WYKŁAD 4

# Programowanie Urządzeń Mobilnych

Kompleksowa analiza technologii, architektury i implementacji aplikacji mobilnych

2026 Informatyka

SPIS TREŚCI

# Struktura prezentacji

ROZDZIAŁ 1

# Wprowadzenie do programowania mobilnego

Podstawy ekosystemu mobilnego, statystyki rynkowe i trendy rozwojowe

1.1 RYNEK APLIKACJI MOBILNYCH

# Statystyki i trendy rynkowe

**5.3B**

Użytkowników smartfonów

**Globalnie w 2026**

**255B**

Pobrań aplikacji

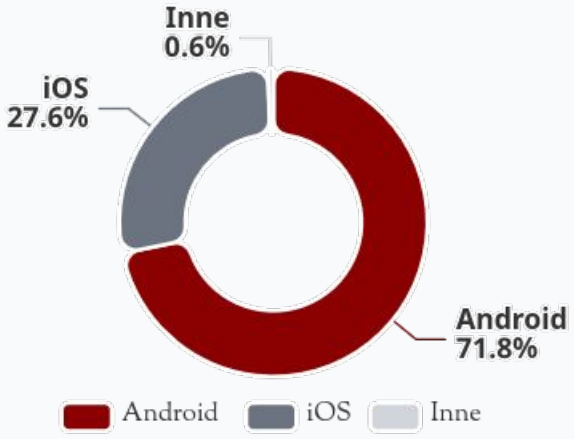
**Rocznie (2025)**

**$542B**

Przychody z aplikacji

**Prognoza 2026**

## Dystrybucja platform




## Liczba aplikacji w sklepach

**Google Play** 3.5M

**App Store** 1.8M

**Trend:** Wzrost znaczenia aplikacji natywnych w sektorze fintech (bezpieczeństwo) i zdrowia (HIPAA compliance). Frameworki cross-platform zyskują 15% rynku rocznie.

ROZDZIAŁ 2

# Typy aplikacji mobilnych

Analiza porównawcza aplikacji natywnych, hybrydowych i PWA

2.1 APLIKACJE NATYWNE

# Charakterystyka techniczna

## Android

Kotlin | Java

Oficjalny język od 2017, wsparcie Google

## iOS

Swift | Objective-C

Nowoczesny język Apple, bezpieczeństwo typów

## Koszty deweloperskie

**1.5-2x** wyższe niż hybryda

Konieczność utrzymania dwóch osobnych baz kodu, zespoły specjalistów dla każdej platformy

## Kluczowe zalety

- **Maksymalna wydajność**
  Bezpośrednia kompilacja do kodu maszynowego, brak warstw pośrednich
- **Pełen dostęp do API**
  Natywne komponenty UI, dostęp do wszystkich sensorów i funkcji sprzętowych
- **Płynność 60 FPS**
  Natywne animacje, optymalizacja pod konkretny sprzęt

## Zastosowania

- Gry mobilne
- Aplikacje AR/VR
- Systemy płatności
- Aplikacje medyczne

2.2 APLIKACJE HYBRYDOWE I CROSS-PLATFORM

# Frameworki i analiza techniczna

### React Native
Facebook/Meta

**Język:** JavaScript/TypeScript

Używa natywnych komponentów UI, mostki do modułów natywnych

### Flutter
Google

**Język:** Dart

Własny silnik renderujący, kompilacja AOT do kodu maszynowego

### Xamarin
Microsoft

**Język:** C#/.NET

Udostępniony kod biznesowy, natywne interfejsy platformowe

## Zalety hybrydy

1. **Jedna baza kodu**
   Redukcja kosztów o 40-60%
2. **Szybszy time-to-market**
   30-50% krótszy czas wdrożenia
3. **Jednoczesne aktualizacje**
   Jedna wersja dla wszystkich platform

## Ograniczenia

- **Wydajność:** 10-15% niższa w złożonych animacjach
- **Dostęp do sprzętu:** Wymaga mostków natywnych
- **Zależności:** Od frameworków i pluginów

## Case study

**Instagram, Facebook, Google Ads** - aplikacje hybrydowe z setkami milionów użytkowników, udowadniające produkcyjną gotowość frameworków cross-platform.

