

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta elektrotechnická**

**Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**

**Program:** Elektrotechnika, energetika a  
management

**Obor:** Elektrotechnika a management



**Elasticita poptávky po energii**

Elasticity of Energy Demand

**Bakalářská práce**

Vypracoval: Nikita  
Maiorov

Vedoucí práce: Ing.  
Miroslav Vitek, CSc.

Rok: 2025



## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Maiorov** Jméno: **Nikita** Osobní číslo: **487615**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**  
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**  
Specializace: **Elektrotechnika a management**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Elasticita poptávky po energii**

Název bakalářské práce anglicky:

**Elasticity of Energy Demand**

Pokyny pro vypracování:

Rešerše statistických zdrojů o spotřebě a ceně plynu a elektřiny za minulé roky  
Vypracování modelu pro zjištění poptávkových křivek  
Výpočet elasticity poptávky po elektřině a plynu u různých typů odběratelů

Seznam doporučené literatury:

Trh s elektřinou: úvod do liberalizované energetiky. Vydání druhé, aktualizované. Praha: Asociace energetických manažerů, 2016. ISBN 978-80-260-9212-4  
FIALOVÁ, Helena, AMBROŽOVÁ Alena, JANDERA Jan: Čísla a čáry v ekonomii. A-plus, Praha 2013. ISBN 978-80-87681-01-5

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Miroslav Vítek, CSc. 13116**

Jméno a pracoviště druhého(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **25.07.2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **07.01.2025**

Platnost zadání bakalářské práce: **16.02.2025**

Ing. Miroslav Vítek, CSc.  
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne .....

.....  
Podpis autora

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Miroslavu Vítkovi, CSc. za pomoc a rady při zpracování této práce.

**Název práce:** Elasticita poptávky po energii  
**Autor:** Nikita Maiorov

**Studijní program:** Elektrotechnika, energetika a management  
**Obor:** Elektrotechnika a management  
**Druh práce:** Bakalářská práce

**Vedoucí práce:** Ing. Miroslav Vítek, CSc.  
**Klíčová slova:** Elasticita poptávky, plyn, elektřina, teplotní vlivy,  
Log-log model

**Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na analýzu elasticity poptávky po plynu a elektřině, s cílem porozumět, jak různé faktory, včetně cenových změn a teplotních výkyvů, ovlivňují spotřebu energie. Pro analýzu byly použity historické cenové a spotřební údaje z energetických burz a záznamy o spotřebě domácností. Data pokrývají období čtyř let a zahrnují informace o cenách, spotřebě a teplotě. K analýze byla využita metoda log-log regresního modelu, který umožňuje interpretaci koeficientů jako elasticity. Pro analýzu poptávky na burze byla použita oblouková elasticita poptávky.

**Title:** Elasticity of Energy Demand systems

**Author:** Maiorov Nikita

**Key words:** Demand Elasticity, energy demand, gas, electricity,  
temperature effects, log-log Model

**Abstract:**

This bachelor's thesis focuses on the analysis of demand elasticity for gas and electricity, aiming to understand how various factors, including price changes and temperature fluctuations, affect energy consumption. The analysis utilizes historical price and consumption data from energy exchanges and household consumption records. The data cover a period of four years and include information on prices, consumption, and temperature. The log-log regression model method was employed for the analysis, allowing the interpretation of coefficients as elasticities. For the analysis of demand on the exchange, arc elasticity of demand was used.

