

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně  
v Ústí nad Labem  
Přírodovědecká fakulta



Analýza spotřeby energie s využitím metod  
strojového učení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Vypracoval:** Ondřej Thomas

**Vedoucí práce:** Kubera Petr, RNDr. Ph.D.

**Studijní program:** Aplikovaná informatika

**Studijní obor:**

ÚSTÍ NAD LABEM 2025



Namísto žlutých stránek vložte digitálně podepsané zadání kvalifikační práce poskytnuté vedoucím katedry.

Zadání musí zaujímat právě dvě strany.

Zadání je nutno vložit jako PDF pomocí některého nástroje, který umožňuje editaci dokumentů (se zachováním elektronického podpisu).

V Linuxe lze například použít příkaz `pdftk`.



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v přiloženém seznamu literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., ve znění zákona č. 81/2005 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladu, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

V Ústí nad Labem dne 3. prosince 2025

Podpis: .....



Děkuji vedoucímu bakalářské práce Petru Kuberovi, RNDr. Ph.D. za jeho odborné vedení a praktické podněty, které výrazně přispěly k analýze dat, hledání efektivních řešení a k celkovému úspěšnému dokončení bakalářské práce.





**Abstrakt:**

Bakalářská práce se zabývá srovnáním open-source a komerčních nástrojů pro vizualizaci a analýzu dat, datové sklady a OLAP technologie s cílem zhodnotit jejich vhodnost pro využití v datové platformě Portabo. V praktické části byla realizována implementace několika variant datových řešení, zahrnujících kombinace databázových systémů MSSQL, MariaDB, ClickHouse a PostgreSQL s nástroji Power BI, Superset a Cube.js. Bylo provedeno testování výkonu, analýza technických požadavků, nároků na uživatelské dovednosti a srovnání ekonomických aspektů provozu. Výsledkem práce je komplexní přehled výhod a nevýhod jednotlivých přístupů, měření jejich efektivity při zpracování velkých objemů dat a doporučení optimálního řešení pro organizace usilující o efektivní datovou analytiku bez nutnosti vysoké IT expertizy.

**Klíčová slova:** Business Intelligence, datové sklady, olap, vizualizace dat, Portabo

ENERGY CONSUMPTION ANALYSIS USING MACHINE LEARNING METHODS

**Abstract:**

This bachelor's thesis focuses on the comparison of open-source and commercial tools for data visualization and analysis, data warehouses, and OLAP technologies, with the aim of evaluating their applicability within the Portabo data platform. In the practical part, several data architecture variants were implemented, combining database systems such as MSSQL, MariaDB, ClickHouse, and PostgreSQL with visualization tools including Power BI, Superset, and Cube.js. The analysis covers performance testing, technical requirements, user skill demands, and economic aspects of operation. The outcome of the thesis is a comprehensive overview of the advantages and limitations of both open-source and commercial solutions, performance evaluation on large data volumes, and recommendations for organizations seeking efficient data analytics without requiring extensive IT expertise.

**Keywords:** Business Intelligence, data warehouses, OLAP, data visualization, Portabo



# Obsah



# Úvod

Teoretická část

# 1 Úvod do problematiky analýzy spotřeby energie

Energetická spotřeba představuje jeden z klíčových ukazatelů fungování moderní společnosti. Rostoucí podíl obnovitelných zdrojů, jejichž výroba je proměnlivá a obtížně predikovatelná, klade stále vyšší nároky na detailní sledování, ukládání a analýzu energetických dat. Jak zdůrazňují Sterner a Stadler (2019), právě schopnost porozumět spotřebě energie a efektivně ji řídit je nezbytným předpokladem pro úspěšnou transformaci energetických systémů směrem k udržitelnosti.

## 1.1 Význam a využití energetických dat

Energetická data představují základní informační zdroj pro pochopení a řízení spotřeby energie v různých kontextech, od jednotlivých domácností přes průmyslové podniky až po celé městské aglomerace. Jejich detailní sběr a analýza umožňuje nejen sledovat aktuální stav, ale také předvídat budoucí vývoj a přijímat kvalifikovaná rozhodnutí. Sterner a Stadler (2019) popisují význam a využití energetických dat, který lze dále charakterizovat v souvislosti s:

Optimalizací provozu

- **Snížení nákladů:** detailní data o spotřebě umožňují identifikovat neefektivní procesy, nadměrné ztráty nebo energeticky náročné zařízení.
- **Zvýšení efektivity:** na základě analýzy lze navrhnout opatření, jako je lepší regulace vytápění, optimalizace výrobních cyklů nebo využívání levnějších tarifů.

Predikcí zatížení sítí

- **Stabilita elektrické soustavy:** energetická data umožňují provozovatelům sítí předvídat špičky v odběru a přizpůsobit výrobu či distribuci.
- **Řízení rizik:** včasná predikce zatížení pomáhá předcházet výpadkům nebo nutnosti využít drahé záložní zdroje.

### Integrací obnovitelných zdrojů

- **Vyrovňávání rozdílů mezi výrobou a spotřebou:** obnovitelné zdroje (solární, větrné) jsou proměnlivé, proto je nutné jejich produkci sladit s aktuální poptávkou.
- **Podpora akumulace:** energetická data pomáhají rozhodovat, kdy ukládat energii do baterií či jiných úložišť a kdy ji uvolnit.

### Podporou rozhodování

- **Domácnosti:** spotřebitelé mohou sledovat svou spotřebu v reálném čase a přizpůsobit chování (např. využívat spotřebiče v době levnější elektřiny).
- **Podniky:** firmy využívají data pro plánování výroby, investic do úsporných technologií nebo pro certifikace v oblasti udržitelnosti.
- **Městské celky a státy:** energetická data slouží jako podklad pro strategické rozhodování, od plánování infrastruktury po tvorbu energetických politik.

Energetická data jsou klíčovým prvkem moderní energetiky. Umožňují optimalizovat provoz, předvídat zatížení sítí, integrovat obnovitelné zdroje a podporovat rozhodování na všech úrovních od domácností až po národní politiky. V jejich pojetí jsou data základním předpokladem pro efektivní fungování energetických úložišť a pro stabilitu celého systému.

## 1.2 Současné metody měření spotřeby

Techniky měření spotřeby energie se v posledních desetiletích výrazně změnily a tento vývoj souvisí s celkovou proměnou energetických systémů směrem k digitalizaci a chytrému řízení. Zatímco dříve používané indukční elektroměry dokázaly ukázat jen celkový součet spotřeby, dnešní digitální a chytré měřiče umožňují sledovat odběr mnohem detailněji, a to v reálném čase. Navíc dokážou komunikovat obousměrně s distribuční sítí, což otevírá nové možnosti pro práci s daty. Moderní systémy tak nejen zpřesňují samotné měření, ale zároveň poskytují podklady pro pokročilé analýzy, předpovědi zatížení nebo efektivní zapojení obnovitelných zdrojů do sítě.

