <h2>Profil użytkownika</h2>
2 <p>Imię: {{ user()?.name }}</p>
3 <p>E-mail: {{ user()?.email }}</p>
4

```

Z punktu widzenia pracy CD istotny jest dla nas szczególnie odczyt danych z sygnałów bezpośrednio w widoku komponentu. Następuje tu fundamentalny przeskok w sposobie informowania CD o zmianach zachodzących w stanie komponentu/aplikacji.

Wcześniej - ZoneJS informował CD o zdarzeniu, które mogło (ale nie musiało) prowadzić do zmiany stanu. Teraz - widok komponentu poprzez użycie gettera Signal (przykład z grafiki: `user()`) zapisuje się do zmian zachodzących w wartościach poszczególnych sygnałów. Oznacza to, że każdorazowo, gdy wartość przechowywana w sygnale się zmieni - CD zostanie poinformowany o zachodzącej zmianie.

Następstwem powyższych zmian w architekturze przepływu informacji jest, w dalszej perspektywie Angulara [7], możliwość całkowitej rezygnacji z biblioteki ZoneJs i przejście na schemat subskrypcji do danych dostarczanych przez Signals.

Zmiana ta umożliwia znacznie wydajniejsze renderowanie widoków komponentu bez rezygnacji z pewności otrzymania informacji o zmianie stanu. Dodatkowym zyskiem jest usunięcie zewnętrznej biblioteki ZoneJS z zależności projektu.

Praca z danymi na bazie Signals

Computed

Funkcja `computed()` pozwala utworzyć sygnał tylko do odczytu (typu `Signal`) bazujący na innych sygnałach:

```
1 totalToPayInEur = computed(() => {
2   return this.shoppingCart().totalToPay / EurRate
3 })
4
```

Bardzo istotną cechą sygnałów na bazie `computed` jest jedno źródło informacji - wartość w takim sygnale może być zmieniona jedynie poprzez dostarczoną w argumencie funkcję. Znacząco utrudnia to możliwość zasilenia sygnału z innych niż przewidziane początkowo źródeł (co często prowadzi do tzw. "spaghetti code").

Wartości przechowywane w `Signal` podlegają memoizacji [8], tak więc kolejne wyliczenie wartości nastąpi dopiero po zmianie któregośkolwiek z sygnałów źródłowych. Wyliczanie wartości odbywa się leniwie (dopiero po zmianie sygnałów źródłowych i subskrypcji do sygnału). Oznacza to, że w szczególnym przypadku wyliczenie może nie wystąpić w ogóle.

Cechą charakterystyczną sygnałów pozostaje również fakt, że wyliczenie zawsze odbywa się asynchronicznie. Fakt ten może (nie musi!) stanowić problem przy próbie zmiany wartości w sposób synchroniczny:

```
1
2 promoCoins = signal(1)
3 promoCoinsDiscount = computed(() => {
4   console.log('Zmienił się stan monet')
5   this.promoCoins() > 10
6   ? 'Zyskujesz 10% rabatu'
7   : 'Jeszcze trochę brakuje!'
8 })
9 addPromoCoins() {
10  this.promoCoins.update(coins => coins + 1)
11  this.promoCoins.update(coins => coins + 1)
12  this.promoCoins.update(coins => coins + 1)
13 }
14
```

Po uruchomieniu metody `addPromoCoins()` nastąpi trzykrotna aktualizacja sygnału `promoCoins`. Sygnał `promoCoins` będzie posiadał informację o każdorazowej synchronicznej zmianie [9], jednak informacja o zmianie wartości sygnału zostanie rozpropagowana asynchronicznie (czyli po wszystkich synchronicznych zmianach wartości). Dlatego też aktualizacja wartości sygnału `promoCoinsDiscount` nastąpi tylko raz.

Effect

Funkcja `effect()` pozwala na zdefiniowanie reakcji na zmiany w sygnale/sygnałach. W odróżnieniu od `computed()`, efekt co do zasady nie tworzy nowych sygnałów i nie zmienia

wartości sygnałów już istniejących.

W uzasadnionych przypadkach możliwa jest zmiana wartości sygnału wewnątrz efektu, jednak należy na tę operację zezwolić za pomocą opcji `allowSignalWrites`:

```
1 promoCoinsLogger = effect(() => {
2   if (this.promoCoins() > 100) {
3     console.log('Ojj, chyba cheat!')
4     this.promoCoins.set(0)
5   }
6 }, { allowSignalWrites: true })
7
```

Do zmian wartości sygnałów wewnątrz `computed()` należy podchodzić szczególnie ostrożnie z uwagi na możliwość wywołania `circular dependency` (efekt zmienia sygnał, który ponownie wyzwała efekt, który zmienia sygnał itd.) Efekty przewidziane są do wykonywania scenariuszy bazujących na sygnałach, np.:

1. Zapis do lokalnej bazy danych
2. Logowanie zmian
3. Zmiany w strukturze DOM, które nie mogą bezpośrednio korzystać z mechanizmu `binding`, np. rysowanie w `<canvas>`.

Untracked

Funkcja `untracked()` może być stosowana wewnątrz `computed()` oraz `effect()`. `Untracked` rozwiązuje problem zbyt częstego wyzwalania `computed/effect` przez jeden lub więcej bazowych sygnałów:

```
1 tick = signal(0)
2 trafficLight = signal('zaton') | 'zielony' | 'czerwony' | 'zaton'
3 trafficLightChangeTick = computed(() => {
4   return 'Szukaj się zatonu na signal.trafficLight() w tick nr: ' + signal(tick)
5 })
6 trafficLightChangeTickUntracked = computed(() => {
7   return 'Szukaj się zatonu na signal.trafficLight() w tick nr: ' + signal(untracked(tick))
8 })
```

W powyższym przykładzie sygnał `tick` zmienia swoją wartość co 100ms, sygnał `trafficLight` co trzy sekundy. Projekt funkcjonalności zakłada, że sygnał `trafficLightChangeTick` powinien być wyliczony ponownie na każdą zmianę sygnału `trafficLight`. Ponieważ `computed()` jest wyzwalane na każdą zmianę każdego z sygnałów źródłowych, spowoduje to ponowne wyliczenie sygnału `trafficLightChangeTick` co 100ms (wyzwalaczem będzie sygnał `tick`) zamiast co trzy sekundy (sygnał `trafficLight`).

By zapobiec powyższemu problemowi należy zastosować dodatkową funkcję `untracked()`. Jej zastosowanie w sygnale `trafficLightChangeTickUntracked` zablokuje wyzwalanie przeliczania `computed` przez sygnały umieszczone wewnątrz `untracked`. Wyzwalanie przeliczenia będzie następowało jedynie dla zmian w `trafficLight`, przy każdym przeliczeniu `untracked` zwróci aktualną wartość sygnału `tick`.

Angular Signals i RxJS

W aplikacjach opartych o framework Angular, biblioteka RxJS pozostaje bazowym sposobem na przechowywanie stanu aplikacji. Jest też w dalszym ciągu używana do dostarczania danych asynchronicznych przez dodatkowe biblioteki Angulara (np. Router, HttpClient czy ReactiveForms).

Należy zaznaczyć, że Angular Signals nie powstało jako bezpośredni zamiennik dotychczas stosowanych strumieni, możliwości Signals są mocno ograniczone w porównaniu do rozbudowanego systemu strumieni i operatorów w RxJS.

W przypadkach, gdy konieczna jest konwersja sygnałów do strumieni (lub odwrotnie) można wykorzystać metody `toSignal(observable)` oraz `toObservable(signal)`.

```

1  const counter = signal(0)
2  const observableFromCounter = toObservable(counter)
3
4  const timer = new Subject()
5  const signalFromTimer = toSignal(timer, { initialValue: 1 })
6
7  const uploadedCount = new BehaviorSubject(10)
8  const signalFromUploadedCount = toSignal(uploadedCount, { requireSync: true })

```

Jak widać na załączonej grafice, samo stosowanie metod konwertujących jest trywialne. Koniecznie jednak trzeba zwrócić szczególną uwagę na konwersję strumieni do sygnałów. Te dwa pojemniki różnią się wymogiem posiadania wartości (każdy sygnał zawsze posiada wartość, strumień niekoniecznie).

Może to doprowadzić do dwóch potencjalnie niezgodnych sytuacji:

1. Strumień źródłowy nie posiada wartości. Ten przypadek można rozwiązać stosując dodatkową opcję konwersji `initialValue`. W przypadku jej braku początkową wartością sygnału będzie `undefined`. Przykład z grafiki – `signalFromTimer`.
2. Strumień źródłowy posiada wartość i zwraca ją synchronicznie. Ten przypadek rozwiązujemy za pomocą opcji `requiredSync`. Opcja ta powoduje, że pierwsza wartość tworzonego sygnału pobierana jest synchronicznie przy zapisie do strumienia źródłowego.

Dobre praktyki w pracy z Angular Signals

Dostarczanie danych do widoku komponentu

Wszystkie wartości dostarczane do widoku komponentu powinny być dostarczane jako sygnały. W wyjątkowych sytuacjach (zastane środowisko, dane pochodzące ze strumieni) źródłem danych może być strumień subskrybowany pipem `async`. Dzięki takiej praktyce `Change Detector` będzie zawsze informowany o zmianach i nie będzie konieczne korzystanie z `ZoneJS`. Przygotuje to komponent do działania w środowisku z trybem detekcji zmian "zoneless".

Konwersja na sygnał strumieni tworzonych dynamicznie z parametrem

Relatywnie częstym przypadkiem w aplikacjach jest generowanie strumienia na bazie przekazywanych parametrów. Klasycznym przykładem może być tutaj klient `http` i jego metody:

```

1  getDataFromApi(url: string) {
2      return this.httpClient.get(url)
3  }

```

W takim przypadku nie jest możliwa konwersja strumienia do sygnału za pomocą metody `toSignal` z uwagi na brak możliwości przekazania parametru (w przykładzie: `url`).

Są dwa możliwe rozwiązania problemu:

```

1 url = signal('someUrl')
2 // 1. efekt
3 readonly dataFromApi = signal<object | null>(null)
4 getWeather = effect(() => {
5   const url = this.url()
6   const data = this.getDataFromApi(url)
7   data.subscribe(data => this.dataFromApi.set(data))
8 }, { allowSignalWrites: true })
9
10 // 2. signal->toObservable->toSignal
11 dataFromApi2 = toSignal(toObservable(this.url)
12   .pipe(switchMap(url => this.getDataFromApi(url)))
13 )

```

Sposób pierwszy to efekt bazujący na sygnale url. Każda zmiana sygnału powoduje wywołanie metody `getDataFromApi()`, następnie subskrypcję do zwróconego strumienia i, jako efekt subskrypcji, zasilenie sygnału `dataFromApi` danymi. Metoda ta może być stosowana (w uproszczeniu) jedynie do strumieni, które zwracają tylko jedną wartość i zostają zakończone. W innych przypadkach metoda powinna zostać rozbudowana o mechanizm wypisywania się z potencjalnie wielu równoległych subskrypcji.

Druga metoda bazuje na podwójnej konwersji. Najpierw sygnał url jest konwertowany na strumień, następnie strumień zostaje przetworzony za pomocą operatora `switchMap` (który zarządza subskrypcją do wewnętrznego strumienia, może to być również inny operator), by na końcu znów dokonać konwersji strumienia zwróconego przez `getDataFromApi()` do sygnału. Ta metoda z uwagi na możliwość praktycznie dowolnego przetwarzania strumienia wewnętrznego pozostaje bezpieczna niezależnie od charakterystyki strumienia źródłowych.

Wykorzystanie signals we wszystkich źródłach danych komponentu

Komponenty frameworka Angular mogą być zasilane danymi na bazie:

1. Zewnętrznych serwisów. Jeżeli serwis dostarcza dane asynchroniczne może zwrócić bezpośrednio Signal lub strumień. Strumień może zostać skonwertowany do sygnału za pomocą funkcji `toSignal()`
2. Mechanizmu tzw. Inputs. Aby zapobiec konieczności tworzenia pojemników na sygnały i następnie zasilania ich wartościami w hook-u `ngOnChanges` [10] należy zastosować inputy oparte o sygnały:

```

1 // zamiast
2 @Input() url = undefined
3 // lepiej
4 url = input(undefined)
5
6 // zamiast
7 @Input() formValue = {}
8 @Output() formValueChange = new EventEmitter<object>()
9 // lepiej
10 formValue = model({})

```

Zarówno funkcja `input()` jak i `model()` zwracają sygnały (odpowiednio: `InputSignal` i `ModelSignal`). Pokazany w przykładzie `input url` pozostaje w komponentcie sygnałem tylko do odczytu (jego ustawienie następuje wyłącznie w szablonie komponentu rodzica). `FormValue` łączy w sobie `input` i `output` wykorzystując metodę two-way data binding znaną z `Template Forms` w Angularze. Wartość może zostać ustawiona zarówno przez rodzica jak i bezpośrednio z użyciem `signals` api (`.set(0, update())`). Dodatkowo, `formValue` może zostać potraktowany przez rodzica jako zwykły sygnał.

Blokowanie sygnałów oraz mutacji obiektów zwracanych przez sygnały

Rozważmy poniższy kod:

```

1
2 shoppingCart = signal<Cart | null>(null)
3
4 setCart(cart: Cart) {
5   this.shoppingCart.set(cart)
6 }
7
8 letDoSomethingCool() {
9   const cart1 = this.shoppingCart()
10  const cart2 = this.shoppingCart()
11  cart1.totalToPay = 1000
12  console.log(cart2.totalToPay) // 1000!
13
14 // i dalej, stwórzmy nowy sygnał. Bo możemy:)
15 this.shoppingCart = signal(cart1)
16 }

```

Przedstawione zostały dwa problemy:

1. Mutacji obiektów serwowanych przez sygnały (linie 8 i 9)
2. Możliwość niezamierzonej zmiany obiektu sygnału poprzez jego ponowną deklarację (linia 14)

Rozwiązanie powyższych problemów:

```

1
2 readonly shoppingCart = signal<Cart | null>(null)
3
4 setCart(cart: Cart) {
5   const newCart = { ...cart } as const
6   this.shoppingCart.set(newCart)
7 }
8
9 letDoSomethingCool() {
10  const cart1 = this.shoppingCart()
11  const cart2 = this.shoppingCart()
12  cart1.totalToPay = 1000 // nie uda się
13
14 // już nie możemy:)
15 this.shoppingCart = signal(cart1)
16 }

```

Mutacja obiektu sygnału została zablokowana za pomocą operatora `readonly` (linia 2). Mutacje obiektów serwowanych przez sygnał zostały zablokowane przez oznaczenie obiektu przechowywanego w sygnale "as const" (linia 5).

Podsumowanie

Trzy ostatnie wersje frameworka Angular określane są często jako "renesans" Angulara. Jedną z fundamentalnych zmian stała się częściowa rezygnacja z natywnego wykorzystania biblioteki `RxJS` na rzecz `Angular Signals`. `RxJS` jako biblioteka dalej pozostaje mocno wykorzystywanym przez Angulara narzędziem, jednak w kluczowym dla Angulara obszarze – renderowania danych, nie jest już potrzebna. `Angular Signals` przynoszą świeże (dla Angulara) i dobrze znane (dla osób piszących aplikacje w takich frameworkach jak `Solid` czy `Svelte`) spojrzenie na pracę z danymi asynchronicznymi. Jednak nie należy traktować sygnałów jako bezpośredniego następcy strumieni dostarczanych przez `RxJS`. Sygnały w aktualnej formie nie są

gotowe na taką zamianę (i przede wszystkim - nie do tego zostały zaprojektowane).

Sygnały stanowią aktualnie natywną część bazowej biblioteki frameworka. Umożliwia to głęboką integrację dostarczania danych asynchronicznych z pozostałymi mechanizmami frameworka. Integracja ta jest pogłębianą wraz z kolejnymi wersjami Angulara poprzez migrację kolejnych bibliotek Angulara.

Utworzenie Angular Signals stworzyło podwaliny do kolejnych optymalizacji – hybrydowego trybu detekcji zmian oraz docelowo – detekcji zmian bez użycia biblioteki ZoneJS. Również w wielu innych miejscach frameworka sygnały przynoszą znaczące uproszczenie i przyspieszenie działania kodu. Go Angular!

Załączniki

1. Repozytorium kodu prezentowanego w ramach artykułu: <https://github.com/rbrzegowy/angular-signals-new-reactivity>

Bibliografia

1. <https://www.statista.com/statistics/1124699/worldwide-developer-survey-most-used-frameworks-web/>
2. <https://angular.dev/>
3. <https://github.com/angular/angular>

[1] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Angular_\(framework\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Angular_(framework))

[2] <https://2023.stateofjs.com/en-US/libraries/front-end-frameworks/>

[3] Źródło: <https://www.statista.com/statistics/1124699/worldwide-developer-survey-most-used-frameworks-web/>

[4] Z kronikarskiego obowiązku należy wspomnieć, że została pominięta wersja Angular 3 frameworka (z uwagi na wykorzystywaną już wcześniej wersję 3 w module RouterModule).

[5] <https://rxjs.dev>

[6] W przypadku gdy CD korzysta z trybu OnPush informacja jest propagowana jedynie do gałęzi projektu, w której znajduje się CD. W przypadku gdy CD został odłączony od drzewa pozostałych CD – informacja nie jest propagowana.

[7] W Angular18 tryb zoneless jest już dostępny w formie eksperymentalnej

[8] Poprzednia wyliczona wartość jest zapamiętywana i zwracana dla każdego subskrybenta.

[9] Można to sprawdzić za pomocą opcjonalnego parametru equalFn – funkcji porównującej poprzednią i nową wartość sygnału. Funkcja zostanie wyzwolona tyle razy, ile razy nastąpi zmiana sygnału.

[10] Metoda ngOnChanges jest uruchamiana w komponencie każdorazowo przy zmianie wartości któregokolwiek z inputów.

Mikro i makro świata sieci VLAN

netblogger
(wykładowca WSEI)

Wstęp

Cel i zakres publikacji

Celem poniższej publikacji jest przedstawienie jak na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat zmieniało się podejście do tzw. VLAN'ów jakie wynikały z tego problemy i jak je rozwiązywano.

Zacznijmy od podania definicji sieci VLAN. Jak podaje źródło Wikipedia w wersji angielskojęzycznej jest to:

„A virtual local area network (VLAN) is any broadcast domain that is partitioned and isolated in a computer network at the data link layer (OSI layer 2).”[1],

Sieć VLAN rozumiemy jako logiczną reprezentację fizycznego obszaru sieci komputerowej, który jest ograniczony za pomocą tzw. domeny rozgłoszeniowej w drugiej warstwie modelu OSI.

Zwróćmy uwagę, że sieć VLAN nie jest ograniczona w żaden sposób przez medium, która je realizuje, ale tylko i wyłącznie przez tzw. domenę rozgłoszeniową, a ta z kolei jest zdefiniowana przez zbiór wzajemnie połączonych ze sobą urządzeń warstwy L1, L2; hubów, czy przełączników.

Rys historyczny

Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat definicja VLAN'u oraz sposób podejścia do implementacji VLAN'u uległa radykalnym zmianom. Zanim przejdziemy do konkretnych przykładów chciałbym żebyśmy odpowiedzieli sobie na fundamentalne pytanie:

W jakim celu stosujemy sieci VLAN?

Są dwa powody. Po pierwsze aby zapewnić izolację w warstwie drugiej modelu OSI pomiędzy tzw. sieciami/segmentami sieci. [2]

Po drugie aby ograniczyć rozmiar tzw. domeny rozgłoszeniowej [3].

Oba pojęcia wyjaśnię w dalszej części publikacji oraz przedstawię jaką odgrywają rolę z punktu widzenia sieci VLAN.

Musimy pamiętać, że do początku lat 80'ych ubiegłego wieku nie istniało pojęcie sieci VLAN, a co za tym idzie budowano sieci komputerowe bez ograniczenia ze względu na rozmiar domeny rozgłoszeniowej, gdyż fizycznie sieć realizowana była w oparciu o urządzenia warstwy pierwszej modelu OSI tzw. hub'y.

Dygresja: Można by stwierdzić odnosząc się do sieci z początku lat 80'tych, które chcielibyśmy zrealizować na współczesnym sprzęcie, że byłyby one

oparte na jednym i jedynym VLAN'ie z punktu widzenia rozmiaru domeny rozgłoszeniowej.

Sieci w owym czasie budowano w zależności od liczby podpiętych urządzeń końcowych /ograniczmy się tutaj w naszych rozważaniach do sieci typu Ethernet/ w oparciu o grupy urządzeń warstwy L1 budując tzw. gwiazdę z centralnym węzłem lub tzw. Rozszerzoną gwiazdę z kilkoma węzłami centralnymi, ale zawsze węzłem centralnym był na owe czasy hub, który z racji swojej definicji pracował tylko i wyłącznie w warstwie fizycznej nie rozumiejąc wyższych warstw w szczególności warstwy drugiej czy trzeciej.

Oznacza to, że czysto teoretycznie rozważając można zbudować domenę rozgłoszeniową o nieograniczonym obszarze, a co za tym idzie nieograniczonej liczbie punktów końcowych. Jeżeli pójdziemy dalej i pokryjemy hipotetycznych VLAN rozmiarem domeny rozgłoszeniowej to dostaniemy VLAN o nieograniczonym rozmiarze.

Co to oznacza?

Jeżeli nasze rozważania ograniczylibyśmy tylko i wyłącznie do warstwy drugiej modelu OSI i komunikacje w hipotetycznej sieci oparlibyśmy tylko i wyłącznie o adresację w warstwie drugiej L2, czyli bazując na adresach MAC można by zbudować ogromną sieć z jedną ogromną domeną rozgłoszeniową. Jedynym wówczas ograniczeniem byłby dla nas unikalny adres MAC.

Jednakże chciałbym w tym momencie uwspółcześić nasz rozważany model o warstwę trzecią modelu OSI i dodać do naszych rozważań adresację IP.

Jeżeli dodamy drugi faktor w naszych rozważaniach, czyli adresację IP i połączymy teraz oba elementy, czyli rozmiar domeny rozgłoszeniowej + adres IP dostaniemy nowy obszar dla zasięgu VLAN'ow, tym razem mocno zawężony przez liczbę możliwych unikalnych adresów IP dla danej klasy adresu IP.

Przjrzyjmy się teraz bliżej VLAN'om, ale z użyciem tzw. klasowych adresów IP i wynikające z tego ograniczenia.

W przypadku użycia adresów IP klasy C do zbudowania sieci komputerowej możemy użyć maksymalnie 8 bitów do adresacji tzw. składowej hosta z adresu IP, co oznacza, że największa domena rozgłoszeniowa jaką możemy zbudować będzie się składała z $256 - 2 = 254$ hostów. Pamiętajmy, że w tym przypadku jako węzeł centralny użyjemy urządzeń, które pracują na warstwie pierwszej modelu OSI.

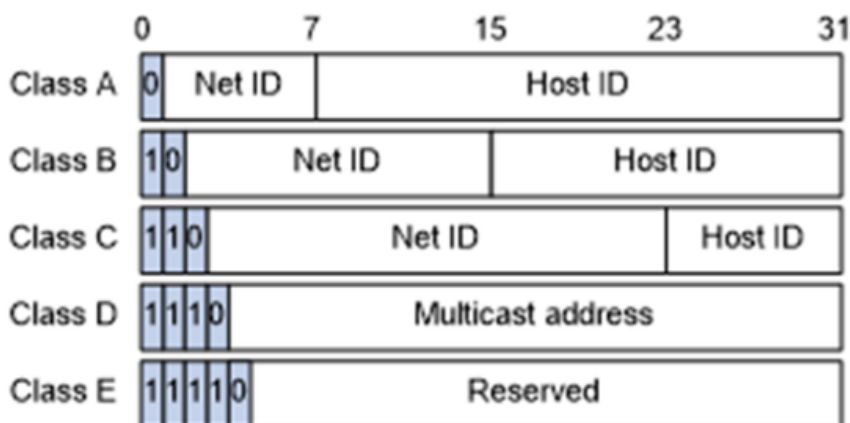
W przypadku użycia adresów IP klasy B do zbudowania sieci komputerowej możemy użyć maksymalnie 16 bitów do adresacji tzw. składowej hosta z adresu IP, co oznacza, że największa domena rozgłoszeniowa jaką możemy zbudować będzie się składała z $2^{16} - 2$ hostów. Węzeł centralny zrealizowany j/w.

W przypadku użycia adresów IP klasy A do zbudowania sieci komputerowej możemy użyć maksymalnie 24 bitów do adresacji tzw. składowej hosta z adresu IP, co oznacza, że największa domena rozgłoszeniowa jaką możemy zbudować będzie się składała z $2^{24} - 2$ hostów. Węzeł centralny zrealizowany j/w.

Możemy łatwo zaobserwować, że podczas nałożenia na VLAN adresacji IP w tym przypadku klasowej adresacji IP znacząco zawężiliśmy rozmiar domeny rozszerzeniowej, a co z tym idzie obszar pokrycia przez VLAN.

Podsumowując VLAN'y vs IP adresacje:

Jak można się domyślać obszar pokrycia VLAN'ów jest jedynie ograniczony poprzez urządzenia warstwy pierwszej, czy drugiej użyte do budowy sieci. Jeżeli nałożymy do tego kolejną warstwę w postaci adresacji IP dostajemy nowy obszar ograniczony w swoim zasięgu tak naprawdę przez rozmiar adresacji możliwy do pokrycia przez tzw. składową hosta w adresie IP



RYS.1. OBRAZUJĄCY ADRES IP DANEJ KLASY W KONTEKŚCIE LICZBY MOŻLIWYCH DO ZAADRESOWANIA HOSTÓW W SIECI, KTÓRA ODPOWIADA WPROST ROZMIAROWI TZW. DOMENY ROZGŁOSZENIOWEJ.

ŹRÓDŁO: [HTTPS://TECHHUB.HPE.COM/EGINFOLIB/NETWORKING/DOCS/SWITCHES/5130EI/5200-3942_L3-IP-SVCS_CG/CONTENT/483572274.HTM](https://techhub.hp.com/eginfolib/networking/docs/switches/5130EI/5200-3942_L3-IP-SVCS_CG/CONTENT/483572274.HTM)

Dygresja: Podejście do adresacji sieci komputerowych z użyciem klasowych adresów IP w szczególności adresy klasy A może powodować w konsekwencji budowanie bardzo dużych domen rozgłoszeniowych [4].

Należy równocześnie mieć na uwadze fakt, że sieci Ethernet w szczególności IPv4 do pracy wymagają użycia tzw. broadcastów, a te z racji swojego specjalnego przeznaczenia będą się rozprzestrzeniać w granicach tzw. domeny rozgłoszeniowej. Sytuacja taka może doprowadzić w szczególności do znacznego przyrostu ruchu typu rozgłoszeniowego w stosunku do ruchu danych, co w konsekwencji spowoduje znaczny spadek wydajności sieci komputerowej.

Modele topologii

Jak wcześniej powiedzieliśmy istnieje ścisły związek pomiędzy VLAN'em, a klasą adresu użytego do adresacji hostów w sieci, a co za tym idzie pomiędzy ilością ruchu realizowanego w tzw. warstwie „Control Plane” oraz warstwie „Data Plane”.

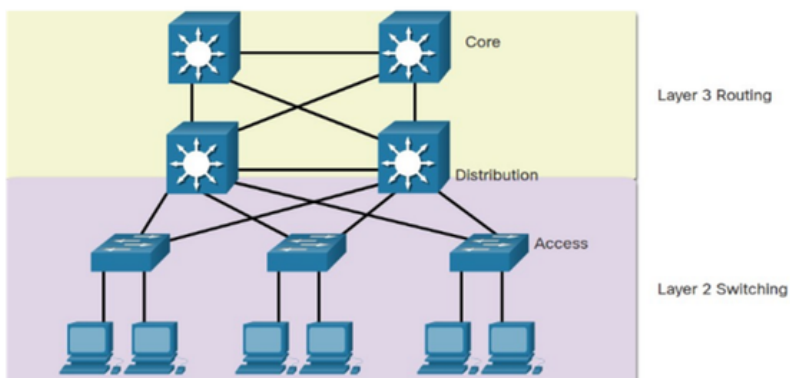
Chciałbym poniżej przedstawić przykłady, które są referencyjnymi modelami do realizacji fizycznych implementacji sieci LAN w kontekście VLAN'ów ich rozmiarów, a co za tym idzie rozmiarem domeny rozgłoszeniowej.

Dla każdego z poniżej wymienionych modeli skupmy się w szczególności na rozmiarze tzw. domeny rozgłoszeniowej. Wprowadźmy już tutaj pojęcie VLAN'ów, ale nasze rozważania uprośmy tylko i wyłącznie na topologii z uwzględnieniem pojedynczej sieci VLAN. Oczywiście pojęcie liczby VLAN'ów możemy ekstrapolować na większą ich liczbę bez zmiany warunków wejściowych, lecz ze względu na przejrzystość rozważanego zagadnienia ograniczę się tylko i wyłącznie do jednego VLAN'u.

Poniżej mamy pokazany tradycyjny hierarchiczny trzy warstwowy model sieci z wyodrębnionymi kolejno warstwami:

- Core
- Dystrybucji
- Dostępu

Zwróćmy uwagę, że istnieje wyraźnie określona granica, które urządzenia, jakiej warstwy i na jakiej warstwie realizują proces przełączania oraz proces routowania. Jak widać poniżej routing oparty jest na urządzeniach warstwy Dystrybucji oraz Core, natomiast przełączanie jest oparte na urządzeniach warstwy Dystrybucji oraz Dostępu. Rozmiar i zasięg VLAN'u jest ściśle określony przez liczbę użytych urządzeń warstwy drugiej w warstwie dostępu.



RYS.2. TRADYCYJNY HIERARCHICZNY MODEL SIECI - THREE-TIER MODEL.

ŹRÓDŁO: MATERIAŁY SZKOLENIOWE CISCO CCNA

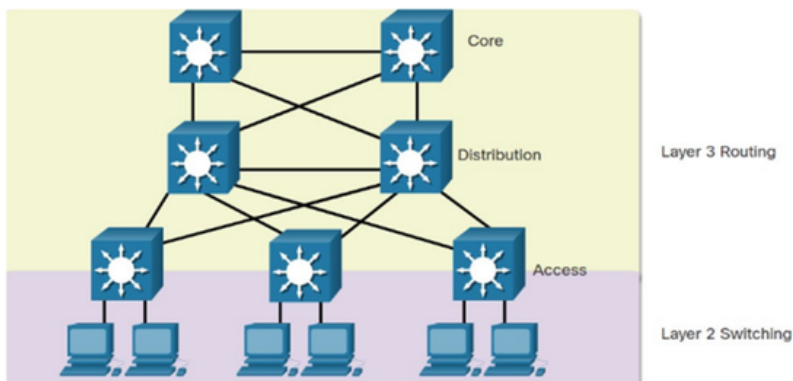
Zadajmy sobie kolejne pytanie już na konkretnym przykładzie:

Jak dla modelu powyżej wygląda obszar domeny rozgłoszeniowej?

Biorąc pod uwagę fakt, że nasz wymyślony VLAN znajduje się na każdym przełączniku L2 warstwy dostępu oraz na przełącznikach L3 warstwy dystrybucji, domena rozgłoszeniowa pokrywa się z kolorem zaznaczonym na fioletowo. A zatem jej rozmiar może obejmować teoretycznie wszystkie urządzenia podpięte w warstwie dostępu.

Należy również pamiętać, że z uwagi na fakt występowania nadmiarowości w warstwie fizycznej dla obszaru fioletowego, domyślnie będzie tam uruchomiony na przełącznikach L2, L3 protokół drzewa opinającego z rodziny STP, który będzie starał się zapewnić nam nadmiarowe ścieżki bez możliwości występowania pętli w L2. Pamiętajmy, że protokoły rodziny STP nie posiadają żadnego wbudowanego mechanizmu zabezpieczającego nas w przypadku wystąpienia pętli L2, co jest bardzo niebezpieczne dla pracy sieci opartej na rodzinie STP.

Z tego też powodu obecnie chcemy minimalizować obszar użycia protokołów z rodziny STP zawężając maksymalnie jego pokrycie, co można zobaczyć na kolejnym przykładzie. Poniżej zmodyfikowany diagram sieci, gdzie proces routingu został poszerzony o warstwę dostępu. Jednocześnie zmniejszony został obszar użycia VLANów oraz protokołów z rodziny STP, która oczywiście realizuje też proces przełączania.



RYS.3. TRADYCYJNY HIERARCHICZNY MODEL SIECI - THREE-TIER MODEL.

ŹRÓDŁO: MATERIAŁY SZKOLENIOWE CISCO CCNA

Takie posunięcie spowodowało, że ograniczyliśmy w tym przypadku maksymalnie jak się da obszar użycia protokołów drzewa opinającego do minimum i dzięki temu zminimalizowaliśmy konsekwencje ewentualnego wystąpienia pętli warstwy drugiej na obszarze pojedynczego przełącznika L3 warstwy dostępu.

Czy można pójść jeszcze dalej w naszych rozważaniach i całkowicie usunąć definicje VLAN'u z naszej sieci?

Teoretycznie tak, jeżeli naszą komunikację w sieci oprzemy tylko i wyłącznie o protokół routowania statycznego, czy może lepiej dynamicznego w komunikacji „end to end”, ale stwarza to inny kolejny problem związany ze skalowalnością naszej sieci np. kiedy system końcowy wspiera wirtualizację, czy mikroserwis.

Podsumowanie:

Artykuł ze względu na zamierzony rozmiar nie uwzględnił jeszcze jednego modelu stosowanego do budowy współczesnych sieci komputerowych dużej skali. Mam na myśli tutaj model „Spine and Leaf” stosowany w Chmurze Obliczeniowej. Tej wielkości sieci i ich specyficzny charakter ze względu na pojęcie tzw. POD'u oraz wymogów co do charakteru określonego typu ruchu jak w poprzednich wymienionych modelach „North-South”, ale również „East-West” wymagają przededefiniowania podejścia do zastosowanego modelu, który musi uwzględniać definicje tzw. „Sieci Overlay” oraz „Sieci Underlay”, topologie „full mesh”, VLAN'ów w rozszyciu na POD oraz pomiędzy POD'ami, skalowalności, nadmiarowości warstw L1, L2, L3 oraz agregacji połączeń w modelu.

Jak sądzę jest to doskonały materiał na kolejny artykuł i uzupełnienie wiedzy na temat jak budować nowoczesne sieci komputerowej dużej skali integracji.

zapraszam do kolejnej lektury

autor PP

adnotacja: dane autora znane redakcji

Spis obrazów:

Rysunek 1

https://techhub.hpe.com/eginfolib/networking/docs/switches/5130ei/5200-3942_l3-ip-svcs_cg/content/483572274.htm

Rysunek 2,3 - materiały szkoleniowe CISCO CCNA

[1] Definicja sieci VLAN

<https://en.wikipedia.org/wiki/VLAN>

[2] Segmentacji sieci

https://en.wikipedia.org/wiki/Network_segmentation

[3] Domena rozliczeniowa

https://en.wikipedia.org/wiki/Broadcast_domain

[4] Obecna technologia pozwala „rozszyc”

domenę rozgłoszeniową nie tylko w ramach sieci lokalnych LAN, ale można rozciągnąć sieć Ethernet poza obszar lokalny poprzez sieci WAN mówimy wtedy o technologii Ethernet WAN (Metro Ethernet), VxLAN czy L2TP

TWORZENIE WYDAJNYCH APLIKACJI WEBOWYCH Z WYKORZYSTANIEM JĘZYKA GO

mgr inż. Krzysztof Żabiński

Wstęp

Go, potocznie nazywany często Golang, to stosunkowo młody język programowania, stworzony przez Google w 2007 roku i publicznie udostępniony w 2009 roku. Jego głównymi twórcami są Robert Griesemer, Rob Pike i Ken Thompson. Język ten powstał w odpowiedzi na rosnące potrzeby w zakresie prostoty, wydajności i łatwości utrzymania aplikacji w środowisku chmurowym oraz wielowątkowym. Główną myślą przyświecającą twórcom było stworzenie języka, który będzie się szybko kompilował oraz będzie wydajny "at runtime". Składnia języka jest wzorowana na innych językach C-pochodnych, próbując zebrać ich najlepsze cechy. Język jest silnie typowany, a aplikacje w nim tworzone w założeniu mają być stabilne oraz łatwe w utrzymaniu (kompilator sam wymusza wiele dobrych praktyk tworzenia oprogramowania). Go posiada wbudowaną obsługę wielowątkowości, dzięki czemu równoleglenie wykonywania operacji przy użyciu tego języka jest relatywnie proste. Znajduje zastosowanie przede wszystkim we współczesnych aplikacjach webowych, opartych o architekturę mikroserwisów, wykorzystujących REST API.

Historia

Go powstał w odpowiedzi na rozwój technologiczny, z którym mierzyło się wiele firm technologicznych, w tym Google, na początku XXI wieku. Ilość danych zaczęła zwiększać się wykładniczo, a co za tym idzie, tradycyjne metody obliczeniowe przestały być wystarczające do zapewnienia oczekiwanej wydajności. W związku z tym zaczęto budować rozwiązania oparte o rozproszone przetwarzanie danych oraz skalowalne. Do tego pojawiły się nowe wyzwania związane z właściwą obsługą sieci komputerowych, w oparciu o które one działają. Języki powstałe w zeszłym stuleciu nie były przystosowane do tego rodzaju wymagań. W związku z tym Google zdecydowało się na stworzenie własnego języka, który odpowie na te wyzwania (przy zachowaniu wydajności znanej z C/C++), łącząc ją z prostotą pisania kodu spotykaną w bardziej współczesnych językach interpretowanych, np. w Pythonie oraz z obsługą współbieżności i przystosowaniem do tworzenia aplikacji webowych.

Główne zalety języka Go

Wydajność: Go jest językiem kompilowanym do kodu maszynowego (w przeciwieństwie do języków kompilowanych do kodu pośredniego, np. Javy), który potrafi efektywnie zarządzać pamięcią. Dodatkowo posiada wbudowany garbage collector.

Prostota: Składnia jest zbliżona do języków C-pochodnych, a kompilator potrafi zweryfikować dobre praktyki tworzenia oprogramowania (przykładem jest wskazywanie nieużywanych zmiennych i wyrzucanie błędu kompilacji w przypadku ich wystąpienia).

Wbudowana współbieżność: goroutines oraz channels pozwalają na łatwe równoleglenie operacji wykonywanych przez aplikację, nadążając za infrastrukturalnym rozwojem technologicznym i pozwalając na radzenie sobie z przetwarzaniem dużych zbiorów danych.

Niezależność od platformy: kompilator Go występuje na wszystkie współcześnie występujące platformy (Windows, macOS, Linux). Dodatkowo, programy napisane w Go mogą być bez większych problemów uruchamiane na popularnych platformach chmurowych, np. AWS czy Google Cloud Platform.

Tworzenie aplikacji webowych

Najpopularniejszym zastosowaniem języka Go jest tworzenie aplikacji webowych (backendu tych aplikacji). Obsługa tego typu aplikacji jest wbudowana w język i nie ma konieczności wykorzystywania dodatkowych frameworków bądź bibliotek, aby tworzyć aplikacje webowe. Go słynie z wydajnego i równocześnie prostego w użyciu serwera HTTP (net/http). Poniżej prosty przykład wykorzystania serwera HTTP do stworzenia najprostszej aplikacji

```
package main

import (
    "fmt"
    "net/http"
)

func helloHandler(w http.ResponseWriter, r *http.Request) {
    fmt.Fprint(w, "Hello, World!")
}

func main() {
    http.HandleFunc("/", helloHandler)
    http.ListenAndServe(":8080", nil)
}
```

Powyższy kod uruchomi serwer HTTP na porcie 8080 i będzie wyświetlał wiadomość "Hello, World!"

Framework Gin

W tworzeniu aplikacji webowych zdecydowanie pomagają frameworki. Jest ich wiele, praktycznie dla każdego współcześnie używanego języka backendowego. Go nie jest tutaj wyjątkiem.

Najbardziej znanym i najczęściej wykorzystywanym frameworkiem webowym dla Go jest Gin. Jest on tym, czym Spring jest dla Javy, a .NET dla C#. Oczywiście istnieją inne frameworki, jednak trudno uzasadnić ich wykorzystanie mając do dyspozycji właśnie Gina. Twórcy reklamują go jako "super łatwy" oraz "super szybki".

O ile są to oczywiście hasła marketingowe, to trudno się z nimi nie zgodzić.

Najważniejszą cechą frameworka jest jego wydajność. Tak naprawdę to wydajność była podstawowym kryterium, które przyświecało autorom przy jego tworzeniu. Framework jest zdecydowanie najszybszy oraz zużywa zdecydowanie najmniej pamięci ze wszystkich frameworków Go.

Kwestia łatwości użycia jest również warta podkreślenia. Framework oczywiście obsługuje wszystkie metody HTTP.

Najważniejsza jest jednak łatwość definiowania routingu (przykład poniżej zobrazuje, jak można to osiągnąć).

Gin obsługuje middleware. Najprościej można to wyjaśnić na przykładzie obsługi zapytania HTTP. Obsługa middleware umożliwiała przetwarzanie danego zapytania przed i po jego obsłużeniu. Przykłady zastosowania: logowanie, walidacja danych, zarządzanie sesjami itp.

Gin, w przeciwieństwie do wielu innych frameworków, posiada wbudowane natywne wsparcie dla enkodowania i dekodowania danych w formacie JSON i XML.

Celem zobrazowania jak łatwym i zrozumiałym frameworkiem jest Gin, poniżej przedstawiony jest przykład prostej aplikacji obsługującej routing:

```
package main

import (
    "net/http"
    "github.com/gin-gonic/gin"
)

func main() {
    // Tworzenie domyślnego routera Gin
    router := gin.Default()

    // Obsługa podstawowej trasy GET na root
    router.GET("/", func(c *gin.Context) {
        c.String(http.StatusOK, "Witaj w aplikacji Gin!")
    })
}
```

```
// Trasa z parametrem URL
router.GET("/hello/:name", func(c *gin.Context) {
    name := c.Param("name")
    c.String(http.StatusOK, "Witaj, %s!", name)
})

// Trasa GET z parametrami zapytania
router.GET("/query", func(c *gin.Context) {
    firstName := c.DefaultQuery("firstName", "Gość")
    lastName := c.Query("lastName")
    c.String(http.StatusOK, "Cześć, %s %s!", firstName, lastName)
})

// Obsługa trasy POST z danymi JSON
router.POST("/json", func(c *gin.Context) {
    var json struct {
        Message string `json:"message"`
    }
    if err := c.BindJSON(&json); err != nil {
        c.JSON(http.StatusBadRequest, gin.H{"error": "Invalid JSON"})
        return
    }
    c.JSON(http.StatusOK, gin.H{"received": json.Message})
})

// Uruchomienie serwera na porcie 8080
router.Run(":8080")
```

Krótkie wyjaśnienie podstawowych elementów przykładowego kodu

1. Tworzenie routera

gin.Default() tworzy domyślny router, z domyślnymi ustawieniami middleware

2. Obsługa metod HTTP GET

router.GET("/", ...) definiuje trasę GET dla ścieżki, którą podajemy w pierwszym argumencie. Drugim argumentem jest funkcja, która w tym przypadku po prostu zwraca statyczny string

3. Obsługa metod HTTP GET z parametrami:

router.GET("/hello/:name", ...) w ten sposób możemy utworzyć router obsługujący dynamiczny parametr:name, możemy go przekazać w adresie URL zapytania

4. Routing z parametrami zapytania

Jeśli chcemy, aby nasz serwer był w stanie pobrać parametry z adresu URL zapytania, możemy skorzystać z funkcji c.Query("param"), która pobiera wartość parametru param, a c.DefaultQuery("param", "default") umożliwia ustawienie wartości domyślnej

5. Obsługa routingu POST z danymi JSON

router.POST("/json", ...) obsługuje zapytania HTTP POST z danymi JSON. c.BindJSON(&json) mapuje parametry z ciała zapytania na strukturę json

6. Uruchomienie serwera na wybranym porcie:

router.Run(":8080") uruchamia serwer na porcie 8080

Porównanie wydajności

Póki co przedstawione zostały tylko i wyłącznie suche fakty, podkreślające zalety języka Go oraz wysoką wydajność frameworka Gin. Celem zobrazowania jak dużym skokiem wydajnościowym może być zmiana technologii właśnie na Go Gin, przedstawione jest porównanie z jednym z najpopularniejszych na świecie frameworków dla języka Java, tj. Spring Boot. Porównanie dotyczy prostej aplikacji webowej typu "Hello world!", obsługującej jedno zapytanie HTTP GET, zwracające jeden statyczny string.

Kod aplikacji napisanej w Go z frameworkiem Gin:

