

Studium Magisterskie

Kierunek: Analiza Danych – Big Data

Przemysław Michałowski

Nr albumu 81840

**Rozwiązywanie problemu marszrutyzacji z wykorzystaniem algorytmów kwantowych**

Praca magisterska

napisana w Katedrze/Instytucie

……………………………………………

pod kierunkiem naukowym

……………………...……………………

Warszawa 20…..

Spis treści

[Wstęp 6](#_Toc115121531)

[Rozdział I. Loriem dutus loriem du 8](#_Toc115121532)

[I.1 Podstawowe cechy obliczeń kwantowych 8](#_Toc115121533)

[I.1.1 Kubit jako podstawowa jednostka informacji 8](#_Toc115121534)

[I.1.2 Kluczowe zjawiska 10](#_Toc115121535)

[I.1.3 Wykonywanie działań 11](#_Toc115121536)

[I.2 Stan informatyki kwantowej 13](#_Toc115121537)

[I.2.1 Droga rozwoju (historia) informatyki kwantowej 13](#_Toc115121538)

[I.2.2 Obecny stan informatyki kwantowej 14](#_Toc115121539)

[I.2.3 Bariery rozwoju informatyki kwantowej 14](#_Toc115121540)

[I.3 Charakterystyka obliczeń kwantowych 14](#_Toc115121541)

[I.3.1 Reprezentacja matematyczna systemu kwantowego 14](#_Toc115121542)

[I.3.2 Kluczowe zjawiska dla informatyki kwantowej 14](#_Toc115121543)

[I.3.3 Obliczenia w środowisku hybrydowym 14](#_Toc115121544)

[I.4 Problem marszrutyzacji 15](#_Toc115121545)

[I.4.1 Definicja ogólna, zastosowanie 15](#_Toc115121546)

[I.4.2 Definicja matematyczna 15](#_Toc115121547)

[Rozdział II. Podejście 19](#_Toc115121548)

[II.1 Przegląd rozwiązań 19](#_Toc115121549)

[II.1.1 Klasyczne sposoby rozwiązywania problemu marszrutyzacji 19](#_Toc115121550)

[II.1.2 Przykład komercyjny 19](#_Toc115121551)

[II.1.3 QUBO – Paweł i inne podejścia kwantowe, bez formalizacji, tylko podejście i wynik 19](#_Toc115121552)

[II.2 Algorytmy kwantowe 21](#_Toc115121553)

[II.2.1 Przegląd algorytmów 21](#_Toc115121554)

[II.2.2 Wybór algorytmu 21](#_Toc115121555)

[II.2.2.1 Opis algorytmu przez analogię do klasyki 21](#_Toc115121556)

[II.2.2.2 Formalizacja algorytmu 21](#_Toc115121557)

[II.3 Przegląd rynku kwantowego 22](#_Toc115121558)

[II.3.1 Infrastruktura ogólnodostępna 22](#_Toc115121559)

[II.3.2 Software (qiskit) 22](#_Toc115121560)

[II.3.3 Środowiska naukowe i dydaktyczne 22](#_Toc115121561)

[II.3.4 Wyścig państw 22](#_Toc115121562)

[II.3.4.1 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur 22](#_Toc115121563)

[II.3.4.2 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit 23](#_Toc115121564)

[II.3.4.3 Onsectetur adipisicing eli 23](#_Toc115121565)

[II.3.4.4 Aliquip ex ea commod 24](#_Toc115121566)

[Rozdział III. Implementacja 26](#_Toc115121567)

[III.1 Dane 26](#_Toc115121568)

[III.2 Opis matematyczny 26](#_Toc115121569)

[III.2.1 Sformułowanie matematyczne a potem w QUBO 26](#_Toc115121570)

[III.2.2 Sformułowanie algorytmem kwantowym (obwód?) 27](#_Toc115121571)

[III.3 Analiza porównawcza 27](#_Toc115121572)

[III.3.1.1 27](#_Toc115121573)

[III.3.1.2 Abcc ccsscssc sdsdza 28](#_Toc115121574)

[III.3.1.3 Kdsjdjs adsdfs dfsdfh 29](#_Toc115121575)

[III.3.1.4 Loriem lori trinume trie 30](#_Toc115121576)

[III.4 Loriem loriem loriem loriem loriem loriem loriem loriem loriem 31](#_Toc115121577)

[III.4.1.1 Duis duis duis duis 31](#_Toc115121578)

