



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Název:</b>	Android mobilní aplikace zobrazující meteorologická data
<b>Student:</b>	Bc. Vitaliy Vashchenko
<b>Vedoucí:</b>	Ing. Martin Půlpitel
<b>Studijní program:</b>	Informatika
<b>Studijní obor:</b>	Webové a softwarové inženýrství
<b>Katedra:</b>	Katedra softwarového inženýrství
<b>Platnost zadání:</b>	Do konce zimního semestru 2019/20

### Pokyny pro vypracování

Cílem práce je prozkoumat veřejně dostupná meteorologická data. Navrhnout a implementovat server, který je bude ukládat, zpracovávat a distribuovat pro mobilní aplikaci. Dále je cílem navrhnout a implementovat aplikaci, která bude data zobrazovat.

1. Seznamte se a proveďte detailnější rozbor situace na trhu dat o počasí.
2. Navrhněte a implementujte serverovou část, která bude získávat veřejně dostupná data a dále je bude poskytovat prostřednictvím API.
3. Navrhněte a implementujte aplikaci pro OS Android, která bude komunikovat se serverem a na mapovém podkladě bude zobrazovat animovanou informaci o síle, směru větru a teplotě. Inspiraci hledejte u obdobné aplikace Ventusky nebo Windy.
4. Informace o síle větru a teplotě bude zobrazená barevnou škálou za posledních 24h.
5. Aplikace bude obsahovat dvě interaktivní vrstvy, mezi kterými půjde přepínat.
6. Aplikace a server řádně otestujte.

### Seznam odborné literatury

Dodá vedoucí práce.

Ing. Michal Valenta, Ph.D.  
vedoucí katedry

doc. RNDr. Ing. Marcel Jiřina, Ph.D.  
děkan

V Praze dne 28. června 2018



---

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s ust. § 46 odst. 6 tohoto zákona tímto uděluji nevýhradní oprávnění (licenci) k užití této mojí práce, a to včetně všech počítačových programů, jež jsou její součástí či přílohou, a veškeré jejich dokumentace (dále souhrnně jen „Dílo“), a to všem osobám, které si přejí Dílo užít. Tyto osoby jsou oprávněny Dílo užít jakýmkoli způsobem, který nesnižuje hodnotu Díla, a za jakýmkoli účelem (včetně užití k výdělečným účelům). Toto oprávnění je časově, teritoriálně i množstevně neomezené. Každá osoba, která využije výše uvedenou licenci, se však zavazuje udělit ke každému dílu, které vznikne (byť jen zčásti) na základě Díla, úpravou Díla, spojením Díla s jiným dílem, zařazením Díla do díla souborného či zpracováním Díla (včetně překladu), licenci alespoň ve výše uvedeném rozsahu a zároveň zpřístupnit zdrojový kód takového díla alespoň srovnatelným způsobem a ve srovnatelném rozsahu, jako je zpřístupněn zdrojový kód Díla.

V Praze dne 15. února 2019

.....

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta informačních technologií

© 2019 Vitaliy Vashchenko. Všechna práva vyhrazena.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí a nad rámec oprávnění uvedených v Prohlášení na předchozí straně, je nezbytný souhlas autora.*

### **Odkaz na tuto práci**

Vashchenko, Vitaliy. *Android mobilní aplikace zobrazující meteorologická data*. Diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2019.

---

## Abstrakt

Tato diplomová práce popisuje proces vývoje mobilní aplikace pro operační systém Android určenou pro zobrazení dat o počasí na mapovém podkladu s možností zobrazení historických dat za posledních 24 hodiny. Práce se skládá ze dvou částí - server a mobilní klient. V práci jsou popsány jednotlivé kroky softwarového vývoje: analýza, návrh, implementace a testování.

**Klíčová slova** Android, aplikace, počasí, mapy, teplota, vítr.

---

## Abstract

This master's thesis is describing the process of developing mobile application for Android OS. Application is designed for displaying information about weather over the map with possibility to show weather at random points during last 24 hours. The final work is consisting from two parts - server and mobile client. Work describes every step of software development: analysis, design, implementation and testing.

