



Razvoj mobilnih aplikacija i servisa

Mobilne platforme i razvojna okruženja

Katedra za Računarstvo
Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu

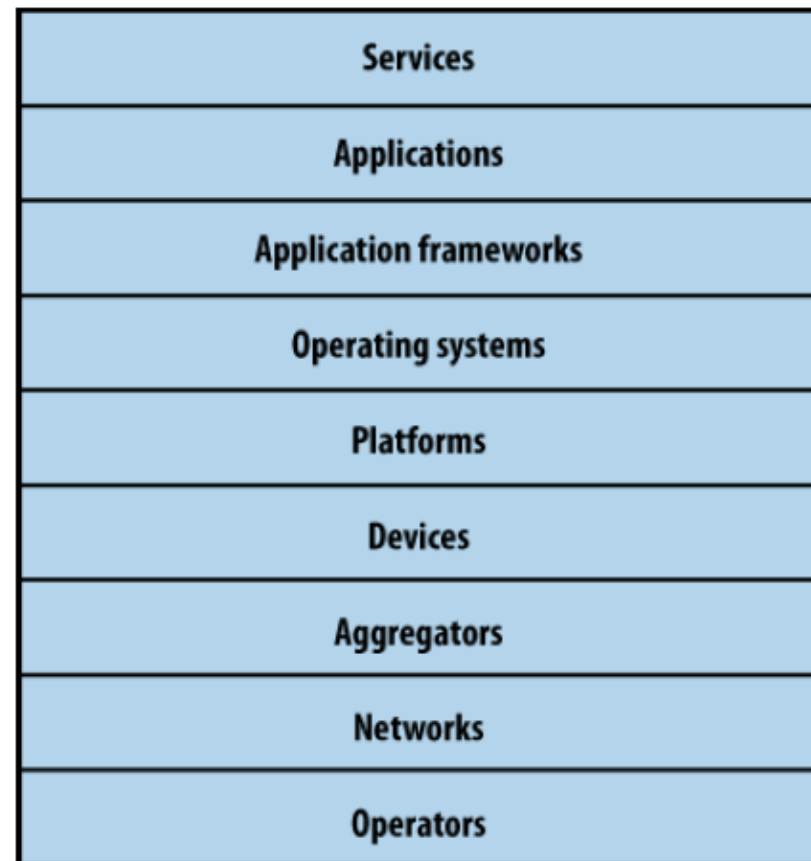
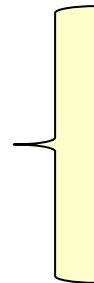
Mobilne platforme

- ✿ Veliki broj platformi za razvoj mobilnih aplikacija i servisa, poslednjih godina uglavnom Android (različite verzije) i iOS
- ✿ Svaka od tih platformi poseduje određene karakteristike, ograničenja, osobenosti, itd.
- ✿ Zastupljenost i prihvaćenost mobilnih platformi u različitim regionima u svetu prilično se razlikuje
- ✿ Nove platforme se razvijaju, a neke postojeće prestaju da se isporučuju uz mobilne uređaje
- ✿ Za konkretnu aplikaciju i scenario korišćenja aplikacije, ciljna mobilna platforma mora biti pažljivo izabrana:
 - ✦ Koji su aplikacioni zahtevi?
 - ✦ Gde će biti korišćena (na nacionalnom, regionalnom ili globalnom nivou)?
 - ✦ Na koji način se predviđa evolucija aplikacije u budućnosti?
 - ✦ ...

Mobilni sistemi - slojevi

- OS, aplikacioni okviri (*frameworks*), alati za razvoj softvera SDK, razvojna okruženja (IDE) i programski jezici za razvoj mobilnih aplikacija i servisa

Mobilna platforma



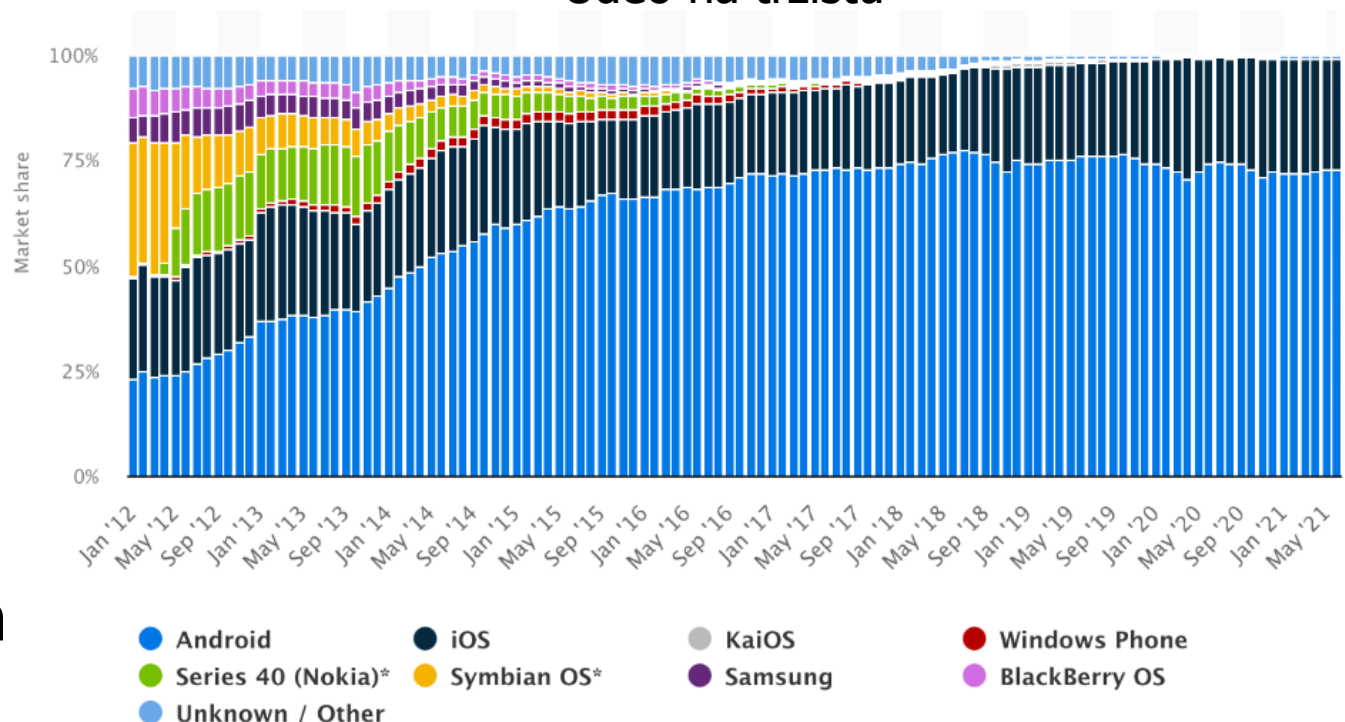
Mobilne platforme i razvojna okruženja

Razvoj mobilnih aplikacija i servisa

Mobilni OS i platforme

- ✿ Android
- ✿ iOS
- ✿ Harmony OS
- ✿ Tizen
- ✿ KaiOS
- ✿ Sailfish OS
- ✿ Ubuntu Touch
- ✿ Mobian
- ✿ Plasma Mobile, PureOS,...
- ✿ Fuchsia OS (Google Nest Hub)

Udeo na tržištu



Blackberry 10

Windows 10 Mobile (jan 2020)

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



Worldwide Smartphone Sales

- Top 5 Companies, Worldwide Smartphone Shipments, Market Share, and Year-Over-Year Growth, Q4 2023 (Preliminary results, shipments in millions of units)

Company	4Q23 Shipments	4Q23 Market Share	4Q22 Shipments	4Q22 Market Share	4Q23/4Q22 Growth
1. Apple	80.5	24.7%	72.1	24.0%	11.6%
2. Samsung	53.0	16.3%	59.5	19.8%	-10.9%
3. Xiaomi	40.7	12.5%	33.2	11.0%	22.7%
4. Transsion	28.2	8.6%	16.7	5.6%	68.6%
5. vivo	24.1	7.4%	22.9	7.6%	5.1%
Others	99.5	30.5%	96.1	32.0%	3.5%
TOTAL	326.1	100.0%	300.6	100.0%	8.5%

Source: IDC Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker, January 15, 2024



ANDROID

Šta je Android?



- ✿ Otvorena mobilna platforma
 - ✦ Ne samo za telefone;
 - ✦ TV, Sat, Pametni kuhinjski uređaj, Infotainment za automobil, ručni GPS uređaj, ...
- ✿ Linux-zasnovan, multiprocesni, višenitni operativni sistem
 - ✦ Svaka aplikacija je različit korisnik (jedinostveni Linux user ID)
 - ✦ Po podrazumevanim podešavanjima, svaka aplikacija se izvršava u svom vlastitom Linux procesu
 - ✦ Svaki proces ima svoju virtuelnu mašinu, pa se programi kod aplikacije izvršavaju izolovano od drugih aplikacija
- ✿ Biblioteke i softverski alati za podršku
 - ✦ IDE, okviri za testiranje, emulatori

Android

- ✿ Mobilni OS i platforma razvijen od strane **Open Handset Alliance** (84 kompanije), ali primarno Google
 - ✦ Prva komercijalna verzija objavljena septembra 2008
- ✿ Zasnovan na modifikovanoj verziji Linux kernela
 - ✦ Settings → About → All specs → Kernel version (Xiaomi- MIUI)
- ✿ Kompletna platforma za razvoj i izvršavanje mobilnih aplikacija
 - ✦ Kotlin, Java, C/C++, XML
- ✿ Free and open-source – Apache 2 licenca
 - ✦ *Android Open Source Project* (AOSP) <https://source.android.com/>
 - ✦ *AOSP forks*: Fire OS (Amazon), ColorOS (OPPO), OriginOS (Vivo), HarmonyOS (Huawei), **LineageOS** (custom ROM)
- ✿ Android TV, Wear OS, Android Automotive, Android Things