Publikace *The History of the Electricity Meter* od Synergy BV (2006) ukazuje a potvrzuje, že vývoj měřicích technologií prošel velkou proměnou, od jednoduchých indukčních elektroměrů až po dnešní digitální a chytré systémy. Zatímco dříve přístroje poskytovaly jen souhrnný údaj o spotřebě, moderní měřiče dokážou sledovat odběr v reálném čase, komunikovat s distribuční sítí a stát se součástí inteligentních sítí. To znamená, že měření už není jen o samotném odečtu, ale o získávání dat, která pomáhají lépe řídit provoz, předvídat zatížení a rozhodovat na různých úrovních energetického systému. Vývoj měření tak odráží širší změnu celé energetiky, a to od mechanických přístrojů až po dnešní chytré technologie, které mění i způsob práce s daty. Prakticky to lze vidět třeba v domácnosti: zatímco dříve se spotřeba elektřiny zjistila jen jednou za měsíc při odečtu, dnes chytrý elektroměr nebo aplikace ukáže, kdy je odběr nejvyšší, například večer při vaření nebo při zapnuté pračce. Díky tomu může člověk lépe plánovat používání spotřebičů,



snížit náklady a mít větší kontrolu nad energií. Současné přístroje se tak stávají aktivním prvkem inteligentních sítí. Umožňují detailní monitoring, obousměrnou komunikaci a pokročilé analytické využití, což má podle [Synergy2006] zásadní význam pro dnešní praxi i budoucí směřování energetických systémů. Moderní měření spotřeby energie už není jen o tom, co ukáže klasický elektroměr na konci měsíce. Dnes se používají chytré měřiče a senzory, které sbírají data průběžně a mnohem přesněji. Díky tomu je vidět, kdy a kde se energie spotřebovává, například zda domácnost nejvíc zatěžuje síť večer při vaření nebo ráno při zapínání spotřebičů. Moderní měření spotřeby energie navíc umí ukázat spotřebu jednotlivých zařízení, takže lze zjistit, kde vznikají zbytečné ztráty. Takto získaná data pak slouží jako základ pro různé analýzy. Bez moderního měření by se nedaly využívat metody strojového učení, které dokážou předpovědět budoucí spotřebu. Tyto technologie pomáhají optimalizovat provoz nebo lépe zapojit obnovitelné zdroje do sítě. Pro běžného člověka mají moderní měření velký přínos. Díky chytrým zásuvkám a aplikacím je možné vidět, které spotřebiče berou nejvíc elektřiny a kdy je odběr nejvyšší. To pomáhá lépe plánovat používání zařízení, snížit náklady a mít větší kontrolu nad energií. Moderní měření tak není jen technická novinka, ale praktický nástroj, který podporuje úspory a efektivnější využívání energie v domácnosti.



## 2 popis dat a jejich struktura

Energetická data jsou klíčovým prvkem moderní energetiky. Umožňují nejen sledovat spotřebu, ale především ji řídit, předvídat a optimalizovat. V kontextu strojového učení mají zásadní význam, protože poskytují časové řady, na jejichž základě lze klasifikovat objekty, predikovat budoucí spotřebu a navrhnout efektivní strategie pro integraci obnovitelných zdrojů.

### 2.1 Data o spotřebě energie

Data o spotřebě energie jsou číselné hodnoty uspořádané v čase, které tvoří časové řady a umožňují sledovat, analyzovat a předpovídat energetické chování jednotlivců, domácností či celých systémů. V oblasti energetiky se velmi často setkáváme s pojmem kilowatthodina (kWh), který představuje základní jednotku pro vyjádření spotřeby elektrické energie. Přestože se objevuje na každém vyúčtování, jeho skutečný význam nebývá pro běžného spotřebitele vždy zcela jasný.

Každý elektrický spotřebič je charakterizován svým příkonem, tedy výkonem, který udává množství energie potřebné pro jeho provoz. Tento výkon se vyjadřuje ve wattech (W) nebo kilowattech (kW). Pokud zařízení o příkonu 1 kW pracuje po dobu jedné hodiny, spotřebuje právě 1 kWh energie. Z toho vyplývá, že kilowatthodina propojuje výkon spotřebiče s časem jeho provozu a vytváří tak údaj, který je přímo využitelný pro měření spotřeby.

Data o spotřebě energie jsou proto zaznamenávána v kilowatthodinách a mají charakter časových řad, kdy je každá hodnota spojena s konkrétním časovým okamžikem. Díky tomu lze sledovat nejen celkovou spotřebu, ale i její průběh v čase, což umožňuje identifikovat energeticky náročné spotřebiče, analyzovat uživatelské chování a optimalizovat provoz domácnosti či podniku. Vedle kilowatthodiny se v energetice používají i větší jednotky, například megawatthodina (MWh), která odpovídá tisíci kilowatthodinám. Tyto jednotky se uplatňují zejména při hodnocení výroby elektrárén nebo při sledování spotřeby na úrovni celých regionů [CSU2023]. Spotřeba energie vyjádřená v kilowatthodinách (kWh) se může výrazně lišit podle typu budovy a jejího provozu. Každý objekt má odlišné potřeby, které se odrážejí v množství naměřených dat. Pro ilustraci lze uvést příklady různých typů budov:

1. **Domácnost:** lze sledovat spotřebu běžných spotřebičů, osvětlení nebo případně vytápění. Data mohou ukázat, jak se spotřeba mění v průběhu dne či roku a jak ji ovlivňují návyky obyvatel.

2. **Škola:** měří se spotřeba spojená s provozem učeben, počítačových laboratoří, kuchyně nebo tělocvičny. Naměřená data mohou odhalit rozdíly mezi běžným provozem během vyučování a minimální spotřebou o víkendech či prázdninách.
3. **Hotel:** má specifickou strukturu spotřeby, protože se jedná o budovu s nepřetržitým provozem pokojů, kuchyně, prádelny nebo klimatizace. Data tak mohou ukázat, jak se spotřeba mění podle obsazenosti hotelu a sezóny.
4. **Nemocnice:** zde je spotřeba energie komplexnější. Sledují se údaje například z provozu diagnostických přístrojů, sterilizačních zařízení, laboratoří, ale také z osvětlení, klimatizace a dalších podpůrných služeb. Naměřená data jsou zde velmi různorodá a ukazují vysokou náročnost nepřetržitého provozu.

Představme si domácnost, kde se sleduje denní spotřeba elektřiny po dobu jednoho týdne. V pondělí byla spotřeba 12 kWh, v úterý 15 kWh, ve středu 14 kWh, ve čtvrtek 18 kWh, v pátek 20 kWh, v sobotu 25 kWh a v neděli 22 kWh. Každá hodnota je přitom pevně spojena s konkrétním dnem, a dohromady tak tvoří časovou řadu.

Z těchto údajů je možné vyčíst, že spotřeba postupně roste směrem k víkendu, kdy je domácnost více využívána. Zároveň se ukazuje sezónní prvek, tedy že víkendové dny mají vyšší spotřebu než pracovní dny. Náhodné fluktuace jsou patrné, například ve středu, kdy byla spotřeba nižší než v úterý, což může souviset s tím, že rodina nebyla večer doma. Taková časová řada nám tedy neukazuje jen jednotlivá čísla, ale odhaluje vzorce chování: kdy se spotřebovává více energie, jak se mění návyky během týdne a kde by bylo možné hledat úspory.

Spotřeba energie není tedy pouze číslo na faktuře. Je to informace o tom, jak naše domácnosti, školy nebo nemocnice fungují v čase. Každá kilowatthodina ukazuje, co se právě děje, zda svítíme, vaříme, učíme se nebo léčíme. Když tato čísla poskládáme do časové řady, dostaneme mapu našeho energetického chování. Díky ní můžeme odhalit, kde se plýtvá, kde se dá ušetřit a jak lépe plánovat budoucnost