**Keywords** Android, application, weather, maps, temperature, wind.



---

# Obsah

Úvod	1
1 Cíl práce	3
2 Analýza a návrh	5
2.1 Historie předpovědí počasí . . . . .	5
3 Realizace	15
Závěr	17
A Obsah přiloženého CD	19





---

## Seznam obrázků

2.1	Ukázka předpovědi počasí . . . . .	6
2.2	ENIAC . . . . .	9
2.3	CDC 6600 . . . . .	10
2.4	Model ECMWF . . . . .	11



---

# Úvod

Na trhu dat existuje jedna z nejstarších kategorií, zájem o kterou neklesá, ale naopak, s každým rokem jen roste. Jde o data týkající se klimatu. Předpověď počasí, analýza historických dat, předpovědi klimatických katastrof a využití ve sféře každodenního života, data o počasí jsou nezbytnou částí života moderního světa. První superpočítač byl sestaven pro výpočty předpovědi počasí a i dodnes výpočty daného druhu využívají vypočtení kapacitu počítačů po celém světě.

S rostoucím množstvím dat a se zvýšením jejich kvality porostl i zájem o nové možnosti jejich využití. Akumulovaná data o počasí jsou atraktivní pro běžného uživatele a proto webové stránky s informací o počasí jsou pořád populární. Zlepšení ve sféře mobilních zařízení vyvolalo další vlnu zájemců vizualizace dat. Teplota, předpověď počasí, předpověď srážek jsou dneska de facto součástí každého mobilu. Informace, kterou poskytuje standardní, předinstalovaná aplikace je postačující pro většinu uživatelů, když ti co hledají víc detailnější informace, musí hledat nástroje třetích stran.

Existuje velké množství poskytovatelů klimatických dat, které se liší svou kvalitou, licenčními podmínkami, způsobem šíření. Navíc pouze některé z poskytovatelů nabízí přístup k datům o počasí po celém světě, většina z nich se orientuje o konkrétní část světa, kontinent, stát atd.

Podobná rozdíly v datech, dostupných pro vývojáře má vliv na druh aplikace, kterou uživatel dostane. Některé aplikace mají shodné zdroje, ale od standardních se liší vzhledem a možnostmi. Jiné nabízí větší množství informace, věrohodnější předpovědi a taky disponují nadstandardními nástroji.

Zadáním práce je implementovat aplikaci typu klient server pro operační systém Android, která by umožnila prohlížení dat o počasí s možností se podívat na změnu počasí s časem. Aplikace má obsahovat 2 vrstvy s informací o teplotě a stavu větru.



## Cíl práce

Cílem práce je navrhnout a implementovat službu typu klient - server, kde server prostřednictvím API bude poskytovat data o počasí pro klientskou stranu. Klient, aplikace pro mobilní operační systém Android, bude zobrazovat data na mapovém podkladu. Data o počasí budou se skládat ze dvou vrstev - teplota a vítr. Každá vrstva bude animovaná podle odpovídajících hodnot v konkrétní čas. Stav každé vrstvy bude možný si prohlédnout v nějaký moment za posledních 24 hodiny. Data budou serverem získaná z veřejně dostupných zdrojů a následně upravená pro zobrazování na stráně klienta.