Android verzije



Cupcake
1.5



Donut
1.6



Eclair
2.0/2.1



Froyo
2.2



Gingerbread
2.3



Honeycomb
3.0/3.1



Ice Cream Sandwich
4.0



Jelly Bean
4.1/4.2/4.3



KitKat
4.4



Lollipop
5.0



Marshmallow
6.0



Nougat
7.0



Oreo
8.0



Pie
9.0



android

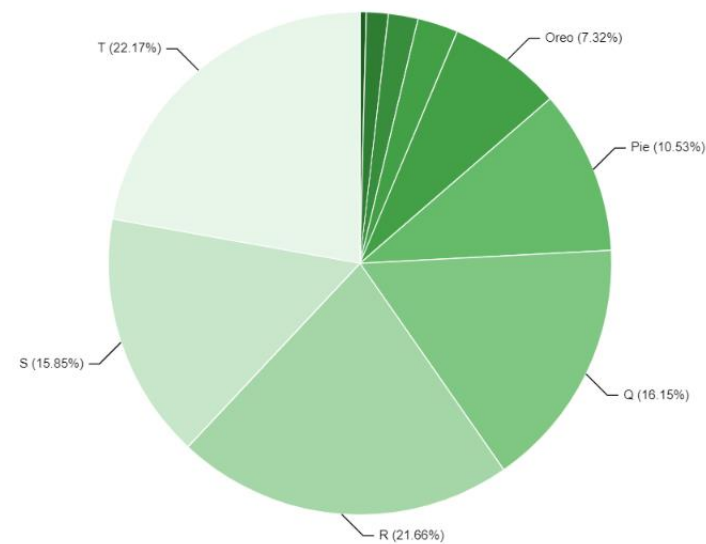


<https://www.computerworld.com/article/3235946/android-versions-a-living-history-from-1-0-to-today.html>

Android verzije - distribucija

API Distribution

Platform Version	API	Distribution
Android 4.4 (KitKat)	19	0.4%
Android 5 (Lollipop)	21	0.2%
Android 5.1 (Lollipop)	22	1.2%
Android 6 (Marshmallow)	23	1.9%
Android 7 (Nougat)	24	1.3%
Android 7.1 (Nougat)	25	1.3%
Android 8 (Oreo)	26	1.9%
Android 8.1 (Oreo)	27	5.4%
Android 9 (Pie)	28	10.5%
Android 10 (Q)	29	16.1%
Android 11 (R)	30	21.6%
Android 12 (S)	31	15.8%
Android 13 (T)	33	22.1%



Last updated: October 1, 2023

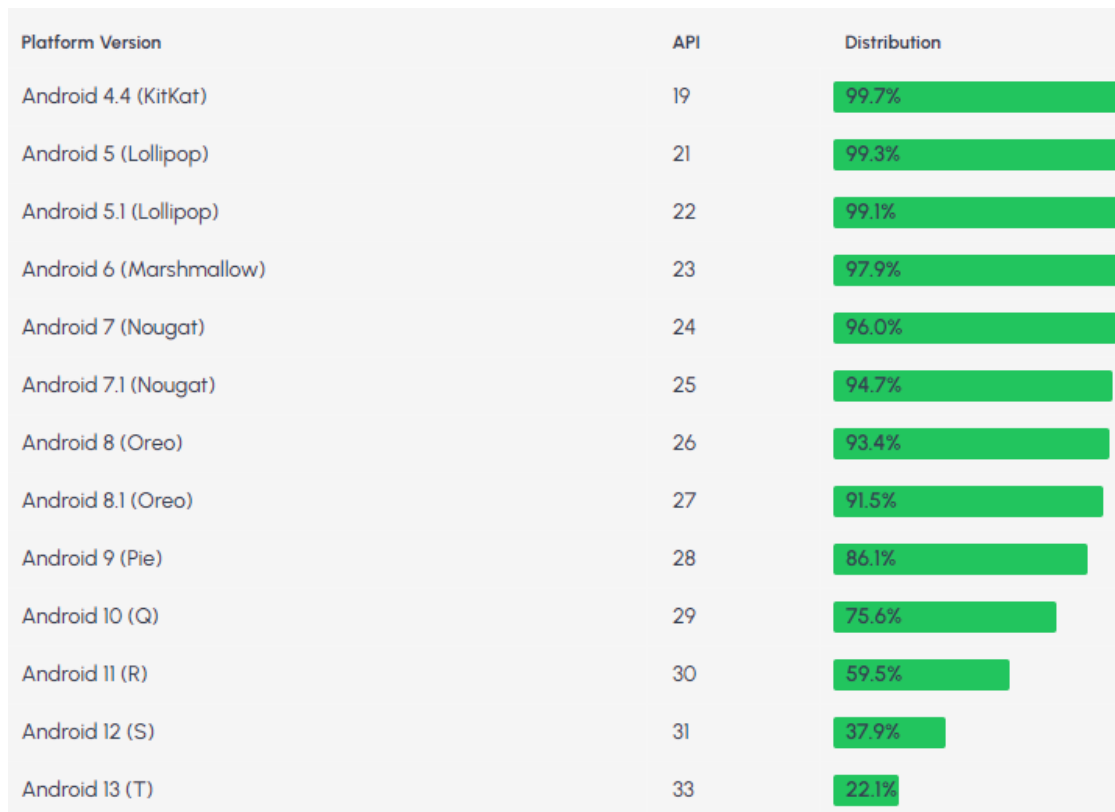
<https://www.composables.co/tools/distribution-chart>

Mobilne platforme i razvojna okruženja

Razvoj mobilnih aplikacija i servisa

Android – kumulativna distribucija

- Procenat uređaja koji će moći da izvršavaju mobilnu aplikaciju ukoliko izaberemo određenu verziju