## elekroměry

Elektroměr, někdy označovaný jako elektrické hodiny, je zařízení určené k měření spotřeby elektrické energie v domácnostech. Zatímco první modely připomínaly klasické hodiny s ručičkami a číselníkem, postupně je nahradily moderní varianty, například statické či impulsní. Spotřeba se udává v kilowatthodinách (kWh) a dnešní elektroměry jsou mnohem přesnější než jejich předchůdci. Impulsní typ funguje na principu počítání impulsů odpovídajících jedné kWh, a kromě samotného měření dokáže zobrazit i další údaje, například maximální odběr nebo komunikovat s počítačem [ViteJakFungujeElektromer2021]. Úloha elektroměru však není jen technická. Jeho údaje slouží jako základ pro vyúčtování elektřiny. Protože je umístěn na rozhraní mezi distributorem a odběratelem, umožňuje přesně určit, kolik energie bylo spotřebováno a jaká částka bude účtována. Cena elektřiny se přitom neodvíjí pouze od množství odebrané energie, ale i od dalších faktorů, které ovlivňují konečný účet. Elektroměry se používají nejen v domácnostech, ale také

ve školách či podnicích, kde poskytují klíčové údaje pro vyúčtování i analýzu spotřeby. Moderní přístroje navíc umožňují sledovat průběh odběru v čase, což otevírá prostor pro efektivnější hospodaření s elektřinou. Rozdíly mezi jednotlivými typy měření jsou patrné zejména v tom, jak detailně dokáží spotřebu zaznamenat. V domácnostech se nejčastěji používá neprůběhové měření typu C, které ukazuje pouze celkový stav. U větších odběratelů, jako jsou školy nebo úřady, se naopak uplatňuje průběhové měření typu B. To sleduje spotřebu v pravidelných intervalech, od července 2024 konkrétně každých 15 minut. Tento způsob je povinný, např. pro odběrná místa s fotovoltaikou, pro sdílení elektřiny nebo pro zákazníky s produkty navázanými na krátkodobé trhy. Chytré elektroměry, které průběhové měření umožňují, automaticky ukládají data a odesílají je distributorovi. Díky tomu je možné nejen přesně účtovat spotřebu, ale také přizpůsobit provoz domácnosti či instituce aktuálním tarifům (Průběhové měření po 15 minutách, 2025).

## druhy elektroměrů

Princip elektroměru není ve skutečnosti příliš složitý. Zařízení pracuje jako integrátor, který dokáže zaznamenávat průběh spotřeby. Měření může probíhat buď přímo, kdy elektrický proud prochází samotným elektroměrem, nebo nepřímo, kdy se využívají měřicí transformátory obepínající přívodní fázové vodiče. Je také důležité zdůraznit, že odlišný způsob fungování najdeme u klasického mechanického indukčního elektroměru a u moderního elektronického impulsního typu [ViteJakFungujeElektromer2021]. V současnosti se pro měření spotřeby energie používají tři základní typy elektroměrů, které se liší principem měření i způsobem zobrazování odečtů. Jedná se o:

### 1. Elektrodynamicke (indukční) elektroměry

Indukční elektroměr patří mezi starší typy měřicích zařízení. Jeho činnost je založena na otáčení hliníkového kotouče, který se dostává do pohybu působením vířivých proudů. V jádru elektroměru jsou navinuty napěťová a proudová cívka, jejichž elektromagnetické pole působí proti poli vířivých proudů a tím roztáčí kotouč. Na něj je napojeno mechanické počítadlo, které převádí počet otáček na hodnotu spotřeby, takže odběr elektřiny lze sledovat přímo v reálném čase [ViteJakFungujeElektromer2021].

Tento typ zařízení má své přednosti i slabiny. Mezi nevýhody patří nižší přesnost měření, závislost chyby na velikosti proudu a nemožnost automatizovat odečty. Naopak jeho výhodou je dlouhá životnost, odolnost vůči kolísání napětí či vysokonapěťovým impulsům, spolehlivost a nízká pořizovací cena. Právě díky těmto vlastnostem se indukční elektroměry stále využívají zejména ve venkovských oblastech nebo na chatách, kde hrozí nestabilita sítě či riziko zásahu blesku [TypyElektromeruND].

### 2. Elektronické elektroměry

Elektronické elektroměry fungují na principu měření napětí a proudu, jejich vzájemného násobení a ukládání výsledků do paměti. Díky tomu dokáží zobrazit nejen spotřebovanou energii, ale i další parametry přímo na displeji. Oproti starším indukčním typům nabízejí



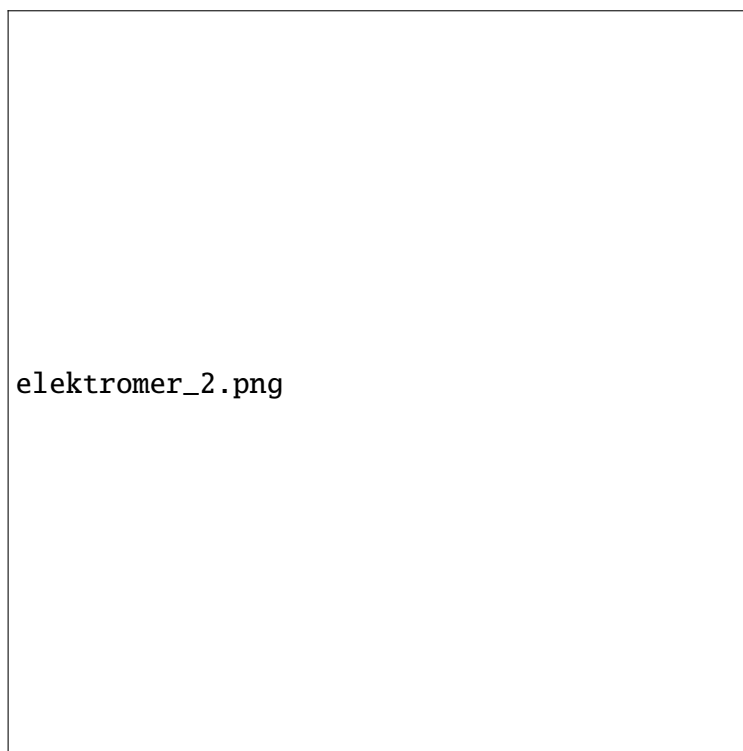
Obrázek 2.1: Moderní elektroměr zaznamenávající spotřebu energie [ViteJakFungujeElektromer2021].

vyšší přesnost, možnost využívat více tarifů a snadné propojení s automatizovanými systémy řízení či sběru dat. Jejich slabinou je kratší životnost, složitější opravy a vyšší citlivost na přepětí, přesto se staly běžným standardem a postupně nahradily mechanické modely [TypyElektromeruND].

Specifickou variantou je elektronický impulsní elektroměr, který převádí naměřené hodnoty na impulsy odpovídající spotřebované energii. Každý impuls představuje určitou konstantu, obvykle jednu kilowatthodinu. Uvnitř zařízení se nacházejí obvody zpracovávající činné i jalové složky napětí, které jsou vedeny přes převodník a zesilovač do násobičky. Tam dochází k jejich kombinaci a výsledkem je série impulsů zobrazovaných na displeji, díky nimž lze sledovat spotřebu energie v reálném čase [ViteJakFungujeElektromer2021].

### 3. Hybridní elektroměry

Hybridní elektroměr představuje konstrukční kompromis, kdy samotné měření výkonu probíhá pomocí elektronických součástek, ale výsledky se zobrazují na klasickém mechanickém počítadle. Tento typ vznikl v době, kdy byly elektronické komponenty drahé, a výrobci se snažili snížit cenu elektronických měřičů. Při provozu vydává charakteristické mechanické cvakání, což může být rušivé při instalaci v domácnosti nebo bytě. Přestože jde o méně úspěšné řešení s řadou nedostatků, hybridní elektroměry se stále dají najít v nabídce obchodů [TypyElektromeruND].



Obrázek 2.2: Elektronický elektroměr.