```
package main

import (
    "net/http"
    "github.com/gin-gonic/gin"
)

func main() {
    r := gin.New()

    r.GET("/", func(c *gin.Context) {
        c.String(http.StatusOK, "Hello world!")
    })

    r.Run(":3000")
}
```

Kod analogicznej aplikacji napisanej w Javie z wykorzystaniem Spring Boot:

```
package com.example.demo;

import org.springframework.boot.SpringApplication;
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication;
import org.springframework.web.bind.annotation.GetMapping;
import org.springframework.http.ResponseEntity;
import org.springframework.http.HttpStatus;
import org.springframework.web.bind.annotation.RestController;

@SpringBootApplication
```

```
@RestController
public class DemoApplication {

    public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(DemoApplication.class, args);
    }

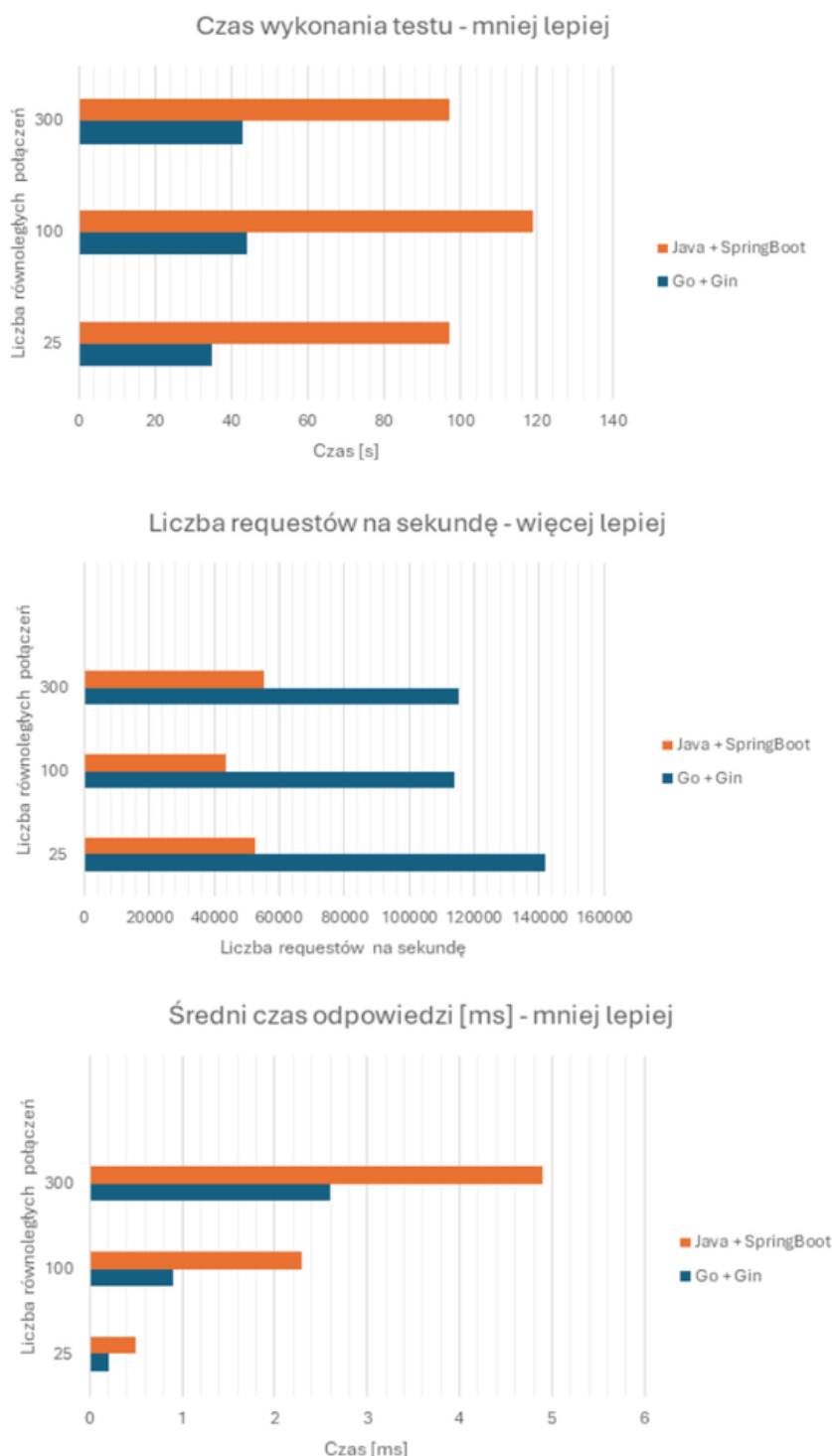
    @GetMapping("/")
    public String handleRequest() {
        return "Hello world!";
    }
}
```

GO JEST WYDAJNYM, SZYBKIM, MULTIPLATFORMOWYM JĘZYKIEM PROGRAMOWANIA, KTÓRY ZNALAZŁ SZEROKIE ZASTOSOWANIE WE WSPÓŁCZESNYCH APLIKACJACH WEBOWYCH. MOŻNA POWIEDZIEĆ, ŻE GO KONSOLIDUJE ZALETY WSZYSTKICH JĘZYKÓW C-POCHODNYCH, STARAJĄC SIĘ ROZWIĄZAĆ TRAPIĄCE JE PROBLEMY



Do wykonania testów obciążeniowych wykorzystano narzędzie Bombardier HTTP, w każdej sesji testowej wysłano 5 milionów requestów, w następujących konfiguracjach: 25, 100 oraz 300 równoległych połączeń. Testy wykonano na komputerze Macbook Pro z procesorem M1 i 16 GB pamięci operacyjnej.

Wyniki porównania przedstawione są poniżej:



Jak widać na powyższym porównaniu, wyniki wydajnościowe są wręcz spektakularne na korzyść Go. Wybrane miary jakości wskazują, że dla tego prostego przykładu wydajność Go z frameworkiem Gin jest średnio dwukrotnie lepsza niż w przypadku aplikacji napisanej w języku Java z frameworkiem Spring Boot. Eksperyment ten potwierdza wskazane wcześniej zalety Go. Biorąc pod uwagę, że współczesne aplikacje webowe są o wiele bardziej skomplikowane niż ta prosta aplikacja testowa, korzystając z języka Go możemy oszczędzić ogromne ilości czasu obliczeniowego, co może mieć realny wpływ na znaczącą poprawę wydajności produktów opartych o Go.

Podsumowanie

Go jest wydajnym, szybkim, multiplatformowym językiem programowania, który znalazł szerokie zastosowanie we współczesnych aplikacjach webowych. Do szerokiego rozpropagowania przyczyniły się z pewnością kwestie marketingowe związane z tym, że za stworzeniem języka stoi Google. Natomiast to nie marketing się tutaj broni, sam w sobie język oraz jego założenia. Można powiedzieć, że Go konsoliduje zalety wszystkich języków C-pochodnych, starając się rozwiązać trapiące je problemy. Tak naprawdę główne jego wady dotyczą w zasadzie faktu, że język jest relatywnie młody. Dotyczą one ograniczonego wsparcia bibliotek i historycznych problemów z zarządzaniem dependencjami. Niemniej jednak, zalety znacząco przeważają nad wadami i zdecydowanie warto spróbować zacząć swoją przygodę z Go.

Bibliografia

1. <https://go.dev/>
2. <https://gin-gonic.com/>
3. <https://spring.io/>
4. <https://medium.com/deno-the-complete-reference/go-gin-vs-springboot-hello-world-performance-comparison-e535c9d6c36>

NAJWAŻNIEJSZĄ CECHĄ FRAMEWORKA GIN JEST JEGO WYDAJNOŚĆ. TAK NAPRAWDĘ TO WYDAJNOŚĆ BYŁA PODSTAWOWYM KRYTERIUM, KTÓRE PRZYŚWIECAŁO AUTOROM PRZY JEGO TWORZENIU. FRAMEWORK JEST ZDECYDOWANIE NAJSZYBSZY ORAZ ZUŻYWA ZDECYDOWANIE NAJMNIEJ PAMIĘCI ZE WSZYSTKICH FRAMEWORKÓW GO



ROLA I ZNACZENIE ARCHITEKTURY W OBSZARZE IT

dr hab. inż. Jan Werewka, prof. WSEI

STRESZCZENIE

Znaczenie architektury w budowaniu różnych obiektów jest ogromne. Tymczasem przy budowaniu systemów IT wiele programistów wydaje się nie przywiązywać wagi do architektury. Powstaje pytanie dlaczego tak się dzieje i czy stanowi to zagrożenie dla budowanych systemów IT. W opracowaniu postarano się na początku uporządkować pojęcia z zakresu architektury systemów IT. Rozpoczęto od ogólnych pojęć z tego zakresu i przedstawienia właściwości intuicyjnie rozumianej architektury budowlanej. Następnie dokonano przeglądu podstawowych architektur IT, a dla wybranych architektur wyjaśniono różnice pomiędzy nimi. Omówiono zagadnienia różnej świadomości dotyczące architektur wykazywanych przez informatyków pełniących różne role i o potencjalnych skutkach ignorowania architektury. Opisano różnice pomiędzy często mylnymi pojęciami takimi jak architektury, wzorce architektoniczne i projektowe. Na końcu zawarta jest konkluzja, że stare zagadnienie transformowania modeli architektury w działające oprogramowanie może się powieść teraz z wykorzystaniem modeli architektur i rozwiązań sztucznej inteligencji. Znaczenie modeli architektonicznych się umocni, gdyż będą one podstawą do generowania oprogramowania.

SŁOWA KLUCZOWE

Architektura, Rodzaje architektur IT, Kompetencje architektoniczne, Wzorce architektoniczne i projektowe.

Wprowadzenie

Architekturę znamy dosyć dobrze z projektów budowlanych. W przypadku budowy domu jednorodzinnego chcemy by dom był funkcjonalny, estetyczny, bezpieczny, łatwy w utrzymaniu. Jednak możemy narzekać, że architekt zapowiedział, że dom ma ograniczenia co do wysokości i nie może być budowany zbyt blisko granic działki, a instalacje i ich podłączenia do źródeł zewnętrznych nakładają szereg ograniczeń. Dodatkowo dom powinien spełniać wymogi energetyczne.

Zatem co to jest ogólnie architektura? Architektura to sztuka i nauka planowania, projektowania oraz organizowania przestrzeni, struktur lub systemów, tak aby spełniały określone wymagania funkcjonalne, estetyczne i techniczne.

Wyróżnia się następujące podstawowe cechy architektury [1]:

1. Struktura: Sposób, w jaki elementy systemu są rozmieszczone i jak są ze sobą powiązane.
2. Bloki konstrukcyjne (Building Blocks): W każdym systemie wyróżnia się jednostki pełniące określone funkcje przy budowie całego systemu.
3. Zasady projektowe: Zestaw zasad panujących nad procesem projektowania i rozwoju, monitorowaniem i utrzymaniem zbudowanego obiektu.
4. Cele: Architektura ma określone cele, którymi są: funkcjonalność, estetyka, skalowalność, wydajność, bezpieczeństwo, zgodność z wymaganiami użytkowników, itp.
5. Dla przykładu cechami architektury budowlanej będą:
6. Struktura: Układ przestrzenny, np. rozmieszczenie pomieszczeń w budynku; Konstrukcja nośna; Układ komunikacyjny, np. korytarze, schody, windy i wejścia; Strefy funkcjonalne.
7. Bloki konstrukcyjne: Fundamenty, ściany nośne, dach, stropy, okna i drzwi, instalacje techniczne, elewacja.
8. Zasady projektowe:
 - Trwałość i bezpieczeństwo: Trwałość i odporność materiałów, stabilna konstrukcja nośna spełniająca normy, analiza inżynierska wytrzymałości.
 - Funkcjonalność i dostępność: Układ przestrzenny, dostępność i ergonomia.
 - Zrównoważony rozwój i efektywność energetyczna: Izolacja termiczna, odnawialne źródła energii, zarządzanie wodą, materiały przyjazne dla środowiska.
 - Monitorowanie i konserwacja: Łatwy dostęp do elementów konstrukcyjnych, zintegrowane systemy monitorowania, planowanie konserwacji i remontów, materiały i technologie ułatwiające utrzymanie.
 - Cele: Zapewnienie bezpieczeństwa, funkcjonalności, trwałości, estetyki, efektywności energetycznej, zrównoważonego rozwoju oraz łatwego utrzymania i monitorowania.

Właściwości architektury budowlanej możemy przenieść na grunt architektur IT. Podobnie jak w budownictwie, architektury IT mają na celu zapewnienie solidnych fundamentów, na których można zbudować funkcjonalne i skalowalne systemy. Autor pracy jako były programista uczestniczył w budowie wielu systemów informatycznych. Raz przy budowie sporego systemu informatycznego kierownictwo firmy wręcz nakazało tworzenie prowizorycznych rozwiązań by przyspieszyć rozwój i oddanie oprogramowania. Ten sposób działania odniósł sukces na krótką metę, gdyż system został wdrożony. Natomiast w dłuższej perspektywie musiano wprowadzać wiele kosztownych poprawek związanych z początkowymi prowizorycznymi działaniami, o których kierownictwo wołało nie pamiętać.

Typy architektury związanych z IT

Informatycy w zależności od stanowiska mówią bardzo często o różnych architekturach. W zależności od obszaru zastosowania lub użytych technologii możemy wyróżnić architektury:

1. Architektura Biznesowa (Business Architecture): Dotyczy struktury biznesowej organizacji, w tym procesów biznesowych, organizacji pracy, modeli biznesowych i produktów. Wyznacza cele biznesowe, motywację i strategię działania.
2. Architektura Informacyjna (Information Architecture): Koncentruje się na zarządzaniu i przepływie informacji w organizacji, obejmując modelowanie, organizację i cykl życia danych.
3. Architektura Aplikacji (Application Architecture): Określa sposób projektowania, integracji i zarządzania aplikacjami w organizacji, w tym podział na warstwy (prezentacja, logika biznesowa, dane).
4. Architektura Oprogramowania (Software Architecture): Skupia się na strukturze i organizacji kodu, obejmując podział na moduły, klasy, komponenty oraz wzorce projektowe (np. mikroserwisy, MVC).
5. Architektura Danych (Data Architecture): Obejmuje strukturę, zarządzanie i przechowywanie danych w organizacji, w tym modele danych i strategię przechowywania (np. Big Data).
6. Architektura Technologiczna (Technology Architecture): Definiuje infrastrukturę technologiczną, w tym sprzęt, oprogramowanie i sieci, potrzebne do realizacji celów organizacji.

7. Architektura Integracji (Integration Architecture): Dotyczy sposobów integracji systemów, aplikacji i danych w organizacji, obejmując różne narzędzia i metodyki (np. middleware, ESB).

8. Architektura Systemu (System Architecture): Obejmuje projektowanie i organizację całych systemów informatycznych, ich komponentów i sposobu integracji.

9. Architektura Bezpieczeństwa (Security Architecture): Skupia się na zabezpieczeniu informacji, systemów i procesów w organizacji poprzez użycie polityk bezpieczeństwa i mechanizmów ochronnych.

10. Architektura Sieciowa (Network Architecture): Zajmuje się projektowaniem i zarządzaniem infrastrukturą sieciową, umożliwiającą komunikację między systemami i urządzeniami (np. LAN, WAN).

11. Architektura Chmury (Cloud Architecture): Obejmuje projektowanie i organizację zasobów IT w chmurze, w tym zarządzanie usługami SaaS, PaaS i IaaS oraz integracją chmury z lokalną infrastrukturą.

Dodatkowo możemy wyróżnić pojemną pojęciowo architekturę korporacyjną (Enterprise Architecture (EA). Architektura ta [2] [3] bazuje na strukturalnym podejściu, które integruje w spójną całość różne aspekty działalności organizacji począwszy od strategii, biznesu, poprzez aplikacje, technologie, po dane. EA obejmuje architekturę biznesową, architekturę informacyjną, architekturę aplikacji i architekturę technologiczną. Dzięki EA [4] organizacja może nie tylko dostosować się do zmian w otoczeniu, ale także optymalizować zasoby ludzkie, finansowe i technologiczne, eliminując duplikacje, redukując koszty oraz zarządzając ryzykiem i zgodnością z regulacjami. EA wspiera również strategiczne zarządzanie i ciągłe doskonalenie, pomagając organizacji w realizacji długoterminowych celów. Należy zaznaczyć, że za różne architektury odpowiadają odpowiedni specjaliści mający odpowiednie kompetencje. Współpraca tych fachowców pozwoli na tworzenie wysokiej jakości kompleksowej architektury IT.

Architektury o podobnych nazwach

Niekiedy wydaje się, że do tej samej architektury stosowane są podobne nazwy. Okazuje się jednak, że pomimo podobnych nazw chodzi o różne architektury. W tym rozdziale wybrano trzy przykłady. Architektura informacji i architektura danych wydają się być podobne. Architektura informacji (IA) koncentruje się na organizacji, strukturze i przepływie

informacji w organizacji, co jest kluczowe dla jej funkcjonowania na poziomie biznesowym. Architektura danych natomiast koncentruje się na technicznych aspektach zarządzania danymi, takich jak modelowanie danych, zarządzanie bazami danych, przepływy danych, ich przechowywanie i przetwarzanie. Jest to szczególnie ważne w projektach związanych z hurtowniami danych, gdzie struktura danych musi być zoptymalizowana pod kątem wydajności i analizy.

W świecie IT często mówi się o architekturze systemowej i architekturze rozwiązania (Solution Architecture). Architekturę rozwiązania można uznać za specyficzny przypadek architektury systemowej, który dotyczy konkretnego zastosowania lub rozwiązania technologicznego w określonym kontekście biznesowym. Architektura rozwiązania jest bardziej praktyczna i ukierunkowana na dostarczenie działającego rozwiązania, które spełnia określone wymagania. Przykładem może być zaprojektowanie architektury systemu e-commerce, który integruje platformę płatności, zarządzanie zapasami i system wysyłek. Architektura systemowa jest szerszym pojęciem, obejmującym projektowanie i organizację komponentów systemu informatycznego w sposób, który zapewnia jego skalowalność, wydajność i bezpieczeństwo. Jest to fundament, na którym opierają się poszczególne rozwiązania, takie jak wspomniane rozwiązania e-commerce.

Wreszcie czy architektura aplikacji to nie to samo co architektura oprogramowania? Architektura aplikacji skupia się na projektowaniu i organizacji konkretnej aplikacji oraz jej integracji z innymi systemami, tak aby spełniała określone wymagania biznesowe. Przykładem może być architektura aplikacji CRM, która musi integrować się z systemem ERP i aplikacją do obsługi klienta. Architektura oprogramowania jest bardziej ogólnym podejściem, obejmującym projektowanie całego systemu oprogramowania, w tym jego aspekty techniczne i strukturalne, niezależnie od liczby aplikacji wchodzących w skład systemu. Przedstawimy bardziej szczegółowo istotne własności architektury aplikacji i oprogramowania. Najpierw należy wyjaśnić pojęcia modułu i komponentu. Moduł jest jednostką organizacyjną kodu źródłowego o określonej funkcjonalności, a komponent jest jednostką wykonawczą, która może być łatwo wymieniana i integrowana z innymi komponentami w systemie.

Jeśli chodzi o strukturę to architektura aplikacji będzie dotyczyć aspektów:

- Układ modułów: Każdy moduł ma określoną funkcjonalność, a komunikacja między nimi jest właściwie zdefiniowana.
- Interakcje i komunikacja: Moduły aplikacji komunikują się ze sobą, np. poprzez interfejsy API, usługi sieciowe lub komunikaty asynchroniczne.
- Skalowalność i elastyczność: Dodawanie nowych funkcji powinno być łatwe, a zmiana obciążenia nie powinna prowadzić do problemów związanych z wykonaniem oprogramowania.
- Użyteczność: Aplikacja powinna być łatwa w obsłudze, intuicyjna i spełniać oczekiwania użytkowników końcowych.

Natomiast struktura architektury oprogramowania będzie powiązana z zagadnieniami:

- Warstwy i komponenty: Definiowany jest podział systemu na warstwy oraz komponenty realizujące określone funkcje.
- Wzorce projektowe: Stosowane są konkretne wzorce projektowe, takie jak MVC (Model-View-Controller) czy mikroserwisy, które pomagają organizować i zarządzać kodem.
- Zarządzanie zależnościami: Określenie zależności pomiędzy komponentami systemu, co ułatwi zarządzanie zmianami i aktualizacjami.
- Spełnienie atrybutów jakości takich jak: dostępność, wydajność, bezpieczeństwo i inne.

W przypadku bloków konstrukcyjnych architektura aplikacji obejmuje konkretne funkcje biznesowe realizowane poprzez:

- Warstwę prezentacji (UI): Odpowiada m.in. za interakcje użytkownika z aplikacją, prezentowanie danych.
- Warstwę logiki biznesowej: Zawiera zasady i reguły, które rządzą przetwarzaniem danych i operacjami w aplikacji.
- Warstwę dostępu do danych: Zarządzanie operacjami na danych, w tym interakcjami z bazami danych, systemami plików i usługami zewnętrznymi.
- Usługi pomocnicze: Obejmuje funkcje takie jak: uwierzytelnianie, zarządzanie sesjami, monitorowanie, oraz integracje z zewnętrznymi systemami i API.

Natomiast bloki konstrukcyjne architektury oprogramowania będą opisane przez:

- Komponenty kodu: Każdy komponent oprogramowania pełni określoną funkcję i może być niezależnie rozwijany, testowany i wdrażany.
- Bazy danych: Komponenty zarządzające przechowywaniem i dostępem do danych kluczowe dla działania aplikacji.
- Interfejsy API: Zbiory funkcji, które umożliwiają komunikację między różnymi częściami oprogramowania oraz z zewnętrznymi systemami.
- Usługi infrastruktury: Obejmują funkcje takie jak: logowanie, autoryzacja, monitorowanie i inne.

Zasady projektowe dla architektury aplikacji dotyczą:

- Modularności: Aplikacja jest podzielona na moduły, które są niezależne i łatwe do zarządzania, co ułatwia rozwój, testowanie i wdrażanie nowych funkcji.

- Reużywalności: Komponenty aplikacji są projektowane w taki sposób, aby mogły być ponownie wykorzystywane.
- Bezpieczeństwa: Budowa mechanizmów ochrony danych i użytkowników, takie jak: szyfrowanie, autoryzacja i uwierzytelnianie.
- Wydajności: Aplikacja jest zaprojektowana z myślą o optymalnej wydajności, minimalizacji opóźnień i maksymalizacji efektywności zasobów.

Natomiast zasady projektowe architektury oprogramowania to:

- Podział odpowiedzialności (Separation of Concerns): Każdy komponent oprogramowania ma wyraźnie zdefiniowaną odpowiedzialność, co minimalizuje ryzyko błędów i ułatwia zarządzanie systemem.
- Reużywalność kodu: Kod jest pisany w sposób, który umożliwia jego ponowne użycie w różnych częściach systemu lub w innych projektach.
- Elastyczność: Architektura jest zaprojektowana tak, aby umożliwiać łatwe wprowadzanie zmian i dostosowywanie oprogramowania do nowych wymagań.
- Bezpieczeństwo: Oprogramowanie jest projektowane z myślą o bezpieczeństwie, z uwzględnieniem najlepszych praktyk w zakresie ochrony przed zagrożeniami.

Głównymi celami architektury aplikacji są:

- Zaspokojenie potrzeb użytkowników: Zapewnienie, że aplikacja jest funkcjonalna, intuicyjna i spełnia wymagania użytkowników.
- Łatwość utrzymania i rozwoju: Architektura aplikacji ułatwia wprowadzanie zmian, aktualizacje oraz rozwiązywanie problemów technicznych.
- Zabezpieczenie danych i procesów: Zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa, chroniącego aplikację i jej użytkowników przed zagrożeniami.
- Efektywność operacyjna: Aplikacja jest zoptymalizowana pod kątem wydajności i efektywności, co umożliwia jej sprawne działanie przy minimalnym zużyciu zasobów.

Cele architektury oprogramowania obejmują:

- Stabilność i niezawodność: Zapewnienie, że oprogramowanie działa stabilnie i jest odporne na błędy oraz awarie.
- Skalowalność: Możliwość rozbudowy systemu w odpowiedzi na rosnące potrzeby użytkowników bez konieczności przeprojektowywania całej architektury.
- Łatwość utrzymania: Architektura ułatwia zarządzanie kodem, naprawę błędów, oraz implementację nowych funkcji.
- Efektywność: Zapewnienie, że system działa wydajnie, zużywa minimalne zasoby i spełnia wymagania użytkowników pod kątem czasu odpowiedzi i przetwarzania.

Należy podkreślić, że architektura aplikacji jest bardziej bezpośrednio powiązana z biznesowymi wymaganiami i doświadczeniami użytkowników, natomiast architektura oprogramowania zajmuje się bardziej technicznymi aspektami i długoterminową stabilnością oraz elastycznością systemu. Zwykle za architekturę aplikacji jest odpowiedzialny architekt rozwojowy (solution architekt), to za za architekturę oprogramowania będzie zwykle odpowiedzialny architekt systemowy lub korporacyjny.

Niektóre architektury wydają się mieć podobne nazwy, lecz dokładniejsza analiza pokazuje, że istotnie się różnią funkcją lub szczegółowością opisu rozwiązań.

Świadomość architektury IT wśród programistów

Wielu programistów po prostu koduje nie dbając lub nie będąc świadomymi architektury na której bazują. Powody tej sytuacji mogą być następujące:

1. Szybkie dostarczenie produktu (MVP w metodykach zwinnych): W trakcie rozwoju oprogramowania często kładzie się nacisk na szybkie iteracje i dostarczanie wartości, architektura może być postrzegana jako zbyt sztywna lub nawet jako przeszkoda. Sytuacja ta prowadzi do powstania długu technicznego, którym będzie trzeba zarządzać [5].
2. Brak wiedzy na temat znaczenia architektury: Brak edukacji i zrozumienia zasad architektonicznych jest kluczowym problemem. Programiści, którzy nie rozumieją długoterminowych korzyści wynikających z dobrej architektury, mogą ignorować jej znaczenie, koncentrując się na bezpośrednich zadaniach programistycznych. Dodatkowo szczególnie młodzi programiści mogą nie mieć pełnego obrazu całej architektury oprogramowania.
3. Dodatkowy wysiłek związany z przestrzeganiem zasad architektonicznych: Stosowanie zasad architektonicznych często wymaga dodatkowego kodowania, testowania i dokumentowania, co może być postrzegane jako obciążenie, szczególnie w sytuacjach, gdzie priorytetem jest szybkość dostarczania.
4. Brak wsparcia kierownictwa i architektów: Przy braku wsparcia ze strony kierownictwa i architektów, dbałość o architekturę może zostać zepchnięta na dalszy plan. Jeśli organizacja nie kładzie nacisku na architekturę, programiści mogą czuć, że nie warto poświęcać na nią dodatkowego czasu i energii.
5. Brak widocznych korzyści w krótkiej perspektywie: Korzyści z dobrej architektury są często długoterminowe, co może być trudne do zauważenia na wczesnych etapach projektu. Programiści, którzy nie widzą natychmiastowych efektów swojej pracy, mogą zniechęcić się do przestrzegania zasad architektonicznych.
6. Brak długoterminowego spojrzenia: W codziennej pracy programiści mogą być bardziej skupieni na krótkoterminowych celach, takich jak ukończenie konkretnego zadania, czy iteracji. Brak perspektywy długoterminowej może prowadzić do ignorowania znaczenia solidnej architektury, która jest kluczowa dla przyszłego utrzymania i rozwoju systemu.
7. Gotowe frameworki z wbudowanymi rozwiązaniami architektonicznymi: Korzystanie z frameworków może tworzyć fałszywe poczucie bezpieczeństwa, że wszystkie problemy architektoniczne są już rozwiązane. Jednakże frameworki mają swoje ograniczenia i niewłaściwe ich użycie może prowadzić do problemów, które byłyby łatwiejsze do uniknięcia przy bardziej przemyślanej architekturze. Programistów często cechuje brak spojrzenia na długoterminowe utrzymanie i rozwój oprogramowania wymagających dobrych rozwiązań architektonicznych.

Aby zwiększyć świadomość architektury wśród programistów, kluczowe jest zainwestowanie w edukację, transparentność procesów projektowania architektury, oraz stworzenie kultury, w której architektura jest uznawana za istotny element rozwoju oprogramowania. Odpowiedzialność za naprawienie sytuacji dotyczy wielu ról, a w szczególności: architektów IT za definiowanie i komunikowanie architektury, liderów i kierownictwo techniczne oraz samych programistów, wspieranie rozwiązań architektonicznych. Kluczowe jest, aby wszyscy ci

uczestnicy współpracowali, promując kulturę techniczną, w której architektura jest integralną częścią procesu tworzenia oprogramowania. W wielu pozycjach literaturowych proponowane są rozwiązania mające poprawić efektywność rozwoju architektury [6], [7].
Różnice pomiędzy architekturami, wzorcami architektonicznymi i projektowymi

Przy rozwoju dobrze zbudowanej architektury należy pamiętać o wyznaczaniu atrybutów jakości oprogramowania oraz o wzorcach architektonicznych i projektowych.

Architektury dotyczą konkretnego obszaru działania i technicznych rozwiązań stosowanych w systemach IT. Definiują strukturę i organizację poszczególnych elementów systemu w określonym kontekście technologicznym lub funkcjonalnym. Przykłady tychże architektur podano wcześniej od architektury biznesowej do chmurowej.

Wzorce architektoniczne dotyczą sprawdzonych metod i podejść do rozwiązywania określonych problemów technicznych na poziomie architektury systemu. Przykładami takich wzorców architektonicznych są: Client-Server (Klient-Serwer), Warstwowa (Layered), Zdarzeniowa (Event-Driven), Peer-to-Peer (P2P) i inne.

Wzorce projektowe (design patterns) to sprawdzone rozwiązania dla typowych problemów projektowych, które mogą pojawić się na poziomie implementacji kodu. Przykładami wzorców mogą być: Singleton zapewniający, że dana klasa ma tylko jedną instancję i udostępnia ją globalnie; Observer, w którym obiekt (obserwowany) informuje zarejestrowane obiekty (obserwatorów) o zmianach stanu.

Ważne jest by rozwijając oprogramowanie posiadać wiedzę z zakresu oceny jakości działania jak i posiadać dobre rozeznanie z wzorców architektonicznych i projektowych.

Podsumowanie

Transformowanie modeli architektury w działające oprogramowanie to koncepcja, która ma już długą historię, jak choćby przykład języka UML, który od lat służy do opisu funkcjonowania oprogramowania. Mimo to, automatyczne przekształcanie modeli EA w działające systemy wciąż jest dynamicznie rozwijającą się dziedziną. Współczesne platformy Low-Code/No-Code zaczynają wykorzystywać AI do transformacji modeli architektonicznych i biznesowych (w tym BPMN) w działające aplikacje, co otwiera nowe możliwości. W miarę rozwoju sztucznej inteligencji i zaawansowania tych narzędzi, możemy spodziewać się powstania jeszcze bardziej efektywnych platform, które pozwolą na bezpośrednie przekształcanie modeli w gotowe systemy informatyczne. To oznacza, że znaczenie architektury oprogramowania będzie rosło, gdyż stanie się ona kluczowym narzędziem umożliwiającym szybkie i skuteczne tworzenie kompleksowych systemów.

Bibliografia

- [1] Bass L, Clements P, Kazman R. (2012) *Software Architecture in Practice*, 3 edition. Addison-Wesley Professional, Upper Saddle River, NJ
- [2] Lankhorst M. (2017) *Enterprise Architecture at Work*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg
- [3] Werewka J, Jamróz K, Pitulej D. (2014) *Developing Lean Architecture Governance at a Software Developing Company Applying ArchiMate Motivation and Business Layers*. In: Kozielski S, Mrozek D, Kasprowski P, et al (eds) *Beyond Databases, Architectures, and Structures*. Springer International Publishing, Cham, pp 492–503
- [4] The Open Group (2018) *The TOGAF® Standard, Version 9.2*. <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>. Accessed 18 Aug 2018
- [5] Li Z, Liang P, Avgeriou P (2015) *Architectural Technical Debt Identification Based on Architecture Decisions and Change Scenarios*. In: 2015 12th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA). pp 65–74
- [6] Martin RC (2017) *Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design*, 1st ed. Prentice Hall Press, USA
- [7] *Building Evolutionary Architectures*[Book]. <https://www.oreilly.com/library/view/building-evolutionary-architectures/9781491986356/>. Accessed 1 Sep 2024.

AUTOMATYZACJA ZARZĄDZANIA PODATNOŚCIAMI SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH POPRZEZ WYKORZYSTANIE CHMUROWEJ USŁUGI MICROSOFT AZURE UPDATE MANAGEMENT W SYSTEMACH MICROSOFT I LINUX

mgr inż. Adam Jakubiec
inż. Bogusław Gacek

Streszczenie

Artykuł dotyczy usługi chmurowej Azure Update Manager. Narzędzie to daje możliwość automatyzacji instalowania poprawek systemowych zapewniając nie tylko wyższy stopień aktualności systemów, ale przede wszystkim szybszą likwidację luk w zabezpieczeniach systemów operacyjnych poprzez implementowanie poprawek z kategorii „security” bez zbędnej zwłoki. To podejście w znacznym stopniu przyczynia się do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa środowisk Windows i Linux występujących w warunkach wielochmurowych, a także w formie maszyn wirtualnych, czy na zwykłych komputerach użytkowników. Niniejsza publikacja stara się wziąć pod uwagę wszelkie argumenty za i przeciw implementacji tego typu rozwiązania, które przed napisaniem artykułu zostało przetestowane od strony praktycznej w dedykowanym środowisku testowym odwierciedlającym warunki panujące w typowych organizacjach.

SŁOWA KLUCZOWE

Chmura, zarządzanie bezpieczeństwem, poprawki systemowe, automatyzacja, aktualizacje, Azure, Windows, Linux.

Wprowadzenie

Regularne aktualizowanie systemów operacyjnych w kontekście usuwania znanych luk bezpieczeństwa stanowi wyzwanie dla działów IT. Klasyczne podejście do tego zagadnienia – ręczne instalowanie poprawek – jest zadaniem czasochłonnym ze względu na czas trwania, konieczność spełnienia zależności i fakt samej wydajności sprzętowej pozostawiającej wiele do życzenia w poruszonym zakresie. Z punktu widzenia zarządzania cyberbezpieczeństwem utrzymywanie systemów produkcyjnych w stanie jak najbardziej aktualnym stanowi podstawowy wymóg wielu regulacji, zaleceń i dobrych praktyk.

Artykuł ma za zadanie odpowiedzieć na pytanie, czy automatyzacja instalacji poprawek ma uzasadnienie w środowisku produkcyjnym, czy implementacja automatyzacji ma uzasadnienie, jakie niesie korzyści oraz potencjalne zagrożenia? Inwentaryzacja stanu instalacji poprawek systemowych oraz instalacja w oparciu o harmonogramy oraz możliwość ręcznego wymuszenia z centralnej konsoli będzie realizowana za pomocą usługi Microsoft Update Manager o charakterze chmurowym, jednakże uwzględnia możliwości zarządzania

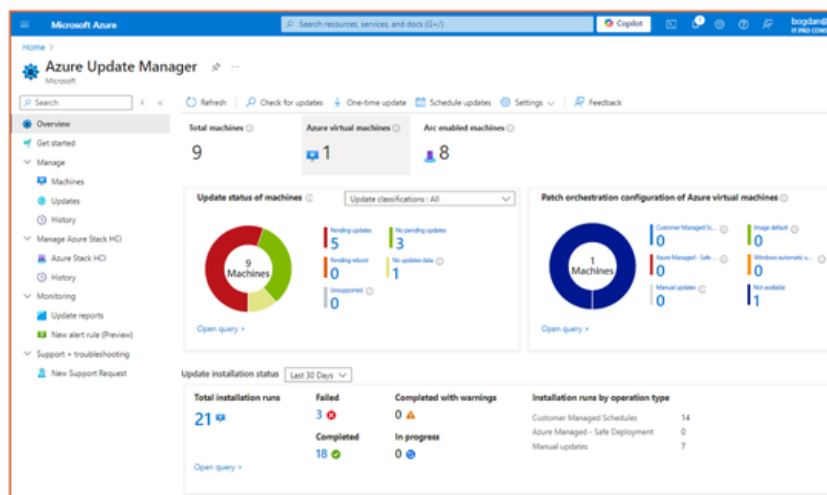
poprawkami w środowisku hybrydowym – maszyny hostowane w chmurze oraz serwery znajdujące się także lub tylko w lokalnych centrach danych i stacje robocze (również te które są rozproszone) znajdują się poza lokalizacją firmy, a jedynym wymóg to dostęp do Internetu oraz wcześniejsza rejestracja w usłudze.

Zasadniczy opis usługi Azure Update Manager

Azure Update Manager obsługuje szeroki zakres środowisk – Windows, Linux, VMWare, SCVMM oraz maszyny wirtualne rozwiązania Azure Stack HCI. Dzięki temu organizacje mogą zarządzać aktualizacjami w zróżnicowanych środowiskach z jednej przejrzystej konsoli. Usługa oferuje elastyczne opcje planowania aktualizacji, umożliwiając natychmiastowe wdrażanie aktualizacji, planowanie ich na określony czas lub automatyczne aktualizowanie poza godzinami pracy. Użytkownicy mogą synchronizować cykl poprawek z harmonogramami konserwacji, oknami serwisowymi, co minimalizuje przestoje i zakłócenia w pracy systemów. Usługa oferuje zaawansowane narzędzia do raportowania i monitorowania stanu aktualizacji. Administratorzy mogą tworzyć niestandardowe pulpity nawigacyjne, konfigurować alerty oraz monitorować zgodność aktualizacji dla całej farmy maszyn. Dzięki temu możliwe jest szybkie reagowanie na potencjalne zagrożenia i utrzymanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa. Usługa może stanowić kluczowy element strategii zarządzania aktualizacjami w nowoczesnych organizacjach.

Wdrożenie usługi Azure Update Management

Wdrożenie zarządzania poprawkami przy pomocy omawianego narzędzia w środowisku chmurowym jest procesem, nieskomplikowanym polegającym w zasadzie na włączeniu tej opcji z poziomu maszyny, jednakże w przypadku lokalnych serwerów i stacji roboczych konieczna jest rejestracja systemów operacyjnych za pomocą usługi Azure Arc. Jest to rozwiązanie, które umożliwia zarządzanie zasobami IT w środowiskach hybrydowych i wielochmurowych. W połączeniu z usługą Azure Update Manager, Azure Arc pozwala na centralne zarządzanie aktualizacjami systemów operacyjnych niezależnie od ich lokalizacji. Konfiguracja Azure Arc może odbywać się na kilka sposobów – bezpośrednio z serwerowego systemu operacyjnego (począwszy od wersji Windows Server 20221), skryptem dedykowanym dla urządzenia z systemem operacyjnym Microsoft lub Linux, a także skryptami przeznaczonymi do masowej rejestracji urządzeń z wykorzystaniem zasad polityk grupowych (GPO) lub urządzeń mobilnych zarządzanych za pomocą narzędzia MDM Microsoft Intune. Korzystanie z usługi Azure Arc jest darmowe (podczas gdy korzystanie z funkcji Menedżera Aktualizacji Azure łączy się z miesięcznym kosztem opłaty subskrypcyjnej od każdego zarządzanego obiektu). Wg aktualnie obowiązującego cennika (wrzesień 2024) kwota ta wynosi 5 USD.



RYS.1. WIDOK NA KONSOLE AZURE UPDATE MANAGER

AZURE UPDATE MANAGER UMOŻLIWIA ZARZĄDZANIE AKTUALIZACJAMI W ZRÓŻNICOWANYCH ŚRODOWISKACH, TAKICH JAK WINDOWS, LINUX, VMWARE I AZURE STACK HCI, Z JEDNEJ PRZEJRZYSTEJ KONSOLI, OFERUJĄC ELASTYCZNE OPCJE PLANOWANIA AKTUALIZACJI ORAZ ZAAWANSOWANE NARZĘDZIA DO MONITOROWANIA I RAPORTOWANIA.



The screenshot shows the Azure Update Manager interface for 'Machines'. It displays a summary of 9 machines with various update statuses: 1 machine with no updates data, 3 with no pending updates, 5 with pending updates, 0 with pending reboots, and 0 unsupported. Below the summary is a table listing the machines:

Name	Update status	ESU Status	Operating system	Resource type	Patch orch
HOST1	5 pending updates	N/A	Windows	Arc-enabled server	N/A
HOST2	3 pending updates	N/A	Windows	Arc-enabled server	N/A
ITPRO-DC1	No pending updates	N/A	Windows	Arc-enabled server	N/A
ITPRO-DC2	No pending updates	N/A	Windows	Arc-enabled server	N/A
ITPRO-MSSQL	No pending updates	N/A	Windows	Arc-enabled server (S...	N/A
ITPRO-SP1	4 pending updates	N/A	Windows	Arc-enabled server	N/A
MSI-GF76	4 pending updates	N/A	Windows	Arc-enabled server	N/A
openvpnas2	21 pending updates	N/A	Linux	Arc-enabled server	N/A

RYS.2. WIDOK NA KONSOLE AZURE UPDATE MANAGER

Planowanie i konfiguracja usługi

Przed skonfigurowaniem usługi należy przemyśleć i zaplanować harmonogram aktualizacji. W trakcie formowania tego planu należy określić zasoby krytyczne, które nie podlegają aktualizacjom automatycznym – mogą to być fizyczne hosty Hyper-V, infrastruktura krytyczna wymagająca każdorazowej weryfikacji funkcjonalności po instalowaniu poprawek oraz maszyny, dla których nie można z różnych względów ustalić stałego harmonogramu aktualizacji. Z takiego harmonogramu już na późniejszym etapie wyklucza się automatyczną instalację poprawek na serwerach, na których zdiagnozowano problemy podczas instalacji.

Godzinowy harmonogram aktualizacji również powinien być skrupulatnie przemyślany i w miarę potrzeb modyfikowany, gdyż przykładowo nie będzie do dobrych praktyk zaliczana sytuacja, gdy duża ilość maszyn aktualizowana jest w tym samym czasie. W przypadku maszyn pełniących tę samą funkcję – przykładowo redundantne kontrolery domeny – nie ma mowy o równoległym aktualizowaniu. Takie maszyny należy przydzielić do harmonogramów zaplanowanych na różne dni.

Istotną kwestią jest również włączenie automatycznej oceny stanu instalacji poprawek na urządzeniach końcowych. Opcja ta nie jest skonfigurowana domyślnie i bez ręcznego zainicjowania zbierania tych informacji nie byłoby możliwe poznanie statusu środowiska. Nadmienić należy, że informacje zbierane automatycznie wpływają z opóźnieniem. Warto zwrócić uwagę na sprawdzanie stanu poszczególnych punktów końcowych w sytuacji wątpliwej.

The screenshot shows the 'Maintenance Configurations' page in Azure Update Manager. It displays a table with 4 records:

Name	Maintenance scope	Resource group	Location	Subscription
aktualizacje-automatyczne-niedziela_servery	Guest (Azure VM, Arc-ena...	UpdateOrch-RG	Poland Central	MCPP Subscription
Aktualizacje-automatyczne-poniedzialek-DC1	Guest (Azure VM, Arc-ena...	UpdateOrch-RG	Poland Central	MCPP Subscription
aktualizacje-automatyczne-sobota_servery	Guest (Azure VM, Arc-ena...	UpdateOrch-RG	Poland Central	MCPP Subscription
Aktualizacje-automatyczne-wtorek-DC2	Guest (Azure VM, Arc-ena...	UpdateOrch-RG	Poland Central	MCPP Subscription

RYS.3. HARMONOGRAMY USŁUGI AZURE UPDATE MANAGER

The screenshot shows the 'Add/Modify schedule' dialog box. The configuration is as follows:

- Start on: 09/07/2024 at 12:00 AM
- Maintenance window: (UTC+01:00) Sarajevo, Skopje, Warsaw, Za...
- Hours: 3, Minutes: 0
- Repeats: 1, Week, on Sunday
- Add end date: []

Schedule summary: Starts on: Sat Sep 07 2024 00:00 (UTC+01:00) Sarajevo, Skopje, Warsaw, Zagreb. Maintenance window: 3 hours 0 minutes. Repeats: On Sunday every week. Ends on: -

RYS.4. EDTYTOR HARMONOGRAMU

Zidentyfikowane wady rozwiązania

Podczas eksploatacji rozwiązania w środowisku testowym zidentyfikowano szereg niedogodności.

W starszych dystrybucjach Linux widocznych jest wiele poprawek zaklasyfikowanych do kategorii Security, jednak próba ich instalacji kończy się niepowodzeniem. Aktualizacja dystrybucji Linux do najnowszej wersji pozwalała na dalszą implementację poprawek, aczkolwiek w dalszym ciągu pozostawała pewna pula poprawek, których próba instalacji kończyła się niepowodzeniem.

Home > Azure Update Manager | Machines > openvpnas2

openvpnas2 | Updates
Machine - Azure Arc

Search

Leave new experience Refresh Check for updates One-time update Schedule updates Update settings Azure Update Manager

Overview
Activity log
Access control (IAM)
Tags
Diagnose and solve problems
Settings
Connect
Security
Extensions
Properties
Locks
Operations
Policies
Machine Configuration
Run command (preview)
SQL Server Configuration
Updates
Inventory

Total updates: 106
Security and critical updates: 104 (104 Security-ESM Updates available)
Other updates: 2

Last assessed: 9/3/2024, 02:21:43 PM

Search by package name

Classifications: Security and critical updates

Update name	↑↓	Classifications	↑↓	Version
libpam0g		Security-ESM		UA_ESM_Required
libapt-inst2.0		Security-ESM		UA_ESM_Required
tzdata		Security-ESM		UA_ESM_Required
busybox-initramfs		Security-ESM		UA_ESM_Required
sntp		Security-ESM		UA_ESM_Required
ntp		Security-ESM		UA_ESM_Required
libpcre2-8-0		Security-ESM		UA_ESM_Required
libldap-2.4-2		Security-ESM		UA_ESM_Required
libpam-modules		Security-ESM		UA_ESM_Required
openssl		Security-ESM		UA_ESM_Required

RYS.5. INFORMACJA O ZNAJCZEJ ILOŚCI NIEZAINSTALOWANYCH POPRAWEK KLASYFIKOWANYCH JAKO SECURITY E SM, W STARSZEJ DYSTYBUCJI SYSTEMU LINUX

Od jakiegoś czasu usługa Windows Update oferuje możliwość aktualizacji sterowników w ramach kategorii poprawek dodatkowych. W systemie Azure Update Manager poprawki tej kategorii są widoczne, aczkolwiek ich instalacja z poziomu usługi chmurowej nie jest obsługiwana. Wiąże się to z koniecznością instalowania tego typu poprawek z poziomu indywidualnego urządzenia.

Rysunek: niewspierane kategorie poprawek sprzętowych są widoczne w wykazie, aczkolwiek ich instalacja nie jest możliwa z poziomu Azure Update Manager.

Kolejną wadą, a właściwie niedociągnięciem, do którego administratorzy i pracownicy działu technicznego muszą się przyzwyczaić jest brak synchronizacji pomiędzy historią zainstalowanych poprawek. Poprawki instalowane z poziomu Azure Update Managera nie są widoczne w lokalnej historii poprawek i na odwrót – w przypadku, gdy z jakiegoś powodu poprawki implementowane są ręcznie na poziomie systemu operacyjnego – śladu takiej aktywności nie widać w panelu usługi chmurowej. Status określający potrzebne poprawki oczywiście nie będzie uwzględniał tych zainstalowanych lokalnie na poziomie urządzenia.

Podsumowanie

Microsoft Azure Manager to zaawansowane narzędzie do zarządzania aktualizacjami systemowymi z centralnego miejsca w chmurze, które oferuje szeroki wachlarz możliwości (w tym raportowanie i możliwość automatyzacji tego procesu oraz ograniczenie zaległości w spełnieniu tego wymagania, co przekłada się bezpośrednio na większy stopień zabezpieczeń firmowych systemów informatycznych). Może stanowić centralny punkt raportowania w środowiskach rozproszonych. Pomimo wielu zalet rozwiązanie nie jest pozbawione wad. Takich jak powtarzalny koszt subskrypcyjny zależny od ilości urządzeń znajdujących się w zarządzanym zakresie. Koszt ten wydaje się być akceptowalny, gdyż stanowi remedium na zdjęcie z (i tak już przeciążonymi) obowiązkami pracowników działu IT). Należy pamiętać, że nie wszystkie (szczególnie kluczowe obiekty) podlegają automatyzacji – szczególnie należy rozważyć przypadki elementów kluczowych infrastruktury, gdzie forsowanie automatyzacji poprawek kosztem potencjalnych zaburzeń w dostępności usługi stanowiłoby zbyt duże ryzyko. Zresztą zanim osiągnięty zostanie wysoki stopień automatyzacji, konieczne jest odpowiednie zaplanowanie i przetestowanie wdrożenia.

Referencje i odnośniki

<https://learn.microsoft.com/pl-pl/azure/update-manager/overview>

https://azurearcjumpstart.com/azure_arc_jumpstart/azure_arc_servers/day2/arc_updateManagementCenter

<https://learn.microsoft.com/pl-pl/azure/update-manager/workflow-update-manager?tabs=azure-vms%2Cupdate-win>

Bibliografia

1. J. C. Andersson, *Learning Microsoft Azure: Cloud Computing and Development Fundamentals*, 1st ed., Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, 2023, pp. 374.
2. I. Foulds, *Learn Azure in a Month of Lunches, Second Edition*, Shelter Island, NY, USA: Manning Publications Co., 2020, pp. 241-248.

TECHNOLOGIE MULTIPLEKSACJI W SIECIACH TRANSMISJI DANYCH

dr inż. Zbigniew Handzel, prof. WSEI

dr inż. Andrzej Dulbiński

Summary

Multiplexing, also known as channel multiplication, is a technique widely used in data transmission networks. Even though many administrators don't typically encounter it, it's worth having knowledge about it. The issue of multiplexing dates back to 'ancient' times when analogical technology was still prevalent. Naturally, with the current dominance of digital technology, multiplexing solutions have also evolved.

What is multiplexing? The answer is relatively simple. It is a technological solution that allows the creation of many (hundreds or even thousands) of transmission channels within a single communication medium. By medium, I mean both copper-based media like symmetrical cables (twisted pairs) or asymmetrical ones (coaxial cables), as well as fiber optic media, which are widely used today. Thanks to multiplexing solutions, such as xWDM (Wave Division Multiplexing), incredibly high bandwidths reaching the order of Gbps have been achieved.

Wprowadzenie

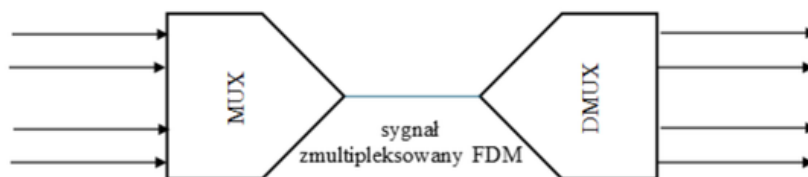
Multipleksacja, inaczej określana jako zwielokrotnienie kanałów transmisyjnych, to technika szeroko stosowana w sieciach transmisji danych, mimo iż nie jest to element, z którym wielu administratorów tak naprawdę nie ma styczności, warto posiadać wiedzę na ten temat. Problematyka zwielokrotnienia sięga praktycznie zamierzonych czasów, kiedy była wszechobecna jeszcze technologia analogowa. Oczywiście fakt, że aktualnie dominuje praktycznie technologia cyfrowa, rozwiązania multipleksacji również podlegały ewaluacji. Czym jest multipleksacja? Odpowiedź jest stosunkowo prosta. Jest rozwiązaniem technologicznym, pozwalającym na utworzenie wielu (setek a nawet tysięcy) kanałów transmisyjnych w jednym medium komunikacyjnym. Media (nośnik), mam tu na myśli zarówno nośniki miedziane jak kable symetryczne (skrętki), czy też asymetryczne (kable współosiowe, czyli koncentryczne), jak też media światłowodowe, dzisiaj szeroko stosowane, w których dzięki zastosowanym rozwiązaniom multipleksacji, między innymi xWDM (ang. Wave Division Multiplexing) osiągnięto rzeczywiście wysokie przepustowości sięgające rzędu Gbs.

Idea multipleksacji

W procesie multipleksacji biorą udział trzy elementy: multiplexer (krotnica), do którego zostają doprowadzone sygnały poddane multipleksacji, następnie medium (światłowodowe, miedziane), przez który jest przesyłany sygnał zmultipleksowany oraz demultiplexer, którego zadaniem jest odzyskanie sygnałów pierwotnych (Rys. 1).

Biorąc za czynnik podziału dziedzinę w jakiej multipleksacja jest realizowana, wyróżnia się przede wszystkim zwielokrotnienie w dziedzinie:

- częstotliwości FDM (ang. Frequency Division Multiplexing),
- czasu TDM (ang. Time Division Multiplexing),
- długości fali xWDM (ang. Wave Division Multiplexing).

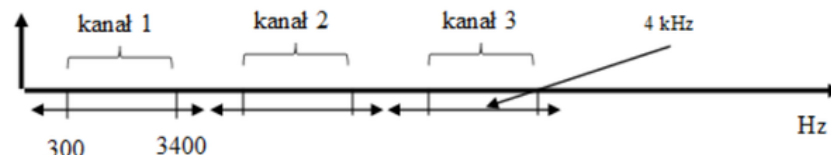


RYS.1. IDEA ZWIELOKROTNIENIA W DZIEDZINIE CZĘSTOTLIWOŚCI.

ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

Zwielokrotnienie FDM

Zwielokrotnianie FDM, tzw. częstotliwościowe, przeznaczone było w początkowej fazie przede wszystkim dla sygnałów w postaci analogowej. Technologia ta silnie wpłynęła na rozwój ówczesnej telekomunikacji. Przyczyniła się do diametralnego zwiększenia kanałów komunikacyjnych między urządzeniami stacyjnymi, obiektami telekomunikacyjnymi w procesie świadczenia usług telefonicznych. Technologia FDM oparta jest na podziale częstotliwości dla poszczególnych kanałów. W usługach telefonicznych, gdzie pasmo kanału zawiera się w granicach 300 Hz do 3,4 kHz, kolejne kanały tworzone były w wyższych zakresach częstotliwości (Rys. 2).



RYS.2. IDEA ZWIELOKROTNIENIA W DZIEDZINIE CZASU.

ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE.

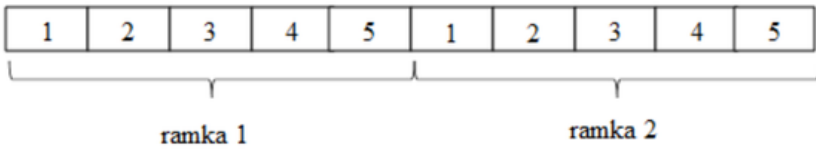
Wykorzystując technologię FDM osiągnięto w nośniku współosiowym 10400 kanałów analogowych. Wraz z rozwojem cyfryzacji na szeroką skalę nastąpił automatycznie rozwój nowych metod i narzędzi realizujących multiplexing.

Zwielokrotnienie TDM

Powszechnie stosowaną techniką multipleksacji sygnałów cyfrowych jest zwielokrotnienie w dziedzinie czasu TDM (ang. Time Division Multiplexing). Technika opiera się na budowie sygnału zmultipleksowanego z następujących po sobie określonej ilości przedziałów czasu (time slot) zawierających wartości chwilowe sygnałów przesyłanych w postaci cyfrowej (binarnej np. 8 bitów), tzw. ramki powtarzającej się z góry co określony interwał czasowy (Rys.3).

MULTIPEKSACJA TO TECHNIKA POZWALAJĄCA NA UTWORZENIE WIELU KANAŁÓW TRANSMISYJNYCH W JEDNYM MEDIUM KOMUNIKACYJNYM, CO UMOŻLIWIA EFEKTYWNY PRZESYŁ DANYCH W RÓŻNYCH DZIEDZINACH, TAKICH JAK CZĘSTOTLIWOŚĆ, CZAS I DŁUGOŚĆ FALI.





RYS.3. SYGNAŁ ZMULTYPLIKSOWANY SKŁADAJĄCY SIĘ Z PIĘCIU SYGNAŁÓW WEJŚCIOWYCH.
 ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

Idealnym przykładem powyższej technologii jest zastosowanie jej w sieciach transmisyjnych PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), czyli plezjochroniczna hierarchia cyfrowa. Wyróżnia się kilka systemów zwielokrotnienia PDH, między innymi europejski, amerykański (odmianą jest japoński z małą różnicą) (Tab.1).go rozwoju oraz łatwego utrzymania i monitorowania.

TAB.1. POZIOMY ZWIELOKROTNIEŃ W PDH

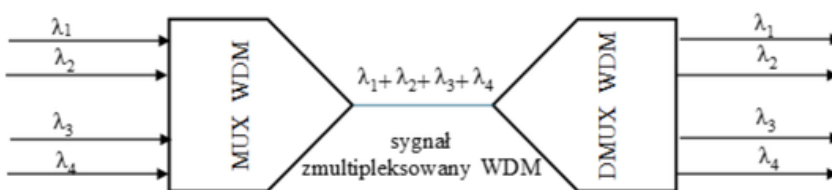
Poziom multipleksacji	Europa	Ameryka	Japonia
1	E1 - 2048 kb/s	T1 - 1544 kb/s	J1 - 1544 kb/s
2	E2 - 8448 kb/s	T2 - 6312 kb/s	J2 - 6312 kb/s
3	E3 - 34368 kb/s	T3 - 44736 kb/s	J3 - 32064 kb/s
4	E4 - 139264 kb/s	T4 - 274176 kb/s	J4 - 97728 kb/s
5	E5 - 564992 kb/s		J5 - 397200 kb/s

ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

W wersji europejskiej sieci PDH ma miejsce pięć poziomów multipleksacji kanałów. Z wyjścia poziomu pierwszego uzyskuje się podstawowy (bardzo popularny) sygnał transmisyjny E1 o przepływności 2048 kb/s (~ 2Mb/s), który powstaje w wyniku multipleksacji doprowadzonych 32 kanałów 64 kb/s, (dwa to kanały systemowe), podane na wejście pierwszego multipleksera. Każdy wyższy poziom uzyskuje się w wyniku czterech zmultipleksowanych sygnałów wyjściowych z poprzedniego mux-a. I tak sygnał E2 powstaje z czterech wejściowych sygnałów E1, sygnał E3 z czterech sygnałów E2 itd. Inaczej jest to w przypadku hierarchii amerykańskiej. Tu sygnał pierwszego rzędu określany jest mianem T1, powstaje w wyniku multipleksacji wejściowych 24 kanałów 64 kb/s, T2 z czterech sygnałów T1, T3 z siedmiu sygnałów T2, a ostatni poziom T4 z sześciu sygnałów T3. Dostrzec można, że w systemie amerykańskim są znaczące różnice względem europejskiego. Powracając do sygnału wyjściowego E1 - pierwszego poziomu. Każda ramka sygnału E1 zawiera 32 szczeliny czasowe (będące kanałami 64 kb/s), są ponumerowane od 0 do 31. Szczelina 0 i 15 to szczeliny systemowe, przeznaczone do zarządzania systemem, sygnalizacji, itp. Natomiast w pozostałych przesyłane są dane użytkownika. Czyli wykorzystanie przez użytkownika 30 kanałów daje sumaryczny kanał transmisyjny 1920 kb/s. Sygnał E1 jest sygnałem bardzo często wykorzystywanym w systemach transmisyjnych, modemach szerokopasmowych HDSL, jako technologie dostępne do sieci WAN dla klientów, użytkowników sieci ISDN PRA, itp. Reasumując w przedstawionym przykładzie sieci PDH poprzez zastosowanie wielokrotnej multipleksacji TDM pozyskano z wejściowych sygnałów 64 kb/s sumaryczny sygnał zmultipleksowany E5 o wartości 564,992 Mb/s.

Zwielokrotnienie WDM

Wraz z rozwojem sieci światłowodowej w obszarze transmisji danych w sieciach LAN jak też w sieciach WAN znalazła zastosowanie multipleksacja xWDM celem dodatkowego zwiększenia ilości kanałów, a co za tym idzie, prędkości transmisji, mimo już transmitowanych w kablach światłowodowych sygnałów już wcześniej zwielokrotnionych poprzez systemy PDH, czy też SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Technologia WDM polega na przypisaniu doprowadzonym sygnałom optycznym różnych długości fal w sygnale zmultipleksowanym (Rys. 4). Efektem czego było opracowanie specjalnych multiplekserów i wzmacniaczy optycznych.



RYS. 4. IDEA ZWIELOKROTNIEŃ W DZIEDZINIE DŁUGOŚCI FALI.

ŹRÓDŁO: OPRACOWANIE WŁASNE

Ze względu na długości fal między poszczególnymi kanałami wyróżnia się [1]:

1. **NWDM** (ang. Narrow WDM) to wąskopasmowe systemy WDM z odległością między kanałami wynoszącymi od 100 nm (13 THz) do 1 nm (130 GHz).

2. **CWDM** (ang. Coarse WDM) to tzw. grube systemy WDM z odległością między kanałami na poziomie kilkunastu do kilkudziesięciu nm.

3. **DWDM** (ang. Dense WDM) to tzw. gęste systemy WDM z odległością między kanałami wynoszącą od 1nm (130 GHz) do 0,1 nm (13 GHz).

4. **OFDM** (ang. Optical Frequency Division Multiplexing) to systemy ze zwielokrotnieniem w dziedzinie częstotliwości optycznych z odległością między kanałami wynoszącą od 0,1 nm (13 GHz) do 0,01 nm (1,3 GHz).

5. **DOFDM** (ang. Dense OFDM) to gęste systemy OFDM z odległością między kanałami mniejszą od 0,01 nm (1,3GHz).

Często systemy z odległością między kanałami mniejszą niż 0,1 nm oznaczane są skrótem **UDWDM** (Ultra DWDM i CWDM) lub **HDWDM** (High DWDM).

Na przykład dla sygnałów składowych w przypadku DWDM o przepływności 10 Gb/s i 40 fal o różnych długościach uzyskamy sygnał zmultipleksowany o wartości 400 Gb/s.

Rezultatem zastosowania zwielokrotnienia xWDM w sieciach światłowodowych było utworzenie w pełni optycznych sieci transportowych OTN (ang. Optical Transport Network). Z kolei dzięki opracowaniu jednolitych zasad przesyłu sygnałów zewnętrznych, zarządzania siecią oraz budową dedykowanych urządzeń realizujących przełączanie sygnałów – strumieni światła powstanie kolejnej generacji sieci teletransmisyjnych OTH (Optical Transport Hierarchy).

Należy zaznaczyć, że wdrożenie kolejnego zwielokrotnienia WDM w sygnale światłowodowym jest tak naprawdę dla systemów dosyłających sygnał przezroczysty. Światłowody zmultipleksowane systemem WDM są postrzegane przez sygnały doprowadzone sieci PDH, SDH i inne jak wolne zasoby (kanały) transmisyjne.

Zwielokrotnienie w dziedzinie długości fali wykorzystywane jest nie tylko w zaawansowanych systemach transmisyjnych WAN, ale również w elementach sieci lokalnych LAN, np. w modułach SFP montowanych np. w routerach pozwalających na podłączenie kabli światłowodowych.

Podsumowanie

Rozwój sieci transmisji bez przedstawionych technologii byłby z pewnością bardzo ograniczony jak wręcz niemożliwy. Zwiększenie ilości kanałów w medium transmisyjnym to czynnik bezpośrednio wpływający na przepustowość, szybkość przekazu danych i informacji. Przedstawione w artykule trzy główne metody zwielokrotnienia oczywiście nie wyczerpują w pełni zakresu omawianej tematyki, lecz mają na celu przybliżyć czytelnikowi ciekawe rozwiązania jakże często stosowane, ale niedostrzegane przez potencjalnego użytkownika.

Literatura

1. Kula S.: Systemy i sieci dostępne. Wyd. WKŁ Warszawa 2009.
2. Kula S.: Systemy teletransmisyjne. Wyd. WKŁ, Warszawa 2006.
3. Perlicki K.: Systemy transmisji optycznej. Wyd. WKŁ Warszawa 2007.
4. Zagrobelny T.: Urządzenia teletransmisyjne, Wyd. WSiP, Warszawa 2000.

STAŁE WYLICZENIOWE JAKO OBIEKTY W C#

dr inż. Cezary Siwoń

Wstęp

Język C# zawiera wiele elementów i koncepcji powstałych wcześniej języków obiektowych: C++, Java, Object Pascal. Najczęściej postrzegany jest jako odpowiednik języka Java, zarówno ze względu na przenośność kodu wykonywalnego jak i podobną składnię. Oczywiście jest, że język C# w wielu aspektach różni się od Javy. Większość różnic i nowych elementów C# daje znaczną przewagę nad Javą, która rozwija się w bardziej zachowawczy sposób. Jednym z nielicznych elementów Javy, który jest bardziej zaawansowany od odpowiednika w języku C# jest typ wyliczeniowy deklarowany słowem kluczowym enum. W języku Java typ wyliczeniowy jest specjalnym rodzajem klasy, z której nie można wyprowadzać innych klas, ale można implementować interfejsy. Stałe wyliczeniowe typu enum są instancjami zdefiniowanej klasy. Każda stała może posiadać pola i metody. Dokumentacja języka Java podaje poniższy przykład rozbudowanego wyliczenia:

