POLITECHNIKA WROCŁAWSKA
WYDZIAŁ ELEKTRONIKI

KIERUNEK: INFORMATYKA
SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

PRACA DYPLOMOWA INŻYNIERSKA

Szablon pracy dyplomowej
inżynierskiej/magisterskiej, wersja 0.6

Engineering/master thesis template, version 0.6

AUTOR:
Imię Nazwisko

PROWADZĄCY PRACĘ:
tytuł, Imię Nazwisko, Jednostka

WROCŁAW, 2021

Opracował: Tomasz Kubik <tomasz.kubik@pwr.edu.pl>
Data: maj 2021

Streszczenie

Streszczenie w jzyku polskim powininno zmieci si na poowie strony (drug poow powinien zaj abstract w jzyku angielskim).

Lorem ipsum dolor sit amet eleifend et, congue arcu. Morbi tellus sit amet, massa. Vivamus est id risus. Sed sit amet, libero. Aenean ac ipsum. Mauris vel lectus.

Nam id nulla a adipiscing tortor, dictum ut, lobortis urna. Donec non dui. Cras tempus orci ipsum, molestie quis, lacinia varius nunc, rhoncus purus, consectetuer congue risus.

Słowa kluczowe: raz, dwa, trzy, cztery

Abstract

Streszczenie in Polish should fit on the half of the page (the other half should be covered by the abstract in English).

Lorem ipsum dolor sit amet eleifend et, congue arcu. Morbi tellus sit amet, massa. Vivamus est id risus. Sed sit amet, libero. Aenean ac ipsum. Mauris vel lectus.

Nam id nulla a adipiscing tortor, dictum ut, lobortis urna. Donec non dui. Cras tempus orci ipsum, molestie quis, lacinia varius nunc, rhoncus purus, consectetuer congue risus.

Keywords: one, two, three, four

Spis treści

Spis rysunków

Spis tabel

Spis listingów

Skrty

-

OGC (ang. *Open Geospatial Consortium*)
XML (ang. *eXtensible Markup Language*)
SOAP (ang. *Simple Object Access Protocol*)
WSDL (ang. *Web Services Description Language*)
UDDI (ang. *Universal Description Discovery and Integration*)
GIS (ang. *Geographical Information System*)
SDI (ang. *Spatial Data Infrastructure*)
ISO (ang. *International Standards Organization*)
WMS (ang. *Web Map Service*)
WFS (ang. *Web Feature Service*)
WPS (ang. *Web Processing Service*)
GML (ang. *Geography Markup Language*)
SRG (ang. *Seeded Region Growing*)
SOA (ang. *Service Oriented Architecture*)
IT (ang. *Information Technology*)

Rozdział 1

WstÄ™p

1.1. Geneza pracy

UsĹ‚ugi sieciowe, zarÄ…wno te dostÄ™pne publicznie jak i te realizowane dla celÄ…w prywatnych, peĹ‚niÄ… kluczowÄ… rolÄ™ w kontekĹ›cie funkcjonowania wspÄ…Ĺ‚czesnej sieci internetowej. Zapewne nikt z nas, nie jest w stanie wyobraziÄ‡ sobie ksztaĹ‚tu obecnego Internetu bez takich rozwiÄ…zaĹ„ sieciowych jak obsĹ‚uga poczty elektronicznej, realizacja transferu plikÄ…w, czy teĹ¼ przede wszystkim dostÄ™p do aplikacji oraz witryn internetowych. SzczegÄ…lnie w obrÄ™bie ostatniej spoĹ›rÄ…d wymienionych usĹ‚ug, na przestrzeni ostatnich lat zauwaĹ¼yÄ‡ moĹ¼na bardzo duĹ¼Ä… liczbÄ™ zmian dotyczÄ…cych sposobu ich definiowania oraz realizacji. Powodem pojawiania siÄ™ tych zmian, jest niewÄ…tpliwie koniecznoĹ›Ä‡ zachowania bÄ…dĹş teĹ¼ zwiÄ™kszenia poziomÄ…w wydajnoĹ›ci, niezawodnoĹ›ci oraz bezpieczeĹ„stwa oferowanych rozwiÄ…zaĹ„ uwzglÄ™dniajÄ…c coraz to wiÄ™kszy ruch sieciowy, generowany przez nieustannie zwiÄ™kszajÄ…cÄ… siÄ™ liczbÄ™ uĹ¼ytkownikÄ…w Internetu. Ponadto, od nowoczesnego systemu internetowego, wymaga siÄ™ coraz to wiÄ™kszego poziomu skalowalnoĹ›ci, a takĹ¼e pĹ‚ynnoĹ›ci dziaĹ‚ania.

Poparciem niniejszych sĹ‚Ä…w, moĹ¼e byÄ‡ treĹ›Ä‡ wydawanego w kilkuletnich odstÄ™pach czasu raportu firmy Cisco, dotyczÄ…cego przewidywaĹ„ oraz trendÄ…w sieciowych (tj. Cisco Annual Internet Report). Zgodnie z przedstawionymi w przytoczonym raporcie informacjami, a takĹ¼e porÄ…wnujÄ…c informacje te, z faktycznymi wartoĹ›ciami wskaĹşnikÄ…w dotyczÄ…cych ruchu w internecie, zaobserwowaÄ‡ moĹ¼emy niemalĹ¼e trzykrotny wzrost globalnego ruchu sieciowego na przestrzeni ostatnich piÄ™ciu lat. Ponadto, liczba klienckich urzÄ…dzeĹ„ sieciowych, wykorzystywanych w celu uzyskania dostÄ™pu do usĹ‚ug udostÄ™pnianych w Internecie, na przestrzeni analogicznego przedziaĹ‚u czasowego, zwiÄ™kszyĹ‚a siÄ™ z wartoĹ›ci 2,4 urzÄ…dzenia na osobÄ™, do poziomu niemalĹ¼e czterech hostÄ…w sieciowych przypadajÄ…cych na pojedynczego reprezentanta globalnej populacji.

NaleĹ¼y takĹ¼e zwrÄ…ciÄ‡ uwagÄ™, jakiego typu ruch sieciowy peĹ‚ni dominujÄ…cÄ… rolÄ™ w kontekĹ›cie dzisiejszego Internetu. Ponad 80% globalnego konsumenckiego ruchu internetowego stanowiÄ… dane dotyczÄ…ce usĹ‚ug wideo, okoĹ‚o dziesiÄ™ciu procent Ĺ›wiatowego ruchu obejmujÄ… pozostaĹ‚e treĹ›ci udostÄ™pniane w ramach aplikacji oraz witryn internetowych, a pozostaĹ‚e 10% to ruch generowany m.in. przez usĹ‚ugi transferu plikÄ…w, poczty elektronicznej, czy teĹ¼ gier online. Na podstawie tych informacji, zauwaĹ¼yÄ‡ moĹ¼na, Ĺ¼e ponad 90% caĹ‚oĹ›ci danych, przesyĹ‚anych w ramach globalnej sieci, musi byÄ‡ przetwarzanych przez aplikacje internetowe, bÄ…dĹş usĹ‚ugi sieciowe z nimi powiÄ…zane. Dlatego teĹ¼, zaawansowane witryny internetowe komunikujÄ…ce siÄ™ z usĹ‚ugami sieciowymi, zwane dziĹ› systemami internetowymi, tworzone sÄ… z wykorzysta-

niem coraz to bardziej udoskonalonych modeli architektonicznych, pozwalajÄ…cych na coraz to Ĺatwiejszą budowÄ™ i rozwÄłj rozwiÄ…zaĹ„ przystosowanych do potrzeb aktualnego ruchu sieciowego [**?**].

Jednym z pierwszych, a takĹĽe najbardziej podstawowych podejĹ›Ä‡ do projektowania i implementacji systemÄłw internetowych byĹ‚o wprowadzenie modelu architektury definiujÄ…cego aplikacje monolityczne. W modelu tym, uĹĽytkownik aplikacji, wykorzystujÄ…c oprogramowanie klienckie, ktÄłrym w tym przypadku jest przeglÄ…darka internetowa, wysyĹ‚aĹ‚ ĹĽÄ…danie uzyskania zasobu definiujÄ…c odpowiedni adres url (*(ang. Uniform Resource Locator)*). Ĺ»Ä…danie to, odwoĹ‚ywaĹ‚o siÄ™ bezpoĹ›rednio do fizycznego zasobu zlokalizowanego na serwerze, ktÄłry przed dostarczeniem do klienta byĹ‚ przetwarzany przez serwer w celu uzupeĹ‚nienia go danymi uzyskanymi z zewnÄ™trznych ĹşrÄłdeĹ‚ - m.in. z systemu bazodanowego. Odpowiednio przygotowana statyczna zawartoĹ›Ä‡ odpowiedzi serwera, przybierajÄ…ca postaÄ‡ pliku HTML (*ang. HyperText Markup Language*) byĹ‚a nastÄ™pnie przesyĹ‚ana bezpoĹ›rednio do przeglÄ…darki internetowej. PodejĹ›cie to, wyrÄłĹĽniaĹ‚o siÄ™ caĹ‚kowitym brakiem dynamiki dziaĹ‚ania systemu internetowego, ponieważ kaĹĽde zdarzenie wywoĹ‚ywane przez oprogramowanie klienta, wymagaĹ‚o zaadresowania i wygenerowania nowego ĹĽÄ…dania w kierunku serwera, ktÄłrego odpowiedziÄ… byĹ‚a nowa zawartoĹ›Ä‡ warstwy prezentacyjnej systemu.

W związku z zauważeniem pewnej regularnoĹ›ci dotyczÄ…cej funkcjonowania wiÄ™kszoĹ›ci systemÄłw internetowych, związanej z faktem niejednokrotnego generowania nieznacznie rÄłĹĽniÄ…cych siÄ™ od siebie odpowiedzi serwera, a takĹĽe w związku z rozwojem jÄ™zyka skryptowego JavaScript oraz technologii Flash, aplikacje w ramach architektury monolitycznej zaczÄ™Ĺ‚y uwzglÄ™dniaÄ‡ obsĹ‚ugÄ™ ĹĽÄ…daĹ„, zawierajÄ…cych przetworzone fragmenty warstwy prezentacyjnej. Ponadto, moĹĽliwa staĹ‚a siÄ™ dynamiczna podmiana okreĹ›lonych fragmentÄłw treĹ›ci, bez koniecznoĹ›ci ponownego pozyskiwania pozostaĹ‚ej zawartoĹ›ci widoku. Usprawnienie to, opierajÄ…ce siÄ™ na technice realizacji ĹĽÄ…daĹ„ asynchronicznych w ramach JavaScript (*ang. AJAX - Asynchronous JavaScript and XML*) pozwoliĹ‚o na poprawÄ™ wydajnoĹ›ci działania aplikacji internetowych przyczyniajÄ…c siÄ™ do zmniejszenia czÄ™stotliwoĹ›ci generowania zapytaĹ„, a takĹĽe redukcji rozmiaru pojedynczej odpowiedzi serwera. RozwiÄ…zanie to, nie wpĹ‚ywaĹ‚o jednakĹĽe bezpoĹ›rednio na strukturÄ™ systemu, ktÄłrej gĹ‚Ählnymi mankamentami byĹ‚y: pojedynczy centralny punkt przetwarzania ĹĽÄ…daĹ„, a takĹĽe brak separacji logiki działania systemu od warstwy prezentacyjnej.

NiedoskonaĹ‚oĹ›ci omÄłwionego powyĹĽej modelu zostaĹ‚y zniwelowane poprzez wprowadzenie architektury zorientowanej na serwisy (*ang. SOA - Service Oriented Architecture*). W podejĹ›ciu tym, dokonano separacji warstwy prezentacyjnej systemu, a takĹĽe wszystkich pozostaĹ‚ych funkcjonalnoĹ›ci dotyczÄ…cych logiki biznesowej oraz przetwarzania danych. ReuĹĽywalne oraz autonomiczne usĹ‚ugi sieciowe pozwalaĹ‚y na realizacjÄ™ okreĹ›lonych funkcji systemu, a sposÄłb komunikacji klienta z usĹ‚ugÄ…, jak i komunikacji pomiÄ™dzy poszczegÄłlnymi serwisami definiowany byĹ‚ przez standaryzowane kontrakty. Zdefiniowanie architektury zorientowanej na serwisy umoĹĽliwiĹ‚o budowÄ™ skalowalnych systemÄłw internetowych, ktÄłrych poszczegÄłlne czÄ™Ĺ›ci mogĹ‚y byÄ‡ realizowane w dowolnej technologii, a implementacja nowej funkcjonalnoĹ›ci nie wymagaĹ‚a przebudowy pozostaĹ‚ych komponentÄłw. RozwiÄ…zanie to, wprowadzaĹ‚o jednak dodatkowy narzut dla kaĹĽdej z przesyĹ‚anych wiadomoĹ›ci, wynikajÄ…cy ze Ĺ›ciĹ›le okreĹ›lonej struktury ĹĽÄ…dania, tworzonej z wykorzystaniem jÄ™zyka XML (*ang. Extensible Markup Language*). Ponadto, wraz ze wzrostem poziomu zaawansowania systemu internetowego, autonomicznoĹ›Ä‡ oraz reuĹĽywalnoĹ›Ä‡ poszczegÄłlnych komponentÄłw malaĹ‚a ze względu na powstawanie specyficznych dla okreĹ›lonego rozwiÄ…zania zaleĹĽnoĹ›ci [**?**].

W zwiÄ…zku z coraz to wiÄ™kszymi wymaganiami dotyczÄ…cymi aplikacji internetowych, dominujÄ…ca Ăławcześ›nie architektura rozproszonych usĹ‚ug sieciowych zastÄ…piona zostaĹ‚a poprzez model uwzglÄ™dniajÄ…cy warstwÄ™ klienckÄ… oraz interfejs programowania aplikacji (*ang. Application Programming Interface*). W przypadku nowoczesnych systemĂłw internetowych, oba z tych komponentĂłw budowane sÄ… w oparciu o architekturÄ™ n-warstwowÄ… (*ang. N-Tier Architecture Application*). W ramach niniejszego modelu, klient wysyĹ‚a ĹĽÄ…danie do interfejsu API, ktĂłry na poczÄ…tku przetwarza jego treś›Ä‡, a nastÄ™pnie wywoĹ‚uje usĹ‚ugÄ™ utworzonÄ… w celu realizacji okreś›lonego zadania. Celem serwisu jest przetworzenie logiki biznesowej dla danej funkcjonalnoś›ci, a takĹĽe odwoĹ‚anie siÄ™ do usĹ‚ug dostÄ™pu do danych w celu ich uzyskania z zewnÄ™trznego ĹşrĂłdĹ‚a informacji. Odpowiednio przygotowana odpowiedĹş jest nastÄ™pnie przekazywana do warstwy obsĹ‚ugi ĹĽÄ…dania, ktĂłra zwraca jÄ… okreś›lonemu klientowi. W przeciwieĹ„stwie do pierwszego z przytoczonych modeli, odpowiedziÄ… API nie jest dokument HTML, a jedynie dane dotyczÄ…ce zasobu, ktĂłre chce uzyskaÄ‡ klient. Sam zasĂłb natomiast, nie jest elementem warstwy prezentacji systemu a zbiorem danych lub typem operacji, ktĂłre moĹĽna na tym zbiorze wykonaÄ‡. UpraszczajÄ…c, stwierdziÄ‡ moĹĽna, ĹĽe API peĹ‚ni rolÄ™ poś›rednika pomiÄ™dzy warstwÄ… prezentacji a zbiorem danych oraz operacji ich przetwarzania, a takĹĽe dostarczania. PoszczegĂłlne usĹ‚ugi realizujÄ…ce logikÄ™ biznesowÄ… aplikacji zawarte sÄ… bezpoś›rednio wewnÄ…trz API, co nie oznacza jednakĹĽe, ĹĽe nie mogÄ… odwoĹ‚ywaÄ‡ siÄ™ do serwisĂłw zewnÄ™trznych. Takie podejś›cie do budowania systemĂłw internetowych zapewnia zarĂłwno skalowalnoś›Ä‡ poszczegĂłlnych aplikacji wchodzÄ…cych w skĹ‚ad systemu, jak i rozwiÄ…zuje problemy architektury SOA zwiÄ…zane z zaleĹĽnoś›ciami wystÄ™pujÄ…cymi pomiÄ™dzy usĹ‚ugami. Dlatego teĹĽ, architektura ta jest powszechnie wykorzystywana w celu budowy i zarzÄ…dzania nowoczesnymi oraz zaawansowanymi systemami internetowymi [**?**].

ZarĂłwno zdecentralizowana architektura zorientowana na serwisy, jak i centralna architektura oparta o interfejs programowania aplikacji, w przeciwieĹ„stwie do architektury monolitycznej, dostarcza zdecydowanie wiÄ™cej moĹĽliwoś›ci zwiÄ…zanych z ewaluacjÄ… dziaĹ‚ania poszczegĂłlnych komponentĂłw systemu. DziÄ™ki powstaniu ostatnich dwĂłch, spoś›rĂłd trzech przedstawionych modeli architektonicznych, moĹĽliwe jest nie tylko zbudowanie efektywnie dziaĹ‚ającej aplikacji internetowej, ale takĹĽe ciÄ…gĹ‚a ocena poprawnoś›ci implementacji jej komponentĂłw, w celu ustawicznego doskonalenia caĹ‚ego systemu.

Niniejsza praca, traktowaÄ‡ bÄ™dzie o ewaluacji efektywnoś›ci dziaĹ‚ania interfejsĂłw programowania aplikacji, w kontekś›cie jednych z dwĂłch najpopularniejszych ś›rodowisk rozwoju oraz uruchamiania api. Ponadto, porĂłwnane zostanÄ… parametry wydajnoś›ciowe w kontekś›cie okreś›lonych przypadkĂłw uĹĽycia interfejsu API, bÄ™dÄ…cego niezbÄ™dnÄ… czÄ™ś›ciÄ… powszechnie wykorzystywanej architektury systemĂłw internetowych.

1.2. Cel i zakres pracy

Celem pracy jest porĂłwnanie wydajnoś›ci dziaĹ‚ania interfejsĂłw programowania aplikacji, tworzonych z wykorzystaniem jÄ™zykĂłw programowania C# oraz JavaScript. Interfejsy, wykonywane sÄ… w dwĂłch rĂłĹĽnych ś›rodowiskach uruchomieniowych. Dla jÄ™zyka C#, ś›rodowiskiem tym jest platforma .NET, natomiast dla jÄ™zyka JavaScript â€“ platforma NodeJS. Analiza porĂłwnawcza, obejmuje zarĂłwno aspekty dotyczÄ…ce efektywnoś›ci dziaĹ‚ania samego interfejsu programowania aplikacji, jaki i elementĂłw wchodzÄ…cych w skĹ‚ad tworzonego systemu. Wś›rĂłd omawianych rozwiÄ…zaĹ„ wyrĂłĹĽniÄ‡ naleĹĽy

mappery obiektowo-relacyjne, systemy bazodanowe, czy teĹĽ mechanizmy zarzÄ…dzania pamiÄ™ciÄ… podrÄ™cznÄ…. NiektÄłre spoĹ›rÄłd wymienionych moduĹ,Ä‡w stanowiÄ… integralnÄ… czÄ™Ĺ›Ä‡ API, natomiast pozostaĹ,e sĹ,uĹĽÄ… do rozszerzenia jego funkcjonalnoĹ›ci.

Zakres pracy obejmuje: przeglÄ…d literaturowy, implementacjÄ™ Ĺ›rodowiska badawczego, realizacjÄ™ badaĹ„ oraz opracowanie wynikÄłw. PrzeglÄ…d literatury tyczy siÄ™ aspektÄłw zwiÄ…zanych ze strukturÄ… i zasadÄ… dziaĹ,ania interfejsÄłw programowania aplikacji, a takĹĽe kwestii dotyczÄ…cych wykonywania pomiarÄłw wydajnoĹ›ci dla poszczegÄłlnych operacji sieciowych. Operacje sieciowe, realizowane sÄ… w ramach obsĹ,ugi ĹĽÄ…dania przez API. Etap implementacji Ĺ›rodowisk badawczych skĹ,ada siÄ™ z budowy interfejsÄłw w oparciu o porÄłwnywane Ĺ›rodowiska rozwoju i uruchamiania aplikacji, a takĹĽe konfiguracji platformy lokalnej oraz platform chmurowych, pozwalajÄ…cych na przeprowadzanie analizy dziaĹ,ania systemÄłw. Realizacja badaĹ„ przeprowadzona zostaĹ,a pod kÄ…tem pomiaru czasu odpowiedzi na ĹĽÄ…dania uĹĽytkownika koĹ„cowego biorÄ…c pod uwagÄ™ aspekty: wywoĹ,ania serii ĹĽÄ…daĹ„ obsĹ,ugi wspÄłĹ,bieĹĽnoĹ›ci procesÄłw, dostÄ™pnoĹ›ci zasobÄłw platformy hostingowej, a takĹĽe moĹĽliwoĹ›ci oferowanych przez mappery obiektowo-relacyjne oraz systemy bazodanowe. Celem etapu opracowania wynikÄłw jest przedstawienie, wizualizacja oraz analiza rÄłĹĽnic wartoĹ›ci czasÄłw odpowiedzi interfesjÄłw API na poszczegÄłlne ĹĽÄ…dania, w odniesieniu do przeprowadzonych badaĹ„. Zastosowanymi kryteriami oceny podczas przeprowadzanej analizy jest czas odpowiedzi interfejsu programowania aplikacji dla wygenerowanego ĹĽÄ…dania, a takĹĽe maksymalna liczba ĹĽÄ…daĹ„ jakie jest w stanie obsĹ,uĹĽyÄ‡ okreĹ›lone API. Przedstawione kryteria, uwzglÄ™dniane zostaĹ,y w odniesieniu do wykorzystywanego Ĺ›rodowiska uruchomieniowego oraz technologii implementacyjnej. Przeprowadzone badania, majÄ… sĹ,uĹĽyÄ‡ wskazaniu zarÄłwno pozytywnych aspektÄłw, jak i problemÄłw dotyczÄ…cych wydajnoĹ›ci dziaĹ,ania aplikacji tworzonych z wykorzystaniem porÄłwnywanych technologii. Ponadto, celem jest takĹĽe przedstawienie moĹĽliwoĹ›ci zwiÄ™kszenia efektywnoĹ›ci implementowanych interfejsÄłw programowania aplikacji.

1.3. Struktura pracy

Niniejsza praca, podzielona zostaĹ,a na szeĹ›Ä‡ rozdziaĹ,Ä‡w.

Pierwszy z nich, napisany zostaĹ, w celu zobrazowania dziedziny rozwaĹĽanego problemu, a takĹĽe podkreĹ›lenia jego wagi w kontekĹ›cie zagadnienia usĹ,ug sieciowych. Ponadto, w rozdziale tym zdefiniowano cel popeĹ,nionej pracy oraz przedstawiono zakres czynnoĹ›ci realizowanych w ramach przeprowadzonych badaĹ„.

W rozdziale drugim dokonano wprowadzenia teoretycznego do tematyki interfejsÄłw programowania aplikacji oraz testowania usĹ,ug sieciowych. Wprowadzenie to, w odniesieniu do interfejsÄłw API dotyczy zarÄłwno struktury i zasady dziaĹ,ania omawianej usĹ,ugi sieciowej, jak i sposobu realizacji poĹ,Ä…czeĹ„ tej usĹ,ugi z zewnÄ™trznymi Ĺşrÿdeĺ,ami danych. W ramach wprowadzenia do tematyki testowania usĹ,ug sieciowych wyjaĹ›niono fundamentalne pojÄ™cia teorii testowania oraz omÄłwiono dostÄ™pne modele realizacji testÄłw. Co wiÄ™cej, nakreĹ›lono strategiÄ™ wykonywania pomiarÄłw wydajnoĹ›ci w kontekĹ›cie usĹ,ug pracujÄ…cych w sieciach komputerowych. W niniejszym rozdziale, zawarto rÄłwnieĹĽ przeglÄ…d pozycji literaturowych, pomocnych w trakcie realizacji badaĹ„, a takĹĽe przeglÄ…d technologii informatycznych, zastosowanych w procesie implementacji Ĺ›rodowiska badawczego oraz wykonania pomiarÄłw.

W ramach trzeciego z rozdziaĹ,ĂŁw, zdefiniowano i omĂŁwiono kaĹĽdy z aspektĂŁw rozwaĹĽanego problemu badawczego. DziÄ™ki temu, moĹĽliwe staĹ,o siÄ™ sformuĹ,owanie zbioru rozwaĹĽanych scenariuszy badawczych.

W celu realizacji badaĹ„, opartych o zdefiniowane w rozdziale trzecim scenariusze badawcze, naleĹĽy zaprojektowaÄ‡ oraz zaimplementowaÄ‡ odpowiednio dostosowane Ĺ›rodowisko badaĹ„. PoszczegĂŁlne kroki realizacji tego Ĺ›rodowiska, zarĂŁwno te, dotyczÄ…ce jego fizycznej struktury, jak i te, ktĂŁre tyczÄ… siÄ™ implementacji interfejsĂŁw programowania aplikacji, opisane zostaĹ,y w rozdziale czwartym niniejszej pracy.

PiÄ…ty z rozdziaĹ,ĂŁw, ma na celu przedstawienie rezultatĂŁw wynikajÄ…cych z przeprowadzonych prac naukowych. Rezultaty te, w obrÄ™bie niniejszego rozdziaĹ,u zostaĹ,y zgrupowane wzglÄ™dem zdefiniowanych uprzednio scenariuszy badawczych, realizowanych w odpowiednio przystosowanym Ĺ›rodowisku. Ponadto, dla uzyskanych wartoĹ›ci pomiarowych, dotyczÄ…cych kryteriĂŁw poszczegĂłlnych badaĹ„, wykonano testy parametryczne, dziÄ™ki ktĂłrym moĹĽliwa jest ocena istotnoĹ›ci statystycznej zaobserwowanych rĂłĹĽnic wynikowych. Co wiÄ™cej, wyniki kaĹĽdego z realizowanych scenariuszy badawczych poddane zostaĹ,y krytycznej analizie.

Ostatni z rozdziaĹ,ĂŁw peĹ,ni rolÄ™ podsumowania. Autor przedstawia w nim uzyskane efekty wykonanej pracy, a takĹĽe nakreĹ›la moĹĽliwoĹ›ci zwiÄ…zane z dalszym rozwojem badaĹ„.

Rozdział 2

Wprowadzenie teoretyczne

2.1. Wykorzystywane terminy

W niniejszej pracy, posŁ,uŁŽono siÄ™ terminologiÄ… dystynktywnÄ… z punktu widzenia realizacji, rozwoju oraz ewaluacji usŁ,ug sieciowych. Najbardziej istotne spoŁ›rĂłd wykorzystywanych terminĂłw wymieniono poniŁŽej. Dla kaŁŽdego z pojÄ™Ä‡, przedstawiono obcojÄ™zyczne tŁ,umaczenie, a takŁŽe zdefiniowano spĂłjny oraz zwiÄ™zŁ,y opis.

UsŁ,uga sieciowa

Web Service

Rodzaj systemu informatycznego cechujÄ…cego siÄ™ permanentnym wykonywaniem zdefiniowanych funkcji, tuŁŽ po uzyskaniu ŁŽÄ…dania. Ł»Ä…danie to, przybiera postaÄ‡ danych, przekazanych w ramach systematycznej struktury. SposĂłb dostarczenia ŁŽÄ…dania, jego format, a takŁŽe metoda odpowiedzi na ŁŽÄ…danie, definiowane sÄ… poprzez protokĂłŁ, sieciowy z ktĂłrego korzysta dana usŁ,uga.

Interfejs Programowania Aplikacji (API) - OPIS Z INŁ».

Application Programming Interface

ZbiĂłr zasad oraz procedur determinujÄ…cy sposĂłb komunikacji pomiÄ™dzy wieloma aplikacjami. Aplikacjami tymi mogÄ… byÄ‡ zarĂłwno programy klienckie (np. strona webowa), jak i serwery danych.

API wykonane w technologii REST - OPIS Z INŁ».

RESTful API

Interfejs programowania aplikacji opierajÄ…cy swojÄ… budowÄ™ oraz sposĂłb funkcjonowania o zbiĂłr ustalonych reguŁ,. ReguŁ,y te, dotyczÄ… miÄ™dzy innymi: struktury ŁŽÄ…daŁ„ wysyŁ,anych od klienta do serwera, budowy zasobu odpowiedzi serwera, a takŁŽe kodĂłw statusĂłw zwracanych z chwilÄ… odpowiedzi w zaleŁŽnoŁ›ci od wykonanej akcji.

Kontroler - OPIS Z INĹ».