## Struktura popisu a sběru dat

Struktura popisu dat ve smart meteringu lze charakterizovat jako primární měření, datové bloky a komunikační vrstvu. Struktura dat získávaných z elektroměrů se skládá z několika navazujících částí. V první fázi probíhá primární měření, kdy elektroměr zaznamenává základní fyzikální veličiny, jako jsou napětí, proud a výkon (činný, jalový i zdánlivý). Spotřeba energie se vyjadřuje v kilowatthodinách (kWh) a u moderních chytrých elektroměrů se tyto údaje ukládají v pravidelných intervalech, od roku 2024 konkrétně každých 15 minut. Naměřené hodnoty se následně ukládají do datových bloků, které obsahují časovou značku, zaznamenanou spotřebu a případně i informaci o tarifní zóně. Struktura těchto bloků je standardizovaná tak, aby byla plně kompatibilní s distribučními systémy. Data se ukládají do paměti elektroměru a poté se přenášejí k distributorovi. Celý proces doplňuje komunikační vrstva, která zajišťuje přenos dat prostřednictvím různých technologií, např. PLC (Power Line Communication), GSM nebo internetových protokolů. Přenášené údaje jsou šifrovány a chráněny proti neoprávněnému přístupu. Distributor tak získává průběhové hodnoty spotřeby, které slouží nejen k přesné fakturaci, ale také k analýze zatížení elektrické sítě. Měření spotřeby elektřiny může probíhat několika způsoby. Přímé měření se používá u menších odběrů, např. v domácnostech, kdy proud prochází přímo elektroměrem. U větších odběrů, jako jsou podniky, hotely nebo nemocnice, se uplatňuje nepřímé měření, při němž se využívají měřicí transformátory obepínající vodiče a převádějící hodnoty pro elektroměr. Naměřené údaje se dále zpracovávají prostřednictvím integrace dat, kdy se hodnoty napětí a proudu násobí, výsledky ukládají a převádějí na impulsy nebo digitální záznamy. Na displeji se pak zobrazují nejen odebrané kilowatthodiny, ale i další parametry, např. maximální odběr nebo



Obrázek 2.3: Hybridní elektroměr.

jalová energie. Takto získaná data mají široké využití. Slouží především k vyúčtování, tedy k přesné fakturaci spotřeby. Umožňují také analýzu odběru v čase, díky níž lze identifikovat špičky a optimalizovat tarifní nastavení. V domácnostech i podnicích se data využívají pro řízení provozu a energetický management, zatímco v distribuční soustavě pomáhají provozovatelům sítí vyvažovat zatížení a plánovat kapacity. Sběr dat lze tedy charakterizovat jako proces, kdy probíhá samotné měření přístrojem, který zaznamenává základní fyzikální veličiny a spotřebu energie. Tyto údaje se dále ukládají do paměti elektroměru, odkud jsou prostřednictvím zabezpečené komunikace předávány dál. Distributor na jejich základě provádí vyúčtování a analýzu zatížení sítě, zatímco uživatel získává přehled o vlastní spotřebě a možnost lépe řídit hospodaření s elektřinou.

## 2.2 použití metod strojového učení pro analýzy časových řad

Metody strojového učení se v posledních letech staly klíčovým nástrojem pro analýzu časových řad. Dokáží zachytit složité vzorce a závislosti, které tradiční statistické postupy často nedokáží postihnout. Díky nim lze nejen lépe porozumět minulému vývoji, ale také přesněji předpovídat budoucí hodnoty, např. v oblasti energetiky či klimatických procesů.

### pojem časové řady a její charakteristiky

Časové řady představují zvláštní typ dat, jejichž podstatou je sledování hodnot v čase. Na rozdíl od běžných statistických souborů, kde pořadí jednotlivých pozorování nehraje roli, zde časová



posloupnost určuje význam i interpretaci. Každý záznam je výsledkem předchozího vývoje a současně ovlivňuje budoucí hodnoty, což z časových řad činí klíčový nástroj pro analýzu dynamických jevů, od ekonomických ukazatelů přes energetickou spotřebu až po demografické či klimatické procesy. [1] tento rámec rozšiřuje tím, že časové řady označuje za typ sekvenčních dat, jejichž hlavní charakteristikou je vzájemná provázanost jednotlivých prvků. Právě tato závislost odlišuje časové řady od jiných datových struktur a vysvětluje, proč se staly středem zájmu moderních metod strojového učení. Klasická statistická literatura vymezuje časové řady prostřednictvím jejich základních komponent: trendu, sezónnosti, cykličnosti a náhodné složky. Jak ukazují [BoxJenkins1976], identifikace těchto prvků je nezbytným předpokladem pro konstrukci vhodných predikčních modelů, zejména typu ARIMA. Podobně [Hamilton1994] zdůrazňuje, že rozlišení systematických a náhodných složek časové řady umožňuje lépe porozumět dynamice sledovaného jevu a oddělit dlouhodobé trendy od krátkodobých fluktuací. Tento rámec tvoří východisko pro pokročilé modelování a predikci, které se v současnosti stále častěji opírá o metody strojového učení a hlubokých neuronových sítí.

Časové řady jsou typickým příkladem sekvenčních dat, tedy dat, u nichž pořadí jednotlivých hodnot hraje zásadní roli. Na rozdíl od klasického statistického přístupu [BoxJenkins1976, Hamilton1994], který pracuje s komponentami jako trend, sezónnost či cykličnost, se Prince [1] soustředí na to, jak tyto závislosti mezi prvky zachytit pomocí metod hlubokého učení.

Rekurentní neuronové sítě (RNN) představují první architekturu schopnou pracovat se sekvenčními daty, tedy i s časovými řadami. Jejich princip spočívá v tom, že každý výstup závisí nejen na aktuálním vstupu, ale také na předchozím stavu sítě, což jim umožňuje uchovávat informaci o minulých hodnotách a využívat ji při predikci.

Na tuto slabinu reagoval vývoj pokročilejších architektur, jako jsou Long Short-Term Memory (LSTM) a Gated Recurrent Units (GRU). [1] vysvětluje, že tyto sítě zavádějí paměťové mechanismy (tzv. brány), které regulují tok informací a umožňují uchovávat dlouhodobé závislosti, například sezónní cykly nebo dlouhodobé trendy ve spotřebě energie. Díky tomu se LSTM a GRU staly standardem pro predikci časových řad. Další zásadní posun představují modely typu Transformer. Prince [1] zdůrazňuje, že tyto sítě opouštějí princip rekurence a místo toho využívají mechanismus pozornosti (attention), který umožňuje modelu dynamicky určovat váhu jednotlivých prvků sekvence. Transformery tak dokáží efektivně zachytit i velmi dlouhé závislosti, aniž by trpěly problémem vyhasínajících gradientů. Tato architektura se stala současným vrcholem v analýze sekvenčních dat a její využití se rychle rozšířilo z oblasti zpracování přirozeného jazyka do dalších domén, včetně predikce ekonomických ukazatelů, modelování energetické spotřeby či analýzy biologických signálů. Vývoj metod hlubokého učení pro analýzu časových řad lze podle [1] chápat jako postupné překonávání limitů jednotlivých architektur. RNN představovaly první krok, LSTM a GRU přinesly schopnost uchovávat dlouhodobý kontext a Transformery otevřely cestu k modelování komplexních vztahů v rozsáhlých sekvencích. Tento vývoj odráží snahu postupně překonávat omezení předchozích přístupů a vytvářet stále robustnější rámec pro analýzu sekvenčních dat. Když se mluví o různých typech neuronových sítí, je vhodné si je představit na příkladu předpovědi spotřeby elektřiny. Jednoduché RNN fungují tak, že si pamatují pouze

krátkou historii. Hodí se například pro odhad, jak bude zatížení sítě vypadat během několika následujících hodin, podobně jako když sledujeme, že večer lidé zapínají televizi a spotřeba krátce stoupne. LSTM sítě mají navíc paměťové mechanismy, díky čemuž dokážou pracovat s delšími časovými úseky. Umí tak zachytit sezónní vzorce, například že v zimě je spotřeba energie vyšší než v létě, nebo že o víkendech bývá jiná než ve všední dny. GRU fungují podobně jako LSTM, ale jejich architektura je jednodušší a výpočetně úspornější, což je výhodné tam, kde je třeba zpracovávat velké množství dat ze senzorů v reálném čase.

Nejmodernější Transformery dokáží pracovat s velmi dlouhými časovými řadami a hledat v nich komplexní souvislosti. V energetice se používají například k odhadu zatížení celé distribuční sítě, a to nejen na několik hodin dopředu, ale i s ohledem na dlouhodobé trendy. To je zásadní například při plánování kapacity sítě v situacích, kdy se očekává nárůst počtu domácností s fotovoltaikami nebo elektromobily.