2.3 PROGRESSIVE WEB APPS (PWA)

# Aplikacje webowe z funkcjonalnością natywną

## Kluczowe technologie

1. **Service Workers**
   Skrypty działające w tle, obsługa offline, push notifications
2. **Web App Manifest**
   JSON z metadanymi aplikacji (ikona, nazwa, theme color)
3. **Cache API**
   Programistyczna kontrola nad cache'owaniem zasobów

## Zalety PWA

- ✓ Natychmiastowe aktualizacje bez App Store
- ✓ Indeksowalność przez wyszukiwarki (SEO)
- ✓ Niskie zużycie pamięci (brak instalacji)
- ✓ Najniższe koszty deweloperskie

## Ograniczenia krytyczne

**Dostęp do sensorów**
Brak Bluetooth/NFC na iOS, ograniczony dostęp do zaawansowanych sensorów

**Dystrybucja**
Brak możliwości publikacji w App Store (iOS), brak discoverability

**Zużycie baterii**
Wyższe niż natywne ze względu na działanie w przeglądarce

## Przykłady produkcyjne

**Twitter Lite** | **Pinterest** | **Starbucks**

2.4 PORÓWNANIE TYPOW APLIKACJI

# Parametry techniczne i biznesowe

| Kryterium | Native | Hybrid | PWA |
|---|---|---|---|
| **Wydajność** | Excellent | Very Good | Good |
| **Koszty (średnia złożoność)** | **$150k-300k** | **$80k-150k** | **$50k-100k** |
| **Dostęp do sprzętu** | **100%** | **85-90%** | **40-60%** |
| **Czas wdrożenia** | 6-12 miesięcy | 3-6 miesięcy | 2-4 miesiące |
| **Zużycie baterii** | Niskie | Średnie | Wysokie |
| **Pamięć RAM** | Optymalne | Średnie | Zmienne |
| **Aktualizacje** | Via App Store | Via App Store | Natychmiastowe |

Rekomendacja dla gier
**Native**

Rekomendacja dla biznesu
**Hybrid**

Rekomendacja dla contentu
**PWA**

ROZDZIAŁ 3

# Środowiska programistyczne

Android Studio i Xcode - narzędzia, funkcje i możliwości diagnostyczne

3.1 ANDROID STUDIO

# Kompletne środowisko IDE dla Androida

## Layout Editor

WYSIWYG edytor z **ConstraintLayout** - deklaratywne definiowanie interfejsu z podglądem na żywo.

Visual Design | Blueprint | Component Tree

## Real-Time Profilers

**CPU**
Śledzenie wątków, metody

**Memory**
Heap, allocations

**Network**
Żądania HTTP, payload

## Narzędzia dodatkowe

- ✓ APK Analyzer
- ✓ Layout Inspector
- ✓ Device Manager
- ✓ Database Inspector

## Wspierane języki

| | |
|---|---|
| Kotlin | Oficjalny |
| Java | Wsparcie |
| C++ | NDK |
| Flutter | Plugin |

## Emulator

- Symulacja lokalizacji GPS
- Symulacja połączenia sieciowego
- Poziom baterii i ładowania
- Emulacja odcisku palca

## Integracje

Firebase | Google Cloud | Gradle

3.2 XCODE

# Narzędzia Apple dla deweloperów iOS

## Interface Builder & Previews

**Storyboards** dla UIKit i **SwiftUI Previews** - podgląd interfejsu w czasie rzeczywistym podczas kodowania.

**Live Preview:** Interaktywny podgląd, zmiany widoczne natychmiast

## Instruments Suite

**Time Profiler**
Śledzenie CPU, analiza stack traces

**Allocations & Leaks**
Wykrywanie wycieków pamięci

**Energy Log**
Optymalizacja zużycia baterii

**Metal System Trace**
Analiza GPU i renderowania

## Memory Graph Debugger

Wizualizacja obiektów w pamięci, identyfikacja cykli retencji (retain cycles) w czasie rzeczywistym.