```
public enum Planet {
    MERCURY (3.303e+23, 2.4397e6),
    VENUS (4.869e+24, 6.0518e6),
    EARTH (5.976e+24, 6.37814e6),
    MARS (6.421e+23, 3.3972e6),
    JUPITER (1.9e+27, 7.1492e7),
    SATURN (5.688e+26, 6.0268e7),
    URANUS (8.686e+25, 2.5559e7),
    NEPTUNE (1.024e+26, 2.4746e7);
    private final double mass; //
in kilograms
    private final double radius; //
in meters
    Planet(double mass, double
radius) {
        this.mass = mass;
        this.radius = radius;
    }
    private double mass() { return
mass; }
    private double radius() { return
radius; }
    // universal gravitational
constant (m3 kg-1 s-2)
    public static final double G =
6.67300E-11;
    double surfaceGravity() {
        return G * mass / (radius *
radius);
    }
    double surfaceWeight(double
otherMass) {
        return otherMass *
surfaceGravity();
    }
}
```

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości tworzenia wyliczeń w języku C# o podobnych możliwościach, aby stały się pełnymi obiektami, a wyliczenie było silnie typowane.

Typ enum w C#

Implementacja typu wyliczeniowego w języku C# jest zbliżona do języka C++. Każda stała posiada wartość całkowitą, która może być inicjowana automatycznie przez kompilator lub jawnie przypisana. Stałe o tej samej wartości całkowitej różnych typów nie są sobie równe. Przykład definicji typu Planet:

```
public enum Planet{
    MERCURY = 1,
    VENUS,
    EARTH,
    MARS,
    JUPITER,
    SATURN,
    URANUS,
    NEPTUNE
}
```

Taka definicja prowadzi do użycia instrukcji switch, aby podać masę lub promień danej planety.

```
switch (planet)
{
    case Planet.MARS:
        Console.WriteLine("Mars mass: 6.421e+23");
        break;
    case Planet.MERCURY:
        Console.WriteLine("Mercury mass: 3.303e+23");
        break;
    //pozostałe przypadki
}
```

Można także stworzyć słownik z kluczem w postaci stałej wyliczeniowej i wartością, która jest obiektem z właściwościami Radius i Mass. Są to jednak rozwiązania doraźne.

Lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie metod rozszerzeń. Pozwala ono dodać metody do stałych wyliczeniowych (a w przyszłości możliwe będzie dodawanie także właściwości), co sprawia, że w kodzie klienckim stałe wyliczeń postrzegane są jak obiekty.

```
public static class PlanetExtensions
{
    public static readonly double G = 6.67300E-11;
    public sealed class PlanetDetails
    {
        public required double Mass { get; init; }
        public required double Radius { get; init; }
    }
    private static readonly Dictionary<Planet, PlanetDetails> _details =
new()
    {
        {
            Planet.MARS,
            new PlanetDetails()
            {
                Mass = 6.421e+23,
                Radius = 3.3972e6
            }
        },
        {
            Planet.MERCURY,
            new PlanetDetails()
            {
                Mass = 3.303e+23,
                Radius = 2.4397e6
            }
        }
    },
    // pozostałe planety
};
public static PlanetDetails Details(this Planet planet)
{
    return _details[planet];
}
```

```

}

public static double SurfaceGravity(this Planet planet) {
    return G * planet.Details().Mass / (planet.Details().Radius *
planet.Details().Radius);
}

double static double SurfaceWeight(this Planet planet, double otherMass)
{
    return otherMass * planet.SurfaceGravity();
}
}

```

Dane planet są dostępne w obiektach typu *PlanetDetails*. Obiekty te zwracane są metodą rozszerzenia *Details*. Metody *SurfaceGravity* i *SurfaceWeight* są wywoływane bezpośrednio na stałych.

Przedstawione rozwiązanie jest akceptowalne do tworzenia typów charakterystycznych dla tworzonej aplikacji, ale nie nadaje się do tworzenia bibliotek. Klasy rozszerzeń są importowane osobno, więc można stworzyć alternatywną klasę rozszerzeń i zmienić kontrakt stałych wyliczeniowych w kodzie klienckim. Pewnym rozwiązaniem może być umieszczenie w jednej przestrzeni nazw stałych i klasy rozszerzeń, co uniemożliwiłoby zaimportowanie innego rozszerzenia z tymi samymi składowymi. Nie zmienia to faktu, że takie rozwiązanie jest mało obiektowe: typ wyliczeniowy i składowe stałych wyliczeniowych są definiowane osobno, więc łatwo o błędy.

Własny typ wyliczeń

Najlepszym rozwiązaniem jest zdefiniowanie własnego typu, imitującego typ wyliczeniowy. Prowadzi to do silnie typowanych wyliczeń i zamknięcie wszystkich elementów w jednej klasie. Wymaga to większej pracy, jeśli chcemy zapewnić funkcje dostępne w natywnym typie wyliczeniowym: lista stałych, lista nazw, parsowanie itd. Poniższa klasa jest prostym przykładem własnej klasy bazowej imitującej typ wyliczeniowy.

```

public abstract class ObjectEnum<T> where T: ObjectEnum<T>
{
    private static Dictionary<String, ObjectEnum<T>> _values;
    public static IEnumerable<string> Names => _values.OrderBy(e =>
e.Value._ordinal).Select(e => e.Key).AsEnumerable();
    public static IEnumerable<ObjectEnum<T>> Values =>
_values.Values.OrderBy(e => e._ordinal).AsEnumerable();

    private static int _ordinalCounter;
    private readonly string _name;
    private readonly int _ordinal = 0;
    public string Name => _name;
    public int Ordinal => _ordinal;

    static ObjectEnum()
    {
        _ordinalCounter = 0;
        _values = new ();
    }

    protected ObjectEnum(string name)
    {
        _ordinal = ++_ordinalCounter;
        _name = name;
        _values.Add(_name, this);
    }

    public static T? Parse(string name)
    {
        return _values.TryGetValue(name, out var v) ? v as T : throw new
ArgumentException("Invalid enum name!");
    }

    public static bool TryParse(string name, out T? value)
    {
        if (_values.TryGetValue(name, out var val))
        {
            value = val as T;
            return true;
        }

        value = null;
        return false;
    }
}

```

```

public override string ToString()
{
    return _name;
}

public static implicit operator
int(ObjectEnum<T> item)
{
    return item.Ordinal;
}
}

```

Parametr generyczny reprezentuje typ stałej wyliczeniowej.

Składowa statyczna *_values* jest słownikiem, który przechowuje pod nazwą stałej obiekt tej stałej.

Właściwość statyczna *Names* zwraca ciąg nazw stałych, posortowanych wg liczby porządkowej. Właściwość statyczna *Values* zwraca ciąg stałych wyliczeniowych, posortowanych wg liczby porządkowej.

Właściwość instancyjna *Name* i *Ordinal* zwraca odpowiednio nazwę stałej i jej liczbę porządkową.

Każdej właściwości odpowiada składowa prywatna: *_name* i *_ordinal*.

Składowa statyczna *_ordinalCounter*, jest licznikiem instancji i służy do nadawania liczb porządkowych każdej stałej.

Blok statyczny inicjuje licznik instancji i słownik *_values*.

Konstruktor inicjuje nazwę stałej na podstawie parametru oraz nadaje numer porządkowy i dodaje aktualnie utworzoną instancję do słownika *_values*.

Pozostałe metody realizują:

- *Parse* – na podstawie łańcucha wejściowego zwraca stałą wyliczeniową ze słownika, a w przypadku braku stałej o podanej nazwie zgłasza wyjątek.
- *TryParse* – wykonuje to samo co metoda *Parse*, ale zwraca wartość logiczną, a stała jest zwracana przez parametr wyjściowy.
- *ToString* – zwraca nazwę stałej
- Operator niejawnego rzutowania zwraca liczbę porządkową stałej.

Zdefiniowanie typu wyliczeniowego *Planet* polega na zdefiniowaniu klasy dziedziczącej po przedstawionym typie bazowym. Wewnątrz typu należy umieścić stałe, które są instancjami definiowanego typu. Dodać można także dowolne składowe, czyli w naszym przykładzie są to właściwości *Mass* i *Radius* oraz metody *SurfaceGravity* i *SurfaceWeight*.

Poniżej przykład klasy opisującej planety:

```

public sealed class PlanetEnum:
ObjectEnum<PlanetEnum>
{
    public static readonly PlanetEnum
Mars = new(nameof(Mars), 6.421e+23 ,
3.3972e6);
    public static readonly

```

```
PlanetEnum Mercury = new(nameof(Mercury), 3.303e+23, 2.4397e6);
// pozostałe stałe

public static readonly double G = 6.67300E-11;

public double Mass { get; }
public double Radius { get; }

private PlanetEnum(string name, double mass, double radius) :
base(name)
{
    Mass = mass;
    Radius = radius;
}

public double SurfaceGravity() {
return G * Mass / Radius * Radius;
}

public double SurfaceWeight(double otherMass) {
return otherMass * SurfaceGravity();
}
}
```

Konstruktor jest prywatny, aby zablokować tworzenie instancji poza klasą. Konstruktor wywołuje konstruktor bazowy, który dodaje tworzoną instancję do listy wartości. Dodatkowo klasa jest typu sealed, czyli nie można po niej dziedziczyć.

Program demonstrujący zdefiniowany typ:

```
public static void Main(String[] args) {
    if (args.Length != 1) {
        Console.WriteLine("Usage: Planet <earth_weight>");
        Environment.Exit(1);
    }
    double earthWeight = double.Parse(args[0]);
    double mass = earthWeight/PlanetEnum.Earth.SurfaceGravity();
    foreach (var objectEnum in PlanetEnum.Values)
    {
        var p = (PlanetEnum)objectEnum;
        Console.WriteLine($"Your weight on {p} is
{p.SurfaceWeight(mass)}");
    }
}
```

Uruchomienie przykładu z argumentem 125 daje w efekcie poniższy wydruk:

```
Your weight on Mars is 13,43080655957162
Your weight on Mercury is 6,908885542168674
Your weight on Earth is 124,99999999999999
```

SmartEnum

Prezentowany przykład własnego typu wylczeniowego nie zapewnia współpracy z wieloma bibliotekami i frameworkami. Można oczywiście uzupełnić go o dodatkowe klasy np. dokonujące serializacji czy współpracujące z EntityFramework.

Na szczęście powstała ogólnodostępna biblioteka SmartEnum, która znacznie ułatwia tworzenie wylczeń zapewniając wsparcie dla wielu produktów z ekosystemu.NET. Jest dobrze przetestowana i przygotowana przez doświadczonych programistów. Podstawowe klasy znajdują się w paczce Ardalis.SmartEnum, a wsparcie dla bibliotek stanowią osobne paczki np. Ardalis.SmartEnum.EFCore, Ardalis.SmartEnum.Dapper itd. Pełna dokumentacja znajduje się pod linkiem: <https://github.com/ardalis/SmartEnum>. Idea typu wylczeniowego biblioteki jest identyczna z przedstawioną klasą w poprzedniej części. Należy zdefiniować własny typ dziedziczący po typie bazowym:

```
public sealed class ArdalisPlanet : SmartEnum<ArdalisPlanet>
{
    public static readonly double G = 6.67300E-11;

    public static readonly ArdalisPlanet Mars = new
ArdalisPlanet(nameof(Mars), 1, 6.421e+23, 3.3972e6);
    public static readonly ArdalisPlanet Mercury = new
ArdalisPlanet(nameof(Mercury), 2, 3.303e+23, 2.4397e6);
    public static readonly ArdalisPlanet Earth = new(nameof(Earth), 3,
5.976e+24, 6.37814e6);
}
```

```
public double Mass { get; private
set; }
public double Radius { get;
private set; }

private ArdalisPlanet(string name,
int value, double mass, double
radius): base(name, value)
{
    Mass = mass;
    Radius = radius;
}

public double SurfaceGravity() {
return G * Mass / (Radius *
Radius);
}

public double SurfaceWeight(double
otherMass) {
return otherMass *
SurfaceGravity();
}
}
```

W typie bazowym jest dodatkowa właściwość Value, która domyślnie jest typu int i może odpowiadać liczbie porządkowej stałej. W SmartEnum należy samodzielnie przypisać każdej stałej wartość Value. Możliwa jest też zmiana typu na inny, gdyż typ bazowy posiada dwa parametry generyczne.

```
public sealed class ArdalisPlanet :
SmartEnum<ArdalisPlanet, ushort>
{
    //deklaracje stałych
    //deklaracje właściwości
    private ArdalisPlanet(string name,
ushort value, double mass, double
radius): base(name, value)
    {
        Mass = mass;
        Radius = radius;
    }

    //deklaracje metod
}
```

SmartEnum posiadają podstawowe właściwości i metody statyczne charakterystyczne dla typów wylczeniowych:

- List - zwraca kolekcję (tylko do odczytu) wszystkich stałych typu
- FromName, FromValue – metody zwracające stałą na podstawie odpowiednio nazwy i wartości.
- TryFromName, TryFromValue – metody zwracające wartość logiczną true jeśli stała o podanej nazwie lub wartości istnieje i zwraca stałą jako parametr wyjściowy metody.

Stałe wyliczeniowe posiadają metodę instancyjną `When`, która może zastąpić instrukcję `switch`.