Jak upozorňuje [1], LSTM a GRU představují zásadní krok k překonání omezení klasických rekurentních sítí. [2] pak ukazuje, jak lze tyto modely prakticky implementovat v prostředích jako TensorFlow nebo Keras. Zdůrazňuje, že jejich síla spočívá v tom, že dokážou rozhodnout, které informace si ponechat, které zahodit a které dále využít. To je klíčový předpoklad při práci s časovými řadami – ať už jde o finanční data, nebo měření ze senzorů v energetice. Na rozdíl od tradičních statistických metod [BoxJenkins1976, Hamilton1994], které časové řady rozkládají na trend, sezónnost a náhodné složky, přístup strojového učení se nesnaží tyto části explicitně pojmenovat. Místo toho se model učí přímo ze samotných dat a hledá v nich vzorce automaticky. Tento přístup ilustruje posun od klasické statistiky k moderním metodám hlubokého učení, kde je důraz kladen na schopnost modelu samostatně odhalovat souvislosti.

### Popis perspektivních modelů strojového učení vzhledem k datům

Raschka [2] ukazuje, že úspěch modelů strojového učení vždy závisí na tom, s jakými daty pracujeme. Klasické statistické metody, jako ty od Boxe a Jenkinse nebo Hamiltona, předpokládají, že časovou řadu lze rozdělit na části, například trend, sezónnost nebo náhodné výkyvy. Moderní neuronové sítě ale fungují jinak, kdy se vzorce učí přímo z dat, aniž by je musely předem rozkládat. To znamená, že modely jako RNN se hodí na krátké sekvence, například pokud chceme odhadnout, jak se bude vyvíjet spotřeba elektřiny během několika hodin. LSTM a GRU mají paměť, takže zvládnou pracovat i s delšími obdobími. Díky tomu dokážou zachytit sezónní vzorce, například že v zimě je spotřeba vyšší kvůli topení, zatímco v létě se více používají klimatizace. Transformery pak dokáží zpracovat obrovské množství dat najednou a hledat v nich složité souvislosti. V praxi se využívají například k odhadu zatížení celé distribuční sítě, kde je potřeba zohlednit nejen krátkodobé výkyvy, ale i dlouhodobé trendy, jako je postupný nárůst počtu elektromobilů.

Prince [1] zdůrazňuje, že moderní architektury dokážou zachytit komplexní závislosti v datech, zatímco Raschka [2] se soustředí na to, jak je prakticky naprogramovat a použít. V energetice to znamená, že modely mohou pracovat nejen s okamžitými změnami spotřeby, ale i s dlouhodobými vzorci chování budov, například že kancelářské budovy mají jiný profil než nemocnice nebo školy.

Díky tomu lze budovy klasifikovat podle jejich dynamických energetických profilů, nikoli jen podle statických údajů, jako je velikost nebo počet místností.

Jak ukazují Ma et al. [3], schopnost analyzovat velké množství senzorových dat je klíčová pro rozvoj chytrých energetických sítí. Pokud systém dokáže rozpoznat dlouhodobé vzorce spotřeby a reagovat na změny, může lépe řídit tok energie a předcházet přetížení. V praxi to znamená, že město může například lépe plánovat, kdy zapojit záložní zdroje, nebo jak optimalizovat využití obnovitelných zdrojů. Volba modelu strojového učení vždy závisí na povaze dat. V energetice to znamená, že jiný přístup se hodí pro domácnost, jiný pro nemocnici nebo hotel. Jednodušší RNN zvládnou krátkodobé odhady, například předpovědět, že v domácnosti večer stoupne spotřeba, když se zapínají spotřebiče. LSTM a GRU dokážou pracovat s delšími časovými řadami a zachytit sezónní vzorce. To je užitečné například ve škole, kde je spotřeba výrazně vyšší během školního roku a nižší o prázdninách, nebo v nemocnici, kde se spotřeba mění podle ročních období. Tyto modely si „pamatují“ delší kontext, takže dokážou předvídat i cyklické chování. Transformer se uplatní tam, kde je potřeba zpracovat velké množství dat najednou a hledat složité souvislosti. Typickým příkladem je hotel, kde spotřeba závisí nejen na ročním období, ale i na obsazenosti pokojů, počasí nebo konání akcí. Transformer dokáže propojit všechny tyto faktory a nabídnout přesnější predikci. Pro statické údaje, jako je velikost budovy nebo typ vytápění, se hodí klasifikační algoritmy typu XGBoost nebo Random Forest. V praxi se často kombinuje analýza časových řad s těmito metadaty, například nemocnice má jiný profil než škola, i když obě vykazují sezónní cykly. Celkově tedy platí, že perspektivnost modelů není dána jen jejich architekturou, ale hlavně schopností přizpůsobit se konkrétním datům. V kontextu energetiky to znamená, že správná volba modelu je klíčová pro klasifikaci budov podle jejich dynamických energetických profilů, od domácností přes školy až po nemocnice a hotely. Díky tomu lze lépe plánovat spotřebu, předcházet přetížení sítě a optimalizovat provoz.



## **3 Praktická část**

**3.1 Analýza dostupných řešení**

**3.2 Přehled a srovnání existujících systémů pro určení charakteru objektů z energetické spotřeby**

**3.3 Návrh a implementace prototypu systému pro určení charakteru objektů z energetické spotřeby**

**3.4 Návrh vhodných příznaků z energetických dat**

**3.5 Vytvoření a trénování klasifikačního modelu**

**3.6 Testování a vyhodnocení výsledků**

## Podsekce

Podsekce se už používají méně často a běžně se vyskytují i dále nečleněné sekce. Nejsou číslovány a nejsou zobrazeny v obsahu. Rozsah by měl být alespoň dva odstavce.

## Podpodsekce

Podpodsekce se používají jen velmi zřídka, typicky jen u kapitol či sekcí popisující systémy s výraznou hierarchií. Tvořeny mohou být i jediným odstavcem (nikoliv však ale jedinou řádku, zde zvažte spíš použití definičního výčtu).

V šabloně je využita rodina písma *Libertinus* (odvozená z písma *Linux Libertine*) s výjimkou neproporcionálního písma, pro něž bylo zvoleno písmo *Source Code Pro*, které podporuje výrazně větší počet řezů (kurzíva tučné).

Standardní velikost písma kvalifikační práce je 12 bodů (přesněji řečeno tzv. pica bodů tj. 12/72 palce). Tato velikost však ve většině případů neodpovídá žádnému viditelnému rozměru písma (v klasické typografii je to výšky kuželky, na níž je umístěn vystoupilý reliéf písma). Z tohoto důvodů se skutečná výška a především šířka písmen může u jednotlivých písmen viditelně lišit. To je problém, pokud se znaky různých písem vyskytují vedle sebe. Často se výrazněji liší například výška antikvy a neproporcionálního písma. V tomto případě je často nutné velikost neproporcionálních písem mírně zmenšit (tato šablona tak v případě využití XeTeXu nebo LuaTeXu činí automaticky). Optimální řádkování pro bakalářské práce je 1½ (použité i v této šabloně).

## **4 Praktická část**

### **4.1 Návrh metodiky porovnání**

### **4.2 Příprava dat a návrh datového skladu**

### **4.3 Provedení srovnávací analýzy**

### **4.4 Zhodnocení výsledků**





## 5 Sazba ukázek kódu

Sazba ukázek kódu je klíčová pro bakalářské práce věnované implementaci nějaké aplikace či knihovny.

Základní zásady pro sazbu ukázek kódu:

- 1.



## 6 Citace

Citace tvoří jeden ze základních pilířů závěrečné práce. Platí zde základní pravidlo: pokud použijete jakoukoliv zdroj informací, pak je nutné tento zdroj citovat, tj. uvést příslušný zdroj.

Zdrojem je ve většině případů text, ale může to být i obrázek, audiovizuální materiál či ve speciálních případech i ústní sdělení. V případě informatických prací je častým zdrojem u zdrojový kód.