Widok grafu referencji między obiektami

## Simulator

- Różne rozmiary ekranów iPhone/iPad
- Symulacja Face ID, Apple Pay
- Dark Mode, Dynamic Type
- Symulacja różnych iOS

## Xcode Cloud

CI/CD wbudowane w IDE - automatyczne budowanie, testowanie i dystrybucja.

3.3 NARZĘDZIA DIAGNOSTYCZNE I PROFILOWANIE

# Metryki krytyczne i techniki debugowania

## Kluczowe metryki wydajności

**Czas uruchomienia** — < 3s

Cold start - od kliknięcia ikony do interaktywności

**Wydajność UI** — 60 FPS

16ms na klatkę - płynne animacje i przewijanie

**Zużycie pamięci** — Monitor

Heap, wykrywanie wycieków, memory pressure

## Optymalizacja baterii

**Energy Log (Xcode)**

Śledzenie zużycia energii przez komponenty aplikacji

**Battery Profiler (Android)**

Analiza wake locks, background services

**Cel:**
Minimalizacja zużycia baterii przy zachowaniu funkcjonalności

## Narzędzia zewnętrzne i techniki

**LeakCanary**
Android - wycieki

**Firebase**
Performance Monitoring

**LLDB**
Debuger Xcode

**Breakpoints**
Conditional, symbolic

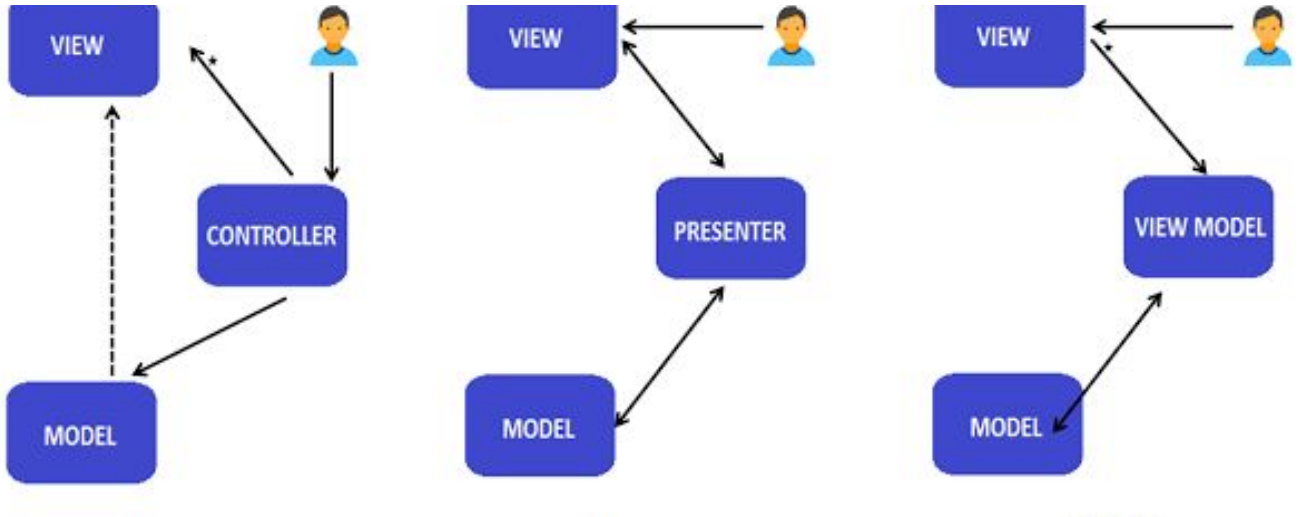
ROZDZIAŁ 4

# Architektura aplikacji mobilnych

Wzorce projektowe: MVC, MVP, MVVM i Clean Architecture

4.1 WZORZEC MVC (MODEL-VIEW-CONTROLLER)

# Klasyczna architektura trójwarstwowa




## Komponenty MVC

**M** **Model**
Dane, logika biznesowa, komunikacja z bazą/API

**V** **View**
Interfejs użytkownika, komponenty UI, prezentacja

**C** **Controller**
Pośrednik między Model a View, obsługa zdarzeń

## Zalety

- ✓ Prosta struktura
- ✓ Łatwa do zrozumienia
- ✓ Dobra dla małych projektów

## Wady w kontekście mobilnym

**Problem z Androidem**
Activities/Fragments pełnią rolę View i Controller

**Ścisłe sprzężenie**
View i Model bezpośrednio połączone

**Trudności w testowaniu**
Zależność od frameworków UI

Rekomendacja

**Małe projekty prototypowe**

4.2 WZORZEC MVP (MODEL-VIEW-PRESENTER)

# Evolucja MVC z jednym pośrednikiem

## Architektura MVP

### Model

Dane i logika biznesowa - identycznie jak w MVC

### View

UI - przekazuje zdarzenia użytkownika do Presentera