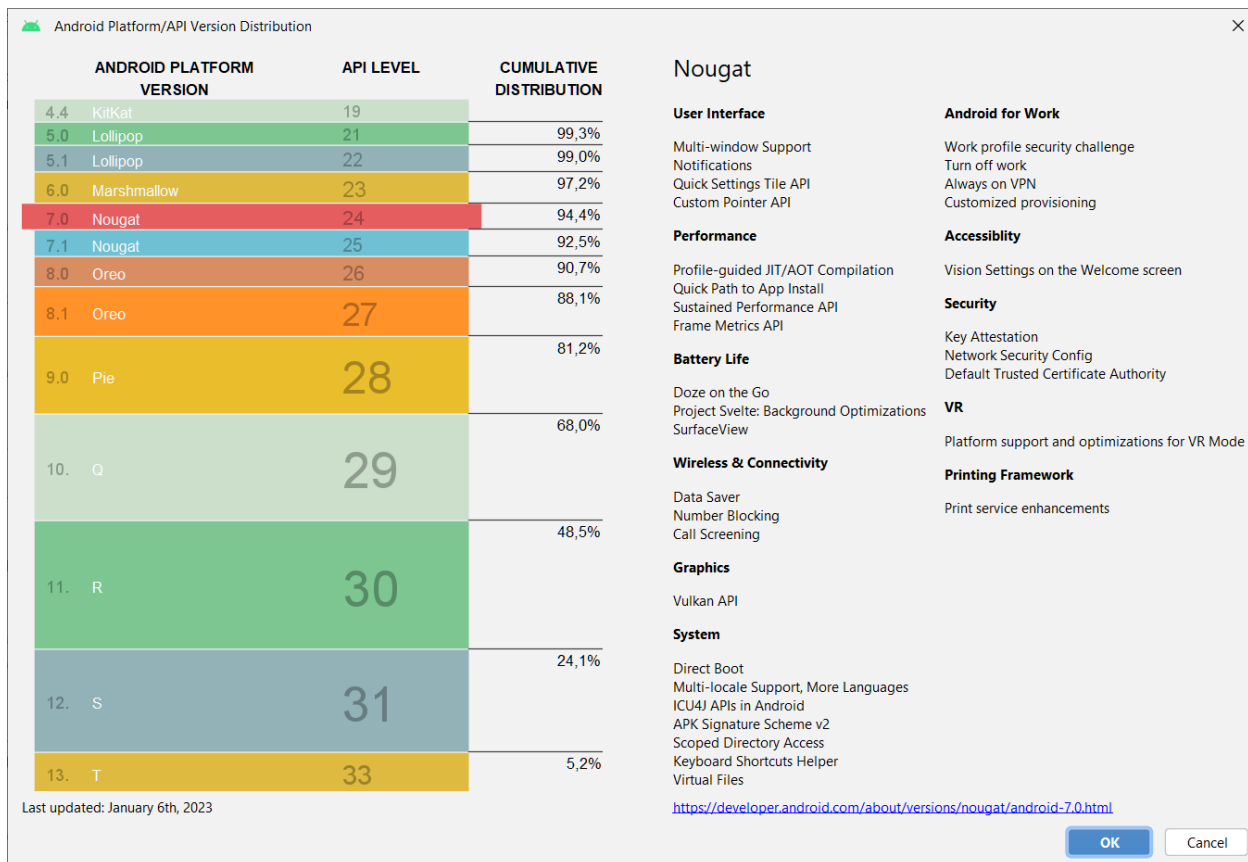
Last updated: October 1, 2023

<https://www.composables.co/tools/distribution-chart>

Android API verzije

🔗 Kumulativna distribucija na osnovu minimalnog SDK

🔗 Android Studio → New Project → *Help me choose*

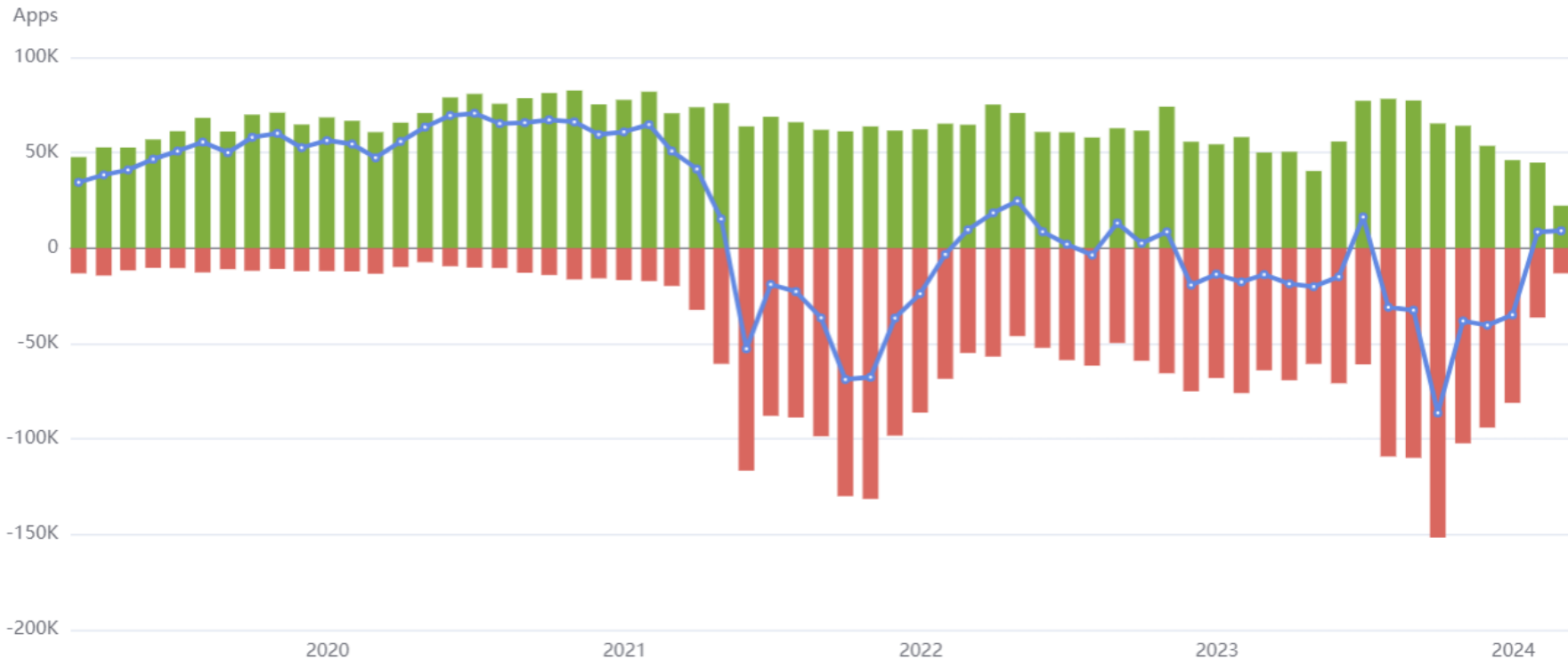


Razvoj Android aplikacija

- ✿ Kotlin (Java) – Android Runtime (ART) izvršno okruženje, kompajlira i izvršava Dex bytecode (Dalvik do 5.0)
- ✿ C/C++ (NDK)
- ✿ Android Studio IDE (zasnovan na IntelliJ IDEA)
- ✿ Google Play (feb 2023 oko 2.4 miliona apps, ~96% *free*)
- ✿ WebKit (Blink) layout engine, OpenGL ES/Vulkan graphics API, SQLite RDBMS, OpenCore media framework, ...
- ✿ Bluetooth/BLE, NFC, UMTS/3G,LTE/4G,5G, WiFi/WiFi Direct/Aware,...
- ✿ Senzori: kamera, mikrofon, GPS, osvetljenje, kompas, akcelerometar, žiroskop, temperatura, vlažnost, barometar,...
- ✿ Android Development Guide
 - ✿ <http://developer.android.com/guide/index.html>



New Android app releases per month



<https://www.appbrain.com/stats/number-of-android-apps>

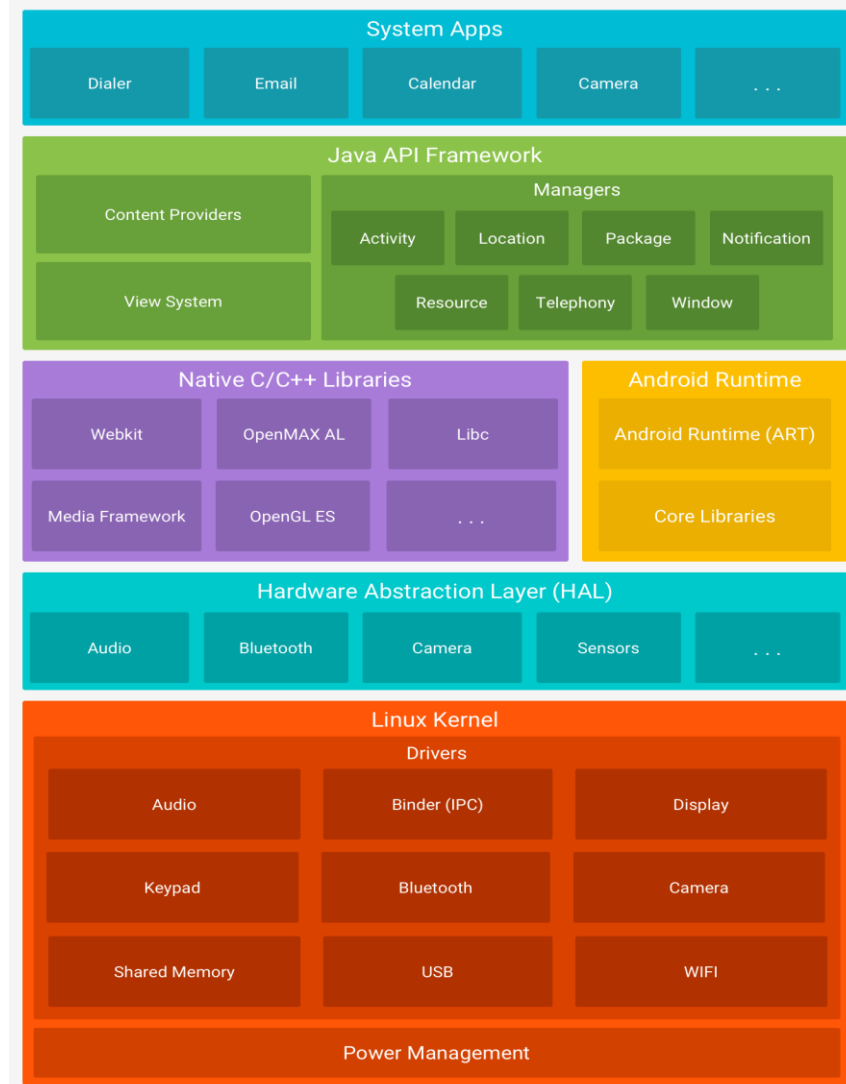
Mobilne platforme i razvojna okruženja

Razvoj mobilnih aplikacija i servisa



Android

Arhitektura i komponente



<https://source.android.com/docs/core/architecture>

Linux Kernel

- ⊗ Obezbeđuje:
 - ⊗ Upravljanje nitima i memorijom na niskom nivou
 - ⊗ Bezbednu međuprocenu komunikaciju
- ⊗ Proizvođači uređaja mogu razvijati drajvere za dobro poznati kernel
- ⊗ Pruža ključne bezbednosne funkcije:
 - ⊗ Model dozvola zasnovan na korisnicima
 - ⊗ Izolacija procesa i resursa, *sandbox* za aplikacije
- ⊗ Na primer, upravljanje dozvolama za datoteke:
 - ⊗ Jedan korisnik ne može čitati/menjati datoteke drugog korisnika
 - ⊗ Stoga jedna aplikacija ne može videti datoteke koje je kreirala druga aplikacija, osim kada su izričito deljene od strane developer-a



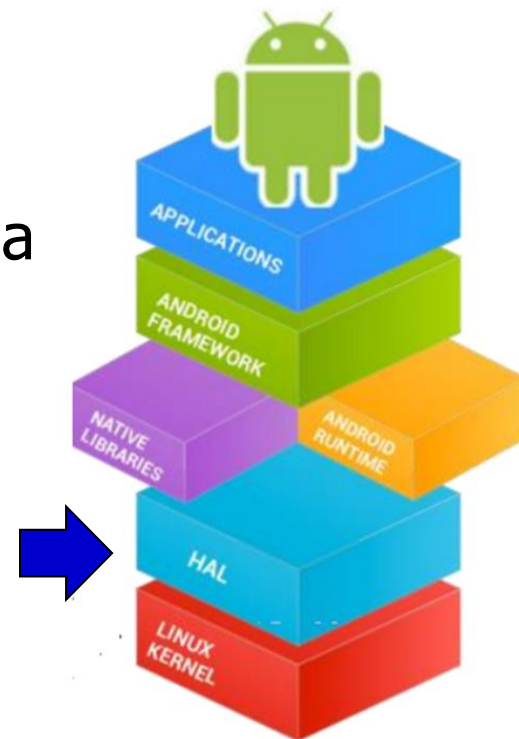
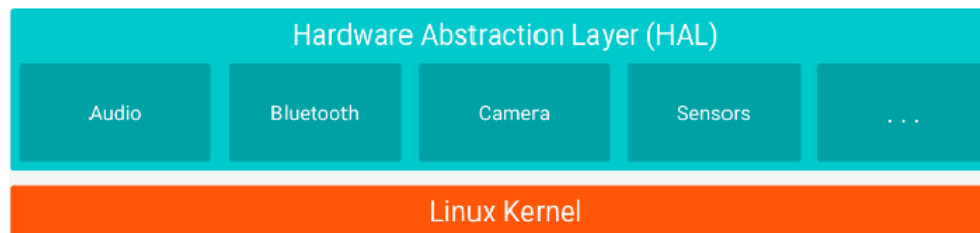
Izolacija aplikacija

- ✿ Svaka aplikacija radi u svom sandbox-u
 - ✦ Sopstveni korisnik, u svom procesu
 - ✦ Ovo je osnova Android bezbednosnog modela
 - ✦ Primenjuje se na sav softver iznad kernela
- ✿ Rutovanje (*Rooting*)
 - ✦ Samo jezgro i mali podskup osnovnih aplikacija pokreću se sa administratorskim dozvolama
 - ✦ Moguće je dodeliti administratorski pristup aplikacijama, pružajući pun pristup sistemskim datotekama, aplikacijama i svim podacima aplikacije
 - Isključivo u svrhu razvoja i debugovanja



Hardware Abstraction Layer

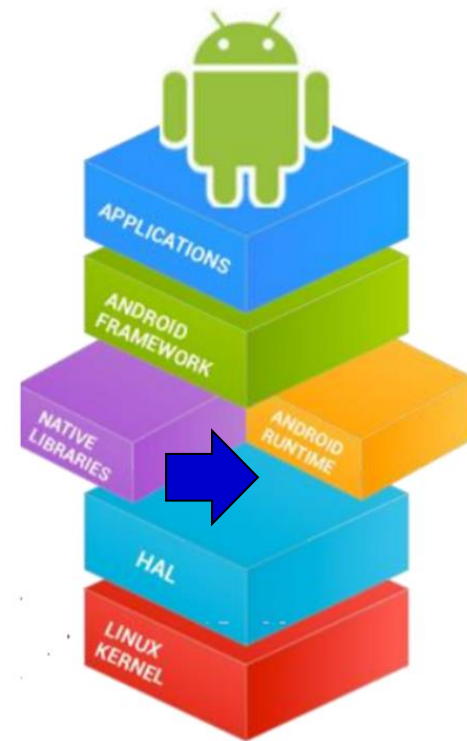
- Prilagođava konzistentne interfejsse za pristup mogućnostima hardvera uređaja putem Java/Kotlin API-ja višeg nivoa
- Proizvođači hardvera implementiraju HAL module koji koriste drajvere na nivou kernela
- HAL je podeljen na različite module/biblioteke: Kamera, Bluetooth, Biometrija, itd. ..