```
planet
    .When(ArdalisPlanet.Mars)
    .Then(() => Console.WriteLine("Mars - the Red Planet"))
    .When(ArdalisPlanet.Earth)
    .Then(() => Console.WriteLine("Earth - the Green planet"))
    .When(ArdalisPlanet.Mercury)
    .Then(() => Console.WriteLine("Mercury - the Swift Planet"))
    .Default(() => Console.WriteLine("Other planet of the solar system"));
```

Pozostałe możliwości typu `SmartEnum` można poznać z dokumentacji.

Zakończenie

Typ wyliczeniowy w języku C# jest dość ubogi w stosunku do jego odpowiedników innych języków obiektowych. W prostych przypadkach można posłużyć się klasami rozszerzającymi i bazować na natywnym typie `enum`. W zaawansowanych przypadkach warto skorzystać z typu `SmartEnum` firmy `Ardalis`, który zawiera wsparcie dla wielu bibliotek i pozwala na tworzenie czystego, obiektowego kodu.

BIZNES & INNOWACJE

Jak gry stały się najbardziej dochodową formą rozrywki? **40 str.**

Narzędzia i techniki wykorzystywane przy tworzeniu animowanych przerywników filmowych **45 str.**

Czy wielkoskalowe magazynowanie energii elektrycznej jest aby w ogóle realizowalne technicznie? **50 str.**

Dlaczego w nadchodzących latach grozi nam potężna katastrofa w sektorze elektroenergetyki? **62 str.**

JAK GRY STAŁY SIĘ NAJBARDZIEJ DOCHODOWĄ FORMĄ ROZGRYWKI?

mgr inż. Jakub Pacura

STRESZCZENIE

Artykuł analizuje dynamiczny rozwój branży gier komputerowych, która obecnie przewyższa dochody z przemysłu filmowego i muzycznego. Tekst omawia kluczowe czynniki sukcesu, takie jak dostępność technologii, interaktywność oraz unikalne doświadczenia oferowane przez gry. Autor podkreśla znaczenie społeczności graczy i aspektów takich jak rozwój umiejętności, relaks oraz regrywalność, które przyciągają graczy do tego medium. Przykłady popularnych gier, takich jak "Stardew Valley", "Among Us" czy "House Flipper", ilustrują różnorodność i potencjał sukcesu w branży gier.

SŁOWA KLUCZOWE

biznes, gry komputerowe, gry wideo, przemysł rozrywkowy, psychologia, rozrywka.

Wprowadzenie

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat gry komputerowe przeszły daleką drogę od prostych pikselowych gier arkadowych do skomplikowanych, immersyjnych światów, które przyciągają miliony graczy na całym świecie. Obecnie branża gier to ogromny sektor rozrywki, który generuje dochody przekraczające te z filmów i muzyki razem wziętych[1]. Rozwój technologii, dostępność urządzeń oraz dynamiczny wzrost społeczności graczy to tylko niektóre czynniki, które przyczyniły się do tego sukcesu. Współczesne produkcje oferują nie tylko emocjonujące rozgrywki, ale również bogate fabuły i niezapomniane doświadczenia wizualne. W artykule przyjrzymy się, jakie czynniki wpłynęły na ten fenomen i jak gry stały się najpopularniejszą formą rozrywki w dzisiejszym świecie. Celem tego artykułu jest pokazanie, że twórcy gier niekoniecznie muszą dysponować ogromnym budżetem i specjalnymi umiejętnościami aby wydać grę, która odniesie służy sukces sprzedaży.

Zasadniczy opis

Aby odpowiedzieć sobie na pytania zadane w tytule artykułu zapytałem moich studentów po co grają w gry i co ich motywuje do tego, że do nich wracają.



RYS.1. AUTOMAT Z GRĄ SPACE INVADERS.

Interaktywność

Odpowiedzi były zróżnicowane, ale kilka kluczowych motywacji pojawiało się regularnie. Studenci wskazywali na chęć relaksu i odpoczynku od codziennych obowiązków jako główny powód. Inni podkreślali aspekt społecznościowy, zaznaczając, że gry pozwalają na interakcję z przyjaciółmi i poznanie nowych osób z całego świata. O tych i o kolejnych motywacjach, które przybliżają graczy do medium gier komputerowych wspomnę w dalszej części artykułu.

Interaktywność

Wielu studentów zwróciło uwagę na to, że gry to interaktywne medium, które oferuje unikalne doświadczenia, nieosiągalne w innych formach rozrywki. To dzięki immersji zapominamy o otaczającym nas świecie i czujemy się częścią świata gry. Na pewno część z czytelników kojarzy grę Space Invaders. Kto grał to pamięta jak bardzo potrafiła pochłoniąć naszą uwagę.

Rola Gracza

Kolejnym powodem dlaczego gry stały się tak popularne jest rola, którą odgrywamy jako gracze. Utożsamiamy się z losami bohaterów i faktycznie zaczyna nam na nich zależeć. Często to my decydujemy jak zakończy się dana historia. W "The Forest" budzimy się jako rozbitek na wyspie i musimy przeżyć. Gra natychmiast wrzuca nas w wir wydarzeń i wymusza na graczem podejmowanie ważnych decyzji, co zjemy, gdzie będziemy spać i w jaki sposób zawalczymy z tubylcami.

Rozwój umiejętności

Dodatkowo, część osób wspominała o rozwijaniu takich umiejętności jak: refleks, strategiczne myślenie, czy umiejętność pracy zespołowej, które gry często wymagają i doskonałą. Stawanie się coraz lepszym potrafi być bardzo

satysfakcjonujące. Counter Strike 2 jest idealnym przykładem gry, w której liczą się powyższe umiejętności. Counter Strike jest szczególnie bliski mojemu sercu, gdyż we wszystkich grach serii mam przegrane ponad 8000 godzin i wciąż uczę się nowych tricków i poznaję sekrety gry.

Spółeczność

Kolejnym często przytaczanym argumentem jest społeczność, którą gry zrzeszają wokół siebie. Mamy poczucie przynależności do grupy, spędzamy wspólnie czas, czy rywalizujemy ze sobą. Grą, która miała bardzo duży wpływ na społeczeństwo była gra "Among Us", w szczególności w czasach covidu. To dzięki niej gracze mogli się spotykać w wirtualnej rzeczywistości i spędzać wspólnie czas.

Among Us podobnie jak The Forest jest grą zrobioną przez kilka osób. Odniosła ona ogromny sukces sprzedażowy i przez długi czas był to jeden z najczęściej wybieranych tytułów przez influencerów na całym świecie.

Oderwanie się od rzeczywistości

Gry lepiej niż cokolwiek innego pomagają oderwać się od rzeczywistości. Często po długim i stresującym dniu w pracy, czy w szkole chcemy zanurzyć się w barwny świat fantazy... lub zostać farmerem.



RYS.2. GRA "THE FOREST"



RYS.3. GRA "COUNTER STRIKE 2"



RYS.4. GRA "AMONG US"



RYS.5. GRA "STARDEW VALLEY"

Stardew Valley to gra stworzona przez jedną osobę, Erica Barone'a. Development gry trwał wiele lat i miał swoje ciężkie momenty, ale warto było. Gra na samym tylko Steamie zarobiła ponad 145 milionów dolarów [2].

Regrywalność

Dobrze zaprojektowane gry pozwalają na rozgrywkę na wiele różnych sposobów dając nam szansę na rozmaite doświadczenia i przeżycia. Profesjonalnie nazywa się to regrywalnością.

Hades jest świetnym przykładem takiej gry. Daje opcję na rozwój postaci na wiele sposobów, używanie różnych rodzajów broni, czy walkę z przeciwnikami w losowo generowanych poziomach.

Inną grą z wysokim poziomem regrywalności jest House Flipper, przy którym mam przyjemność pracować od ostatnich 8 lat. Jest to gra o remontowaniu domów i ich zarządzaniu. Jak łatwo się domyślić nie jest tu trudno o regrywalność, gdyż sposobów na urządzenie wnętrza jest nieskończona ilość. Na poniższym zdjęciu możecie zobaczyć jak prezentował się nasz zespół w 2018 roku.



RYS.6. GRA "HADES"



RYS.7. ZDJĘCIE ZESPOŁU DEVELOPERSKIEGO W DNIU WYDANIA "HOUSE FLIPPERA"

Gra odniosła bardzo duży sukces sprzedażowy pozwalając nam na jej dalszy rozwój i dostarczanie graczom dodatkowej zawartości w formie dodatków do gry i darmowych aktualizacji.

Dzięki zaufaniu graczy dostaliśmy szansę na stworzenie sequela do gry i tak oto 14 grudnia 2023 premierę miał House Flipper 2, który był jedną z najlepszych (jeśli nie najlepszą) premier ubiegłego roku.

Podsumowanie

W artykule omówiliśmy kluczowe aspekty, które przyczyniły się do ogromnego sukcesu gier komputerowych jako formy rozrywki. Interaktywność gier pozwala graczom na aktywne uczestnictwo w kształtowaniu fabuły i wydarzeń, co wyróżnia je na tle innych mediów. Rola gracza, jako centralnego elementu doświadczenia, umożliwia pełne zanurzenie i osobiste zaangażowanie. Gry oferują również rozwój różnorodnych umiejętności, takich jak refleks, myślenie strategiczne i współpraca, które są cenione zarówno w życiu codziennym, jak i zawodowym. Dodatkowo, gry stanowią doskonałe narzędzie do oderwania się od codziennej rzeczywistości, oferując relaks i chwilę wytchnienia. Wysoka regrywalność wielu tytułów sprawia, że gracze chętnie wracają do ulubionych produkcji, odkrywając w nich nowe wyzwania i przyjemności. Wszystkie te elementy razem tworzą wyjątkową i wszechstronną formę rozrywki, która zyskała ogromną popularność na całym świecie.



RYS.8. "HOUSE FLIPPER"



RYS.9. GRA "HOUSE FLIPPER 2"

Bibliografia

- [1] Divers, Gavin. "Gaming Industry Dominates as the Highest-Grossing Entertainment Industry." Gamerhub.uk. Dostęp 27.07.2024. <https://gamerhub.co.uk/gaming-industry-dominates-as-the-highest-grossing-entertainment-industry/>.
- [2] White, Sam. "Valley Forged: How One Man Made the Indie Video Game Sensation Stardew Valley." gg.com. Dostęp 27.07.2024. <https://www.gg.com/story/stardew-valley-eric-barone-profile>.

Narzędzia i techniki wykorzystywane przy tworzeniu animowanych przerywników filmowych

mgr Klaudia Szreder

STRESZCZENIE

Artykuł opisuje filmowe środki stylistyczne wykorzystywane przy tworzeniu przerywników filmowych, a także ich wpływ na doświadczenie immersji przez gracza. Omówione są metody budowania narracji i przekazywania znaczeń za pomocą ruchomego obrazu, a także jego wpływ na odczuwane emocje odbiorcy.

SŁOWA KLUCZOWE

Przerywnik filmowy, animacja, cutscena, gry komputerowe, immersja

Wprowadzenie

Z rozwojem gier komputerowych zwiększyło się wykorzystanie animowanych przerywników filmowych. Choć nie są one niezbędne do samej rozgrywki, ich umiejętne zastosowanie może znacząco wzbogacić grę zarówno pod względem narracyjnym, jak i artystycznym. Istnieje jednak ryzyko, że niewłaściwe użycie narzędzi filmowych lub niedopasowanie cutscen do gatunku gry czy jej struktury dramatycznej może wybić gracza z immersji. W niniejszym artykule przyjrzymy się, co może pozytywnie i negatywnie wpływać na odbiór przerywnika filmowego.

Czym jest przerywnik filmowy?

Przerywnik filmowy, określane także jako cutscena, cinematic, jest krótkim filmem animowanym, wyświetlanym podczas rozgrywki. Pozwala na wprowadzenie subtelnych elementów fabuły i uwypuklenie ważnych wydarzeń, które mogłyby zostać przeoczone podczas rozgrywki. Dostarcza więcej informacji o bohaterach, zapewnia płynność gry, a także uatrakcyjnia ją wizualnie.

Przerywnik filmowy i jego wpływ na immersję

Cutscena jest bardziej immersyjna niż samodzielnie istniejący film, ponieważ jest integralnym elementem gry, który wzbogaca jej fabułę. Oglądając ją, odbiorca jest cały czas zaangażowany w historię. Przerywnik filmowy może dawać możliwość odpoczynku, zwalniając na chwilę akcję. Zdarza się, że twórcy nieumiejętnie wykorzystują techniki tworzenia cutscen i traktują je jako element nie wnoszący nic nowego do gry.

Często następuje wówczas wybicie z immersji, a przerywniki są przez graczy pomijane, ponieważ za bardzo odciągają od rozgrywki. Dobrze stworzone cutsceny powinny przyciągać uwagę gracza i zapowiadać nadchodzące wątki. Powinny podkreślać strukturę dramatyczną gry, jednocześnie będąc płynnymi przejściami między etapami rozgrywki. Cutscena jest dobrym narzędziem przy wprowadzaniu nowych informacji dla fabuły. Przy jej tworzeniu ważne jest, by zrozumieć i stworzyć strukturę w oparciu o podstawowy kształt koncepcji fabuły gry. W ten sposób cutsceny są bardziej immersyjne i spójne z rozgrywką. [1]

Czas trwania przerywników filmowych i umiejscowienie w akcji

Istotną kwestią jest czas trwania cutsceny. Jej długość zależy od wielu czynników, takich jak umiejscowienie w akcji czy spójność z gatunkiem gry. Ważne jest, by przerwanie rozgrywki przez cinematic było w jakiś sposób umotywowane. Odbiorca nie powinien mieć wrażenia, że została dodana bez powodu. Bardzo łatwo jest wytrącić gracza z immersji, umieszczając przerywnik filmowy w niedopasowanym do akcji czasie. Odbiorca najprawdopodobniej będzie zirytowany już na samym początku sekwencji filmowej i będzie chciał ją pominąć, by jak najszybciej wrócić do rozgrywki. Istotne jest, żeby cutscena nie była zbyt długa, ponieważ gracz może zwyczajnie poczuć się znudzony. By uniknąć monotonii, warto też stosować

różne techniki filmowe związane np. z ruchem kamery, różnorodnością kadrów i z ciekawym montażem.

Cutsdeny umieszcza się często po to, by gracz mógł na chwilę odpocząć od dynamicznej akcji, podczas której musiał być maksymalnie skupiony. Mowa tu przede wszystkim o przerywnikach filmowych umieszczanych po walce lub na jej zakończenie (np. pokazując ostateczny cios). Podczas dynamicznych sekwencji w grze, cutsdeny są zazwyczaj krótkie, by nie zakłócały płynności akcji i nie spowalniały tempa wydarzeń.

W grach RPG, które koncentrują się na rozwoju postaci i fabule, cutsdeny odgrywają istotną rolę, umożliwiając lepsze poznanie charakterów bohaterów oraz ich motywacji. Do tych gatunków gier często wykorzystuje się przerywniki z dialogami, pomagające budować historię świata przedstawionego.

Powstają też gry mocno upodabniające się do filmów. Nazywane są nawet interaktywnymi filmami. W tym przypadku cutsdeny są przeważnie o wiele dłuższe niż w innych gatunkach gier. Jako przykład może posłużyć tu Detroit: Become Human.

Warto też wspomnieć o przerywnikach filmowych w horrorach, gdzie nie dają one do końca odpocząć od akcji, a wręcz wzmacniają napięcie chwilowym odebraniem kontroli. Podczas samego gameplayu gracz może czuć się nawet bezpieczniej niż podczas cutsdeny, ponieważ ma możliwość ucieczki czy obrony. Sam rozlew krwi na ekranie często nie budzi aż takiego przerażenia, co niemożliwość jakiegokolwiek działania.

Narzędzia i techniki stosowane przy tworzeniu przerywników filmowych

Twórcy cutsden postępują się uniwersalnym językiem filmu, w którym obrazy zastępują słowa. Dzięki temu przekazywane treści są intuicyjnie zrozumiałe, nawet dla odbiorców z mniejszą wiedzą na temat zasad tworzenia ruchomego obrazu. Choć mogą nie być świadomi zastosowanych technik, doskonale odczytują znaczenie poszczególnych ujęć i wywoływane przez nie emocje. Doświadczeni twórcy umiejętnie wykorzystują narzędzia i techniki filmowe, aby pogłębić immersję i w pełni zanurzyć gracza w wykreowanym świecie. [2] Poniżej przedstawię kluczowe zasady, o których

warto pamiętać podczas tworzenia cutsden, z uwzględnieniem takich elementów jak kadr, oświetlenie, kolorystyka, ruch kamery i montaż.

Kadr

Kadr to pojedynczy, nieożywiony obraz, fragment rzeczywistości, sugerujący na co uwagę powinien zwrócić odbiorca.[3] Można powiedzieć, że działa jak oczy widza, jest oknem do świata wirtualnego. Twórcy decydują o tym, jak zostanie opowiedziana historia oraz w jaki sposób zostanie odebrana przez gracza. Mają m.in. wpływ na to, jak postrzegani są bohaterowie czy przedstawione sytuacje.

Aby skupić uwagę widza na kluczowych punktach kadru, twórcy wyodrębniają istotne elementy kompozycji, tak aby nie zlewały się z tłem czy innymi obiektami. [4] Wybrane elementy można wyróżnić, umieszczając je w centrum kadru lub w miejscach zgodnych z zasadą złotego podziału. [5] Równie skuteczne jest umieszczanie ważnych obiektów w kontrastującym otoczeniu, co przyciąga wzrok. Typowym zabiegiem w grach jest budowanie kadrów poprzez wejścia do pomieszczeń, co naturalnie kieruje uwagę gracza w głąb sceny.[6]

O tym jak dużo może zdziałać kadr świadczy fakt, że odbiorca może postrzegać zupełnie inaczej obiekt oglądany pod dwoma różnymi kątami. Postać ujęta z perspektywy żabiej wydaje się bardziej majestatyczna, odważna, dumna, panująca nad sytuacją. Natomiast perspektywa ptasia buduje atmosferę zagrożenia. Osoba z takiego widoku wydaje się być zagubiona, uległa, bezbronna. Chcąc wywołać w odbiorcy poczucie niepokoju stosuje się ustawienie przekrzywione, określane jako dutch angle. Nierównowaga sprawia, że widz czuje niestabilność postaci lub sytuacji. Ustawienie to może sugerować odurzenie lub zaburzenia psychiczne bohatera. [7]

Światło

Światło jest niezbędnym elementem budującym obraz filmowy. Jest narzędziem koncentrującym uwagę widza – oświetlone miejsca zawsze przyciągają wzrok. Postępując się światłocieniem twórca jest w stanie zaakcentować ważne elementy obrazu, a także przytłumić te, które są mniej istotne.

Różne gatunki gier dążą do wywołania odmiennych emocji, a jednym z narzędzi, które pomagają twórcom wprowadzić gracza w konkretny nastrój, jest oświetlenie. Każdy gatunek posiada charakterystyczne dla siebie sposoby wykorzystania światła, które wzmacniają atmosferę i emocjonalny odbiór rozgrywki. Przykładowo cutsdeny występujące w grze detektywistycznej będą wyróżniały się silnym kontrastem światłocieniowym i zastosowaniem niskiego klucza, a gry dla dzieci będą przeważnie występowały w jasnej tonacji z użyciem ciepłego światła. Oświetlenie w grze nie zależy wyłącznie od gatunku, ale także od momentu akcji, w którym umieszczono przerywnik filmowy. Scena dramatyczna, będąca punktem kulminacyjnym, będzie oświetlona inaczej niż scena szczęśliwego zakończenia.

Światło o wyraźnym konturze cieni, zwane twardym lub bezpośrednim, mniej korzystnie oddziałuje na wygląd ludzkiej twarzy, podkreślając niedoskonałości i głębokie cienie. Jest jednak często używane w scenach, które mają wywołać poczucie tajemniczości, grozy czy niebezpieczeństwa. Z kolei rozproszone światło, nazywane ciepłym, tworzy niemal niewidoczne cienie i buduje optymistyczny nastrój, idealny dla scen romantycznych. [8]

Wyróżnia się dwa główne style oświetlenia: niski i wysoki klucz. Niski klucz charakteryzuje się ciemną tonacją i silnym kontrastem, co nadaje scenom klimat grozy i napięcia, często stosowany w scenach nocnych. Wysoki klucz redukuje cienie do minimum, co spłaszcza obraz i wprowadza spokojny, optymistyczny nastrój. [9]

Na odczuwane emocje ma wpływ także kierunek padania oraz kąt nachylenia światła. W grach z gatunku horror stosuje się czasami oświetlenie padające od dołu. Twarz oświetlaną w taki sposób zyskuje demoniczny charakter. Dla odbiorcy takie źródło światła jest nienaturalne, w związku z czym wywołuje w nim niepokój. Twarz oświetlaną z boku, zwłaszcza z zastosowaniem niskiego klucza intryguje, daje wrażenie tajemniczości. Boczne oświetlenie również nadaje się do ukazania smutku lub złości. Zmarszczki mimiczne są wówczas bardziej uwydatnione, zatem odbiorca skupia się na ekspresji twarzy (patrz: Rysunek 1).



RYS.1. SUPERMASSIVE GAMES, UNTIL DAWN, 2015.

Łagodny i spokojny nastrój można uzyskać przy pomocy światła frontального, które wizualnie spłaszcza oświetlane obiekty. Natomiast światło tylne może wywołać w odbiorcy uczucie zagrożenia.

Barwa

Barwa jest kolejnym kluczowym elementem obrazu cutsceiny, istotnym dla percepcji odbiorcy. Łączy się z wcześniejszym zagadnieniem, czyli oświetleniem, ale obejmuje również dobór kolorów elementów scenografii. Właściwe wykorzystanie kolorów wpływa na nastrój i atmosferę sceny, podkreślając emocje i intencje twórców.

Barwa może sugerować temperaturę otoczenia, pomaga zrozumieć komunikat cutsceiny, informuje o aktualnej akcji. [10] Kolor jest też narzędziem koncentrującym uwagę. Wzrok będzie przyciągał plan z silnym kontrastem barwnym, sugerując na co gracz powinien zwrócić uwagę i gdzie się udać. [11] Ma ogromny wpływ na nastrój przedstawianej sceny. Ciepłe barwy wykorzystuje się często przy tworzeniu romantycznej atmosfery, natomiast barwy chłodne i achromatyczne dają poczucie chłodu i dystansu. Na odbiór przerywnika filmowego ma też wpływ nasycenie kolorów. Scena pokazana w pastelowych, rozbielonych barwach będzie zwykle pokazywała spokojny moment gry oraz stwarzała przyjemny nastrój. Co innego jest w przypadku barw nasyconych i jaskrawych – wywołują w graczku większe napięcie, zwiększają uwagę i działają atakująco. [12]

Aby ukazać zmianę sytuacji stosuje się zabieg użycia innej niż dotychczas palety barwnej w ważnym dla fabuły momencie, ukazującym zmianę sytuacji. Wielokrotnie zmiany palety mogą korzystnie wpływać na doświadczenie immersji, stwarzając tym poczucie mijającego czasu w wirtualnym świecie. Dobrym przykładem są tu przerywniki filmowe w grze *Life is Strange*. Poniższe ujęcia pokazują zmianę kolorystyki gry związaną z rozwojem akcji.



RYS.2. DONTNOD ENTERTAINMENT, LIFE IS STRANGE, 2015.



RYS.3. DONTNOD ENTERTAINMENT, LIFE IS STRANGE, 2015.

Zastosowanie innej palety barwnej może też oznaczać zmianę miejsca, a nawet rzeczywistości. [13] Dzięki temu widz jest w stanie nadażyć za akcją, zrozumieć co może być snem lub wspomnieniem bohatera. Jako przykład może posłużyć gra *Fahrenheit*, gdzie retrospekcje były pokazywane w lekko żółtych barwach, imitujących stary analogowy film.

Ruch kamery

Tworzenie cutsceiny pod wieloma względami przypomina pracę z kamerą na planie filmowym. W silnikach gier funkcjonuje nawet podobne nazewnictwo narzędzi służących do tworzenia animacji. Twórcy przerywników filmowych często odwzorowują ruch tradycyjnej kamery, dodając ujęciom naturalności. Podczas trwania cutsceiny gracz często nie ma pełnej kontroli nad kamerą, wówczas możliwość poruszania nią jest całkowicie uniemożliwiona, a twórcy decydują o tym, co chcą zakomunikować i w jaki sposób przekazać to obrazem.

Ruch kamery w cutsceinach, taki jak panoramy i jazdy, imituje sposób, w jaki człowiek obserwuje świat. Panoramy to ruchy kamery w poziomie, natomiast jazdy obejmują przesunięcia kamery w przestrzeni, co pozwala na dynamiczne ukazywanie różnych perspektyw i aspektów sceny. Panorama przypomina obrót głowy obserwatora, pokazując niemieszczące się w pojedynczym kadrze obiekty i postacie. Szybkie panoramy, dynamicznie przenosząc uwagę z przedmiotu na przedmiot nazywane są szwenkami. Mogą pokazywać zdenerwowanie głównego bohatera, chaotycznie rozglądającego się po otoczeniu. Natomiast uczucie osaczenia lub zaskoczenia może podkreślać pełna panorama, czyli obrót kamery o 360 stopni. [14]

Emocje bohatera pokazywane są również jazdą. Najazd przypomina naturalne koncentrowanie uwagi na obiekcie po wstępnej analizie otoczenia, pozwala dostrzec szczegóły, niewidoczne na pierwszy rzut oka. [15] Powolne zbliżenie buduje napięcie i tworzy atmosferę intymności z przedstawianym bohaterem, pozwala rozpoznać jego emocje i w pewien

sposób zbliżyć się do niego. Z kolei bardzo szybkie zbliżenie kamery tworzy uczucie zaskoczenia. [16] Inną funkcję pełni odjazd. Oddala odbiorcę od historii i bohaterów, budując poczucie dystansu. Szczegóły zaczynają zanikać, wtapiając się w tło. Powoli oddalająca się kamera sugeruje też zagubienie i samotność bohatera, wówczas w odbiorcy pojawia się empatia i poczucie więzi z postacią. Odjazd kojarzony jest z odejściem, dlatego jest często wykorzystywany w zakończeniu cutsceń. [17]

W filmie, zwłaszcza dokumentalnym, popularne jest użycie tzw. kamery „z ręki”. Naturalny jest wówczas efekt niestabilnego obrazu. W przerywnikach filmowych kamery rejestrujące obraz są zwykle narzędziem w silniku gier lub innej aplikacji. Oznacza to, że poruszane są przy pomocy interfejsu, a ich ruch jest obliczany komputerowo, dlatego jeżeli drżenie obrazu występuje w cutsceńcu oznacza to, że zostało wywołane sztucznie i celowo. Sceny kręcone w taki sposób tworzą atmosferę niepewności i niebezpieczeństwa. Efekt kamery „z ręki” został wykorzystany m.in. w początkowych cutsceńcach gry Far Cry 3, podkreślając tym niestabilność emocjonalną obserwowanego bohatera. Gracz miał wówczas odczuć zagrożenie spowodowane chaotycznymi ruchami kamery.

Montaż

Po stworzeniu animacji następuje proces montażu, podczas którego twórca dokonuje selekcji ujęć, a także łączy je ze sobą w sposób dopasowany do akcji. Montaż jest interpretacją sfilmowanego materiału i sposobem opowiadania historii. Podstawowa zasada montażu brzmi: dobry montaż jest niewidoczny i nie przyciąga zbyt wiele uwagi. Jeśli jest inaczej, może być dla gracza zbyt denerwujący, wytrącający z immersji. Jego główną funkcją jest prowadzenie historii i nadawanie jej odpowiedniej dynamiki. Wpływa na emocje odbiorcy, sugerując nastroj i zapowiadając zbliżające się wydarzenia.

Ujęcia przerywane są różnymi przejściami montażowymi. Najpopularniejszym z nich jest cięcie. Zestawienie scen w sposób kontrastujący, określany jest „sklejką na ostro” lub „szybkim cięciem”. [18] Np. w grze Life is Strange: before the storm, gracz ma do czynienia z przerywnikiem filmowym, w którym postaci relaksują się spokojną podróżą samochodem. Gracz również czuje się zrelaksowany dzięki radosnej muzyce, przez wprowadzenie ciepłego światła, a także dzięki długim ujęciom, spowalniającym akcję. Następuje szybkie cięcie, a spokojny nastrój zostaje brutalnie przerwany przez wypadek samochodowy.

Istnieją inne rodzaje przejść montażowych, określane jako montaż miękki. Występują najczęściej jako rozdzielanie poszczególnych scen. Jednym z najczęściej występujących jest zaciemnienie, kojarzące się z zakończeniem, śmiercią (przypomina zamknięcie oczu), upływającym czasem. Rozjaśnienie natomiast wykorzystywane jest w zapowiedziach scen związanych z duchowością, oniryzmem, halucynacją, a także przy wprowadzeniu retrospekcji. [19]

Emocje oddawane są przez czas trwania ujęć. Długie przypominają ciągłą percepcję człowieka. Dają czas na zorientowanie się w czasie i przestrzeni wirtualnego świata. Mogą wprowadzać uczucie stabilności, spokoju i bezpieczeństwa. Można je również zastosować w odwrotnym celu. Długie ujęcia potrafią wzmocnić nerwową atmosferę, wywołując w graczach niepokój i oczekiwanie. Taki sposób jest często wykorzystywany w horrorach, gdzie po długich ujęciach stosuje się gwałtowne cięcia np. w postaci tzw. jump scare'ów. Szybkie cięcia wywołują niepokój, wrażenie chaosu i pośpiechu. Używane są w dynamicznych scenach, a także w celu podkreślenia emocji towarzyszącym bohaterom. [20] Mogą również zwiastować nadchodzące niebezpieczeństwo. [21] Tak jak przyspiesza bicie serca w obliczu zagrożenia, tak przyspiesza montaż cutsceńcu.

Interaktywne przerywniki filmowe to bardzo często dialogi, w których gracz może w różny sposób poprowadzić rozmowę między bohaterami. Ważne jest wówczas przestrzeganie pewnych zasad przez montażystę, po to, by gracz mógł w pełni zaangażować się w historię. Podstawową zasadą jest ujęcie-przeciwujęcie. Jako przykład mogą tu posłużyć sceny rozmów telefonicznych, podczas których pokazywane są na przemian ujęcia rozmawiających ze sobą postaci. Ich kierunki spojrzeń są kontrastujące w stosunku do siebie, a odbiorca odbiera wrażenie, jakby bohaterowie byli do siebie zwrócenii. [21] W przypadku dialogu twarzą w twarz stosuje się ujęcia „over the shoulder” (patrz: Rysunek 4). Dzięki takiemu rozwiązaniu gracz czuje się, jakby był uczestnikiem rozmowy. [22] Twarz pokazywana w obu ujęciach (tyłem i przodem) powinna znajdować się w podobnym obszarze kadru.



RYS.4. LARIAN STUDIOS, BALDUR'S GATE III, 2023.

Bardzo ważną zasadą montażu jest cięcie scen tylko w uzasadnionym przypadku. Kolejne ujęcia powinny w jakiś sposób różnić się od siebie, aby przerywnik filmowy nie był dla gracza zbyt monotony, a cięcia irytujące ze względu na swoją bezcelowość. Oczywiście istotne jest też wyważenie dynamiki, ponieważ zbyt radykalne zmiany kadrów mogą stać się zauważalne, a sama fabuła przestanie być dla odbiorcy interesująca. W takim przypadku bardzo łatwo o wybicie z immersji, jak i pominięcie przez gracza całej cutscey (jeśli gra umożliwia taką opcję).

Podsumowanie

Stosowanie filmowych środków stylistycznych ma istotny wpływ na zaangażowanie gracza. Zróżnicowanie ujęć pomaga uniknąć monotonii i utrzymuje zainteresowanie akcją gry. Narzędzia i techniki filmowe są kluczowe w przekazywaniu znaczeń i budowaniu narracji, wpływając na emocje gracza i jego identyfikację z wirtualnym światem. Tworzenie przerywników filmowych to złożone zadanie, które wymaga znajomości zasad narracji filmowej. Niewłaściwe dopasowanie ich do struktury gry oraz monotonia ujęć mogą negatywnie wpłynąć na immersję gracza. Ostatecznie przecięz, cutscey powinny wzbogacać rozgrywkę, a nie ją zakłócać.

Bibliografia

- [1] Ch. SolarSKI, Interactive Stories and Video Game Art. A Storytelling Framework for Game Design, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton 2017, s. 136
- [2] K. Klejsa, Czy istnieje język filmu?, [w:] Kino bez tajemnic, (red.:) B. Żmichowska, STENTOR, Warszawa 2009, s. 92.
- [3] T. Kurek, ABC Wideo, Warta, Warszawa 1991, s.129.
- [4] Tamże, ss. 133-13
- [5] K. Klejsa, Kompozycja kadru, [w:] Kino bez tajemnic..., s.108.
- [6] Ch. SolarSKI, Interactives stories..., ss. 70-72.
- [7] K. Klejsa, Kompozycja kadru, [w:] Kino bez tajemnic..., ss. 111-113.
- [8] R. Thompson, Ch. Bowen, Grammar of the shot, Focal Press/Elsevier, Burlington 2009, ss. 82-83.
- [9] Tamże, ss. 82-83.
- [10] B. Andersson, The DSLR Filmmaker's Handbook, John Wiley & Sons, Indianapolis 2015, ss.180-181
- [11] D. Stewart, Color in Video Games: How to Choose a Palette, <https://blog.kongregate.com/color-in-video-games-how-to-choose-a-palette/>
- [12] Tamże.
- [13] K. Torgovnick May, How color helps a movie tell its story, <https://ideas.ted.com/how-color-helps-a-movie-tell-its-story/>
- [14] K. Klejsa, Proces filmowania, [w:] Kino bez tajemnic..., s.122.
- [15] T. Kurek, ABC Wideo..., s.136.
- [16] <https://christianvalenfilm.blogspot.com/2015/10/camera-movements-convey-emotion.html>
- [17] T. Kurek, ABC Wideo..., s.137.
- [18] M. Wellins, Myśleć animacją... s. 397.
- [19] K. Klejsa, Montaż i narracja, [w:] Kino bez tajemnic..., ss. 125-126.
- [20] https://www.youtube.com/watch?v=YNMN_a9dOvo
- [21] K. Klejsa, Montaż i narracja, [w:] Kino bez tajemnic..., ss. 130 -131.
- [22] M. Simon, Storyboard: Ruch w sztuce filmowej, Wydawnictwo Wojciech Marzec, Warszawa 2010, s.117.

CZY WIELKOSKALOWE MAGAZYNOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ JEST ABY W OGÓLE REALIZOWALNE TECHNICZNIE?

dr inż. Zbigniew Handzel, prof. WSEI
dr inż. Mirosław Gajer

Streszczenie

W ostatnich latach obserwujemy niezwykle dynamiczny przyrost mocy zainstalowanej w odnawialnych źródłach energii, a zwłaszcza w fotowoltaice, gdzie wartość mocy zainstalowanej przekroczyła już 18 GW. Taki stan rzeczy powoduje, że w słoneczne dni w okolicach godzin okołopołudniowych w systemie elektroenergetycznym, zwłaszcza w dni wolne od pracy, pojawia się potężna nadwyżka mocy, której nie ma po prostu jak zagospodarować. Z tego powodu Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. są coraz częściej zmuszone wydawać specjalne komunikaty dotyczące tzw. nierynkowego redysponowania jednostek wytwórczych, co w praktyce sprowadza się do nakazu odłączenia od sieci przesyłowych wybranych farm fotowoltaicznych, za co ich właścicielom później są wypłacane odpowiednie odszkodowania w formie rekompensat będących równoważnością kosztów energii elektrycznej, która potencjalnie mogłaby zostać w rozważanym czasie wyprodukowana, gdyby tylko rozpatrywane farmy fotowoltaiczne nie zostały odcięte wcześniej od sieci przesyłowych. Ostatnio zarówno w prasie, jak i na różnego rodzaju portalach internetowych pojawiają się licznie wygłaszane opinie, że skuteczne remedium na zaistniały stan rzeczy stanowić może tzw. wielkoskalowe magazynowanie energii elektrycznej. Tego rodzaju opinie wygłaszane są najczęściej przez osoby, które nie posiadają w ogóle jakiegokolwiek wykształcenia technicznego i w związku z tym nie mają żadnego wyczucia rzędów wielkości fizycznych występujących w dziedzinie elektroenergetyki. W artykule autorzy prezentują wyliczenia, z których jednoznacznie wynika, że wielkoskalowe magazynowanie energii elektrycznej, i to nawet na poziomie zaledwie 10% jej dobowego zapotrzebowania w systemie elektroenergetycznym w okresie zimowym, jest całkowicie nierealizowalne technicznie. Liczba elektrowni szczytowo-pompowych, które należałoby w tym celu wybudować, jest wręcz zawrotna, a ponadto elektrowni tych nie byłoby w stanie wybudować nawet i za 100 lat, nie wspominając w ogóle o astronomicznych wręcz kosztach tego rodzaju przedsięwzięcia i niemożności znalezienia odpowiedniej liczby potencjalnych lokalizacji pod ich posadowienie. Problemu nie są w stanie także rozwiązać akumulatorowe magazyny energii, ponieważ zarówno światowe wydobycie ołowiu, jak i litu jest zbyt małe, aby w przeciągu kilkunastu lat można było wybudować odpowiednią ich liczbę, potrzebną do tego realizacji zamierzonego celu.

Słowa kluczowe

Odnawialne źródła energii, fotowoltaika, magazynowanie energii, elektrownie szczytowo-pompowe

Wprowadzenie

Mające miejsce w ostatnim czasie upowszechnienie się w Polsce odnawialnych źródeł energii elektrycznej, a zwłaszcza fotowoltaiki, powoduje powstanie nowych wyzwań i wprowadza całkowicie odmienne wymagania, dotyczące sposobu funkcjonowania całego krajowego systemu elektroenergetycznego. Mówiąc w wielkim skrócie, rzecz sprowadza się w zasadzie do faktu, że odnawialne źródła energii pracują w sposób sezonowy, cykliczny i stochastyczny, przy czym w przypadku różnego typu rozważanych źródeł energii elektrycznej niektóre z wymienionych czynników wysuwają się zdecydowanie na plan pierwszy [1].

W przypadku fotowoltaiki najważniejszą rolę odgrywa sezonowość pracy tego typu instalacji, ponieważ w polskich warunkach pracują one efektywnie jedynie przez okres połowy roku kalendarzowego, a dokładnie rzecz biorąc od równonocy wiosennej do równonocy jesiennej, gdy dzień jest dłuższy od nocy, a położenie Słońca nad horyzontem jest odpowiednio wysokie. Zdecydowanie najlepszymi miesiącami dla fotowoltaiki są maj, czerwiec i lipiec. Natomiast przez pozostałe pół roku produkcja energii elektrycznej z fotowoltaiki jest relatywnie niewielka, a w miesiącach, takich jak listopad, grudzień i styczeń, można powiedzieć, że jest wręcz symboliczna [3].

W tym miejscu konieczne jest jeszcze poczynienie pewnej uwagi. Mianowicie przez cały czas mówimy o fotowoltaice zainstalowanej na terenie naszego kraju, czyli w większości na obszarach leżących na północ od pięćdziesiątego równoleżnika, przebiegającego, między innymi, przez południowe tereny Krakowa. Oczywiście, im bliżej równika ziemskiego się znajdujemy, tym warunki pracy dla fotowoltaiki są bardziej korzystne, ponieważ nasłonecznienie jest wtedy o wiele bardziej intensywne, gdyż Słońce znajduje się relatywnie wyżej nad horyzontem. Dodatkowo, im bardziej przybliżamy się do równika, tym mniejsze znaczenie przybiera wspomniany uprzednio efekt sezonowości, gdyż na równiku ziemskim on w zasadzie w ogóle nie występuje, a w strefie między zwrotnikami Raka i Koziroźca można przyjąć w pewnym uproszczeniu, że jest wręcz zaniedbywalny, gdyż na tym obszarze w dowolnym punkcie na powierzchni Ziemi dwukrotnie w ciągu roku promienie słoneczne padają dokładnie pod kątem prostym. Natomiast wędrując od zwrotnika Raka bądź Koziroźca w kierunku najbliższego z biegunów ziemskich, warunki do pracy fotowoltaiki systematycznie się pogarszają i z tego właśnie powodu montowanie tego rodzaju instalacji na obszarach położonych poza kołem podbiegunowym jest po prostu wręcz czystym absurdem [8].