### Presenter

Jedyny pośrednik - logika prezentacji, komunikacja z Modelem

**Kluczowa różnica od MVC**

**Brak bezpośredniej komunikacji** między Model a View. Wszystko przechodzi przez Presenter.

## Zalety MVP

- ✓ **Lepsza separacja**
  View nie zna Modelu
- ✓ **Łatwiejsze testowanie**
  Presenter testowalny niezależnie
- ✓ **Jeden Presenter = jeden View**
  Jasna odpowiedzialność

## Wady

- Więcej kodu boilerplate
- Presenter może stać się wąskim gardłem
- Wymaga więcej plików

**Stosowany przez:** Google (niektóre aplikacje Android)

4.3 WZORZEC MVVM (MODEL-VIEW-VIEWMODEL)

# Najpopularniejszy wzorzec współczesny

## Architektura MVVM

**Model**
Abstrakcja źródeł danych, encje biznesowe

**View**
Obserwuje ViewModel, przekazuje akcje użytkownika

**ViewModel**
Logika prezentacji, data binding, LiveData/StateFlow

### Kluczowa zaleta

**ViewModel nie ma referencji do View** - całkowite rozłączenie, najlepsza testowalność.

## Zalety MVVM

**Data Binding**
Automatyczna synchronizacja danych

**Wielokrotne użycie**
Jeden ViewModel dla wielu View

**Najlepsza testowalność**
Brak zależności od UI framework

## Implementacje

**SwiftUI:** @StateObject, @ObservedObject

**Android:** Jetpack ViewModel, LiveData

Rekomendacja

**Duże aplikacje enterprise**

4.4 CLEAN ARCHITECTURE

# Zaawansowana architektura warstwowa

## Warstwy Clean Architecture

### Presentation Layer

Zewnętrzna

UI, ViewModels, Fragments/ViewControllers

### Domain Layer

Wewnętrzna

Use cases, encje biznesowe - niezależna od frameworków

### Data Layer

Zewnętrzna

Repositories, źródła danych (API, baza lokalna)

**Zasada Dependency Inversion**

Interfejsy definiowane w warstwach wewnętrznych, implementacje w zewnętrznych. Zależności skierowane do środka.

## Zalety

- ✓ Maksymalna testowalność
- ✓ Łatwa wymiana komponentów
- ✓ Niezależność od frameworków
- ✓ Łatwa migracja API/bazy

## Implementacja

Clean Architecture często implementowana w połączeniu z **MVVM** - ViewModel jako część Presentation Layer.