---

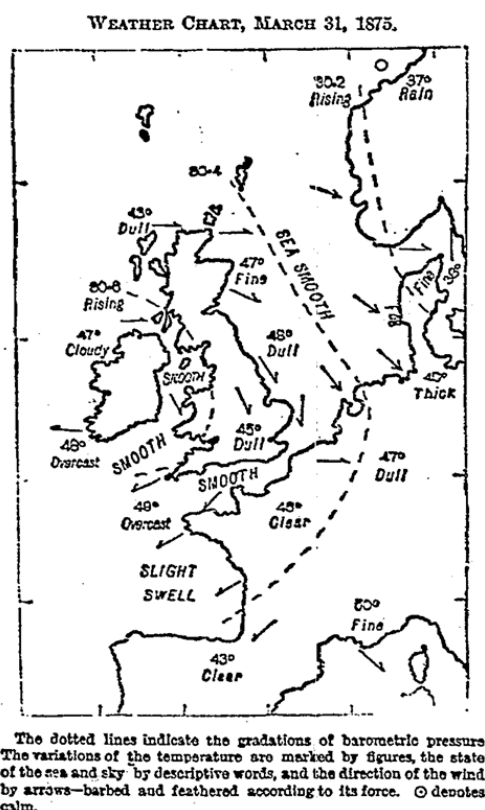
## Analýza a návrh

Problém manipulace a analýzy velkého množství dat existoval od počátku moderní civilizace. Jedním z problémů daného typu je předpověď a analýza počasí. Moc a rozvoj státu v konkrétní momenty dějin záležely na tom, jak správně byly předpovězeny změny počasí. Detailnější znalost byla požadována například ve vedení války, na příkladě konkrétních bitev, kdy vítězem byl ten, kdo se lepe adoptoval a využil počasí a prostředí k vlastním účelům. Zemědělství, které často mělo velký vliv na ekonomickou situaci v státě je běžný příklad důležitosti dané otázky. Existuje velké množství znamení, kterými se lidstvo řídilo, před tím než do práce byly zapojeny matematika, předpovězení na bázi modelu, výpočetní technika a superpočítače. Znamení byly založeny na pozorování, které se dlouhou dobu předávány prostřednictvím národního folkloru - přísloví apod.

V dnešní době kvalita servisu je oceněná podle kvality předpovědi, které může pro své zákazníky poskytnout. Často tyto předpovědi jsou vypočteny pomocí interních nástrojů, které se neustále vyvíjí. Velkou změnu ve sféře výpočtu podobných problémů přineslo zvýšení výkonu průměrného počítače, lepší nástroje a nově obrozené strojové učení.

### 2.1 Historie předpovědí počasí

Jednou z prvních organizací, která se měla zajímat o předpověď počasí, byl Meteorologický departament, založený v roce 1854 Obchodním výborem Anglie. Měl za účel hodnotit stav mořských spojů, které byly používány pro export a import zboží. První předpověď počasí byla publikována 1 srpna 1860 v časopise "Times", jehož autorem byl první ředitel departamentu - **Robert FitzRoy**.



Obrázek 2.1: Předpověď počasí. Časopis "Times". 1 dubna 1875

### 2.1.1 První použití matematických modelu v předpovědi počasí

V 19 století, s rychlým rozvojem termodynamiky a hydrodynamiky, nastala nová doba pro předpověď počasí. Jedním z prvních meteorologů, který by použil matematiku byl Cleveland Abbe. Jeho práce "*The physical basis of long-range weather forecasting*", která byla publikovaná v roce 1901, vyslovil myšlenku, že meteorologie je aplikováním k atmosféře zákonů hydrodynamiky a termodynamiky. Jeho myšlenka byla prvním krokem proto aby se otázka předpovědi byla vnímána jako matematický problém. Následně norským vědcem Vilhelmem Bjerknesem v jeho vědecké práci "*The problem of weather forecasting as a problem in mechanics and physics*" byla otázka rozdělena do dvou částí:

1. Diagnostika: určení původního stavu atmosféry
2. Předpověď: použití zákonu o pohybu pro předpověď stavu atmosféry za nějaký čas



Velkým problémem bylo zaznamenání stavu oceánu a vyšších vrstev atmosféry, což posloužilo jako jedna z příčin pro založení mezinárodního programu pro sběr informace o počasí - International observation programs by the International Commission for Scientific Aeronautics. Program měl za účel diagnostickou část otázky. Pro pozorování byly zdůrazněny sedm hlavních charakteristik:

1. Tlak
2. Teplota
3. Hustota
4. Vlhkost
5. Charakteristika větru - x, y, z rychlost

Proměnné se následně používaly v dalších sedmi nezávislých rovnicích:

1. Tři hydrodynamické rovnice pohybu (**hydrodynamic equations of motion**)
2. Rovnice plynulostí (**continuity equation**)
3. Rovnice stavu (**equation of state**)
4. Rovnice, které vyjadřují první a druhý zákony termodynamiky (**equations expressing the first and second laws of thermodynamics**)

Pro řešení zmíněného systému rovnic Bjerknes připravil systém grafických a numerických metod. Hlavním cílem Bjerknese bylo udělat z meteorologie skutečnou vědu, která se zabývá fyzikou atmosféry.