[Zakończenie 33](#_Toc115121579)

[LITERATURA 34](#_Toc115121580)

[Spis tabel 37](#_Toc115121581)

[Spis rysunków 37](#_Toc115121582)

[Streszczenie 38](#_Toc115121583)

[Summary 38](#_Toc115121584)

Wstęp

Wraz ze wzrostem zapotrzebowania na moce obliczeniowe rośnie presja na udostępnianie coraz to silniejszych maszyn zdolnych te obliczenia realizować. Do takich maszyn zalicza się komputery i początkowo były one wykorzystywane między innymi w obliczeniach naukowych. Pomimo wzrostu liczby bitów w tempie wykładniczym, dokonywanie pewnych obliczeń przysparzało i nadal przysparza wielu trudności, jak choćby rozwiązywanie problemów NP-trudnych. Szczególną uwagę należy zwrócić na problemy chemików i fizyków kwantowych. Problemy z wykorzystaniem komputerów w obliczeniach dotyczących fizyki kwantowej zostały podniesione głośno przez Richarda Feynmana w 1981 na konferencji *The Physics of Computation*. W czasie swojego przemówienia podniósł on m.in. konieczność symulowania prędkości światła oraz fal czy reprezentację rozkładu gęstości dla zjawisk ciągłych, w tym rozkładów prawdopodobieństwa. Są to problemy z którymi ówczesne (klasyczne) komputery nie były sobie w stanie poradzić efektywnie i dokładnie mimo rosnących mocy obliczeniowych. Feynman zaproponował pomysł utworzenia komputera nowego typu – komputera kwantowego.[[1]](#footnote-1) Chociaż przed Feynmanem było już kilku naukowców, którzy postulowali i proponowali utworzenie takiej maszyny (jednym z pionierów przed Feynmanem był Paul Benioff, który poświęcił temu zagadnieniu cały artykuł w 1979 roku[[2]](#footnote-2)), to dopiero wykład Feynmana spowodował wzrost zainteresowania maszynami, których działanie ma opierać się na i korzystać z zjawisk na poziomie kwantowym.[[3]](#footnote-3)

Komputery wantowe przyciągają obecnie uwagę różnych specjalistów z całego świata – już nie tylko środowisko naukowe, lecz także polityków, organy publiczne, sektor bezpieczeństwa, sektor komercyjny i w końcu media. Zważywszy jednak na młodość tej technologii i związane z nią problemy, masowa implementacja komercyjna zdaje się być obecnie odległa, ale realna. Obecne lub niedalekie zastosowania komputerów kwantowych obejmują m.in. kryptografię, uczenie maszynowe i optymalizację, symulacje w obszarze fizyki i chemii

Celem poniższej pracy jest ukazanie komputerów kwantowych jako narzędzia służącemu rozwojowi uczenia maszynowego i mające istotny wpływ na dalszy rozwój tej dziedziny. Jako przykład zastosowania komputerów kwantowych zostanie podany przykład problemu marszrutyzacji, opisany w drugim rozdziale i rozwiązany w trzecim rozdziale z wykorzystaniem algorytmów wymagających komputerów kwantowych.

Struktura tej pracy umożliwi czytelnikowi zapoznanie się z podstawowymi pojęciami i zjawiskami w pierwszym rozdziale, co umożliwi przeprowadzenie logicznego i spójnego wywodu w dalszych rozdziałach bez popadania w dygresję.

# Loriem dutus loriem du

Poniższy rozdział stanowi wprowadzenie do tematyki informatyki kwantowej. Zostanie w nim przedstawione nazewnictwo wykorzystywane w pracy, jak i techniczne uwarunkowania działania komputerów kwantowych oraz algorytmów na nich bazujących.

Na początku omówiono pojęcie kubitu wprowadzając równocześnie notację matematyczną używaną w dalszej części pracy. Kolejna część stanowi próbę ukazania czym jest komputer kwantowy, sprawdzając równocześnie adekwatność tej nazwy, po krótce przedstawiono również typy komputerów kwantowych. W następnym podrozdziale wyjaśniono kluczowe zjawiska mechaniki kwantowej, mające kluczowe znaczenie dla obliczeń kwantowych – zarówno jako źródła przewagi obliczeniowej nad klasycznymi maszynami obliczeniowymi jak i jako źródła ograniczeń i barier w obliczeniach kwantowych. Ostatnia część tego rozdziału pozwala na zapoznanie się z podstawowymi algorytmami kwantowymi wraz z przykładami ich zastosowania. Będzie to także stanowiło okazję, do przedstawienia tego, w jaki sposób kształtuje się szeroko pojęty rynek informatyki kwantowej oraz tego, w jaki sposób organy władzy na szczeblach krajowych zapatrują się na informatykę kwantową.