## Autor

**Robert C. Martin (Uncle Bob)** - 2012

4.5 PORÓWNANIE WZORCÓW ARCHITEKTONICZNYCH

# Analiza kryteriów wyboru architektury

| Kryterium | MVC | MVP | MVVM |
|---|---|---|---|
| **Testowalność** | Trudna | Dobra | Najlepsza |
| **Separacja komponentów** | Słaba | Dobra | B. dobra |
| **Złożoność** | Niska | Średnia | Śr.-wys. |
| **Skalowalność** | Słaba | Dobra | B. dobra |
| **Learning curve** | Łatwy | Średni | Średni |
| **Boilerplate code** | Minimalny | Średni | Średni |

### MVC

Małe projekty prototypowe, MVP (Minimum Viable Product)

**Szybki start, ograniczona skalowalność**

### MVP

Średnie aplikacje z złożonym UI, legacy projects

**Dobra separacja, więcej kodu**

### MVVM + Clean

Duże aplikacje enterprise, długoterminowe projekty

**Maksymalna skalowalność i testowalność**

ROZDZIAŁ 5

# Optymalizacja wydajności

Techniki optymalizacji pamięci, CPU, sieci i baterii

5.1 OPTYMALIZACJA PAMIĘCI

# Zarządzanie zasobami i wykrywanie wycieków

## Wykrywanie wycieków pamięci

**LeakCanary (Android)**

Automatyczne wykrywanie wycieków Activity/Fragment

**Memory Graph Debugger (iOS)**

Wizualizacja cykli retencji między obiektami

## Object Pooling

Ponowne używanie obiektów zamiast tworzenia nowych - redukcja garbage collection.

**Przykład:**

Pula obiektów dla cząstek w grach, buffery dla operacji I/O

## Zarządzanie bitmapami

**Downscaling**

Skalowanie obrazów do rozmiaru wyświetlania przed załadowaniem

**Bitmap Recycling (Android)**

Ręczne zwalnianie pamięci bitmap przed GC

**LRU Cache**

Cache o stałym rozmiarze, usuwanie najstarszych elementów

**Case study: ShopFast**

| | |
|---|---|
| Zużycie pamięci przed: | **250 MB** |
| Zużycie pamięci po: | **220 MB** |
| Redukcja: | **30 MB (12%)** |

Poprzez eliminację wycieków contextu i wewnętrznych klas

5.2 OPTYMALIZACJA UI I RENDERING

# Płynność interfejsu - target 60 FPS

**60**

FPS

Płynne animacje

**16**

ms

Na klatkę

**>16**

ms

Frame drops

## Optymalizacja layoutów

**ConstraintLayout (Android)**

Płaskie hierarchie zamiast głęboko zagnieżdżonych layoutów

**Eliminacja overdraw**

Unikanie wielokrotnego rysowania tych samych pikseli

**RecyclerView (Android) / UITableView (iOS)**

ViewHolder pattern dla efektywnego przewijania

## Animacje

- **Hardware acceleration** - GPU dla animacji
- **MotionLayout** - deklaratywne animacje
- **Choreographer** - synchronizacja z VSync
- **Unikanie animacji** na głównym wątku

### Narzędzia

- GPU Overdraw (Android)
- Core Animation (Xcode)

5.3 OPTYMALIZACJA SIECI I BATERII

# Efektywność energetyczna i komunikacja

## Strategie sieciowe

**Batching requestów**
Grupowanie żądań HTTP - redukcja wake-up radia

**Kompresja GZIP**
Redukcja rozmiaru payload o 60-80%

**Caching**
OkHttp (Android), NSURLCache (iOS)

**HTTP/2 i gRPC**
Multiplexing, streaming, mniejszy overhead

### Przykład: WhatsApp

Kompresja obrazów i wideo przed wysłaniem - aplikacja szybka i efektywna pod względem danych.