Controller

Klasa, ktĂłrej zadaniem jest obsĹ‚uĹĽenie ĹĽÄ… dania aplikacji klienckiej, weryfikacja jego poprawnoĹ›ci, a nastÄ™pnie wywoĹ‚anie kodu logiki biznesowej w ramach struktur serwisĂłw. Po otrzymaniu rezultatu obliczeĹ„ z warstwy logiki biznesowej, odpowiedzialnoĹ›ciÄ… metody kontrolera jest zwrĂłcenie przetworzonego zasobu do systemu klienta.

Serwis - OPIS Z INĹ».

Service

Klasa, zawierajÄ…ca metody odpowiedzialne za realizacjÄ™ logiki biznesowej w ramach interfejsu programowania aplikacji. Obiekt tej struktury danych, wywoĹ‚ywany jest bezpoĹ›rednio przed metody klas kontrolerĂłw.

Repozytorium - OPIS Z INĹ».

Repository

Struktura danych, wykorzystywana do komunikacji interfejsu API z serwerem bazodanowym. Metody, w ramach klas repozytoriĂłw, operujÄ… na modelu danych, przechowywanym w ramach API, a nastÄ™pnie, odwzorowujÄ… ten model za pomocÄ… narzÄ™dzia ORM, na fizycznÄ… zawartoĹ›Ä‡ bazodanowÄ….

Mapper obiektowo-relacyjny (ORM)

Object-relational mapper (ORM)

Oprogramowanie, ktĂłrego gĹ‚Ăłwnym zadaniem jest konwersja struktury klas modelu danych do fizycznej organizacji tabel w ramach systemu bazodanowego. Ponadto, mapper obiektowo-relacyjny dostarcza zbiĂłr wĹ‚aĹ›ciwoĹ›ci oraz metod stanowiÄ…cych fasadÄ™ dla niskopoziomowych procedur dostÄ™pu do bazy danych, a takĹĽe modyfikacji danych w niej zawartych.

PamiÄ™Ä‡ podrÄ™czna

Cache

Wydzielony fragment pamiÄ™ci cechujÄ…cy siÄ™ szybkim czasem dostÄ™pu, wysokÄ… przepustowoĹ›ciÄ… transmisji, a takĹĽe ograniczonym okresem trwaĹ‚ego przechowywania danych. PamiÄ™Ä‡ ta, w kontekĹ›cie webowego interfejsu programowania aplikacji, wykorzystywana jest w celu przechowywania wynikĂłw czÄ™sto realizowanych operacji, a takĹĽe magazynowania uprzednio dostarczonych do klienta fragmentĂłw odpowiedzi na ĹĽÄ…dania.

WielowÄ…tkowoĹ›Ä‡ - OPIS Z INĹ».

Multithreading

Technika programowania, zakĹ‚adajÄ…ca wykorzystanie wielu odrÄ™bnie wykonywanych procesĂłw w ramach jednej aplikacji. W przypadku interfejsu API implementujÄ…cego tÄ™ technikÄ™, kaĹĽdy z punktĂłw koĹ„cowych stanowi osobny wÄ…tek, bÄ™dÄ…cy czÄ™Ĺ›ciÄ… skĹ‚adowÄ… pojedynczego procesu. DziÄ™ki temu, aplikacja jest dostÄ™pna, niezaleĹĽnie od wywoĹ‚anych, niekiedy dĹ‚ugo trwajÄ…cych zadaĹ„.

Algorytm metaheurystyczny

Metaheuristic algorithm

Technika projektowania algorytmĂłw nie zapewniajÄ…cych gwarancji uzyskania optimum dla rozwaĹŁanego problemu, jednakĹŁe pozwalajÄ…ca na zbudowanie systemu, dostarczajÄ…cego rozwiÄ…zanie zĹ‚oĹŁonego zagadnienia w akceptowalnym czasie, a takĹŁe uzyskiwanego przy wykorzystaniu akceptowalnej iloĹ›ci zasobĂłw sprzÄ™towych. Algorytm metaheurystyczny, poza konwencjonalnymi reguĹ‚ami stosowanymi w ramach standardowych wzorcĂłw programowania, implementuje reguĹ‚y rozwiÄ…zywania problemĂłw oparte na losowoĹ›ci, bÄ…dĹş teĹŁ wywnioskowane na podstawie zjawisk fizycznych.

Punkt koĹ„cowy usĹ‚ugi sieci Web - OPIS Z INĹ».

Endpoint

Metoda klasy kontrolera, uruchamiana w momencie okreĹ›lenia ĹŁÄ…dania klienta. Do kaĹŁdego z punktĂłw koĹ„cowych, przypisany jest adres wywoĹ‚ania, zbiĂłr wymaganych parametrĂłw, a takĹŁe obsĹ‚ugiwany typ metody protokoĹ‚u hipertekstowego. DziÄ™ki temu, bazujÄ…c na strukturze otrzymanego ĹŁÄ…dania, interfejs API jest w stanie stwierdziÄ‡ ktĂłry z punktĂłw koĹ„cowych powinien zostaÄ‡ wywoĹ‚any.

Ĺ»Ä…danie realizowane w ramach usĹ‚ugi protokoĹ‚u hipertekstowego

HTTP Request

Struktura danych, wysyĹ‚ana od aplikacji klienckiej (tj. aplikacji internetowej, przeglÄ…darki, czy teĹŁ programu klienta HTTP) w kierunku usĹ‚ugi sieciowej. Ĺ»Ä…danie protokoĹ‚u hipertekstowego charakteryzuje siÄ™ jednoznacznie zdefiniowanÄ… strukturÄ…, uwzglÄ™dniajÄ…cÄ… m.in. unikalny identyfikator zasobu, listÄ™ zdefiniowanych nagĹ‚ĂłwkĂłw, ciaĹ‚o ĹŁÄ…dania oraz jednÄ… z dziewiÄ™ciu dopuszczalnych metod HTTP.

OdpowiedĹş usĹ‚ugi protokoĹ‚u hipertekstowego

HTTP Response

Struktura danych, wysyĹ‚ana przez usĹ‚ugÄ™ sieciowÄ… w kierunku aplikacji klienckiej. OdpowiedĹş HTTP, ma na celu poinformowanie klienta serwisu webowego o statusie realizacji, wysĹ‚anego przez niego uprzednio ĹŁÄ…dania. Podstawowymi elementami odpowiedzi usĹ‚ugi protokoĹ‚u hipertekstowego sÄ…: ciaĹ‚o odpowiedzi (zdefiniowane najczÄ™Ĺ›ciej z wykorzystaniem notacji JSON lub jÄ™zyka XML), kod odpowiedzi (liczba determinujÄ…ca stan wykonania ĹŁÄ…dania), a takĹŁe zbiĂłr informacji nagĹ‚Ăłwkowych dotyczÄ…cych typu danych zawartych w odpowiedzi, czy teĹŁ fizycznych informacji o serwerze usĹ‚ugi sieciowej.

Kod odpowiedzi usĹ‚ugi protokoĹ‚u hipertekstowego

HTTP Response Code

Liczba determinujÄ…ca status realizacji ĹŁÄ…dania wysĹ‚anego przez aplikacjÄ™ klienckÄ…. Kod odpowiedzi stanowi jednÄ… z wymaganych skĹ‚adowych dotyczÄ…cych standardowego rezultatu zwracanego w ramach usĹ‚ugi opartej o protokĂłĹ‚, hipertekstowy.

WyrĂłĹĽniÄ‡ moĹĽemy piÄ™Ä‡ kategorii kodĂłw odpowiedzi, niosÄ…cych ze sobÄ… odmiennÄ… informacje. Kategoriami tymi sÄ…: kody informacyjnej odpowiedzi (100-199), kody poprawnej odpowiedzi (200-299), kody wiadomoĹ›ci o przekierowaniu (300-399), kody bĹ‚Ä™du aplikacji klienckiej (400-499), oraz kody bĹ‚Ä™du aplikacji serwerowej (500-599).

Czas odpowiedzi usĹ‚ugi protokoĹ‚u hipertekstowego

HTTP Response Time

WyraĹĽony w milisekundach, przedziaĹ‚ czasu od momentu otrzymania ĹĽÄ…dania wygenerowanego przez aplikacjÄ™ klienckÄ…, do chwili zwrĂłcenia rezultatu wykonywanych przez usĹ‚ugÄ™ sieciowÄ… obliczeĹ„. Liczba ta, stanowi jednÄ… z wartoĹ›ci pomiarowych, w kontekĹ›cie efektywnoĹ›ci dziaĹ‚ania interfejsu programowania aplikacji.

Obiektowa notacja JavaScript (JSON) - OPIS Z INĹ».

JavaScript Object Notation

NiezaleĹĽny od jÄ™zyka programowania format prezentacji, definicji oraz wymiany danych w formie obiektĂłw. Powszechnie stosowany jako sposĂłb generowania ciaĹ‚a ĹĽÄ…dania wysyĹ‚anego do interfejsu API, a takĹĽe odpowiedzi od niego uzyskiwanej.

Testy wzorcowe

Benchmark

Rodzaj ewaluacji oprogramowania, ktĂłrej zadaniem jest okreĹ›lenie referencyjnego poziomu wydajnoĹ›ci dla testowanego systemu. Metryki, uzyskane w ramach testĂłw wzorcowych, mogÄ… zostaÄ‡ wykorzystane jako wartoĹ›ci ograniczeĹ„, wzglÄ™dem testĂłw obciÄ…ĹĽeniowych oraz przeciÄ…ĹĽeniowych.

Testy dymne

Smoke testing

Metoda testowania oprogramowania, ktĂłrej celem jest sprawdzenie poprawnoĹ›ci funkcjonowania poszczegĂłlnych elementĂłw systemu. Testy dymne, wykonywane sÄ… przed testami wydajnoĹ›ciowymi, po to aby upewniÄ‡ siÄ™ co do braku bĹ‚Ä™dĂłw implementacyjnych w ramach analizowanego oprogramowania.

Testy wydajnoĹ›ci podstawowej

Baseline performance testing

Metoda ewaluacji oprogramowania, pozwalajÄ…ca na weryfikacjÄ™ dziaĹ‚ania systemu w warunkach analogicznych do realiĂłw standardowego dziaĹ‚ania. Na podstawie testĂłw wydajnoĹ›ci podstawowej, okreĹ›liÄ‡ moĹĽna wartoĹ›ci metryk, ktĂłre bÄ™dÄ… miaĹ‚y zastosowanie jako punkt odniesienia dla kolejnych rodzajĂłw testĂłw. Ponadto, wykorzystujÄ…c standard pomiaru wydajnoĹ›ci aplikacji internetowych (taki jak np. APDEX), wartoĹ›ci uzyskane w ramach ewaluacji podstawowych, mogÄ… posĹ‚uĹĽyÄ‡ w celu okreĹ›lenia punktĂłw satysfakcji, tolerancji oraz frustracji.

Testy obciÄ…Ĺľeniowe

Load testing

Rodzaj testĂłw, ktĂłre majÄ… na celu okreĹ›lenie maksymalnego poziomu natÄ™Ĺťenia operacji, jakie mogÄ… byÄ‡ generowane w kierunku oprogramowania. W kontekĹ›cie niniejszej pracy, operacjami tymi sÄ… Ĺťądania wysyĹ‚ane do interfejsu programowania aplikacji. Kluczowym aspektem testu obciÄ…Ĺťeniowego jest zdefiniowanie progu obciÄ…Ĺťenia aplikacji, powyĹźej ktĂłrego system jest nie w stanie generowaÄ‡ poprawnych odpowiedzi w akceptowalnym czasie.

Testy przeciÄ…Ĺťeniowe

Stress testing

Metoda ewaluacji oprogramowania, w ramach ktĂłrej natÄ™Ĺťenie operacji generowanych w kierunku testowanego oprogramowania zwiÄ™kszone jest ponad ustalony prĂłg tolerancji. Celem testu przeciÄ…Ĺťeniowego jest obserwacja sposobu dziaĹ‚ania systemu, w momencie, w ktĂłrym nie jest on w stanie przetwarzaÄ‡ otrzymywanych Ĺťądań, w sposĂłb poprawny.

Asercja

Assertion

WyraĹźenie typu prawda/faĹ‚sz, zdefiniowane w dowolnym miejscu programu, ktĂłre przyjmuje wartoĹ›Ä‡ prawdziwÄ… w momencie speĹ‚nienia hipotezy zawartej w ramach okreĹ›lonego przypadku testowego. Praktyczne podejĹ›cie do procesu testowania funkcjonalnoĹ›ci oprogramowania, sprowadza siÄ™ do definiowania hipotez oraz ciÄ…gĂłw operacji w kontekĹ›cie przypadkĂłw testowych, a nastÄ™pnie weryfikacji tych hipotez z wykorzystaniem asercji.

2.2. Interfejsy programowania aplikacji

Webowy interfejs programowania aplikacji to usĹ‚uga sieciowa, ktĂłrej celem jest realizacja zadaĹ„, zleconych przez oprogramowanie klienta. Zadania te, dotyczÄ… operacji wykonywanych w kontekĹ›cie okreĹ›lonych zasobĂłw. WyrĂłĹťniÄ‡ moĹźemy operacje zwane zapytaniami (tj. dotyczÄ…ce pozyskiwania danych z ich ĹşrĂłdeĹ‚), a takĹźe komendami (tj. zwiÄ…zane z wykonywaniem operacji na danych).

Interfejsy API, budowane sÄ… z wykorzystaniem protokoĹ‚u HTTP, dlatego teĹź w ich kontekĹ›cie moĹźemy mĂłwiÄ‡ o komunikacji bezstanowej definiujÄ…cej pojÄ™cia Ĺťądania oraz odpowiedzi. W zwiÄ…zku z charakterystykÄ… protokoĹ‚u hipertekstowego, zarĂłwno Ĺťądanie jak i odpowiedĹş cechuje siÄ™ regularnÄ… strukturÄ… zawierajÄ…cÄ… predefiniowane elementy.

Ĺ»Ä…danie protokoĹ‚u http wysyĹ‚ane jest od aplikacji klienta do interfejsu API. PodstawowÄ… skĹ‚adowÄ… tego polecenia stanowi unikalny identyfikator zasobu URI (*ang. Uniform Resource Identifier*), na podstawie ktĂłrego moĹźliwe jest okreĹ›lenie fragmentu dziedziny obsĹ‚ugiwanego modelu danych. Informacja ta jednak, nie jest wystarczającą w kontekĹ›cie realizacji jednej z funkcjonalnoĹ›ci, zdefiniowanych w ramach API. Ĺ»Ä…danie klienta, musi zostaÄ‡ uzupeĹ‚nione o jednÄ… z dziewiÄ™ciu ustalonych metod http, obsĹ‚ugiwanÄ… wersjÄ™ protokoĹ‚u, a takĹźe zbiĂłr linii nagĹ‚Ăłwkowych. Opcjonalnie, informacja wysyĹ‚ana w kierunku interfejsu, moĹźe zostaÄ‡ wzbogacona o zawartoĹ›Ä‡

tekstowÄ… okreĹ›lanÄ… ciaĹ‚em ĹĽÄ…dania (*ang. Request body*). Taki zbiÄ…r informacji, pozwala na jednoznacznÄ… identyfikacje fragmentu kodu programu, ktÄ…ry ma zostaÄ‡ wykonany wewnÄ…trz interfejsu programowania aplikacji. W tabelach **??** oraz **??** przedstawiono kolejno listÄ™ zdefiniowanych metod protokoĹ‚u hipertekstowego wraz z wyjaĹ›nieniem ich przeznaczenia, a takĹĽe zbiÄ…r najczÄ™Ĺ›ciej wykorzystywanych linii nagĹ‚Ă³wkowych, w kontekĹ›cie realizacji ĹĽÄ…daĹ„.

Tab. 2.1: ZbiÄ…r dozwolonych metod protokoĹ‚u hipertekstowego

Nazwa metody	Opis
GET	Pozyskanie danych dotyczÄ…cych pojedynczej instancji okreĹ›lonego zasobu lub grupy instancji z opcjonalnym uwzglÄ™dnieniem warunkÄ…w kwalifikacji poszczegÄ…lnej instancji do grupy.
POST	Definiowanie nowej instancji dotyczÄ…cej okreĹ›lonego typu zasobu. Przy zastosowaniu metody POST, wymagane jest zdefiniowanie ciaĹ‚a ĹĽÄ…dania, jako czÄ™Ĺ›ci skĹ‚adowej generowanej instrukcji.
PUT	Aktualizacja peĹ‚ni zawartoĹ›ci instancji wystÄ™pujÄ…cej w ramach odwoĹ‚ania siÄ™ do okreĹ›lonego zasobu. Przy zastosowaniu metody PUT, wymagane jest zdefiniowanie ciaĹ‚a ĹĽÄ…dania, jako czÄ™Ĺ›ci skĹ‚adowej generowanej instrukcji.
DELETE	UsuniÄ™cie istniejÄ…cej instancji dotyczÄ…cej okreĹ›lonego typu zasobu.
PATCH	Aktualizacja fragmentu zawartoĹ›ci instancji wystÄ™pujÄ…cej w ramach odwoĹ‚ania siÄ™ do okreĹ›lonego zasobu. Przy zastosowaniu metody PATCH, wymagane jest zdefiniowanie ciaĹ‚a ĹĽÄ…dania, jako czÄ™Ĺ›ci skĹ‚adowej generowanej instrukcji.
HEAD	Pozyskanie zbioru linii nagĹ‚Ă³wkowych, ktÄ…re byĹ‚yby dostarczone wraz z ciaĹ‚em odpowiedzi w ramach ĹĽÄ…dania wykorzystujÄ…cego metodÄ™ GET. Wygenerowanie ĹĽÄ…dania HEAD umoĹĽliwia okreĹ›lenie charakteru danych, przed ich ewentualnym pozyskaniem.
OPTIONS	Pozyskanie informacji dotyczÄ…cych charakterystyki oraz struktury serwera. DefiniujÄ…c ĹĽÄ…danie typu OPTIONS, klient moĹĽe dowiedzieÄ‡ siÄ™ o dopuszczalnych metodach HTTP obsĹ‚ugiwanych przez serwer, czy teĹĽ uzyskaÄ‡ informacje o nazwie serwera oraz wykorzystywanym systemie operacyjnym.
CONNECT	Ustanowienie dwukierunkowej komunikacji pomiÄ™dzy klientem a serwerem. W przypadku realizacji komunikacji szyfrowanej, ĹĽÄ…danie typu CONNECT pozwala na zestawienie zabezpieczonego tunelu pomiÄ™dzy hostami.
TRACE	Wygenerowanie komunikatu diagnostycznego w ramach pÄ™tli zwrotnej, ktÄ…rego celem jest osiÄ…gniÄ™cie kaĹĽdego z hostÄ…w, biorÄ…cych udziaĹ‚ w komunikacji.

Po wykonaniu kodu programu przypisanego do okreĹ›lonego rodzaju polecenia generowanego przez aplikacje klienckÄ…, z interfejsu programowania aplikacji zwracana jest odpowiedĹş na ĹĽÄ…danie (*ang. HTTP response*). Analogicznie do instrukcji realizacji danej czynnoĹ›ci, takĹĽe odpowiedĹş dotyczÄ…ca statusu jej wykonania jest ustrukturyzowana zgodnie z wytycznymi zawartymi w definicji protokoĹ‚u hipertekstowego. W ramach rezultatu zwrÄ…conego przez API wyrÄ…ĹĽniÄ‡ naleĹĽy: adres docelowy klienta, kod statusu, ciaĹ‚o odpowiedzi, a takĹĽe zbiÄ…r linii nagĹ‚Ă³wkowych. Informacja zawarta w ramach kodu statusu, determinuje powodzenie realizowanej operacji, a treĹ›Ä‡ dostarczanych linii nagĹ‚Ă³wkowych, moĹĽe zostaÄ‡ wykorzystana w celu wnioskowania o charakterystyce odbywajÄ…cej siÄ™ komunikacji. CiaĹ‚o odpowiedzi powinno zawieraÄ‡ dane dotyczÄ…ce definiowanego w ramach identyfikatora ĹĽÄ…dania zasobu, w przypadku ĹĽÄ…daĹ„ wykorzystujÄ…cych metodÄ™

Tab. 2.2: ZbiĂłr najczÄ™Ĺ›ciej wykorzystywanych linii nagĹ,Ăłwkowych w kontekĹ›cie ĹĽÄ…dania protokoĹ,u hipertekstowego

Linia nagĹ,Ăłwkowa	Znaczenie	Dopuszczalna zawartoĹ›Ä‡
accept	Typ zawartoĹ›ci, ktĂłrÄ… jest w stanie przetwarzaÄ‡ aplikacja kliencka	Identyfikator typu MIME (*ang. Multipurpose Internet Mail Extensions*) lub zapis */* oznaczający dowolnÄ… zawartoĹ›Ä‡
accept-encoding	SposĂłb kodowania znakĂłw, rozumiany przez stronÄ™ klienta	ZbiĂłr formatĂłw kodowania zdefiniowany w ramach rejestru formatĂłw IANA
accept-language	JÄ™zyk naturalny, preferowany przez stronÄ™ klienckÄ…	Pojedyncza wartoĹ›Ä‡ reprezentującą okreĹ›lony kraj lub region, bÄ…dĹş teĹĽ lista niniejszych wartoĹ›ci wraz z parametrem istotnoĹ›ci poszczegĂłlnego kodu lokalizacji
content-length	DĹ,ugoĹ›Ä‡ ciaĹ,a ĹĽÄ…dania wyraĹĽona w bajtach	Liczba naturalna
content-type	Format zawartoĹ›ci ciaĹ,a ĹĽÄ…dania	Identyfikator typu MIME wraz ze sposobem kodowania wiadomoĹ›ci
cookie	ZbiĂłr informacji pozwalających na wprowadzenie oraz utrzymanie stanowego charakteru transmisji	Zestaw par klucz-wartoĹ›Ä‡, gdzie klucz jest wartoĹ›ciÄ… tekstowÄ…, a wartoĹ›Ä‡ przyjmuje postaÄ‡ dowolnÄ…
origin	Informacja determinującą pochodzenie ĹĽÄ…dania	CiÄ…g tekstowy skĹ,adający siÄ™ z nazwy protokoĹ,u, nazwy hosta oraz numeru portu
user-agent	Specyfikacja techniczna oprogramowania klienta	CiÄ…g znakĂłw zawierającą informacje o nazwie produktu, jego wersji, platformie sprzÄ™towej, czy teĹĽ systemie operacyjnym

GET. W kontekŚ›cie pozostaŁ,ych ŁĽÄ…daŁ„, zgodnie z wytycznymi dokumentu RFC (*ang. Request For Comments*) o numerze 7230, powinno ono posiadaÄ‡ charakter informacji pomocniczej, bÄ…dŁş teŁĽ pozostaÄ‡ puste [**?**]. W ramach tabel **??** oraz **??**, wymienione zostaŁ,y kolejno: zbiĂłr najczÄ™Ś›ciej zwracanych linii nagŁ,Ăłwkowych w kontekŚ›cie odpowiedzi na ŁĽÄ…danie, a takŁĽe przedziaŁ,y liczbowe dla kodĂłw statusu odpowiedzi, wraz z ich semantykÄ….

Tab. 2.3: ZbiĂłr najczÄ™Ś›ciej zwracanych linii nagŁ,Ăłwkowych w kontekŚ›cie odpowiedzi protokoŁ,u hipertekstowego

Linia nagŁ,Ăłwkowa	Znaczenie	Dopuszczalna zawartoŚ›Ä‡
access-control-allow-credentials	OkreŚ›lenie, czy odpowiedŹş serwera ma byÄ‡ osiÄ…galna z kodu JavaScript aplikacji klienckiej, w momencie gdy nagŁ,Ăłwek ŁĽÄ…dania dotyczÄ…cy poŚ›wiadczeŁ„, zezwala na ich doŁ,Ä…czenie	WartoŚ›Ä‡ prawda/faŁ,sz
access-control-allow-origin	Informacja dotyczÄ…ca pochodzenia klienta, ktĂłry moŁĽe ubiegaÄ‡ siÄ™ o otrzymanie odpowiedzi od serwera	adres hosta klienckiego lub symbol gwiazdki oznaczajÄ…cy zezwolenie dla wszystkich hostĂłw
cache-control	Dane konfiguracyjne dotyczÄ…ce obsŁ,ugi pamiÄ™ci podrÄ™cznej	ZbiĂłr par klucz-wartoŚ›Ä‡ okreŚ›lających zachowanie pamiÄ™ci cache w kontekŚ›cie okreŚ›lonej komunikacji
content-length	DŹ,ugoŚ›Ä‡ ciaŁ,a odpowiedzi wyraŁĽona w bajtach	Liczba naturalna
content-type	Format zawartoŚ›ci ciaŁ,a odpowiedzi	Identyfikator typu MIME wraz ze sposobem kodowania wiadomoŚ›ci
cross-origin-resource-policy	Polecenie ignorowania ŁĽÄ…daŁ„ realizowanych pomiÄ™dzy ŁşrĂłdŁ,ami bÄ…dŹş witrynami w kontekŚ›cie okreŚ›lonego zasobu	WartoŚ›Ä‡ prawda/faŁ,sz
expires	Data wygaŚ›niÄ™cia waŁĽnoŚ›ci niniejszej odpowiedzi	OkreŚ›lona data
server	Nazwa hosta dostarczającego odpowiedŹş klientowi	CiÄ…g znakĂłw

Przedstawiony w niniejszy sposĂłb interfejs programowania aplikacji scharakteryzowaÄ‡ naleŁĽy jako deterministyczny system wejŚ›ciowo-wyjŚ›ciowy. Ponadto, naleŁĽy zauważyÄ‡, ŁĽe w ramach systemu tego, wystÄ™puje zjawisko inercji, powodowane koniecznoŚ›ciÄ… realizacji zdefiniowanego w ramach API kodu programu. Na podstawie tego zaŁ,oŁĽenia, ewaluacjÄ™ dziaŁ,ania oraz wydajnoŚ›ci interfejsu programowania aplikacji przeprowadziÄ‡ moŁĽna poprzez wprowadzanie okreŚ›lonego wejŚ›cia (tj. generowanie ŁĽÄ…dania) oraz obserwacjÄ™ wartoŚ›ci zwrĂłconej na wyjŚ›ciu (tj. uzyskana odpowiedŹş).

Tab. 2.4: ZbiĂłr kodĂłw statusu odpowiedzi protokoĹ,u hipertekstowego

PrzedziaĹ, liczbowy	Semantyka w kontekĹ›cie odpowiedzi
100 - 199	ZbiĂłr kodĂłw informacyjnych - ĹĽÄ…danie jest aktualnie przetwarzanie
200 - 299	ZbiĂłr kodĂłw poprawnej odpowiedzi - wystosowane ĹĽÄ…danie zostaĹ,o zrealizowane poprawnie
300 - 399	ZbiĂłr kodĂłw przekierowaĹ„ - istnieÄ‡ moĹĽe wiele akceptowalnych odpowiedzi dla ĹĽÄ…dania bÄ…dĹş realizacja okreĹ›lonej operacji wymusza odwoĹ,anie siÄ™ pod adres identyfikujÄ…cy odmienny zasĂłb
400 - 499	ZbiĂłr kodĂłw bĹ,Ä™du po stronie klienta - wygenerowane ĹĽÄ…danie zawiera bĹ,Ä™dy, oczekiwany zasĂłb nie istnieje, klient nie jest uwierzytelniony lub nie posiada okreĹ›lonego poziomu uprawnieĹ„
500 - 599	ZbiĂłr kodĂłw bĹ,Ä™du po stronie serwera - pomimo poprawnej struktury wygenerowanego ĹĽÄ…dania, serwer nie jest w stanie zrealizowaÄ‡ przydzielonej mu operacji

Proces przetwarzania ĹĽÄ…dania wewnÄ…trz interfejsu API

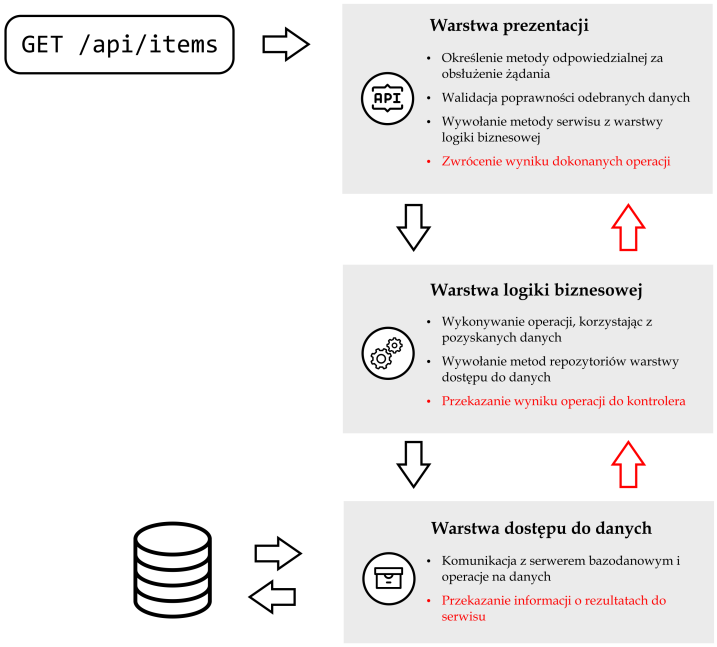
Po uzyskaniu ĹĽÄ…dania otrzymanego od strony klienta, zadaniem interfejsu programowania aplikacji jest wybĂłr okreĹ›lonej klasy kontrolera, a takĹĽe zawartej w niej metody. KaĹĽda z klas kontrolerĂłw stworzona jest w celu obsĹ,ugi operacji zwiÄ…zanych z konkretnym zasobem, a poszczegĂłlna metoda tej klasy implementuje zachowanie ktĂłre ma zostaÄ‡ wywoĹ,ane w kontekĹ›cie dostarczonego typu oraz identyfikatora polecenia.