<https://source.android.com/docs/core/architecture/hal>

Android Runtime

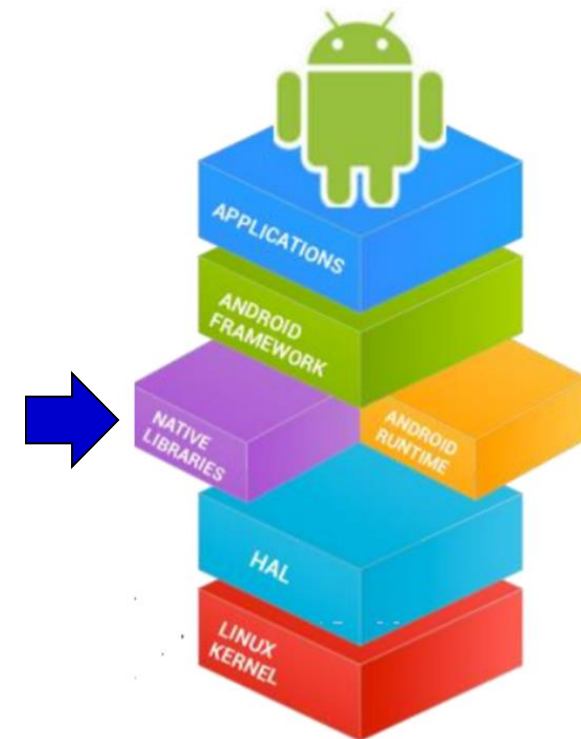
- ❁ Aplikacije se izvršavaju koristeći ART (Android Runtime)
 - ❁ Pruža okruženje za pokretanje aplikacija (slično JVM-u)
- ❁ ART izvršava Dalvik izvršne (DEX) formate
 - ❁ bytecode format posebno dizajniran za Android
 - ❁ ART je zamenio Dalvik runtime od Android verzije 5.0 (API nivo 21)
- ❁ Upravlja *garbage collection*, AOT kompilacijom, itd.



<https://developer.android.com/guide/platform/#art>

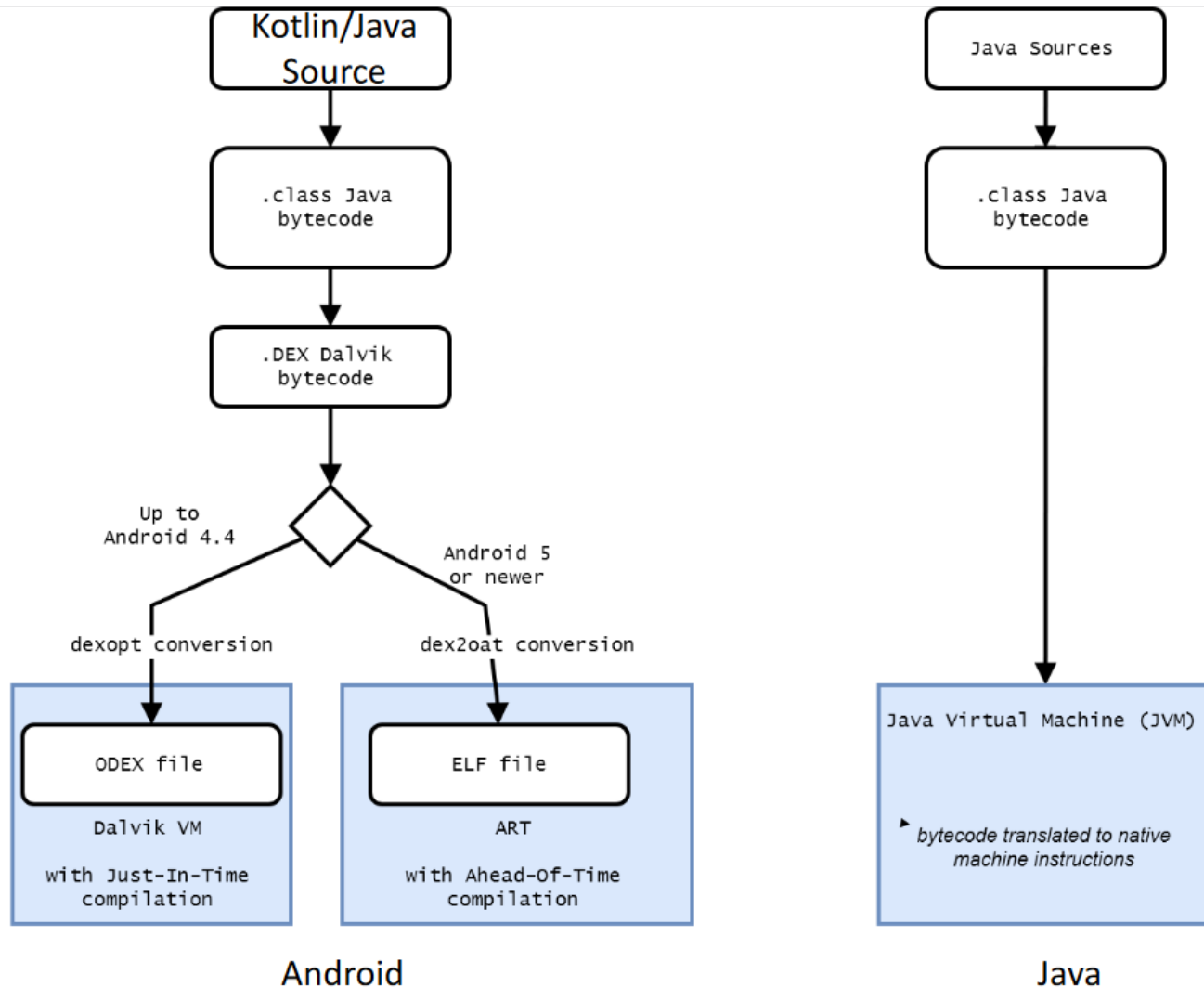
Android Software Stack

- ✱ Nativne C/C++ biblioteke
- ✱ Osnovne biblioteke poput SSL, libc, Webkit
- ✱ Biblioteke za rad sa multimedijalnim podacima, grafičke biblioteke, baza podataka
- ✱ Android pruža Java API-je za pristup ovim bibliotekama.