## Optymalizacja baterii

**WorkManager / BackgroundTasks**
Zamiast ciągłych usług - taski w odpowiednim czasie

**FusedLocationProvider**
PRIORITY_BALANCED_POWER_ACCURACY dla GPS

**Doze mode i App Standby**
Dostosowanie aplikacji do trybów oszczędzania

### Case study: ShopFast

Zużycie baterii (idle): **12%/h → 3.6%/h**

Redukcja: **70%**

Przejście na WorkManager z ograniczeniami

### Narzędzia

- Energy Log
- Battery Profiler

ROZDZIAŁ 6

# Systemy sensorów mobilnych

IMU, akcelerometr, żyroskop, magnetometr - specyfikacje i implementacja

6.1 INERTIAL MEASUREMENT UNIT (IMU)

# Specyfikacje techniczne sensorów MEMS

## Akcelerometr

| | |
|---|---|
| Zakres pomiarowy: | **±2g do ±16g** |
| Częstotliwość: | **100-1000 Hz** |
| Dokładność (bias): | **0.1-10 mg** |

Pomiar przyspieszenia liniowego w 3 osiach (X, Y, Z)

## Żyroskop

| | |
|---|---|
| Zakres: | **±250-2000°/s** |
| Częstotliwość: | **200-2000 Hz** |
| Drift: | **1-100°/h** |

Pomiar prędkości kątowej (rotacji) w 3 osiach

## Magnetometr

| | |
|---|---|
| Zakres: | **±4800 µT** |
| Rozdzielczość | **0.1 µT** |

.

Pomiar pola magnetycznego Ziemi - orientacja względem północy

## Parametry systemowe

| | |
|---|---|
| Zużycie energii: | **10-100 mW** |
| Stopnie swobody: | **6 DoF** |
| Technologia: | **MEMS** |

### Sensor Fusion

Łączenie danych z akcelerometru, żyroskopu i magnetometru dla poprawy dokładności orientacji.

6.2 SYGNAŁY ANALOGOWE I CYFROWE

# Konwersja ADC w sensorach mobilnych

## Proces konwersji ADC

1. **Sygnał analogowy**

   Napięcie proporcjonalne do mierzonej wielkości fizycznej (temperatura, światło, dźwięk)

2. **Próbkowanie**

   Pomiar amplitudy sygnału w regularnych odstępach czasu (sampling rate)

3. **Kwantyzacja**

   Mapowanie wartości analogowej na dyskretną wartość cyfrową

**Błąd kwantyzacji**

Różnica między rzeczywistą wartością analogową a jej reprezentacją cyfrową. Zależy od rozdzielczości ADC.

## Parametry ADC

**Rozdzielczość**

Liczba bitów (12-16 bit w smartfonach) - określa dokładność

**Częstotliwość próbkowania**

Hz - jak często sygnał jest próbkowany

**Zakres wejściowy**

Napięcie, które może być przetworzone

## Przykłady w smartfonach

- **Mikrofon**
  Audio ADC: 44.1-48 kHz, 16-24 bit
- **Czujnik światła**
  Automatyczna jasność ekranu
- **Czujnik temperatury**
  Monitorowanie baterii

# API systemowe i praktyczne zastosowania

## Android - SensorManager

### Rejestracja listenera

```
sensorManager.registerListener(
listener,
accelerometer,
SensorManager.SENSOR_DELAY_GAME
)
```

| | |
|---|---|
| NORMAL | 200ms - oszczędność baterii |
| GAME | 50ms - gry, interakcja |
| FASTEST | 0ms - maksymalna częstotliwość |

### Typy sensorów

- ✓ TYPE_ACCELEROMETER
- ✓ TYPE_GYROSCOPE
- ✓ TYPE_MAGNETIC_FIELD
- ✓ TYPE_ROTATION_VECTOR

## iOS - CoreMotion

### CMMotionManager

```
let motionManager = CMMotionManager()
motionManager.accelerometerUpdateInterval = 0.05
motionManager.startAccelerometerUpdates()
```