WewnÄ…trz metody klasy warstwy kontrolerĂłw, wywoĹ,ywane zostajÄ… operacje zdefiniowane w usĹ,ugach warstwy biznesowej. UsĹ,ugi te, realizowane mogÄ… byÄ‡ zarĂłwno wewnÄ…trz api jak i stanowiÄ‡ odrÄ™bny system internetowy. Klasy warstwy logiki biznesowej, zwane serwisami, zĹ,oĹĽone sÄ… z metod, ktĂłrych gĹ,Ăłwnym celem jest weryfikacja poprawnoĹ›ci otrzymanych informacji w kontekĹ›cie obsĹ,ugiwanych zasobĂłw, a takĹĽe pozyskiwanie danych oraz wykonywanie operacji na nich, poprzez odwoĹ,ywanie siÄ™ do metod warstwy dostÄ™pu do danych.

ZbiĂłr klas warstwy dostÄ™pu do danych, stanowi ostatni z logicznych poziomĂłw, definiowanych w ramach architektury API. Fragmenty kodu zdefiniowane w tej warstwie, zwane repozytoriami, majÄ… za zadanie obsĹ,uĹĽyÄ‡ komunikacjÄ™ pomiÄ™dzy interfejsem programowania aplikacji, a okreĹ›lonym ĹşrĂłdĹ,em danych. Ponadto, metody klas repozytoriĂłw, dostarczajÄ… warstwie logiki biznesowej interfejs operacji na danych. DziÄ™ki temu, ĹĽÄ…danie moĹĽe byÄ‡ przetwarzane od warstw najwyĹĽszych (tj. warstwy kontrolerĂłw) do warstwy najniĹĽszej (tj. warstwy dostÄ™pu do danych), natomiast odpowiedĹş na ĹĽÄ…danie jest konsolidowana w kierunku odwrotnym [**?**]. Na ilustracji **??** przedstawiono przepĹ,yw informacji wewnÄ…trz interfejsu API, od momentu wygenerowania ĹĽÄ…dania do chwili uzyskania odpowiedzi.

Konwersja obiektowo-relacyjna

W celu uproszczenia procesu pozyskiwania oraz modyfikacji danych z zewnÄ™trznych ĹşrĂłdeĹ,, a takĹĽe unifikacji sposobu interakcji z nimi, w ramach interfejsĂłw programowania aplikacji, powszechnie wykorzystywane jest oprogramowanie zwane mapperem obiektowo-relacyjnym (*ang. Object-Relational Mapper*). ZaĹ,oĹĽeniem oprogramowania tego, jest zdefiniowanie warstwy abstrakcji pomiÄ™dzy interfejsem programowania aplikacji a jÄ™zykiem

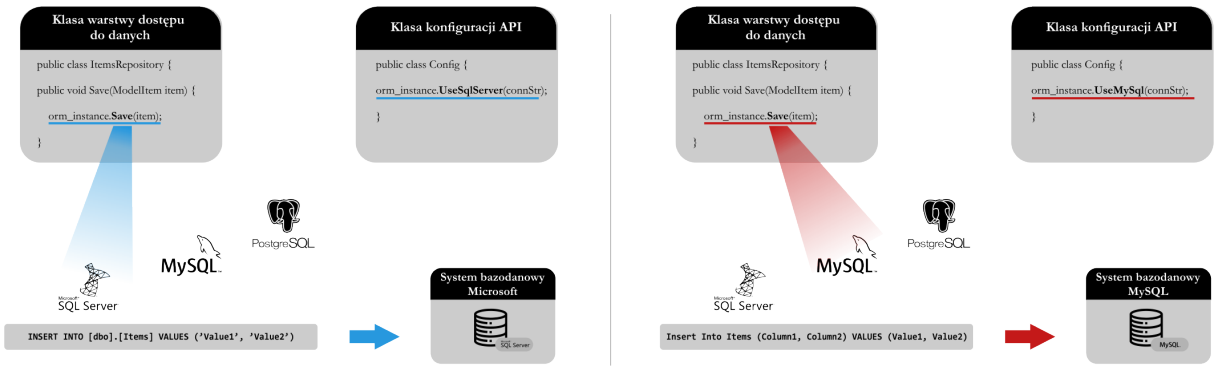


Rys. 2.1: Proces przetwarzania ĹľÄ…dania wewnÄ…trz interfejsu API

programowania bÄ…dĹş zbiorem poleceĹ„, wykorzystywanym w ramach obsĹ‚ugi ĹşrÓdĹ‚a danych.

Podstawowe skĹ‚adowe oprogramowania typu ORM to jednolity interfejs operacji na zbiorze danych, klasy kontekstu bazodanowego, a takĹĽe metody obsĹ‚ugi komunikacji z bazÄ… danych.

DziÄ™ki wprowadzeniu jednolitego interfejsu operacji na danych, niezaleĹĽnie od ĹşrÓdĹ‚a informacji z jakim komunikuje siÄ™ API, wydanie konkretnego polecenia do dowolnego systemu bazodanowego rÓwnoznaczne jest z kaĹĽdorazowym wywoĹ‚aniem funkcji o takiej samej sygnaturze. StosujÄ…c takie podejĹ›cie, konstruktor interfejsu programowania aplikacji nie staje siÄ™ uzaleĹĽniony od ĹşrÓdĹ‚a danych z ktÓrym pracuje. Ponadto, istnieje moĹĽliwoĹ›Ä‡ zamiany lub poĹ‚Ä…czenia dodatkowego systemu bazodanowego, a operacja ta, nie wpĹ‚ywa w jakikolwiek sposÓb na dziaĹ‚anie interfejsu API. Niniejsza zaleĹĽnoĹ›Ä‡ zostaĹ‚a zilustrowana na rysunku **??**



Rys. 2.2: Zasada dziaĹ‚ania oprogramowania mappera obiektowo-relacyjnego w kontekĹ›cie jednolitego interfejsu operacji na zbiorze danych

Dystynktywnym elementem oprogramowania mappera obiektowo-relacyjnego jest klasa kontekstu bazodanowego. Klasa ta, jest kontenerem struktur w ramach ktÓrych wyrÓĹĽniÄ‡

moĹĽemy zbiory elementĂłw modelu danych, a takĹĽe konfiguracjÄ™ poszczegĂłlnych ich wĹ‚aĹ›ciwoĹ›ci. PodstawowÄ… ideÄ… omawianej konwersji dziedziny obiektowej do domeny relacyjnej jest zdefiniowanie zbioru klas, opisujÄ…cych wykorzystywane zasoby, a nastÄ™pnie odwzorowanie ich w relacyjnym modelu danych, obsĹ‚ugiwanym przez wybrany system bazodanowy. Klasa kontekstu pozwala na okreĹ›lenie, ktĂłre spoĹ›rĂłd struktur danych zdefiniowanych w ramach API powinny zostaÄ‡ rzutowane na obiekty tabel generowanych w obrÄ™bie bazy danych. Ponadto, dla wĹ‚aĹ›ciwoĹ›ci kaĹĽdej z klas modelu danych, zdefiniowaÄ‡ naleĹĽy konfiguracjÄ™, ktĂłra zostanie przetransformowana do modelu relacyjnego. W zakresie klasy kontekstu bazy danych, opisywane sÄ… takĹĽe relacje, jakie majÄ… zostaÄ‡ wygenerowane pomiÄ™dzy poszczegĂłlnymi elementami modelu.

W celu nawiÄ…zania, utrzymania, a takĹĽe zakoĹ„czenia komunikacji z zewnÄ™trznym ĹşrĂłdĹ‚em danych, oprogramowanie ORM wykorzystuje klasy zwane konektorami. Klasy te, dostarczajÄ… przejrzysty interfejs obsĹ‚ugi poĹ‚Ä…czenia, ktĂłry nastÄ™pnie jest opakowywany w zunifikowany interfejs, dostÄ™pny bezpoĹ›rednio dla twĂłrcy API [**?**].

Uwierzytelnienie oraz autoryzacja

Proces uwierzytelnienia oraz autoryzacji uĹĽytkownika odwoĹ‚ujÄ…cego siÄ™ do interfejsu programowania aplikacji, przedstawiÄ‡ naleĹĽy w trzech nastÄ™pujÄ…cych krokach.

Pierwszym z nich, jest wygenerowanie ĹĽÄ…dania odwoĹ‚ujÄ…cego siÄ™ do punktu koĹ„cowego odpowiedzialnego za obsĹ‚ugÄ™ uwierzytelnienia wewnÄ…trz API. Ĺ»Ä…danie to, musi posiadaÄ‡ ciaĹ‚o, zawierajÄ…ce informacje poĹ›wiadczajÄ…ce o konkretnymi uĹĽytkowniku. NajczÄ™Ĺ›ciej, informacjÄ… tÄ…, jest nazwa uĹĽytkownika oraz hasĹ‚o.

NastÄ™pnie, dostarczone referencje sÄ… analizowane przez mechanizmy uwierzytelniania implementowane w ramach API. W rezultacie tych operacji, zwrĂłcona zostaje pozytywna odpowiedĹş zawierajÄ…ca token autoryzujÄ…cy bÄ…dĹş teĹĽ negatywna, posiadajÄ…ca w sobie informacjÄ™ o bĹ‚Ä™dzie uwierzytelnienia klienta.

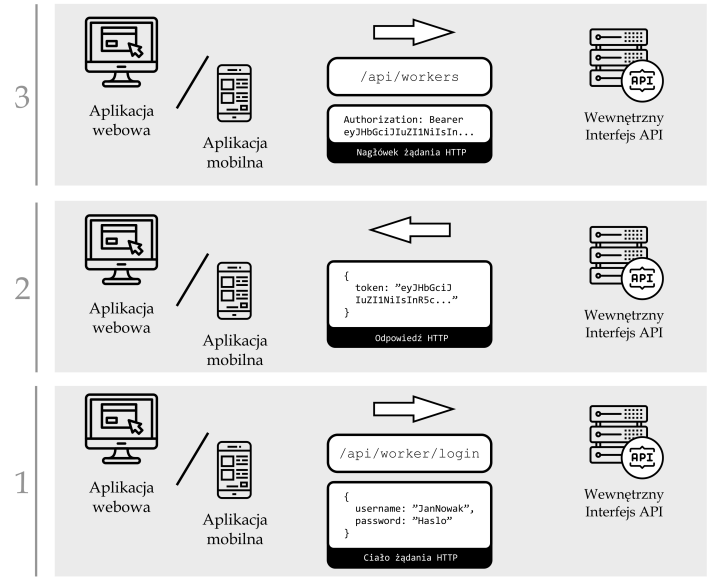
Strona kliencka moĹĽe autoryzowaÄ‡ dysponowane operacje przed interfejsem programowania aplikacji, uwzglÄ™dniajÄ…c w ramach linii nagĹ‚Ăłwkowej ĹĽÄ…dania token uwierzytelniajÄ…cy. Dostarczona w ten sposĂłb informacja, pozwala na identyfikacjÄ™ uĹĽytkownika w ramach interfejsu API, a takĹĽe na okreĹ›lenie przypisanego uĹĽytkownikowi poziomu uprawnieĹ„. W ramach struktury tokenu, zawarta jest takĹĽe informacja o jego czasie waĹĽnoĹ›ci, dlatego teĹĽ, procedura uwierzytelniania musi byÄ‡ regularnie ponawiana [**?**].

Na rysunku **??**, zilustrowany zostaĹ‚, proces uwierzytelnienia i autoryzacji aplikacji klienta przez interfejsem programowania aplikacji.

Separacja zapytaĹ„ oraz komend w kontekĹ›cie odwoĹ‚aĹ„ do ĹşrĂłdeĹ‚ danych

Wraz z rosnÄ…cÄ… liczbÄ… ĹĽÄ…daĹ„ obsĹ‚ugiwanych w ramach zaawansowanych interfejsĂłw programowania aplikacji, zauwaĹĽone zostaĹ‚o zjawisko asymetrii w kontekĹ›cie typĂłw wiadomoĹ›ci generowanych przez klientĂłw. Zapytania dotyczÄ…ce pozyskiwania danych z API realizowane jest z nieporĂłwnywalnie wiÄ™kszÄ… czÄ™stoĹ›ciÄ… niĹĽ operacje ich modyfikacji. Dlatego teĹĽ, zdefiniowany zostaĹ‚, wzorzec projektowy dotyczÄ…cy separacji zapytaĹ„ oraz komend generowanych wzglÄ™dem usĹ‚ugi sieciowej *(ang. Command Query Responsibility Segregation)*.

Zastosowanie przedstawionego powyĹĽej wzorca projektowego wiÄ…ĹĽe siÄ™ z koniecznoĹ›ciÄ… budowy dwĂłch osobnych modeli danych. Pierwszy z nich, wykorzystywany jest w kontekĹ›cie odczytu informacji. Na modelu tym, dokonywana jest najczÄ™Ĺ›ciej operacja



Rys. 2.3: Proces uwierzytelnienia oraz autoryzacji uĹŁytkownika przed interfejsem API

optymalizacji, ktĂłrej celem jest redukcja rozmiaru skĹ‚adowych modelu, a takĹŁe szybkoĹ›ci przetwarzania bardziej zĹ‚oĹŁonych struktur bÄ™dÄ…cych jego czÄ™Ĺ›ciÄ…. Drugi z modeli danych, znajduje zastosowanie w aspekcie modyfikacji okreĹ›lonych zasĂłbĂłw. BiorÄ…c pod uwagÄ™ standardowy sposĂłb eksploatacji interfejsu programowania aplikacji, model ten cechowaÄ‡ siÄ™ moĹŁe niĹŁszÄ… wydajnoĹ›ciÄ….

NiewÄ…tpliwymi zaletami, wynikajÄ…cymi z zastosowania opisywanego wzorca projektowego sÄ…: zwiÄ™kszenie efektywnoĹ›ci operacji realizowanych z duĹŁÄ… czÄ™stotliwoĹ›ciÄ…, moĹŁliwoĹ›Ä‡ korzystania z osobnych ĹşrĂłdeĹ‚ danych dla operacji odczytu oraz zapisu, zachowanie zasady pojedynczej odpowiedzialnoĹ›ci *(ang. Single Responsibility Principle)* wzglÄ™dem klas logiki biznesowej API, a takĹŁe redukcja liczby wstrzykiwanych zaleĹŁnoĹ›ci *(ang. Dependency Injection)* w ramach klas kontrolerĂłw interfejsu [**?**].

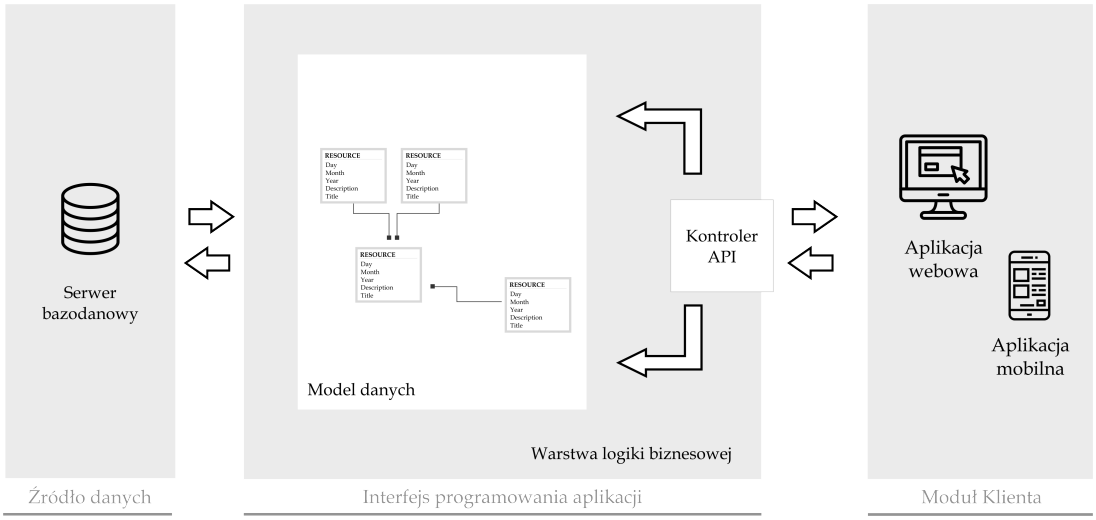
Na ilustracjach **??** oraz **??** przedstawiono kolejno schemat przetwarzania ĹŁÄ…daĹ„ wewnÄ…trz API z uwzglÄ™dnieniem wzorca CQRS, a takĹŁe przy wykorzystaniu pojedynczego modelu danych.

Konwencja REST

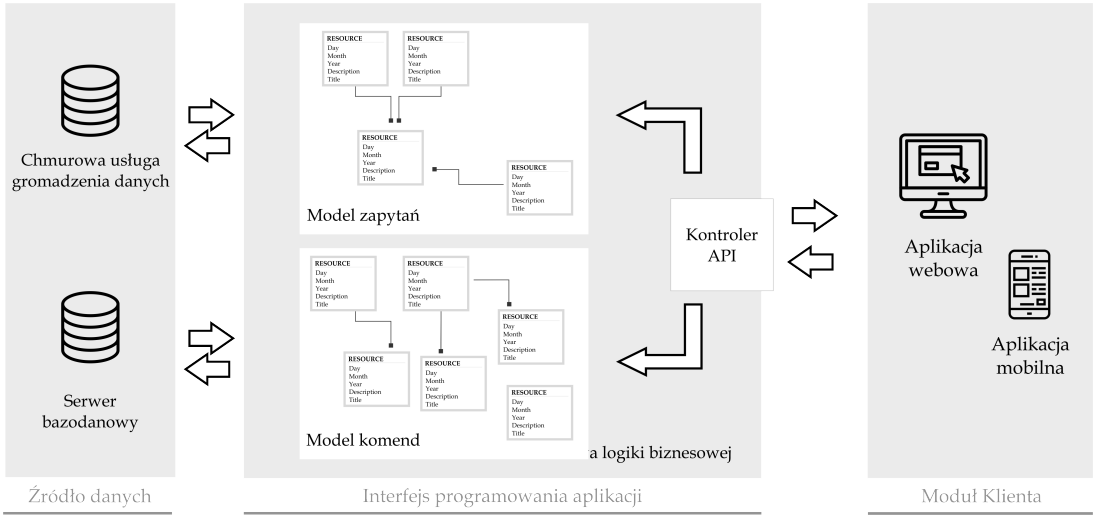
NiezaleĹŁnie od struktury wewnÄ™trznej omawianych usĹ‚ug sieciowych, wspĂłĹ‚czesne interfejsy programowania aplikacji projektowane sÄ… tak, aby ich zewnÄ™trzna warstwa (tj. widziana z perspektywy aplikacji klienckiej) cechowaĹ‚a siÄ™ jednolitÄ… kompozycjÄ….

Jednym z najpopularniejszych sposobĂłw zapewnienia jednolitego interfejsu komunikacyjnego pomiÄ™dzy klientami i usĹ‚ugami sieciowymi, przetwarzajÄ…cymi informacje z wykorzystaniem protokoĹ‚u HTTP, jest konwencja oraz styl architektoniczny REST *(ang. Representational State Transfer)*.

Konwencja ta, definiuje zbiĂłr zasad dotyczÄ…cych m.in. zachowania usĹ‚ugi sieciowej w kontekĹ›cie przetwarzania ĹŁÄ…dania konkretnego typu, struktury i elementĂłw odpowiedzi na okreĹ›lone ĹŁÄ…danie, semantyki wykorzystywanych statusĂłw rezultatu przetwarzania, bezstanowego charakteru komunikacji, czy teĹŁ syntaktyki odwoĹ‚aĹ„ do poszczegĂłlnych punktĂłw koĹ„cowych.



Rys. 2.4: Schemat przetworzenia ĹĽÄ…dania przez interfejs API dla architektury z jednym modelem danych



Rys. 2.5: Schemat przetworzenia ĹĽÄ…dania przez interfejs API dla architektury wykorzystujÄ…cej wzorzec projektowy CQRS

W kontekĹ›cie stopnia implementacji stylu architektonicznego REST w ramach interfejsu programowania aplikacji, wprowadziÄ‡ naleĹĽy pojÄ™cie modelu dojrzaĹ‚oĹ›ci Richardsona *(ang. Richardson Maturity Model)*. PojÄ™cie to, definiuje cztery poziomy przystosowania interfejsu API do omawianej w niniejszej sekcji konwencji.

W odniesieniu do poziomu zerowego, powinnoĹ›ciÄ… interfejsu programowania aplikacji jest udostÄ™pnienie usĹ‚ug w ramach pojedynczego adresu sieciowego, niezależnie od wykorzystywanych metod HTTP. Struktura ĹĽądania klienckiego, w sposĂłb jednoznaczny dostarczaÄ‡ ma informacjÄ™ na temat wykonywanego wewnÄ…trz usĹ‚ugi sieciowej dziaĹ‚ania.

Zasada poziomu pierwszego, odnosi siÄ™ do charakterystyki interfejsu API jako usĹ‚ugi zorientowanej na zasoby. NiezależnieĹĽnie od czynnoĹ›ci, jaka ma zostaÄ‡ wykonana przez omawianÄ… usĹ‚ugÄ™ sieciowÄ…, opis tej czynnoĹ›ci wskazywaÄ‡ ma na zasĂłb ktĂłrego ona dotyczy.

ReguĹ‚a stanowiÄ…ca definicjÄ™ poziomu trzeciego, zwiÄ…zana jest z semantykÄ… poszczegĂłlnych typĂłw ĹĽÄ…daĹ„ protokoĹ‚u hipertekstowego. Ĺ»Ä…danie o takim sa-

mym adresie sieciowym, peĹ,niÄ‡ powinno odmiennÄ… rolÄ™, w zaleĹĽnoĹ›ci od rodzaju ĹĽÄ…dania HTTP.

Ostatnim z poziomĂłw dojrzaĹ,oĹ›ci interfejsu programowania aplikacji opartego o konwencjÄ™ REST jest reguĹ,a HATEOAS *(ang. Hypertext As The Engine Of Application State)*. ReguĹ,a ta, definiuje interfejs API jako ĹşrĂłdĹ,o informacji dotyczÄ…cej obsĹ,ugi stanu caĹ,ego systemu internetowego (tj. usĹ,ugi sieciowej wraz z aplikacjami klienckimi). Klient, po uzyskaniu odpowiedzi serwera na ĹĽÄ…danie, powinien na podstawie zawartoĹ›ci tej odpowiedzi mĂłc zdefiniowaÄ‡ przyszĹ,e czynnoĹ›ci, ktĂłre wolno mu wykonaÄ‡ [**?**].

2.3. Testowanie oprogramowania

Aspekt badawczy niniejszej pracy, zwiÄ…zany jest z realizacjÄ… procesu ewaluacji wydajnoĹ›ci interfejsĂłw programowania aplikacji, pod kÄ…tem wykorzystania odmiennych Ĺ›rodowisk implementacyjnych oraz uruchomieniowych. Proces ten, jest tylko jednym z wielu elementĂłw domeny testowania oprogramowania, ktĂłrej charakterystyka uwzglÄ™dnia zbiĂłr sztywno zdefiniowanych reguĹ, cechujÄ…cych siÄ™ wysokim poziomem sformalizowania. W nastÄ™pnych sekcjach niniejszego akapitu dokonane zostaĹ,o wprowadzenie dotyczÄ…ce zagadnienia ewaluacji oprogramowania, nakreĹ›lone zostaĹ,y zasady testowania systemĂłw informatycznych, zdefiniono taksonomiÄ™ technik testowania, a takĹĽe omĂłwiono proces przeprowadzania ewaluacji wydajnoĹ›ci usĹ,ugi sieciowej jakÄ… jest interfejs programowania aplikacji.

Wprowadzenie do zagadnienia ewaluacji oprogramowania

Ewaluacja poszczegĂłlnych skĹ,adowych tworzonego oprogramowania jest niezbÄ™dnÄ… czÄ™Ĺ›ciÄ… procesu budowy systemu informatycznego,niezaleĹĽnie od jego charakterystyki, czy teĹĽ wykorzystywanej do jego budowy technologii. W rozumieniu ogĂłlnym, proces testowania czÄ™sto sprowadzany jest do zbioru dwĂłch czynnoĹ›ci. CzynnoĹ›ciami tymi sÄ… uruchamianie oprogramowania, a takĹĽe eksploracja jego funkcjonalnoĹ›ci w celu dostrzegania tych, w ramach ktĂłrych zauwaĹĽyÄ‡ moĹĽna niezgodnoĹ›Ä‡ ich dziaĹ,ania w stosunku do specyfikacji. Takie wnioskowanie jednak jest niepeĹ,ne, i uwzglÄ™dnia ono tylko jeden z etapĂłw skĹ,adajÄ…cych siÄ™ na caĹ,y proces testowania. DziedzinÄ™ ewaluacji cech programĂłw komputerowych, poszerzyÄ‡ naleĹĽy ponadto o takie elementy jak: planowanie testĂłw, wybĂłr kryteriĂłw oceny oprogramowania, nadzĂłr oraz kontrolÄ™ realizacji badaĹ„, projektowanie przypadkĂłw testowych, czy teĹĽ analizÄ™ speĹ,nienia ustalonych kryteriĂłw zakoĹ„czenia.

WyrĂłĹĽniÄ‡ moĹĽemy znaczÄ…cÄ… liczbÄ™ definicji testowania oprogramowania, a kaĹĽda z nich wprowadza inny poziom szczegĂłĹ,owoĹ›ci. Ponadto, wiele spoĹ›rĂłd formuĹ,owanych pojÄ™Ä‡ nawiÄ…zuje do rĂłĹĽnych aspektĂłw omawianego procesu. Zgodnie z jednÄ… z najbardziej generycznych definicji, wprowadzonÄ… przez Hetzla w publikacji [**?**], proces testowania oprogramowania okreĹ›liÄ‡ naleĹĽy jako zbiĂłr wszystkich czynnoĹ›ci, ktĂłre nakierowane sÄ… na weryfikacjÄ™ atrybutĂłw i wĹ,aĹ›ciwoĹ›ci programu, a takĹĽe sprawdzenie tego, czy okreĹ›lony system speĹ,nia zaĹ,oĹĽone wymagania. Definicja ta, wzglÄ™dem wielu innych popularnych sformuĹ,owaĹ„ dotyczÄ…cych ewaluacji oprogramowania, uwzglÄ™dnia moĹĽliwoĹ›Ä‡ zastosowania statycznych technik testowania. Ponadto, jej autor bierze pod uwagÄ™ fakt, ĹĽe w ramach procesu ewaluacji, oceniany powinien byÄ‡ kaĹĽdy z artefaktĂłw tworzonych w ramach systemu, a nie tylko i wyĹ,Ä…cznie kod ĹşrĂłdĹ,owy programu.

Taksonomia technik testowania

Jako jedno z podstawowych kryteriĂłw podziaĹ‚u technik testowania oprogramowania, wskazaÄ‡ naleĹĽy rodzaj czynnoĹ›ci wykonywanej przez stronÄ™ testujÄ…cÄ…, ktĂłrej realizacja prowadzi do uzyskania charakterystyki programu poddanego ewaluacji. WedĹ‚ug kryterium tego, wyrĂłĹĽniÄ‡ naleĹĽy statyczne oraz dynamiczne techniki testowania.

Pierwsze, spoĹ›rĂłd przytoczonych metod, opierajÄ… siÄ™ na analizie artefaktĂłw oprogramowania (takich jak m.in.: kod ĹşrĂłdĺ‚owy, specyfikacja, dokumentacja, czy teĹĽ lista wymagaĹ„) bez ich wykonywania. Jako praktyczne przykĹ‚ady przedstawionej techniki, zdefiniowaÄ‡ naleĹĽy: generowanie metryk kodu ĹşrĂłdĺ‚owego programu, analizÄ™ przepĹ‚ywu sterowania, formalne dowodzenie poprawnoĹ›ci dziaĹ‚ania, a takĹĽe interpretacjÄ™ grafĂłw wywoĹ‚aĹ„.