## Podstawowe cechy obliczeń kwantowych

### Kubit jako podstawowa jednostka informacji

W klasycznym komputerze podstawową i najmniejszą jednostką informacji jest bit. W danym momencie może on znajdować się w dokładnie jednym z dwóch stanów: 0 lub 1. Oznacza to, że przestrzeń możliwych stanów bitu jest zdefiniowana poprzez dwa różne punkty. Skutkuje to również tym, że liczba możliwych stanów systemu *n­*-bitowego wynosi .[[4]](#footnote-4) Warto zauważyć, że zbiór możliwych stanów systemu jest przeliczalnym zbiorem potęgowym zbioru możliwych stanów pojedynczego bitu i jest mocy .

W komputerze kwantowym podstawową jednostką informacji jest bit kwantowy zwany też kubitem.[[5]](#footnote-5) Przestrzeń możliwych stanów systemu kwantowego jest opisywana matematycznie przez złożoną (zespoloną) przestrzeń wektorową z zdefiniowanym na niej iloczynem skalarnym.[[6]](#footnote-6) Tak więc matematycznie kubit jest reprezentowany przez unormowany wektor w dwuwymiarowej przestrzeni Hilberta nad ciałem liczb zespolonych, a system *n­*-kubitowy – przez unormowany wektor w -wymiarowej przestrzeni Hilberta. Skutkuje to również tym, że liczba teoretycznie możliwych stanów pojedynczego kubitu jest nieskończona a moc zbioru stanów kubitu jest równa . Analogicznie jak w przypadku kubitu, zbiór możliwych stanów *n*-kubitowego stanu kwantowego jest zbiorem potęgowym możliwych stanów kubitu, jest więc on mocy .

Stan kubitu można zapisać jako kombinację liniową stanów bazowych (ket zero) oraz (ket jeden) korzystając z notacji Diraca zwanej też notacją bra-ket[[7]](#footnote-7):

, gdzie i są amplitudami takimi, że:

, co gwarantuje, że wektor będzie długości równej 1 (w normie drugiej).

Stany bazowe są to dwa dowolne ortonormalne wektory spełniające definicję matematyczną kubitu. W dalszej części pracy za stany bazowe będą przyjmowane zawsze stany oraz reprezentowane odpowiednio przez pionowe wektory oraz . Korzystając z równania Eulera, można zapisać stan kubitu jako:[[8]](#footnote-8)

.

Element , zwany też fazą globalną, możemy pominąć, ponieważ nie powoduje obserwowalnych zmian, więc z perspektywy obliczeń kwantowych będzie on nieistotny i w rezultacie otrzymamy:

.

Stan kubitu można reprezentować przy pomocy wektora w 3-wymiarowej sferze (PATRZ RYSUNEK), zwaną sferą Blocha. Warto zwrócić uwagę, że zgodnie z ROWNANIE 1 i 2 reprezentacja graficzna graficzna powinna mieć charakter 4-wymiarowy, jednakże zgodnie z ROWNANIE możemy ograniczyć tę reprezentację do trzech wymiarów. Będzie to jednak skutkowało utratą ortogonalności stanów bazowych. Stąd też w RÓWNANIE kąty w funkcjach trygonometrycznych są dzielone przez dwa, ponieważ to kąt obrotu wokół osi X w sferze Blocha. Stany bazowe znajdują się na krańcach osi Z. Kąt określa obrót wokół osi X.

WSTAWIC TU RYSUNEK KUBITU Z JUPYTERA

### Kluczowe zjawiska

Jednym ze zjawisk charakterystycznych dla mechaniki kwantowej, które jest wykorzystywane na szeroką skalę w obliczeniach kwantowych jest superpozycja. Oznacza ono, że cząsteczka kwantowa znajduje się równocześnie w dwóch przeciwstawnych stanach albo innymi słowy, że znajduje się gdzieś pomiędzy nimi. Z perspektywy informatyki kwantowej sprowadza się to do sytuacji, gdy współczynniki i definiujące bieżący stan kubitu są takie, że .