### CMDeviceMotion

Przetworzone dane z sensor fusion - quaterniony, macierz rotacji

## Różnice w implementacji

**Android:**
Surowe dane z sensorów, większa kontrola

**iOS:**
Bardziej przetworzone dane, sensor fusion wbudowany

**Kalibracja:**
Wymagana dla MEMS - kompensacja biasu i driftu

ROZDZIAŁ 7

# GPS i systemy map mobilnych

GNSS, dokładność pozycjonowania, integracja map

7.1 SYSTEMY GNSS W SMARTFONACH

# Dokładność i parametry pozycjonowania

## Systemy satelitarne

### GPS (USA)
3-5m

Najstarszy i najbardziej rozpowszechniony system

### GLONASS (Rosja)
3-7m

Lepsza widoczność na wysokich szerokościach

### Galileo (UE)
1m

HAS: <20cm (High Accuracy Service)

### BeiDou (Chiny)
2.5-5m

Najlepszy w regionie Azji-Pacyfik

## Multi-GNSS w smartfonach

Współczesne smartfony używają wszystkich systemów jednocześnie dla lepszej dokładności i niezawodności.

- Szybszy fix (time-to-first-fix)
- Lepsza dokładność w miastach
- Większa niezawodność

## Dual-frequency (L1+L5)

### Eliminacja błędów jonosferycznych
Lane-level accuracy w miastach

### Redukcja multipath
Mniej odbić od budynków

## Zużycie baterii

Ciągłe śledzenie GPS: **10-15% baterii/godzinę**

# Porównanie platform mapowych

## MapKit (iOS)

### Zalety

- ✓ Natywna integracja z CoreLocation
- ✓ Płynne animacje (MKAnnotation jako UIView)
- ✓ Tryb "Follow user location"
- ✓ Lepsza wydajność na urządzeniach Apple

### Ograniczenia

- ✗ Tylko iOS
- ✗ Mniej funkcji niż Google Maps

## Google Maps SDK

### Zalety

- ✓ Cross-platform (Android/iOS)
- ✓ Zaawansowane funkcje (Street View, indoor)
- ✓ Traffic, Places API
- ✓ Spójny wygląd na wszystkich platformach

### Wymagania

- ! API Key
- ! Płatność przy dużym ruchu

## MKDirections

```
let request = MKDirections.Request()
request.source = sourceMapItem
request.destination = destMapItem
let directions = MKDirections(request: request)
```

## Rekomendacje

- **MapKit** dla natywnych aplikacji iOS
- **Google Maps** dla cross-platform i zaawansowanych funkcji

ROZDZIAŁ 8

# Obsługa kamery mobilnej

API kamery, parametry, przechwytywanie i analiza obrazu

8.1 CAMERA2 API I CAMERAX

# Architektura i możliwości kamery w Androidzie

## Camera2 API (niski poziom)

**Pełna kontrola nad parametrami**

- Czas ekspozycji (shutter speed)
- ISO (czułość sensora)
- Balans bieli (white balance)
- Tryby autofocus

**Przechwytywanie RAW (DNG)**

Nieskompresowane dane z sensora dla profesjonalnej obróbki

**Manualne sterowanie**

Dla aplikacji pro i zaawansowanych użytkowników

## CameraX (wysoki poziom)

**Jetpack Library**

Abstrakcja nad Camera2, łatwiejsze użycie

**UseCase Pattern**

- **Preview** - podgląd na żywo
- **ImageCapture** - zdjęcia
- **ImageAnalysis** - analiza w czasie rzeczywistym

**Automatyczna konfiguracja**

Dostosowanie do możliwości urządzenia

## Tryby autofocus

- ✓ CONTINUOUS_PICTURE
- ✓ CONTINUOUS_VIDEO
- ✓ MACRO
- ✓ EDOF

## Parametry techniczne

| | |
|---|---|
| Rozdzielczość preview: | **do 1080p** |
| Rozdzielczość capture: | **do 48MP+** |
| Frame rate: | **30-240 FPS** |
| Analysis: | **640x480** |

# Przechwytywanie i przetwarzanie w czasie rzeczywistym

## Architektura AVFoundation

### AVCaptureSession

Koordynuje input (kamera, mikrofon) i output (zdjęcie, wideo, metadata)