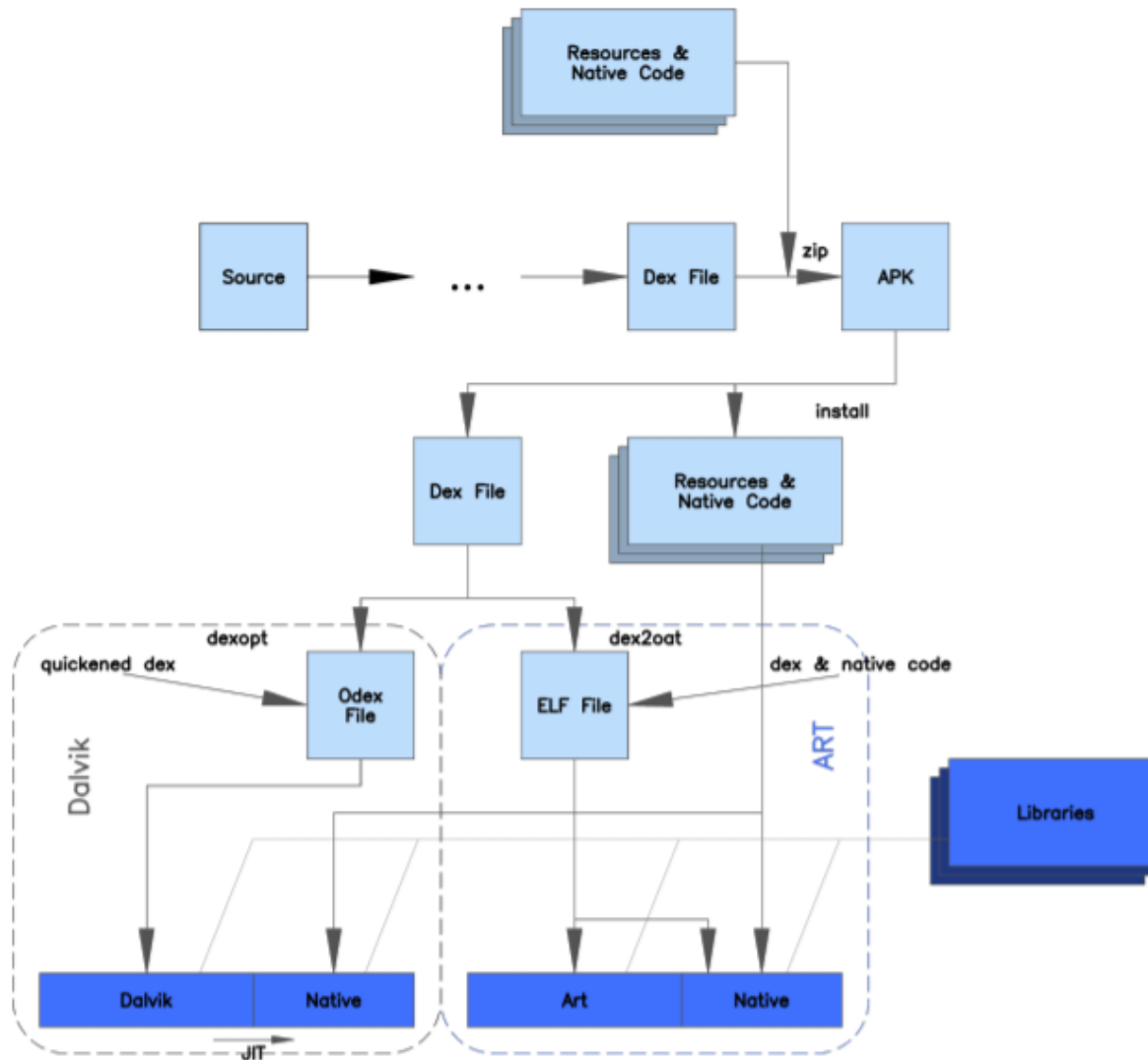




Android Kotlin/Java & ART

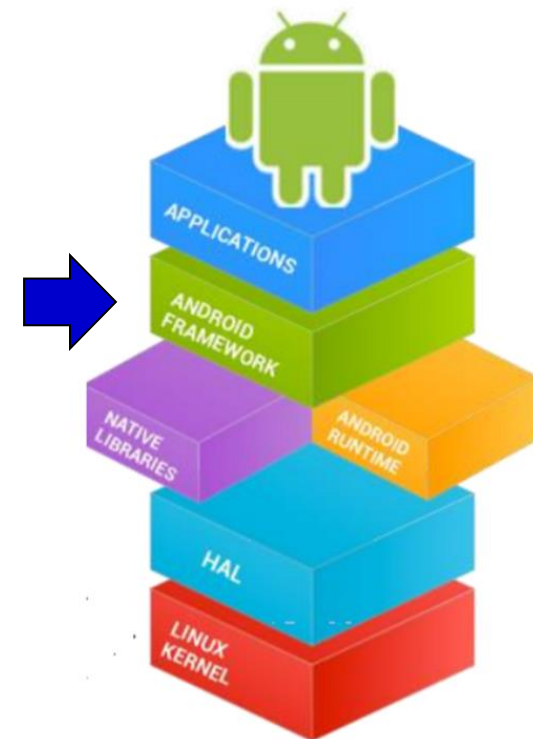
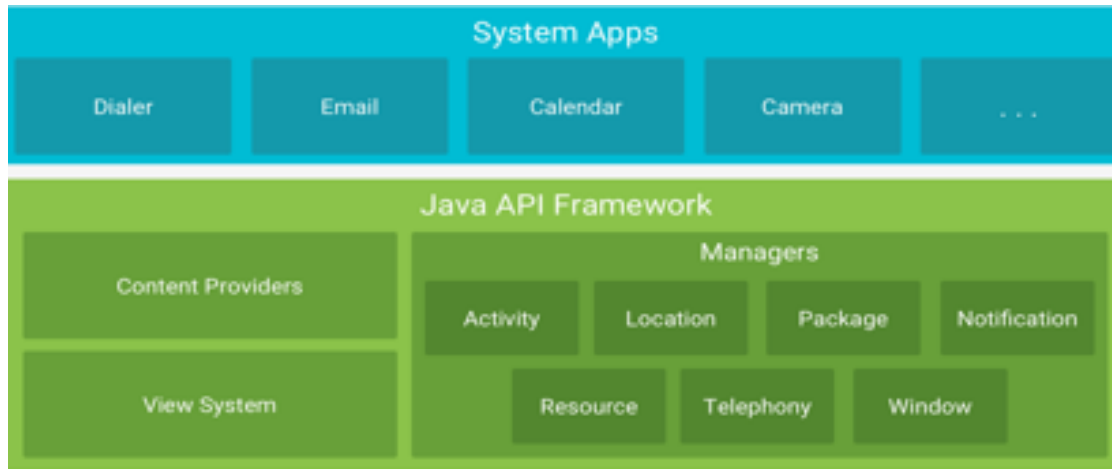


Android Runtime – ART (≥ 5.0)



Java API & sistemske aplikacije

- ✿ Kompletan skup Android funkcionalnosti dostupan je putem Java API-ja
 - ▣ Iste API-je koriste i sistemske aplikacije



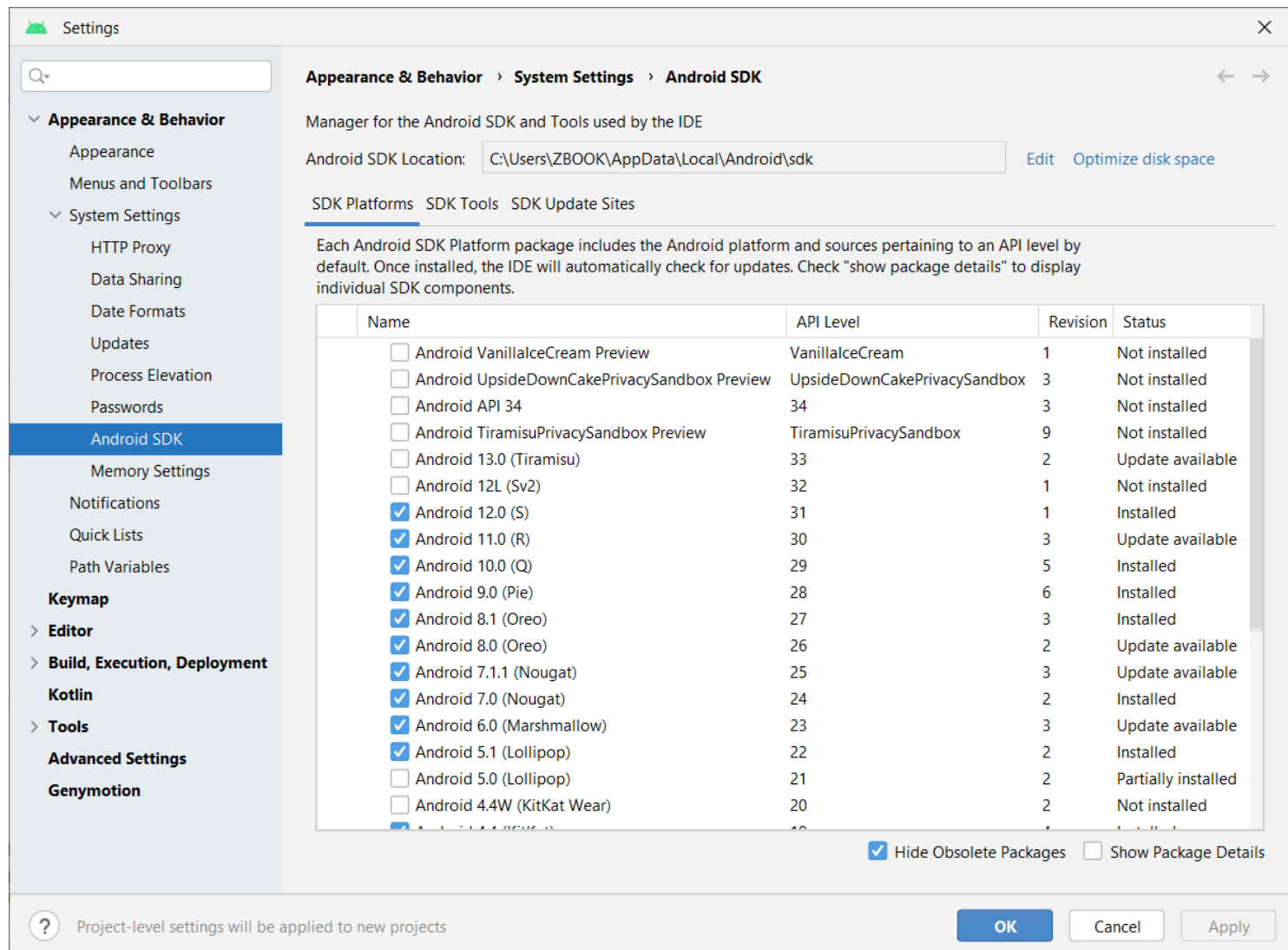
<https://developer.android.com/guide/platform>

Android Studio

- ✿ Android Studio - Integrisano razvojno okruženje (IDE)
 - ✦ Electric Eel - 2022.1.1
 - ✦ Gradle build system, debug and profile tools (adb), emulators, version control,...
 - ✦ <https://developer.android.com/studio/intro/>
- ✿ Instaliranje AVD-a i uređaja za testiranje
 - ✦ Kreiranje Android Virtual Devices (AVD)
 - ✦ Povezivanje fizičkih mobilnih uređaja
 - ✦ Korišćenje eksternih emulatora (Genymotion)
 - ✦ <https://developer.android.com/studio/intro/>



SDK Manager



The screenshot shows the 'Settings' dialog box in Android Studio, specifically the 'Android SDK' tab under 'System Settings'. The left sidebar lists various settings categories, with 'Android SDK' selected. The main panel displays the 'Android SDK Location' as 'C:\Users\ZBOOK\AppData\Local\Android\sdk' and provides links to 'Edit' and 'Optimize disk space'. Below this, the 'SDK Platforms' tab is active, showing a list of Android SDK platforms. Each row includes a checkbox, the platform name, API level, revision, and status. The 'Show Package Details' checkbox is checked, and the 'Hide Obsolete Packages' checkbox is unchecked.