Długotrwałe utrzymanie kubitu fizycznego w superpozycji jest obecnie zadaniem technologicznie trudnym. Interakcja kubitu z otoczeniem doprowadza do załamania (zapadnięcia) się stanu kubitu, tj. wytrącenia go ze stanu superpozycji do jednego ze stanów bazowych. Znajdując się w superpozycji, stan kubitu może się również zmieniać (tj. wektor reprezentujący stan kubitu będzie ulegał odchyleniom) bez doprowadzania do zapadnięcia. Niekontrolowane zmiany stanu kubitu stanowią jeden z kluczowych problemów stabilności urządzeń kwantowych. Oddziaływanie kubitu z otoczeniem nosi nazwę dekoherencji.

Załamanie się stanu kubitu może być również zamierzonym następstwem działań, tj. wykonania pomiaru. Pomiar stanowi często jeden z końcowych elementów algorytmów kwantowych bądź też ich istotnych części. W jego wyniku kubit ulega dekoherencji i załamuje swój stan do jednego ze stanów bazowych.

W wyniku dekoherencji kubit znajdzie się w stanie lub z prawdopodobieństwem odpowiedni lub , co jest zgodne z aksjomatyczną definicją prawdopodobieństwa dzięki (NUMER ROWNANIA).

Kolejnym istotnym zjawiskiem jest splątanie kwantowe. Zjawisko to polega na przyczynowo-skutkowym (a nie tylko numerycznym) powiązaniu dwóch lub więcej kubitów. Fizyczny aspekt tego zjawiska nadal jest przedmiotem dyskusji. Z perspektywy obliczeń kwantowych oznacza to m.in. możliwość wpływania na jeden kubit przy pomocy innego, splątanego z nim wcześniej kubitu. Konsekwencją tego jest możliwość wnioskowania na temat stanu jednego kubitu na podstawie stanu innego kubitu. Zjawisko splątania jest również podatne na skutki dekoherencji – jeżeli jeden kubit ulegnie dekoherencji, to pozostałe splątane z nim kubity mogą również jej ulec. Podobnie jak w przypadku pomiaru, doprowadzenie do takiego zjawiska jest często intencjonalne.

### Wykonywanie działań

Działania na komputerach klasycznych są wykonywane z pomocą bramek logicznych i algebry boolowskiej. Do przykładowych bramek można zaliczyć AND, OR, XOR oraz NOT. Z kolei operacje na kubitach są konstruowane z wykorzystaniem macierzy i algebry liniowej. Macierze te, zwane też bramkami lub operatorami kwantowymi, są macierzami unitarnymi, tak więc, w przeciwieństwie do komputerów klasycznych, wszystkie operacje (tak samo jak reprezentujące je macierze) są odwracalne. Ogólna postać kwantowej bramki unarnej (bramki działającej na jednym kubicie) ma postać:

.

WSTAWIC RYSNUEK Z POPULARNYMI BRAMKAMI

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.[[9]](#footnote-9)

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## Postać ogólna problemu marszrutyzacji

### Klasyfikacja problemów

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum..

### Typy problemów TSP i VRP

### Postać ogólna problemu

## Charakterystyka obliczeń kwantowych

### Do czego są dobre

### Co to QML a czym algorytmy optymalizacyjne

### Obliczenia w środowisku hybrydowym

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.[[10]](#footnote-10) Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum: [[11]](#footnote-11)

* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet lorem ipsum dolor sit amet lorem ipsum dolor sit amet lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## Problem marszrutyzacji

### Definicja ogólna, zastosowanie

### Definicja matematyczna

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.[[12]](#footnote-12) Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum:

* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum dolor sit amet,
* lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum:[[13]](#footnote-13)

* **IssS** (*Infrastructure as a Service*) - onsectetur adipisicing elit onsectetur adipisicing elit onsectetur adipisicing elit,
* **SaaS** (*Software as a Service*) - onsectetur adipisicing elit onsectetur adipisicing elit onsectetur adipisicing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

**Podsumowanie**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

# Podejście

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## Przegląd rozwiązań

### Klasyczne sposoby rozwiązywania problemu marszrutyzacji

### Przykład komercyjny

### QUBO – Paweł i inne podejścia kwantowe, bez formalizacji, tylko podejście i wynik

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum loriem loriem.