W przypadku fotowoltaiki bardzo duże znaczenie ma również cykliczność jej pracy, ponieważ generacja mocy na istotnym poziomie ma miejsce jedynie przez połowę okresu dobowego, a dodatkowo po zapadnięciu zmroku otrzymujemy dokładnie zero watów mocy generowanej w panelach fotowoltaicznych (w praktyce jest to nawet wartość ujemna, ponieważ falowniki przez cały czas pozostają w stanie synchronizacji z siecią elektroenergetyczną i w związku z tym pobierają z niej pewną wartość mocy). Ponieważ na szerokościach geograficznych charakterystycznych dla naszego kraju fotowoltaika pracuje w zasadzie jedynie przez pół roku i przez połowę doby, to jest rzeczą oczywistą, że pracując w roku w sumie przez około 25% czasu, to współczynnik średniorocznego wykorzystania zainstalowanej w panelach fotowoltaicznych mocy nie może być również większy od podanej tutaj wartości 25%. Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. (PSE) przytaczają dane, według których panel fotowoltaiczny o mocy szczytowej 1 kWp wyprodukował w ciągu roku 827 kWh energii elektrycznej, co daje średnioroczne wykorzystanie mocy zainstalowanej w wysokości jedynie około 9,4% [8].

Takie obniżenie wartości średniorocznego współczynnika wykorzystania mocy w fotowoltaice związane jest z dodatkowym wpływem czynników matry stochastycznej, takich jak zmniejszenie nasłonecznienia w skutek występowania zachmurzenia oraz opadów atmosferycznych, które są trudne z góry do przewidzenia, a potrafią w efekcie obniżyć, i to nawet kilkukrotnie, wartość mocy generowanej w panelach fotowoltaicznych. Obniżenie wartości generowanej mocy powodują także upały, ponieważ panele fotowoltaiczne charakteryzują się ujemnym współczynnikiem temperaturowym, w związku z czym ich sprawność maleje nawet o około 0,3% na każdy stopień Celsjusza powyżej nominalnej temperatury ich pracy [3].

Z kolei w przypadku wiatrowych na pierwszy plan wysuwa się przede wszystkim czynnik stochastyczny, co spowodowane jest faktem, że energia kinetyczna pędzonych siłą wiatru mas powietrza zależy aż od trzeciej potęgi jego prędkości, ponieważ masa powietrza przepływającego przez przekrój rotora wiatraka zależy wprost proporcjonalnie od prędkości wiatru. Zależność energii kinetycznej pędzących mas powietrza od tak wysokiej potęgi prędkości wiatru powoduje, że moc generowana przez elektrownię wiatrową zmienia się również z trzecią potęgą prędkości wiatru [5]. W związku z tym mamy w rozważanym wypadku do czynienia z bardzo

niestabilnym źródłem mocy elektrycznej, której wartość zmienia się w bardzo szerokich granicach przy stosunkowo niewielkich zmianach prędkości wiatru, albowiem już dwukrotne zwiększenie prędkości wiatru wywołuje aż ośmiokrotny wzrost mocy elektrowni wiatrowej. Zjawisko to powoduje, że przez większość czasu w przeciągu roku moc wnoszona do systemu elektroenergetycznego przez siłownie wiatrowe pozostaje na stosunkowo niskim poziomie – w przypadku Polski jest to około 500 MW. Natomiast przez kilkadziesiąt dni w roku, gdy wiewą szczególnie silne wiatry, mocy generowanej przez polskie elektrownie wiatrowe może być bardzo dużo – niekiedy nawet powyżej 8000 MW. Z kolei gdy prędkość wiatru jest zbyt duża, wówczas siłownie wiatrowe muszą zostać bezwzględnie odstawione z ruchu, gdyż powstaje wówczas niebezpieczeństwo ich wpadnięcia w tzw. nadobroty, co grozi już oderwaniem łopat rotora przez potężne siły odśrodkowe proporcjonalne do kwadratu ich prędkości kątowej [8].

Oczywiście, w przypadku elektrowni wiatrowych pewne znacznie ma także sezonowość i cykliczność ich pracy [2]. Generalnie, zimą wiatry osiągają statystycznie większe prędkości niż latem, co jest zjawiskiem ze wszech miar korzystnym, ponieważ elektrownie wiatrowe mogą w pewnym stopniu kompensować fotowoltaikę, która przykładowo pracując w grudniu, wykorzystuje średnio niecałe 2% swej mocy zainstalowanej [6]. Z kolei cykliczność pracy elektrowni wiatrowych sprowadza się do tego, że statystycznie nocą prędkość wiatru jest nieco większa niż w ciągu dnia – generalnie, im zimniej, tym z większą prędkością wiatr zazwyczaj wieje, aczkolwiek nie ma tutaj jakichś bezwzględnie obowiązujących w tym zakresie reguł. Jak widać, i w tym przypadku elektrownie wiatrowe mogą do pewnego stopnia uzupełniać fotowoltaikę, która po zapadnięciu zmierzchu generuje dokładnie zero watów [7].

Rozważane zjawiska związane z sezonowością i cyklicznością pracy oraz wpływem czynników natury stochastycznej dotyczą w pewnym stopniu także i elektrowni wodnych, jednak ich znaczenie w krajowym systemie elektroenergetycznym jest stosunkowo niewielkie, ponieważ ich udział w produkcji energii elektrycznej nie przekracza 1,5%. Z tego powodu w dalszych rozważaniach elektrownie wodne zostaną w ogóle pominięte. Nie będą one brane pod uwagę również i z tego powodu, że większość z nich wyposażona jest w zaporę wodną, umożliwiającą przez dłuższy okres gromadzenie napływającej z rzeki wody, aby później w okresie szczytowego zapotrzebowania na energię elektryczną wykorzystać jej energię potencjalną (a pamiętać należy o tym, że to właśnie energia szczytowa jest zawsze relatywnie najdroższa, ponieważ często jest towarem wręcz deficytowym) [5].

Podobnie nie ma zazwyczaj większych problemów związanych z magazynowaniem również suchej biomasy oraz biogazu, a więc i tego typu elektrownie, zaliczane do odnawialnych źródeł energii, mogą być z powodzeniem wykorzystywane jako źródła niezwykle cennej mocy szczytowej.

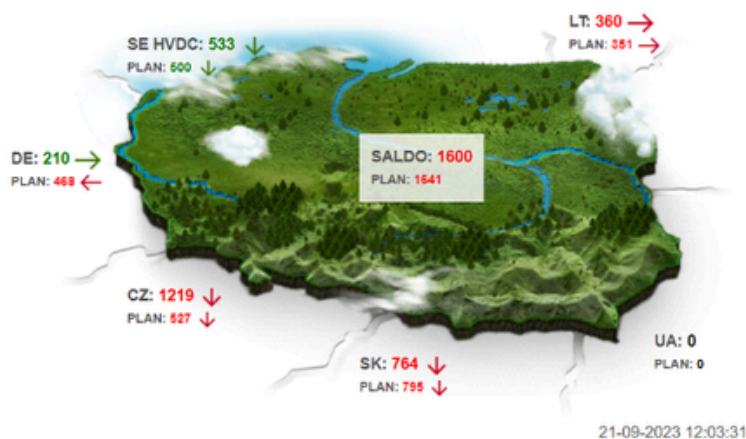
2. Problem nadpodaży mocy w systemie elektroenergetycznym

Wspomniana we wstępie sezonowość, cykliczność i losowość pracy odnawialnych źródeł energii elektrycznej, takich jak właśnie fotowoltaika i siłownie wiatrowe powoduje, że w okresie rocznej pracy systemu elektroenergetycznego pojawiają się przedziały czasowe, w których podaż energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych wymienionego typu jest szczególnie duża [7]. Tego typu sytuacja została przedstawiona na Rys. 1 na podstawie danych udostępnionych na stronie internetowej Polskich Sieci Elektroenergetycznych S.A.

MAPA KSE

Mapa prezentuje planowe i chwilowe przepływy mocy na przekrojach handlowych

ZAPOTRZEBOWANIE [MW]	21 327
GENERACJA [MW]	22 927
eł. ciepłe	10 967
eł. wodne	115
eł. wiatrowe	2 978
eł. fotowoltaiczne	8 866
eł. inne odnawialne	0
SALDO WYMIANY CAŁKOWITEJ [MW]	1 600 EKSPORT
CZĘSTOTLIWOŚĆ [Hz]	49,966



RYS.1. DANE DOTYCZĄCE PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO W DNIU 21 WRZEŚNIA 2023 ROKU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/NAJWAZNIEJSZE-WYKRESY-MINIONYCH-TYGODNI-WRZESIEN-2023.HTML](https://independenttrader.pl/NAJWAZNIEJSZE-WYKRESY-MINIONYCH-TYGODNI-WRZESIEN-2023.HTML)

Jak wynika z Rys. 1, w dniu 21 września 2023 roku o godzinie dwunastej przy pięknej bezchmurnej pogodzie źródła fotowoltaiczne generowały łącznie 8,866 GW mocy. Ponieważ na dodatek wiał jeszcze względnie silny wiatr, to elektrownie wiatrowe generowały łącznie 2,978 GW mocy. Z kolei elektrownie wodne przepływowe generowały dodatkowo 0,115 GW – muszą one pracować w sposób ciągły, ponieważ nie są wyposażone w zbiornik wodny z zaporą, który mógłby gromadzić nadmiar napływającej z rzeki wody, aby wykorzystać później podczas szczytu zapotrzebowania nagromadzoną uprzednio energię potencjalną mas wodnych. Ogółem w rozważanym czasie odnawialne źródła energii elektrycznej generowały łącznie 11,959 GW mocy elektrycznej, przy czym łącznie

zapotrzebowanie na moc w krajowym systemie elektroenergetycznym wynosiło 21,959 GW. Należy zwrócić ponadto uwagę, że elektrownie ciepłone generowały w owym czasie 10,967 GW, czyli pracowały w zasadzie dość blisko ich technicznego minimum.

Należy bowiem pamiętać, że możliwość obniżenia mocy starszych bloków energetycznych o mocy 200 MW, pamiętających jeszcze epokę Edwarda Gierka, jest silnie ograniczona. Natomiast w przypadku nowoczesnych bloków elektrowni węglowych, zaprojektowanych na tzw. parametry nadkrytyczne, pole manewru jest już nieco większe (przykładowo moc nowoczesnego bloku w elektrowni Kozienice może zostać obniżona nawet do 42% jego mocy osiągalnej wynoszącej 1075 MW). Tego rodzaju bloków ciepłych mamy niestety stosunkowo niewiele, ponieważ są jeszcze dwa tego typu w elektrowni Opolo (każdy po 900 MW), jeden w elektrowni Jaworzno o mocy 910 MW i jeden o mocy 858 MW w elektrowni Bełchatów, który jednak ma zostać w roku 2036 całkowicie zlikwidowany – zresztą razem z całą rozważaną największą polską elektrownią ciepłą na węgiel brunatny. Analogiczny blok na parametry nadkrytyczne (jak w elektrowni Kozienice), o mocy 1075 MW miał powstać również w elektrowni Ostrołęka, jednak jego budowę przerwano w 2020 roku, wyrzucając dostawnie w błąd prawie półtora miliarda złotych[8].

Taki stan rzeczy powoduje, że krajowa elektroenergetyka bazuje wciąż na bardzo starych blokach elektroenergetycznych o mocy 200 MW, z których niektóre przekroczyły już ponad pół wieku eksploatacji i pamiętają jeszcze epokę Władysława Gomułki, oraz na blokach o mocy 360 MW pochodzących z lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. Tego typu przestarzałe bloki energetyczne, nie dość, że posiadają niską sprawność netto rzędu zaledwie około 30%, to na dodatek odznaczają się niskim zakresem możliwości regulacji ich mocy. Dla porównania sprawność netto nowoczesnych bloków zaprojektowanych na parametry nadkrytyczne przekracza już wartość 45%, a zatem są one w stanie wytworzyć tę samą ilość energii elektrycznej, spalając jednocześnie przy tym o ponad 1/3 mniej węgla niż wspomniane uprzednio bloki o mocy 200 MW, pamiętające jeszcze czasy Edwarda Gierka, a nawet i Władysława Gomułki.

Ogólnie rzecz ujmując, możliwości łącznego obniżenia mocy pracujących bloków polskich elektrowni ciepłych są mocno ograniczone, a z kolei wyłączenie tych bloków jedynie na okres kilku godzin, gdy generacja mocy ze źródeł fotowoltaicznych osiąga swe maksimum w okolicy godzin okołopołudniowych nie jest w ogóle możliwe, ponieważ ich ponowny rozruch wymaga minimum sześciu, a nawet niekiedy i ośmiu godzin. To powoduje, że zawsze około 10 GW mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym jest w pewnym sensie „zablokowane” właśnie przez pracujące elektrownie ciepłone, a zatem przy typowym zapotrzebowaniu na moc rzędu 20 GW dla odnawialnych źródeł energii pozostaje do wykorzystania jedynie około 10 GW. Gdy generowana przez nie łączna wartość mocy przekracza podaną wartość, wówczas mamy do czynienia z poważnym problemem związanym z koniecznością zagospodarowania powstałej nadwyżki mocy, ponieważ system elektroenergetyczny przez cały okres swej pracy musi pozostawać w stanie zbilansowania, czyli wartość mocy generowanej we wszystkich pracujących elektrowniach musi nieustannie nadążać za zmieniającym się w sposób ciągły łącznym zapotrzebowaniem na moc zgłaszanym ze strony odbiorców. W innym przypadku konieczne są już przymusowe odłączenia źródeł wiatrowych bądź fotowoltaicznych, aby ponownie przywrócić stan zbilansowania mocy w systemie, co zresztą w sezonie wiosenno-letnim roku 2023 miało już wielokrotnie miejsce [2].

Rozważanych elektrowni ciepłych nie można całkowicie wyłączyć jeszcze z tego powodu, że każdy z pracujących bloków energetycznych wnosi istotny wkład do tzw. stałej inercji systemu elektroenergetycznego, który stanowi stosunek energii kinetycznej ruchu obrotowego wirującego turbozespołu do jego mocy pozornej. Żaden system elektroenergetyczny nie może pracować bez utrzymywania jego sumarycznej stałej inercji powyżej pewnego bezpiecznego poziomu. Generalnie, im wyższa jest wartość stałej inercji systemu elektroenergetycznego, tym pracuje on w sposób bardziej równomierny, ponieważ stosunkowo niewielkie są wówczas wahania częstotliwości jego pracy i w związku z tym znacznie trudniej jest go wytrącić z obszaru stabilności, co ostatecznie może skutkować tzw. blackoutem [7].

Swego rodzaju alternatywą jest organizowanie tzw. awaryjnego eksportu energii, co widać na Rys. 1, gdzie łączne saldo eksportu wynosiło 1,6 GW, a eksport ten przebiegał głównie w kierunku południowym (Czechy 1,219 GW i Słowacja 0,764 GW). Jednak tego rodzaju awaryjny eksport energii elektrycznej odbywa się zawsze po bardzo zaniżonych cenach, ponieważ trzeba tutaj kogoś zapewne w pewien sposób „skusić” nadarzącą się okazją dokonania taniego zakupu energii (niekiedy podczas eksportu awaryjnego ceny mogą być wręcz ujemne). Jednak w przyszłości możemy mieć na tym polu niezwykle silną konkurencję ze strony Niemiec, gdzie obecnie bardzo intensywnie inwestuje się w źródła fotowoltaiczne (w chwili pisania niniejszego artykułu zainstalowano tam już ponad 75 GW mocy w fotowoltaice, podłączając do sieci średnio ponad 1 GW miesięcznie, a wartością docelową jest osiągnięcie łącznej mocy niemieckiej fotowoltaiki na poziomie nawet 200 GW). Taki stan rzeczy powoduje w ostatnim czasie nasilenie ożywionych dyskusji wokół problematyki związanej z potencjalnymi możliwościami magazynowania nadwyżek energii elektrycznej generowanych za pośrednictwem źródeł odnawialnych [4].

Analiza współczesnych możliwości magazynowania energii elektrycznej

Ogólnie magazynowanie energii elektrycznej sprowadza się do jej przetworzenia na inny rodzaj energii, którą można następnie przechowywać przez dłuższy okres, nie odnotowując przy tym jej znacznego ubytku. Bezpośrednie magazynowanie energii elektrycznej w postaci energii pola elektrycznego wytworzonego pomiędzy okładkami kondensatora nie wchodzi w ogóle w rachubę, głównie ze względu na relatywnie niewielką pojemność nawet największych obecnie możliwych do wyprodukowania kondensatorów i ich wysoką upływność, wskutek czego zgromadzony na okładkach kondensatora ładunek po pewnym czasie całkowicie zanika. Tym bardziej także nie wchodzi absolutnie w grę magazynowanie energii elektrycznej na tak dużą skalę w postaci pola magnetycznego wytworzonego przez cewki indukcyjne [1].

Obecnie wielkoskalowe magazynowanie energii elektrycznej możliwe jest w zasadzie jedynie z wykorzystaniem w tym celu elektrowni szczytowo-pompowych oraz być może w przyszłości z wykorzystaniem magazynów elektrochemicznych, choć obecnie ich możliwości są w tym zakresie znacznie mniejsze, niż ma to miejsce w przypadku elektrowni szczytowo-pompowych.

Na chwilę obecną w naszym kraju istnieje zaledwie 10 elektrochemicznych magazynów energii położonych w następujących lokalizacjach: Bystra (6 MW), Cieszanowice (3 MW), Czernikowo (1 MW), Garbce (5,5 MW), Lubachów (0,5 MW), Ochotnica Dolna (0,15 MW), Puck (0,75 MW), Rzepedź (2,1 MW), Wielka Wieś (0,05 MW) i Żar (0,5 MW). We wszystkich wymienionych magazynach energii wykorzystywane są baterie litowo-jonowe z wyjątkiem największej tego typu instalacji w Bystrej, gdzie oprócz baterii litowo-jonowych wykorzystywane są również klasyczne akumulatory kwasowo-ołowiowe. Jak widać, są to wszystko systemy o bardzo niewielkiej jak na elektroenergetykę mocy, nie przekraczającej

w najlepszym wypadku wartości zaledwie kilku megawatów. Tego typu instalacje nie mają w zasadzie żadnego istotnego znaczenia w bilansowaniu mocy w skali całego krajowego systemu elektroenergetycznego [8].

Do chwili obecnej magazynowanie energii elektrycznej na największą możliwą skalę ma miejsce jedynie w elektrowniach szczytowo-pompowych. W naszym kraju posiadamy w zasadzie trzy klasyczne elektrownie szczytowo-pompowe, z których największa znajduje się w Żarnowcu i została wybudowana pod kątem potencjalnej współpracy z planowaną niegdyś w tej miejscowości elektrownią atomową, której budowa została swego czasu całkowicie zaniechana, głównie z przyczyn politycznych i silnych protestów organizacji ekologicznych [5]. Budowa elektrowni szczytowo-pompowej w Żarnowcu rozpoczęła się w roku 1973, a została zakończona w roku 1983 (Rys. 2). Zdolność do magazynowania energii elektrycznej przez elektrownię szczytowo-pompową Żarnowiec wynosi 3,6 GWh. Zbiornik dolny tej elektrowni szczytowo-pompowej stanowi naturalne Jezioro Żarnowieckie, natomiast zbiornik górny jest obiektem sztucznym o pojemności 13,8 mln metrów sześciennych. Moc generatorowa rozważanej elektrowni wynosi 716 MW, a jej moc pompowa 800 MW.



RYS.2. ELEKTROWNIA SZCZYTOWO-POMPOWA W ŻARNOWCU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/NAJWAZNIEJSZE-WYKRESY-MINIONYCH-TYGODNI-WRZESIEN-2023.HTML](https://independenttrader.pl/najawazniejsze-wykresy-minionych-tygodni-wrzesien-2023.html)



RYS.3. ELEKTROWNIA SZCZYTOWO-POMPOWA PORĄBKA-ŻAR

ŹRÓDŁO: [HTTPS://PL.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/ELEKTROWNIA_POR%C4%85BKA-5%BBAR#/MEDIA/PLIK:ZBIORNIK_ELEKTROWNI_POR%C4%85BKA-%C5%BBAR_BMA6.JPG](https://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrownia_Por%C4%85bka-5%BBAR#/media/Plik:Zbiornik_elektrowni_por%C4%85bka-%C5%BBAR_BMA6.JPG)

Drugą co do wielkości elektrownią szczytowo-pompową w Polsce jest elektrownia Porąbka-Żar, która została oddana do użytku w 1979 roku (Rys. 3). Jej moc generatorowa wynosi 500 MW, a moc pompowa 540 MW. Z kolei wybudowany na szczycie góry Żar betonowy zbiornik w kształcie elipsy, posiadającej wymiary 250 m na 650 m, jest w stanie pomieścić około 2,3 miliona metrów sześciennych wody.

Trzecia z polskich elektrowni szczytowo-pompowych położona jest z kolei na Pomorzu w miejscowości Żydowo i została uruchomiona w roku 1971. Jej działanie polega na przepompowywaniu wody pomiędzy dwoma naturalnymi jeziorami: Kamienne i Kwiecko, w przypadku których różnica poziomów ich luster wody sięga wartości ponad 80 metrów. Moc generatorowa tej elektrowni wynosi 156 MW, a jej moc pompowa 167 MW. Jest ona zatem obiektem wyraźnie mniejszym niż wymienione uprzednio elektrownie szczytowo-pompowe Porąbka-Żar i Żarnowiec.



RYS.4. ELEKTROWNIA SZCZYTOWO-POMPOWA ŻYDOWO

ŹRÓDŁO: [HTTPS://PL.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/ELEKTROWNIA_%C5%BBYDOWO#/MEDIA/PLIK:ELEKTROWNIA_ZYDOWO.JPG](https://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrownia_%C5%BBYDOWO#/media/Plik:Elektrownia_Zydowo.JPG)



RYS.5. ELEKTROWNIA SZCZYTOWO-POMPOWA W SOLINIE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://PGGEO.PL/NASZE-OBIEKTY/ELEKTROWNIE-WODNE/SOLINA](https://pggeo.pl/nasze-obiekty/elektrownie-wodne/solina)

Polska posiada jeszcze trzy inne elektrownie wodne, które określa się powszechnie mianem elektrowni szczytowo-pompowych (Solina, Niedzica i Dychów), aczkolwiek de facto są to elektrownie, które energię elektryczną wytwarzają głównie z przepływu wody w rzece, przy czym dodatkowo wyposażone zostały w możliwość jej ponownego przepompowywania do zbiornika górnego w okresie niskiego zapotrzebowania na moc elektryczną w krajowym systemie elektroenergetycznym.

Z kolei elektrownię wodną w Solinie oddano do użytku w 1968 roku. Jej moc wynosi 200 MW, ale tylko dwie z jej czterech turbin o mocy 50 MW zostały wykonane jako hydrauliczne maszyny odwracalne, a zatem jej moc pompowa wynosi jedynie 100 MW.

Inną elektrownią wodną z możliwością dodatkowej pracy pompowej jest oddana do użytku w roku 1997 elektrownia szczytowo-pompowa w Niedzicy (Rys. 6). Jej moc generatorowa wynosi 92 MW, a moc pompowa 89 MW.



RYS.6. ELEKTROWNIA SZCZYTOWO-POMPOWA W NIEDZICY

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.NIEDZICA.PL/52-ELEKTROWNIA_WODNA_W_NIEDZICY](https://www.niedzica.pl/52-elektrownia-wodna-w-niedzicy)



RYS.7. ELEKTROWNIA SZCZYTOWO-POMPOWA W DYCHOWIE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://PGCEO.PL/NASZE-OBJEKTY/ELEKTROWNIE-WODNE/DYCHOW](https://pgceo.pl/nasze-objekty/elektrownie-wodne/dychow)

Z kolei najstarszą polską elektrownią szczytowo-pompową jest elektrownia położona w miejscowości Dychów w województwie lubuskim (Rys. 7). Została ona wybudowana jeszcze przez Niemców w 1937 roku i pracowała do roku 1945. Jej ponowne uruchomienie w okresie powojennym nastąpiło dopiero w roku 1952, ponieważ wcześniej żołnierze radziecy zdołali skutecznie zdemontować i wywieźć całe jej wyposażenie. Moc rozważanej elektrowni podczas jej pracy w trybie generatorowym wynosi 90 MW. Jednak zainstalowane w elektrowni Dychów turbiny wodne nie są hydraulicznymi maszynami odwracalnymi, natomiast zainstalowano tam cztery pompy wodne napędzane silnikami elektrycznymi o mocy około 6 MW, w związku z czym zdolność rozważanej elektrowni do zdejmowania nadwyżek mocy w systemie elektroenergetycznym jest bardzo ograniczona (wobec czego nie ma ona pod tym względem jakiegokolwiek większego znaczenia) w skali całego krajowego systemu elektroenergetycznego.

Nierynkowe redysponowanie jednostek wytwórczych

Od 2023 roku w okresie wiosenno-letnim w dni wolne od pracy pojawiać zaczęły się regularnie wydawane przez PSE komunikaty o tzw. nierynkowym redysponowaniu jednostek wytwórczych, co sprowadzało się w praktyce do wydania nakazu odłączenia od sieci przesyłowych wybranych farm fotowoltaicznych o sumarycznej mocy rzędu kilku gigawatów. Jakkolwiek w roku 2023 komunikaty takie należały jeszcze raczej do rzadkości i pojawiały się jedynie w sytuacji, gdy było bezchmurne niebo i na dodatek wiał przy tym stosunkowo silny wiatr, to w roku kolejnym, począwszy już od marca, komunikaty te wydawane są praktycznie w każdy dzień wolny od pracy, a także niekiedy i w dni robocze, jak choćby w dniu 16 maja 2024 roku (był to czwartek). Panująca wówczas sytuacja w krajowym systemie elektroenergetycznym została przedstawiona na Rys 8.

MAPA KSE

Mapa prezentuje planowe i chwilowe przepływy mocy na przekrojach handlowych

ZAPOTRZEBOWANIE [MW]	20 306
GENERACJA [MW]	22 628
el. ciepne	8 222
el. wodne	159
el. wiatrowe	6 116
el. fotowoltaiczne	8 130
el. inne odnawialne	0
SALDO WYMIANY CAŁKOWITEJ [MW]	2 343 EKSPORT
CZĘSTOTLIWOŚĆ [Hz]	49,988

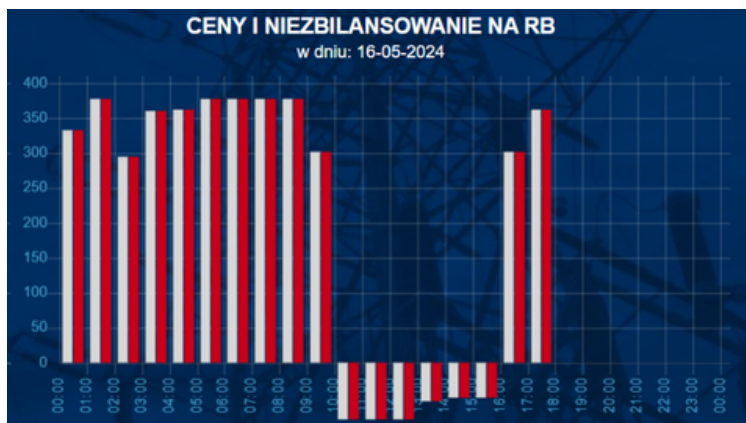


RYS.8. DANE DOTYCZĄCE PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO W DNIU 16 MAJA 2024 ROKU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

Jak wynika z Rys. 8, elektrownie ciepne generowały w rozpatrywanym czasie łącznie 8,222 GW, czyli pracowały na swym technicznie niezbędnym minimum. Jednocześnie uruchomiono tzw. awaryjny eksport energii elektrycznej w łącznej wysokości 2,343 GW do wszystkich krajów ościennych, z którymi tylko posiadamy połączenia transgraniczne, z wyjątkiem Niemiec, od których importowaliśmy wówczas 0,594 GW (właściwie należałoby zapytać, w jakim celu, skoro sami mieliśmy wówczas spory nadmiar generowanej mocy). Wspomniany eksport awaryjny polega de facto na oddawaniu w zasadzie za darmo (a nawet i być może po cenach ujemnych) energii wytworzonej w naszych elektrowniach ciepłych praktycznie wszystkim krajom ościennym, tylko po to, aby w owym czasie mogły pracować

polskie instalacje fotowoltaiczne i nie trzeba było odłączać od sieci większej liczby farm fotowoltaicznych, za co ich właścicielom wypłacane są przecież spore odszkodowania. W rozważanym dniu 16 maja 2024 pojawiły się także przez sześć kolejnych godzin doby ujemne ceny energii elektrycznej na rynku hurtowym, co ze wszech miar jest wręcz rażąco patologią, wypaczającą cały krajowy rynek energii i stwarzającą pole do różnego rodzaju nadużyć i spekulacji, co można zobaczyć na Rys. 9.



RYS.9. CENY ENERGII ELEKTRYCZNEJ W DNIU 16 MAJA 2024 ROKU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

Z kolei na Rys. 10 zamieszczono treść wydanego w dniu 5 maja 2024 roku komunikatu o nierynkowym redysponowaniu jednostek wytwórczych.

Komunikat o nierynkowym redysponowaniu jednostek wytwórczych PV w KSE w dn. 05.05.2024

Ze względu na nadpodaż generacji w KSE oraz konieczność przywrócenia zdolności regulacyjnych KSE, PSE wprowadzają nierynkową redukcję generacji źródeł fotowoltaicznych w dn. 05.05.2024 w wysokości:

2191 MW w godz. 08:01 - 09:00,
 2822 MW w godz. 09:01 - 10:00,
 3220 MW w godz. 10:01 - 11:00,
 3486 MW w godz. 11:01 - 12:00,
 3387 MW w godz. 12:01 - 13:00,
 3121 MW w godz. 13:01 - 14:00,
 2324 MW w godz. 14:01 - 15:00,
 2125 MW w godz. 15:01 - 16:00.

RYS.10. KOMUNIKAT O NIERYNKOWYM REDYSPONOWANIU FARM FOTOWOLTAICZNYCH W DNIU 5 MAJA 2024 ROKU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

Jak wynika z treści zamieszczonego na Rys. 10 komunikatu, od polskich farm fotowoltaicznych nie została w rozważanym dniu odebrana energia w wysokości 22,676 GWh.

W rozpatrywanym dniu wydany został także komunikat dotyczący nierynkowego redysponowania jednostek wytwórczych w przypadku farm wiatrowych, co pokazano na Rys. 11.

Komunikat o nierynkowym redysponowaniu jednostek wytwórczych Farm Wiatrowych w KSE w dn. 05.05.2024

Ze względu na nadpodaż generacji w KSE oraz konieczność przywrócenia zdolności regulacyjnych KSE, PSE wprowadzają nierynkową redukcję generacji farm wiatrowych w dn. 05.05.2024 w wysokości:

161 MW w godz. 08:01 - 09:00,
 133 MW w godz. 09:01 - 10:00,
 172 MW w godz. 10:01 - 11:00,
 241 MW w godz. 11:01 - 12:00,
 298 MW w godz. 12:01 - 13:00,
 321 MW w godz. 13:01 - 14:00,
 344 MW w godz. 14:01 - 15:00,
 367 MW w godz. 15:01 - 16:00.

RYS.11. KOMUNIKAT O NIERYNKOWYM REDYSPONOWANIU FARM WIATROWYCH W DNIU 5 MAJA 2024 ROKU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

Jak wynika z Rys. 11 w owym dniu nie odebrano od farm wiatrowych energii elektrycznej w wielkości 2,037 GWh.

Jak można policzyć, łącznie w dniu 5 maja 2024 roku zmarnowaniu uległa energia, która mogłaby być potencjalnie wytworzona przez OZE (fotowoltaika i wiatraki) w wysokości 24,713 GWh. Porównajmy teraz tę wielkość ze zdolnościami do magazynowania energii elektrycznej drugiej co do wielkości polskiej elektrowni szczytowo-pompowej Porąbka-Żar, które wynoszą 2 GWh. Wynika stąd, że w celu zmagazynowania nadwyżek energii elektrycznej, która pojawiła się w krajowym systemie elektroenergetycznym w dniu 5 maja 2024 roku, należałoby dysponować aż 13 potężnymi obiektami hydrotechnicznymi, tej wielkości co Porąbka-Żar. Ich wybudowanie w Polsce w najbliższym czasie wydaje się jednak całkowicie nierealne.

Poza tym jest rzeczą wysoce wątpliwą, czy w polskich górach można byłoby wskazać aż tyle potencjalnych lokalizacji pod tego typu potężne obiekty. Abstrahując już od kosztów takiego przedsięwzięcia, trzeba byłoby wywłaszczyć tysiące lokalnych mieszkańców, aby zyskać tereny pod budowę zbiorników wodnych, a to oczywiście powodowałoby gwałtowne protesty społeczne. Warto także pamiętać, że elektrownię Porąbka-Żar budowano przez okres około 10 lat, a było to przecież w epoce Edwarda Gierka, gdzie tego typu wielkie inwestycje posuwały się szybko do przodu, ponieważ w owym czasie nie przejmowano się jakimikolwiek kwestiami związanymi z ochroną środowiska. Trudno jest zatem przypuszczać, że obecnie byłibyśmy w krótkim czasie wznosić tego typu potężne obiekty hydrotechniczne. Gdyby te elektrownie szczytowo-pompowe miały zostać wybudowane jedna po drugiej (można zastanawiać się, ile tego rodzaju inwestycji zdołalibyśmy prowadzić równolegle), to wszystkie wymagane elektrownie szczytowo-pompowe nie byłyby gotowe nawet za 100 lat.

Jak widać, w obecnej sytuacji, po zainstalowaniu w polskiej fotowoltaice około 18 GW mocy, instalacje te są już bez wątpienia mocno przewymiarowane i w okolicy godzin okołopołudniowych (czyli w okresie, gdy teoretycznie powinny one wytwarzać maksymalne ilości energii), muszą być przymusowo odłączane od sieci przesyłowych, ponieważ takiego nadmiaru generowanej mocy w wysokości kilku gigawatów nie ma jak po prostu od nich odebrać. Z kolei, jak wynika z omawianej sytuacji, która miała miejsce w dniu 5 maja 2024 roku, mówienie o magazynowaniu tak wielkich ilości energii elektrycznej jest po prostu czystą utopią. Obecnie mamy jedynie dwie większego typu elektrownie szczytowo-pompowe (Żarnowiec i Porąbka-Żar), a budowa trzeciej w miejscowości Młoty w Kotlinie Kłodzkiej wlece się już od roku 1973 i nadal do końca nie wiadomo, czy zostanie kiedykolwiek sfinalizowana. Ostatnio mówiono głośno o planowanym wznowieniu prac, ale na ich drodze pojawił się poważny problem w postaci nietoperzy, które zagnieździły się w wydrążonych prawie pół wieku temu sztolniach derywacyjnych i które nie mają najmniejszego zamiaru ich opuścić. Podobno obecnie trwa akcja ich ewidencjonowania, tylko że jeszcze nie wiadomo, co właściwie z tego dla przyszłości elektrowni szczytowo-pompowej Młoty ma ostatecznie wynikać.

Nierealizowalność wielkoskalowego magazynowania energii

W kontekście prowadzonych rozważań wręcz kuriozalne wydają się pomysły związane z tzw. wielkoskalowym magazynowaniem energii elektrycznej. Tego rodzaju pomysły są ostatnio coraz to częściej zgłaszane, między innymi na poświęconym problematyce elektroenergetyki portalu WysokieNapiecie.pl, gdzie według autorów publikowanych tam artykułów to właśnie wielkoskalowe magazynowanie energii elektrycznej ma być swego rodzaju panaceum na wszelkie bolączki, związane z obecnym marnowaniem potencjału w mocy zainstalowanej w odnawialnych źródłach energii, a zwłaszcza w wiatrakach i fotowoltaice.

Na rozważanym portalu zamieszczono także informację, przedstawioną na Rys. 12, dotyczącą autorów zamieszczanych tam artykułów, w których zgłaszane są nierealizowalne w praktyce pomysły, związane z wielkoskalowym magazynowaniem energii elektrycznej. Jak można dowiedzieć się z zamieszczonych tam informacji, żaden z autorów publikujących na rozważanym portalu nie posiada jakiegokolwiek wykształcenia technicznego, a przecież aby zajmować się tak trudną dziedziną, jak elektroenergetyka wypadałoby ukończyć studia magisterskie na wydziale elektrycznym jednej z krajowych uczelni politechnicznych – najlepiej na kierunku elektrotechnika bądź ewentualnie jakimś kierunku pokrewnym, jak przykładowo elektronika czy automatyka. Tymczasem rozważane osoby ukończyły, między innymi: prawo, dziennikarstwo, politologię i komunikację społeczną.

Zresztą jeden z rozważanych autorów tego portalu przyznaje się wręcz do tego, że w zasadzie to właściwie nie odróżnia mocy od energii i nie zna jednostek wielkości fizycznych używanych w elektroenergetyce, co w kontekście rozważań o wielkoskalowym magazynowaniu energii elektrycznej wydaje się niezwykle istotne.

Wydawcy portalu



Bartłomiej Derski

prawnik, ekonomista i dziennikarz. Jest absolwentem Uniwersytetu Wrocławskiego oraz Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Ukończył studia podyplomowe na Wydziale Mechanicznym, Energetyki i Lotnictwa Politechniki Wzarszawskiej oraz Polskiej Akademii Nauk.

Kariery zawodową rozpoczął w grupie Polskappresse. W latach 2010-2013 był dziennikarzem portalu cin.pl. Współpracował m.in. z redakcją biznesową Onet.pl i tygodnikiem Newsweek.

Wielokrotnie nagradzany, m.in. nagrodą specjalną kapituły konkursu NBP Im. W. Grabskiego, jednego z najbardziej prestiżowych konkursów dla dziennikarzy ekonomicznych. W 2023 roku otrzymał nominację do „Grand Press Economy”.

W 2018 roku jako pierwszy Polak przejechał trasę z Polski na krainę kontynentalnej części Arktyki – Przylądek Północny – samochodem w 100% elektrycznym.



Rafał Zasui

Redaktor Naczelny portalurocznik 74, absolwent Wydziału Prawa i Administracji UMK w Toruniu. Przez 13 lat był dziennikarzem działu gospodarczego „Gazety Wyborczej”. O energetyce pisze od 2007 r. W pierwszym tekście poświęconym tej branży pomylił megawaty z megawatogodzinami, ale od tej pory już się to nie zdarza.

Laureat nagrody w konkursie „Libertas et auxilium” organizowanym przez Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów za najlepszy artykuł poświęcony ochronie konkurencji w 2011 r. Tekst dotyczył manipulacji na Towarowej Giełdzie Energii.



Tomasz Elżbięcki

Specjalizuje się w szeroko pojętej tematyce rynku budowlanego oraz infrastruktury: energetycznej, przemysłowej i transportowej. W latach 2010-2021 zajmował się tą tematyką w portalu wrp.pl i magazynie Nowy Przemysł. Wcześniej praktykował i stażował m.in. w PAP oraz w katowickim oddziale „Gazety Wyborczej”. Jest absolwentem politologii – dziennikarstwa i komunikacji społecznej na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach.

RYS.12. INFORMACJE O AUTORACH ARTYKUŁÓW ZAMIESZCZANYCH NA PORTALU WYSOKIENAPIECIE.PL

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WYSOKIENAPIECIE.PL/O-NAS/#WYDAWCY_PORTALU](https://wysokienapiecie.pl/o-nas/#WYDAWCY_PORTALU)

Wracając do pomysłów związanych z wielkoskalowym magazynowaniem energii, trzeba mieć przede wszystkim świadomość, że w okresie zimowym dobowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w polskim systemie elektroenergetycznym sięga wartości 600 GWh i w latach kolejnych przewidywany jest dalszy jego wzrost, co wiąże się bezpośrednio z popularyzacją zastosowania pomp ciepła i ogólnie przechodzeniem na różne formy ogrzewania elektrycznego w sytuacji, gdy dana gmina wydała na swym obszarze całkowity zakaz spalania w piecach substancji stałych, jak węgiel (a nawet niekiedy i drewno), to ogrzewanie elektryczne pozostaje jedyną dostępną w tym wypadku alternatywą. Zresztą rozważane pompy ciepła jest to de facto także ogrzewanie elektryczne, tyle że wspomagane w różnym stopniu ciepłem pobieranym z powietrza bądź z gruntu. Niestety w przypadku naszego

kraju rozpowszechniły się zwłaszcza pompy ciepła pobierające energię cieplną z powietrza, a nie z gruntu, ponieważ są one znacznie tańsze, gdyż nie ma wówczas konieczności wykonywania kosztownych, głębokich nawet na kilkaset metrów odwiertów. Tylko że w przypadku silnie ujemnych temperatur efektywność pomp ciepła bazujących na energii pobieranej z powietrza jest bardzo niska, a w przypadku spadku temperatury poniżej minus piętnastu stopni Celsjusza jest to już w zasadzie wyłącznie ogrzewanie elektryczne, gdyż włączają się tam wówczas specjalne grzałki. Zresztą pompy ciepła przewidziane są w zasadzie wyłącznie do współpracy z ogrzewaniem podłogowym, ze względu na niższą temperaturę czynnika roboczego, co skutkuje zdecydowanie wyższą sprawnością całego systemu grzewczego. Niestety, posiadanie ogrzewania podłogowego w przypadku naszego kraju należy raczej do rzadkości.

Ostatecznie wygląda na to, że uruchamiając różnego rodzaju programy wsparcia, mające zachęcać ludność do masowego instalowania pomp ciepła, nie wykonano stosownych analiz odnośnie tego, jaki będzie to miało wpływ na wzrost zapotrzebowania na moc elektryczną w krajowym systemie elektroenergetycznym w okresie zimowym, gdy fotowoltaika w zasadzie nie pracuje w ogóle, a wyprodukowana przez nią energia ma znaczenie wręcz marginalne, gdyż są to zaledwie promilowe wartości dobowego zapotrzebowania [8].

Zakładając zatem, że w nadchodzących latach zapotrzebowanie na energię elektryczną w naszym kraju będzie przekraczać już grubo wartość 600 GWh, to aby można było w ogóle mówić o jakimś wielkoskalowym magazynowaniu energii elektrycznej, należałoby przyjąć, że co najmniej 10% z podanej wartości powinno być pokrywane właśnie za pośrednictwem magazynów energii. Bowiem w przypadku gdyby wartość ta była mniejsza niż rozważane 10%, trudno byłoby wówczas mówić w ogóle o jakimkolwiek wielkoskalowym magazynowaniu energii elektrycznej oraz nie miałyby to absolutnie żadnego większego znaczenia w dobowym bilansowaniu energii w krajowym systemie elektroenergetycznym. W kontekście powyższego należy przyjąć, że pokrywanie 10% krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną właśnie z magazynów energii jest tym absolutnie bezwzględny minimum, poniżej którego inwestowanie w magazyny energii nie ma w zasadzie żadnego sensu, bo co to właściwie w sumie może zmienić, jeśli przykładowo 3% dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce zostanie pokryte za ich pośrednictwem, wielkość taka będzie wręcz niezauważalna.