Metody dynamiczne natomiast, zwiÄ…zane sÄ… z weryfikacjÄ… wĹ‚aĹ›ciwoĹ›ci poszczegĂłlnych elementĂłw systemu informatycznego w trakcie jego wykonywania. Ten rodzaj testowania, nie uwzglÄ™dnia formalnych struktur liczbowych, jakimi sÄ… grafy przepĹ‚ywu sterowania, czy teĹĽ metryki kodu ĹşrĂłdĺ‚owego programu. Zorientowany jest on, na odbiĂłr systemu z perspektywy korzystajÄ…cego z niego klienta.

Innym z rozwaĹĽanych kryteriĂłw podziaĹ‚u technik testowania jest ich umiejscowienie metody wzglÄ™dem okreĹ›lonego fragmentu procesu wytwĂłrczego. W nawiÄ…zaniu do tego aspektu, zdefiniowaÄ‡ naleĹĽy pojÄ™cie poziomu testĂłw, ktĂłre jest powiÄ…zaniem sposobu ewaluacji oprogramowania z etapem jego realizacji. IstotÄ… rozrĂłĹĽniania danych poziomĂłw testĂłw jest zaĹ‚oĹĽenie rĂłĹĽnorodnoĹ›ci celĂłw testowania, a takĹĽe testowanych obiektĂłw, okreĹ›lanych w kontekĹ›cie kaĹĽdej z warstw. W odniesieniu do najbardziej popularnych systematyk poziomĂłw testowania wyrĂłĹĽniÄ‡ moĹĽna nastÄ™pujÄ…ce elementy:

- testy jednostkowe (zwane takĹĽe moduĹ‚owymi lub testami komponentĂłw)
- testy integracyjne
- testy systemowe
- testy akceptacyjne

Pierwszy z poziomĂłw, dotyczy znajdowania niezgodnoĹ›ci specyfikacyjnych w obrÄ™bie logicznie oddzielonych jednostek oprogramowania *(ang. Software Units)*. KaĹĽda z jednostek, powinna byÄ‡ testowana w izolacji od pozostaĹ‚ych elementĂłw systemu. Ze wzglÄ™du na zĹ‚oĹĽonoĹ›Ä‡ rozwiÄ…zaĹ„ informatycznych, a takĹĽe statystycznie wysoki wspĂłĹ‚czynnik wzajemnych zaleĹĽnoĹ›ci moduĹ‚owych, warunek ten czÄ™sto nie moĹĽe zostaÄ‡ speĹ‚niony. W takich sytuacjach, aby dostarczyÄ‡ zaleĹĽnoĹ›Ä‡ do testowanej jednostki, budowane sÄ… moduĹ‚y zastÄ™pcze, imitujÄ…ce poprawne zachowanie okreĹ›lonego fragmentu programu *(ang. Mocks)*. Omawiany poziom testowania, czÄ™sto postrzegany jest jako jeden z etapĂłw procesu wytwĂłrczego, szczegĂłlnie w ramach takich technik jak rozwĂłj oprogramowania napÄ™dzany testowaniem *(ang. Test Driven Development)*.

Celem kolejnego z poziomĂłw testowania jest weryfikacja poprawnoĹ›ci wspĂłĹ‚pracowania indywidualnych komponentĂłw, a takĹĽe prawidĹ‚owoĹ›ci funkcjonowania interfejsĂłw definiowanych pomiÄ™dzy nimi. PrzykĹ‚adem wspĂłĹ‚pracowania jednostek oprogramowania moĹĽe byÄ‡ wspĂłĹ‚praca interfejsu programowania aplikacji, bÄ™dÄ…cego systemem poddawanym analizie w ramach niniejszej pracy, a takĹĽe okreĹ›lonego silnika bazodanowego. W zaleĹĽnoĹ›ci od licznoĹ›ci weryfikowanych powiÄ…zaĹ„ pomiÄ™dzy poszczegĂłlnymi jednostkami oprogramowania, a takĹĽe w odniesieniu do liczby samych moduĹ‚Ăłw bÄ™dÄ…cych czÄ™Ĺ›ciÄ… testowanego fragmentu systemu, wyrĂłĹĽniÄ‡ moĹĽemy testy maĹ‚ej oraz duĹĽej skali integracji.

Na temat testĂłw systemowych, naleĹĽy mĂłwiÄ‡ wtedy, gdy wszystkie z elementĂłw rozwiÄ…zania informatycznego zostaĹ‚y ze sobÄ… powiÄ…zane w sposĂłb spĂłjny. Celem

testĂłw, realizowanych w ramach tego poziomu, jest weryfikacja wysokopoziomowej funkcjonalnoĹ›ci oprogramowania, a takĹĽe wykonywanie scenariuszy ewaluacji systemu z poziomu regularnego uĹĽytkownika *(ang. End-to-End testing)*.

Ostatnim z wymienionych poziomĂłw ewaluacji sÄ… testy akceptacyjne. Przedmiotem oceny w ramach tego rodzaju testĂłw jest gotowe rozwiÄ…zanie informatyczne w postaci komercyjnego produktu. Podmiot odpowiedzialny za realizacjÄ™ omawianych testĂłw przygotowuje listÄ™ kryteriĂłw akceptacji *(ang. acceptance criteria)*, a nastÄ™pnie na podstawie obsĹ‚ugi testowanego rozwiÄ…zania, potwierdza lub odrzuca speĹ‚nienie kaĹĽdego z nich. Celem omawianych ewaluacji nie jest znajdowanie bĹ‚Ä™dĂłw dziaĹ‚ania systemu, a nabranie zaufania co do jakoĹ›ci jego funkcjonalnych oraz niefunkcjonalnych atrybutĂłw.

WykonujÄ…c testy definiowane w ramach kolejnych poziomĂłw ewaluacji, weryfikowane zostajÄ… na poczÄ…tek funkcjonalne, a nastÄ™pnie niefunkcjonalne elementy testowanego systemu. Jako weryfikacjÄ™ elementĂłw funkcjonalnych, rozumieÄ‡ naleĹĽy wszystkie te czynnoĹ›ci, ktĂłre podejmowane sÄ… w ramach wszystkich wymienionych powyĹĽej poziomĂłw testĂłw, z wyjÄ…tkiem testĂłw akceptacyjnych. Ewaluacja niefunkcjonalna natomiast, odnosi siÄ™ tylko do ostatniego spoĹ›rĂłd wyrĂłĹĽnionych poziomĂłw testowania.

PodziaĹ‚ charakteryzujÄ…cy przedmiot ewaluacji wzglÄ™dem omĂłwionych aspektĂłw definiuje pojÄ™cia testĂłw funkcjonalnych oraz niefunkcjonalnych i w kontekĹ›cie niniejszej pracy jest on podziaĹ‚em kluczowym.

Badania przeprowadzone w ramach tej pracy posiadajÄ… charakter testĂłw niefunkcjonalnych, a ich wykonanie poprzedzone jest weryfikacjÄ… funkcjonalnÄ…, ktĂłrej poprawnoĹ›Ä‡ traktowana jest jako wymĂłg.

Ewaluacja wydajnoĹ›ci interfejsĂłw programowania aplikacji

Zgodnie z teoriÄ… przedstawionÄ… w sekcji **??** niniejszej pracy interfejs programowania aplikacji postrzegaÄ‡ moĹĽna jako deterministyczny system wejĹ›ciowo-wyjĹ›ciowy o charakterze dyskretnym. Takie podejĹ›cie, w znaczÄ…cy sposĂłb uĹ‚atwia proces ewaluacji wydajnoĹ›ci interfejsĂłw API.

Definiowanie interfejsu API jako systemu pobudzanego pojedynczym wejĹ›ciem, a takĹĽe generujÄ…cego pojedynczÄ… wartoĹ›Ä‡ wyjĹ›ciowÄ…, pozwala na wykorzystanie sposobu oceny wydajnoĹ›ci zwanego testem czarnoskrzynkowym *(ang. Black-box testing)*. W ramach tego rodzaju testu, okreĹ›lone kryterium ewaluacji wyliczane jest jako rĂłĹĽnica wartoĹ›ci pomiaru na wyjĹ›ciu systemu, wzglÄ™dem tej, ktĂłrej kalkulacja nastÄ™puje, na jego wejĹ›ciu. Taki rodzaj testu, umoĹĽliwia wyliczenie metryki wydajnoĹ›ci, bez koniecznoĹ›ci przygotowywania systemu do przeprowadzenia procesu testowania.

Podstawowym kryterium oceny wydajnoĹ›ci interfejsu programowania aplikacji jest czas odpowiedzi na ĹĽÄ…danie. MetrykÄ™ tÄ™, okreĹ›liÄ‡ naleĹĽy jako czas od momentu wygenerowania ĹĽÄ…dania przez stronÄ™ klienta, do chwili uzyskania przez niego odpowiedzi. ZauwaĹĽyÄ‡ naleĹĽy rĂłwnieĹĽ zaleĹĽnoĹ›Ä‡ czasu odpowiedzi na ĹĽÄ…danie, zarĂłwno od rozmiaru ĹĽÄ…dania jak i wielkoĹ›ci jego odpowiedzi. Ponadto, czynnikiem wpĹ‚ywajÄ…cym na uzyskany rezultat pomiaru jest niewÄ…tpliwie przepustowoĹ›Ä‡ Ĺ‚Ä…cza sieciowego pomiÄ™dzy klientem a serwerem.

Aby rezultaty uzyskane w ramach oceny wydajnoĹ›ci API mogĹ‚y zostaÄ‡ postrzegane jako rzetelne, omĂłwione powyĹĽej czynniki muszÄ… cechowaÄ‡ siÄ™ statycznÄ… charakterystykÄ…, bÄ…dĹş teĹĽ zostaÄ‡ caĹ‚kowicie wyeliminowane z procesu testowego. W ramach niniejszej pracy, rozmiar odpowiedzi generowanej przez interfejsy programowania aplikacji jest staĹ‚y niezaleĹĽnie od zastosowanej technologii, a takĹĽe Ĺ›rodowiska uruchomieniowego. Wynika to z zastosowania pojedynczego i ustrukturyzowanego modelu danych, ktĂłry jest identyczny, niezaleĹĽnie od API. W odniesieniu do zmiennoĹ›ci prÄ™dkoĹ›ci

Ł,Ä…cza internetowego, aspekt ten zostaŁ, wyeliminowany poprzez przeprowadzanie testĂłw w obrÄ™bie lokalnej sieci komputerowej, a takŻe umiejscowienie interfejsĂłw oraz systemĂłw bazodanowych w ramach tej wŁ,aĹ›nie sieci.

Kolejnym z kryteriĂłw oceny wydajnoĹ›ci, uwzglÄ™dnianym w ramach procesu testowania usŁ,ug sieciowych jest poprawnoĹ›Ä‡ uzyskanej odpowiedzi w odniesieniu do liczby klientĂłw, rĂłwnolegle generujÄ…cych Ż»Ä…dania. Kryterium to, charakteryzuje siÄ™ silnÄ… korelacjÄ… z czasem odpowiedzi na pojedyncze zapytanie.

UwzglÄ™dniajÄ…c oba opisane powyĹ»ej parametry, podstawowy schemat scenariusza badawczego dotyczÄ…cego ewaluacji wydajnoĹ›ci API skŁ,ada siÄ™ z nastÄ™pujÄ…cych testĂłw:

- testy linii bazowej - pojedynczy klient generuje Ż»Ä…dania w kierunku API w celu zdefiniowania Ĺ›redniego czasu odpowiedzi usŁ,ugi w standardowych warunkach jej dziaŁ,ania. W ramach niniejszej pracy, podczas wykonywania omawianego testu, zdefiniowane zostanÄ… ponadto wartoĹ›ci wspĂłŁ,czynnikĂłw satysfakcji, tolerancji oraz frustracji, bÄ™dÄ…ce skŁ,adowymi wskaŹşnika jakoĹ›ci APDEX. WartoĹ›ci te, stanowiÄ… uogĂłlnionÄ… ocenÄ™ wydajnoĹ›ci i posŁ,uĹ»Ä…ce jako punkt odniesienia dla kolejnych testĂłw.
- testy obciÄ…Ż»eniowe - uwzglÄ™dniana zostaje zmienna liczba klientĂłw generujÄ…cych Ż»Ä…dania, w kontekĹ›cie ktĂłrej ustalane sÄ… Ĺ›rednie czasu odpowiedzi na Ż»Ä…danie, a takŻe dokonywane zostaje odniesienie uzyskanego rezultatu do wspĂłŁ,czynnikĂłw zdefiniowanych uprzednio w ramach miary APDEX.
- testy przeciÄ…Ż»ajÄ…ce - liczba klientĂłw generujÄ…cych Ż»Ä…danie zostaje dobrana w taki sposĂłb, aby doprowadziÄ‡ do obciÄ…Ż»enia testowanej usŁ,ugi, niepozwalającego na poprawne funkcjonowanie interfejsu programowania aplikacji. Ewaluacja ta, ma na celu znalezienie punktu krytycznego w kontekĹ›cie dziaŁ,ania testowanego oprogramowania.

Poza czarnoskrzynkowymi testami wydajnoĹ›ci, cechujÄ…cymi siÄ™ omĂłwionÄ… powyĹ»ej strkturÄ…, przeprowadzone mogÄ… zostaÄ‡ ewaluacje efektywnoĹ›ci dziaŁ,ania poszczegĂłlnych fragmentĂłw usŁ,ugi sieciowej, w ramach ktĂłrych interfejs programowania aplikacji postrzegaÄ‡ naleĹ»y w odmienny sposĂłb, aniĹ»eli jako system wejĹ›ciowo-wyjĹ›ciowy.

PrzykŁ,adem oceny wydajnoĹ›ci okreĹ›lonego fragmentu interfejsu programowania aplikacji moĹ»e byÄ‡ ewaluacja moduŁ,u realizacji zaawansowanych operacji obliczeniowych, dostÄ™pnego z poziomu punktu koŁ„cowego API. W takim przypadku, oprogramowanie musi zostaÄ‡ dostosowane do przeprowadzenia procedury testowej, a metryka wydajnoĹ›ci - powiÄ…zana z postÄ™pem realizacji obliczeŁ„.

2.4. Wykorzystywane narzÄ™dzia i technologie

ZarĂłwno w trakcie procesu implementacji badanych interfejsĂłw programowania aplikacji, jak i procedurze przeprowadzenia badaŁ„ pod kontem ich wydajnoĹ›ci, wykorzystano obszerny zbiĂłr sprawdzonych i powszechnie stosowanych rozwiÄ…zaŁ„ technologicznych. W ramach niniejszej sekcji, opisane zostanie kaŻde z nich.

C#

C# jest wieloparadygmatowym, a takŻe nowoczesnym jÄ™zykiem programowania ogĂłlnego przeznaczenia, charakteryzujÄ…cym siÄ™ bezpieczeŁ„stwem i niezawodnoĹ›ciÄ… w aspekcie typowania struktur danych. Pierwsza z wersji tego jÄ™zyka, stworzona zostaŁ,a przez

Andersa Hejlsberga w roku 1998. Od tamtej chwili, do momentu napisania niniejszej pracy, upublicznionych zostaŁo 9 kolejnych, stabilnych wydaŁ„ projektu C#. KaŁĽda z nastÄ™pnych wersji omawianego jÄ™zyka programowania wprowadzaŁ,a zarÄŁwno usprawnienia w kontekŁ›cie ekosystemu budowy i kompilacji programÄŁw ŁşrÄŁdŁ,owych, jak i wzbogacaŁ,a interfejs bibliotek funkcyjnych o kluczowe z punktu widzenia doŁ›wiadczonego programisty rozwiÄ…zania. Do rozwiÄ…zaŁ„ tych, zaliczyÄ‡ naleŁĽy miÄ™dzy innymi: mechanizmy programowania wspÄŁŁ,bieŁĽnego, typy anonimowe, operatory zmiennych typÄŁw niezdefiniowanych, obsŁ,ugÄ™ referencji, typy generyczne, czy teŁĽ wyraŁĽenia lambda.

W ramach niniejszej pracy, jÄ™zyk C# wykorzystany zostaŁ, do implementacji jednego z dwÄŁch zbiorÄŁw interfejsÄŁw programowania aplikacji. Ze wzglÄ™du na zastosowanie rozwiÄ…zaŁ„ z zakresu przetwarzania wspÄŁŁ,bieŁĽnego (tj. operacji asynchronicznych oraz wielowÄ…tkowych) udostÄ™pnianych przez omawiany jÄ™zyk programowania, interfejsy API realizowane w tej technologii mogÄ… obsŁ,ugiwaÄ‡ w sposÄŁb rÄŁwnolegŁ,y ŁĽÄ…dania pochodzÄ…ce od wielu klientÄŁw, a takŁĽe utrzymywaÄ‡ sekwencyjny charakter przetwarzanych procedur niezaleŁĽnie od czasu ich wykonywania. NaleŁĽy takŁĽe zwrÄŁciÄ‡ uwagÄ™ na mechanizm wewnÄ™trznych usprawnieŁ„ wydajnoŁ›ciowych implementowany w ramach kompilatora i uruchamiany w momencie tŁ,umaczenia kodu jÄ™zyka do tzw. jÄ™zyka poŁ›redniego *(ang. Intermediate Language)*. DziÄ™ki zastosowaniu przedstawionego mechanizmu, operacje zdefiniowane przez programistÄ™ mogÄ… byÄ‡ modyfikowane w procesie kompilacji, tak aby nie wpŁ,ynÄ…Ä‡ na zaimplementowanÄ… funkcjonalnoŁ›Ä‡, zwiÄ™kszajÄ…c jednoczeŁ›nie wydajnoŁ›Ä‡ generowanego programu [**?**].

.NET Core

.NET Core postrzegaÄ‡ naleŁĽy jako Ł›rodowisko budowy, kompilacji oraz wykonywania rozwiÄ…zaŁ„ implementowanych w jÄ™zyku C#. Przedstawiana technologia stanowi podzbiÄŁr bibliotek, dziÄ™ki ktÄŁrym programista jest w stanie budowaÄ‡ systemy rÄŁŁĽnorodnego przeznaczenia, a takŁĽe uruchamiaÄ‡ je w wielu wspieranych Ł›rodowiskach programowych. W przeciwieŁ„stwie do technologii .NET Framework bÄ™dÄ…cej poprzednikiem .NET Core, aplikacje tworzone na bazie omawianej biblioteki mogÄ… byÄ‡ wydawane nie tylko na system operacyjny Windows, ale takŁĽe na systemy Linux oraz MacOS.

W ramach omawianego Ł›rodowiska wykorzystywany zostaje komponent jÄ™zyka C# zwany bibliotekÄ… standardowÄ… *(ang. .NET Standard Library)*. Biblioteka ta jest wspÄŁlna dla wielu Ł›rodowisk uruchomieniowych, a zawarte w niej funkcjonalnoŁ›ci, traktowaÄ‡ naleŁĽy jako metody ogÄŁlnego przeznaczenia.

Ponadto, Ł›rodowisko .NET Core, w ramach procesu budowy i kompilacji rozwiÄ…zania nawiÄ…zuje komunikacjÄ™ z komponentem wspÄŁlnej infrastruktury *(ang. Common Infrastructure)*. Komponent ten, podobnie jak biblioteka standardowa, wspÄŁŁ,dzielony jest przez wiele Ł›rodowisk wykonawczych. W kontekŁ›cie wspÄŁlnej infrastruktury, wspomnieÄ‡ naleŁĽy o wspÄŁlnej specyfikacji jÄ™zyka *(ang. CLS - Common Language Specification)*, wspÄŁlnym systemie typÄŁw *(ang. CTS - Common Type System)*, a takŁĽe Ł›rodowisku uruchomieniowym wspÄŁlnego jÄ™zyka *(ang. CLR - Common Language Runtime)*. Wykorzystanie miÄ™dzy innymi tych trzech elementÄŁw, pozwala na budowÄ™ systemu dostÄ™pnego na wielu platformach [**?**].

W kontekŁ›cie realizowanej pracy, technologia .NET Core uŁĽyta zostaŁ,a jako Ł›rodowisko uruchomieniowe dla interfejsÄŁw programowania aplikacji tworzonych w jÄ™zyku C#. W obrÄ™bie technologii tej, poza przedstawionymi powyŁĽej komponentami, wyrÄŁŁĽniÄ‡ moŁĽemy natywnÄ… bibliotekÄ™ ASP.NET Core, stanowiÄ…cÄ… zbiÄŁr metod przydatnych w procesie definiowania internetowych usŁ,ug sieciowych oraz aplikacji webowych. DziÄ™ki zastosowaniu ASP.NET Core operacje takie jak, miÄ™dzy innymi:

obsÅ‚uga definicji kontrolerÃłw API, zarzÄ…dzanie stanem ciaÅ‚a Å¼Ä…dania oraz jego rzutowaniem na okreÅ›lony typ danych, czy teÅ¼ implementacja mechanizmÃłw uwierzytelniania i autoryzacji klienta, wykonane mogÄ… zostaÄ‡ na wysokim poziomie abstrakcji z jednoczesnym zapewnieniem naleÅ¼ytego poziomu ich wydajnoÅ›ci.

Entity Framework Core

Entity Framework Core stanowi narzÄ™dzie stworzone przez firmÄ™ Microsoft, ktÃłrego zastosowaniem jest mapowanie obiektowo-relacyjne realizowane w kontekÅ›cie usÅ‚ug internetowych tworzonych z wykorzystaniem jÄ™zyka C# oraz uruchamianych na platformie .NET Core. Przedstawiana biblioteka zapewnia programiÅ›cie zorientowany obiektowo interfejs, za pomocÄ… ktÃłrego moÅ¼e on uzyskaÄ‡ dostÄ™p do danych, a takÅ¼e je definiowaÄ‡ oraz przetwarzaÄ‡. Zbiory obiektÃłw mogÄ… byÄ‡ skÅ‚adowane zarÃłwno w relacyjnych jak i niereleacyjnych bazach danych. Niniejsza biblioteka, podobnie do Å›rodowiska uruchomieniowego .NET Core, jest rozwiÄ…zaniem wieloplatformowym i moÅ¼e byÄ‡ wykorzystywana przy budowie systemÃłw internetowych wdraÅ¼anych na systemach Windows, Linux oraz MacOS.

Zastosowanie biblioteki mapera obiektowo-relacyjnego jakÄ… jest Entity Framework Core umoÅ¼liwia zastosowanie podejÅ›cia zorientowanego na kod Å¹rÃłdÅ‚owy w kontekÅ›cie aplikacji komunikujÄ…cych siÄ™ i wykorzystujÄ…cych zewnÄ™trzne zbiory danych *(ang. Code-First Approach)*. PodejÅ›cie to, polega na definiowaniu w ramach kodu Å¹rÃłdÅ‚owego zbioru klas modelu danych, ktÃłre bÄ™dÄ… nastÄ™pnie przeksztaÅ‚cane do postaci tabel okreÅ›lonego systemu bazodanowego. Przedstawiona operacja przeksztaÅ‚cenia wykonywana jest bezpoÅ›rednio za pomocÄ… mechanizmÃłw mapera obiektowo-relacyjnego.

NiezaprzeczalnÄ… zaletÄ™ wykorzystania biblioteki ORM jakÄ… jest Entity Framework Core stanowi moÅ¼liwoÅ›Ä‡ operowania na jednolitym interfejsie realizacji operacji na danych, niezależnie od obsÅ‚ugiwanego systemu bazodanowego. Oznacza to, Å¼e w momencie zmiany dostawcy zewnÄ™trznego Å¹rÃłdÅ‚a danych, zawartoÅ›Ä‡ kodu Å¹rÃłdÅ‚owego programu nie musi podlegaÄ‡ modyfikacji [**?**].

MediatR

MediatR to otwartoÅºrÃłdÅ‚owa biblioteka jÄ™zyka C#, z wykorzystaniem ktÃłrej zaimplementowany moÅ¼e zostaÄ‡ wzorzec projektowy, dotyczÄ…cy separacji odpowiedzialnoÅ›ci za obsÅ‚ugÄ™ zapytaÅ„ oraz komend przetwarzanych przez usÅ‚ugÄ™ sieciowÄ…. Kluczowym elementem biblioteki MediatR jest para generycznych interfejsÃłw, za pomocÄ… ktÃłrych implementowana jest obsÅ‚uga zarÃłwno Å¼Ä…daÅ„ jak i zapytaÅ„ dotyczÄ…cych danych. Interfejsami tymi sÄ… kolejno: *IRequest* - struktura programistyczna implementowana przez klasy definiujÄ…ce zawartoÅ›Ä‡ ciaÅ‚a Å¼Ä…dania lub komendy, a takÅ¼e powiÄ…zany z niÄ… *IRequestHandler*, ktÃłry jest konkretyzowany przez klasÄ™ definicji metody obsÅ‚ugi Å¼Ä…dania bÄ…dÅº operacji na danych.

Ponadto, należy rÃłwnieÅ¼ podkreÅ›liÄ‡ znaczenie metody *Send* dostÄ™pnej w ramach gÅ‚Ã³wnego API pakietu MediatR. DziÄ™ki niej, wywoÅ‚ana moÅ¼e zostaÄ‡ procedura obsÅ‚ugi okreÅ›lonego Å¼Ä…dania lub operacji, z dowolnego miejsca kodu Å¹rÃłdÅ‚owego interfejsu programowania aplikacji [**?**].

JavaScript

JavaScript to wielofunkcyjny oraz wieloplatformowy skryptowy jÄ™zyk programowania cechujÄ…cy siÄ™ wysokim poziomem abstrakcji. Najbardziej popularnym przeznaczeniem

omawianego jÄ™zyka jest budowa systemÃłw internetowych, a takÅĽe mobilnych. HistoryznÄ… rolÄ… technologii JavaScript byÅ‚o udostÄ™pnianie programiÅ›cie funkcjonalnoÅ›ci umoÅĽliwiajÄ…cych okreÅ›lanie rÃłÅĽnorodnych sposobÃłw interakcji pomiÄ™dzy uÅĽytkownikiem serwisu internetowego, a jego statycznymi elementami. Podstawowym Å›rodowiskiem wykonania oraz interpretacji omawianego jÄ™zyka byÅ‚a uwczeÅ›nie przeglÄ…darka internetowa. Wraz z pojawieniem siÄ™ serwerowego Å›rodowiska uruchomieniowego NodeJS, przeznaczonego dla jÄ™zyka JavaScript, popularnoÅ›Ä‡ omawianej technologii wzrosÅ‚a w gwaÅ‚townym tempie. Zmianie uległo rÃłwnieÅĽ gÅ‚Ãłwne przeznaczenie technologii, ktÃłra od tej pory staÅ‚a siÄ™ peÅ‚noprawnym jÄ™zykiem programowania, stosowanym w kontekÅ›cie budowy zarÃłwno systemÃłw internetowych, rozwiÄ…zaÅ„ mobilnych, jak i programÃłw desktopowych.

JÄ™zyk JavaScript uznaÄ‡ naleÅĽy za technologiÄ™ charakteryzujÄ…cÄ… siÄ™ typowaniem sÅ‚abym oraz dynamicznym. W zwiÄ…zku z zastosowaniem przez twÃłrcÃłw rozwiÄ…zania takiego wÅ‚aÅ›nie podejÅ›cia, tworzone kody programÃłw naraÅĽone sÄ… na wystÄ™powanie zjawisk niezgodnoÅ›ci typÃłw, a takÅĽe niejawnej koercji. Ponadto, w kontekÅ›cie mechanizmÃłw omawianego jÄ™zyka, realizacja operacji przetwarzania wspÃłÅ‚bieÅĽnego oraz wykonania metod asynchronicznych, zaleÅĽna jest w caÅ‚kowitym stopniu od rozwiÄ…zaÅ„ implementacyjnych poczynionych w ramach Å›rodowiska uruchomieniowego. Oznacza to, ÅĽe przetwarzanie i wykonywanie operacji wielowÄ…tkowych moÅĽe cechowaÄ‡ siÄ™ zrÃłÅĽnicowanÄ… wydajnoÅ›ciÄ…, w zaleÅĽnoÅ›ci od konkretnego interpretera jÄ™zyka.

NiewÄ…tpliwymi zaletami technologii JavaScript sÄ…: skÅ‚adnia cechujÄ…ca siÄ™ niskim poziomem zÅ‚oÅĽonoÅ›ci poleceÅ„, moÅĽliwoÅ›Ä‡ dowolnego wykorzystywania wielu spoÅ›rÃłd wspieranych paradygmatÃłw programowania, moduÅ‚owoÅ›Ä‡ i skalowalnoÅ›Ä‡ implementowanych rozwiÄ…zaÅ„, a takÅĽe elastycznoÅ›Ä‡ w kontekÅ›cie operowania na wykorzystywanych strukturach danych [**?**].