Tabela 1. Lorem ipsum dolor sit amet.

|  |  |
| --- | --- |
| **Lorem ipsum** | **Lorem ipsum dolor** |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |

**Źródło:** M. Trocki, *Metodyki zarządzania projektami*, Biblioteka Project Managera, Warszawa 2011, str. 34.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Tabela 2. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit.

|  |  |
| --- | --- |
| **Lorem ipsum dolor** | **Lorem ipsum dolor** |
| Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit | Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit |
| Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit | Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit |
| Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit | Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit |
| Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit | Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit |

**Źródło:** M. Trocki, *Metodyki zarządzania projektami*, Biblioteka Project Managera, Warszawa 2011, str. 35.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit.

## Algorytmy kwantowe

### Przegląd algorytmów

### Wybór algorytmu

#### Opis algorytmu przez analogię do klasyki

#### Formalizacja algorytmu

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.[[14]](#footnote-14) Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## Przegląd rynku kwantowego

### Infrastruktura ogólnodostępna

### Software (qiskit)

### Środowiska naukowe i dydaktyczne

### Wyścig państw

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

#### Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore. Duis aute non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id Est dsds sadsdsdsd sdsd sdsdsd sdsdsd sdsdf laborum:[[15]](#footnote-15)

Tabela 3. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit.

|  |  |
| --- | --- |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |
| Lorem ipsum dolor sit amet | Lorem ipsum dolor sit amet |

**Źródło:** A. Koszlajda, *Zarządzanie projektami IT*, Gliwice 2010, s.14-17.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

#### Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit

Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet przedstawia poniższy Rysunek 1.

Rysunek 1. Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet.



**Źródła:** J. Trąbka, *Zarządzanie projektem wdrożeniowym systemu klasy ERP – autorska metodyka*, materiał dostępny w wersji elektronicznej pod adresem internetowym: http://kkio2012.agh.edu.pl/presentations/KKIO2012-C1\_3.pdf.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

#### Onsectetur adipisicing eli

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum:[[16]](#footnote-16)

1. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit oorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit.
2. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit torem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit rorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit.
3. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit orem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit oorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit orem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt.

#### Aliquip ex ea commod

Lorem ipsum dolor sit amet, c consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua magna aliqua onsectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Utxcepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt.[[17]](#footnote-17) [[18]](#footnote-18)

**Podsumowanie**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

# Implementacja

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia.

## Dane

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt.

## Opis matematyczny

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim.

### Sformułowanie matematyczne a potem w QUBO

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

### Sformułowanie algorytmem kwantowym (obwód?)

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## Analiza porównawcza

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id.

#### 

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Rysunek 2. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur.

**Źródło:** Opracowanie własne.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est.

#### Abcc ccsscssc sdsdza

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

#### Kdsjdjs adsdfs dfsdfh

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia.[[19]](#footnote-19) [[20]](#footnote-20)

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

#### Loriem lori trinume trie

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariaturLorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariaturLorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

## Loriem loriem loriem loriem loriem loriem loriem loriem loriem

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

#### Duis duis duis duis

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.[[21]](#footnote-21) Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. [[22]](#footnote-22)

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariaturLorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Zakończenie

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

LITERATURA

**Książki**

1. Bradley K., *Podstawy metodyki PRINCE 2*, Warszawa 2002.
2. Bukowski M., *Korzyści z wdrożenia metodyki PRINCE2 w wybranej jednostce administracji publicznej*, op. naukowy dr inż. W. Dąbrowski, Warszawa, czerwiec 20.
3. Flasiński M., *Zarządzanie projektami informatycznymi,* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
4. Frączkowski K., *Zarządzanie projektem informatycznym. Projekty w środowisku wirtualnym. Czynniki sukcesu i niepowodzeń projektów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003, s.125-126.
5. Gunia G., *Implementacja zintegrowanych systemów informatycznych w małych i średnich przedsiębiorstwach*, „Zarządzanie Przedsiębiorstwem”, 2009.
6. Gunia G., *Wdrażanie zintegrowanych systemów informatycznych,* Wydawnictwo Fundacji Centrum Nowych Technologii, Bielsko Biała 2009.
7. Januszewski A., *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania. Tom 1*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
8. Kisielnicki J., *Zintegrowane systemy informatyczne, dobre praktyki wdrożeń systemów klasy ERP*, Wydawnictwo Naukowe PWN
9. Kisielnicki J., *Systemy informacyjne biznesu,* Placet, Warszawa 1999.
10. Koszlajda A.*, Zarządzanie projektami IT*, Gliwice 2010.
11. Lech P., Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP/ERP2. *Wykorzystanie w biznesie wdrażanie,* Difin, Warszawa 2003.
12. Miłosz M. (red.), *Wdrażanie i eksploatacja systemów informatycznych. Wybrane problemy,* Polskie Towarzystwo Informatyczne, Lublin 2002.
13. Office of Government Commerce, *Skuteczne zarządzanie projektami PRINCE2*, London: TSO, wydanie 2005.
14. Rokicka-Broniatowska A., *Wstęp do informatyki gospodarczej*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2006.
15. Stefanowicz B., *Informacyjne systemy zarządzania. Przewodnik,* Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2007.
16. Szyjewski Z., *Metodyki zarządzania projektami informatycznymi,* PLACET, Warszawa 2004.
17. Trocki M., *Metodyki zarządzania projektami*, Biblioteka Project Managera, Warszawa 2011.
18. Waćkowski K., Chmielewski J., *Wspomaganie zarządzania projektami informatycznymi. Poradnik dla menadżera*, Helion, Gliwice 2007.