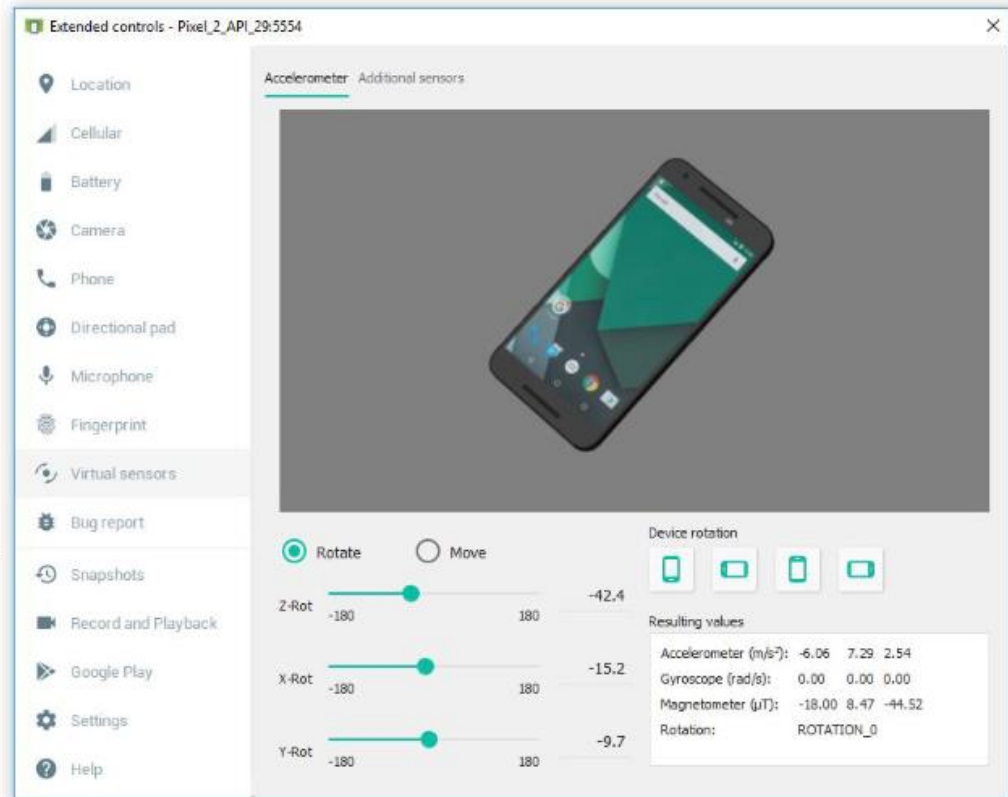
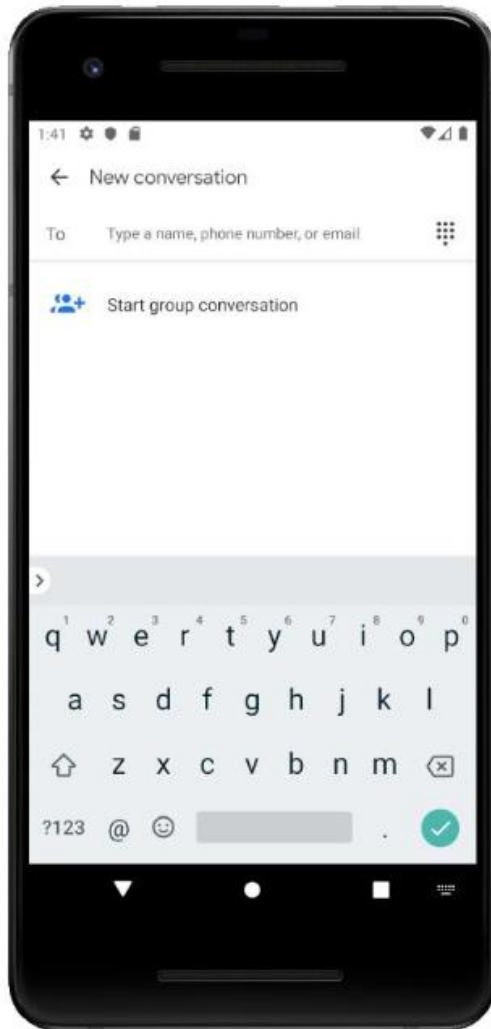
	Name	API Level	Revision	Status
<input type="checkbox"/>	Android VanillaIceCream Preview	VanillaIceCream	1	Not installed
<input type="checkbox"/>	Android UpsideDownCakePrivacySandbox Preview	UpsideDownCakePrivacySandbox	3	Not installed
<input type="checkbox"/>	Android API 34	34	3	Not installed
<input type="checkbox"/>	Android TiramisuPrivacySandbox Preview	TiramisuPrivacySandbox	9	Not installed
<input type="checkbox"/>	Android 13.0 (Tiramisu)	33	2	Update available
<input type="checkbox"/>	Android 12L (Sv2)	32	1	Not installed
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 12.0 (S)	31	1	Installed
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 11.0 (R)	30	3	Update available
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 10.0 (Q)	29	5	Installed
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 9.0 (Pie)	28	6	Installed
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 8.1 (Oreo)	27	3	Installed
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 8.0 (Oreo)	26	2	Update available
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 7.1.1 (Nougat)	25	3	Update available
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 7.0 (Nougat)	24	2	Installed
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 6.0 (Marshmallow)	23	3	Update available
<input checked="" type="checkbox"/>	Android 5.1 (Lollipop)	22	2	Installed
<input type="checkbox"/>	Android 5.0 (Lollipop)	21	2	Partially installed
<input type="checkbox"/>	Android 4.4W (KitKat Wear)	20	2	Not installed



Device Manager (AVD)

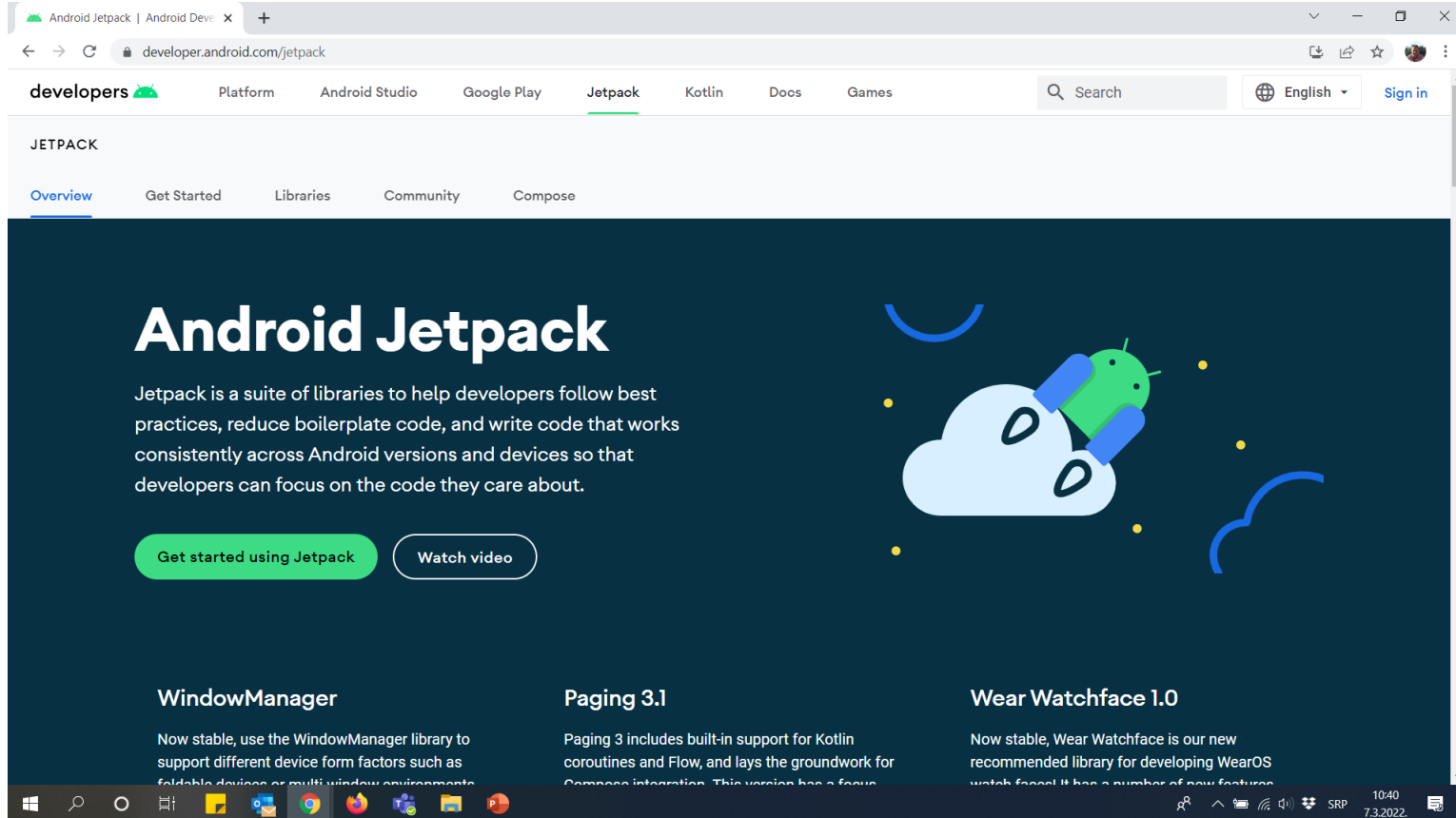


Android Emulator





Android Jetpack



<https://developer.android.com/jetpack>



Java

```
package com.example.myapplication;

import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);
    }
}
```

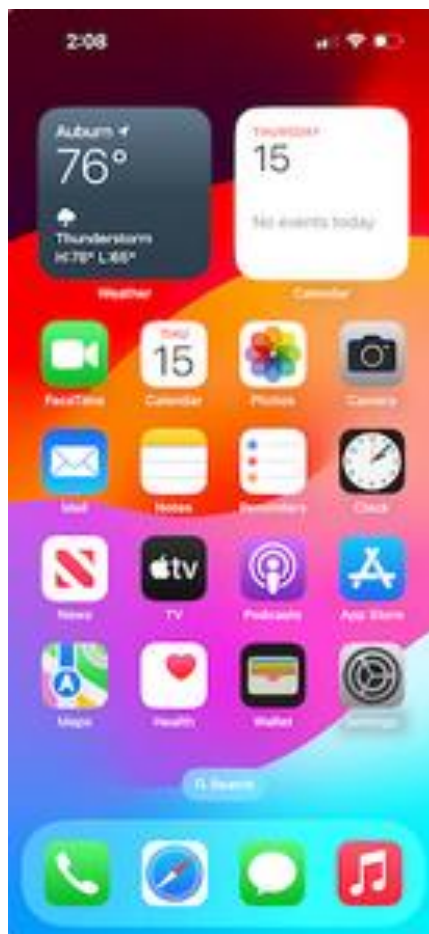
Kotlin

- ✿ Sintaksa je konciznija, izbegavanje „boilerplate“ koda i „type inference“, ...
 - ✦ Kotlin preporučeni programski jezik za razvoj Android aplikacija (Google, May 2019)
- ✿ Kotlin Multiplatform Mobile (<https://kotlinlang.org/lp/mobile>)
 - ✦ SDK za razvoj kros-platformskih i nativnih Android i iOS aplikacija
`package com.example.myapplication`

```
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity
import android.os.Bundle

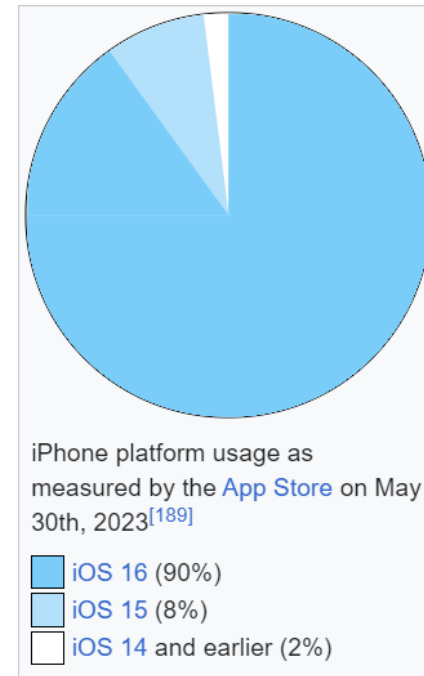
class MainActivity : AppCompatActivity() {
    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.activity_main)
    }
}
```