W ramach niniejszej pracy, jÄ™zyk JavaScript zastosowany zostaÅ‚, w celu implementacji jednego z dwÃłch zbiorÃłw badanych interfejsÃłw programowania aplikacji. Tworzone w omawianym jÄ™zyku API, wykonywane bÄ™dÄ… w Å›rodowisku uruchomieniowym NodeJS.

TypeScript

TypeScript stanowi statycznie typowany nadzbiÃłr jÄ™zyka JavaScript. OkreÅ›lenie to, oznacza ÅĽe omawiana technologia nie jest stricte jÄ™zykiem programowania, a tylko okreÅ›lonÄ… grupÄ… instrukcji oraz procedur, ktÃłre wÅ‚Ä…czyÄ‡ moÅĽna do jÄ™zyka JavaScript, po to, aby zapewniÄ‡ w jego kontekÅ›cie statyczny sposÃłb typowania danych. Technologia TypeScript nie moÅĽe byÄ‡ wykorzystywana samodzielnie, a Å›rodowisko wykonawcze JavaScript jest wymagane w celu uruchomienia skompilowanego moduÅ‚u, definiowanego zgodnie ze skÅ‚adniÄ… omawianego jÄ™zyka.

Kluczowym elementem przedstawianej technologii jest transpilator jÄ™zyka TypeScript o nazwie tsc *(ang. TypeScript Compiler)*. Program ten, uruchamiany jest tuÅĽ przed rozpoczÄ™ciem procedury interepretacji kodu JavaScript i przekształca on metody odpowiedzialne za obsÅ‚ugÄ™ typÃłw danych, do struktur dostÄ™pnych w ramach standardowej implementacji jÄ™zyka. Dlatego teÅĽ, z punktu widzenia Å›rodowiska uruchomieniowego, dostÄ™pne programistom mechanizmy definicji typÃłw czy interfejsÃłw, nie sÄ… znane.

Celem zastosowania omawianego nadzbioru jÄ™zykowego jest moÅĽliwoÅ›Ä‡ kontroli zgodnoÅ›ci definiowanych obiektÃłw programistycznych pod kÄ…tem ich wewnÄ™trznej struktury. Ponadto, wykorzystanie TypeScript umoÅĽliwia weryfikacjÄ™ faktu nieumyÅ›lnego odwoÅ‚ania siÄ™ do struktury typu nieokreÅ›lonego, jeszcze przed rozpoczÄ™ciem procesu interpretacji kodu [**?**].

NodeJS

NodeJS jest Ľrodowiskiem uruchomieniowym jÄ™zyka JavaScript zbudowanym w oparciu o otwartoŁşrĂłdŁowy silnik interpretacji kodu Chrome V8. DziÄ™ki zastosowaniu omawianego Ľrodowiska uruchomieniowego, kod ŁşrĂłdŁowy jÄ™zyka JavaScript moŁże byÄ‡ wykonywany poza ekosystemem przeglÄ…darki internetowej. RozwĂłj niniejszej technologii, doprowadziŁ, do diametralnej zmiany w obszarze zastosowania jÄ™zyka JavaScript, a takŁże gwaŁ,townego wzrostu jego popularnoŁ›ci w kontekŁ›cie budowy systemĂłw internetowych.

Podobnie do rozwiÄ…zania Microsoft .NET Core, platforma NodeJS skŁ,ada siÄ™ nie tylko ze Ľrodowiska uruchomieniowego, ale takŁże ze zbioru bibliotek oraz narzÄ™dzi linii komend. Aplikacje budowane na bazie omawianej technologii cechujÄ… siÄ™ zastosowaniem architektury sterowanej zdarzeniami *(ang. Event-driven architecture)*, ktĂłra ponadto wzbogacana jest (dziÄ™ki wykorzystaniu mechanizmu pÄ™tli) o moŁżliwoŁ›Ä‡ obsŁ,ugi operacji asynchronicznych. Co wiÄ™cej, rozwiÄ…zania definiowane na podstawie Ľrodowiska NodeJS posiadajÄ… budowÄ™ moduŁ,owÄ…, co przyczynia siÄ™ do zwiÄ™kszenia ich zdolnoŁ›ci w kontekŁ›cie skalowania systemĂłw.

NaleŁży rĂłwnieŁż uwypukliÄ‡ generycznoŁ›Ä‡ charakterystyki Ľrodowiska NodeJS. Nie jest ono przeznaczone stricte do definiowania i wdraŁżania usŁ,ug sieciowych, a wykorzystywane jest do uruchamiania dowolnego kodu jÄ™zyka JavaScript, jaki moŁże zostaÄ‡ stworzony za pomocÄ… jego skŁ,adni. Dlatego teŁż, aby dostarczaÄ‡ mechanizmy dotyczÄ…ce specyficznych funkcjonalnoŁ›ci, ekosystem NodeJS moŁże byÄ‡ rozbudowywany poprzez otwartoŁşrĂłdŁowe moduŁ,y. LicznoŁ›Ä‡ moduŁ,Ăłw tych, a takŁże popularnoŁ›Ä‡ ich wykorzystania stanowi niewÄ…tpliwie o sile omawianej technologii [**?**].

ExpressJS

ExpressJS stanowi bibliotekÄ™ Ľrodowiska NodeJS, dostarczajÄ…cÄ… zbiĂłr metod pozwalajÄ…cych na budowÄ™ webowych interfejsĂłw programowania aplikacji w tym wŁ,aŁ›nie Ľrodowisku. Pakiet ExpressJS cechuje siÄ™ minimalizmem w kontekŁ›cie zŁ,oŁżonoŁ›ci udostÄ™pnianych programiŁ›cie operacji, elastycznoŁ›ciÄ… dotyczÄ…cÄ… wspĂłŁ,pracy z zewnÄ™trznymi pakietami, a takŁże wysokÄ… wydajnoŁ›ciÄ… dziaŁ,ania tworzonych aplikacji, poprzez eliminacjÄ™ zŁ,oŁżonych funkcjonalnoŁ›ci przetwarzania zasobĂłw w obrÄ™bie ŁżÄ…dania.

Koncepcja przetwarzania zasobu uzyskanego od klienta w ramach ExpressJS sprowadza siÄ™ do potokowej obsŁ,ugi dostarczonego wejŁ›cia, przez kolejne funkcje poŁ›redniczÄ…ce *(ang. Middleware functions)*. Ostatnia z funkcji ma za zadanie zwrĂłciÄ‡ odpowiedŁş wygenerowanÄ… na podstawie operacji wykonywanych przez wszystkie poprzednie metody. CiaŁ,em funkcji poŁ›redniczÄ…cej moŁże byÄ‡ zarĂłwno kod ŁşrĂłdŁowy zdefiniowany przez programistÄ™, jak i ten dostarczony poprzez referencjÄ™ do zewnÄ™trznego pakietu. Do kaŁżdej z metod przekazywane sÄ… parametry ŁżÄ…dania, odpowiedzi, a takŁże referencji do nastÄ™pnego middleware. DziÄ™ki uruchomieniu napisanej w taki sposĂłb aplikacji w Ľrodowisku NodeJS, poszczegĂłlne funkcje poŁ›redniczÄ…ce mogÄ… byÄ‡ realizowane asynchronicznie [**?**].

Prisma

Prisma ORM to narzÄ™dzie peŁ,niÄ…ce rolÄ™ mapera obiektowo-relacyjnego wykorzystywanego w kontekŁ›cie implementowania interfejsĂłw programowania aplikacji w jÄ™zyku JavaScript. DystynktywnÄ… cechÄ… omawianego narzÄ™dzia jest prostota definiowania rzutowanego modelu danych. W przypadku pakietu Prisma, caŁ,a struktura modelu danych

opisywana jest w ramach jednego pliku zwanego plikiem schematu. W pliku tym, określane zostajÄ… zarÃłwno wÅ‚aÅ›ciwoÅ›ci poszczegÃłlnych encji modelu, jak i relacje ktÃłre miÄ™dzy nimi wystÄ™pujÄ….

Analogicznie do narzÄ™dzia Entity Framework Core, Prisma ORM wspiera zarÃłwno relacyjne jak i nierelacyjne systemy bazodanowe. Ponadto, zauważalnyÄ‡ należy kompatybilnoÅ›Ä‡ omawianego narzÄ™dzia z omawianÄ… wyÅ‚ącznie technologiÄ… TypeScript [**?**].

Mongoose

Biblioteka Mongoose stanowi narzÄ™dzie rzutowania obiektowego modelu danych definiowanego w ramach kodu programu, do postaci obiektowej nierelacyjnej bazy danych MongoDB. Technologii tej nie należy nazywaÄ‡ maperem obiektowo-relacyjnym, gdyż wykonywane przez niÄ… operacje synchronizujÄ… struktury danych, ktÃłre zarÃłwno po stronie kodu, jak i po stronie Å›rÃłdÅ‚a danych cechujÄ… siÄ™ obiektowÄ… naturÄ….

PoÅ‚Ä…czenie interfejsu programowania aplikacji z nierelacyjnym Å›rÃłdÅ‚em danych obsÅ‚ugiwanym poprzez bibliotekÄ™ Mongoose, prowadziÄ‡ może do zwiÄ™kszenia efektywnoÅ›ci oraz zmniejszenia czasu wykonania operacji na danych. JednakÅ¼e, w zwiÄ…zku z naturÄ… przechowywanych informacji, a takÅ¼e brakiem uwzglÄ™dniania w ich strukturze metadefinicji, zastosowanie omawianego mechanizmu może rÃłwnieÅ¼ prowadziÄ‡ do braku spÃłjnoÅ›ci Å›rÃłdÅ‚a danych, a takÅ¼e niemoÅ¼liwoÅ›ci zastosowania usprawnieÅ„ wydajnoÅ›ciowych w kontekÅ›cie bazy danych [**?**].

Apache JMeter

NarzÄ™dzie Apache JMeter to otwartoÅ›rÃłdÅ‚owe oprogramowanie stworzone w jÄ™zyku Java. Program ten, wykorzystywany jest przeprowadzania ewaluacji wydajnoÅ›ci oprogramowania sieciowego opierajÄ…cego swoje działanie o protokoÅ‚y HTTP oraz FTP. Testy efektywnoÅ›ci działania usÅ‚ug mogÄ… zostaÄ‡ przeprowadzane w trybie lokalnym (tj. z wykorzystaniem jednego hosta wysyÅ‚ającego żÄ…dania do określonej usÅ‚ugi sieciowej), jak i w trybie rozproszonym (tj. budowana zostaje hierarchia hostÃłw bÄ™dÄ…cych generatorami żÄ…dań). W ramach niniejszej pracy, zastosowany został drugi z przedstawionych trybÃłw ewaluacji.

DziaÅ‚anie oprogramowania Apache JMeter sprowadza siÄ™ do wykonywania pÄ™tli testowej, w ramach określonych grup wÄ…tkÃłw. PÄ™tla testowa symuluje sekwencyjne generowanie żÄ…dań, w kierunku serwera, z uwzglÄ™dnieniem stałej wartoÅ›ci opÃłźnienia pomiÄ™dzy wysyÅ‚anymi pakietami. Grupa wÄ…tkÃłw natomiast, określa wspÃłÅ‚bieżny charakter testÃłw obciÄ…żenia usÅ‚ugi sieciowej i może byÄ‡ utożsamiana zarÃłwno z konkretnymi wÄ…tkami procesora lokalnego hosta, jak i z oddzielnie pracujÄ…cymi generatorami żÄ…dań, w trybie rozproszonym.

W celu zdefiniowania testu wydajnoÅ›ci w ramach Apache JMeter, zbudowany powinien zostaÄ‡ plan testowy. Jest to podstawowa jednostka wyrÃłżniana w ramach niniejszego oprogramowania i skupia ona w sobie miÄ™dzy innymi komponenty grup wÄ…tkÃłw, prÃłbnikÃłw *(ang. Samplers)*, a także elementÃłw nasÅ‚uchujÄ…cych na odpowiedÅş usÅ‚ugi *(ang. Listeners)*. ZarÃłwno prÃłbniki, jak i elementy nasÅ‚uchujÄ…ce mogÄ… byÄ‡ powielane w ramach planu testowego, a także indywidualnie konfigurowane, w zależnoÅ›ci od specyfiki usÅ‚ugi sieciowej.

Oprogramowanie Apache JMeter obsÅ‚ugiwaÄ‡ może zarÃłwno z poziomu narzÄ™dzia linii komend, jak i udostÄ™pnionego graficznego interfejsu użytkownika [**?**].

2.5. PrzeglÄ…d literatury

W niniejszym rozdziale przedstawione zostanÄ… pozycje literaturowe, do ktÄłrych odnosiÄ‡ siÄ™ bÄ™dzie opisywana praca dyplomowa. Pozycje te, podzielone zostaĹ‚y na oddzielne grupy, zwiÄ…zane z okreĹ›lonÄ… tematykÄ….

Na poczÄ…tku, przedstawiona zostanie literatura powiÄ…zana z aspektem budowy interfejsÄłw programowania aplikacji oraz bÄ™dÄ…ca wprowadzeniem do wykorzystywanych technologii. NastÄ™pnie, opisane zostanÄ… pozycje traktujÄ…ce o wydajnoĹ›ci interfejsÄłw API, a takĹĽe o analizie dziaĹ‚ania powszechnie dostÄ™pnych serwisÄłw internetowych opartych o metodologiÄ™ REST. Kolejne prace, skupiaÄ‡ siÄ™ bÄ™dÄ… na tematyce testowania usĹ‚ug sieciowych, teorii testowania, a takĹĽe konfiguracji narzÄ™dzi dla testÄłw rozproszonych. W nastÄ™pnej kolejnoĹ›ci, wspomniane zostanÄ… prace naukowe oraz dokumenty standaryzacyjne dotyczÄ…ce sposobu dziaĹ‚ania protokoĹ‚u przesyĹ‚ania danych hipertekstowych. OstatniÄ… grupÄ… pozycji literaturowych bÄ™dÄ… prace referencyjne dotyczÄ…ce badaĹ„ wydajnoĹ›ci systemÄłw internetowych.

Pozycja [**?**] stanowi wprowadzenie do zaawansowanych konceptÄłw jÄ™zyka C#, a takĹĽe dostarcza informacji zwiÄ…zanych z wykorzystaniem tego jÄ™zyka w Ĺ›rodowiskach uruchomieniowych .NET oraz .NET Core. W poczÄ…tkowych rozdziaĹ‚ach przedstawiono sposÄłb budowy, kompilacji oraz wykonywania programu w Ĺ›rodowisku .NET. Kolejno opisana zostaĹ‚a struktura bazowych aplikacji uruchamianych w tym wĹ‚aĹ›nie Ĺ›rodowisku i tworzonych za pomocÄ… jÄ™zyka C#. Ostatnim elementem wprowadzenia do opisywanej technologii byĹ‚o przedstawienie struktur jÄ™zyka w kontekĹ›cie obiektowego paradygmatu programowania. W nastÄ™pnych sekcjach literatury, w sposÄłb wyczerpujÄ…cy poruszono tematykÄ™ bardziej zaawansowanych aspektÄłw programowania w jÄ™zyku C#, ktÄłrymi sÄ… miÄ™dzy innymi: kolekcje i typy generyczne, delegaty i wyraĹĽenia lambda, czy teĹĽ cykl ĹĽycia obiektu w pamiÄ™ci programu. WaĹĽnym tematem, poruszonym w ramach tej ksiÄ…ĹĽki jest struktura oraz zasada dziaĹ‚ania Ĺ›rodowiska .net core, bÄ™dÄ…cego podstawowym elementem interfejsÄłw programowania aplikacji tworzonych w jÄ™zyku C#.

AnalogicznÄ… do przedstawionej powyĹĽej pozycji literaturowej, dotyczÄ…cÄ… jednak technologii NodeJS oraz jÄ™zyka JavaScript jest [**?**]. W ramach tej pracy zawarto obszerne wprowadzenie do platformy NodeJS uwzglÄ™dniajÄ…ce ponadto kwestie obsĹ‚ugi operacji wejĹ›cia/wyjĹ›cia, wykonywania natywnego kodu JS, czy teĹĽ przetwarzania operacji przez silnik NodeJS oraz bibliotekÄ™ libuv. Znaczna czÄ™Ĺ›Ä‡ pracy, obejmuje przedstawienie zaawansowanych wzorcÄłw projektowych, ktÄłrych gĹ‚Äłwnym przeznaczeniem jest obsĹ‚uga zdarzeĹ„ oraz operacji asynchronicznych. Wspomniane zostaĹ‚y takĹĽe rozwiÄ…zania dotyczÄ…ce skalowalnoĹ›ci aplikacji z wykorzystaniem mechanizmÄłw kolejkowania wiadomoĹ›ci.

NiezaleĹĽnie od wykorzystywanej technologii, interfejsy programowania aplikacji, ktÄłre zostaĹ‚y zbudowane na potrzeby tej pracy dyplomowej, oparte sÄ… o styl architektoniczny RESTful. Styl ten, jest pewnym zbiorem zasad projektowania usĹ‚ug sieciowych, okreĹ›lajÄ…cym zarÄłwno aspekty sposobu komunikacji klienta z usĹ‚ugÄ… sieciowÄ…, jak i techniczne wymagania dotyczÄ…ce przetwarzania ĹĽÄ…daĹ„. Dobre praktyki, ktÄłre uwzglÄ™dnia metodologia REST, zawarte zostaĹ‚y w pozycji literaturowej [**?**]. Autorzy tego dokumentu, na wstÄ™pie dokonujÄ… porÄłwnania architektury zorientowanej na zasoby, bÄ™dÄ…cej podstawÄ… konwencji REST, z popularnÄ… uprzednio architekturÄ… zorientowanÄ… na usĹ‚ugi. NastÄ™pnie, przedstawiane sÄ… najlepsze praktyki, cele oraz reguĹ‚y REST dotyczÄ…ce projektowania interfejsu programowania aplikacji. Co wiÄ™cej, w omawianej ksiÄ…ĹĽce zawarte zostaĹ‚y takĹĽe podstawowe oraz zaawansowane wzorce projektowania API, uwzglÄ™dniajÄ…ce aspekty bezstanowoĹ›ci, paginacji, osiÄ…galnoĹ›ci, a takĹĽe identyfikacji zasobÄłw interfejsu. KoĹ„cowe rozdziaĹ‚y ksiÄ…ĹĽki, wprowadzajÄ…

w kwestie testowania oraz bezpieczeĹ„stwa REST API, omawiajÄ… technikÄ™ kompozycji usĹ‚ug RESTful, a takĹĽe przedstawiajÄ… rozwiÄ…zania (biblioteki oraz jÄ™zyki programowania) pozwalajÄ…ce na tworzenie interfejsĂłw API zgodnych z metodologiÄ… REST.

Podstawowym celem dziaĹ‚ania interfejsu programowania aplikacji jest dostarczenie danych do konsumenta, bÄ…dĹş teĹĽ ich manipulacja zgodnie z jego ĹĽÄ…daniem. Aby operowaÄ‡ na danych, interfejs API musi komunikowaÄ‡ siÄ™ ze ĹşrĂłdĹ‚em danych, ktĂłrym najczÄ™Ĺ›ciej jest serwer bazodanowy. W celu dostarczenia metod komunikacji pomiÄ™dzy API a ĹşrĂłdĹ‚em danych, ktĂłre jednoczeĹ›nie sÄ… niezaleĹĽne od wykorzystywanego ĹşrĂłdĹ‚a, a takĹĽe pozwalajÄ… na zarzÄ…dzanie danymi z poziomu struktur jÄ™zyka, stworzone zostaĹ‚y biblioteki zwane maperami obiektowo-relacyjnymi (ang. Object-Relational Mappers). Dla API napisanego w jÄ™zyku C# podstawowym rozwiÄ…zaniem ORM jest biblioteka Entity Framework Core, ktĂłra przedstawiona zostaĹ‚a w pozycji [**?**]. Pozycja ta, uwzglÄ™dnia zarĂłwno opis dziaĹ‚ania najczÄ™Ĺ›ciej wykorzystywanych metod sĹ‚uĹĽÄ…cych do manipulacji danymi, jak i rolÄ™ klasy kontekstu bazodanowego w procesie tĹ‚umaczenia operacji programistycznych na polecenia bazodanowe. Ponadto, dowiedzieÄ‡ moĹĽemy siÄ™ jak przetwarzaÄ‡ zaawansowane typy danych (takie jak np. DateTime), czy teĹĽ w jaki sposĂłb wykorzystywaÄ‡ zapytania LINQ do budowania kwerend.

Dla interfejsu programowania aplikacji napisanego w jÄ™zyku JavaScript i uruchamianego w Ĺ›rodowisku NodeJS, w przeciwieĹ„stwie do platformy .NET, zastosowaÄ‡ moĹĽemy zdecydowanie wiÄ™kszÄ… liczbÄ™ bibliotek peĹ‚niÄ…cych rolÄ™ maperĂłw obiektowo-relacyjnych. Biblioteki te, zostaĹ‚y opisane w pozycjach [**?**] i [**?**]. Pozycja [**?**] peĹ‚ni rolÄ™ caĹ‚oĹ›ciowego wprowadzenia do tematyki tworzenia interfejsĂłw API, korzystajÄ…c z platformy NodeJS, frameworka ExpressJS oraz nierelacyjnej bazy danych MongoDB. RozdziaĹ‚, piÄ…ty tej pracy, traktujÄ…cy o wykorzystaniu baz danych NoSQL, przybliĹĽa tematykÄ™ jednego z najczÄ™Ĺ›ciej wykorzystywanych maperĂłw obiektowo-relacyjnych dla Node czyli mongoose. Przedstawiono tutaj sposĂłb zestawienia poĹ‚Ä…czenia z serwerem bazodanowym, tworzenia encji modelu, przeksztaĹ‚canego nastÄ™pnie na struktury bazy danych, a takĹĽe wykonywania operacji dostÄ™pu do danych i ich modyfikacji. W pracy [**?**] natomiast, porĂłwnano nierelacyjne podejĹ›cie do skĹ‚adowania danych typu geograficznego z podejĹ›ciem relacyjnym, wykorzystujÄ…c w tym przypadku biblioteki mongoose i sequelize. Oba mapery obiektowo relacyjne zostaĹ‚y uĹĽyte w ramach interfejsu API wykorzystujÄ…cego technologie NodeJS/ExpressJS. Celem opisywanej pracy byĹ‚o przedstawienie rĂłĹĽnic w czasach odpowiedzi API na uzyskane ĹĽÄ…danie, dla rĂłĹĽnej liczby danych geolokalizacyjnych, uwzglÄ™dniajÄ…c zastosowanie relacyjnych i nierelacyjnych baz danych.

NastÄ™pne pozycje literaturowe, zwiÄ…zane sÄ… z analizÄ… usĹ‚ug REST oraz wydajnoĹ›ciÄ… webowych interfejsĂłw programowania aplikacji.

Pozycja [**?**] stanowi analizÄ™ 500 serwisĂłw internetowych z listy alexa.com4000 najpopularniejszych dostÄ™pnych publicznie usĹ‚ug sieciowych. TwĂłrcy kaĹĽdego z 500 serwisĂłw deklarujÄ… zgodnoĹ›Ä‡ swoich produktĂłw z konwencjÄ… REST. Przeprowadzona analiza dotyczyĹ‚a kluczowych aspektĂłw technicznych zwiÄ…zanych z funkcjonowaniem API, stopnia zgodnoĹ›ci API z reguĹ‚ami dotyczÄ…cymi metodologii REST, a takĹĽe przestrzegania najlepszych praktyk projektowania interfejsĂłw programowania aplikacji, takich jak m.in. zastosowanie mechanizmu wersjonowania. W trakcie analizy, zaobserwowano okreĹ›lone trendy dla aplikacji REST API, takie jak m.in. rozpowszechnione wsparcie notacji JSON, czy wykorzystywanie narzÄ™dzi do dokumentacji generowanej programowo. Ponadto, zauwaĹĽono, ĹĽe tylko ok. 0.8% analizowanych serwisĂłw webowych przestrzega w sposĂłb Ĺ›cisĹ‚y reguĹ‚, zawartych w ramach konwencji REST.

WydajnoĹ›Ä‡ interfejsĂłw programowania aplikacji, jako jeden z elementĂłw miary jakoĹ›ci API zostaĹ‚a przedstawiona w pozycji [**?**]. Na poczÄ…tku pracy, jej autorzy wskazujÄ… na interakcjÄ™ interfejsu programowania aplikacji z systemami klienckimi. Opi-

sany zostaŁ, tutaj zestaw protokoŁ,ÓŁw sieciowych wykorzystywanych podczas formuŁ,owania i transmisji ŁĽÄ…dania, system zunifikowanych lokacji zasobÓŁw, a takŁĽe semantyka interakcji w zaleŁĽnoŁ›ci od wykorzystywanych typÓŁw ŁĽÄ…daŁ„ protokoŁ,u hipertekstowego. Ponadto, wskazano najczÄ™stsze przyczyny bŁ,Ä™dÓŁw przepŁ,ywu danych dla http, uwzglÄ™dniajÄ…c dziaŁ,anie usŁ,ugi DNS, bŁ,Ä™dy poŁ,Ä…czenia, bŁ,Ä™dy leŁĽÄ…ce po stronie klienta, a takŁĽe bŁ,Ä™dy wynikajÄ…ce z dziaŁ,ania serwera. Kolejna czÄ™Ł›Ä‡ pracy, zwiÄ…zana jest ze skŁ,adowymi metryki jakoŁ›ci, do ktÓŁrych wedŁ,ug autorÓŁw, poza wydajnoŁ›ciÄ…, zaliczyÄ‡ moŁĽemy: dostÄ™pnoŁ›Ä‡, procent ŁĽÄ…daŁ„ dla ktÓŁrych uzyskano pozytywnÄ… odpowiedŁş, osiÄ…galnoŁ›Ä‡, a takŁĽe moŁĽliwoŁ›Ä‡ sprawdzenia stanu usŁ,ugi w dowolnym momencie jej dziaŁ,ania. Dodatkowo, w niniejszej pracy zaproponowano podejŁ›cie oraz zestaw narzÄ™dzi pozwalajÄ…cych na dokonanie ewaluacji jakoŁ›ci interfejsu programowania aplikacji, zgodnie z przyjÄ™tÄ… normÄ… jakoŁ›ci.

Kolejnym etapem nastÄ™pujÄ…cym po zdefiniowaniu metryki wydajnoŁ›ci, jest ustalenie wartoŁ›ci tejŁĽe metryki w kontekŁ›cie testowanych usŁ,ug sieciowych. Przytoczone poniŁĽej pozycje literaturowe, zwiÄ…zane sÄ… z wykonywaniem pomiarÓŁw wydajnoŁ›ci API, czyli testowaniem.

Pozycja [**?**] stanowi obszerne wprowadzenie do teorii testowania oprogramowania. W pierwszych rozdziaŁ,ach tego dokumentu, wyjaŁ›niono czym jest testowanie, dlaczego jest ono niezbÄ™dne podczas tworzenia oprogramowania, a takŁĽe jak wyglÄ…da podstawowy proces wykonywania testÓŁw. NastÄ™pnie przedstawiono proces testowania w kontekŁ›cie tworzenia oprogramowania. UwzglÄ™dniono tu zarÓŁwno modele cyklu ŁĽycia rozwoju systemÓŁw w powiÄ…zaniu z testowaniem, poziomy realizowanych testÓŁw, ich typy, jak i sposoby zarzÄ…dzania testami. Kolejne rozdziaŁ,y tyczÄ… siÄ™ testowania statycznego (tj. testowania funkcjonalnoŁ›ci lub moduŁ,u na poziomie jego specyfikacji lub implementacji bez wykonywania kodu testowanego oprogramowania), dostarczajÄ… teorii zwiÄ…zanej z poszczegÓŁlnymi technikami testowania rozwiÄ…zaŁ„ oraz przedstawiajÄ… aspekt organizacji, planowania, monitorowania oraz uwzglÄ™dniania ryzyka w czasie dokonywania ewaluacji systemÓŁw. W ostatnim z rozdziaŁ,ÓŁw dokumentu, autorzy przedstawiajÄ… narzÄ™dzia przydatne w procesie testowania, a takŁĽe sposÓŁb ich efektywnego wykorzystania w codziennej pracy.