# Obsah

<b>Seznam použitých zkratek .....</b>	<b>8</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>9</b>
<b>Seznam grafů.....</b>	<b>9</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>10</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>1 Trh s elektřinou .....</b>	<b>12</b>
1.1 Operátor trhu .....	12
1.2 Typy trhů.....	13
1.2.1 Krátkodobý trh.....	13
1.2.2 Denní trh .....	13
1.2.3 Vnitrodenní trh.....	14
<b>2 Trh s plynem.....</b>	<b>15</b>
2.1 Neorganizovaný trh.....	16
2.2 Krátkodobý trh v ČR.....	17
2.3 Trh s nevyužitou flexibilitou.....	18
<b>3 Poptávka .....</b>	<b>19</b>
3.1 Elasticita.....	20
3.2 Základní typy elasticity .....	21
3.3 Elasticita poptávky po energii.....	23
<b>4 Praktická část .....</b>	<b>25</b>
4.1 Krátkodobý trh .....	25
4.1.1 Analýza poptávky na denním trhu s elektřinou .....	25
4.1.2 Počasí.....	29
4.1.3 Analýza poptávky na vnitrodenním trhu s plynem.....	30
4.1.4 Počasí.....	31
4.2 Poptávka domácností .....	32
4.2.1 Návrh a výběr modelu.....	32
4.2.2 Metody pro odhad elasticity poptávky.....	32
4.2.3 Postup.....	34
4.2.4 Výsledky pro elektřinu.....	36
4.2.5 Výsledky pro plyn.....	37
<b>Závěr .....</b>	<b>39</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>40</b>

## Seznam použitých zkratk

<b>BOM</b>	Balance of Month (Bilance měsíce)
<b>BOW</b>	Balance of Week (Bilance týdne)
<b>CZK</b>	Czech Koruna (Česká koruna)
<b>DA</b>	Day Ahead (Den dopředu)
<b>DT</b>	Day Trading (Denní obchodování)
<b>EU</b>	European Union (Evropská unie)
<b>EUR</b>	Euro
<b>OKTE</b>	Operator of Short-Term Electricity Market (Operátor krátkodobého trhu s elektřinou)
<b>OTC</b>	Over the Counter (Mimoburzovní)
<b>OTE</b>	Operator of Electricity Market (Operátor trhu s elektřinou)
<b>PPS</b>	Transmission System Operator (Provozovatel přenosové soustavy)
<b>SZ</b>	Settlement Subjects (Subjekty zúčtování)
<b>VOB</b>	Virtual Trading Point (Virtuální obchodní bod)
<b>WD</b>	Within Day (Během dne)
<b>ČR</b>	Czech Republic (Česká republika)
<b>MWh</b>	Megawatt hour (Megawatthodina)

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Model trhu s elektřinou.....	12
Obrázek 2: Účastníci trhu s plynem [2].....	15
Obrázek 3: Průběh kontinuálního obchodování na vnitrodenním trhu s plynem [3].....	17

## Seznam grafů

Graf 1: Příklad poptávkové křivky .....	19
Graf 2: Poptávka po elektřině 1.12.2022 pro hodinu 1 .....	15
Graf 3: Poptávkové křivky 2020-2023 elektřina .....	17
Graf 4: Závislost poptávky na teplotě-lineární spojnice trendu pro elektřinu .....	17
Graf 5: Poptávkové křivky 2020-2023 plyn .....	15
Graf 6: Závislost poptávky na teplotě-lineární spojnice trendu pro plyn .....	17
Graf 7: Odhad denní poměrné spotřeby elektřiny pro srpen 22–prosinec 23.....	17

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Příklad Agregované křivky sesouhlasení DT elektřina - 01.12.2022 .....	25
Tabulka 2: Sestrojení poptávkové křivky - 01.12.2022, hodina 1.....	25
Tabulka 3: Hodnoty elasticit, elektřina-trh .....	27
Tabulka 4: Hodnoty elasticit, plyn-trh.....	30
Tabulka 5: Hodinová spotřeba elektřiny domácností .....	35
Tabulka 6: Hodnoty elasticit, elektřina-domácnost.....	36
Tabulka 7: Hodnoty elasticit pro plyn-domácnost.....	37

## Úvod

Energetická elasticita je klíčovým konceptem v ekonomické teorii, který se zaměřuje na vztah mezi změnami v cenách energií a odpovídajícími změnami v poptávce či nabídce energií. Studium elasticity po energii nabízí cenné poznatky pro široké spektrum zainteresovaných stran, včetně vládních institucí, energetických společností a konečných spotřebitelů. Pomáhá lépe porozumět tomu, jak změny v cenách ovlivňují spotřebu, a tím umožňuje efektivnější formulaci politik a strategií, které mohou zmírnit negativní dopady cenových výkyvů na ekonomiku a životní prostředí.