iOS



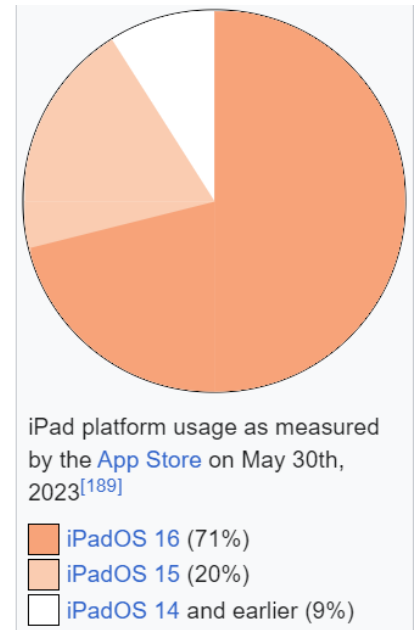
iOS

- ✿ Mobilni uređaji
 - ✦ iPhone 15
 - ✦ iPad (iPadOS)
- ✿ iOS razvoj
 - ✦ Prvo objavljivanje – jun 2007
 - ✦ iOS 17.3.1 (februar 2024)
- ✿ iPadOS (od 2019)
- ✿ watchOS
- ✿ tvOS, visionOS, bridgeOS
- ✿ App Store (2023)
 - ✦ Oko 2,2 miliona iOS aplikacija, ~20% igre
 - ✦ 92% free
- ✿ Developers
 - ✦ <http://developer.apple.com/iphone>

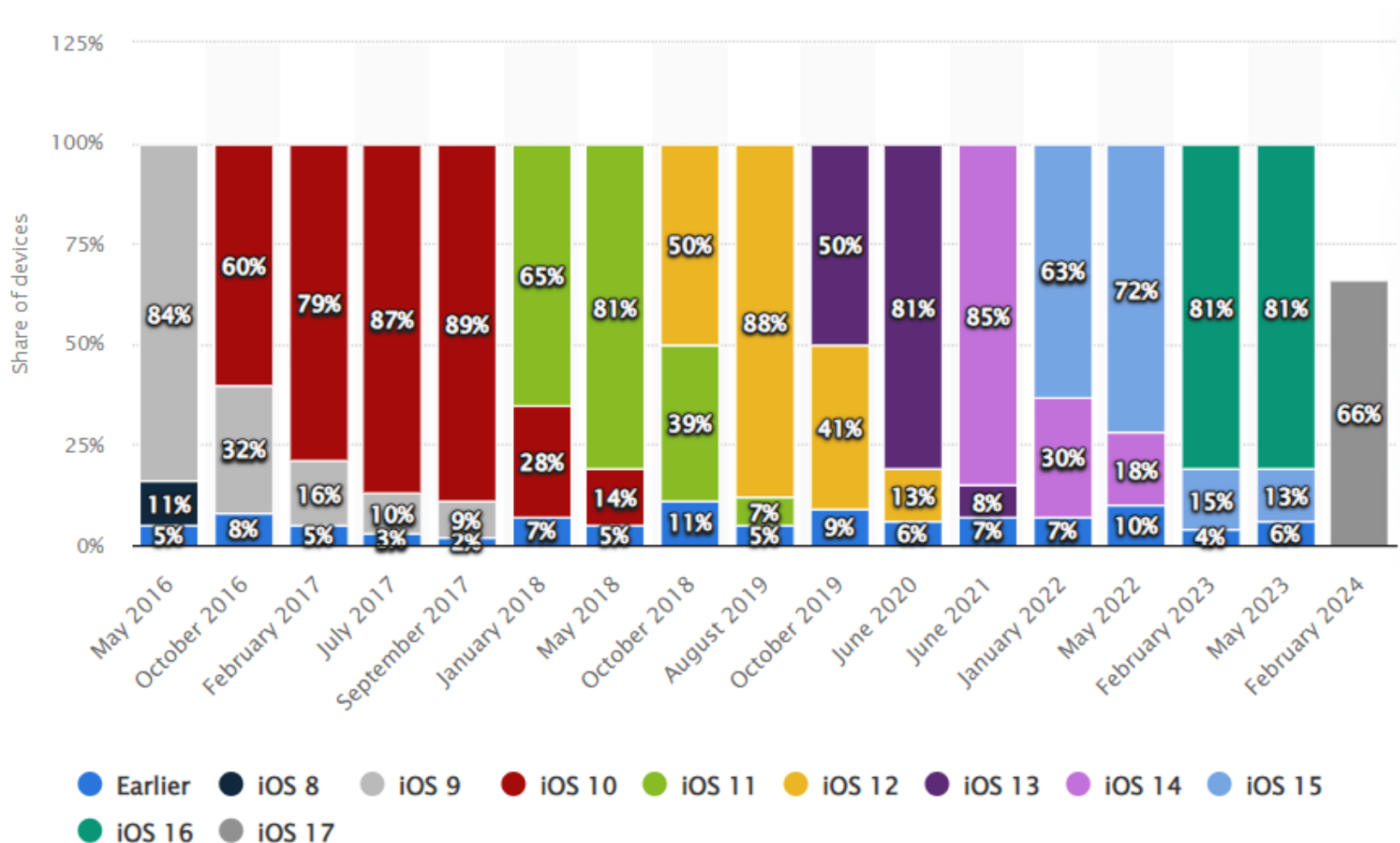


iOS

iPadOS



Share of Apple devices by iOS version worldwide from 2016 to 2024



<https://www.statista.com/statistics/565270/apple-devices-ios-version-share-worldwide/>



iOS razvoj mobilnih aplikacija

Platforme

- iOS
- iPadOS
- watchOS
- tvOS
- macOS

Swift, Objective-C (OO nadgradnja C-a)

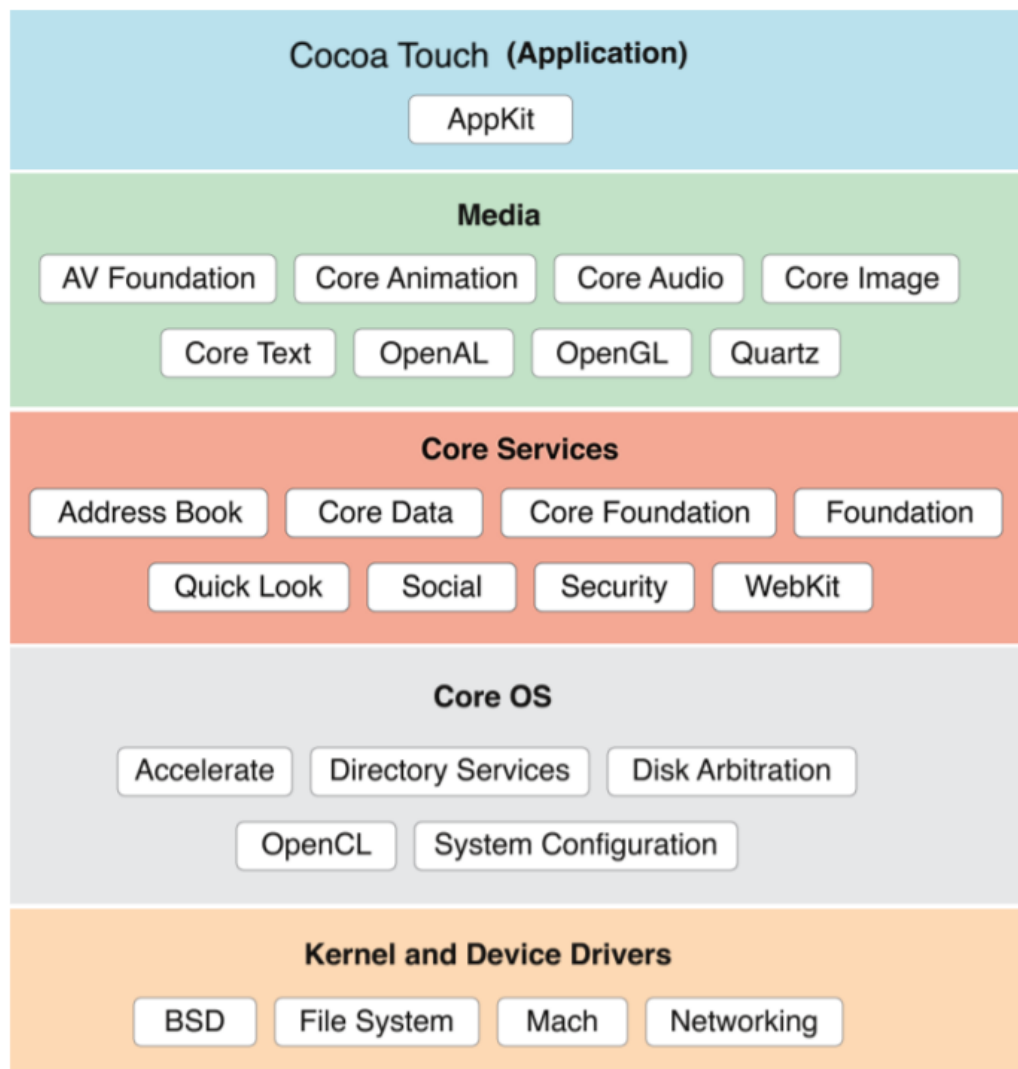
iOS SDK (iPhone SDK), Interface Builder

- Xcode 15 (IDE, emulator)
- <https://developer.apple.com/Xcode/>

iPhone & Apple developer licenca

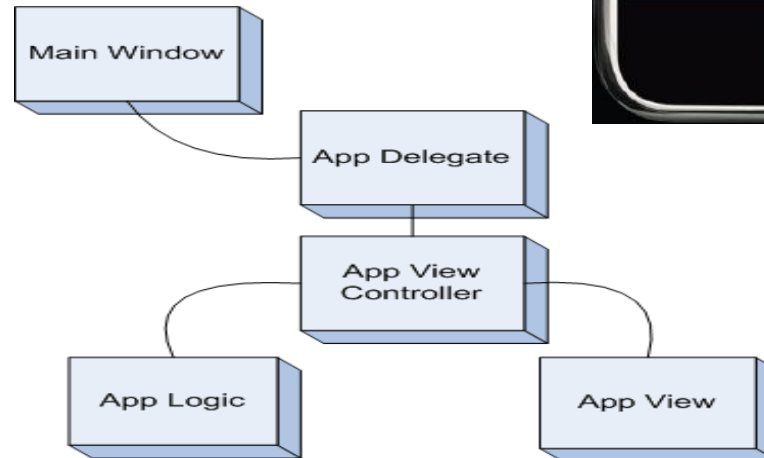
Unix-like - Darwin (BSD) - (macOS)