### AVCaptureDevice

Konfiguracja kamery: focus mode, exposure, white balance

### AVCapturePhotoOutput

Zdjęcia: HEIF, JPEG, RAW, Live Photos

### AVCaptureVideoDataOutput

Przetwarzanie w czasie rzeczywistym

## Zaawansowane funkcje

- ✓ Portrait mode (depth data)
- ✓ Night mode
- ✓ ProRAW
- ✓ Cinematic mode

## Przykład kodu Swift

```
// Konfiguracja sesji
let session = AVCaptureSession()
session.beginConfiguration()
// Dodanie input (kamera tylna)
guard let device = AVCaptureDevice.default(
.back, for: .video)
else { return }
let input = try AVCaptureDeviceInput(device: device)
session.addInput(input)
// Dodanie output (zdjęcia)
let output = AVCapturePhotoOutput()
session.addOutput(output)
session.commitConfiguration()
```

### Przetwarzanie na GPU

Metal framework dla zaawansowanych filtrów i przetwarzania obrazu w czasie rzeczywistym.

## Integracje

- **CoreImage** - filtry i efekty
- **Vision** - analiza obrazu (ML)

8.3 ANALIZA OBRAZU I PRZETWARZANIE W CZASIE RZECZYWISTYM

# ML Kit, Core ML i TensorFlow Lite

### ML Kit

- ✓ Rozpoznawanie tekstu (OCR)
- ✓ Wykrywanie twarzy
- ✓ Kody kreskowe/QR
- ✓ Etykietowanie obrazów

Android & iOS

### Core ML

- ✓ Wykonywanie modeli ONNX
- ✓ TensorFlow Lite
- ✓ Optymalizacja dla Apple Silicon
- ✓ Neural Engine (ANE)

iOS Only

### TensorFlow Lite

- ✓ Modele zoptymalizowane
- ✓ Delegaty GPU (Metal, OpenCL)
- ✓ Kwantyzacja (INT8)
- ✓ Cross-platform

Android & iOS

## Przetwarzanie w czasie rzeczywistym

**Android**

ImageAnalysis.UseCase - analiza każdej klatki

**iOS**

AVCaptureVideoDataOutputSampleBufferDelegate

## Wyzwania i optymalizacje

**Wyzwania:**
Zużycie baterii, ograniczona moc obliczeniowa, opóźnienia

**Optymalizacje:**
Downsampling, GPU (Metal, RenderScript), batchowanie

PODSUMOWANIE

# Kluczowe wnioski i perspektywy rozwojowe

## Kluczowe wnioski

1. **Wybór typu aplikacji**
   Zależy od wymagań wydajnościowych i budżetu
2. **Architektura MVVM + Clean**
   Zapewnia najlepszą skalowalność i testowalność
3. **Optymalizacja jest krytyczna**
   Wpływa bezpośrednio na retencję użytkowników
4. **Sensory mobilne**
   Oferują zaawansowane możliwości pomiarowe

## Przyszłe kierunki rozwoju

- **AR/VR**
  Aplikacje wykorzystujące sensory IMU i kamery
- **AI/ML na urządzeniu**
  Core ML, TensorFlow Lite, Neural Engine
- **Postęp w GNSS**
  Dual-frequency, centymetrowa dokładność
- **Ewolucja frameworków**
  Flutter, React Native - coraz bliżej natywnemu

## Narzędzia współczesnego dewelopera

**Android Studio**
Profiler, Emulator

**Xcode**
Instruments, Simulator

**Firebase**
Performance Monitoring

**LeakCanary**
Wykrywanie wycieków

## Statystyka końcowa

| | |
|---|---|
| **60+** | **<3s** |
| FPS target | Czas startu |
| **6** | **1m** |
| DoF IMU | GPS Galileo |

**Programowanie urządzeń mobilnych wymaga holistycznego podejścia łączącego znajomość natywnych API, architektury oprogramowania i optymalizacji wydajnościowej.**