### 2.1.2 Richardsonův přístup

Lewis Fry Richardson - anglický vědec, který pracoval v anglickém centru Meteorological Office se rozhodl vyřešit systém rovnic V. Bjerknese. Ve své knize *“Weather Prediction by numerical Process”*, později zmiňoval o praktickém použití indexaci kart počasí (*Index of Weather Maps*) - indexy sloužící proto, aby předpovědatel měl možnost vyhledat starší nejvíc podobnou mapu počasí a předpovědět následky podle minulosti.

Postup s předpovědi podle minulosti byl méně přísný, proto se pro další předpovědi dále se používal Bjerkensův systém rovnic. V dnešní době v systémech pro předpověď počasí se z většiny používají metody Richardsons.

### 2.1.3 Předpovědní metoda Richardsona

V roce 1913 Richardson začal pracovat na předpovědním algoritmu. Díky tomu, že Richardson neměl předchozí zkušenosti v meteorologické sféře, podíval se na problém z jiné strany, která by nebyla omezená šablony a minulými výsledky. Jeho nápad spočíval v tom, aby fyzické zásady, podle kterých se atmosféra mění, vyjádřit systémem matematických rovnic, řešení kterého by se dohledalo metodou konečných odlišnosti (finite difference method). Pro řešení diferenciálních rovnic byla použita numerická metoda. Hlavní rovnice byly detailně popsány C. Abbe a V. Bjerkensem, ale potřebovali následné zjednodušení hydrostatickou hypotézou (hydrostatic assumption) a převedeny do stavu, kdy lze vypočítat aproximační řešení (approximate solution). Hlavní myšlenka spočívala v tom, aby charakteristiky počasí (tlak, rychlost větru apod.) rozložit podle třech os ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), které by definovaly obecný stav atmosféry v konkrétní okamžik. Následně, využitím systému se definoval stav v dalším okamžiku v čase  $t$ . Podobný postup by se používal pro následující okamžiky  $2t$ ,  $3t$  a dál.

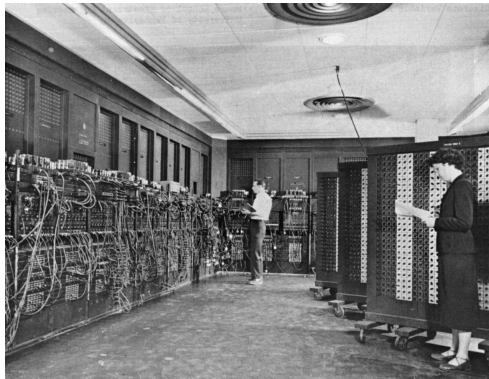
První výpočty na reálných hodnotách ukázaly, že ve výsledcích dochází k ohromné chybě. Původní hodnoty potřebovaly předzpracování, jmenující se inicializace (initialization). Nejmenší nesouhlas mezi hodnotami tlaku a rychlosti větru vede k velké chybě konečného výsledku v systému rovnic. Inicializace probíhá v tom, aby po modifikaci do systému vstupovaly souhlasející hodnoty. Výpočty s použitím inicializace víc odpovídaly skutečným naměřeným hodnotám.

Výpočetní metoda Richardsona nebyla uplatněna do té doby než se objevily první výpočetní stroje, které by dokázaly zpracovat rovnice za akceptovatelný čas. Dnes, jeho práce slouží podkladem pro moderní strojovou předpověď počasí.

Mezi tím než Richardson přišel se svou metodou a tím kdy do práce byla zapojena výpočetní technika uplynulo desítky let, v průběhu kterých se objevily nové teoretické postupy v meteorologii a numerických metodách.

S vynálezem radiosondy se zjednodušila diagnostická fáze předpovědi. V moment, kdy byla vyvinuta výpočetní jednotka, která by dokázala vyřešit Richardsonův systém rovnic, země byla pokryta sítí radiosond. Mezi roky 1946 až 1952 v centru **Institute for Advanced Studies** (IAS), Princeton, Spojené státy americké, Johnem von Neumannem, jedním z vědců, které ovlivnily matematiku 20 století, byla sestavena výpočetní jednotka Electronic Computer Project. Projekt byl rozdělen do 4 skupin:

1. inženýrství
2. logické schémata a programování
3. matematika
4. meteorologie



Obrázek 2.2: Výpočetní stroj ENIAC

Celý projekt byl sponzorován departementem námořnictva USA.