iOS arhitektura



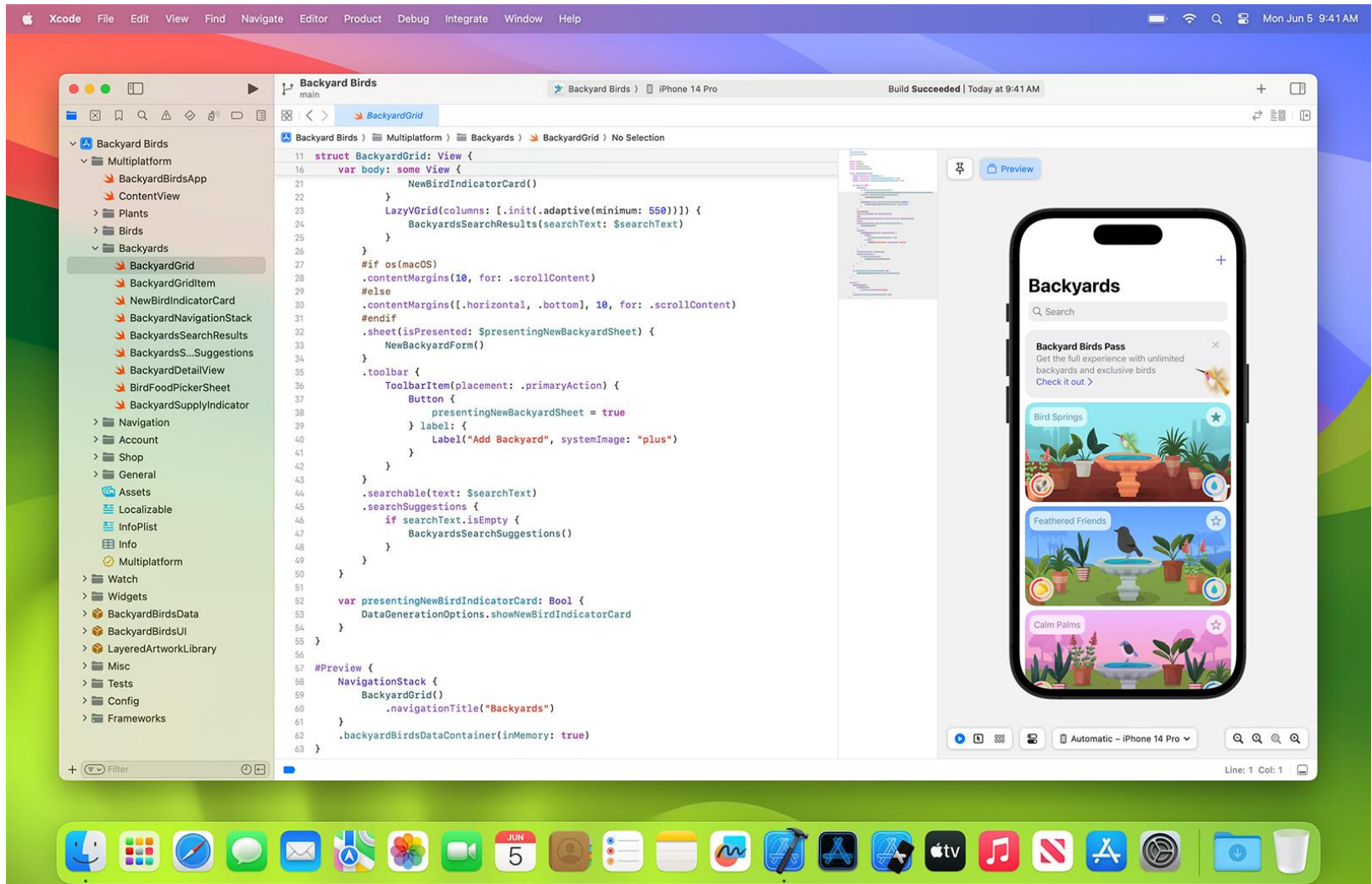
iOS arhitektura

- ❖ Cocoa Touch & UIKit framework
 - ❖ Funkcionalnost korisničkog interfejsa, dugmad, *pickers* (*list box*), scroll bar-ovi, itd.
 - ❖ Omotači (*wrappers*) za *core services*
- ❖ Media
 - ❖ Core Audio, audio recording/mixing
 - ❖ Open AL, Open GL
 - ❖ Video playback
 - ❖ PDF, JPG, PNG
- ❖ Core Services
 - ❖ File Access, Address Book
 - ❖ Threading
 - ❖ Core Location
 - ❖ Net Services, URL Utilities
- ❖ Core OS
 - ❖ Security, Sockets
 - ❖ Power Management
 - ❖ Certificates, File System





Xcode



Mobilne platforme i razvojna okruženja

Razvoj mobilnih aplikacija i servisa

Ostale mobilne platforme/OS

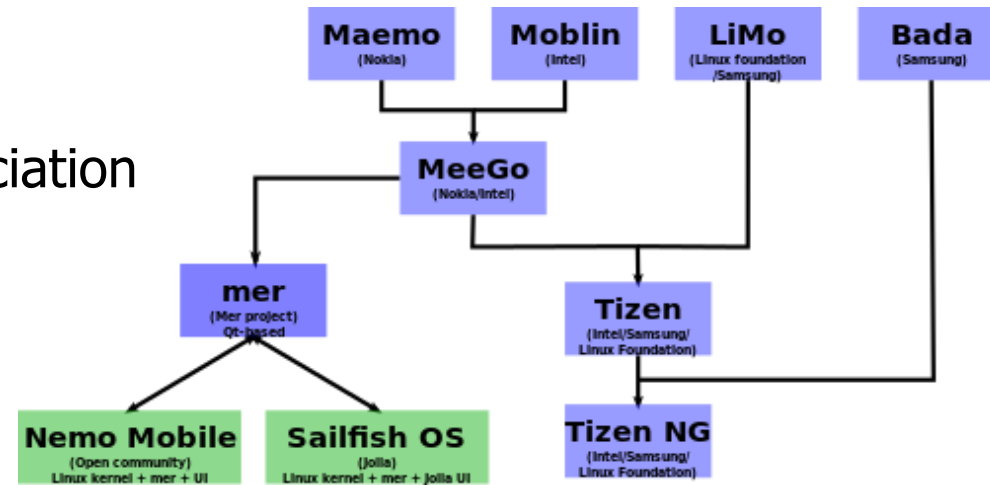
Tizen

- Intel & Samsung, Tizen Association

<https://www.tizen.org/>

Sailfish OS

<http://sailfishos.org>



	iOS	Android	Firefox OS	Windows 10 Mobile	BlackBerry	Tizen	Sailfish OS	Ubuntu Touch
Company	Apple	Google	Mozilla	Microsoft	BlackBerry Ltd.	Samsung	Sailfish Alliance	Canonical Ltd.
Version	13.3	10.0	2.6	10 (1709)	10.3.3	4.0	3.2.1	16.04
Status	Proprietary	Free	Free	Proprietary	Proprietary	Free	Free	Free
OS Family	Darwin	Linux	Linux	Windows	QNX	Linux	Linux	Linux

Google Fuchsia OS

<https://fuchsia.googlesource.com/>



MOBILNI WEB I KROSPLATFORMSKI RAZVOJ

Mobilne Web aplikacije

HTML5

- ✦ Crtanje po canvasu (2D Drawing API)
- ✦ Touch događaji
- ✦ Geolocation API (GPS / Celularna mreža ili WiFi)
- ✦ Aplikacioni keš
- ✦ Lokalno smeštanje podataka
 - Web Store
 - Web SQL Database
 - Indexed Database (INDEXEDDB)
- ✦ Multimedia
 - Podrška za video i audio tagove

CSS3

JavaScript / AJAX



Kros-platformski razvoj mobilnih aplikacija

- ✿ **Hibridne mobilne aplikacije** zasnovane na Web tehnologijama
 - ✦ Cordova (PhoneGap) – mobilne aplikacije razvijene korišćenjem JavaScript, HTML i CSS u okviru WebView-a
- ✿ **Kros-platformske** aplikacije zasnovane na interpretiranju JavaScript-a
 - ✦ React Native
 - ✦ NativeScript
 - ✦ Titanium (Appcelerator)
- ✿ **Kros-kompajlirane** mobilne aplikacije
 - ✦ Xamarin
 - ✦ RubyMotion



Literatura

- ✚ *Mobile Developer's Guide To The Galaxy*, 18th Edition, 2019
- ✚ *Android Programming The Big Nerd Ranch Guide*, 5th Edition, 2022, by Bill Phillips, Chris Stewart, Brian Hardy and Kristin Marsicano (4th Edition, 2019)
- ✚ *iOS Programming: The Big Nerd Ranch Guide*, 7th Edition, by Christian Keur, Aaron Hillegass, 2020.
- ✚ *Programming the Mobile Web*, 2nd Edition, Maximiliano Firtman, O Reilly Media, 2013.

Pitanja i komentari