Jak łatwo można wyliczyć, 10% z dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce w okresie zimowym sięga wartości 60 GWh. Przypomnijmy tylko, że zdolności magazynowe elektrowni szczytowo-pompowej Porąbka-Żar wynoszą zaledwie 2 GWh. Zatem w celu realizacji rozważanego wielkoskalowego magazynowania energii elektrycznej potrzebowałibyśmy aż 30 potężnych obiektów hydrotechnicznych tej wielkości co Porąbka-Żar. To, czy na terenie naszego kraju byłoby je w ogóle gdzie wybudować, pozostaje odrębną kwestią [4]. Mimo wszystko zakładając nawet, że równocześnie byłibyśmy w stanie prowadzić trzy budowy takich dużych elektrowni szczytowo-pompowych jak Porąbka-Żar (co byłoby zapewne i tak niebywałym wręcz wyczynem), to wszystkie potrzebne nam elektrownie szczytowo-pompowe gotowe byłyby dopiero po upływie ponad 100 lat. Natomiast potrzebujemy ich w zasadzie już teraz, ponieważ jakkolwiek celowość dalszego zwiększania mocy w polskich instalacjach fotowoltaicznych i w ogóle budowa wiatraków morskich jest uzależniona w istotnym stopniu właśnie od zdolności magazynowania energii elektrycznej w krajowym systemie elektroenergetycznym, a obecnie zdolności te są wręcz żadne w stosunku do istniejących i wciąż dynamicznie rosnących potrzeb.

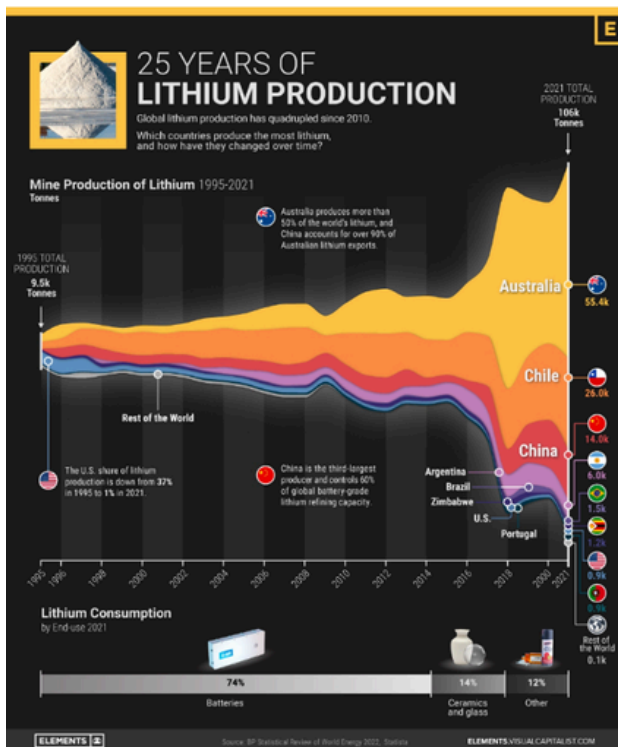
Zanim rozpoczniemy dalszą dyskusję w obszarze akumulatorowych magazynów energii elektrycznej, warto wpierrw uświadomić sobie, że pojemność typowego akumulatora zamontowanego w przeciętnym samochodzie osobowym wynosi około 45 Ah, co przy napięciu 12 V skutkuje zdolnością do zmagazynowania około 0,54 kWh energii elektrycznej. Tyle że pamiętać trzeba jeszcze, iż pojemność akumulatorów kwasowo-olowiowych maleje szybko wraz z upływem lat (efekt stopniowego zasiarczenia płyt ołowiowych), a ponadto tego rodzaju akumulatorów nie wolno nigdy rozładowywać całkowicie do zera, ponieważ takie postępowanie bardzo skróciłoby ich żywotność, która i tak nie jest relatywnie zbyt długa. W związku z powyższym można realistycznie przyjąć, że jeden typowy akumulator samochodowy pozwala na zmagazynowanie około 0,25 kWh energii elektrycznej, a zatem w celu zmagazynowania tylko jednej kilowatogodziny potrzebowałibyśmy aż cztery takie akumulatory. Jak można prosto wyliczyć, w celu zmagazynowania rozważanych 60 GWh energii elektrycznej potrzebowałibyśmy około 240 milionów tego rodzaju akumulatorów, czyli na każdego Polaka przypadłoby ich ponad sześć. Ponadto przyjmując, że każdy tego typu akumulator zawiera ponad 10 kg ołowiu (cały waży około 13 kg), do ich wyprodukowania trzeba byłoby zużyć aż ponad 3 miliony ton rozważanego metalu ciężkiego. Przy okazji warto nadmienić, że jego światowe wydobycie szacowane jest na niecałe 5 milionów ton, więc i tak nie byłoby ich raczej z czego w naszym kraju wyprodukować.

Tymczasem w budowanych obecnie akumulatorowych magazynach energii wykorzystuje się powszechnie lit, który wydobywany jest w zasadzie wyłącznie w Australii, Chile i Chinach, co stwarza niebezpieczeństwo właściwie całkowitego uzależnienia się od ewentualnych kaprysów niewielkiej liczby potencjalnych dostawców, a jaki miałyby to wpływ na bezpieczeństwo energetyczne kraju, tego chyba nie trzeba nikomu specjalnie tłumaczyć.

Ponadto, zakładając że gęstość energii zgromadzonej w akumulatorach litowych jest średnio dziesięciokrotnie większa w porównaniu z akumulatorami kwasowo-olowiowymi, to i tak do ich wyprodukowania potrzebowałibyśmy ponad 300 tysięcy ton litu, a jego światowe wydobycie obecnie przekracza nieznacznie zaledwie 100 tysięcy ton, z czego $\frac{3}{4}$ pochłania właśnie produkcja akumulatorów, a reszta wykorzystywana jest do innych celów (Rys. 13).

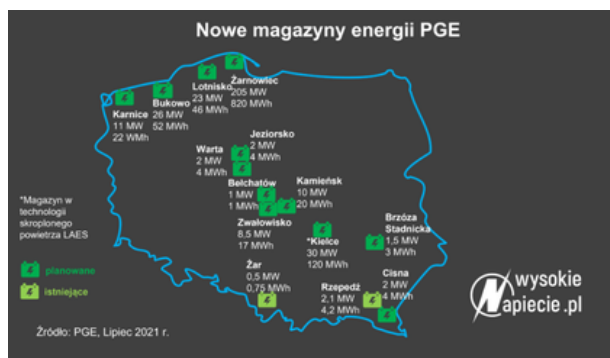
Zakładając nawet bardzo optymistycznie, że byłibyśmy w stanie pozyskiwać rocznie około 3% światowego wydobycia litu, to i tak wyprodukowanie wszystkich potrzebnych do magazynowania nadwyżek energii elektrycznej akumulatorów zajęłoby ponad 100 lat. Tyle że pierwsze z tych akumulatorów najdalej po około 15 latach trzeba byłoby poddać utylizacji i wymienić na nowe. Zatem w praktyce tych akumulatorowych magazynów energii nie wybudowałibyśmy nigdy. Powyższe dane ukazują w sposób dobitny, jak płonne są nadzieje pokładane obecnie w akumulatorowych magazynach energii.

Jak już wspomniano, istniejące obecnie na terenie naszego kraju akumulatorowe magazyny energii są instalacjami wręcz mikroskopijnymi, które w dobowym bilansie energii elektrycznej w krajowym systemie elektroenergetycznym nie mają w zasadzie żadnego istotnego znaczenia. Kolejne tego typu instalacje planuje w przyszłości wybudować również Polska Grupa Energetyczna S.A. (PGE), co pokazano na mapce zamieszczonej na Rys. 14.



RYS.13. DANE DOTYCZĄCE ŚWIATOWEGO WYDOBYCIA LITU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://ELEKTRYKAPRADNIETYKA.COM/53941/NAJWIEKSI-PRODUCENCI-LITU-WYDOBYCIE-NA-SWIECIE-W-LATACH-1995-2021/](https://ELEKTRYKAPRADNIETYKA.COM/53941/NAJWIEKSI-PRODUCENCI-LITU-WYDOBYCIE-NA-SWIECIE-W-LATACH-1995-2021/)



RYS.14. ROZMIESZCZENIE PLANOWANYCH AKUMULATOROWYCH MAGAZYNÓW ENERGII PGE S.A.

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WYSOKIENAPIECIE.PL/39276-RUSZYLY-INWESTYCJE-W-POLSKIE-MAGAZYNY-ENERGII/](https://WYSOKIENAPIECIE.PL/39276-RUSZYLY-INWESTYCJE-W-POLSKIE-MAGAZYNY-ENERGII/)

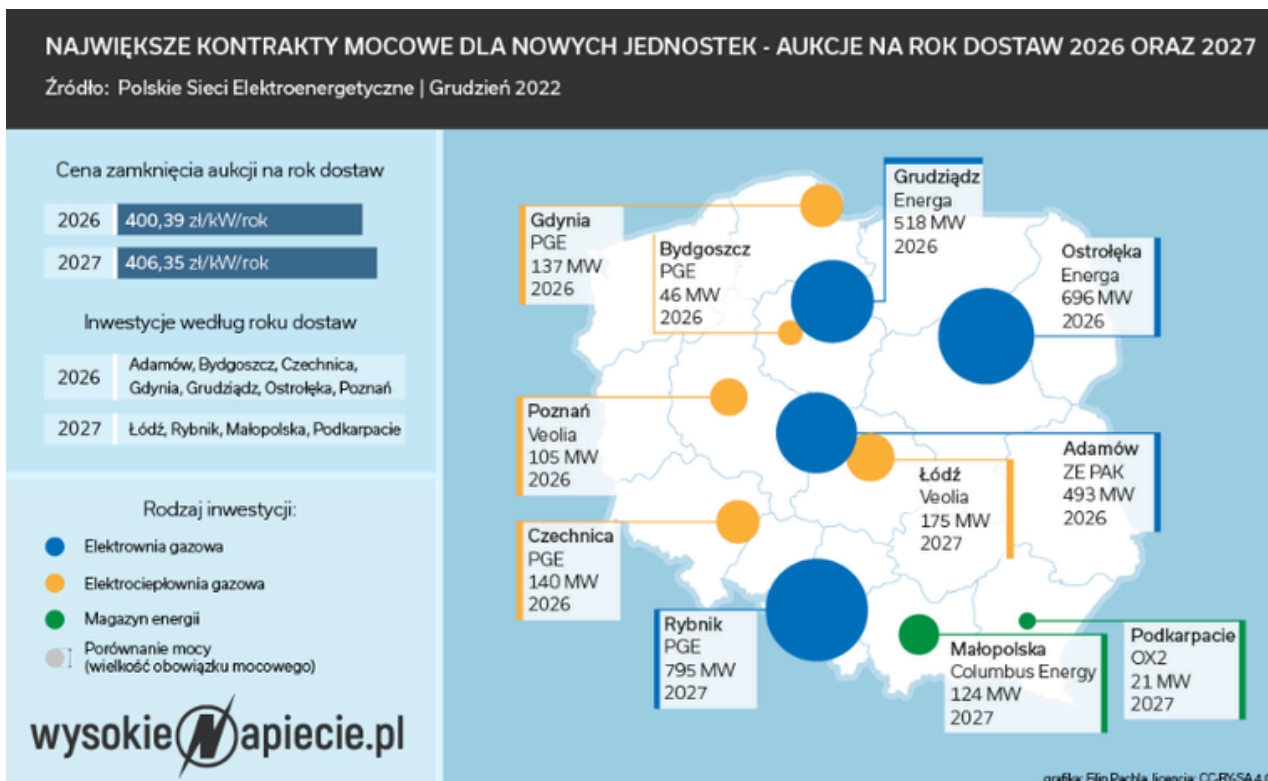
Jak już wspomniano, istniejące obecnie na terenie naszego kraju akumulatorowe magazyny energii są instalacjami wręcz mikroskopijnymi, które w dobowym bilansie energii elektrycznej w krajowym systemie elektroenergetycznym nie mają w zasadzie żadnego istotnego znaczenia. Kolejne tego typu instalacje planuje w przyszłości wybudować również Polska Grupa Energetyczna S.A. (PGE), co pokazano na mapce zamieszczonej na Rys. 14.

Jak wynika z Rys. 14, moc planowanych magazynów energii mieści się w przedziale od kilku do kilkudziesięciu megawatów z wyjątkiem magazynu planowanego w Żarnowcu, którego moc ma wynieść 205 MW. Ostatnio pojawiły się doniesienia prasowe, które poddają

w wątpliwość, czy ten największy z planowanych polskich akumulatorowych magazynów energii zostanie w ogóle kiedykolwiek zrealizowany – niestety jest tak, że większość planów pozostaje u nas wyłącznie na papierze.

Łącznie planowane przez PGE magazyny miałyby mieć moc około 325 MW, a to jest zdecydowanie zbyt mało, aby można było w ten sposób cokolwiek w istotnym stopniu zmienić, jeśli chodzi o zagadnienie bilansowania mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym.

Z kolei na Rys. 15 pokazano mapkę, na której zamieszczono lokalizację nowopowstających akumulatorowych magazynów energii, które wzięły udział w aukcji kontraktów mocowych na lata 2026 i 2027.



RYS.15. PLANOWANE LOKALIZACJE NOWYCH AKUMULATOROWYCH MAGAZYNÓW ENERGII, KTÓRE ROZPOCZNĄ PRACĘ W 2027 ROKU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WYSOKIENAPIECIE.PL/80510-MAGAZYNY-ENERGII-SLOWACJA-I-LITWA-DEBIUTUJA-W-RYNKU-MOCY/](https://WYSOKIENAPIECIE.PL/80510-MAGAZYNY-ENERGII-SLOWACJA-I-LITWA-DEBIUTUJA-W-RYNKU-MOCY/)

Jak wynika z Rys. 15, dopiero w roku 2027 w krajowym systemie elektroenergetycznym rozpoczną pracę dwa tego typu magazyny – jeden w Małopolsce (124 MW) i jeden na Podkarpaciu (21 MW). Jednak w tym wypadku trudno jest raczej mówić o jakimkolwiek „wielkoskalowym” magazynowaniu energii, gdyż uruchomienie w przyszłości owych magazynów w zasadzie niczego istotnie nie zmieni, jeśli weźmiemy pod uwagę ilości energii, które pozostają nieodebrane z farm fotowoltaicznych w słoneczne dni w okolicach godzin okołopołudniowych – jest to wręcz przysłowiowa „kropla wody w morzu”.

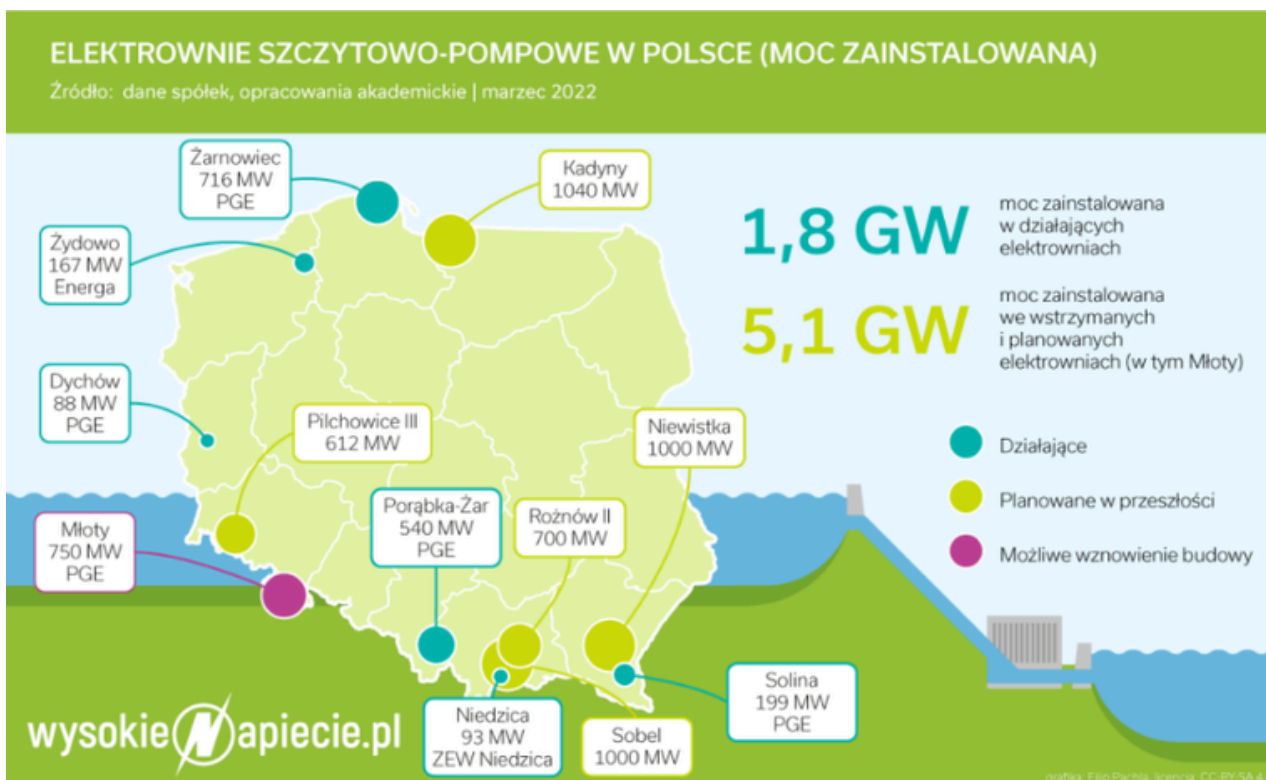
Zakończenie

Jak wynika z zamieszczonych w artykule wyliczeń, wielkoskalowe magazynowanie energii elektrycznej nawet na poziomie zaledwie 10% dobowego zapotrzebowania (około 60 GWh w okresie zimowym) jest całkowicie nierealizowalne technicznie. Jak dotąd jedynym znanym najbardziej efektywnym sposobem magazynowania energii elektrycznej jest jej konwersja na energię potencjalną mas wodnych, gromadzonych w zbiornikach górnych elektrowni szczytowo-pompowych. Tyle że ich wybudowanie w koniecznej liczbie (około 30 obiektów tej wielkości co Porąbka-Zar) w jakimś rozsądnym horyzoncie czasowym jest całkowicie nierealne, abstrahując nawet od kosztów ich budowy i niemożności wskazania dla nich aż tylu potencjalnych lokalizacji, spełniających odpowiednie warunki terenowe i hydrotechniczne.

Odnośnie elektrowni szczytowo-pompowych warto jest jeszcze wspomnieć, że w przeszłości nie budowano ich wcale z uwagi na możliwości magazynowania w nich energii elektrycznej, bowiem ich głównym zadaniem jest dostarczanie systemowi elektroenergetycznemu odpowiednio dużego zasobu tzw. mocy regulacyjnej [5]. W sytuacji wystąpienia znacznych zmian ze strony odbiorców odnośnie wysokości zapotrzebowania na generowaną w systemie elektroenergetycznym moc, a zwłaszcza w sytuacji, gdy zapotrzebowanie to gwałtownie narasta, opalane węglem elektrownie ciepłone nie są w stanie wytworzyć aż tak dużego gradientu mocy (niekiedy może on w krajowym systemie elektroenergetycznym przekraczać nawet 40 MW na minutę). Wówczas konieczne jest uruchomienie elektrowni wodnych, a zwłaszcza znacznie potężniejszych od nich elektrowni szczytowo-pompowych, aby można było uzyskać pożądane wartości gradientu mocy. W przeciwnym wypadku, aby zapobiec niebezpieczeństwu wystąpienia blackoutu, należałoby przymusowo odłączać od sieci przesyłowych szerokie grupy odbiorców celem zbilansowania mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym [7].

Drugą (niezwykle ważną) rolę pełnioną w systemie elektroenergetycznym przez elektrownie szczytowo-pompowe jest zapewnianie odpowiedniego poziomu tzw. mocy interwencyjnej. W przypadku pojawiania się nagłych i nieprzewidywanych stanów awaryjnych, związanych przykładowo z wyłączeniem bloku ciepłego o dużej mocy, rzędu setek megawatów, w systemie elektroenergetycznym pojawia się w sposób nagły duży deficyt generowanej mocy, który w efekcie prowadzić może wprost do blackoutu. W takiej sytuacji również przychodzą z pomocą elektrownie szczytowo-pompowe, które można uruchomić z pełną ich mocą w czasie równym zaledwie kilka minut. Duża siła inercji systemu elektroenergetycznego pozwala przetrwać rozważane kilka krytycznych minut bez większego spadku częstotliwości jego pracy, a później to właśnie elektrownie szczytowo-pompowe uzupełniają wspomniany deficyt mocy, nawet przez okres kilku godzin, dając czas na podniesienie poziomu generowanej mocy przez pozostałe pracujące w systemie elektrownie ciepłone.

Z tego powodu budowa w Polsce kolejnych elektrowni szczytowo-pompowych jest bardzo pożądana, i to wbrew wygłaszanym często opiniom różnych polityków, nie posiadających najczęściej żadnego wykształcenia technicznego, ponieważ każda taka elektrownia zmniejsza w stopniu istotnym groźbę nieprzewidzianego pojawiania się w naszym kraju blackoutu [4].



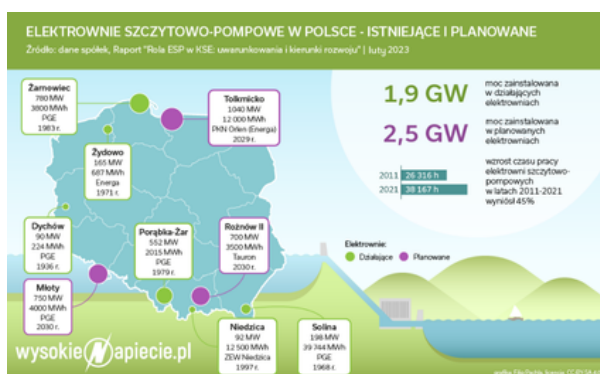
RYS.16. ISTNIEJĄCE OBECNIE I PLANOWANE W PRZESZŁOŚCI KOLEJNE POLSKIE ELEKTROWNIE SZCZYTOWO-POMPOWE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WYSOKIENAPIECIE.PL/67151-WODNE-ELEKTROWNIE-SZCZYTOWE-MOGA-WROCIC-Z-WIELKA-POMPA](https://wysokienamecie.pl/67151-WODNE-ELEKTROWNIE-SZCZYTOWE-MOGA-WROCIC-Z-WIELKA-POMPA)

Na mapce przedstawionej na Rys. 16 pokazano lokalizację działających obecnie i planowanych w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia kolejnych elektrowni szczytowo-pompowych, przy czym rozpoczęto budowę tylko jednej z nich w miejscowości Młoty (750 MW), którą przerwano z powodów ekonomicznych pod koniec lat osiemdziesiątych. Poza tym tego typu obiekty miały powstać w następujących lokalizacjach: Kadyny (1040 MW), Niewistka (1000 MW), Sobel (1000 MW), Rożnów (700 MW) i Pilchowice (612 MW).

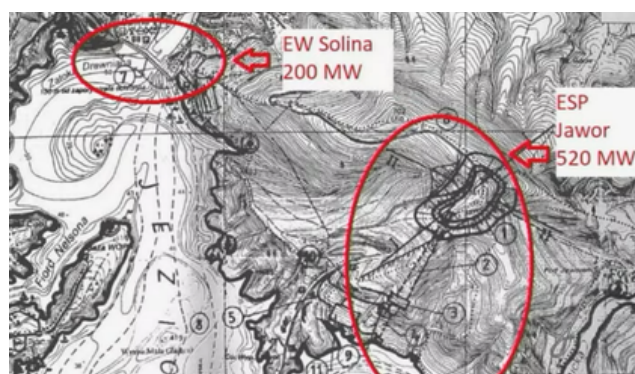
Obecnie ponownie mówi się sporo o konieczności budowy w Polsce kolejnych elektrowni szczytowo-pompowych i istotnie kilka tego typu obiektów powinno powstać, ponieważ stanowią one, jak już wspomniano, niezwykle cenny rezerwar tzw. mocy interwencyjnej, co w przyszłości może uchronić nas przed nieprzewidywanym blackoutem.

Z kolei na Rys. 17 przedstawiono rozważane obecnie potencjalne lokalizacje pod kolejne polskie elektrownie szczytowo-pompowe. Największy tego typu obiekt mógłby powstać w pobliżu miejscowości Tolkmiecko (1040 MW) nad Zalewem Wiślanym. Planowane jest również wzniesienie budowy tego typu obiektu w miejscowości Młoty (750 MW) oraz w Rożnowie (700 MW). Jednak znając dobrze krajowe realia, można wątpić, czy ich realizacja dojdzie kiedykolwiek w przyszłości do skutku.



RYS.17. MOŻLIWE LOKALIZACJE POD NOWE POLSKIE ELEKTROWNIE SZCZYTOWO-POMPOWE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WYSOKIENAPIECIE.PL/87843-NAJPIERW-MLOTY-POTEM-BIESZCZADY-PGE-ANALIZUJE-KOLEJNA-ELEKTROWNIE-SZCZYTOWO-POMPOWA/](https://wysokienergia.pl/87843-NAJPIERW-MLOTY-POTEM-BIESZCZADY-PGE-ANALIZUJE-KOLEJNA-ELEKTROWNIE-SZCZYTOWO-POMPOWA/)



RYS.18. PROPONOWANA LOKALIZACJA POD ELEKTROWNIE SZCZYTOWO-POMPOWĄ NA GÓRZE JAWOR POŁOŻONEJ NAD JEZIOREM W SOLINIE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WYSOKIENAPIECIE.PL/87843-NAJPIERW-MLOTY-POTEM-BIESZCZADY-PGE-ANALIZUJE-KOLEJNA-ELEKTROWNIE-SZCZYTOWO-POMPOWA/](https://wysokienergia.pl/87843-NAJPIERW-MLOTY-POTEM-BIESZCZADY-PGE-ANALIZUJE-KOLEJNA-ELEKTROWNIE-SZCZYTOWO-POMPOWA/)


Ostatnio pojawiła się także ciekawa propozycja wykorzystania istniejącego już jeziora w Solinie do budowy na nim kolejnej polskiej elektrowni szczytowo-pompowej o mocy 520 MW. W tym wypadku na szczycie pobliskiej góry Jawor miałby zostać wybudowany wielki betonowy basen, co ukazano na Rys. 18, który pełniłby rolę zbiornika górnego tej elektrowni.

Na koniec warto jeszcze skomentować pojawiające się tu i ówdzie pomysły, sprowadzające się do tego, aby w przypadku elektrowni podobnych w swym działaniu do elektrowni szczytowo-pompowych zastąpić wodę jakąś substancją stałą – najczęściej mowa jest o podnoszeniu w górę na stalowych linach betonowych bloków bądź jakichś innych wielkich ciężarów. Jednak tego typu postępowanie nie ma większego sensu. Aby się o tym przekonać, wystarczy policzyć, ile ton musiałby ważyć rozważany betonowy blok, aby można było za jego pośrednictwem zmagazynować zaledwie jedną kilowatogodzinę energii elektrycznej – po odpowiednich wyliczeniach otrzymujemy wartość około 3670 kg, które należałoby podnieść na wysokość 100 m. Jeśli uwzględnimy jeszcze sprawność przetwarzania energii mechanicznej na energię elektryczną, przyjmując ostrożnie jej wartość na dość wysokim poziomie około 90 proc., to otrzymamy masę takiego bloku wynoszącą ponad cztery tony. Zatem w celu zmagazynowania rozważanych przednio 60 GWh energii elektrycznej należałoby na wysokość 100 metrów podnieść ponad 240 milionów ton. Celem porównania wystarczy wspomnieć, że masa potężnej piramidy Cheopsa w Egipcie wynosi „zaledwie” około 6 milionów ton. Chcąc zatem zmagazynować w ten sposób rozważaną ilość energii elektrycznej, na wysokość 100 metrów należałoby podnieść około 40 piramid Cheopsa.

Tak zatem wyglądają w praktyce mrzonki związane z postulowanym coraz częściej w wielu miejscach wielkoskalowym magazynowaniem energii elektrycznej, które zgodnie z obecnym stanem wiedzy i poziomem rozwoju techniki jest po prostu niewykonalne.

Bibliografia

- [1] Chmielniak T., Technologie energetyczne, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018
- [2] Handzel Z., Gajer M., Energetyka wiatrowa jako główna konkurencja dla fotowoltaiki i wynikające stąd problemy związane z koniecznością zbilansowania mocy w systemie elektroenergetycznym, Zeszyty Naukowe WSEI, nr 19
- [3] Handzel Z., Gajer M., Jak wiele dodatkowej mocy można jeszcze zainstalować w polskiej fotowoltaice, Zeszyty Naukowe WSEI, nr 19
- [4] Handzel Z., Gajer M., O pilnej potrzebie budowy w Polsce kolejnych elektrowni szczytowo-pompowych pełniących rolę magazynów energii, Zeszyty Naukowe WSEI, nr 18
- [5] Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000
- [6] Lubośny Z., Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2009
- [7] Machowski J., Lubośny Z., Stabilność systemu elektroenergetycznego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018
- [8] Zadrożniak M., Kompendium wiedzy o elektrowniach wiatrowych, słonecznych, węglowych i atomowych, Wydawnictwo Biblioteka Wolności, Warszawa 2023



DLACZEGO W NADCHODZĄCYCH LATACH GROZI NAM POTĘŻNA KATASTROFA W SEKTORZE ELEKTROENERGETYKI?

dr inż. Zbigniew Handzel, prof. WSEI
dr inż. Mirosław Gajer

Z roku na rok katastrofalna wręcz sytuacja, panująca obecnie w polskiej elektroenergetyce w znacznym stopniu systematycznie się pogarsza. Według nawet bardzo ostrożnych prognoz za około 10 lat w krajowym systemie elektroenergetycznym może brakować ponad 10 GW mocy. Tak wielkiego deficytu mocy dyspozycyjnej nie będzie można już w żaden sposób pokryć wyłącznie importem energii z krajów ościennych, ponieważ żaden z nich nie dysponuje tak potężnymi nadwyżkami mocy, a ponadto istniejące obecnie połączenia transgraniczne nie pozwalają na transfer mocy elektrycznej na tak wielką skalę. Wydaje się, że żadne z proponowanych obecnie rozwiązań, takich jak budowa elektrowni gazowych (problemy z dostawami rozważanego surowca energetycznego w wielkich ilościach), dalsze inwestowanie w fotowoltaikę (sezonowość i cykliczność generacji mocy z paneli), elektrownie wiatrowe (stochastyczny charakter ich pracy), elektrownie biomasowe i biogazowe (ograniczona podaż potrzebnego do ich pracy surowców pochodzenia biologicznego), budowa elektrowni jądrowej (zapewne pierwsza z nich powstanie dopiero po roku 2040, a w dodatku będzie to tylko 3 GW mocy), czy rozwój technologii wodorowych (to jeszcze zapewne bardzo odległa przyszłość), nie stanowi żadnej gwarancji skutecznego rozwiązania czekających nas niechybnie i to już w niezbyt odległej przyszłości bardzo poważnych problemów, które mogą doprowadzić ostatecznie do wręcz niewyobraźnego kryzysu gospodarczego i społecznego. W opinii autorów jedynym wyjściem z zaistniałego impas jest porzucenie mrzonek o możliwości całkowitego odejścia polskiej elektroenergetyki od węgla i oparcia się w całości jedynie na tzw. źródłach bezemisyjnych. Przede wszystkim należy zaniechać likwidacji największej polskiej elektrowni ciepłej na węgiel brunatny w Bełchatowie i jednocześnie przystąpić do wymiany mocno wyluzowanych już bloków tej elektrowni o mocy 360 MW na nowoczesne bloki nadkrytyczne, charakteryzujące się około półtorakrotnie wyższą sprawnością netto. Podniesienie całkowitej mocy dyspozycyjnej elektrowni w Bełchatowie z obecnych ponad 5 GW do wartości około 8 GW, przy sprawności netto bloków nadkrytycznych sięgającej 46%, sprawiłoby, że spalając praktycznie tę samą ilość węgla, co obecnie, otrzymalibyśmy około 2,5 GW mocy elektrycznej de facto całkowicie gratis. Jest to mniej więcej tyle, ile wynosić ma moc planowanej w Lubiatowie-Kopalnie pierwszej polskiej elektrowni jądrowej, o ile elektrownia ta w ogóle kiedykolwiek tam powstanie.

Słowa kluczowe

kryzys energetyczny, odnawialne źródła energii, energetyka jądrowa, elektrownie ciepłe, paliwa kopalne, stabilność systemu elektroenergetycznego

Wprowadzenie

W marcu 2024 roku Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. (PSE) przygotowały raport dotyczący przewidywanych w nadchodzących latach wartości deficytu mocy dyspozycyjnej w polskiej elektroenergetyce. Podsumowanie wspomnianego raportu zostało przedstawione w formie tabeli zamieszczonej na Rys. 1.

2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1 400	3 400	1 600	200	1 600	1 600	3 200	4 200	5 200	6 800	9 600	11 200	12 200	12 800	12 800	13 600

RYŚ. 1. PRZEWIDYWANE BRAKI MOCY DYSPOZYCYJNEJ W NADCHODZĄCYCH LATACH

ŹRÓDŁO: [HTTPS://BUSINESSINSIDER.COM/GOSPODARKA/ENERGII-W-POLSKIEJ-SIECI-MOZE-ZABRAKNAC-OPERATOR-POLICZYL/57YV41H](https://businessinsider.com/gospodarka/energii-w-polskiej-sieci-moze-zabraknac-operator-policzyl/57yv41h)

Jak wynika z przedstawionej tabeli, problemy rozpoczną się już w 2025 roku, ponieważ w celu zbilansowania mocy w systemie elektroenergetycznym brakować może około 1,4 GW. Natomiast w roku 2026 może to już być nawet 3,4 GW. W latach kolejnych 2027 – 2030 założono optymistycznie pojawianie się niewielkiej przejściowej poprawy i zmniejszenie w związku z tym deficytu mocy dyspozycyjnej do około 1,6 GW. Za to po roku 2031 rozpoczną się kłopoty spowodowane głównie planowanym przystąpieniem do systematycznej likwidacji kolejnych bloków energetycznych największej polskiej elektrowni ciepłej w Bełchatowie. Spowoduje to przewidywane narastanie deficytu mocy dyspozycyjnej, począwszy od wartości 3,2 GW w roku 2031 aż do wartości 13,6 GW w roku 2040, czyli już za kilkanaście lat czeka nas w tym obszarze prawdziwy armagedon!

To wszystko w nadchodzących latach wywoła katastrofę na niespotykaną wręcz skalę. Wiele mówi się w środkach masowego przekazu o problemach występujących w różnych dziedzinach życia gospodarczego i społecznego, ale jakoś paradoksalnie zapomina się przy tym, że elektroenergetyka jest zdecydowanie najważniejsza, ponieważ we współczesnym świecie od pewnych i stabilnych dostaw energii elektrycznej zależy dosłownie wszystko. Ponadto bezpieczeństwo energetyczne kraju jest w oczywisty sposób powiązane bezpośrednio z jego bezpieczeństwem militarnym, o którym nie może być w ogóle mowy, jeśli na co dzień państwo polskie będzie borykało się z chronicznymi niedoborami niezbędnej do funkcjonowania przemysłu energii elektrycznej.

Bynajmniej największym problemem nie będzie w tym wypadku sytuacja polegająca na tym, że przeciętne polskie rodziny będą spędzać długie zimowe wieczory w niedogranych pomieszczeniach przy świeczkach lub lampach naftowych, ale to, że tak wielkie ograniczenie dostaw energii elektrycznej dla przemysłu będzie miało tragiczne wręcz skutki, ponieważ doprowadzi do gwałtownego spadku produktu krajowego brutto i załamania się gospodarki całego kraju.

W tym kontekście można postawić retoryczne pytanie dotyczące tego, czy w takich warunkach znajdą się jeszcze jacyś inwestorzy, którzy będą skłonni zaryzykować swój kapitał, aby lokować go w budowę zakładów produkcyjnych w kraju charakteryzującym się wręcz permanentnymi niedoborami energii elektrycznej i zapewne bardzo częstymi jej przymusowymi wyłączeniami. Trzeba mieć w tym miejscu świadomość wysokości ewentualnych strat, do których będzie dochodziło podczas nieprzewidywanych przymusowych wyłączeń energii elektrycznej dla zakładów przemysłowych. Tego rodzaju nagłe przerwanie procesów technologicznych generować będzie potężne straty materialne, grozić trwałym uszkodzeniem urządzeń przemysłowych i całych linii produkcyjnych, a nawet w skrajnych wypadkach może stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego. Ponadto szacuje się, że koszt niedostarczonej energii elektrycznej w skrajnych przypadkach może sięgać nawet stukrotności jej normalnej ceny [6].

ZA KILKANAŚCIE LAT CZEKA NAS PRAWDZIWY
ARMAGEDON W POLSKIEJ ELEKTROENERGETYCE,
PONIEWAŻ DEFICYT MOCY DYSPOZYCYJNEJ
MOŻE SIĘGNAĆ AŻ 13,6 GW, CO GROZI
KATASTROFĄ GOSPODARCZĄ I SPOŁECZNĄ.



Istniejący obecnie stan rzeczy w polskiej elektroenergetyce jest bezpośrednim rezultatem wieloletnich, wołających wręcz o pomstę do nieba, zaniedbań, ponieważ od czasu transformacji ustrojowej w Polsce w 1989 roku w rozważanym temacie zrobiono naprawdę bardzo niewiele. Wystarczy tylko w tym kontekście nadmienić, że praktycznie wszystkie polskie elektrownie ciepłe to, mówiąc wprost, „stare trupy”, które praktycznie kończą już swój wielce wysłużony i nadzwyczajnie długi, jak na tego typu systemy techniczne, żywot. Między innymi, w polskich elektrowniach ciepłych pracuje wciąż ponad 40 bloków energetycznych o mocy 200 MW, z których większość powstała jeszcze w epoce Edwarda Gierka, a niektóre z nich nawet w epoce Władysława Gomułki, a ponadto znajdujące się w elektrowni Skawina jeszcze znacznie starsze turbiny i generatory typu TG-1 pamiętają nawet początki sprawowania przez niego władzy.

Według współczesnych standardów są to już prawdziwe „zabytki” techniki. Ich sprawność netto jest wręcz niewyobrażalnie niska jak na współczesne standardy i wynosi zaledwie około 30%. Taki stan rzeczy spowodowany jest względnie niewielką temperaturą wytworzonej w kotle pary, która kierowana jest do turbin, i relatywnie równie niewielkim jej ciśnieniem. Istniejące w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku technologie materiałowe nie pozwalały wówczas na uzyskanie odpowiednio wyższych wartości parametrów pary i tym samym istotne zwiększenie sprawności netto węglowego bloku elektroenergetycznego. Na początku 2024 instytucje Unii Europejskiej wydały zgodę na przedłużenie pracy tych bloków do końca 2028, ale z wyraźnym zastrzeżeniem, że kolejne przesunięcie tego terminu nie będzie już w przyszłości możliwe. Jeśli zatem bloki te, jakimś cudem, dotrą do końca 2028 roku, to i tak będą musiały zostać bezwzględnie wyłączone, głównie ze względu na niemożność dotrzymania reżimów związanych z wymogami ochrony środowiska [9].

Wydając swój raport PSE dodatkowo zaznaczyły, że zamieszczone na Rys. 1 dane nie są w żadnym wypadku jakimkolwiek wariantem pesymistycznym i w przypadku dodatkowego wystąpienia jakiegoś nieprzewidzianego splotu pewnych niekorzystnych okoliczności (przykładowo złe warunki pogodowe występujące przy wzmożonym zapotrzebowaniu na energię) deficyt mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym może być jeszcze znacząco większy. W związku z tym już za około dziesięć lat czeka nas prawdziwa katastrofa, którą wywoła deficyt mocy przekraczający nawet 10 GW, którego w żaden sposób nie będzie można pokryć, co musi skutkować przymusowymi wyłączeniami prądu dla szerokich rzesz odbiorców.

Jednocześnie PSE podały pewne zalecenia odnośnie tego, co należałoby zrobić, aby można było uniknąć nadciągającego krachu w polskiej elektroenergetyce. Reasumując, według PSE powinniśmy w najbliższym czasie:

- Wybudować nowe elektrownie gazowe,
- Dążyć do przedłużenia działania istniejących bloków węglowych,
- Wybudować nowe magazyny energii w różnych technologiach wraz z towarzyszącym im dalszym rozwojem OZE,
- Wybudować nowe elektrownie biomasowe i biogazowe,
- Wybudować nowe elektrownie jądrowe,
- Rozwijać technologie wodorowe.

Niestety, w opinii autorów żadne z proponowanych przez PSE działań nie będzie w stanie powstrzymać nadciągającej w sposób nieubłagany, czekającej nas w przyszłości potężnej katastrofy w sektorze elektroenergetyki. Powyższe stwierdzenie zostanie przez autorów szczegółowo uzasadnione w kolejnych punktach.

Budowa nowych elektrowni gazowych

Główną zaletą tego rodzaju propozycji związanej z wybudowaniem w naszym kraju licznych elektrowni gazowych jest stosunkowo krótki czas realizacji tego rodzaju obiektów. Wydaje się zatem rzeczą jak najbardziej realną, że w przeciągu kilku lat, a przynajmniej do roku 2031, począwszy od którego deficyt mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym zacznie już bardzo szybko narastać, liczne tego rodzaju obiekty mogłyby jak najbardziej powstać w przyszłości w naszym kraju. Dodatkową zaletą elektrowni wyposażonych w turbiny gazowe jest ich wysoki poziom elastyczności, ponieważ można je stosunkowo szybko uruchomić i równie szybko ponownie odstawić z ruchu [8].

Ma to szczególnie duże znaczenie w sytuacji, gdy moc zainstalowana w polskiej fotowoltaice szybko wzrasta (mamy już zainstalowane w panelach ponad 18 GW mocy), a w przyszłości planuje się także budowę wiatraków morskich na Bałtyku (przynajmniej kolejne 7 GW) oraz licznych wiatraków lądowych (moc zainstalowana tam obecnie przekracza już 10 GW) [1]. Tego rodzaju odnawialne źródła energii charakteryzują się bardzo wysokim stopniem wahań poziomu generowanej przez nie mocy, co związane jest z dobową cyklicznością ich pracy (zwłaszcza fotowoltaika) i wpływem czynników losowych (zwłaszcza wiatraki) [2]. Spośród wszystkich typów konwencjonalnych źródeł energii elektrycznej to właśnie turbiny gazowe nadają się najlepiej do współpracy zarówno z fotowoltaiką, jak i z wiatrakami, ponieważ można szybko zmieniać ich moc, a także równie szybko odstawić je z ruchu i ponownie uruchamiać, gdy stanie się to ponownie konieczne.

Pozornie wszystko przemawia za takim rozwiązaniem, jest tylko jedno zastrzeżenie. Mianowicie, nie jesteśmy krajem zasobnym w złoża gazu ziemnego, a te stosunkowo niewielkie, które posiadamy, pozwalają na pokrycie zaledwie kilkunastu procent naszego obecnego zapotrzebowania na wymieniony surowiec energetyczny. W związku z tym, gdyby liczne nowe elektrownie gazowe miały w naszym kraju powstać w już najbliższych latach, musielibyśmy zwiększyć znacznie import rozważanego surowca. Z tym jednak wiąże się liczne zagrożenia związane z praktycznie całkowitym uzależnieniem się od importu gazu ziemnego z dość odległych obszarów świata (takich jak Katar, USA bądź nawet Indonezja). Ewentualne nagłe zerwanie łańcuchów dostaw wymienionego surowca (spowodowane na przykład jakimiś zawirowaniami związanymi z niezwykłą napiętą obecnie na świecie sytuacją geopolityczną), doprowadziłoby do prawdziwej katastrofy energetycznej w naszym kraju.

Ponadto należy pamiętać, że nie jest rzeczą niemożliwą do wyobrażenia sobie, że oddany niedawno do użytku gazociąg Baltic Pipe może w pewnym momencie podzielić również los gazociągów Nord Stream, czy też gazowego interkonektora łączącego Finlandię z Estonią (w obu przypadkach nadal oficjalnie nie znamy winnych ich celowego uszkodzenia). Niestety, obecnie wydaje się, że w warunkach wojny hybrydowej każdy nawet najbardziej czarny scenariusz jest w rozważanym wypadku całkowicie możliwy do spełnienia. Podobno swego czasu Władysław Gomułka miał dywagować, że „gdybyśmy mieli więcej mięsa, to wyprodukowalibyśmy więcej konserw, ino blachy nie mamy...”. Tymczasem w przypadku przestawienia krajowej elektroenergetyki na gaz ziemny sami możemy znaleźć się w bardzo podobnej sytuacji, czyli parafrazując nieco klasyka, można byłoby powiedzieć, że „gdybyśmy wybudowali więcej elektrowni gazowych, mielibyśmy więcej prądu, ino gazu nie mamy...”.

Przedłużenie działania istniejących bloków węglowych

Tego typu działania wydaje się obecnie najbardziej realistyczne, ponieważ w starych, wysłużonych blokach o mocy 200 MW mamy zainstalowane wciąż około 10 GW, co teoretycznie byłoby w stanie pokryć przewidywaną w przyszłości lukę związaną z deficytem mocy dyspozycyjnej w krajowym systemie elektroenergetycznym.

Jednak w praktyce występujący tutaj problem jest dwójakiej natury. Po pierwsze, odpowiednie instytucje Unii Europejskiej wyznaczyły ostateczny termin ich likwidacji na koniec roku 2028 i jest rzeczą wysoce wątpliwą, czy będzie w ogóle możliwe jego przesunięcie na lata późniejsze. Na chwilę obecną wydaje się, że absolutnie nie i trudno jest w związku z tym ocenić, jakie są w ogóle szanse jakiegokolwiek zmiany powziętej uprzednio przez odpowiednie organy Unii Europejskiej decyzji. Ponadto praca tych bloków jest ze wszech miar bardzo nieekonomiczna, co związane jest z ich wręcz rażąco niską sprawnością, a także w wysokim stopniu związane jest z ich środowisko, ponieważ nie są w stanie spełnić obowiązujących obecnie norm emisji spalin [9].

Nawet gdyby w przyszłości udało się uzyskać zgodę odpowiednich instytucji Unii Europejskiej na ich funkcjonowanie jeszcze po roku 2028, to i tak pozostają wątpliwości, na ile stan techniczny tych bloków pozwoliłby na ich dalsze funkcjonowanie i przez ile lat byłoby to jeszcze w ogóle możliwe. Patrząc na jedną z najstarszych elektrowni w Polsce – elektrownię w podkrakowskiej Skawinie (której budowę ukończono w 1961 roku i gdzie pracują nadal turbozespoły pamiętające jeszcze wczesną epokę Władysława Gomułki), można sądzić, że wspomniane bloki o mocy 200 MW mogły teoretycznie pracować być może jeszcze przez około 10 lat.

Jednocześnie warto jest przy okazji nadmienić, że nowoczesnych bloków nadkrytycznych w polskich elektrowniach węglowych posiadamy zaledwie pięć (dwa o mocy 900 MW każdy w elektrowni Opolo i po jednym, odpowiednio w elektrowni Kozienice o mocy 1075 MW, a także w elektrowni Jaworzno o mocy 910 MW i w Bełchatowie o mocy 858 MW). Dwa nieco starsze bloki nadkrytyczne o wyraźnie niższej sprawności znajdują się jeszcze w elektrowniach Łagisza o mocy 460 MW i Pątnów o mocy 474 MW.

Wszystko to świadczy o gigantycznej wręcz skali zaniedbań, do jakich dopuszczono się w ostatnim ćwierćwieczu. Szczególnie bulwersująca jest historia przerwanej w 2021 roku budowy nowoczesnego bloku nadkrytycznego (tzw. bloku C) w elektrowni Ostrołęka. Sensacyjne wręcz kulisy związanych z tą sprawą wydarzeń opisuje drobniaczkowo w swej wielostronicowej monografii inżynier Marek Zadroźniak [6]. Wystarczy tylko wspomnieć, że zdołano tam wybudować już potężne betonowe pylony pod kocioł i fundamenty pod chłodnię kominową, które następnie wyburzono po podjęciu decyzji o przerwaniu budowy tej elektrowni, marnując przy okazji około półtora miliarda złotych.

Jednak prawdziwą katastrofę w polskiej elektroenergetyce spowoduje likwidacja elektrowni w Bełchatowie, która planowana jest począwszy już od roku 2030, co ostatecznie powiększy deficyt mocy dyspozycyjnej o kolejne 5 GW. Według przekazów medialnych opalana węglem brunatnym elektrownia w Bełchatowie przyczynia się do rocznej emisji dwutlenku węgla w ilości około 28 milionów ton. Podana wartość może osobom postronnym wydawać się wielkością wręcz gigantyczną, budzącą w nich grozę, dodatkowo podsycaną przez środki masowego przekazu, w których częstokroć wypowiadają się osoby całkowicie niekompetentne. Jednak gdy zestawimy powyższą wartość z całkowitą roczną antropogeniczną emisją dwutlenku węgla na świecie, szacowaną na ponad 37 miliardów ton, to widać od razu, że wkład do niej elektrowni w Bełchatowie jest na poziomie mniejszym od zaledwie jednego promila [5].

Ostatecznie zlikwidowanie elektrowni w Bełchatowie niczego na świecie nie zmieni (poza dewastacją polskiego systemu elektroenergetycznego), ponieważ ewentualny efekt takiego posunięcia będzie wręcz niezauważalny i dodatkowo całkowicie niemierzalny. W tym miejscu trzeba koniecznie podać informację, że w roku 2023 w Chinach oddano do użytku nowe bloki węglowe o łącznej mocy 47 GW, a w budowie są tam kolejne tego rodzaju bloki energetyczne o łącznej mocy przekraczającej 130 GW. Ponadto pozwolenie na budowę nowego bloku węglowego w Chinach wydawane jest średnio częściej niż raz na tydzień. Ponad 20 GW w blokach węglowych budują obecnie również Indie, a ponad kilkanaście gigawatów w nowych elektrowniach węglowych instaluje także Indonezja.

Wymienione kraje stawiają na szybki wzrost gospodarczy oraz własny rozwój ekonomiczny i z tego powodu muszą przecież czymś pokryć grożący im w przyszłości potężny deficyt mocy. Tymczasem Europa popełnia obecnie swego rodzaju energetyczne samobójstwo z powodu rzekomego globalnego ocieplenia klimatu na Ziemi, będącego wynikiem antropogenicznej emisji dwutlenku węgla. Tylko że wkład Europy do antropogenicznej emisji dwutlenku węgla wynosi zaledwie około 7%, więc gdyby Europa nawet przestała w ogóle go emitować, to i tak w zasadzie niczego w stopniu istotnym by to nie zmieniło.