Pozycja [**?**] zawiera wiele analogicznych treŁ›ci do pracy opisanej powyŁĽej, jednakŁĽe rozwija ona w sposÓŁb wyczerpujÄ…cy, wspomniane tylko w poprzedniej pracy aspekty. W czÄ™Ł›ci drugiej dokumentu zawarto dogŁ,Ä™bnÄ… analizÄ™ zagadnienia testowania statycznego, uwzglÄ™dniajÄ…c m.in. testowanie zgodnoŁ›ci ze standardami oprogramowania, symboliczne wykonywanie kodu, a nawet wprowadzajÄ…c aparat matematyczny do formalnego dowodzenia poprawnoŁ›ci fragmentÓŁw oprogramowania. W ramach tej ksiÄ…ŁĽki, przedstawiono takŁĽe dynamicznÄ… analizÄ™ systemu (tj. testowanie funkcjonalnoŁ›ci lub moduŁ,u na poziomie wykonywanego kodu) uwzglÄ™dniajÄ…c czÄ™sto wystÄ™pujÄ…ce bŁ,Ä™dy zwiÄ…zane m.in. z nieumiejÄ™tnym zarzÄ…dzaniem strukturami pamiÄ™ci programu. Ponadto, uwzglÄ™dniono zagadnienie priorytetyzacji przypadkÓŁw testowych, wprowadzajÄ…c pojÄ™cie miary Ł›redniego procenta wykrytych usterek. Autor dokumentu przedstawia takŁĽe testowanie charakterystyk jakoŁ›ciowych zgodnie z normÄ… ISO 9126 oraz ISO 25010, tworzenie dokumentacji w ramach zarzÄ…dzania testowaniem, czy chociaŁĽby zarzÄ…dzanie incydentami wystÄ™pujÄ…cymi w ramach procesu ewaluacji oprogramowania.

W ramach pozycji [**?**], dowiedzieÄ‡ moŁĽemy siÄ™ ponadto o testowaniu usŁ,ug internetowych. Przedstawiono tutaj podstawowÄ… strukturÄ™ standardowej usŁ,ugi sieciowej (w tym przypadku â€“ usŁ,ugi e-commerce) cechujÄ…cej siÄ™ architekturÄ… trÓŁjwarstwowÄ…. Ponadto, wyjaŁ›niono rolÄ™ kaŁĽdej z warstw systemu, a takŁĽe przedstawiono aspekty testowania oprogramowania w kontekŁ›cie kaŁĽdej z nich. Dodatkowo, zawarte zo-

staŁ,y przykŁ,adowe przypadki testowe, dotyczÄ…ce zarÃłwno prezentacji danych w systemie, jak i dostÄ™pu do danych poprzez serwer webowy. Dla zaprezentowanych przypadkÃłw testowych, przedstawione zostaŁ,y takŁŀe scenariusze realizacji testÃłw w postaci listy czynnoŁ›ci jakie naleŁŀy podjÄ…Ä‡, aby dokonaÄ‡ ewaluacji systemu.

Aspekty technologii testowania oprogramowania ujÄ™te zostaŁ,y takŁŀe w pozycji [**?**]. ArtykuŁ, ten, stanowi sekcjÄ™ wprowadzajÄ…cÄ… do ksiÄ…Łŀki pt. Tutorial: Software Testing and Valdation Techniques, tego samego autora. Pozycja ta, przedstawia przekrÃłj technik oraz technologii testowania oprogramowania wykorzystywanych na przestrzeni ostatnich ok. 30 lat. Opisane zostaŁ,y tutaj zarÃłwno teoretyczne podstawy testowania, narzÄ™dzia i techniki analizy statycznej i dynamicznej, oceny efektywnoŁ›ci przeprowadzanych testÃłw, a takŁŀe badania przeprowadzane w dziedzinie testowania i walidacji oprogramowania. Omawiany artykuŁ,, wyszczegÃłlnia pozytywne oraz negatywne aspekty poszczegÃłlnych technik oraz wskazuje przydatnoŁ›Ä‡ okreŁ›lonych rozwiÄ…zaŁ,, do testowania oprogramowania rÃłŁŀnego typu.

OstatniÄ… przytoczonÄ… w ramach tego przeglÄ…du literaturowego pozycjÄ…, dotyczÄ…cÄ… teorii ewaluacji oprogramowania jest [**?**]. Pozycja ta, stanowi normÄ™ miÄ™dzynarodowej organizacji normalizacyjnej (ang. International Organization for Standardization) dotyczÄ…cÄ… weryfikacji jakoŁ›ci oprogramowania. UwzglÄ™dniono tu przede wszystkim znaczenie pojÄ™Ä‡ stosowanych w dziedzinie testowania oprogramowania, wprowadzono definicje dla okreŁ›lonych terminÃłw oraz zjawisk wystÄ™pujÄ…cych w ramach ewaluacji systemÃłw, a takŁŀe okreŁ›lono zgodnoŁ›Ä‡ wprowadzanych przez standard konceptÃłw, z konceptami zawartymi w standardach pochodnych. GŁ,ÃłwnÄ… czÄ™Ł›Ä‡ dokumentu, stanowi wprowadzenie szkieletu modelu jakoŁ›ci, uwzglÄ™dniajÄ…cego okreŁ›lone modele jakoŁ›ciowe, modele jakoŁ›ci w uŁŀyciu, a takŁŀe modele jakoŁ›ci produktu. Dodatkowo, przedstawiono cel oraz sposÃłb wykorzystania modeli jakoŁ›ciowych, wyjaŁ›niono rÃłŁŀnicÄ™ w postrzeganiu modeli jakoŁ›ciowych z punktu widzenia rÃłŁŀnych interesariuszy, a takŁŀe zdefiniowano relacje pomiÄ™dzy okreŁ›lonymi modelami. Dokument ten, wraz z normÄ… ISO 9126, stanowiÄ… definicjÄ™ pojÄ™cia jakoŁ›ci w kontekŁ›cie testowania oprogramowania.

Pozycja [**?**] stanowi przeglÄ…d narzÄ™dzi wykorzystywanych do testowania dziaŁ,ania systemÃłw komputerowych. Na poczÄ…tku ksiÄ…Łŀki, wprowadzany jest termin zapewnienia jakoŁ›ci (ang. Quality Assurance), ktÃłry w dzisiejszych czasach definiuje zakres odpowiedzialnoŁ›ci osoby testujÄ…cej oprogramowanie. Kolejno, przedstawiane sÄ… kryteria sukcesu dotyczÄ…ce tworzonego systemu, a takŁŀe fazy poszczegÃłlnych modeli rozwoju oprogramowania zorientowanych na procesy. Analogicznie do pozycji literaturowych przedstawionych uprzednio, w ramach tej pozycji okreŁ›lone zostaŁ,y metryki i definicje jakoŁ›ci oprogramowania oraz omÃłwiony zostaŁ, proces realizacji testÃłw. GŁ,Ãłwna czÄ™Ł›Ä‡ omawianego dokumentu skupiona jest wokÃłŁ, narzÄ™dzi stosowanych do realizacji ewaluacji oprogramowania. WyszczegÃłlniono tutaj narzÄ™dzie WinRunner, przedstawiajÄ…c miÄ™dzy innymi wykorzystywany w tym programie skryptowy jÄ™zyk testÃłw (ang. Test Script Language). Ponadto, przedstawiono architekturÄ™ oraz najwaŁŀniejsze funkcjonalnoŁ›ci narzÄ™dzi SilkTest, SQA Robot, LoadRunner, TestDirector, QuickTest Professional a takŁŀe Apache JMeter. Ostatni z wymienionych programÃłw, wykorzystywany zostanie w ramach niniejszej pracy dyplomowej, dlatego teŁŀ dalszy przeglÄ…d tej pozycji literaturowej skupiony bÄ™dzie na rozdziale dotyczÄ…cym wŁ,aŁ›nie tego narzÄ™dzia. Opis funkcjonalnoŁ›ci aplikacji JMeter zostaŁ, w niniejszej pozycji podzielony na sekcje zwiÄ…zane z testowaniem rozwiÄ…zaŁ,, bazodanowych wykorzystujÄ…cych interfejs JDBC (ang. Java DataBase Connectivity), a takŁŀe sekcjÄ™ dotyczÄ…cÄ… testowania aplikacji bazujÄ…cych w swoim dziaŁ,aniu na protokole hipertekstowym. Przedstawiono tutaj sposÃłb tworzenia grup wÄ…tkÃłw reprezentujÄ…cych uŁŀytkownikÃłw aplikacji, generowania ŁŀÄ…dania pro-

tokoŁu hipertekstowego, uruchomienia mechanizmu nasŁuchiwania na odpowiedŁş serwisu, dodawania licznika czasu, a takŻe zapisywania i przeglÄ…dania rezultatÓw przeprowadzonego testu.

W ramach dokumentÓw [**?**] oraz [**?**] przedstawiono peŁen zakres funkcjonalnoŚci dostÄ™pnych w ramach narzÄ™dzia Apache JMeter. Pierwsza z prac (tj. [**?**]), skupia siÄ™ na wykorzystaniu narzÄ™dzia w celu wykonywania testÓw wydajnoŚci usŁug sieciowych, natomiast druga z pozycji (tj. [**?**]), przedstawia aplikacjÄ™ JMeter dla rÓżnych kontekstÓw jej potencjalnego uŻycia. W obu pracach wyszczegÓlnione zostajÄ… podstawowe elementy, na ktÓre skŁada siÄ™ Środowisko testowe. Elementami tymi sÄ…: grupy wÄ…tkÓw, komponenty prÓbkujÄ…ce, kontrolery, komponenty nasŁuchujÄ…ce, liczniki czasu oraz asercje. Ponadto, omÓwiono elementy graficznego interfejsu uŻytkownika dla aplikacji, przedstawiono proces instalacji oraz uruchamiania narzÄ™dzia JMeter, a takŻe zdefiniowano pojÄ™cie planu testÓw. W kontekŚcie pracy [**?**], poza wymienionymi uprzednio kwestiami, zobrazowany zostaŁ, takŻe proces wykonywania testu przeciÄ…Żeniowego dla usŁugi zorientowanej na serwisy (ang. Service-Oriented Application). Proces ten uwzglÄ™dniaŁ: tworzenie grupy wÄ…tkÓw, konfiguracjÄ™ struktury ŻÄ…dania wysyŁanego do usŁugi, uruchomienie testu, a takŻe pozyskanie wyniku. W pracy [**?**] natomiast, analogiczny proces, moŻemy zaobserwowaÄ‡ dla monolitycznej aplikacji internetowej oraz interfejsu programowania aplikacji. Ponadto, przedstawione zostaŁy zaawansowane opcje konfiguracji elementÓw nasŁuchujÄ…cych oraz licznikÓw czasu, a takŻe pokazany zostaŁ, proces wykorzystania poŚredniczÄ…cego serwera http, w celu dokumentowania realizowanych ŻÄ…daŃ.

NastÄ™pne pozycje literaturowe omÓwione w ramach tej pracy, dotyczÄ… budowy oraz zasady działania internetowego protokoŁu hipertekstowego (ang. Hypertext Transfer Protocol), a takŻe implementacji mechanizmu zarzÄ…dzania stanem. Mechanizm ten, w zwiÄ…zku z naturÄ… protokoŁu http, nie jest w nim domyŚlnie realizowany.

Pozycja [**?**] stanowi techniczny dokument dotyczÄ…cy semantyki oraz budowy internetowego protokoŁu hipertekstowego w wersji 1.1. Zdefiniowano w nim pojÄ™cie zasobu ŻÄ…dania oraz omÓwiono cykl Życia jego przetwarzania. Wskazano takŻe moment, w ktÓrym zasÓb rekonstruowany jest przez serwer na podstawie jego efektywnego identyfikatora URI (ang. Uniform Resource Identifier). Ponadto, nakreŚlono pojÄ™cie reprezentacji danych przesyŁanych za pomocÄ… protokoŁu http, definiujÄ…c okreŚlone pola nagŁÓwkowe dotyczÄ…ce: typu danych, sposobu kodowania, jÄ™zyka danych, a takŻe lokalizacji zasobu. Kolejne rozdziaŁy dokumentu zawierajÄ… informacje dotyczÄ…ce definicji dozwolonych metod protokoŁu http oraz znaczenia jakie te metody wprowadzajÄ… w kontekŚcie operacji na zasobie. W dokumencie przedstawiono takŻe kody statusu odpowiedzi na ŻÄ…dnie, grupujÄ…c je w sposÓb semantyczny. Dla kaŻdego z przedstawionych kodÓw statusu nakreŚlono kontekst, w jakim odpowiedŁş, oznaczona tym wŁaŚnie kodem, powinna byÄ‡ zwracana klientowi. Na koŁ„cu pracy, omÓwiono kwestie zwiÄ…zane z bezpieczeŁ„stwem protokoŁu takie jak: ataki bazujÄ…ce na wstrzykiwaniu kodu czy ochrona przed ujawnianiem informacji wraŻliwych w identyfikatorach zasobÓw.

Pozycja [**?**] pozwala na poszerzenie wiedzy dotyczÄ…cej protokoŁu hipertekstowego w bardziej praktycznym kontekŚcie. Podobnie jak w dokumencie [**?**], przedstawiono tutaj informacje teoretyczne dotyczÄ…ce architektury protokoŁu, definicji zasobÓw czy teŻ ujednoliconego formatu ich adresowania. Ponadto, wskazano i scharakteryzowano okreŚlone typy poŁÄ…czeŁ„ realizowanych z wykorzystaniem protokoŁu hipertekstowego. Co wiÄ™cej, dla kaŻdego z nich rozwaŻono kwestie zwiÄ…zane z wydajnoŚciÄ… poŁÄ…czenia pomiÄ™dzy klientem a serwerem. Kolejne rozdziaŁy pracy [**?**] traktujÄ… o identyfikacji klienta w ramach serwera, jego uwierzytelniania przed serwerem, a takŻe szyfrowania danych przesyŁanych pomiÄ™dzy tymi dwiema jednostkami. W niniejszej pracy wspomniano takŻe o internacjonalizacji ŻÄ…daŁ„ w kontekŚcie zastosowania nagŁÓwka â€Accept-

Languageâ€™. Ostatnie rozdziaÅ‚y dokumentu dotyczÄ… kwestii publikowania i dystrybucji zawartoÅ›ci. WyszczegÃ³lnione zostaÅ‚y tu takie elementy jak: web hosting, systemy publikacji treÅ›ci, czy teÅ¼ mechanizm przekierowaÅ„ oraz rÃ³wnowaÅ¼enia obciÄ…Å¼eÅ„.

Zgodnie z charakterystykÄ… protokoÅ‚u http, realizuje on komunikacjÄ™ w sposÃ³b bezstanowy. Oznacza to, Å¼e domyÅ›lnie, pomiÄ™dzy klientem a serwerem nie jest utrzymywana sesja poÅ‚Ä…czeniowa, a kaÅ¼de Å¼Ä…danie generowane przez klienta w kierunku serwera rozpatrywane jest indywidualnie. RozwiÄ…zanie takie, pozwala na znaczÄ…ce przyspieszenie dziaÅ‚ania protokoÅ‚u hipertekstowego, a takÅ¼e uproszczenie jego konstrukcji. JednakÅ¼e, szczegÃ³lnie w przypadku aplikacji internetowych komunikujÄ…cych siÄ™ z serwerem http, bezstanowy charakter protokoÅ‚u bywa problematyczny w aspekcie kontekstu wysyÅ‚anych sekwencyjnie Å¼Ä…daÅ„. Dlatego teÅ¼, do protokoÅ‚u http wprowadzono mechanizm zarzÄ…dzania stanem opisany w dokumencie [**?**]. Dokument ten, definiuje pola nagÅ‚Ã³wkowe o nazwach â€HTTP Cookieâ€™ oraz â€Set-Cookieâ€™. Pola te, mogÄ… byÄ‡ uÅ¼ywane przez serwery http w celu przechowywania stanu w ramach aplikacji klienckich, dajÄ…c serwerom tym moÅ¼liwoÅ›Ä‡ zarzÄ…dzania, zawierajÄ…cÄ… stan sesjÄ…, przy wykorzystaniu protokoÅ‚u bezstanowego. W niniejszym dokumencie, dla obu przedstawionych pÃ³l wyszczegÃ³lniono atrybuty skÅ‚adowe pola, a takÅ¼e okreÅ›lono znaczenie kaÅ¼dego z nich. Ponadto, dokument definiuje wymagania dla klienta http, dotyczÄ…ce moÅ¼liwoÅ›ci wykorzystania mechanizmu zarzÄ…dzania stanem. Pod uwagÄ™ wziÄ™te zostaÅ‚y takÅ¼e kwestie bezpieczeÅ„stwa takie jak identyfikatory sesji, sÅ‚aba poufnoÅ›Ä‡ danych, czy teÅ¼ zaufanie do usÅ‚ugi nazw domenowych w celu prawidÅ‚owego dziaÅ‚ania mechanizmu zarzÄ…dzania stanem.

Ostatnia grupa pozycji literaturowych, zawartych w ramach niniejszego przeglÄ…du literaturowego dotyczy badaÅ„ zwiÄ…zanych z testowaniem wydajnoÅ›ci aplikacji internetowych w Å›rodowisku rozproszonym. Pozycje przedstawione poniÅ¼ej, bÄ™dÄ… stanowiÄ‡ prace referencyjne wzglÄ™dem niniejszej pracy dyplomowej.

ArtykuÅ‚, [**?**] dotyczy porÃ³wnania wydajnoÅ›ci dziaÅ‚ania interfejsÃ³w programowania aplikacji tworzonych z wykorzystaniem platform .NET Core 3.1 oraz .NET 5. Celem powstania tego dokumentu byÅ‚a weryfikacja zjawiska wzrostu wydajnoÅ›ci dziaÅ‚ania programÃ³w, tworzonych i uruchamianych z wykorzystaniem nowszej z platform firmy Microsoft. Praca ta, ma takÅ¼e na celu pomÃ³c pozwoliÄ‡ odpowiedzieÄ‡ na pytanie, czy kod ÅşrÃ³dÅ‚owy interfejsu programowania aplikacji o okreÅ›lonych funkcjonalnoÅ›ciach, a takÅ¼e korzystajÄ…cy z okreÅ›lonych narzÄ™dzi, powinien zostaÄ‡ zaktualizowany w taki sposÃ³b, aby wspieraÄ‡ najnowszÄ…, stabilnÄ… wersjÄ™ Å›rodowiska .NET. W ramach dokumentu, w celu realizowania pomiarÃ³w wydajnoÅ›ci wykorzystano opisane w poprzednich akapitach narzÄ™dzie Apache JMeter, a takÅ¼e dedykowanÄ… Å›rodowisku .NET, bibliotekÄ™ BenchmarkDotNet. Kolejne rozdziaÅ‚y artykuÅ‚u przedstawiajÄ… przygotowane Å›rodowisko testowe, plan wykonywanych testÃ³w, a takÅ¼e uzyskane rezultaty wraz z ich analizÄ…. Autor pracy, zobrazowaÅ‚, wyniki szeÅ›ciu testÃ³w wydajnoÅ›ciowych, biorÄ…cych pod uwagÄ™ proces serializacji oraz deserializacji obiektÃ³w typu JSON za pomocÄ… bibliotek NewtonsoftJson, a takÅ¼e System.Text.Json. Ponadto, przygotowany zostaÅ‚, test wyszukiwania wzorca z obszernym ciÄ…gu tekstowym oraz test wykorzystania punktu koÅ„cowego jako klienta zewnÄ™trznego API. Na podstawie otrzymanych rezultatÃ³w, wnioskowaÄ‡ moÅ¼emy o okoÅ‚o 24 procentowym Å›rednim wzroÅ›cie wydajnoÅ›ci wykonywania operacji realizowanych w ramach testÃ³w. Ponadto, wykazano takÅ¼e doÅ›Ä‡ znaczÄ…cy (okoÅ‚o 35 procentowy) Å›redni spadek wydajnoÅ›ci nowego rozwiÄ…zania wzglÄ™dem poprzednika, w kontekÅ›cie testÃ³w obciÄ…Å¼eniowych.

Analogiczne badania przeprowadzono w ramach pracy [**?**]. W tym przypadku jednak, nie skupiaÅ‚y siÄ™ one na aspekcie porÃ³wnania technologii, a na sposobie wykonywania pomiarÃ³w, a takÅ¼e definiowaniu kryteriÃ³w oceny jakoÅ›ci. W pracy tej, interfejs progra-

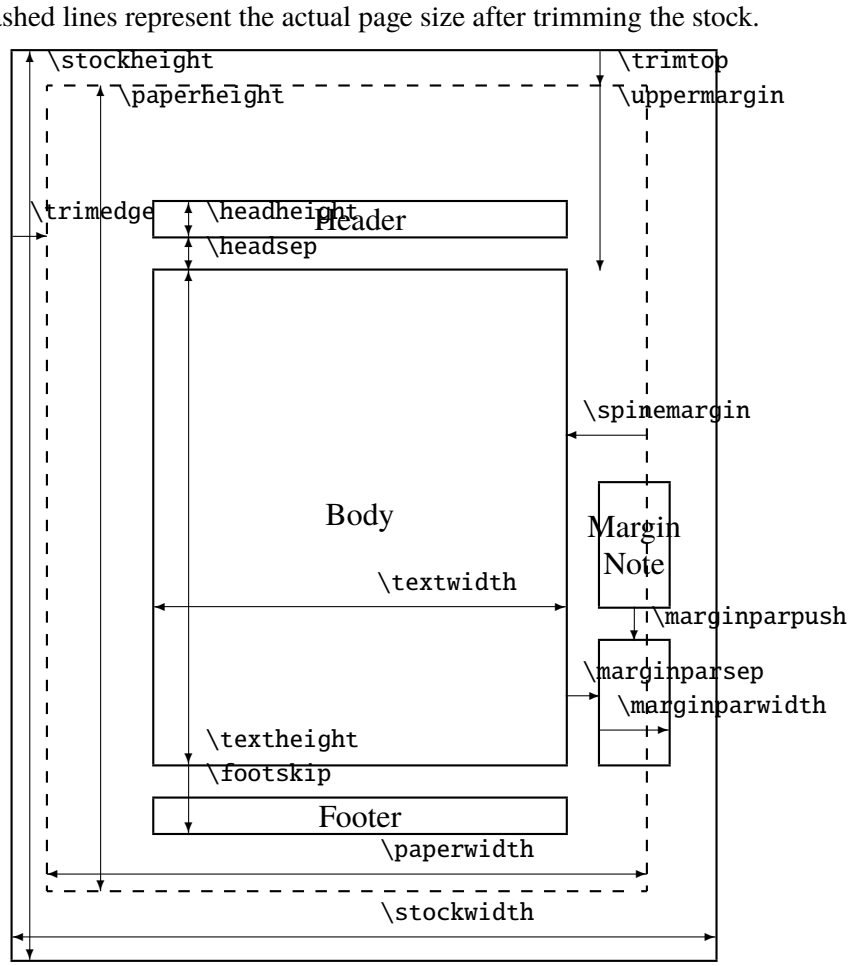
mowania aplikacji zbudowany w oparciu o metodologiÄ™ REST poddawany byĹ, zmiennym obciÄ…ĹĽeniom (tj. testy linii bazowej, testy obciÄ…ĹĽeniowe oraz testy przeciÄ…ĹĽeniowe). W czasie dokonywania ewaluacji monitorowano Ĺ›redni czas odpowiedzi serwera, zgodnoĹ›Ä‡ kodĂłw statusu zawartych w ramach uzyskiwanych odpowiedzi, informacje o zuĹĽyciu zasobĂłw sprzÄ™towych serwera, czy teĹĽ wartoĹ›Ä‡ wskaĹşnika satysfakcji klienta. Rezultaty przeprowadzonych badaĹ„ wykazaĹ‚y kluczowe znaczenie optymalizacji kodu ĹşrĂłdĹ‚owego aplikacji, w kontekĹ›cie realizacji rozbudowanych i skalowalnych usĹ‚ug sieciowych.

Rozdział 3

Opis problemu

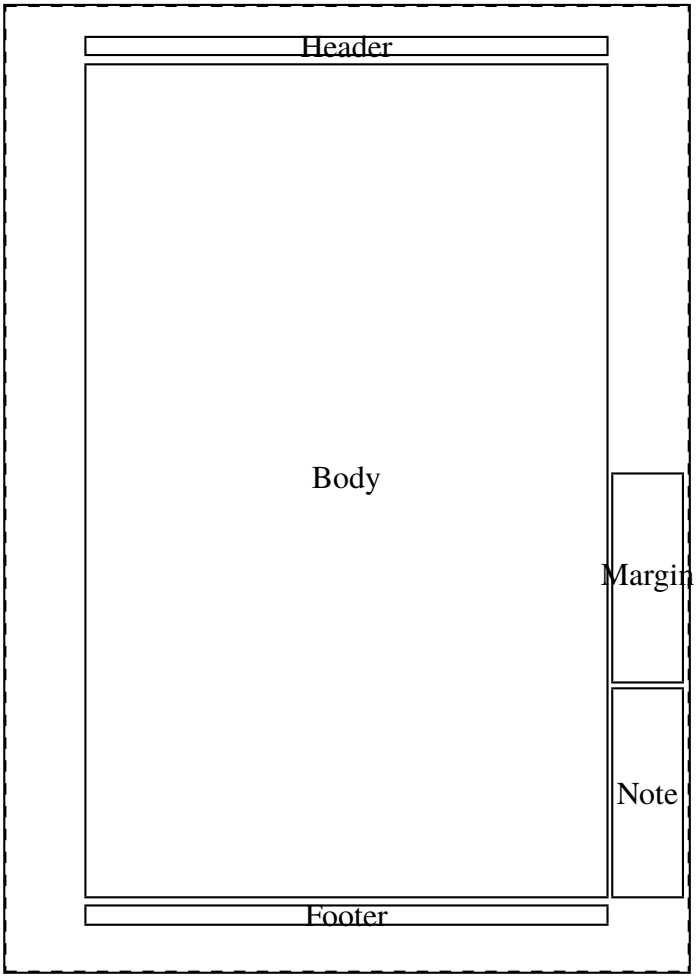
3.1. Rozmiar i ukad treci na stronach dokumentu

Praca dyplomowa powinna by przygotowana do wydruku na papierze formatu A4 w orientacji pionowej. Marginesy na stronach parzystych i nieparzystych powinny by jednakowe i mie nastpujce wartoci: lewy = 25mm, prawy = 25mm, grny = 10mm, dolny = 15mm. Wielko marginesw w szablonie sterowana jest parametrami przedstawionymi na rysunku **??**. Margines dolny powinien by mierzony do linii bazowej tekstu stopki.



Rys. 3.1: Ukad strony nieparzystej dla dokumentu klasy `memoir`

Dashed lines represent the actual page size after trimming the stock.



Lengths are to the nearest pt.

\stockheight = 845pt	\stockwidth = 598pt
\pageheight = 845pt	\pagewidth = 598pt
\textheight = 727pt	\textwidth = 455pt
\trimtop = 0pt	\trimedge = 0pt
\uppermargin = 52pt	\spinemargin = 71pt
\headheight = 14pt	\headsep = 10pt
\footskip = 24pt	\marginparsep = 6pt
\marginparpush = 7pt	\columnsep = 10pt
\columnseprule = 0.0pt	

Rys. 3.2: Rzeczywisty ukad strony nieparzystej w tym dokumencie

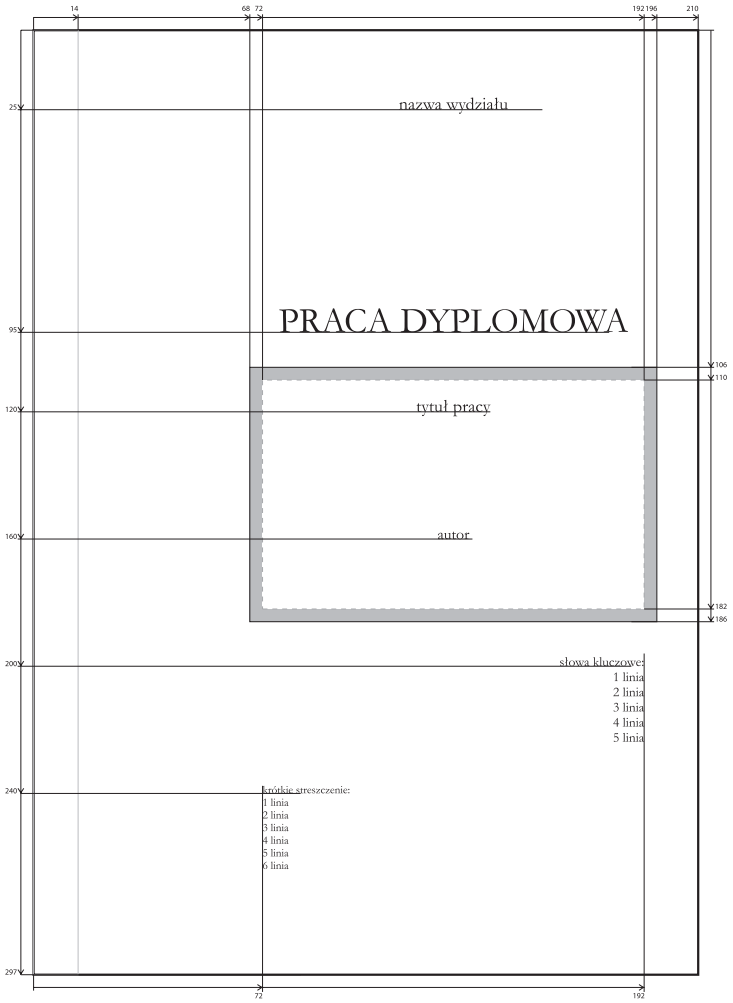
Rzeczywisty ukad strony zastosowany w niniejszym dokumencie przedstawiono na rysunku **??**. Lewy i prawy margines s takie same, wic strony parzyste i nieparzyste wygldaj podobnie, z dokadnoci do umiejscowienia notatek marginesowych. Taki rezultat zapewnio zastosowanie poniszych komend.

```
\setlength{\headsep}{10pt}
\setlength{\headheight}{13.6pt}
\setlength{\footskip}{\headsep+\headheight}
\setlength{\uppermargin}{\headheight+\headsep+1cm}
\setlength{\textheight}{\paperheight-\uppermargin-\footskip-1.5cm}
\setlength{\textwidth}{\paperwidth-5cm}
\setlength{\spinemargin}{2.5cm}
```

```
\setlength{\foremargin}{2.5cm}
\setlength{\marginparsep}{2mm}
\setlength{\marginparwidth}{2.3mm}
\checkandfixthelayout[fixed]
\linespread{1}
\setlength{\parindent}{14.5pt}
```

3.2. Strona tytuowa

Wedug oglnouczelnianych zalece (tj. logotypu Politechniki Wrocawskiej) strona tytuowa powinna by zredagowana z uyciem czcionki `garamond`. W oficjalnym wzorcu (patrz rysunek **??**) nie rozrniono, czy dotyczy on pracy inynierskiej czy magisterskiej. Nie uwzgldniono rwnie miejsca na nazw specjalnoci ani kierunku oraz zapomniano o nazwisku promotora, jednostce, dacie i ocenie. Za to okrelono (zgrubnie) pooenie sw kluczowych i streszczenia. Poniewa brakujce dane pojawiay si we wzorcach stron tytuowych stosowanych w codziennej praktyce na Wydziaach, nie wiadomo do koca, czy oficjalny szablon naley stosowa w 100 procentach. Dlatego w niniejszym dokumencie zastosowano wasny wzorzec strony tytuowej (uywany od lat) oraz podano wymagania odnonie wzorca z logotypu uczelnianego.