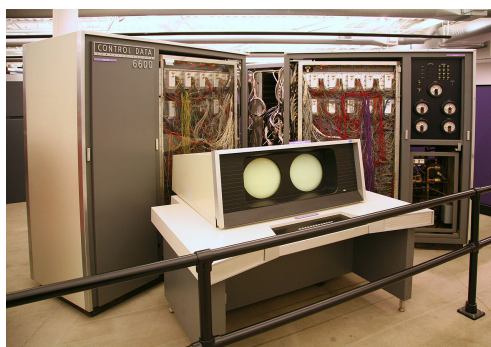
Během několika měsíců od počátku projektu byla svolaná velká konference meteorologů (Conference on Meteorology), na které autoři projektu měli v plánu dostat podporu meteorologické společnosti a taky zaujmout svým projektem další vědci. Meteorologická skupina měla za úkol řešit dva hlavní praktické problémy: jak vymezit se příliš malému časovému postupu a napravit nepřesnost výpočetního stroje při zobrazení vektorového pole do skalárního.

### 2.1.4 Vývoj ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)

Hlavní vědec meteorologické skupiny, Jule Charney, měl za sebou průzkum v oblasti nestability tlaku (baroclinic instability) a na základě něj dostal matematickou rovnici nestabilních kmitů. Výzkum dynamiky atmosféry, která v sobě má kmity vysokých a nízkých frekvencí přivedl k implementaci filtračního systému. Použitím analýzy míry (scale analysis) byl sestaven systém jednoduchých rovnic, které řešili problém malého kroku. Tento systém je známý jako quasi-geostrophic system.

Při horizontálním proudění s konstantní stabilitou (constant static stability) vertikální změny mohou být dosaženy použitím nedivergentní barotropní rovnice větrnosti (nondivergent barotropic vorticity equation), což řešilo druhý problém.

Začátkem roku 1950 meteorologickou skupinou byl dokončen potřebná matematická analýza a byly vypracovány numerické algoritmy. Řešení, kterého dospěla skupina ENIAC bylo novátorstvím ve světě vědy a stalo velkým proložením ve sféře předpovědi počasí. Problémem ale stále byl nedostatek výkonu. Pro předpověď počasí na 24 hodiny, stroj potřeboval počítat 24 hodiny.



Obrázek 2.3: CDC 6600

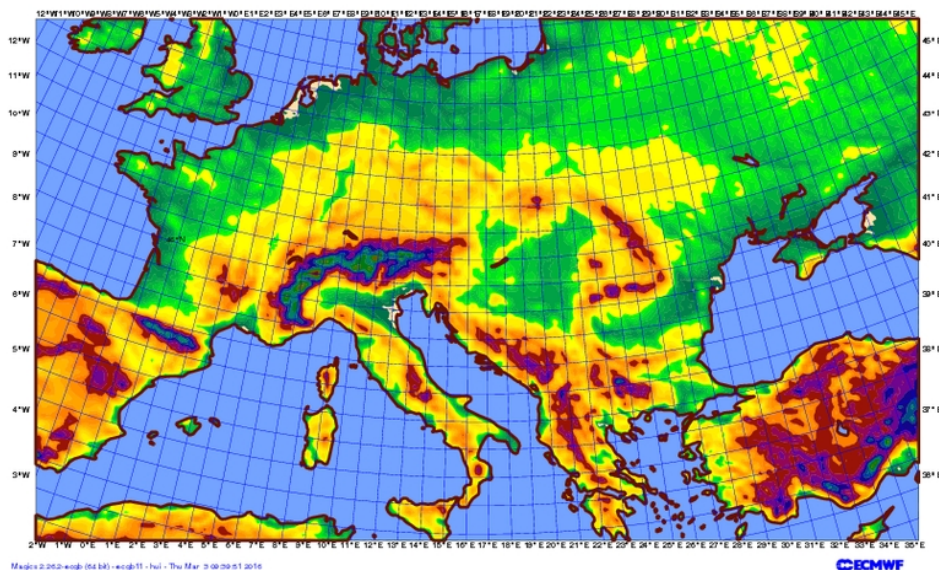
### 2.1.5 Vliv ENIAC na problém předpovědi počasí