Aby uciąć ostatecznie wszelkie potencjalne dyskusje w tym obszarze, wystarczy tylko wspomnieć, że jeszcze około sześciu tysięcy lat temu obszar dzisiejszej Sahary był gęsto porośnięty bujną roślinnością. Co więcej, na jej obszarze znajdowały się nawet tereny podmokłe, bagna, a także i zbiorniki wodne, co obecnie może wydawać się rzeczą wprost nieprawdopodobną. Także suma rocznych opadów atmosferycznych w niektórych miejscach na Saharze przekraczała wartość 500 mm, czyli mniej więcej tyle, ile wynosi obecnie na terenie Polski. Dopiero postępujące gwałtownie w III tysiącleciu p.n.e. powszechne pustynnienie znacznych obszarów Afryki i Azji doprowadziło w efekcie do pojawienia się klęski głodowej, która w rezultacie przyczyniła się do ostatecznego upadku cywilizacji Starożytności w Egipcie, cywilizacji starożytnych Sumerów w obszarze Międzyrzecza, a także starożytnych cywilizacji Mohendżo-Daro i Harapy w Indiach [5].

Trzeba stanowczo podkreślić, że tego typu katastrofalne w skutkach, gwałtowne zmiany klimatu na znacznym obszarze kuli ziemskiej zaszły całkowicie spontanicznie i w sposób jak najbardziej naturalny, bez jakiegokolwiek udziału ludzi. Twierdzenie, że starożytny człowiek miał z tym cokolwiek wspólnego jest po prostu niedorzecznością. Skoro tego rodzaju gigantyczne zmiany klimatu miały już miejsce w przeszłości, to myśląc logicznie, należy oczekiwać, że wydarzą się zapewne również w przyszłości i także w tym wypadku nie będziemy mieli na to jakiegokolwiek wpływu, bez względu na to, czy zlikwidujemy elektrownię w Bełchatowie, czy też tego nie zrobimy – to i tak nie powstrzyma potężnych sił natury, powiązanych przede wszystkim z wieloletnimi cyklami oscylacji termicznych ziemskich oceanów, które są główną przyczyną zachodzenia w przyrodzie tego rodzaju cyklicznych zmian [5].

Rozważana tematyka została drobniaczkowo przeanalizowana w kilkusetstronicowej monografii autorstwa profesora Piotra Kowalczaka [5]. Tymczasem wszelkie dyskusje dotyczące przyczyn rzekomego ocieplenia się w ostatnich latach klimatu na Ziemi sprowadzają się głównie do wygłaszania w mediach chwytliwych haseł, powtarzania jakichś utartych sloganów, a także nawet wnoszenia historycznych okrzyków, że rzekomo „świat płonie”. Nie ma się zresztą co dziwić jakimś młodym aktywistkom, szukającym zapewne z nudów jakiegoś atrakcyjnego zajęcia, skoro tego typu absurdu i niedorzeczności powtarzają, wręcz jak jakąś swego rodzaju mantrę, również i osoby piastujące wysokie stanowiska publiczne.

Tymczasem warto zdać sobie sprawę z tego, że tak zwana „mała epoka lodowcowa” zakończyła się dopiero około 1850 roku i począwszy od tego czasu temperatura na Ziemi po prostu powoli powraca do swej średniej wartości. Obecnie żyjemy w epoce geologicznej określanej mianem holocenu, który rozpoczął się około 12 tysięcy lat temu gwałtownym ociepleniem i związanym z tym topnieniem lodowców. W okresie tym bywały okresy zarówno zimniejsze, jak i cieplejsze niż obecnie. Do tych ostatnich można zaliczyć tzw. „ciepły okres rzymski” (250 p.n.e. – 450 n.e.), dzięki któremu miała możliwość rozkwitnąć cywilizacja starożytnego Rzymu (między innymi winną latołość uprawiano w owym okresie w Bretanii na obszarze rozciągającym się aż po wał Hadriana), a także tzw. „średniowieczne optimum klimatyczne” (950 – 1400), które umożliwiło Wikingom zasiedlenie Islandii i Grenlandii. Szacuje się, że w dwóch wymienionych epokach średnia temperatura powietrza na Ziemi była wyższa nawet o dwa stopnie Celsjusza niż obecnie [5].

Budowa magazynów energii z wykorzystaniem różnych technologii

Na początek pewna istotna uwaga. Jeśli przykładowo na portalach takich jak chociażby WysokieNapiecie.pl, ktoś nieustannie mówi o jakimś wielkoskalowym magazynowaniu energii elektrycznej, to z pewnością osoba taka nie ma większego pojęcia o rzędach wielkości fizycznych występujących w dziedzinie elektroenergetyki. Nie ma się zresztą czemu specjalnie dziwić, ponieważ portal WysokieNapiecie.pl tworzony jest przez osoby nie posiadające jakiegokolwiek wykształcenia technicznego. Choćby z informacji podanych na rozważanym portalu można dowiedzieć się, że jeden z autorów zamieszczanych tam artykułów ukończył prawo, ekonomię i dziennikarstwo, z kolei drugi prawo i administrację, trzeci dziennikarstwo, a czwarty politologię i komunikację społeczną. Czy zatem opinie wygłaszane przez ludzi, poruszających się z tak wielką swobodą po obszarach wiedzy jakże odległych od ich uprzednio wyuczonych profesji, mogą być na jakiegokolwiek podstawie w ogóle uznane za miarodajne?

Aby wykazać całkowitą nierealizowalność tzw. „wielkoskalowego magazynowania energii” wystarczy tylko uświadomić sobie, że w okresie zimowym dobowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w naszym kraju sięga już wartości 600 GWh. Tymczasem zdolność do magazynowania energii drugiej co do wielkości elektrowni szczytowo-pompowej Porąbka-Żar wynosi „zaledwie” 2 GWh. Ponadto warto zdać sobie sprawę z faktu, że energia ta magazynowana jest w zbiorniku wodnym o kształcie zbliżonym do elipsy o wymiarach 250 m na 650 m i głębokim na 20 m, który jest w stanie pomieścić około 2,3 miliona kubików wody [3].

Gdyby zatem całe dobowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w Polsce miało być pokrywane jedynie z magazynów energii, to takich elektrowni szczytowo-pompowych jak Porąbka-Żar potrzebowalibyśmy około 300, co jest ilością wręcz niewyobrażalną. Natomiast, gdyby założyć, o wiele bardziej realistycznie, że jedynie około 20% krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną byłoby pokrywane przez elektrownie szczytowo-pompowe, (skoro już mówimy o tzw. wielkoskalowym magazynowaniu energii), to takich elektrowni jak Porąbka-Żar i tak potrzebowalibyśmy około 60, co również jest wielkością wręcz zawrotną. Abstrahując już od faktu wprost astronomicznych kosztów ich budowy (około 10 miliardów złotych od sztuki), to prawdopodobnie nie wystarczyłoby miejsca w polskich górach, by wybudować aż tyle elektrowni szczytowo - pompowych, ponieważ nie dałoby się nawet byłoby nawet wskazać odpowiedniej dla nich liczby potencjalnych lokalizacji. Ponadto warto zdać sobie sprawę z faktu, że elektrownię szczytowo-pompową Porąbka-Żar budowano przez okres około dziesięciu lat. Gdyby nawet założyć, że tego typu obiekt będzie oddawany w Polsce do użytku średnio raz do roku, to i tak na wybudowanie wszystkich tych elektrowni szczytowo-pompowych trzeba byłoby poczekać aż 60 lat. To zresztą wszystko i tak są czyste mrzonki, jeśli weźmie się pod uwagę fakt, że budowa największej polskiej elektrowni szczytowo-pompowej o mocy 750 MW w miejscowości Młoty w Kotlinie Kłodzkiej nie może zostać ostatecznie sfinalizowana po upływie ponad pięćdziesięciu lat od momentu rozpoczęcia jej budowy w 1973 roku, a obecnie pojawiają się nawet obawy, że projekt ten zostanie raz na zawsze już definitywnie zarzucony.

Tymczasem powszechnie głoszone są opinie, że alternatywę dla elektrowni szczytowo-pompowych stanowią akumulatorowe magazyny energii. Jak dotychczas to wszystko są systemy o stosunkowo małej mocy – rzędu kilku, kilkunastu bądź co najwyżej kilkudziesięciu megawatów. Ponadto pozwalają one na zmagazynowanie ilości energii umożliwiającej ich pracę z pełną mocą najczęściej zaledwie przez okres dwóch godzin. Największy tego typu obiekt o mocy 205 MW planowany jest w Żarnowcu, jako swego rodzaju uzupełnienie tamtejszej elektrowni szczytowo-pompowej o mocy 716 MW. Jednak niedawno pojawiły się wątpliwości, czy kiedykolwiek zostanie on ostatecznie w ogóle wybudowany.

Aby akumulatorowe magazyny energii mogły skutecznie konkurować z elektrowniami szczytowo-pompowymi musiałyby ich powstać naprawdę bardzo wiele. Załóżmy zatem, że moc typowego akumulatorowego magazynu energii wynosi 10 MW i posiada on zdolność do zmagazynowania 20 MWh energii elektrycznej. Zatem do zmagazynowania 120 GWh (jedna piąta dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce w okresie jesienno-zimowym) potrzeba byłoby aż 6 tysięcy tego typu instalacji, czyli na obszarze każdego z polskich 314 powiatów ziemskich takich akumulatorowych magazynów energii należałoby wybudować około 20. Prawdopodobnie i w tym wypadku byłby spory problem ze znalezieniem aż tylu potencjalnych lokalizacji pod tego typu instalacje elektryczne. W takim wypadku wymagana jest także bliskość sieci przesyłowych pracujących pod napięciem 110 kV, aby można było za ich pośrednictwem wyprowadzić moc z rozważanych magazynów energii, ewentualnie tego typu sieci należałoby dopiero wybudować, co znacznie podniosłoby i tak bardzo wysokie już koszty całej inwestycji.

Ponadto zakładając, że rocznie bylibyśmy w stanie wybudować w Polsce maksymalnie 100 tego typu akumulatorowych magazynów energii, co wydaje się wprost niewiarygodnym wyczynem, to i tak wybudowanie ich 6 tysięcy zajęłoby przynajmniej 60 lat. Jednak, gdy uwzględnimy, że żywotność tego typu urządzeń nie przekracza zapewne kilkunastu lat, gdyż po tym czasie akumulatory nadają się już tylko do utylizacji, to wynika stąd, że tych 6 tysięcy akumulatorowych magazynów energii nie wybudowalibyśmy w tym tempie nigdy, ponieważ po posadowieniu ich około 2 tysięcy, te najstarsze z niedługo uruchomionych należałoby zacząć już wymieniać na nowe, zamiast w tym czasie budować kolejne nowe!

Koszty takich inwestycji byłyby wręcz niewyobrażalne, nie mówiąc o ewentualnych problemach z dostępnością litu koniecznego do wyprodukowania takiej zawrotnej wręcz liczby akumulatorów. *Nota bene*, o spustoszeniach wywołanych wydobywaniem litu i niejako „przy okazji” zniszczeniem na wieki wieków milionów hektarów chińskiej ziemi jakoś, dziwnym trafem, w kontekście rozważań nad tzw. „zieloną transformacją” raczej w ogóle się nie wspomina [6].

Inną sprawą jest całkowite uzależnianie się od importu potrzebnych surowców głównie z obszaru Chin. Nie trzeba chyba specjalnie tłumaczyć, że w takim przypadku nagłe zerwanie łańcuchów dostaw może mieć wręcz tragiczne konsekwencje dla naszego bezpieczeństwa energetycznego. Ponadto należy uwzględnić fakt, że po zaledwie 10 latach eksploatacji akumulatory litowe zainstalowane w magazynach energii nadają się już w zasadzie tylko i wyłącznie do wymiany, a po 15 latach ich utylizacja jest już absolutną koniecznością.



**WYBUDOWANIE 6 TYSIĘCY
AKUMULATOROWYCH
MAGAZYNÓW ENERGII
ZAJĘŁOBY CO NAJMNIJ 60
LAT, A ZE WZGLĘDU NA
OGRANICZONĄ ŻYWOTNOŚĆ
AKUMULATORÓW LITOWYCH,
W PRAKTYCE BYŁOBY TO
NIEMOŻLIWE.**

Spowodowane jest to utratą zdolności do magazynowania energii przez akumulatory w miarę upływu czasu (zachodzące nieuchronnie procesy starzenia), przy czym systematyczne zmniejszanie się pojemności akumulatorów litowych może zachodzić w tempie nawet około 3% rocznie.

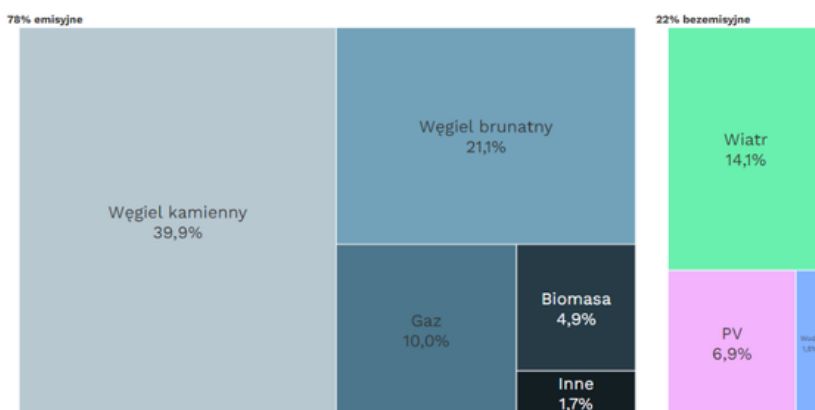
Dodatkowo w porównaniu z akumulatorowymi magazynami energii elektrownie szczytowo-pompowe charakteryzują się zdecydowanie dłuższą żywotnością. Przykładowo duża elektrownia szczytowo-pompowa Porąbka-Zar o mocy 500 MW pracuje już prawie pół wieku i po gruntownym remoncie, który w ostatnim czasie przeszła, może z pewnością przepracować spokojnie kolejne półwiecze, a tymczasem akumulatory litowe nadają się do wymiany w zasadzie już po 10 latach ich intensywnej eksploatacji, co spowodowane jest głównie znaczną utratą pojemności po tak długim okresie czasu.

Dalszy rozwój OZE

Pod pojęciem OZE w tym wypadku rozumiana jest przez PSE zapewne wyłącznie fotowoltaika i energetyka wiatrowa, gdzie przyrost mocy zainstalowanej w ostatnich latach jest naprawdę imponujący – ponad 18 GW w fotowoltaice i ponad 10 GW w wiatrakach lądowych. W polskich warunkach energetyka wodna posiada znaczenie w zasadzie marginalne (około 1,5% udziału w miksie energetycznym) i nie ma żadnej fizycznej możliwości jakiegos istotnego zwiększenia jej udziału w produkcji energii elektrycznej w naszym kraju. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest relatywne ubóstwo naszego kraju w wodę, a ponadto zdecydowana większość obszaru Polski to niziny, na których nie ma możliwości uzyskania większych wartości spadu wód, od czego przecież w istotnym stopniu zależy moc elektrowni wodnej, a także i ilość wyprodukowanej przez nią w ciągu roku energii.

Na Rys. 2 zamieszczono wykres przedstawiający miks energetyczny naszego kraju. Jak widać, pomimo zainstalowania w polskiej fotowoltaice gigantycznej wręcz wartości mocy, przekraczającej obecnie 18 GW (to ponad trzy razy tyle, ile wynosi moc największej polskiej elektrowni ciepłej w Bełchatowie), jej udział w miksie energetycznym jest nader skromny i wynosi zaledwie 6,9%. Nieco lepiej jest w wypadku elektrowni wiatrowych, gdzie w przypadku zainstalowania 10 GW mocy, udało się uzyskać około 14,1% udziału w miksie energetycznym. Wynika stąd, że współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej w przypadku siłowni wiatrowych jest około trzy razy, niż ma to miejsce w przypadku fotowoltaiki. Trzeba jednocześnie w tym miejscu podkreślić, że koszt zainstalowania jednostki mocy zarówno w fotowoltaice, jak i w elektrowniach wiatrowych jest porównywalny. Zatem fotowoltaika jest tym samym około trzy razy droższa niż wybudowanie wiatraków o tej samej wartości mocy zainstalowanej.

W opinii autorów dalsze możliwości istotnego zwiększania udziału, zwłaszcza fotowoltaiki, ale także i wiatraków w polskim miksie energetycznym są wysoce problematyczne, co zostanie wykazane w dalszej części prowadzonych w niniejszym punkcie rozważań.



RYŚ.2. POLSKI MIKS ENERGETYCZNY W ROKU 2023

ŹRÓDŁO: [HTTPS://ENERGY.INSTRAT.PL/WEGLOWE-PODSUMOWANIE-2024-02-22/](https://energy.instrat.pl/weglowe-podsumowanie-2024-02-22/)

W roku 2023 wyprodukowano w Polsce w sumie 165 TWh energii elektrycznej, z czego 6,9%, czyli około 11,4 TWh, to zasługa fotowoltaiki. Przyjmując, że średnia wartość mocy zainstalowanej w polskiej fotowoltaice w roku 2023 wynosiła około 15 GW (w ciągu rozważanego roku moc ta systematycznie wzrastała od wartości 13 GW do 17 GW), a także uwzględniając, że rok ma 8760 godzin, to gdyby polska fotowoltaika pracowała przez cały rok ze swą pełną mocą zainstalowaną, to powinna wyprodukować w sumie około 131 TWh.

Odnosząc teraz wyliczoną wartość 131 TWh do wartości rzeczywistej, wynoszącej 11,4 TWh, otrzymujemy wartość współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej w polskiej fotowoltaice na poziomie około 8,7%. Zatem w praktyce wychodzi nieco mniej, niż podane swego czasu eksperymentalne dane, uzyskane w trakcie badań przeprowadzonych przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. (PSE), gdzie panel fotowoltaiczny o szczytowej mocy 1 kWp w przeciągu jednego roku wyprodukował jedynie 827 kWh energii elektrycznej, z czego wynika wartość wykorzystania mocy zainstalowanej w rozważanym panelu na poziomie zaledwie 9,4% [6].

Jak pokazała praktyka, powyższa wartość eksperymentalna jest raczej trudna do osiągnięcia w realnych warunkach, a w związku z tym uzyskany wynik rzeczywisty jest nieco gorszy. Dzieje się tak dlatego, że coraz częściej PSE zmuszone są wydawać komunikaty o tzw. nierynkowym redysponowaniu jednostek wytwórczych w KSE (krajowym systemie elektroenergetycznym), co sprowadza się w praktyce do konieczności przymusowego odłączenia od sieci elektroenergetycznych wybranych farm fotowoltaicznych. Przykładowo w marcu 2024 roku wydano łącznie w poszczególnych dniach aż sześć tego rodzaju komunikatów, a trzeba pamiętać, że sezon produkcji energii w fotowoltaice w tym miesiącu dopiero się rozpoczął (można z grubsza przyjąć, że zaczął się od równonocy wiosennej). Pytanie tylko, co będzie w kolejnych miesiącach bieżącego roku: maju, czerwcu i lipcu?

Należy jeszcze wspomnieć o osobach, które swego czasu uległy nachełnej propagandzie fotowoltaicznej i dały namówić się na zainstalowanie na dachu własnego domu paneli, a teraz w okolicach godzin okołopołudniowych coraz to częściej falowniki im się wyłączają, ponieważ napięcie w sieci znacznie przekracza dopuszczalną wartość 253 V. Co gorsze, jak ujawniają przeprowadzane ostatnio na terenie naszego kraju przez zakłady energetyczne dość liczne kontrole, coraz powszechniejszą praktyką staje się manipulowanie przez jakichś domorosłych „fachowców” przy nastawach falowników, aby umożliwić ich pracę także w przypadku wystąpienia na ich zaciskach napięcia o nieco wyższej wartości. Znane są ponadto przypadki podłączania falowników do krajowej sieci rozdzielczej niskiego napięcia poprzez specjalne transformatory po to, aby obniżyć napięcie widziane na zaciskach falowników i tym samym umożliwić ich pracę niezależnie od aktualnej wartości napięcia sieci elektroenergetycznej. W związku z tym dochodzi niekiedy do sytuacji, gdy wartość napięcia w instalacji elektrycznej

w budynkach przekracza w słoneczne dni wartość nawet 270 V, co grozi już trwałym uszkodzeniem podłączonych do niej urządzeń, takich jak choćby pralki, kuchenki elektryczne, lodówki czy odbiorniki telewizyjne.

W tym miejscu trzeba koniecznie wspomnieć, że za takie nierynkowe redysponowanie jednostek wytwórczych w KSE właścicielom farm fotowoltaicznych, które zostały przymusowo odłączone od sieci elektroenergetycznych, wypłacane są wysokie odszkodowania, stanowiące zapłatę za energię, którą w owym czasie farmy te mogłyby teoretycznie wyprodukować (konieczne jest tylko przedstawienie danych pomiarowych związanych z panującym wówczas na danym obszarze poziomem nasłonecznienia). Ostatecznie rezultat jest taki, że ryzyko handlowe przerezucone jest w tym wypadku całkowicie na odbiorców energii elektrycznej, ponieważ to właśnie oni za to nierynkowe redysponowanie jednostek wytwórczych w KSE zapłacą ostatecznie w wystawionych im rachunkach za energię elektryczną, co już nie jedno małe przedsiębiorstwo w naszym kraju zdążyło doprowadzić do bankructwa. Z tego powodu powszechnie zamykane są małe sklepy, warsztaty rzemieślnicze, punkty usługowe, piekarnie, cukiernie i mała gastronomia – oni już wyższych cen energii elektrycznej nie są po prostu w stanie dłużej wytrzymać. Tymczasem właściciele farm fotowoltaicznych mają zawsze zagwarantowany zysk (podobnie jak właściciele kasyna bądź salonu z automatami do gier losowych), niezależnie od tego, czy ktoś od nich rzeczywiście tę energię w końcu odbierze, czy też nie.

W istocie fotowoltaika w polskich warunkach jest to najdroższe źródło energii elektrycznej. Tymczasem wypowiadające się w tych sprawach na forum publicznym osoby, podające się na dodatek powszechnie za ekspertów w tej dziedzinie, gdy najczęściej są to w rzeczywistości osoby wyłącznie po studiach humanistycznych bądź społecznych i w związku z tym o elektrotechnice i elektroenergetyce nie mają tak naprawdę w ogóle jakiegokolwiek pojęcia, wmawiają społeczeństwu, że to właśnie dzięki fotowoltaice będziemy mieć w przyszłości w Polsce tani prąd. W rzeczywistości w kraju położonym tak daleko na północ od równika jak Polska, fotowoltaika jest całkowicie nieopłacalna i tego typu instalacje nie powstałyby nigdy, gdyby wcześniej nie uruchomiono dla nich gigantycznych programów wsparcia rządowego. Pozostaje tylko retoryczne pytanie, czy jesteśmy krajem aż tak bogatym i czy nie ma u nas aby żadnych pilniejszych potrzeb, by wydawać tak gigantyczne środki finansowe na tego rodzaju „fanaberie”, bo coż to właściwie w sumie zmienia, jeśli zaledwie 6,9% wytwarzanej w naszym kraju energii

elektrycznej pochodzić będzie właśnie z fotowoltaiki – wpływ tego faktu na światową antropogeniczną emisję dwutlenku węgla i tak będzie przecież po prostu niezauważalny.

Ponadto warto mieć świadomość, że takie kraje jak chociażby Austria i Węgry, które teoretycznie mają nieco lepsze warunki do pracy instalacji fotowoltaicznych niż Polska, ponieważ znajdują się trochę bliżej ziemskiego równika niż nasze państwo, wcale do tego typu inwestycji na tak wielką skalę się bynajmniej nie śpieszą, podczas gdy my chlubimy się wręcz, że na polu fotowoltaiki zaliczani jesteśmy do ścisłej czołówki światowych liderów, zapominając jednocześnie o tym, że przykładowo taka Hiszpania leży na nieco innych szerokościach geograficznych niż Polska, a o południowych Chinach już nawet nie wspominając.

Optymalne warunki pracy dla instalacji fotowoltaicznych występują na równiku ziemskim. Jeśli oddalamy się od równika w stronę jednego z biegunów Ziemi, pojawia się coraz bardziej widoczna sezonowość pracy instalacji fotowoltaicznych. Polska jest krajem położonym daleko na północ od równika ziemskiego, ponieważ większa część terytorium naszego kraju leży powyżej pięćdziesiątego równoleżnika. Z tego powodu wpływ czynnika sezonowości na produkcję energii elektrycznej w polskich instalacjach fotowoltaicznych jest już bardzo istotny. Na Rys. 3 przedstawiono zaczerpnięte ze strony internetowej PSE dane dotyczące generacji mocy ze źródeł fotowoltaicznych, odpowiednio w dniach 24 czerwca, 24 września i 24 grudnia 2023 roku.

Generacja źródeł fotowoltaicznych	Generacja źródeł fotowoltaicznych	Generacja źródeł fotowoltaicznych
[MWh]	[MWh]	[MWh]
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
48,450	0,000	0,000
310,975	0,000	0,000
905,138	40,800	0,000
1 921,463	696,063	20,438
3 203,363	2 265,663	204,975
4 248,125	3 831,238	492,925
4 899,575	5 153,313	827,150
5 440,513	6 006,125	1 062,688
5 665,763	5 920,325	917,575
5 659,138	5 817,450	679,275
5 457,463	5 462,475	309,063
4 905,363	4 968,613	127,413
4 351,575	3 417,900	0,000
3 277,413	1 500,400	0,000
1 994,150	245,825	0,000
759,588	10,013	0,000
268,563	0,000	0,000
18,738	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000

24 czerwca 24 września 24 grudnia

RYS.3. DANE DOTYCZĄCE GENERACJI ŹRÓDEŁ FOTOWOLTAICZNYCH W WYBRANYCH DNIACH ROKU 2023

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

generacji dopasować się muszą także źródła energii elektrycznej innego typu, ponieważ moc w systemie elektroenergetycznym musi zawsze podlegać zbilansowaniu po to, by system ten znajdował się w stanie równowagi. Współpraca ze źródłami fotowoltaicznymi staje się coraz trudniejsza dla krajowych elektrowni ciepłych, których nie można przecież całkowicie wyłączyć na okres zaledwie kilku godzin okołopołudniowych [9]. W związku z tym ich moc jest na ten czas zmniejszana do technicznie dopuszczalnego minimum, tylko że takie postępowanie przyczynia się w sposób istotny do zwiększenia ich awaryjności i skrócenia żywotności bloków węglowych [6]. Przykładowo, taki nowoczesny blok nadkrytyczny w elektrowni Kozienice o mocy 1075 MW powinien pracować przez cały czas ze swą mocą nominalną, ponieważ właśnie wtedy jego praca jest najbardziej ekonomiczna, a sprawność netto osiąga swoje maksimum, wynoszące prawie 46%. Tymczasem w okolicach godzin okołopołudniowych blok ten jest wręcz „duszony” do wartości wynoszącej zaledwie 42% mocy w nim zainstalowanej po to tylko, aby odebranie mocy generowanej w instalacjach fotowoltaicznych było w ogóle możliwe. Jednak ostatnio nawet tego rodzaju ze wszech miar absurdalne postępowanie bynajmniej już nie wystarcza, gdyż przykładowo w dniu 1 kwietnia 2024 roku PSE zmuszone były wydać komunikat, którego treść można odczytać na rys. 4.

Jak wynika z przedstawionych na Rys. 2 danych, pomiędzy poziomem generacji mocy przez instalacje fotowoltaiczne w czerwcu i w grudniu zionie wręcz swego rodzaju ogromna przepaść, z czego wynika, że fotowoltaika w ziemie w polskich warunkach to jedno wielkie nieporozumienie. Dodatkowo wykres mocy generowanej z instalacji fotowoltaicznych przyjmuje kształt odwróconej paraboli. Moc z fotowoltaiki wprowadzana jest zatem do systemu elektroenergetycznego w sposób cykliczny w postaci dobowych impulsów przyjmujących właśnie postać odwróconej paraboli, do której kształtu ze swym bieżącym poziomem

Komunikat o nierynkowym redysponowaniu jednostek wytwórczych PV w KSE w dn. 01.04.2024

Ze względu na nadpodaż generacji w KSE oraz konieczność przywrócenia zdolności regulacyjnych KSE, PSE wprowadzają nierynkową redukcję generacji źródeł fotowoltaicznych w dn. 01.04.2024 w wysokości:

1158 MW w godz. 11:00 - 12:00,

1937 MW w godz. 12:00 - 13:00,

1841 MW w godz. 13:00 - 14:00.

RYS.4.PRZYKŁADOWY KOMUNIKAT PSE O NIERYNKOWYM REDYSPONOWANIU JEDNOSTEK WYTÓRCZYCH W KSE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

W kolejnych latach wraz ze wzrostem mocy zainstalowanej w polskiej fotowoltaice omawiany problem będzie systematycznie narastał, a przymusowe odłączenia od sieci farm fotowoltaicznych staną się już żelazną regułą w godzinach okołopołudniowych i to nie tylko w dni wolne od pracy, gdy zapotrzebowanie na moc jest wyraźnie niższe niż w pozostałe dni, ale także i w zwykłe dni robocze (stało się tak już między innymi w czwartek w dniu 11 kwietnia 2024 roku). Będzie to powodowało dalsze drastyczne pogorszenie wartości współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej w polskiej fotowoltaice, w związku z czym można postawić zasadnicze pytanie o to, jaki w ogóle jest sens dalszego zwiększania mocy polskich farm fotowoltaicznych i budowania ich w otwartym terenie, wyłączając niejednokrotnie z produkcji rolnej żyzne gleby wysokiej klasy rolniczej, aby w okresie godzin okołopołudniowych, gdy teoretycznie generacja mocy w panelach fotowoltaicznych powinna osiągać swe maksimum, były one nader często przymusowo odłączane od sieci przesyłowej, by w wyniku tego można było uzyskać zbilansowanie mocy w systemie elektroenergetycznym. Takie postępowanie zakrawa już na czysty absurd [2].

Z kolei w przypadku elektrowni wiatrowych współczynnik wykorzystania zainstalowanej w nich mocy jest nieco większy i wynosi, jak już uprzednio wspomniano, około 20% w przypadku wiatraków lądowych oraz około 30% w wypadku wiatraków stawianych na otwartym morzu. Problem w tym wypadku polega na tym, że są to wszystkie wartości średnie i nie zawsze siłownie wiatrowe będą w stanie dostarczyć aż tyle mocy, ile w danym momencie żądają łącznie odbiorcy KSE.

Powodem takiego stanu rzeczy jest sześcienne zależności energii kinetycznej pędzonych wiatrem mas powietrza od jego prędkości, która bierze się stąd, że masa przepływającego przez rotor wiatraka powietrza zależy dodatkowo w sposób liniowy od prędkości wiatru [1]. W efekcie moc siłowni wiatrowej zależy aż od trzeciej potęgi prędkości wiatru, zgodnie ze wzorem:

$$P = \pi r^2 \rho v^3 / 2$$

We wzorze (1) zastosowano następujące oznaczenia: (r) – promień rotora wiatraka, (p) – gęstość powietrza, (v) – prędkość wiatru. Zależność mocy elektrowni wiatrowej aż od tak wysokiej potęgi prędkości wiatru sprawia, że przez zdecydowaną większość czasu (w praktyce jest to nawet ponad 80%) siłownie wiatrowe pracują na poziomie zaledwie około 10% mocy w nich zainstalowanej. Jedynie przez kilkadziesiąt dni w roku, gdy przez obszar naszego kraju przechodzą silne fronty atmosferyczne, moc generowana w elektrowniach wiatrowych zbliża się do wartości mocy w nich zainstalowanej. Z kolei prędkość wiatru też nie może być zbyt duża, ponieważ podwojenie jej wartości powoduje aż ośmiokrotny wzrost generowanej przez siłownię wiatrową mocy, co ostatecznie może doprowadzić do jej trwałego uszkodzenia (pożar generatora, a nawet w skrajnym wypadku oderwanie łopat rotora przez gigantyczne siły odśrodkowe). Z tego powodu, gdy prędkość wiatru zbliża się niebezpiecznie do wartości dopuszczalnej, siłownie wiatrowe muszą bezwzględnie zostać odstawione z ruchu, ponieważ ich dalsza praca grozi już potężną katastrofą, do czego zresztą niekiedy dochodzi w sytuacji, gdy z jakiegoś powodu zawiodą systemy bezpieczeństwa.

Z drugiej strony również zdarza się niekiedy, że wiatr przez dłuższy okres czasu prawie w ogóle nie wieje. Sytuacja taka miała miejsce między innymi w dniu 22 kwietnia 2023 roku, co pokazano na przykładzie danych opublikowanych przez PSE zamieszczonych na Rys. 5.

ZAPOTRZEBOWANIE [MW]	18 276
GENERACJA [MW]	18 044
el. ciepłe	10 009
el. wodne	328
el. wiatrowe	53
el. fotowoltaiczne	7 652
el. inne odnawialne	0
SALDO WYMIANY CAŁKOWITEJ [MW]	202 IMPORT
CZĘSTOTLIWOŚĆ [Hz]	50,055

Jak wynika z Rys. 5, siłownie wiatrowe generowały łącznie w rozpatrywanym czasie zaledwie 53 MW mocy, co stanowiło jedynie około 0,5% mocy w nich zainstalowanej. W takiej sytuacji ich udział w pokryciu zapotrzebowania na moc w krajowym systemie elektroenergetycznym był w zasadzie żaden i nawet, gdyby w polskich elektrowniach wiatrowych było zainstalowane dziesięć razy więcej mocy niż obecnie (obszar praktycznie całego kraju trzeba byłoby w tym celu pokryć wiatrakami), to i tak w praktyce nic by to w zasadzie nie dało, ponieważ 530 MW to tylko równoważność mocy jednego średniej wielkości bloku węglowego.

Aby wyrobić sobie opinię odnośnie tego, w jakim stopniu można polegać na OZE w mroźny zimowy wieczór, wystarczy spojrzeć na Rys. 6.

RYS.5. DANE DOTYCZĄCE GENERACJI RÓŻNEGO TYPU ŹRÓDEŁ W DNIU 22 KWIEŚNIA 2023 ROKU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

MAPA KSE

Mapa prezentuje planowe i chwilowe przepływy mocy na przekrojach handlowych

ZAPOTRZEBOWANIE [MW]	27 559
GENERACJA [MW]	25 450
el. ciepłone	23 132
el. wodne	1 331
el. wiatrowe	987
el. fotowoltaiczne	0
el. inne odnawialne	0
SALDO WYMIANY CAŁKOWITEJ [MW]	2 066 IMPORT
CZĘSTOTLIWOŚĆ [Hz]	49,996



RYS.6. DANE DOTYCZĄCE GENERACJI RÓŻNEGO TYPU ŹRÓDEŁ I PRZEPEŁYWÓW MOCY NA POŁĄCZENIACH TRANSGRANICZNYCH

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

W dniu 10 stycznia 2024 roku tuż po godzinie osiemnastej zapotrzebowanie na moc w krajowym systemie elektroenergetycznym wynosiło 27,559 GW. Zostało ono pokryte głównie przez krajowe elektrownie ciepłone 23,132 GW (83,9%), a także elektrownie wodne 1,331 GW (4,8%) – chociaż do tej kategorii PSE zaliczają także elektrownie szczytowo-pompowe i to właśnie one generowały zdecydowaną większość z podanej tutaj wartości mocy. Elektrownie wiatrowe generowały wtedy zaledwie 0,987 GW (3,6%), czyli pracowały na poziomie około 10% mocy w nich zainstalowanej, co jest, jak już uprzednio wspomniano, sytuacją raczej typową dla polskiej energetyki wiatrowej. Z kolei fotowoltaika generowała w tym czasie dokładnie zero watów, ponieważ od kilku godzin Słońce znajdowało się już poniżej linii horyzontu.

Wynika stąd, że OZE muszą podlegać pełnemu rezerwowaniu, ponieważ w sytuacji, gdy Słońce nie świeci i na dodatek wiatr jeszcze nie wieje z dostateczną prędkością, trzeba jest czymś przecież w końcu zastąpić. Na obecnym etapie rozwoju techniki w tym względzie znane są tylko dwie możliwości. Jest to albo spalanie paliw kopalnych (stałych, ciekłych bądź gazowych), albo uzyskanie energii z kontrolowanego rozpadu odpowiednich pierwiastków promieniotwórczych (reaktory jądrowe). Innych możliwości na razie nie znamy (kontrolowana synteza jądrowa to na razie czyste science fiction), a poleganie w całości tylko i wyłącznie na OZE to utopijna wizja i bezgraniczne mrzonki, a do tego jeszcze niezwykle groźne, ponieważ wszelkie próby ich urzeczywistniania doprowadzą ostatecznie do totalnej katastrofy energetycznej na obszarze całego kraju [1, 2].

Dodatkowo tym, co zwraca uwagę na Rys. 6, jest bardzo duża wartość salda importu energii elektrycznej z krajów ościennych – jest to przecież aż 2,066 GW. Energię elektryczną importujemy głównie z Niemiec 1,315 GW i Szwecji 0,594 GW. Na pozostałych połączeniach transgranicznych (Czechy, Słowacja, Ukraina i Litwa) mają miejsce jedynie zmieniające się stochastycznie niewielkie przepływy wyrównawcze, których znaczenie dla ogólnego bilansu mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym jest stosunkowo niewielkie. W latach kolejnych, w miarę narastania problemów z deficytem mocy dyspozycyjnej w krajowym systemie elektroenergetycznym, należy oczekiwać, że ilość importowanej od naszego zachodniego sąsiada energii elektrycznej będzie systematycznie wzrastać. Z niemieckim systemem elektroenergetycznym łączą nas dwie dwutorowe linie przesyłowe pracujące pod napięciem 400 kV. Przepustowość jednego toru linii 400 kV wynosi maksymalnie około 1,5 GW w okresie zimowym oraz około 1,2 GW w okresie letnim. Wynika stąd, że z obszaru Niemiec do Polski można przesłać maksymalnie około 5 GW. Pozostaje tylko pytanie, czy nasz zachodni sąsiad, gdy oczywiście zajdzie taka potrzeba, będzie w ogóle zdolny, a także i być może skłonny do realizacji przesyłu w kierunku terytorium naszego kraju aż tak wielkich wartości mocy elektrycznej. Zresztą za dziesięć lat nawet i wspomniane 5 GW to będzie stanowczo zbyt mało, aby pokryć deficyt mocy, który w Polsce będzie w tym czasie najprawdopodobniej już permanentnie występował.

Budowa elektrowni biomasowych i biogazowych

Z Rys. 2 wynika, że udział biomasy w polskim miksie energetycznym wynosi około 4,9%. Nie jest to wprawdzie dużo, ale zarazem jest to tylko nieco mniej, niż wynosi udział w miksie energetycznym fotowoltaiki, której zainstalowanej mamy już w Polsce ponad 18 GW mocy. Tymczasem całkowita moc zainstalowana w polskich kotłach biomasowych jest około dziesięciokrotnie mniejsza niż w panelach fotowoltaicznych, z czego wynika również około dziesięciokrotnie większa wartość współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej w elektrowniach biomasowych w porównaniu z elektrowniami fotowoltaicznymi.

Źródła energii elektrycznej oparte na wykorzystaniu zarówno biomasy, jak i biogazu posiadają jeszcze tę cenną właściwość, że mogą zostać uruchomione dokładnie w tym czasie, gdy zachodzi taka potrzeba, a zatem mogą stanowić one niezwykle cenne źródło mocy szczytowej, w przeciwieństwie do fotowoltaiki i energetyki wiatrowej, które pracują tylko wtedy, gdy albo Słońce świeci, albo wiatr mocno wieje, a nie dokładnie wtedy, gdy właśnie odbiorcy zgłaszają największe zapotrzebowanie na dostarczanie im mocy elektrycznej.

Ponadto zarówno sucha biomasa, jak i biogaz mogą być przez dłuższy okres czasu przechowywane, aby je później wykorzystać, gdy tylko zajdzie taka potrzeba. To też jest przecież pewna forma magazynowania energii i to zapewne o wiele tańsza niż budowanie magazynów energii wykorzystujących akumulatory litowe. Jedyny problem polega tutaj na dostępności potrzebnego surowca, głównie odpadów drzewnych pochodzących z wyrębu lasów, tartaków i stolarni. Zresztą już obecnie dochodzi do patologicznych sytuacji, polegających na tym, że przykładowo w odległej od nas Kanadzie wycinane są zdrowe i dorodne lasy, tylko po to, aby później pozyskanym w ten sposób drewnem palić w europejskich blokach energetycznych na biomasę.

Nie wydaje się zatem rzeczą możliwą, aby rozwój krajowej energetyki biomasowej i biogazowej mógł uchronić nas w przyszłości przed krachem związanym z gigantycznym wręcz deficytem mocy dyspozycyjnej w polskim systemie elektroenergetycznym.

Warto jeszcze zwrócić uwagę, że na Rys. 2 elektrownie opalane biomasą nie zostały zaliczone do kategorii źródeł bezemisyjnych, ponieważ zaliczono tam tylko fotowoltaikę, elektrownie wiatrowe i elektrownie wodne. Zasadniczy problem polega w tym wypadku na tym, że osoby mówiące o tzw. źródłach bezemisyjnych zapominają o pewnej „oczywistej oczywistości” sprowadzającej się do tego, że wyprodukowanie czegokolwiek zawsze wymaga również wydatkowania pewnej porcji energii, z czym wiąże się nieodłącznie jakaś mniejsza, bądź większa emisja dwutlenku węgla.

W przypadku fotowoltaiki wyprodukowanie panelu o mocy szczytowej 1 kWp wymaga zużycia energii w wysokości około 3 MWh, ponieważ produkcja kryształów krzemu zachodzi w bardzo wysokich temperaturach (temperatura wrzenia krzemu wynosi aż 2355 stopni Celsjusza), a kryształy te są wyciągane z fazy ciekłej tzw. metodą Czochralskiego. Aby wydatkowana podczas tego procesu energia kiedyś się w ogóle zwróciła, w polskich warunkach (obszary położone powyżej pięćdziesiątego

równoleżnika) typowy panel fotowoltaiczny musi pracować aż przez cztery kolejne sezony wiosenno-letnie.