**Artykuły i studia**

1. Dębowski L.,*ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICE’ 2006*, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 22
2. IE. 1991. Competition in manufacturing leads to MRP II. 23 (July) 10-13
3. WJ Hopp, ML Spearman Commissioned Paper To Pull or Not to Pull: What Is the Question, Manufacturing & Service Operations Management, 2004

**Strony internetowe**

1. Poksiński P., *PRINCE2*, materiał dostępny w wersji elektronicznej pod adresem internetowym: http://www.poksinski.com/pdf\_files/PRINCE2.pdf [18-09-2012]
2. *Słownik APICS*, http://www.apics.org/dictionary/dictionary-information?ID=2399 [4-01-2013]
3. Schmidt P., *PRINCE2 i techniki planowania*, materiał dostępny w wersji elektronicznej pod adresem internetowym: http://ww.4pm.pl/artykul/prince2\_i\_techniki\_planowania-56-1247.html [17-10-2012]
4. *Cloud Computing*, materiał zaczerpnięty ze strony internetowej: http://www.it.integro.pl/pl/aplikacje-w-chmurze-cloud-computing [4-01-2013]
5. Trąbka J., *Zarządzanie projektem wdrożeniowym systemu klasy ERP – autorska metodyka*, materiał dostępny w wersji elektronicznej pod adresem internetowym: http://kkio2012.agh.edu.pl/presentations/KKIO2012-C1\_3.pdf [10-11-2012]
6. *Skuteczne wdrożenia systemu ERP dzięki metodyce Microsoft Sure Step;* http://www.it.integro.pl/pl/metodyka-wdrozeniowa. [28-09-2012]
7. *Nasza metodyka na wdrożenie ERP w twojej firmie;* http://www.profidata.com.pl/erp/metodyka-pit-stop.html. [28-09-2012]
8. *Manifesto for Agile Software Development*; Cytat ze strony http://www.agilemanifesto.org/ [10-10-2012]
9. *Metodyka wdrożenia QlikView- Business Intelligence;* , http://www.businessintelligence.pl/pl/metodyka-wdrozenia. [28-09-2012]
10. *QlikView przełamuje bariery rynku – Business Intelligence;* http://www.businessintelligence.pl/pl/a/QlikView-przelamuje-bariery-rynku [11-10-2012]
11. *ERP- centrum wiedzy o systemach ERP na decyzje-IT.pl;* http://decyzje-it.pl/centrum-wiedzy/erp.html [10-10-2012]
12. *The history of Prince2- Project Smart*; http://www.projectsmart.co.uk/history-of-prince2.html [18-09-2012]
13. *Oracle- Hardware and Software, Enginnered to work together*; http://www.oracle.com/index.html [23-09-2012]
14. CRP for Oracle R12- Welcom to Oracle ERP http://www.oracleerp4u.com/2010/06/crp-for-oracle-r12.html [189-10-2012]
15. *Przykłady zastosowań technologii RFID w magazynach* http://rfid-lab.pl/przyklady-zastosowan-technologii-rfid-w-magazynach [07-01-2013]

Spis tabel

[Tabela 1. Lorem ipsum dolor sit amet 12](#_Toc355852181)

[Tabela 2. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit 13](#_Toc355852182)