Výsledky vědců z projektu ENIAC vyvolaly nový zájem o krátkodobou předpověď počasí využitím výpočetní techniky. Například v roce 1951 Karl-Heinz Hinkelmann vyřešil problém počátečního stavu (suitable initial conditions) pro integrace primitivních rovnic (primitive equations integrations). Návrh měl být víc reálným než dosud používaný systém filtrovacích rovnic (filtered equations). V roce 1966 na základě jeho myšlenky byly zveřejněny výpočetní modely, které se bázovaly na 6-vrstveném systému primitivních rovnic (six-level primitive equation model). Zmíněný model pracoval na stroji CDC 6600. Výsledky modelů měli drastický pokrok v přesnosti předpovědí.

### 2.1.6 Vývoj předpovídajícího modelu

Práce N.A. Phillipse “The general circulation of the atmosphere: a numerical experiment”, 1956, byla prvním dílem, které se zabývalo o předpovědi modely pro delší časové úseky (long-range simulation) atmosférické cirkulace (general circulation of the atmosphere). Model používal dvou vrstvený kvasi-geostrofický model (two-level quasi-geostrophic model), výpočet kterého probíhal na stroji IAS (MANIAC I). Práce Phillipse byla použita v dalších pracích, například v National Center for Atmospheric Research (NCAR). Model NCAR byl jedním z prvních, který ve výpočtech používal skutečnou výšku. Dřívější modely v ose z používaly absolutní nebo normální tlak.

Sestavení kombinovaných modelů je jedním z hlavních dosažení meteorologie v 20. století. K původnímu modelování atmosféry a oceánů se přidaly modely popisující geofyzické, chemické a biologické procesy. Zmíněné kombinované modely se jmenují Earth System Models a jsou používány nejen pro předpověď počasí ale i pro pozorování jednotlivých klimatických zón a vlivu lidstva na klimát vcelku.



Obrázek 2.4: Model ECMWF

### 2.1.7 Dnešní situace předpovědi počasí

Výzkumní práce v meteorologii v druhé polovině 20 století měl velký úspěch a v dnešní době meteorologie je vyspělou vědou, výsledky které jsou dostupné pro lidi po celém světě ve formě každodenní předpovědi počasí. Dnešní modely pro krátkodobou předpověď počasí jsou velmi komplikované. Nejčastější modely vznikají ve výsledku kombinaci globálních a lokálních modelů. Příkladem je práce European Centre for medium-range weather forecasts (ECMWF). Založení ECMWF bylo velkým krokem pro meteorologickou společnost, nejen Evropy ale i pro celého světa. Úkolem zmíněného centra jsou neustálé zlepšení modelů předpovědi počasí a poskytování předpovědi na úsecích střední časové délky, začínající se od několika dnů až po několik sezon dopředu. Dnes ECMWF je světovým lídrem ve sféře výzkumu a zlepšování modelů předpovědi počasí. První předpověď byla vypočítaná 1 srpna 1979.

ECMWF využívá speciální model na bázi primitivních rovnic (special primitive equation model) s pololagrňovou (semi-lagrangian) poloimplicitní (semi-implicit) časovými schématy a velmi komplikovaným výkladem fyzických procesů. Rozlišení modelu je 25x25 km s 91 vertikální vrstvou. Počáteční podmínky pro výpočet jsou připravovány čtyřrozměrným schématem asimilace (four-dimensional variational assimilation scheme), který používá satelitní data v mezích 12 hodinového okna (12-hour time window).

ECMWF připravuje následující druhy předpovědi:

1. Předpověď počasí 10 dní dopředu, vypočítaná dvakrát za den (model 25x25 km, 91 vertikální vrstva)

2. Předpověď na základě kompletního systému předpovědí (ensemble prediction system, EPS)
3. Předpověď počasí měsíc dopředu, vypočítaný jednou týdně (model 78x78 km, 62 vertikální vrstvy)
4. Sezónní předpověď na víc jak 6 měsíců dopředu, vypočítaný jednou za měsíc (model 125x125km, 40 vertikálních vrstev)

Systém předpovědí ECMWF byl aktualizován na jaře roku 2006. Model měl rozlišení 25x25 km a zvětšoval se každoročně. Dnes je potřeba přibližně  $3 * 10^8$  míst pouze pro výpočet aktuálního stavu atmosféry. Z toho vyplývá, že model má kolem 100 mil. stupňů volnosti.