Rys. 3.3: Oficjalny szablon strony tytuowej pracy dyplomowej, zamieszczony w dokumencie „System Identyfikacji Wizualnej Wrocaw, sierpie 2016” do pobrania ze strony `http://pwr.edu.pl/uczelnia/o-politechnice/materialy-promocyjne/logotyp` [dostp dnia 07.12.2016]

Wymagania co do wielkoci znakw na stronie tytuowej s nastpujce:

- wedug uczelnianego logotypu

```
Nazwa jednostki organizacyjnej: Garamond 16 pt
Napis "PRACA DYPLOMOWA INYNIERSKA": Garamond 32 pt
Tytu pracy: Garamond 16 pt
Autor: Garamond 14 pt
Sowa kluczowe: Garamond 12 pt
Krtkie streszczenie: Garamond 10 pt
```

- wedug wzorca uytego w niniejszym dokumencie

```
POLITECHNIKA WROCAWSKA (Garamond 22pt 24pt)
WYDZIA ELEKTRONIKI (Garamond 22pt 24pt)
KIERUNEK: JAKI KIERUNEK (Garamond 14pt 16pt)
SPECJALNO: JAKA SPECJALNO (Garamond 14pt 16pt)
PRACA DYPLOMOWA (Garamond 24pt 26pt)
INYNIERSKA (Garamond 24pt 26pt)
Tytu pracy w jzyku polskim (Garamond 16pt 18pt)
Title in English (Garamond 16pt 18pt)
AUTOR: (Garamond 16pt 18pt)
Imi Nazwisko (Garamond 14pt 16pt)
PROWADZCY PRAC: (Garamond 16pt 18pt)
tytu, Imi Nazwisko, Jednostka (Garamond 14pt 16pt)
OCENA PRACY: (Garamond 16pt 18pt)
WROCAW, 2015 (Garamond 16pt 18pt)
```

W szablonie zastosowano pakiet ebgaramond. Dostarcza on klonu czcionki garamond, jednak bez ksztatu slanted i z pewnymi brakami. Na przykad zamiast literki „” w zbiorze EBGaramond08 Italic renderuje si samo „l” (braku tego nie ma zbir EBGaramond12). Zalet pakietu w porwnaniu do innych jest to, e generalnie dobrze obsugiwane s w nim polskie znaki oraz e pakiet ten mona znale w rnych dystrybucjach latexa (MikTeX instaluje go automatycznie).

3.3. Krj i wielko czcionek

Gwny tekst pracy powinien by zredagowany z wykorzystaniem czcionki Times, typ normalny, o wysokoci 12pt, z odstpem midzy liniami rwnym 14.5pt. Istnieje moliwo zmiany odstpu midzy liniami za pomoc komendy \linespread, jednak zaleca si pozostawienie tego odstpu jak w niniejszym dokumencie (\linespread{1}). Wymagania odnonie kroju pisma pozostaych elementw (nagwkw, stopek itp.) zamieszczono w tabeli **??**.

W szablonie zastosowano czcionk texgyre-termes (dostarcza j pakiet tgtermes). Czcionka ta jest klonem czcionki Times, w ktrym obsugiwane jest rodkowoeuropejskie kodowanie znakw (podobnie jak w przypadku czcionki ebgaramond, dziki czemu polskie literki nie s zlepkami dwch znakw lecz pojedynczymi znakami).

Wszelkie przykady rde kodu (fragmenty programw, komendy linii polece), nazwy plikw i uruchamianych programw powinny by pisane czcionk maszynow. W szablonie czcionk maszynow jest t1xtt. Czcionka ta obsuguje polskie znaki. Dostarcza j pakiet txfonts, ktry naley wczeniej zainstalowa (MiKTeX zainstaluje go automatycznie podczas pierwszej kompilacji szablonu).

Jeli w pracy zostan uyte otoczenia matematyczne, to w dokumencie wynikowym pojawi si dodatkowe czcionki (domylne latexowe czcionki do wyrae matematycznych). Dziki zastosowaniu opcji extrafontsizes w klasie memoir nie do, e otrzymuje si wiksze czcionki (30pt), to jeszcze zamiast Computer Modern do wzorw matematycznych jest stosowana czcionka Latin Modern (wywodzca si z Computer Modern). Std lista wszystkich uytych czcionek moe by nastpujca:

Tab. 3.1: Zestawienie czcionek elementw podziau dokumentu, tekstu wiodcego, nagwka i stopki oraz podpisw (Rozm. – rozmiar czcionki, Odst. – `baselineskip`)

Element	Przykad	Czcionka	Rozm.	Odst.
Nr rozdziau	**Rozdzia 1**	`\huge \bfseries`	25pt	30pt
Tytu rozdziau	**Wstp**	`\Huge \bfseries`	30pt	37pt
Nr i tytu sekcji	**1.1. Wprowadzenie**	`\Large \bfseries`	17pt	22pt
Nr i tytu podsekcji	**1.1.1. Cel szczegowy**	`\large \bfseries`	14.5pt	18pt
Tytu podpodsekcji	**Zaoenia**	`\normalsize \bfseries`	12pt	14.5pt
Tytu paragrafu	**Podstawy** Opis ...	`\normalsize \bfseries`	12pt	14.5pt
Tekst wiodcy	Niniejszy dokument ...	`\normalsize`	12pt	14.5pt
Nagwek strony	*3.2. Czcionka wiodca ...*	`\small \itshape`	11pt	13.6pt
Stopka strony	Imi Nazwisko: ...	`\small`	11pt	13.6pt
Podpisy tabel	Tab. 3.1: Zestawienie ...	`\small`	11pt	13.6pt
Podpisy rysunkw	Rys. 3.1: Oficjalny ...	`\small`	11pt	13.6pt

```
EBGaramond12-Regular
GaramondNo8-Reg-Norml
TeXGyreTermes-Regular-Normalna
TeXGyreTermes-Bold-Pogrubiona
TeXGyreTermes-Italic-Normalna
t1xtt-Nomal
LMMathItalic12-Regular
LMMathSymbols10-Regular
LMMathExtension10-Regular
LMRoman8-Regular
```

Aby wykorzysta te czcionki poza systemem LaTeX, wystarczy pobra je spod adresw (wanych na dzie 1.04.2016): `https://www.ctan.org/tex-archive/fonts/cm/ps-type1/bakoma/ttf/?lang=en`, `http://www.gust.org.pl/projects/e-foundry/latin-modern`, `http://www.gust.org.pl/projects/e-foundry/tex-gyre`, `https://bitbucket.org/georgd/eb-garamond/downloads`, a nastpnie zainstalowa w systemie. Dziki temu mona bdzie np. edytowa rysunki uywajc dokadnie tej samej czcionki, co czcionka uyta w dokumencie.

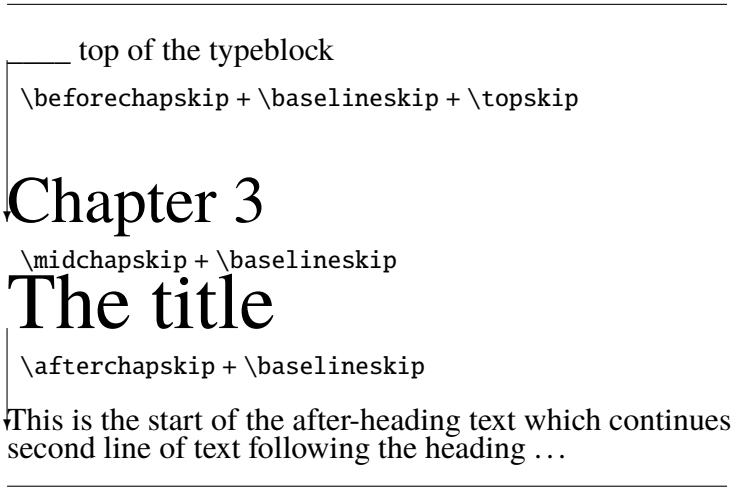
3.4. Formatowanie blokw tekstu

Kady rozdzia pracy powinien rozpoczyna si od nowej strony. Jej wygld powinien by kontrolowany parametrami pokazanymi na rysunku **??**. W niniejszym szablonie (dokument klasy `memoir` z opcj `[12pt]`) przyjto nastpujce wartoci tych parametrw:

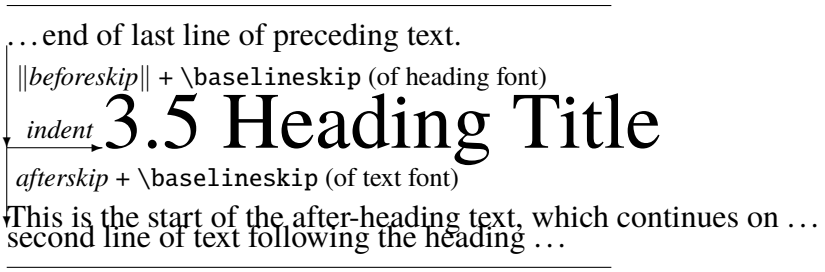
- `\beforechapskip` (50.0pt) + `\baselineskip` of `\huge` (30pt) + `\topskip` (12.0pt) = 92pt (3.246cm)
- `\midchapskip` (20.0pt) + `\baselineskip` of `\Huge` (37pt) = 57 pt (2.011cm)
- `\afterchapskip` (40.0pt) + `\baselineskip` of `\normalsize` (14.5pt) = 54.5pt (1.923cm)

Nieco kopotw moe sprawi dobre ustawienie na stronie tytuw nienumerowanych rozdziaw oraz list generowanych automatycznie (Skrty, Spis treci, Spis rysunkw, Spis tabel, Indeks rzeczowy). W szablonie w tym celu zdefiniowano nowy styl rozdziau komendami jak niej (w szablonie s to komendy zamarkowane)

```
\newlength{\linespace}
\setlength{\linespace}{-\beforechapskip-\topskip+\headheight+\topsep}
\makechapterstyle{noNumbered}{%
```



Rys. 3.4: Parametry sterujce wielkociami odstpw na stronie z tytuem rozdziau



Rys. 3.5: Kontrola ustawie odlegoci w tytuach kolejnych sekcji

```
\renewcommand\chapterheadstart{\vspace*{\linespace}}
}
```

oraz dokonano przeczenia stylw rozdziaw komendami `\chapterstyle{nonumbered}` oraz `\chapterstyle{default}` podczas doczania do dokumentu wymienionych nienumerowanych rozdziaw i list. Aby „podnie do gry" tytuy nienumerowanych rozdziaw (gdyby jest to rzeczywicie konieczne) wystarczy odmarkowa wspomniane komendy.

Tytuy rozdziaw, sekcji, podsekcji itd. nie powinny koczy si kropk. Odlegoci pomidzy tekstem wiodcym a tytuem sekcji powinien by regulowany parametrami pokazanymi na rysunku **??**. Rozmiar `\baselineskip` zaley od rozmiaru czcionki (zobacz tabela **??**), za `beforeskip` i `secskip` od poziomu sekcji. W niniejszym szablonie przyjto nastpujce wartoci tych parametrw (s to wartoci dobierane elastycznie podczas kompilacji):

- `indent = 14.5pt`
- `parskip = 0.0pt`
- `beforesecskip = -18.08334pt plus -5.16667pt minus -1.03331pt`
- `aftersecskip = 11.88335pt plus 1.03331pt`
- `beforesubsecskip = -16.79167pt plus -5.16667pt minus -1.03331pt`
- `aftersubsecskip = 7.75pt plus 1.03331pt`
- `beforesubsubsecskip = -16.79167pt plus -5.16667pt minus -1.03331pt`
- `aftersubsubsecskip = 7.75pt plus 1.03331pt`

W szablonie obowizuj rwnie nastpujce wartoci parametrw odpowiedzialnych za odstpy pomidzy pywajcymi figurami, tekstami oraz tekstem i figur:

- `floatsep = 12.0pt plus 2.0pt minus 2.0pt`
- `intextsep = 14.0pt plus 4.0pt minus 4.0pt`
- `textfloatsep = 20.0pt plus 2.0pt minus 4.0pt`

Pierwsza linia pierwszego akapitu w bloku (po tytule rozdziau, sekcji, podsekcji, podpodsekcji) nie moe mie wcicia. Pierwsze linie w kolejnych akapitach ju powinny mie wcicie rwne 14.5pt. Tekst w akapitach powinien by wyrwnany z obu stron.

Strony powinny by numerowane numeracj cig (sekwencja arabskich cyfr). Numery stron powinny by umieszczone w ich stopkach (tj. tak jak w niniejszym dokumencie). Wyjtkiem s tutaj pierwsze strony rozdziaw oraz strona tytuowa – na nich numery nie powinny si pojawi.

W pracy naley dba o poprawno redakcyjn zgodnie z zaleceniami:

- nie zostawia znaku spacji przed znakami interpunkcji („powiedziano , e ...” -> „powiedziano, e ...”),
- kropki po skrtach, ktre nie s jednoczenie kropkami koczcymi zdanie naley skleja z kolejnym wyrazem znakiem tyldy, np. jak tutaj (`np.~jak tutaj`) lub wstawia za nimi ukonik, np. jak tutaj (`np.\ jak tutaj`)
- nie zapomina o dobrym sformatowaniu wyliczenia (naley zaczyna maymi literami lub duymi oraz koczy przecinkami, rednikami i kropkami – w zalenoci od kontekstu danego wyliczenia),
- nie zostawia samotnych literek na kocach linii (mona je „sklei” z wyrazem nastpnym stosujc znaczek tilde, jak `w~przykadzie`).
- nie zostawia pojedynczych wierszy na kocu lub pocztku strony (naley kontrolowa „sieroty” i „wdowy”),
- nie zostawia odstpu pomidzy tekstem a nawiasami czy znakami cudzysoww (znaki te powinny przylega do tekstu, ktry obejmuj „jak w tym przykadzie”),
- wyrazy obcojzyczne powinny by pisane czcionk italic wraz ze skrtem oznaczajcym jzyk, w szczeglnoci ma to zastosowanie przy rozwijaniu skrtw, np. OGC (ang. *Open Geospatial Consortium*),
- kady zastosowany skrt powinien zosta rozwinity podczas pierwszego uycia, pniej moe ju wystpowa bez rozwinicia (skrt i jego rozwinicie powinny trafi rwnie do wykazu Skrty, jeli taki wykaz jest doczany do dokumentu).

3.5. Opisy tabel i rysunkw

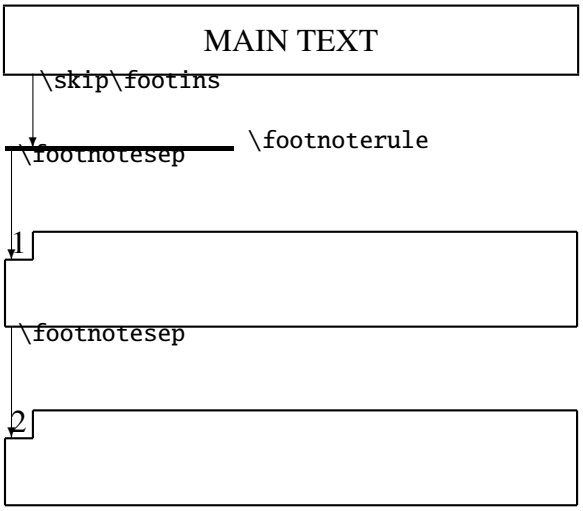
Podpisy powinny by umieszczane pod rysunkami lub nad tabelami wraz z etykiet skadajc si ze skrtu Rys. lub Tab. oraz numeru. Podpisy te nie powinny mie kocowej kropki. Numery wystpujcy w podpisach powinny zaczyna si numerem rozdziau, po ktrym nastpuje kolejny numer rysunku lub tabeli w obrbie rozdziau. Etykieta powinna koczy si dwukropkiem, po ktrym nastpuje tekst podpisu. Numer rozdziau powinien by rozdzielony kropk od kolejnego numeru w rysunku bd tabeli w rozdziale (liczniki tabel i rysunkw s rozczne). Naley pamita o tym, eby w caej pracy tabele miay podobny wygld (rodzaj czcionki, ewentualne pogrubienia w nagwku itp.).

3.6. Przypisy dolne

Istnieje moliwo zamieszczania przypisw na dole strony, cho nie jest to zalecane (przykadowo [1]). Sposb parametryzowania ich wygldu pokazano na rysunku **??**. W szablonie wykorzystano nastpujce, domylne wartoci tych parametrw:

[1] Tekst przypisu

```
\footins = 12pt \footnotesep = 8pt
\baselineskip = 10pt note separation = 40pt
rule thickness = 0.4pt
rule length = 0.25 times the \textwidth
```

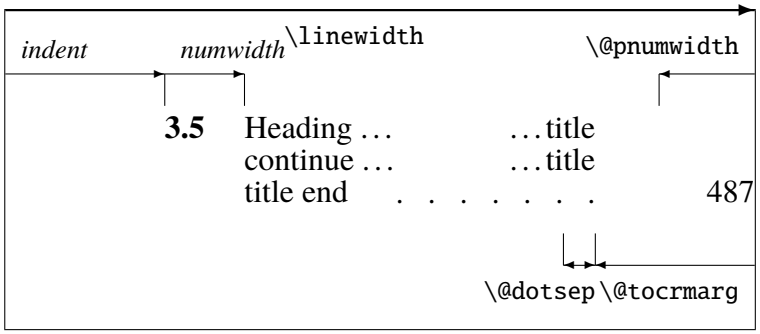


Rys. 3.6: Parametry sterujce przypisami dolnymi

3.7. Formatowanie spisu treci

W klasie memoir istniej komendy pozwalajce do dobrze zarzdza wygldem spisu treci. Na rysunku **??** pokazano, za pomoc jakich parametrw mona wpywa na finaln jego posta. W szablonie wykorzystano nastpujce, domylne ich wartoci:

```
indent = 18pt
numwidth = 28pt
\@tocrmarg = 31pt
\@pnumwidth = 19pt
\@dotsep = 4.5
```



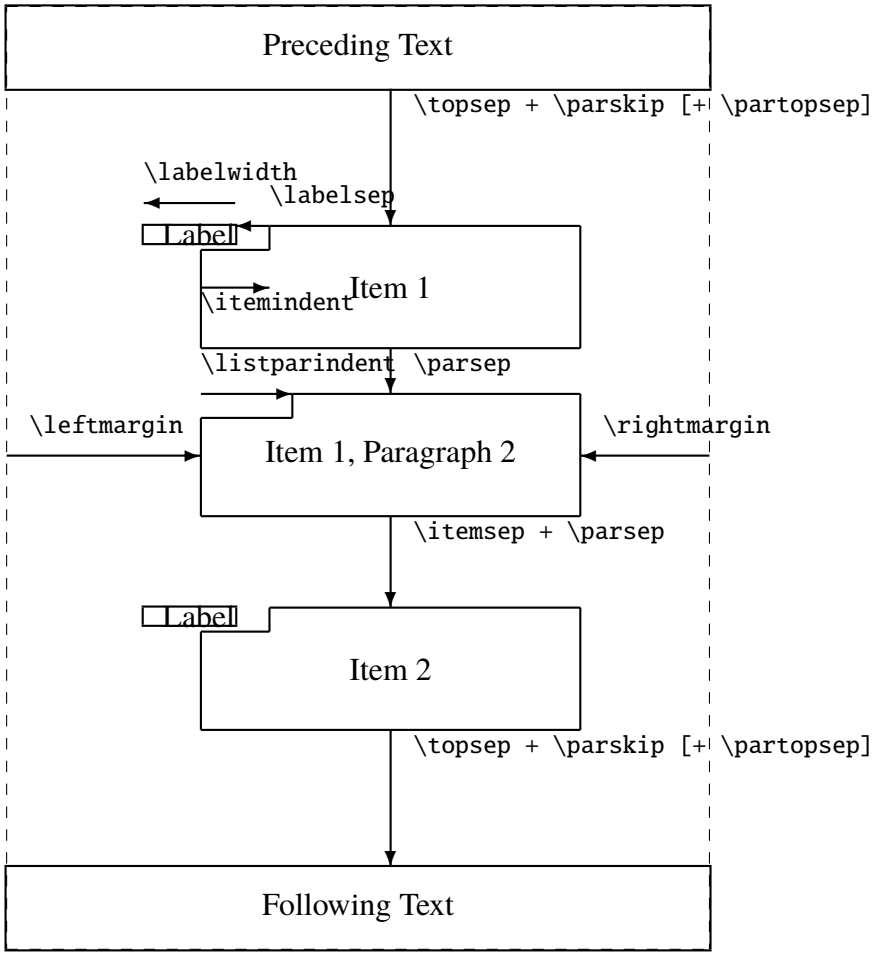
Rys. 3.7: Parametryzacja wygldu spisu treci

3.8. Formatowanie list wyliczeniowych i wypunktowa

Standardowo sposb formatowania list mona parametryzowa jak pokazano na rysunku **??**. Jednak czasem trudno poradzi sobie z niektrymi rzeczami, jak np. znakami wypunktowania. Dlatego w szablonie wykorzystano pakiet `enumi`. Pozwala on na atwe zarzdzanie wygldem list. W szablonie zastosowano nastpujce globalne ustawienia dla tego pakietu:

```
\usepackage{enumitem}
\setlist{noitemsep,topsep=4pt,parsep=0pt,partopsep=4pt,leftmargin=*}
\setenumerate{labelindent=0pt,itemindent=0pt,leftmargin=!,label=\arabic*.}
\setlistdepth{4}
\setlist[itemize,1]{label=$\bullet$}
\setlist[itemize,2]{label=\normalfont\bfseries\textendash}
\setlist[itemize,3]{label=$\ast$}
\setlist[itemize,4]{label=$\cdot$}
\renewlist{itemize}{itemize}{4}
```

W podrozdziale **??** pokazano przykad wykorzystania moliwoci komend oferowanych w pakiecie `enumi`.



Rys. 3.8: Parametryzacja list wyliczeniowych i wypunktowa

3.9. Wzory matematyczne

Wzory matematyczne, jeli maj by osobnymi formuami, powinny by wycentrowane, z numeracj umieszczon na kocu linii i ujt w okrge nawiasy (zobacz rwnanie (**??**)). Numery rwna powinny zawiera numer rozdziau oraz kolejny numer rwnania w obrbie rozdziau (podobnie jak przy numerowaniu rysunkw i tabel). Spenienie tych warunkw zapewnia otoczenie `equation`. Nie wszystkie formuy trzeba numerowa (nienumerowane wzory mona osign stosujc otoczenie `\equation*`). Waciwie naley numerowa tylko te, do ktrych tworzy si jakie odniesienia w tekcie. Jeli wzory umieszczane s w linijce tekstu, to mona zastosowa otoczenie matematyczne inline, jak w przykadzie $\int_{0}^{10\nu\sum i}{x\,dx}$ (wyprodukowanym komend `$\int_{0}^{10\nu\sum i}{x dx}$`). Tylko e wtedy moe doj do rozszerzenia odstpw pomidzy liniami tekstu (aby zmieci si wzr).

$$\int_{0}^{10\nu\sum i}{x\,dx} \tag{3.1}$$

Rozdział 4

Redakcja pracy

4.1. UkĹ‚ad pracy

Standardowo praca powinna byÄ‡ zredagowana w nastÄ™pujÄ…cym ukĹ‚adzie:

Strona tytuĹ‚owa
Strona z dedykacjÄ… (opcjonalna)
Spis treĹ›ci
Spis rysunkÓw (opcjonalny)
Spis tabel (opcjonalny)
SkrÓty (wykaz opcjonalny)
1. WstÄ™p
  1.1 Cel i zakres pracy
  1.2 UkĹ‚ad pracy
2. Kolejny rozdziaĹ‚
  2.1 Sekcja
    2.1.1 Podsekcja
      Nienumerowana podpodsekcja
        Paragraf
...
#. Podsumownie i wnioski
Literatura
A. Dodatek
  A.1 Sekcja w dodatku
...
$. ZawartoĹ›Ä‡ pĹ‚yty CD/DVD
Indeks rzeczowy (opcjonalny)

Spis treĹ›ci – powinien byÄ‡ generowany automatycznie, z podaniem tytuĹ‚Ăłw i numerĂłw stron. Typ czcionki oraz wielkoĹ›Ä‡ liter spisu treĹ›ci powinny byÄ‡ takie same jak w niniejszym wzorcu.

Spis rysunkÓw, Spis tabel – powinny byÄ‡ generowane automatycznie (podobnie jak Spis treĹ›ci). Elementy te sÄ… opcjonalne (robienie osobnego spisu, w ktÓrym na przykĹ‚ad sÄ… tylko dwie pozycje specjalnie nie ma sensu).

WstÄ™p – pierwszy rozdziaĹ‚, w ktÓrym powinien znaleĹşÄ‡ siÄ™ opis dziedziny, w jakiej osadzona jest praca, oraz wyjaĹ›nienie motywacji do podjÄ™cia tematu. W sekcji „Cel i zakres" powinien znaleĹşÄ‡ siÄ™ opis celu oraz zadaĹ„ do wykonania, zaĹ› w sekcji „UkĹ‚ad pracy" – opis zawartoĹ›ci kolejnych rozdziaĹ‚Ăłw.

Podsumowanie – w rozdziale tym powinny byÄ‡ zamieszczone: podsumowanie uzyskanych efektĂłw oraz wnioski koĹ„cowe wynikajÄ…ce z realizacji celu pracy dyplomowej.

Literatura – wykaz ĹşrĂłdeĹ‚ wykorzystanych w pracy (do kaĹ‚dego ĹşrĂłdĹ‚a musi istnieÄ‡ odpowiednie cytowanie w tekĹ›cie). Wykaz ten powinien byÄ‡ generowany automatycznie.

Dodatki – miejsce na zamieszczanie informacji dodatkowych, jak: Instrukcja wdroĹĽeniowa, Instrukcja uruchomieniowa, PodrÄ™cznik uĹĽytkownika itp. Osobny dodatek powinien byÄ‡ przeznaczony na opis zawartoĹ›ci doĹ‚Ä…czonej pĹ‚yty CD/DVD. ZaĹ‚oĹĽono, ĹĽe bÄ™dzie to zawsze ostatni dodatek.

Indeks rzeczowy – miejsce na zamieszczenie kluczowych wyrazĂłw, do ktĂłrych czytelnik bÄ™dzie chciaĹ‚ siÄ™gnÄ…Ä‡. Indeks powinien byÄ‡ generowany automatycznie. Jego zaĹ‚Ä…czanie jest opcjonalne.