Z kolei postawienie wiatraka wymaga wytopienia około tysiąca ton stali (na jego maszt i zbrojenie fundamentów) oraz wypalenia również około tysiąca ton cementu, a trzeba pamiętać, że na wytopienie tony stali potrzeba przynajmniej 750 kg wysokogatunkowego węgla koksującego. Z kolei wypalenie tony cementu wymaga spalania przynajmniej 250 kg wysokokalorycznego węgla. Podobnie budowa zapory dla elektrowni wodnej to miliony ton materiału skalnego, których przerzucenie wymaga spalania tysięcy hektolitrow oleju napędowego w silnikach wysokoprężnych potężnych maszyn budowlanych, a także zużycia wielu tysięcy ton stali zbrojeniowej i cementu. O jakiej zeroemisyjności zatem jest tutaj mowa?!

Budowa elektrowni jądrowych

Obecnie można z całą pewnością stwierdzić, że czynione swego czasu szumne zapowiedzi, jakoby prąd z pierwszej polskiej elektrowni atomowej miał popłynąć już w 2033 roku są teraz już całkowicie nierealne. Powszechnie mówi się o tym, że prąd z tej elektrowni w najlepszym wypadku popłynie dopiero w roku 2036, a z pełną swą mocą zacznie ona pracować gdzieś w okolicach roku 2040 – o ile elektrownia ta w ogóle kiedykolwiek powstanie, co obecnie nie jest już bynajmniej wcale takie pewne. Dodatkowo warto jest wiedzieć, że średnie czasy opóźnień w realizacji tego typu inwestycji sięgają na świecie nawet ponad pięciu lat.

Ponadto należy być świadomym faktu, że w sytuacji, gdy nasz zachodni sąsiad postanowił całkowicie już raz na zawsze zrezygnować z energetyki jądrowej, głównie ze względów ekologicznych i być może zbyt przesadnego bezpieczeństwa, to z pewnością nie będzie wzbudzało entuzjazmu za Odrą, że w kraju sąsiednim jakieś tego typu obiekty mają w przyszłości w ogóle powstać. Niemcy uczynią z pewnością wszystko, aby polskie plany rozwoju energetyki atomowej w maksymalnym stopniu storpedować – nawet pobeżna znajomość najnowszej historii nie pozostawia w tej materii jakichkolwiek złudzeń.

Można zastanawiać się także głębiej nad powodami, dla których nasz zachodni sąsiad postanowił już raz na zawsze pożegnać się z energetyką jądrową, a przykładowo Austria zakaz budowy na swym terytorium elektrowni atomowych już wiele lat temu wpisała do swej konstytucji. Czy są to tylko i wyłącznie kwestie natury ideologicznej?

Bynajmniej, po tym co stało się 11 marca 2011 roku w japońskiej Fukushima, absolutnie już nikt nie ma prawa twierdzić, że energetyka jądrowa jest w stu procentach technologią bezpieczną, skoro do tego typu tragedii doszło w kraju najbardziej zaawansowanym technologicznie i do tego o najwyższym poziomie kultury technicznej. (Jesteśmy za nimi przecież wiele lat do tyłu i wbrew wcześniejszym zapowiedziom Edwarda Gierka drugą Japonią nigdy w przyszłości raczej już nie będziemy.) Nawet zakładając, że na terytorium Polski nigdy nie dojdzie do tak wielkiego trzęsienia ziemi jak miało to miejsce właśnie w japońskiej Fukushima, to przecież nie można wykluczyć, że kiedyś w przyszłości polskie elektrownie atomowe stać się mogą celem działań o charakterze wojennym. Zniszczenie bombami bądź raketami obudowy reaktorów spowodowałyby skażenie milionów hektarów polskiej ziemi na całe stulecia – mielibyśmy zatem w przyszłości na terenie naszego kraju strefy wykluczenia jak obecnie w Czarnobylu.

Inną kwestią jest dostępność w przyszłości wzbogaconego izotopu uranu potrzebnego do funkcjonowania pierwszej polskiej elektrowni atomowej. Po katastrofie, jak miała miejsce w 2011 roku w Fukushima, nastąpił powszechny światowy odwrót od technologii jądrowych, w związku z czym ceny uranu przez wiele lat były bardzo niskie. Jednak w ostatnim czasie rozważany trend wyraźnie się odwrócił. Wystarczy tylko popatrzeć na wykresy spółek giełdowych zajmujących się wydobyciem uranu. Przykładem tego rodzaju firmy jest amerykańska spółka Cameco, której wykres cen giełdowych został przedstawiony na rys. 7.

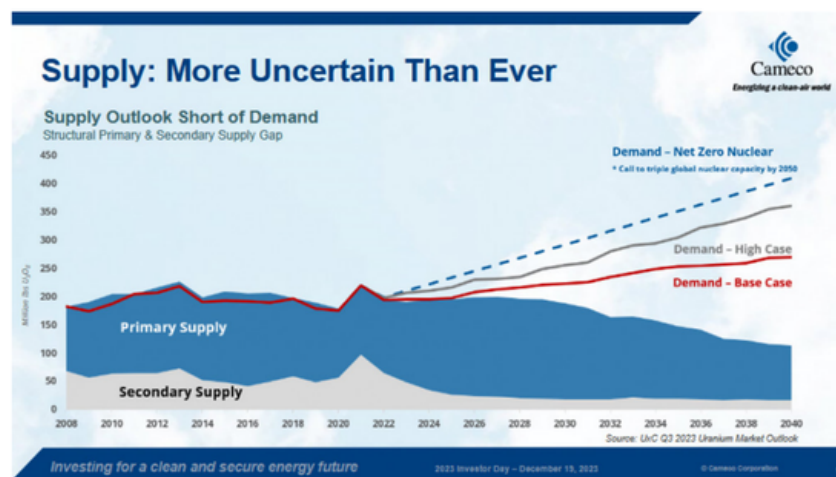
Podsumowanie rynków > Cameco



RYŚ.7. WYKRES CEN AMERYKAŃSKIEJ SPÓŁKI CAMECO ZAJMUJĄCEJ SIĘ WYDOBYCIEM URANU

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WWW.PSE.PL/HOME](https://www.pse.pl/home)

Co więcej, na rynku uranu w nadchodzących latach spodziewany jest także potężny deficyt, ponieważ jego wydobycie systematycznie spada, gdyż przez wiele ostatnich lat nie inwestowano w nowe kopalnie, a obecnie popyt na ten surowiec energetyczny na całym świecie ponownie systematycznie rośnie, co pokazano na Rys. 8, a fakt ten spowoduje zapewne jeszcze większe podbicie na światowych rynkach ceny rozważanego surowca.



RYŚ.8. PRZEWIDYWANY DEFICYT NA RYNKU URANU W NADCHODZĄCYCH LATACH

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOP10-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

W świetle powyższych rozważań nie jest wcale sprawą definitywnie przesądzoną, czy stawianie w naszym kraju właśnie na energetykę jądrową jest ze wszech miar słuszną decyzją, której konsekwencje będą przecież odczuwalne przez całe dziesiątki kolejnych lat. Jeśli w przyszłości ceny uranu na światowych rynkach znajdą się dostojnie „w kosmosie”, to i tak, wybudowawszy wcześniej elektrownię atomową za co najmniej 150 miliardów złotych, horrendalne wręcz koszty zakupu paliwa trzeba będzie i tak ponieść, ponieważ cena tego paliwa nie gra już więcej roli w sytuacji, gdy uprzednio wydało się tak wiele na wybudowanie samej elektrowni – zrobiono to przecież nie po to, aby stała ona teraz całkowicie bezużyteczna. Tyle że w takiej sytuacji opowiadania o takim prądzie z polskiej elektrowni atomowej będzie można już na dobre między „bajki” włożyć (Rys. 9).



RYS.9. HUMORYSTYCZNA WERSJA HISTORII BUDOWY ELEKTROWNI ATOMOWEJ W POLSCE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

Tymczasem u nas postawiono właśnie na amerykańską firmę Westinghouse, która nam ostatecznie tej planowanej elektrowni w Lubiatowie-Kopalinie przecież nie wybuduje, ponieważ firma ta w ramach swej działalności nie zajmuje się wcale realizacją tego typu obiektów pod klucz. Od firmy Westinghouse zakupiliśmy jedynie nowoczesną technologię i stosowną dokumentację techniczną, a teraz dopiero musimy poszukać sobie kogoś, kto nam ją na podstawie rozważanej dokumentacji technicznej ostatecznie wybuduje i uruchomi, co nie jest sprawą w żadnym wypadku trywialną. Tymczasem w środkach masowego przekazu cała sprawa przedstawiana jest w ten sposób, jak gdyby budowa elektrowni atomowej w Polsce to była budowa jakiegoś powiatowego szpitala, domu kultury, przedszkola czy szkoły. Wystarczy tylko wspomnieć, że żadna krajowa firma budowlana nie posiada jakichkolwiek doświadczeń we wznoszeniu tego typu obiektów, a o konieczności odpowiedniego harmonogramowania prac i dogrania potrzebnych łańcuchów dostaw nawet nie wspominając.

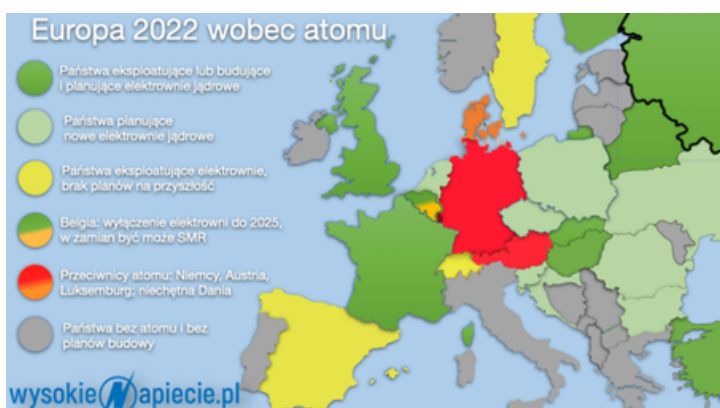
Zresztą z budową elektrowni atomowych wcale nie lepiej jest w Europie, gdzie tego typu obiekty są w stanie wznosić jedynie Francja i Rosja. Wiele krajów europejskich nie posiada w ogóle elektrowni atomowych albo planuje w przyszłości ich całkowitą likwidację, ponieważ technologia ta stała się obecnie już piekielnie droga w związku z drastycznie podwyższonymi wymogami bezpieczeństwa po katastrofie w Fukushima. Jak wynika z Rys. 11, budową nowych elektrowni jądrowych zainteresowana jest



RYS.10. W CIĄGU OSTATNIICH TRZYDZIESTU LAT W USA ODDANO DO UŻYTKU TYLKO TRZY NOWE REAKTORY JĄDROWE, A WIĘKSZOŚĆ PROJEKTÓW JĄDROWYCH SKASOWANO BĄDŹ ZAWIESZONO NA CZAS NIEOKREŚLONY

ŹRÓDŁO: [HTTPS://WYSOKIENAPIECIE.PL/34750-W-NADCHODZACYM-ROKU-POLSKA-WYBIERZE-ATOMOWEGO-PARTNERA-PRZYNAJMNIEJ-TAK-TWIERDZI-RZAD/](https://wysokiNapiecie.pl/34750-w-nadchodzacy-m-roku-polska-wyberze-atomowego-partnera-przynajmniej-tak-twierdzi-rzadz)

wyłącznie Francja i Wielka Brytania, a także niektóre kraje Europy Środkowej i Wschodniej, przykładowo Czechy, Słowacja i Węgry planują rozbudowę posiadanych już elektrowni o nowe bloki jądrowe. Warto także wiedzieć, że budowa nowej elektrowni atomowej w Finlandii z nowoczesnymi francuskimi reaktorami EPR-1600 trwała ponad 18 lat, a tymczasem u nas nadal twierdzi się uparcie, że tego typu obiekt powstanie w Lubiatowie-Kopalinie już za około dekadę.



RYS.10. STAN ROZWOJU ENERGETYKI JĄDROWEJ W EUROPIE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

Rozwijanie technologii wodorowych

Technologie wodorowe to zapewne piękna idea, niestety jak zwykle diabeł tkwi tutaj w rozlicznych szczegółach dostępnych obecnie rozwiązań technicznych. Przykładowo na ulicach Krakowa pojawiły się już pierwsze autobusy miejskie linii 128 zasilane wodorem (w ogniwoch paliwowych jest on zamieniany na energię elektryczną), jednak wodór ten, jak dotychczas, wytwarzany jest wyłącznie z gazu ziemnego. Można zatem postawić tutaj interesujące pytanie, czym w zasadzie taki autobus miejski zasilany wodorem różni się od autobusu miejskiego zasilanego gazem ziemnym? Wystarczy wspomnieć, że w Krakowie na linii 139 jeździły takie autobusy już w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. W jednym i drugim wypadku zużyciu podlegają ostatecznie węglowodory, co i tak skutkuje emisją dwutlenku węgla, z tym tylko, że zwykły autobus zasilany gazem ziemnym jest o wiele tańszy od jego wodorowego odpowiednika.

Jak już wspomniano, w jednym i w drugim przypadku używane są paliwa kopalne (węglowodory zawarte w gazie ziemnym), a przecież dodatkowy zysk z zastosowania tej technologii byłby dopiero wtedy, gdyby używany przez autobusy miejskie wodór pochodził wyłącznie z procesu elektrolizy wody, gdzie potrzebna do tego energia elektryczna wytwarzana byłaby albo w instalacjach fotowoltaicznych, albo przez siłownie wiatrowe. Jednak występującym tutaj poważnym problemem jest relatywnie niska sprawność stosowanych obecnie elektrolizerów (zaledwie około 50%), a także problematyczne jest magazynowanie wyprodukowanego w elektrolizerach wodoru i jego późniejszy transport do punktów odbioru. Niewątpliwie rozwój technologii wodorowych wymaga jeszcze wielu dalszych badań i w żadnym wypadku nie jest rzeczą możliwą, aby technologie wodorowe były w stanie uratować nas przed nadchodzącym krachem w sektorze elektroenergetyki, który nieubłaganie zawita do naszych drzwi dosłownie już za kilka lat.

Podsumowanie

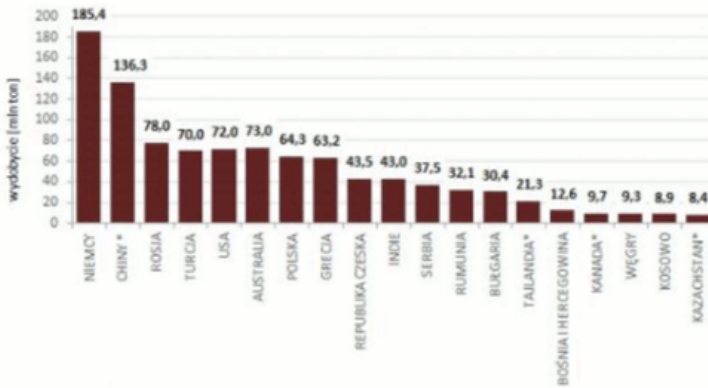
Jak wykazano w poprzednich punktach niniejszego artykułu, żadne z proponowanych uprzednio działań nie jest w stanie skutecznie zapobiec nadciągającej w sposób nieuchronny straszliwej katastrofie w polskiej elektroenergetyce, która to katastrofa, jak już uprzednio wspomniano, pogrąży w totalnym chaosie gospodarkę całego kraju, a stać się to może dosłownie już za kilka najbliższych lat, gdy wybudowane w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku bloki energetyczne o mocy 200 MW zostaną finalnie odstawione z ruchu oraz rozpocznie się równocześnie proces likwidacji elektrowni w Bełchatowie i być może również analogicznej elektrowni w Turowie.

Z pewnością czytelnikowi nasuwa się w tym momencie niezwykle istotne pytanie, czy zostało nam jeszcze dostatecznie wiele czasu, żeby można było ewentualnie coś z tym zrobić? Niestety czasu jest pod każdym względem bardzo niewiele, ale można byłoby spróbować, go jeszcze trochę „kupić”, poprzez przedłużenie, o ile jest to jeszcze w ogóle technicznie możliwe, agonii starych wybudowanych w epoce Edwarda Gierka bloków węglowych o mocy 200 MW, nawet w sytuacji, gdyby Polska miała z tego tytułu płacić potężne kary finansowe. Oczywiście, praca tych bloków jest obecnie całkowicie nieekonomiczna, ale przynajmniej uniknęlibyśmy przez kilka lat przymusowych wyłączeń energii elektrycznej na znacznych obszarach naszego kraju.

Należy zdać sobie sprawę, że pojawianie się podczas szczytu wieczornego w krajowym systemie elektroenergetycznym deficytu mocy na poziomie 5 GW musi pociągnąć za sobą konieczność wyłączenia Krakowa, Wrocławia, Poznania, Łodzi i co najmniej połowy Warszawy, aby możliwe było uzyskanie stanu zbilansowania mocy w systemie elektroenergetycznym. Taki czarny scenariusz grozi nam już w najbliższej przyszłości. Należy zatem eksploatować „zabytkowe” polskie elektrownie węglowe tak długo, jak jest to tylko z technicznego punktu widzenia jeszcze możliwe. To pozwoli „kupić” nieco cennego czasu, który wciąż nam nieubłaganie ucieka.

Jednocześnie należy porzucić szkodliwe mrzonki i utopijne wizje, które ostatecznie są źródłem całego omawianego zła, że w polskich warunkach możliwe jest całkowite odejście od węgla. Tego na obecnym etapie rozwoju techniki zrobić się po prostu nie da. Należy w związku z tym anulować plany likwidacji największej polskiej elektrowni na węgiel brunatny w Bełchatowie. Jednocześnie należy bezzwłocznie przystąpić do wymiany wysłużonych bloków energetycznych tej elektrowni o mocy 360 MW i o sprawności netto wynoszącej około 32% na nowoczesne bloki nadkrytyczne, których sprawność netto sięga już wartości 46%. Moc elektrowni w Bełchatowie po wymianie wszystkich jej bloków na nowoczesne bloki nadkrytyczne powinna wrosnąć do wartości przynajmniej 8 GW. Tak istotne zwiększenie sprawności netto jej bloków spowodowałoby jednocześnie, że spalając w zasadzie tę samą ilość węgla brunatnego jak poprzednio i w przypadku pracy tej elektrowni z pełną jej mocą, mielibyśmy przynajmniej 2,5 GW mocy elektrycznej całkowicie gratis, a jest to mniej więcej tyle, ile miałyby w przyszłości generować planowana w Lubiatowie-Kopalinie pierwsza polska elektrownia atomowa.

Reasumując, zamiast budować elektrownię atomową w Lubiatowie-Kopalinie za ponad 150 miliardów złotych, za o wiele mniejszą kwotę można byłoby wymienić wszystkie bloki energetyczne elektrowni w Bełchatowie na nowoczesne bloki nadkrytyczne i wówczas energię, która potencjalnie byłaby produkowana w tej elektrowni jądrowej mieć w przyszłości właściwie całkowicie za darmo. Jednocześnie zwolennikom zupełnego odejścia polskiej elektroenergetyki od węgla warto jest przypomnieć kilka faktów. Tutaj podane liczby mówią wprost same za siebie.

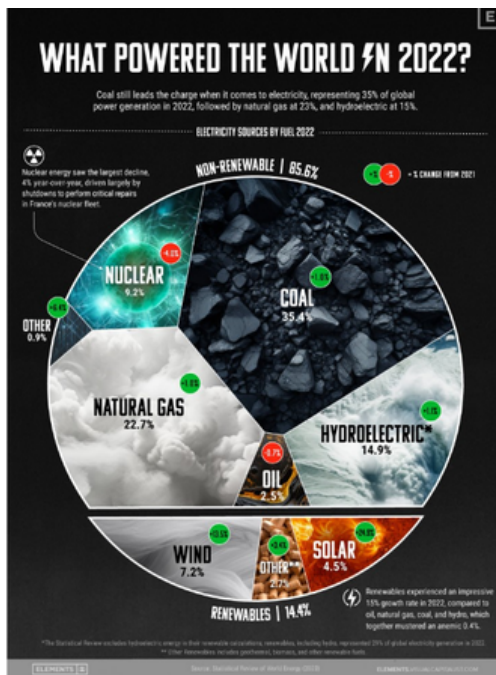


RYS.12. WYDOBYCIE WĘGLA BRUNATNEGO NA ŚWIECIE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

Na Rys. 12 przedstawiono wykres ukazujący poziom wydobycia węgla brunatnego w różnych krajach na świecie. Jak widać, światowym liderem wydobycia węgla brunatnego są „ultraekologiczne” Niemcy, które konsumują go prawie trzy razy tyle, co piętnowana na każdym kroku Polska. Ostatnio w prasie została podana również informacja, że w Niemczech masowo wycinane są lasy, a także rozbierane są nawet postawione całkiem niedawno farmy wiatrowe, aby można było w ten sposób dostać się do znajdujących się pod nimi pokładów węgla brunatnego. Tymczasem to właśnie Polska jest przedstawiana w mediach jako największy emitent dwutlenku węgla w Europie, w związku z czym została zobowiązana w perspektywie najbliższych lat do likwidacji elektrowni w Bełchatowie i być może również i analogicznej elektrowni na węgiel brunatny w Turowie.

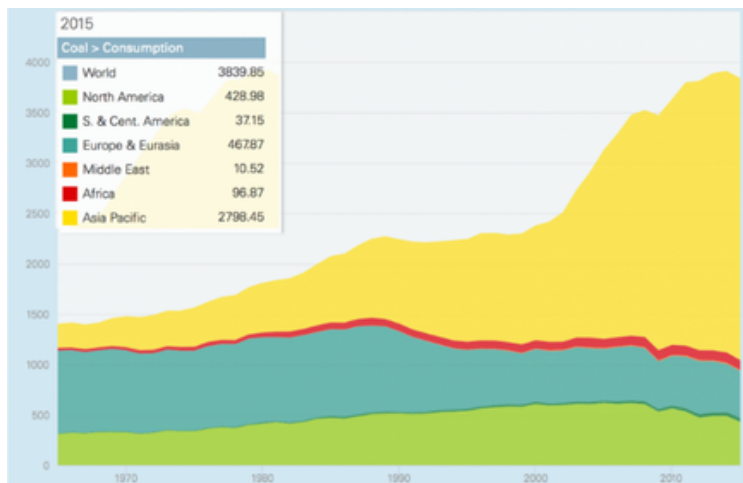
Nie jest także prawdą, że świat w jakikolwiek sposób trwale odchodzi już od węgla – wręcz przeciwnie. Na Rys. 13 pokazano udział poszczególnych źródeł w światowej produkcji energii elektrycznej. Jak widać, pozycja węgla jest tam nadal dominująca. Wystarczy tylko wspomnieć, że w 2023 roku w Chinach oddano do użytku 47 GW mocy w nowo wybudowanych blokach węglowych. Ponadto średnio co cztery dni jest tam wydawane nowe pozwolenie na budowę tego rodzaju bloku energetycznego, a na etapie realizacji znajdują się w Państwie Środka obecnie bloki węglowe o łącznej mocy 130 GW. Podobnie zresztą postępują szybko rozwijające się obecnie Indie, które realizują projekty budowy bloków węglowych o łącznej mocy przekraczającej 20 GW. Również bloki węglowe o łącznej mocy kilkunastu gigawatów powstają na terytorium prężnie rozwijającej się Indonezji.



RYS.13. UDZIAŁ POSZCZEGÓLNYCH ŹRÓDEŁ W PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA ŚWIECIE

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

Z kolei na Rys. 14 pokazano, w jakim tempie rośnie wydobycie węgla na świecie, i tutaj liderem są kraje z regionu południowoschodniej Azji i Pacyfiku, które stawiają na szybki wzrost gospodarczy i nie przejmują się w najmniejszym stopniu ideologią związaną z wpływem antropogenicznej emisji dwutlenku węgla na temperaturę ziemskiej atmosfery.



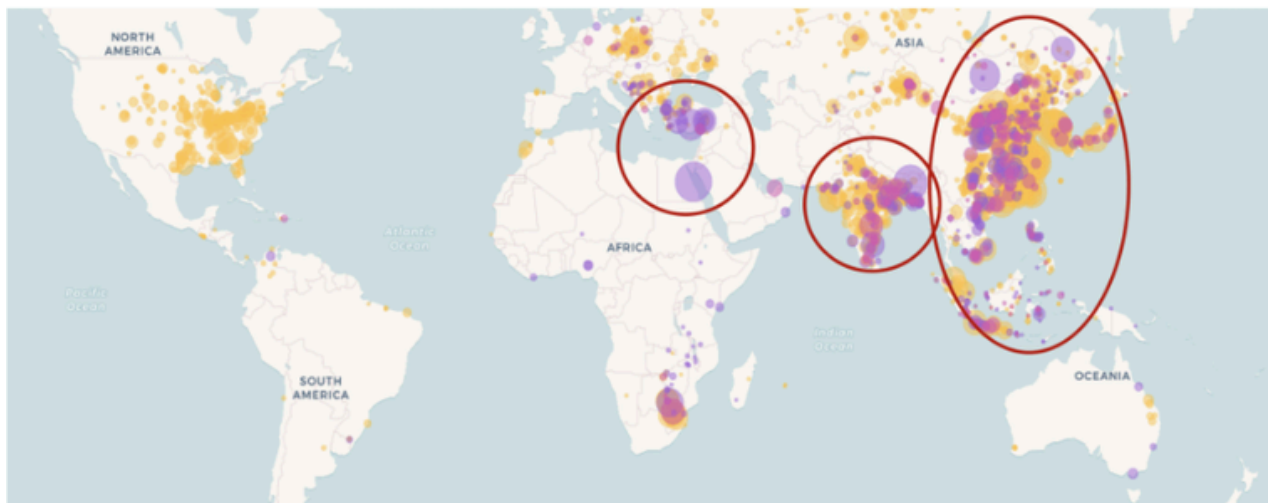
RYS.14. WYKRES UKAZUJĄCY WZROST KONSUMPCJI WĘGLA NA ŚWIECIE NA PRZESTRZENI KILKU OSTATNICH DEKAD

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

(...) W 2023 ROKU W CHINACH ODDANO DO UŻYTKU 47 GW MOCY W NOWO WYBUDOWANYCH BŁOKACH WĘGLOWYCH



Jak już wspomiano, świat wcale nie odchodzi od węgla – wręcz przeciwnie, planowane są w tym obszarze wręcz gigantyczne inwestycje związane z budową licznych nowych kopalń. Wyróżniają się tutaj zwłaszcza trzy obszary świata: rejon Bliskiego Wschodu, rejon Indii oraz rejon Chin i Azji Południowo-Wschodniej. Budowę nowych kopalń węgla planuje się także w południowej Afryce oraz w Australii i Ameryce Łacińskiej, co pokazano na Rys. 15.



RYŚ.15. GEOGRAFICZNE ROZMIESZCZENIE DZIAŁAJĄCYCH, BUDOWANYCH I PLANOWANYCH KOPALŃ WĘGLA

ŹRÓDŁO: [HTTPS://INDEPENDENTTRADER.PL/TOPI0-WYDARZEN-2023-ROKU-Z-PERSPEKTYWY-INWESTORA-CZ-1.HTML](https://independenttrader.pl/top10-wydarzen-2023-roku-z-perspektywy-inwestora-cz-1.html)

Udział Unii Europejskiej w światowej emisji dwutlenku węgla wynosi zaledwie około 7%. Jeśli ilość ta zostanie zredukowana o połowę, to i tak globalny efekt będzie niezauważalny. Ponadto redukcja emisji rozważanego gazu w Unii Europejskiej, wywołana głównie ograniczeniami produkcji przemysłowej, spowoduje automatycznie jej wzrost w krajach takich jak chociażby Chiny czy Indie, do których ta produkcja przemysłowa w końcu się przeniesie, bo przecież potrzebne na rynku towary trzeba w końcu gdzieś wyprodukować, a najlepiej jest to zrobić tam, gdzie jest możliwie najtańsza energia.

Ponadto, wzięwszy pod uwagę, że koszt zainstalowania jednostki mocy w fotowoltaice jest w przybliżeniu równy kosztowi zainstalowania jednostki mocy w elektrowni ciepłej, to z prostego rachunku wynika, że zainstalowawszy w polskiej fotowoltaice do chwili obecnej już ponad 18 GW mocy wydano na to dokładnie tyle samo środków, za które można byłoby wybudować cztery duże elektrownie ciepłe o mocy porównywalnej z mocą elektrowni w Betchatowie, ale w takim wypadku wszelkie problemy energetyczne naszego kraju mielibyśmy rozwiązane na co najmniej 30 kolejnych lat.

Tak się jednak z różnych powodów nie stało, a grube miliardy złotych poszły wyłącznie na rozwój fotowoltaiki i to głównie prosumenckiej, która obecnie daje zaledwie niecałe 7% udziału w polskim miksie energetycznym, a pracuje efektywnie w zasadzie wyłącznie od marca do września i tylko wtedy, gdy Słońce świeci relatywnie wysoko na niebie. Jednak obecnie pojawia się w tym obszarze kolejne zagrożenie, ponieważ prawdopodobnie w nadchodzących latach równie zawrotne kwoty pieniędzy pójdą na budowę akumulatorowych magazynów energii, co w żaden sposób nie rozwiąże problemów polskiej elektroenergetyki w nadchodzących latach.

Zresztą cała ta dyskusja o wpływie antropogenicznej emisji dwutlenku węgla na wzrost temperatury na Ziemi nie ma większego sensu, ponieważ gaz ten jest odpowiedzialny jedynie za około 4% występującego na naszej planecie efektu cieplarnianego (za około 95% odpowiada para wodna, bez której temperatury występujące na Ziemi byłyby o kilkadziesiąt stopni niższe niż obecnie). Dodatkowo należy uwzględnić, że zdolność absorpcji promieniowania podczerwonego przez dwutlenek węgla wyraża się następującym wzorem:

$$A = C + D \ln(m) + K(p) \quad (2)$$

Gdzie: (C), (D) i (K) to pewne stałe fizyczne wyznaczone empirycznie, (m) to masa dwutlenku węgla w atmosferze, a (p) to ciśnienie atmosferyczne [4].

Ponieważ zdolność do absorpcji promieniowania podczerwonego (A) przez dwutlenek węgla rośnie proporcjonalnie do logarytmu jego stężenia w atmosferze, to jest rzeczą oczywistą, że o żadnej katastrofie klimatycznej w ogóle nie może być mowy. Funkcja logarymiczna jest funkcją silnie spłaszczoną i przyrost zdolności absorpcyjnych dwutlenku węgla zawartego w atmosferze ziemskiej o każde kolejne ΔA wymagałyby podwojenia jego koncentracji. Tymczasem roczny przyrost tej koncentracji szacowany jest zaledwie na około 2 p.p.m., czyli z obecnych 400 p.p.m. do 800 p.p.m. wzrośnie dopiero po około 200 latach. Jeśli wywoła to przyrost temperatury na Ziemi o Δt , to aby rozważana temperatura wzrosła o kolejne Δt , wówczas koncentracja ta musiałaby wynieść już 1600 p.p.m., na co trzeba byłoby czekać kolejne 400 lat, natomiast przyrost temperatury o kolejne Δt wymagałyby wzrostu koncentracji dwutlenku węgla aż do poziomu 3200 p.p.m., co nastąpiłoby dopiero po kolejnych 800 latach – jednak wcześniej prawdopodobnie wyczerpałyby się już całkowicie światowe zasoby surowców kopalnych. Jak widać, wbrew okrzykom wznoszonym przez tzw. „aktywistów klimatycznych” świat w perspektywie nadchodzących lat w żadnym wypadku nie spłonie. Z kolei patrząc na stężenie dwutlenku węgla w atmosferze ziemskiej z perspektywy historycznej, to obecnie utrzymuje się ono ciągle na relatywnie niskim poziomie, a przykładowo w trzeciorzędzie wynosiło ono nawet ponad 1000 p.p.m., zatem do osiągnięcia jakichś katastrofalnych jego poziomów zapewne jest jeszcze bardzo daleko. Z drugiej strony, gdyby stężenie to spadło poniżej 150 p.p.m. to w ogóle ustałyby wszelkie procesy fotosyntezy i nastąpiłaby w związku z tym śmierć roślin zielonych [7].

Warto także przypomnieć, że pierwiastek węgiel jest głównym budulcem organizmów żywych i w związku z tym krążenie tego pierwiastka w przyrodzie ocenia się na około 200 miliardów ton, co przekłada się bezpośrednio na około 800 miliardów ton dwutlenku węgla. Tymczasem antropogeniczna emisja rozważanego gazu oceniana jest na około 37 miliardów ton, co stanowi zaledwie niecałe 5% jego emisji naturalnej. Jak zatem tak w sumie niewielki wkład emisji antropogenicznej może rzekomo już w najbliższym czasie doprowadzić do jakiejś katastrofy klimatycznej?

Bibliografia:

- Handzel Z., Gajer M., Energetyka wiatrowa jako główna konkurencja dla fotowoltaiki i wynikające stąd problemy związane z koniecznością zbilansowania mocy w systemie elektroenergetycznym, Zeszyty Naukowe WSEI, nr 19.
- Handzel Z., Gajer M., Jak wiele dodatkowej mocy można jeszcze zainstalować w polskiej fotowoltaice, Zeszyty Naukowe WSEI, nr 19.
- Handzel Z., Gajer M., O pilnej potrzebie budowy w Polsce kolejnych elektrowni szczytowo-pompowych pełniących rolę magazynów energii, Zeszyty Naukowe WSEI, nr 18.
- Kubicki J., Kopczyński K., Młyńczak J., Wpływ stężenia CO₂ w atmosferze na proces absorpcji promieniowania termicznego, Biuletyn WAT, Vol. LXIX, Nr 3, 2020.
- Kowalczak P., Zmiany Klimatu – polityka – ideologia – nauka – fakty, Wydawnictwo Veritatis Splendor, Warszawa 2024.
- Zadrożniak M., Kompendium wiedzy o elektrowniach wiatrowych, słonecznych, węglowych i atomowych, Wydawnictwo Biblioteka Wolności, Warszawa 2023.
- Wohlleben P., Sekretne życie drzew, Wydawnictwo Otwarte, Kraków 2021.
- Machowski J., Lubośny Z., Stabilność systemu elektroenergetycznego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.
- Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.

ZARZĄDZANIE

Ewolucja Marketingu 78 str.

EWOLUCJA MARKETINGU

dr Katarzyna Kowalska-Jarnot
Zuzanna Pilch

STRESZCZENIE

Artykuł analizuje fascynującą ewolucję marketingu, ukazując, jak zmieniające się potrzeby i oczekiwania klientów kształtowały strategie biznesowe na przestrzeni ponad stu lat. Począwszy od Marketingu 1.0, który był skoncentrowany na produkcji, poprzez Marketing 2.0 z naciskiem na relacje z klientem, aż po Marketing 3.0, gdzie wartości społeczne i emocje zaczęły odgrywać kluczową rolę. Dalsza transformacja przyniosła Marketing 4.0 i 5.0, które wykorzystują zaawansowane technologie, takie jak sztuczna inteligencja i analiza big data, aby tworzyć spersonalizowane i interaktywne doświadczenia. Najnowszy Marketing 6.0, określane jako metamarketing, wprowadza koncepcję angażujących doświadczeń, które mają na celu budowanie głębokich więzi z klientami. Artykuł nie tylko przedstawia, jak daleko zaszedł marketing, ale także spekuluje na temat jego przyszłości, zastanawiając się, jak kolejne etapy rozwoju mogą wpłynąć na kształtowanie strategii biznesowych

Słowa kluczowe

innowacje marketingowe, metamarketing, technologia w marketingu, przyszłość strategii biznesowych

Marketing 1.0: Skoncentrowany na Produkcji (1910 rok)

Marketing 1.0 skupiał się głównie na produkcji, jego cechach i korzyściach, z pominięciem potrzeb i preferencji klienta. Najważniejszym celem była masowa sprzedaż i budowanie rozpoznawalności marki. Nie był to cel trudny do zrealizowania, ponieważ liczba klientów znacznie przewyższała liczbę produktów na rynku. Marketing służył zatem wyłącznie zintensyfikowaniu sprzedaży poprzez działania w mediach tradycyjnych (głównie w gazetach, telewizji i radiu). W tym okresie klient nie był wymagający, nie miał w zasadzie oczekiwań poza gotowością zakupu dóbr, które wtedy były jeszcze trudno dostępne.

Znakomitym przykładem tej epoki była strategia marketingowa stosowana przez Henry'ego Forda. Sprzedawał on model Forda T wyłącznie w kolorze czarnym [1], co pozwoliło mu zoptymalizować proces produkcji i obniżyć koszty. Jak deklarował Ford: „Każdy klient może kupić samochód pomalowany na dowolny kolor, pod warunkiem, że będzie to czarny”. Ta strategia okazała się niezwykle skuteczna, umożliwiła bowiem masową produkcję samochodów (do zakończenia sprzedaży w 1927 roku fabrykę opuściło aż 15 mln egzemplarzy Modelu T, wszystkie czarne). Podsumowując, marketing w tym okresie skupiał się na efektywności produkcji i dostarczaniu tanich, ale solidnych produktów dla masowego nabywcy.

Marketing 2.0: Skoncentrowany na Kliencie (1960 rok)

W latach 60. marketing skupił się na budowaniu relacji z klientem, firmy zaczęły dostosowywać swoje działania marketingowe do potrzeb klienta. Popularność zyskała strategia segmentacji rynku, a firmy zrozumiały, że mogą osiągnąć większy sukces, koncentrując swoje wysiłki na konkretnych grupach klientów, zamiast traktować rynek jako jednolitą masę. Równocześnie marketing stawiał swoje pierwsze kroki w sieci. Szybko okazało się, że konsumenci byli bardzo dobrze poinformowani i mogli porównywać informacje o podobnych produktach i usługach. Stali się bardziej świadomi, a co za tym idzie, bardziej wymagający.

Dobrym przykładem firmy, która odzwierciedlała założenia marketingu 2.0, był Volkswagen. Próbował on wejść na rynek amerykańskich samochodów z Garbusem (małym, trudno mieszczącym pięć osób samochodem ze słabym silnikiem). W tamtych czasach Amerykanie wychodzili z założenia, że im większy i silniejszy samochód, tym lepszy. Reklamy aut takich jak Chevrolet czy Pontiac były kolorowe, a samym maszynom towarzyszyły wizerunki ludzi żyjących w luksusie. Reklamy tego okresu nie tyle sprzedawały produkty, a cały styl życia, do którego Garbus nie pasował. Ale Volkswagen stworzył kampanię, którą dziś określa się jako jedną z najważniejszych [2]. Kampania „Think Small” skupiała się na praktyczności i oszczędności, jako pierwsza zaczęła budować emocjonalne więzi z klientami

Wprowadzenie

Czy zastanawialiście się kiedyś, jak marketing ewoluował przez lata i jak zmieniające się podejście do klientów kształtuje współczesne strategie biznesowe? W dzisiejszym dynamicznym świecie, marketing stał się nieodłącznym elementem działalności każdej firmy, wpływając na wszystkie aspekty jej funkcjonowania – od badań rynku po obsługę klienta. Zapraszam do podróży przez czas, podczas której przyjrzymy się jaką transformację przeszedł marketing od prostych strategii sprzedaży produktów do zaawansowanych technologii i personalizacji. Inspiracją dla artykułu była klasyfikacja poziomów marketingu P. Kotlera.



RYS.1. MODEL FORDA T

odwracając tym samym uwagę od dużych, luksusowych samochodów. Co ciekawe reklamy te pokazywały wady, które były dobrą zaletą garbusa, a nikt wówczas tego nie robił.



RYS.2. PORÓWNANIE CZARNOBIAŁEJ REKLAMY GARBUSA I KOLOROWEJ SAMOCHODU CHRYSLER

Marketing 3.0: Era Wartości (2005 rok)

Marketing 3.0 ewoluował od traktowania ludzi jako zwykłych konsumentów do postrzegania ich jako istoty o umyśle, sercu i uczuciach. Jego głównym celem było tworzenie pozytywnego wpływu na świat poprzez działania biznesowe przynoszące korzyści społecznościom, środowisku i przyszłym pokoleniom. Firmy zaczęły oferować produkty i usługi, które nie tylko spełniały funkcjonalne potrzeby klientów, ale również budowały emocjonalne więzi i wspierający rozwój osobisty. Kluczowe było zaangażowanie klientów poprzez interaktywne narzędzia, takie jak media społecznościowe i kampanie crowdfundingowe, co pozwalało im współtworzyć produkty i decyzje biznesowe. [3]

Przykładem jest Starbucks, który inwestuje w rozwój swoich pracowników i wspiera sprawiedliwy handel, aktywnie działając na rzecz społeczności lokalnych. Nie tylko serwuje kawę, ale też dostarcza swoim klientom niezapomniane doznania sensoryczne, które skutecznie oddziałują na zmysły. Dzięki tym technikom Starbucks już od lat prowadzi skuteczną politykę marketingową, oferując klientom unikatowe doświadczenia, nie tylko działając bezpośrednio na ich zmysły, ale też budując od podstaw obsługę klienta na najwyższym poziomie.

Marketing 4.0: Technologia i Innowacje (2017 rok)

Marketing 4.0 maksymalnie wykorzystywał nowoczesną technologię. Do gry powoli wchodziły: wirtualna rzeczywistość, sztuczna inteligencja i analizy danych, które pomagały budować relacje z klientami i promować produkty i usługi w przestrzeni online. Zaczęto postrzegać klienta jako aktywnego uczestnika tworzenia produktu, dlatego promocja skupiała się na dwukierunkowej komunikacji poprzez kanały online takie jak: strony internetowe, media społecznościowe i aplikacje mobilne. Firmy angażując klientów w interaktywne doświadczenia dawały swoim klientom możliwość współtworzenia produktów i dostosowywania ich do własnych potrzeb. Najważniejsze było jednak, aby zbalansować działania marketingowe komunikacji online i offline.

Jednym z przykładów takich marek jest Netflix. Marka, poza tym, że prowadzi szeroką komunikację w kanałach online, posiada także kampanie w formie offlineowej. Dzięki temu marka skutecznie dociera do swojej grupy docelowej, promując w ten sposób m.in. kolejne sezony seriali. Znane nam są ich działania marketingowe online np. zwiastuny, ale to właśnie te kampanie offline są najbardziej wyczekiwane i zawsze jest o nich głośno. Jedną z nich była kampania serialu „Dom z Papieru”, która miała miejsce w Krakowie [4]. Na wielu słupach i tablicach pojawiły się listy gończe poszukujące bohaterów tego serialu, a na samym rynku ustawiono „rzeźbę” maski Salvadora Dali (używanej przez bohaterów serialu podczas napadu na bank) z podpisem „kradzież to prawdziwa sztuka”.



RYS.3. REKLAMA SERIALU „DOM Z PAPIERU”

Marketing 5.0: Technologia Nowej Generacji (2021 rok)

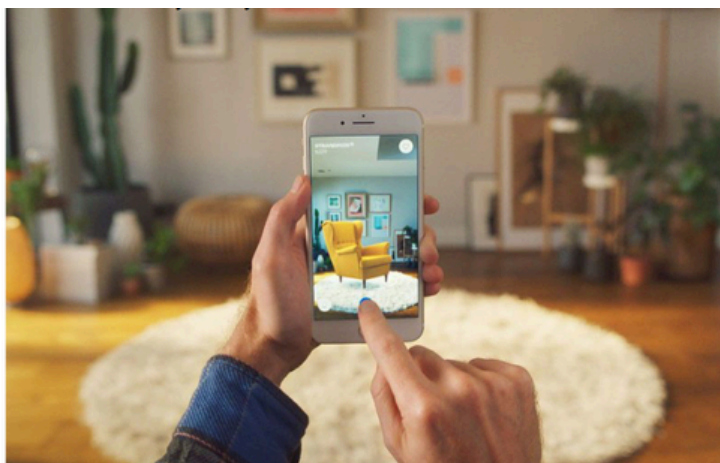
Pandemia i związany z nią dystans społeczny doprowadziły do znacznego przyspieszenia cyfryzacji przedsiębiorstw. Marketing 5.0 jeszcze bardziej skupił uwagę na rozwoju technologii, a jednym z jego kluczowych zagadnień stały się technologie nowej generacji, tak zwane next tech, naśladujące kompetencje ludzkich marketerów [5]. Pierwszym z nich jest wszechobecna sztuczna inteligencja, która nieustannie przekracza granice możliwości ludzkiego umysłu. Jednym z najbardziej fascynujących aspektów AI jest tworzenie cyfrowych osobowości, które zdają się być niemalże jak ludzie. Przykładem takiej postaci jest Lil Miquela, wirtualna influencerka, która zdobyła ogromną popularność na Instagramie [6]. Drugim przykładem jest algorytmizacja, którą stosuje Amazon do personalizacji produktów dla swoich klientów. Technologia ta pozwala precyzyjnie przewidywać preferencje zakupowe, co zwiększa satysfakcję użytkowników.

MARKETING 3.0 EWOLUOWAŁ OD TRAKTOWANIA LUDZI
JAKO ZWYKŁYCH KONSUMENTÓW DO POSTRZEGANIA ICH
JAKO ISTOTY O UMYŚLE, SERCU I UCZUCIACH

Kolejnym przykładem jest rozszerzona rzeczywistość stosowana np. w aplikacji IKEA Place, która pozwala klientom wirtualnie umieścić meble w swoim wnętrzu przed dokonaniem zakupu [7]. Ostatnim przykładem jest analiza big data wykorzystywana w sieci Coca-Cola do monitorowania zachowań klientów i trendów rynkowych.



RYS.4. INFLUENCERKA LIL MIQUELA



RYS.5. APLIKACJA IKEA PLACE

Marketing 6.0: Metamarketing i wciągające doświadczenie (2023 rok)

Aktualnie wkraczający na rynek marketing 6.0, znany także jako metamarketing, skupia się na dostarczaniu wciągających doświadczeń za pośrednictwem mediów offline i online. Jego ważnym działaniem jest dostarczenie klientowi genialnego doświadczenia zakupowego, a nie tylko sprzedawaniu produktów, bo to właśnie doświadczenia mogą nas wyróżnić i zapewnić polecenia. A to dopiero jego początek...

Marketing przebył niezwykłą drogę, od swoich początków (gdy był skoncentrowany wyłącznie na produkcji), do obecnych czasów (gdy technologia i zrozumienie ludzkich emocji odgrywają kluczową rolę). Ewolucja od marketingu 1.0 do 6.0 pokazuje, jak dynamicznie zmieniają się potrzeby i oczekiwania klientów, a także jak firmy muszą się dostosowywać, by pozostać konkurencyjnymi. Patrząc w przyszłość, możemy być pewni, że marketing będzie nadal ewoluować, będziemy obserwować dalszy rozwój sztucznej inteligencji, nowe sposoby interakcji z klientami, a także jeszcze bardziej zaawansowane techniki analizy danych. Ciekawe co przyniosą kolejne etapy, marketing 7.0, 8.0, czy 9.0...

Bibliografia

[1] Źródło obrazka: <https://auto-classic.com.pl/sprzedaz/ford-model-t-1924/>

[2] <https://youtu.be/-UuzV7nVPm4?si=aBbEoqWLyJaUCE38>

[3] Książka: P. Kotler, "Marketing 3.0"

[4] <https://sprawnymarketing.pl/blog/8-wirali-ze-swiata-offline-ktore-podbily-internet/>

[5] Książka: P. Kotler "Marketing 5.0"

[6] Instagram: @lilmiquela

[7] <https://www.ikea.com/global/en/newsroom/innovation/ikea-launches-ikea-place-a-new-app-that-allows-people-to-virtually-place-furniture-in-their-home-170912/>

MARKETING 6.0, ZNANY TAKŻE JAKO METAMARKETING, SKUPIA SIĘ NA DOSTARCZANIU WCIĄGAJĄCYCH DOŚWIADCZEŃ ZA POŚREDNICTWEM MEDIÓW OFFLINE I ONLINE



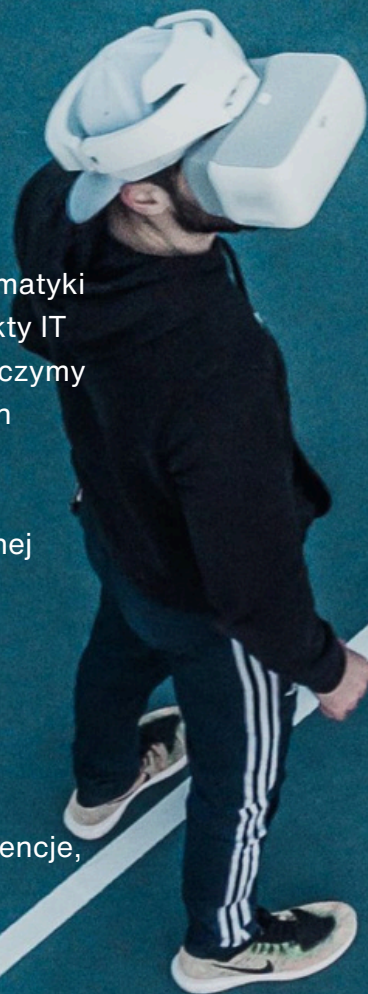
PARK TECHNOLOGICZNY WSEI

Park Technologiczny Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie to jednostka wspierająca w rozwoju projekty IT naszych studentów oraz pracowników naukowych. Łączymy naukę z biznesem, zajmujemy się wdrożeniami nowych technologii, które aktualnie kreują rynek komercyjny.

Podejmujemy współpracę z osobami o ponadprzeciętnej kreatywności, inteligencji, pracowitości. Dajemy im przestrzeń i zaplecze do realizacji swoich projektów, a najlepszych z najlepszych zapraszamy do odbycia stażu/praktyk studenckich w Parku.

Aktywnie poszukujemy młodych talentów, dlatego organizujemy wydarzenia, które je przyciągają: konferencje, hackathony oraz mnóstwo innych konkursów.

Zapraszamy do współpracy.



Park Technologiczny WSEI
ul. św. Filipa 17, 31-150 Kraków

Kontakt: mparfieniuk@wsei.edu.pl



Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie
ul. Św. Filipa 17, 31-150 Kraków
www.wsei.edu.pl

Kontakt: redakcja@wsei.edu.pl