Pro výpočet modelů ECMWF se používají komplikované výpočetní systémy. Srdcem systému je IBM High Performance Computing Facility (HPCF). HPCF se skládá ze dvou podobných klasteru p690+. Každý klaster je složen z 68 serveru, kde každý má 32 CPU s frekvencí 1.9 GHz. Špičkový výkon činí 16.5 teraflops (trillion operací s čísly s plovoucí čárkou) pro každý klaster, tedy 33 triliony operací celkově.

Pro znázornění: HPCF je na deset řád víc výkonnější než ENIAC.

### 2.1.8 Kompletní systém předpovědí

Chaotická povaha atmosféry je v dnešní době dostatečně dobře vyzkoumaná. Na přesnost výsledků má velký vliv preciznost počátečních hodnot. Vzhledem k tomu, předpovědi na středně dlouhé časové úseky stále nejsou moc věrohodné. Největší úspěch má přístup, který umožňuje vyrovnat rozdíly počátečních hodnot a to jsou sériové výpočty předpovědí, počáteční hodnoty kterých se liší pouze nevýznamně. Následující předpověď je založena na kombinaci výsledků sériových výpočtu. Zmíněný přístup umožňuje podstatně snížit chybu vyvolanou nesprávností v počátečních hodnotách. Dany systém se jmenuje kompletní systém předpovědí (ensemble prediction system). Dnes v ECMWF se používá série z 51 výpočtu.

Sezónní předpovědi ECMWF jsou založeny na kombinaci atmosférické a oceánské modelech. Předpovědi je kombinace sériových výpočtu na měsíc dopředu, které jsou spočítány postupně. Model podobného typu má dobrou věrohodnost pro tropické zóny. Pro zónu typu Evropy má model velkou nepřesnost.

### 2.1.9 Krátkodobá předpověď počasí

Řešení problému krátkodobé předpovědi počasí potřebuje velké rozlišení modelu. Velké množství meteorologických služeb používají modely omezené na konkrétní území (limited-area models, LAMs). Zpravidla LAMs mají dostatečně velké rozlišení modelu a jsou méně výpočetně náročné. Nízká výpočetní náročnost LAM dovoluje spouštět výpočty vícrát a mít výsledky pro kratší časové úseky.

Jedním z hlavních cílů předpovědi počasí v dnešní době jsou detekce a předpovědi klimatických kataklysmů. Povodně, tsunami a uragány vedou k velkým finančním ztrátám. Předpovídání by mohlo zachránit nejen majetek a i lidi. Transport, energetika, turismus, hospodářská sféra jsou pořád velmi ovlivněna změnami počasí.

Se zvětšením výkonu výpočetních stanic se přesnost předpovědí neustále roste, ale dosud výsledky nejsou dokonalé.





---

## Realizace

Pro implementaci klientské části byl zvolen framework Flutter. Jde o crossplatformní framework, který je vyvíjen společností Google. Část, která je společnou pro obě platformy je psána v jazyce Dart. Části závislé na platformě jsou psány v Javě nebo v jazyce Swift. Pro podklad s mapou byl zvolen servis MapBox. Serverní část je implementovaná v jazyce JavaScript s použitím frameworku NodeJS.



---

## Závěr

Největším problémem při implementaci zadání se stalo získání aktuálních historických dat, které by byly veřejně dostupné. Realizace ve frameworku Flutter nabízí možnost přenosu aplikace i na platformu iOS.



## Obsah přiloženého CD

	readme.txt .....	stručný popis obsahu CD
	apk .....	adresář se spustitelnou formou implementace
	src	
	impl .....	zdrojové kódy implementace
	thesis .....	zdrojová forma práce ve formátu $\text{\LaTeX}$
	text .....	text práce
	thesis.pdf .....	text práce ve formátu PDF