Informaci ze zdroje můžete použít dvěma různými způsoby:

- přímo převzít (u textů je to známé Ctrl-C, Ctrl-V)
- použít jako základ vlastního intelektuálního vytvoření (textu, grafiky, programu, apod.), tj. použijete jen informaci, ale její formu změníte.

První druh tzv. přímé citace by měli mít v informatických závěrečných pracích jen velmi omezený rozsah (méně než stránka), neboť jejich přínos pro hodnocení práce je diskutabilní. Přesto jsou však případy, kdy jsou vhodné:

1. matematické definice a tvrzení (věty, axiomy)
2. definice termínů z neinformatických oborů (např. společenských věd)
3. citace norem resp. standardů

Citace mají tři základní cíle:

1. určují, co je váš vlastní intelektuální přínos a co jste pouze převzali
2. pomáhají určovat primárního autora (resp. autory)
3. definují kontext vaší práce resp. mohou usnadňovat nalezení dalších souvisejících informací

Jakákoliv vědecká práce nevzniká na zelené louce a tak jsou citace její nezbytnou součástí. V rámci práce běžně navazujeme na existující výzkumy, projekty, technologie apod. Stejně tak se můžeme odkazovat na autority či s nimi polemizovat.

První dva cíle také úzce souvisejí s plagiátorstvím. Pokud v práci použijete myšlenku či údaj bez citování je vaše práce plagiátem. I když se to v obecném mínění vztahuje jen na přímé kopírování, není tomu tak. Přímé kopírování se jen snadněji vyhledává a prokazuje. Je také obtížnější jej kvantifikovat.

V případě přímého kopírování, jež není označeno jako přímá citace, postačuje i relativně malý rozsah (například věta, jeden obrázek, jedna procedura), aby byla práce označena jako plagiát.

Plagiát není možno obhájit a v případě většího rozsahu hrozí i vyloučení ze studia. Za přímé kopírování se považují i případy, kde je změna jen formální (změna slovosledu, náhrada synonym, zkrácení, vložení textové výplně, změna barvy či afinní transformace obrázku).

V případě převzetí myšlenky jde o zjevné plagiování, pokud je tato myšlenka důležitou částí práce (podílí se na splnění cílů).

To, že není plagiátorství odhaleno před obhajobou práce, není důkazem, že se nejedná o plagiát. Pokud je plagiátorství zjištěno později, může vám být odebrán titul i zpětně (a jak jste si jistě všimli, plagiátorství je běžně využíváno v politickém boji).

V každém případě si uvědomte, že plagiátorství je druh krádeže a že ani vy nechcete, aby někdo vaše myšlenky nebo dokonce váš text vydával za vlastní.

## 6.1 Označování citací

Označování citace má dvě části. Za prvé je nutno označit, jaká část práce je citací (rozsah) a jaký je původní zdroj.

Zdroj je vždy určen odkazem na bibliografický záznam, které jsou v případě bakalářské práce uvedeny v kapitole *Použité zdroje* na konci práce. Odkaz může mít různý tvar, ale preferovaný styl je uvedení čísla záznamu v hranatých závorkách. V případě použití našeho latexovského stylu stačí použít příkaz `\cite{id-zaznamu}`. V případě potřeby lze zdroj zpřesnit uvedením např. stránky či kapitoly, jež se uvádí za číslem záznamu (po čárce a ještě před uzavírající hranatou závorkou). V  $\text{\LaTeX}$ u lze využít nepovinný parametr příkazu `cite`.

Označení rozsahu se poněkud liší u přímých a nepřímých citací.

U přímých citací je označení rozsahu kritické. V případě citací, které jsou kratší než odstavec je nutné text vyznačit kurzívou a zahrnout do uvozovek. Odkaz musí následovat hned za označným textem.

U citací v rozsahu odstavce či více odstavců se využívá zvětšení okrajů na levé i pravé straně odstavců (viditelné na první pohled). V  $\text{\LaTeX}$ u lze použít prostředí `quote` nebo `quotation`. Text by měl být navíc v uvozovkách. Kurzíva je možná, ale u rozsáhlejších citací není příliš vhodná. Odkaz se umísťuje na konec posledního převzatého odstavce.

Speciální případ je možný v případě matematických definic a vět. Pokud jsou v rámci kapitoly převzaty jen z jediného zdroje, lze na počátku kapitoly uvést hromadný odkaz například v podobě věty: Všechny definice a věty uvedené v této kapitole jsou převzaty z [X].

V případě převzatých obrázků se odkaz umísťuje na konec popisku. Aby však bylo zřejmé, že se jedná o přímé převzetí (kurzívu ani uvozovky nelze použít) je nutné explicitně vyjádřit, že obrázek byl převzat ze zdroje bez podstatných změn například: (převzato z [X]) nebo (překresleno z [X]).

U nepřímých citací je vyznačování rozsahu volnější. Nejjednodušší je uvádění holé citace na konci vět (před tečkou) nebo konci odstavce (za poslední tečkou). V mnoha případech je ale možné citace uvádět explicitněji a stylistiky je provázet s okolním textem.

příklady:

- zajímavá alternativa je popsána v [x]
- údaj je převzat z [x]
- použití návrhového vzoru poprvé popsal N.N v [x]
- volně přeloženo z [x]
- řešení bylo navrženo uživatelem N v [x] (vhodné např. pro stackoverflow a podobné zdroje)

Explicitnější vyjádření je nutno použít i v případě, že rozsah citace přesahuje odstavec.

- následující příklad je převzat z [x]
- výčet vychází z [x] je však doplněn o ...

Teoreticky lze podobné řešení využít i u celých sekcí či kapitol (kapitola je zpracována na základě [x]). V tomto případě je však nutné předpokládat, že v dané kapitole není žádná autorská myšlenka, a že autor se nesnažil najít alternativní pohledy či zdroje (a hodnotit tak, lze pouze autorovu schopnost výběru informací či stylistiky).

Výjimečně lze uvádět i několik citací se shodným či překrývajícím se rozsahem např. *následující specifikace je převzata z [x] a [y]*. To je však tolerovatelné jen v případě, v kdy by oddělení zdrojů bylo obtížné nebo nepřehledné a spojení nepřináší problémy s intelektuálním vlastnictvím (mají stejného autora či copyright). Zcela nepoužitelné jsou v případě většího rozsahu citace (např. na úrovni sekcí či kapitol)!

V případě obrázků je vhodné uvést explicitnější specifikaci, jak byl originální obrázek pozměněn resp. rozšířen.

Příklad:

- (převzato z [x] a doplněno)
- (převzato z [x], přeloženo)
- (upraveno z [x] pro novou verzi technologie ...)
- (inspirováno diagramem [x])
- (viz také [x] pro data X)

## 6.2 Bibliografický záznam

Bibliografický záznam je datová struktura, jenž má dvě základní funkce:

1. jednoznačné identifikování zdroje
2. určení primární odpovědnosti (typicky je to autor resp. autoři, u webových zdrojů to však často bývá korporace).

Pro každý typ zdrojového dokumentu (zdroje) existuje množina klíčových atributů, které by měly být specifikovány (ne zcela vhodně označované jako povinné) a další, které hrají jen pomocnou roli.

V praxi však může nastat situace, kdy není zřejmé, jaký typ dokumentu pro daný zdroj zvolit resp. nelze zjistit hodnoty klíčových atributů. V tomto případě je nutné improvizovat a snažit se, aby záznam plnil v maximální míře obě funkce.

Struktura bibliografického záznamu je v zásadě dána těmito dimenzemi:

**médium** – základní dělení je na tištěné dokumenty a online dokumenty (dokumenty na elektronických nosičích tvoří jakási přechod mezi oběma typy dokumentů)

**samostatnost** – zdroj může být samostatný nebo součást rozsáhlejšího zdroje

**periodičnost** – periodický dokument vychází po jednotlivých částech, přičemž počet částí není předem znám (např. časopis).