4.2. Styl

Zasady pisania pracy (przy okazji moĹĽna tu zaobserwowaÄ‡ efekt wyrĂłwnania wpisĂłw wystÄ™pujÄ…cych na liĹ›cie wyliczeniowej uzaleĹĽnione od dĹ‚ugoĹ›ci etykiety):

1. Praca dyplomowa powinna byÄ‡ napisana w formie bezosobowej („w pracy pokazano ...”). Taki styl przyjÄ™to na uczelniach w naszym kraju, choÄ‡ w krajach anglosaskich preferuje siÄ™ redagowanie treĹ›ci w pierwszej osobie.
2. W tekĹ›cie pracy moĹĽna odwoĹ‚aÄ‡ siÄ™ do myĹ›li autora, ale nie w pierwszej osobie, tylko poprzez wyraĹĽenia typu: „autor wykazaĹ‚, ĹĽe ...”.
3. OdwoĹ‚ujÄ…c siÄ™ do rysunkĂłw i tabel naleĹĽy uĹĽywaÄ‡ zwrotĂłw typu: „na rysunku pokazano ...”, „w tabeli zamieszczono ...” (tabela i rysunek to twory nieĹĽywotne, wiÄ™c „rysunek pokazuje” jest niepoprawnym zwrotem).
4. Praca powinna byÄ‡ napisana jÄ™zykiem formalnym, bez wyraĹĽeĹ„ ĹĽargonowych („sejwowanie” i „downloadowanie”), nieformalnych czy zbyt ozdobnych („najznamienitszym przykĹ‚adem tego niebywaĹ‚ego postÄ™pu ...”)
5. PiszÄ…c pracÄ™ naleĹĽy dbaÄ‡ o poprawnoĹ›Ä‡ stylistycznÄ… wypowiedzi
   - trzeba pamiÄ™taÄ‡, do czego stosuje siÄ™ „liczba”, a do czego „iloĹ›Ä‡”,
   - nie „szereg funkcji” tylko „wiele funkcji”,
   - redagowane zdania nie powinny byÄ‡ zbyt dĹ‚ugie (lepiej podzieliÄ‡ zdanie wielokrotnie zĹ‚oĹĽone na pojedyncze zdania),
   - itp.
6. ZawartoĹ›Ä‡ rozdziaĹ‚Ăłw powinna byÄ‡ dobrze wywaĹĽona. Nie wolno wiÄ™c generowaÄ‡ sekcji i podsekcji, ktĂłre majÄ… zbyt maĹ‚o tekstu lub znaczÄ…co rĂłĹĽniÄ… siÄ™ objÄ™toĹ›ciÄ…. Zbyt krĂłtkie podrozdziaĹ‚y moĹĽna zaobserwowaÄ‡ w przykĹ‚adowym rozdziale **??**.
7. Niedopuszczalne jest pozostawienie w pracy bĹ‚Ä™dĂłw ortograficznych czy tzw. literĂłwek – moĹĽna je przecieĹĽ znaleĹşÄ‡ i skorygowaÄ‡ automatycznie.

10005. Niedopuszczalne jest pozostawienie w pracy bĹ‚Ä™dĂłw ortograficznych czy tzw. literĂłwek – moĹĽna je przecieĹĽ znaleĹşÄ‡ i skorygowaÄ‡ automatycznie.

Rozdział 5

Uwagi techniczne

5.1. Rysunki

W niniejszym szablonie numeracja rysunkw odbywa si automatycznie wedug nastpujcych regu: rysunki powinny mie numeracj cig w obrbie danego rozdziau, sam za numer powinien skada si z dwch liczb rozdzielonych kropk. Pierwsza liczb ma by numer rozdziau, drug – kolejny numer rysunku w rozdziale. Przykadowo: pierwszy rysunek w rozdziale 1 powinien mie numer 1.1, drugi – numer 1.2 itd., pierwszy rysunek w rozdziale 2 powinien mie numer 2.1, drugi – numer 1.2 itd.

Rysunki powinny by wyrodkowane na stronie wraz z podpisem umieszczonym na dole. Podpisy nie powinny koczy si kropk. Czcionka podpisu powinna by mniejsza od czcionki tekstu wiodcego o 1 lub 2 pkt (w szablonie jest to czcionka rozmiaru `small`). Ponadto naley zachowywa odpowiedni odstp midzy rysunkiem, podpisem rysunku a tekstem rozdziau. W przypadku korzystania z szablon odstpy te regulowane s automatycznie. Podpis i grafika musz stanowi jeden obiekt. Chodzi o to, e w edytorach tekstu typu Office podpis nie scala si z grafik i czasem trafia na nastpn stron, osieracajc grafik. Korzystajcym z niniejszego szablonu i otoczenia `\figure` takie osierocenie nigdy si nie zdarzy.

Do kadego rysunku musi istnie odwoanie w tekcie (inaczej mwic: niedopuszczalne jest wstawienie do pracy rysunku bez opisu). Odwoania do rysunkw powinny mie posta: „Na rysunku 3.3 przedstawiono...” lub „... co ujto na odpowiednim schemacie (rys. 1.7)”. Jeli odwoanie stanowi cz zdania, to wtedy wyraz „rysunek” powinien pojawi si w caoci. Jeli za odwoanie jest ujte w nawias (jak w przykadzie), wtedy naley zastosowa skrt „rys.”. Jeli do stworzenia obrazka wykorzystano jakie rda, to powinny one by zacytowane w podpisie tego rysunku.

Naley pamita o tym, e „rysunki” to twory nieywotne. W zwizku z tym nie mog ”pokazywa”. Dlatego „rysunek 1.1 pokazuje ...” jest stylistycznie niepoprawne. Zamiast tego zwrotu trzeba uy „ na rysunku 1.1 pokazano ...”.

Rysunki mona wstawia do pracy uywajc polecenia `\includegraphics`. Zalecane jest, aby pliki z grafikami byy umieszczane w katalogach odpowiadajcych numerom rozdziaw czy literom dodatkw: `rys01`, `rysA` itd. Sposb wstawiania rysunkw do pracy zademonstrowano na przykadze rysunkw **??** i **??**.

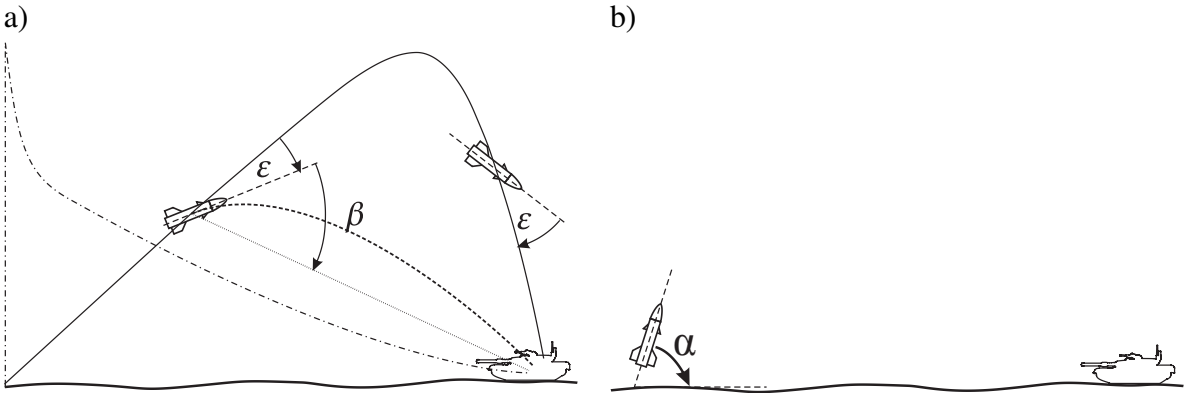
Listing 5.1: Kod rdowy przykadw wstawiania rysunkw do pracy

```
\begin{figure}[ht]
 \centering
  \includegraphics[width=0.3\linewidth]{rys05/kanji-giri}
 \caption{Dwa znaki kanji - giri}
 \label{fig:kanji-giri}
\end{figure}
```

```
\begin{figure}[htb]
 \centering
  \begin{tabular}{@{}ll@{}}
  a) & b) \\
  \includegraphics[width=0.475\textwidth]{rys05/alfa1} &
  \includegraphics[width=0.475\textwidth]{rys05/beta1}
        % jeli obraki s rnej wysokoci, mona je wyrwna do gry stosujc vtop
            ↪ jak niej
        % \vtop{\vskip-2ex\hbox{{\includegraphics[width=0.475\textwidth]{
            ↪ rys05/beta1}}}} &
        % \vtop{\vskip-2ex\hbox{{\includegraphics[width=0.475\textwidth]{
            ↪ rys05/alfa1}}}}
  \end{tabular}
 \caption{Wyznaczanie trajektorii lotu rakiety:
 a) trzy podejcia, b) podejcie praktyczne}
 \label{fig:alfabeta}
\end{figure}
```

義理

Rys. 5.1: Dwa znaki kanji – giri



Rys. 5.2: Wyznaczanie trajektorii lotu rakiety: a) trzy podejcia, b) podejcie praktyczne

Grafiki wektorowe powinny by dostarczone w plikach o formacie pdf. Rozmiar strony w pliku pdf powinien by troszeczk wikszy ni zamieszczona na nim grafika (prosz spojrze na przykady grafik wykorzystanych w niniejszym szablonie). Chodzi o to, aby na rysunku nie pojawiaa si niepotrzebna biaa przestrze. Grafiki rastrowe (gwnie zrzuty z ekranu bd zdjcia) powinny by dostarczane w plikach o formacie png z kompresj bezstratn. Zastosowanie kompresji stratnej, jak jpg, wprowadza niepotrzebne artefakty. Podobnie jak w przypadku grafik wektorowych, grafiki rastrowe nie powinny mie biaych marginesw.

Na rysunkach nie powinno stosowa si 100% czarnego wypenienia, bo robi si plamy przebijajce si przez kartk. Zamiast tego wypenienie powinno by ok. 90% czerni.

Czcionka na rysunkach nie moe by wiksza od czcionki wiodcej tekstu (jedyny wyjtek to np. jakie nagwki). Naley stosowa czcionk kroju Arial, Helvetica bd tego samego kroju co czcionka dokumentu (`texgyre-termes`).

Jeli na jednym rysunku pojawi si ma kilka grafik, to zamiast stosowa `subfigure` lub inne otoczenia naley wstawi grafiki w tabel, opisa j indeksami a) i b), a potem odnie si do tego w podpisie (rys. **??**). Czasem pomaga w pozycjonowaniu rysunkw uycie komendy: `\vtop{\vskip3ex\hbox{\includegraphics[width=0.475\textwidth]{nazwa}}}`

Na rysunkach nie wolno naduywa kolorw oraz ozdobnikw (wiele narzdzi do tworzenia diagramw dostarcza grafik z cieniowaniem, gradacj kolorw itp. co niekoniecznie przekada si na czytelno rysunku).

Podczas rozbienia zrzutw z ekranu naley zadba o to, by taki zrzut by czytelny po wydrukowaniu. Czyli aby pojawiajce si literki byy wystarczajco due, a przestrzenie bez treci – relatywnie mae. Przystpujc do robienia zrzutu trzeba odpowiednio wyskalowa elementy na ekranie. Na przykad robic zrzut z przegldarki FF najpierw naley wcisn CTR–0 (domylne skalowanie), potem CTR–- (zmniejszenie skali o stopie). Potem dobrze jest zawzi okno przegldarki tak, by interesujca tre wypenia je w caoci. Jeli na obserwowanej stronie jest zbyt duo pustych obszarw, to naley je jako zawzi (sterujc wielkoci okna przegldarki lub aktywnymi elementami interfejsu uytkownika). Zrzut bowiem wcale nie musi by odzwierciedleniem 1:1 domylnego ukadu obserwowanych elementw. Wane jest, by na zrzucie z ekranu pokaza interesujcy, opisywany fragment i eby ten fragment by czytelny.

Czasem problemem jest tworzenie zrzutw z ekranu, gdy wystpuj na nim dane wraliwe. Istniej dwa sposoby na radzenie sobie z tym problemem. Pierwszy polega na zastpieniu w systemie danych danych rzeczywistych danymi testowymi – wygenerowanymi tylko do celw prezentacji. Zrzut robi si wtedy na bazie danych testowych. Drugi polega na wykonaniu zrzutu z ekranu, na ktrym pokazano dane rzeczywiste, i nastpnie zamianie tych danych ju w pliku graficznym za pomoc odpowiedniego edytora (np. `gimp`). Czyli oryginalny zrzut z ekranu naley otworzy w edytorze, a potem nadpisa oryginalny tekst wasnym tekstem. Konieczne jest wtedy dobranie odpowiednich czcionek aby nie byo wida wprowadzonych zmian.

> Uwaga: takie manipulowanie zrzutami jest usprawiedliwione jedynie w przypadku koniecznoci ochrony danych wraliwych czy te lepszego pokazania wybranych elementw. Nie moe to prowadzi generowania faszywych rezultatw!!!

5.2. Wstawianie kodu rdowego

Kod rdowy mona wstawia jako blok tekstu pisany czcionk maszynow. Uywa si do tego otoczenie `\lstlisting`. W atrybutach otoczenia mona zdefiniowa tekst podpisu wstawianego wraz z numerem nad blokiem, etykiet do tworzenia odwoa, sposb formatowania i inne ustawienia. Zaleca si stosowanie w tym otoczeniu nastpujcych parametrw:

```
\begin{lstlisting}[label=list:req1,caption=Initial HTTP Request,
                   basicstyle=\footnotesize\ttfamily]
```

Szczeglnie przydatne podczas wstawiania wikszej iloci kodu rdowego jest zastosowanie parametru `basicstyle=\footnotesize\ttfamily`. Dziki niemu zmniejsza si czcionka, a przez to na stronie mona zmieci dusze linijki kodu. Uycie tak zdefiniowanego parametru nie jest jednak sztywnym zaleceniem. Wielko czcionki mona dobiera do potrzeb.

Listing 5.2: Initial HTTP Request

```
GET /script/Articles/Latest.aspx HTTP/1.1
Host: www.codeproject.com
Connection: keep-alive
Cache-Control: max-age=0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml
User-Agent: Mozilla/5.0 ...
Accept-Encoding: gzip,deflate,sdch
```

```
Accept-Language: en-US...
Accept-Charset: windows-1251,utf-8...
```

Mona te sformatowa kod bez stosowania numerowanego podpisu (wtedy nie zamieszcza si caption na licie atrybutw).

```
GET /script/Articles/Latest.aspx HTTP/1.1
Host: www.codeproject.com
Connection: keep-alive
Cache-Control: max-age=0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml
User-Agent: Mozilla/5.0 ...
Accept-Encoding: gzip,deflate,sdch
Accept-Language: en-US...
Accept-Charset: windows-1251,utf-8...
```

Istnieje moliwo wstawiania kodu rdowego w biecej linijce tekstu. Mona to zrobi na kilka sposobw:

- korzystajc z polecenia \texttt ustawiajcego czcionk maszynow, jak w przykadzie tutaj (efekt zastosowania komendy \texttt{tutaj}). Problemem jednak mog okaza si znaki podkrelenia i inne znaki kontrolne.
- korzystaj z otoczenia \verb zapewniajcego wypisanie kodu czcionk maszynow jak w przykadzie tutaj (efekt zastosowania komendy \verb|tutaj|). Problemem jest to, e polecenie \verb nie potrafi ama duszego tekstu.
- korzystajc z polecenia \lstin umoliwiajcego wypisanie kodu czcionk ustawian w opcjach jak w przykadzie tutaj (efekt komendy \lstset{basicstyle=\ttfamily}\lstinline{tutaj}) lub tutaj (efekt komendy \lstinline[basicstyle=\ttfamily]=tutaj=).

5.3. Wykaz literatury oraz cytowania

Cytowania powinny by zamieszczane w tekcie z uyciem komendy \cite{}. Jej argumentem powinien by klucz cytowanej pozycji (lub lista kluczy rozdzielonych przecinkiem bez spacji, jeli takich pozycji w danym miejscu cytuje si wicej) jaki jest uywany w bazie danych bibliograficznych (plik dokumentacja.bib). Po kompilacji bibtex i pdflatex w tekcie pojawia si waciwy odsyacz do pozycji w wykazie literatury (ujty w kwadratowe nawiasy – zgodnie z tym, co definiuje styl plabbrv.bst), za w samym wykazie (rozdzia Literatura) – zacytowana pozycja. Przykadem cytowania jest: „dobrze to opisano w pracach [**?**, **?**]" (gdzie zastosowano komend \cite{JS07,SQL2}).

Co do zawartoci rekordw bibliograficznych - style bibtexowe potrafi „skraca" imiona (czyli wstawia, jeli taka wola, inicjay zamiast penych imion). Niemniej dobrze jest od razu przyj jak konwencj. Proponuje si, aby w rekordach od razu wstawiane byy inicjay zamiast penych imion.

Niekiedy tytuy prac zawieraj wyrazy z duymi i maymi literami. Takie tytuy naley bra w podwjne nawiasy klamrowe, aby bibtex nie zamieni ich na posta, w ktrej poza pierwsz liter pozostae s mae.

Jeli jaki cytowany zasb pochodzi z Internetu, to jego rekord w pliku bib powinien wyglda jak niej.

```
@INPROCEEDINGS{SQL2,
  title={{A MySQL-based data archiver: preliminary results}},
  author={Bickley, M. and Slominski, Ch.},
  booktitle = {{Proceedings of ICALEPCS07}},
        month = oct,
        day = {15--19},
```

```
        year={2007},
  note={\url{http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/922267}
        [dostp dnia 20 czerwca 2015]}
}
```

A to inny przykad rekordu danych bibliograficznych:

```
@TechReport{JS07,
        author = {Jdrzejczyk, J. and rdka, B.},
        title  ={Segmentacja obrazw metod drzew decyzyjnych},
        year = {2007},
        institution = {Politechnika Wrocawska, Wydzia Elektroniki}
}
```

5.4. Indeks rzeczowy

Generowanie indeksu po trosze wyglda jak generowanie wykazu literatury – wymaga kilku krokw. Podczas pierwszej kompilacji `pdflatex` generowany jest plik z rozszerzeniem `*.idx` (zawierajcy „surowy indeks"). Nastpnie, bazujc na tym pliku, generowany jest plik z rozszerzeniem `*.ind` zawierajcy sformatowane dane. Ten krok wymaga uruchomienia odpowiedniego narzdzia oraz zastosowania plik z definicj stylu `Dyplom.ist`. W kroku ostatnim dokonuje si kolejnej kompilacji `pdflatex` (dziki niej w wynikowym dokumencie pojawi si Indeks rzeczowy). Domylnie Indeks rzeczowy zostanie sformatowany w ukadzie dwukolumnowym.

Oczywicie aby to wszystko zadziaao w kodzie szablonu naley umieci odpowiednie komendy definiujce elementy indeksu rzeczowego (`\index`) oraz wstawiajce sformatowany Indeks rzeczowy do dokumentu wynikowego (`\printindex`). Wicej informacji o tworzeniu indeksu rzeczowego mona znale na stronie `https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Indexing`. Poniej przedstawiono przykady komend uytych w szablonie do zdefiniowania elementw indeksu rzeczowego:

- `\index{linia komend}` – pozycji gwna.
- `\index{generowanie!-- indeksu}` – podpozycja.

Generowanie pliku `*.ind` mona inicjowa na kilka sposobw:

- poprzez wydanie odpowiedniego polecenia bezporednio w linii komend
  ```
  makeindex Dyplom.idx -t Dyplom.ilg -o Dyplom.ind -s Dyplom.ist
  ```
- poprzez odpalenie odpowiedniego narzdzia rodowiska. Na przykad w `TeXnicCenter` definiuje si tzw. `output profiles`:
  ```
  makeindex "%tm.idx" -t "%tm.ilg" -o "%tm.ind" -s "%tm.ist"
  ```
  a samo generowanie pliku `*.ind` zapewni wybranie pozycji menu `Build/Makeindex`.
- korzystajc z odpowiednio sparametryzowanych pakietw i komend wewntrz kompilowanego dokumentu (czyli od razu przy okazji jego kompilacji).
  ```
  \DisemulatePackage{imakeidx}
  \usepackage[noautomatic]{imakeidx}
  % jeli chcemy, by indeks by generowany automatycznie programem makeindex:
  %\usepackage[makeindex]{imakeidx}
  % a tak pono mona przekaza opcje do programu generujcego indeks:
  %\makeindex[options=-s podrecznik -L polish -M lang/polish/utf8]
  %\makeindex[options=-s podrecznik]
  \makeindex
  ```
  Niestety, `makeindex` jest narzdziem, ktre umieszcza cz pozycji w grupie `Symbols`, a nie w grupach zwizanych z literkami alfabetu. W zwizku z czym indeksowany element zaczynajcy si od polskiej literki trafia do grupy `Symbols`, jak np. `\index{wiato}`. Jeli chce

si zamieszcza w indeksie symbole matematyczne, to dobrze jest to robi jak w nastpujcym przykadzie: `\index{$asterisk@$\ast$}` czy te `\index{c@$\mathcal{C}$}`, tj. dostarczajc przy okazji klucz do sortowania. Lepiej w tym wzgldzie radz sobie inne narzdzia, jak `texindy` lub `xindy` dostpne pod linuxem. Korzystajc z nich uzyskuje si grupy polskich literek w indeksie rzeczowym (hasa zaczynajce si od polskich literek ju nie trafiaj do grupy Symbols). Przykad polecenia wydanego z linii komend, w ktrym wykorzystano `texindy` zamieszczono poniej (zakadamy kodowanie plikw w UTF8, mona dla niniejszego szablonu zmieni na cp1250):

```
texindy -L polish -M lang/polish/utf8 Dyplom.idx
```

To polecenie wygeneruje `Dyplom.ind` o zawartoci:

```
\begin{theindex}
  \providecommand*\lettergroupDefault[1]{}
  \providecommand*\lettergroup[1]{%
      \par\textbf{#1}\par
      \nopagebreak
  }

  \lettergroup{G}
  \item generowanie
    \subitem -- indeksu, 27
    \subitem -- wykazu literatury, 27

  \indexspace

  \lettergroup{L}
  \item linia komend, 27

  \indexspace

  \lettergroup{}
  \item \'Swiat\IeC {\l }o, 28

\end{theindex}
```

Aby mie wiksz kontrol automatyczne generowanie indeksu zostao w niniejszym szablonie wyczone (indeks trzeba wygenerowa samemu, wydajc polecenie `makeindex` lub zalecane `texindy`).

5.5. Inne uwagi

Dobrym sposobem na kontrol bdw wystpujcych podczas kompilacji jest wstawianie linijki `\end{document}` w wybranym miejscu dokumentu. Jest to szczeglnie przydatne w przypadkach, gdy bdy te s trudne do zidentyfikowania (gdy wygenerowane przez kompilator numery linii z bdami nie s tymi, w ktrych bdy wystpuj). Wystarczy wtedy przestawi wspomnian linijk do kolejnych miejsc, a znajduj to miejsce, gdzie wystpuje problem.

Aby osign apostrofy maszynowe (czyli takie zoone z samych kresek) naley uy polecenia `"{}jak tutaj{}"` (podwjny apostrof i podwjny apostrof z na wszelki wypadek umieszczonymi nawiasami klamrowymi, nawiasy s potrzebne z tej racji, i podwjny apostrof przed niektrymi literkami zamienia je na literki z akcentami). W efekcie otrzymamy "jak tutaj". Jeli natomiast apostrofy maj by drukarskie (czyli zoone z kropek i kresek), to naley uy polecenia `,,jak tutaj''` (dwa pojedyncze przecinki i dwa pojedyncze apostrofy). W efekcie otrzymamy „jak tutaj”. Mona te uy znakw apostrofw odpowiednio zakodowanych jak tutaj, tylko e czasem trudno pisze si takie apostrofy w rodowiskach kompilacji projektw latexowych.

Oto sposoby ustawienia odstpw midzy liniami:

- uywajc komendy `\linespread{...}` (akceptowalne), przy czym atrybutem tej metody jest wspczynnik zaleny od wielkoci czcionki. Dla czcionki wiodcej 12pt odstp ptora linii osignie si komend `\linespread{1.241}`. Dla innych czcionek wiodcych wartoci tego parametru s jak w poniszym zestawieniu.

```
10pt 1.25 dla \onehalfspacing
     1.667 for \doublespacing,
                 poniewa ,,basic ratio'' = 1.2
                (\normalfont posiada \baselineskip rozmiaru 12pt)
11pt 1.213 dla \onehalfspacing oraz 1.618 dla \doublespacing,
     poniewa ,,basic ratio'' = 1.236
                (\normalfont posiada \baselineskip rozmiaru 13.6pt)
12pt 1.241 dla \onehalfspacing oraz 1.655 dla \doublespacing,
     poniewasince ''basic ratio'' is 1.208
                (\normalfont has a \baselineskip of 14.5pt)
```

  Kopot w tym, e raz ustawiony odstp bdzie obowizywa do wszystkich czcionek (nie dziaa tu adem mechanizm zmiany wspczynnika w zalenoci od wielkoci czcionki akapitu).
- uywajc pakietu `setspace` (niezalecane). Poniewa klasa `memoir` emuluje pakiet `setspace`, w preambule dokumentu naleaoby umieci:

```
\DisemulatePackage{setspace}
\usepackage{setspace}
```

  a potem mona ju sterowa odstp komendami:

```
\singlespacing
\onehalfspacing
\doubelspacing
```

  Ten sposb pozwala na korzystanie z mechanizmu automatycznej zmiany odlegoci linii w zalenoci od wielkoci czcionki danego akapitu.
- korzystajc bezporednio z komend dostarczonych w klasie `memoir` (zalecane):

```
\SingleSpacing
\OnehalfSpacing
\DoubleSpacing
```

  Ten sposb rwnie pozwala na korzystanie z mechanizmu automatycznej zmiany odlegoci linii w zalenoci od wielkoci czcionki danego akapitu.

Na koniec jeszcze uwaga o rozmiarze pliku wynikowego. Ot `pdflatex` generuje pliki `pdf`, ktre zazwyczaj mogyby by nieco lepiej skompresowane. Do lepszego skompresowania tych plikw mona uy programu `ghostscript`. Wystarczy w tym celu wyda komend (pod windowsami):

```
gswin64 -sDEVICE=pdfwrite -dCompatibilityLevel=1.4 -dNOPAUSE -dQUIET \
-dSAFER -dBATCH -sOutputFile=Dyplom-compressed.pdf Dyplom.pdf
```

W poleceniu tym mona rwnie wstawi opcj `-dPDFSETTINGS=/prepress` (zapewniajc uzyskanie wysokiej jakoci, zachowanie kolorw, uzyskanie obrazkw w rozdzielczoci 300 dpi). Ze wzgldw licencyjnych ghostscript uywa domylnie algorytmw z kompresj stratn. Przy kompresji moe wic doj do utraty jakoci bitmap.

Rozdział 6

Podsumowanie

Lorem ipsum dolor sit amet eleifend et, congue arcu. Morbi tellus sit amet, massa. Vivamus est id risus. Sed sit amet, libero. Aenean ac ipsum. Mauris vel lectus.

6.1. Sekcja poziomu 1

Lorem ipsum dolor sit amet eleifend et, congue arcu. Morbi tellus sit amet, massa. Vivamus est id risus. Sed sit amet, libero. Aenean ac ipsum. Mauris vel lectus.

Nam id nulla a adipiscing tortor, dictum ut, lobortis urna. Donec non dui. Cras tempus orci ipsum, molestie quis, lacinia varius nunc, rhoncus purus, consectetuer congue risus.

6.1.1. Sekcja poziomu 2

Lorem ipsum dolor sit amet eleifend et, congue arcu. Morbi tellus sit amet, massa. Vivamus est id risus. Sed sit amet, libero. Aenean ac ipsum. Mauris vel lectus.

Sekcja poziomu 3

Lorem ipsum dolor sit amet eleifend et, congue arcu. Morbi tellus sit amet, massa. Vivamus est id risus. Sed sit amet, libero. Aenean ac ipsum. Mauris vel lectus.

Paragraf 4 Lorem ipsum dolor sit amet eleifend et, congue arcu. Morbi tellus sit amet, massa. Vivamus est id risus. Sed sit amet, libero. Aenean ac ipsum. Mauris vel lectus.

6.2. Sekcja poziomu 1

Lorem ipsum dolor sit amet eleifend et, congue arcu. Morbi tellus sit amet, massa. Vivamus est id risus. Sed sit amet, libero. Aenean ac ipsum. Mauris vel lectus.

Dodatek A

Instrukcja wdroeniowa

Jeli praca skoczya si wykonaniem jakiego oprogramowania, to w dodatku powinna pojawi si instrukcja wdroeniowa (o tym jak skompilowa/zainstalowa to oprogramowanie). Przydaoby si rwnie krtkie how to (jak uruchomi system i co w nim zrobi – zademonstrowane na jakim najprostszym przypadku uycia). Mona z tego zrobi osobny dodatek,

Dodatek B

Opis zaczonej pyty CD/DVD

Tutaj jest miejsce na zamieszczenie opisu zawartoci zaczonej pyty. Naley wymieni, co zawiera.