Spis rysunków

[Rysunek 1. Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet 15](#_Toc355852186)

[Rysunek 2. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur 20](#_Toc355852187)

Streszczenie

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Summary

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

1. Richard P. Feynman, „Simulating Physics with Computers”, *International Journal of Theoretical Physics* 21, nr 6 (1 czerwiec 1982): 467–69, 476–77, https://doi.org/10.1007/BF02650179. [↑](#footnote-ref-1)
2. Paul Benioff, „The Computer as a Physical System: A Microscopic Quantum Mechanical Hamiltonian Model of Computers as Represented by Turing Machines”, *Journal of Statistical Physics* 22, nr 5 (maj 1980): 563–91, https://doi.org/10.1007/BF01011339. [↑](#footnote-ref-2)
3. Jack D. Hidary, „A Brief History of Quantum Computing”, *Quantum Computing: An Applied Approach*, 2019, 11–12, https://doi.org/10.1007/978-3-030-23922-0\_2. [↑](#footnote-ref-3)
4. Thomas G Wong, *Introduction to Classical and Quantum Computing*, 2022, 6–7. [↑](#footnote-ref-4)
5. Michael A. Nielsen i Isaac L. Chuang, „Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition”, Higher Education from Cambridge University Press (Cambridge University Press, 9 grudzień 2010), 13, https://doi.org/10.1017/CBO9780511976667. [↑](#footnote-ref-5)
6. Marius Nagy, „Quantum computation and quantum information”, *IJPEDS* 21 (1 luty 2006): 5, https://doi.org/10.1080/17445760500355678. [↑](#footnote-ref-6)
7. P. A. M. Dirac, „A New Notation for Quantum Mechanics”, *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* 35, nr 3 (lipiec 1939): 416–18, https://doi.org/10.1017/S0305004100021162. [↑](#footnote-ref-7)
8. Nielsen i Chuang, „Quantum Computation and Quantum Information”, 13. [↑](#footnote-ref-8)
9. A. Rokicka-Broniatowska, *Wstęp do informatyki gospodarczej*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2006, str. 431. [↑](#footnote-ref-9)
10. P. Lech *, Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP/ERP2.* *Wykorzystanie w biznesie wdrażanie,* Difin, Warszawa 2003, str. 12. [↑](#footnote-ref-10)
11. A. Januszewski, *Funkcjonalność informatycznych systemów zarządzania. Tom 1*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008, str. 180. [↑](#footnote-ref-11)
12. P. Lech *, Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP/ERP2.* *Wykorzystanie w biznesie wdrażanie,* Difin, Warszawa 2003, str. 9. [↑](#footnote-ref-12)
13. *Cloud Computing*, materiał zaczerpnięty ze strony internetowej: http://www.it.integro.pl/pl/aplikacje-w-chmurze-cloud-computing [4-01-2013]. [↑](#footnote-ref-13)
14. Zob. K. Frączkowski, *Zarządzanie projektem informatycznym. Projekty w środowisku wirtualnym. Czynniki sukcesu i niepowodzeń projektów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003, s.125-126. [↑](#footnote-ref-14)
15. M. Trocki, *Metodyki zarządzania projektami*, Biblioteka Project Managera, Warszawa 2011, str. 54-60 [↑](#footnote-ref-15)
16. *Skuteczne wdrożenia systemu ERP Sure Step;* http://www.it.integro.pl/. [28-09-2012]. [↑](#footnote-ref-16)
17. M. Trocki, *Metodyki zarządzania projektam, op. cit.*str. 189-196. [↑](#footnote-ref-17)
18. *QlikView przełamuje bariery rynku,* strona internetowa:http://www.businessintelligence.pl/pl/a/QlikView-przelamuje-bariery-rynku [11-10-2012]. [↑](#footnote-ref-18)
19. CRP for Oracle R12- Welcom to Oracle ERP http://www.oracleerp4u.com/2010/06/crp-for-oracle-r12.html [189-10-2012]. [↑](#footnote-ref-19)
20. Dokumenty Oracle dostarczone przez firmę wdrożeniową. [↑](#footnote-ref-20)
21. L. Dębowski,*ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICE’ 2006*, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 22. [↑](#footnote-ref-21)
22. *Przykłady zastosowań technologii RFID w magazynach* http://rfid-lab.pl/przyklady-zastosowan-technologii-rfid-w-magazynach [07-01-2013]. [↑](#footnote-ref-22)