## **Tištěné samostatné dokumenty neperiodické**

Typickým příkladem samostatného tištěného dokumentu je kniha či monografie.

Základním zdrojem informací pro bibliografický záznam u knih je tzv. tiráž, tj. soupis vydavatelských údajů uvedený na konci knihy či na stránce za titulem. Využít lze i další zdroje (např. katalogy knihoven či knižní e-shopy, bibliografické záznamy v jiných dokumentech), ale v tomto případě je nutné provádět kontrolu, neboť tyto sekundární zdroje často obsahují chyby.

### **klíčové atributy:**

**ISBN** : ISBN je celosvětový jedinečný identifikátor neperiodických tištěných dokumentů. Pokud ho kniha má, pak je dokument jednoznačně identifikován (a další identifikace už hraje jen sekundární roli). Pomlčky v ISBN nejsou součástí identifikátoru a lze je vynechávat (i když občas se jedno ISBN přiděluje více svazkům). Navíc existují ve dvou podobách ISBN-10 s deseti číslicemi a ISBN-13 s třinácti. Pokud jsou k dispozici oba je vhodnější uvádět ISBN-13 (i když ISBN-10 lze snadno mapovat na ISBN-13).

**název** : název knihy je povinný údaj a měl by být vždy vyplněn. Použit by měl být vždy originální název bez úprav. Jedinou přípustnou úpravou je změna velkých písmen (verzálék) na malá, které by mělo odpovídat pravidlům příslušného jazyka.

**podnázev** : některé knihy mají i podnázev Někdy je těžké rozeznat, co je název a podnázev. Zde platí pravidlo, že název by neměl obsahovat dvojtečku, tečku, středník apod. Od podnázvu je potřeba odlišit název edice. Podnázev je nepovinný (doporučuji uvádět pokud obsahuje klíčové informace).

**autoři** : v bibliografickém záznamu by měli být uvedeni všichni primární autoři (tj. není potřeba uvádět překladatele, ilustrátory, apod.)

**vydání** : označení konkrétního vydání. Je důležité především tehdy, když není známo ISBN a existuje více odlišných vydání (s různým obsahem)

**nakladatel** : uvádí se jméno nakladatelství, a to především z důvodů odpovědnosti

**místo vydání** : uvádí se jméno města, popřípadě stát, především tehdy pokud není jednoznačné (např. Cambridge) a to ve stručné podobě (např. stačí *United Kingdom*). Podobně stručný by měl být název nakladatelství (tj. bez označení typu společnosti, apod., rodičovské společnosti, apod.) V dnešní době globalizace je tento údaj v mnoha případech nevýznamný (tj. ho lze vynechat, především tehdy pokud je nakladatelství neznámé).

**rok vydání** : rok vydání přesněji identifikuje dokument. Pokud ho nelze zjistit, lze jej nahradit rokem copyrightu (v tomto případě je uvozen znakem c např. c2022)

**edice** : kniha může být vydána v rámci edice. Edici doporučuji neuvádět, výjimkou jsou edice, které jsou všeobecně známé.

**URL** : uvádí se pouze v případě, že je kniha dostupná online a to oficiálně a bez poplatků. Uvedení URL v tomto případě usnadňuje její získání (v tomto případě je ale často lepší citovat ji jako elektronickou knihu).

#### **příklad:**

Následující biblografický záznam byl získán z katalogu systému knihovny UJEP (volba Citace Pro v dolní části výpis záznamu).

RASCHKA, Sebastian a Vahid MIRJALILI. *Python machine learning: machine learning and deep learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow*. Second edition. Birmingham: Packt, 2017. Expert insight. ISBN 978-1-78712-593-3.

Tento záznam splňuje základní požadavky, neboť obsahuje údaje týkající se odpovědnosti i jednoznačnou identifikaci dokumentu (a to jak ISBN tak přesným určením vydání). Zahrnutí podnázvu je vhodné, neboť obsahuje dodatečné informace (jména frameworků). Nakladatelství je uvedeno ve stručné podobě (tj. *Packt*) je uvedeno ve stručné podobě. Nadbytečné je jen uvedení edice (*Expert insight*).

## **Online samostatné dokumenty neperiodické**

Typickým příkladem je online PDF dokument (včetně elektronické knihy). Dalším příkladem je webové sídlo (*web site*) tj. typicky hierarchický systém více stránek (nikoliv tedy jedna konkrétní web strán).

**medium** : u online zdrojů se jako médium uvádí slovo *online*.

**URL** : klíčový údaj pro online zdroje. Některé systémy (např. Wikipedia) poskytují tj. fixní URL, které odkazují na konkrétní verzi dokumentu, resp. stránek. I když jsou tato URL obecně delší, je nutné jim dát přednost, neboť zaručují jedinečnost.

**název** : název nelze vynechat i když ne vždy je jasné, co je hlavním názvem. V tomto případě je možné využít obsahu elementu title v hlavičce HTML (pokud je zdroj v HTML) nebo jiná metadata (například jak je zdroj pojmenován v odkazu).

**autoři** : autor nebývá u mnoha online dokumentů dohledatelný (a v tomto případě je nutné ho vynechat). Rozhodně však věnujte čas zjištění autorství (může být uvedeno i mimo dokument).

**odpovědná korporace** : typicky je to držitel intelektuálních práv (copyrightu). Důležitý je především v případě, že není znám autor, ale uvádějte ho ve všech případech, kdy je dohledatelný. Většina bibliografických stylů tento atribut nepodporuje resp. ho běžně nezobrazuje. Proto je vhodné pro tento účel využívat atribut *nakladatel* (i když to není totéž).

**verze/čas poslední aktualizace** : nahrazuje rok vydání. V případě, že není použit fixní odkaz, je klíčovým zdrojem informací, jaká z verzí dokumentu byla použita jako zdroj. Online dokumenty se mění často, a tak je vhodné uvádět, co nejpřesnější specifikaci (číslo verze, čas poslední aktualizace). Jen v případě, že dokument není verzován a nelze zjistit přesnější čas poslední modifikace, lze využít vrocení (stejně jako u knih může být odhadnuto z copyrightu).

**datum použití** : je to povinný údaj i když důležitý je jen v případě, kdy nelze určit přesnější verzi. Měl by být v ISO formátu tj. ve tvaru RRRR-MM-DD. Toto datum běžně generuje editor bibliografických citací podle data vytvoření záznamu. V každém případě by mělo ležet v časovém intervalu od poslední modifikace zdroje (je-li uvedeno) do data odevzdání závěrečné práce.

**příklad:**

## Dílčí tištěné dokumenty

U dílčích tištěných dokumentů je typické, že kromě identifikace dílčí části obsahují i identifikaci dokumentu jako celku.

Klasickým příkladem jsou články ve sborníku nebo vědeckém časopise. Kapitoly v knize (monografii) se citují, jen případě, že každou z nich vytvořil jiný autor (či kolektiv autorů)

V zásadě platí tato pravidla:

- uvádí se jen autoři dílčí části, nikoliv například editoři sborníku nebo časopisu
- uvádí se pozice části v celém dokumentu nejlépe pomocí rozsahu stránek
- pokud má dílčí část vlastní jednoznačný identifikátor (například DOI), není potřeba uvádět identifikátor knihy nebo periodika.



## Dílčí online dokumenty

Tento typ citací se používá pro webové stránky, jež jsou součástí webového sídla například pro konkrétní stránky s dokumentací nebo dokumenty uložené na GitHubu. Pro jiné elektronické dokumenty, pokud nejsou výslovně součástí webového sídla (např. elektronického sborníku) je vhodnější použít záznam samostatného dokumentu (viz výše).

Název stránky je doplněn jménem webového sídla (to je typicky uvedeno v záhlaví každé stránky resp. na hlavní stránce webového sídla. Autoři se vztahují ke stránce zatímco korporátní odpovědnost je typicky vztažena k celému sídlu (pokud jsou známy autoři i korporátní odpovědnost je vhodné uvést oba údaje, vždy však musí být uveden alespoň jeden z těchto údajů). Všechny ostatní atributy se vztahují

### příklady:

What's New In Python 3.9: Summary – Release highlights. *Python 3.9.0 documentation [online]*. Python Software Foundation, October 14, 2020 [cit. 2020-10-15]. Dostupné z: <https://docs.python.org/3/whatsnew/>

Záznam obsahuje název dílčí části a také název celého webového sídla (v kurzívě). Odpovědná organizace je uvedena na místě nakladatele (autor není uveden a tak je tato informace klíčová). Verze je určena datem poslední modifikace (je uvedeno přímo ve tvaru použitém na stránce). Datum citování je povinné, ale v tomto případě nenese žádnou přidanou informaci (jen to, že citace byla vytvořena jen den po poslední modifikaci. Poslední součástí je URL.

Python nonlocal statement. *Stack Overflow [online]*. Stack Exchange, 2022-03 [cit. 2022-07-27]. Dostupné z: <https://stackoverflow.com/questions/1261875/python-nonlocal-statement>

Struktura záznamu je stejná. Čas poslední modifikace byl určen z informace, že poslední modifikace proběhla před čtyřmi měsíci (je uvedena v ISO formátu, ale odpovídající by byl i údaj například ve tvaru *březen 2022* nebo *March 2022*).

## 6.3 Často kladené otázky

### Co není potřeba citovat?

Obecně platí, že citovat není potřeba znalosti, které jste získali v průběhu studia a to jak při výuce tak i z učebních materiálů (opor, skript). Citovat není potřeba ani zdroj formálních údajů (např. významu zkratk), pokud je lze snadno získat (například na Wikipedii).

To jest není nutné uvádět citaci při uvedení zkratky HTTP (zkratka je všeobecně známá a běžně využívána v mnoha kurzech). Podobně není nutné odkazovat pojmy jako Internet, počítačová síť, programovací jazyk, procesor, apod.

Běžně se také necitují (původní) myšlenky vedoucího práce, pokud si vedoucí práce nevyžádá jinak. Pokud vám zprostředkuje nepůvodní myšlenku, měl by vám pomoci najít originální zdroj (který uvedete v citaci).

Citování není možné v případě, kdy není znám původní zdroj, resp. je v podobě, kterou není možné citovat (lidová říčení, apod.) Pravděpodobnost výskytu takových textů v informatické bakalářské práci je však velmi nízká.

### **Jak citovat informace z (podnikových) školení**

Pokud se jedná o evidentní výtvar školitele, můžete odkazovat příslušný výukový materiál (i když je neveřejný). Pokud je informace nepůvodní, pak je vhodné citovat primární resp. alespoň dostatečně autoritativní zdroj.

### **Jak citovat ústní sdělení?**

Ústní sdělení je potřeba citovat jen tehdy, když je od autoritativní osoby v oblasti její odbornosti. Pokud například píšete práci o nasazení databáze, pak je autoritativní osobou například správce databázového systému (který vám sdělí například zkušenosti s nasazením).

Jak je uvedeno výše, ve většině případů se necitují ústní sdělení učitelů, školitelů, vedoucího práce a dalších sekundárních zdrojů.

Pokud citujete ústní sdělení je vhodné s tím danou osobu seznámit či získat alespoň neformální souhlas, neboť sdělené informace nemusí být veřejné.

Navzdory důležitosti ústních sdělení v některých typech prakticky zaměřených prací, není citace ústních sdělení standardizována. Jednoduchý návod nabízí například blog na citace.com [XXX].

Ústí sdělení je však neověřitelné a nelze ho jednoznačně identifikovat. Proto je lepší pokud se sdělení děje například e-mailem. Citace e-mailové komunikace i dalších netradičních zdrojů shrnuje dokument [XXX].

### **Je možno citovat Wikipedii?**

Citování Wikipedie se obecně nedoporučuje, neboť se jedná o terciární zdroj (encyklopedia vytvořená na základě druhotných informací) a její kvalita je značně kolísavá.

Na druhou stranu Wikipedia (především v anglické verzi) často obsahuje i hodnotný a jinak jen obtížně dostupný materiál, a tak nelze citování z Wikipedie striktně zakázat.

Základní doporučení pro citování z Wikipedie:

- citujte jen tehdy, pokud nemáte k dispozici primární zdroje (ty jsou často odkazovány přímo z Wikipedie)
- citujte jen kvalitní články (které nejsou označeny jako problematické), které se v oblasti informatiky a matematiky objevují spíše na anglické Wikipedii
- citace z Wikipedie by měly tvořit jen malou část zdrojů (typicky méně než 10

Z Wikipedie rozhodně necitujte články věnované běžně známým technologiím a poznatkům, které jsou běžnou součástí kurzů.



## **7 Zhodnocení**



## 8 Závěr

Závěr je klíčovou kapitolou, která může nejvíce ovlivnit vaši obhajobu. Základní částí závěru je přehledné shrnutí výstupů práce tj. co jste udělali pro dosažení cílů práce. Je nutné se vyhnout hodnocení, zda tím byli splněny cíle práce, či nikoliv (to je úkol posudků a především komise).





# Seznam použitých zdrojů

1. PRINCE, Simon J. D. *Understanding deep learning*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, [2023]. ISBN 978-0-262-04864-4.
2. RASCHKA, Sebastian; MIRJALILI, Vahid. *Python machine learning: machine learning and deep learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow*. Second edition. Birmingham: Packt, 2017. ISBN 978-1-78712-593-3.
3. MA, Zhanyu; XIE, Jiyang; LI, Hailong; SUN, Qie; SI, Zhongwei; ZHANG, Jianhua; GUO, Jun. The Role of Data Analysis in the Development of Intelligent Energy Networks. *IEEE Network* [online]. 2017, 31(5), 88–95 [cit. 2025-11-21]. ISSN 0890-8044. Dostupné z DOI: 10.1109/mnet.2017.1600319.



# A Externí přílohy

Externí přílohy této bakalářské práce jsou umístěny na adrese:

[https://github.com/Jiri-Fiser/thesis\\_ki\\_ujep](https://github.com/Jiri-Fiser/thesis_ki_ujep).

Na úložišti GitHub mohou být uloženy tyto externí přílohy:

- **zdrojové kódy**
- **doplňkové texty** (například jak instalovat aplikaci, manuály aplikace)
- **schémata** (především, pokud se nevejdou na stranu A4 a jejich vtištění je tak problematické)
- **screenshoty** (v textu práce lze použít jen omezený počet snímků obrazovky, které navíc nemusí být při černobílém tisku příliš přehledné)
- **video** (například ovládání aplikace)

V každém případě by to však měli být pouze materiály, které jste vytvořili sami. Materiály jiných autorů uvádějte v seznamu použité literatury (včetně případných odkazů na jejich originální umístění).

V této kapitole stačí uvést pouze základní strukturu úložiště (co se kde nalézá a jakou má funkci) například v podobě tabulky.

---

ki-thesis.pdf	text práce v PDF
ki-thesis.tex	zdrojový kód práce v $\text{\LaTeX}$
kitheses.cls	definice třídy dokumentů (rozšířená třída scrbook)
thesis.bib	bibliografická databáze (exportována z citace.com)
LOGO_PRF_CZ_RGB_standard.jpg	logo fakulty s českým textem
LOGO_PRF_EM_RGB_standard.jpg	logo fakulty s anglickým textem

---

Všechny tyto soubory jsou potřeba pro překlad dokumentu (logo stačí jedno v příslušné jazykové verzi).



## **B Další přílohy**

Výjimečně může práce obsahovat i další tištěné přílohy. Obecně však dávejte přednost elektronickým přílohám umístěným na GitHubu (tato kapitola tak bude úplně chybět).