Cílem této práce je prozkoumat poptávku po elektřině a plynu v minulých letech. V první části bude stručně popsáno fungování trhu s elektřinou a plynem v České republice. Vysvětlím, jakou roli hraje operátor trhu a jakým způsobem organizuje obchodování na různých typech trhu. Popíšu rozdíly mezi jednotlivými typy a hlavní principy jejich fungování. Dále definuji pojmy poptávka a elasticita. V praktické části využiji této znalosti k nalezení potřebných dat a sestrojení poptávkových křivek. Po sestrojení křivek spočítám elasticitu, což mi pomůže analyzovat reakci poptávky na změnu ceny. Pro analýzu poptávky domácností použiji regresní model. Regresní model umožňuje kvantifikovat vliv různých faktorů na poptávku a poskytuje detailní pohled na vztahy mezi těmito faktory a spotřebou energie.

## 1 Trh s elektřinou

Základní model obchodování na trhu je založen na dopravení vyrobené elektřiny až ke spotřebiteli. Názorněji si model trhu ukážeme na následujícím obrázku. [1]



Obrázek 1: Model trhu s elektřinou

Výrobci elektřiny produkují elektrickou energii, která je následně přepravována prostřednictvím přenosových soustav k distribučním sítím. Tyto sítě pak zajišťují dodávku elektřiny přímo ke konečným spotřebitelům, což mohou být domácnosti, firmy nebo jiné instituce.

### 1.1 Operátor trhu

Operátor trhu s energiemi je jedním z nejdůležitějších subjektů na trhu s elektřinou a zajišťuje jeho fungování. Podle nastavené legislativy EU není operátor trhu povinným účastníkem trhu, ale pokud ho členský stát nemá, musí za něj všechny činnosti řídit provozovatel přenosové soustavy. Organizuje krátkodobý (blokový, denní, vnitrodenní a vyrovnávací) trh s elektřinou i plynem [1].

Důležitou součástí činnosti operátora trhu je také tvorba analýz pro Energetický regulační úřad a ministerstva, které pomáhají predikovat budoucí spotřebu elektřiny a plynu. Operátor trhu uchovává, zpracovává a poskytuje informace o spotřebě a výrobě elektřiny na odběrných místech. Tyto informace zahrnují data o prodeji, nákupu a ceně elektřiny na krátkodobých trzích.

V České republice tuto funkci plní společnost OTE a.s., která byla založena v roce 2001 a je vlastněna státem. OTE a.s. spravuje řadu důležitých informací dostupných na jejich webových stránkách. Mezi tyto informace patří statistiky o stavu energetických soustav v České republice, dlouhodobé bilance a měsíční i roční zprávy o obchodování s elektřinou a plynem. Na stránkách OTE a.s. lze také nalézt analýzy a predikce, které jsou důležité pro plánování a řízení energetické politiky v České republice.

## 1.2 Typy trhů

Trh dělíme na organizovaný a neorganizovaný. Na neorganizovaném trhu se obvykle dohodnou dvě strany na průběhu obchodu a nejsou omezovány pravidly. Tyto kontrakty jsou nazývány jako bilaterální dohody. Veškeré kontrakty musí být nahlášeny OTE k danému datu ještě před sjednaným obchodem. Výhodou těchto obchodů je možnost uzavřít specifické obchody, které by na burzách nebyly možné. S tímto souvisí i nevýhoda, kterou je obtížné hledání protistrany, se kterou potřebujete uzavřít obchod, což může být nerealizovatelné.

Na organizovaném trhu s elektřinou míváme obvykle jednu protistranu, typickým příkladem je burza, která nastavuje pravidla obchodů, spravuje je a zajišťuje jejich finanční vypořádání. Tento trh můžeme dělit podle termínu obchodu nebo dodávky, a to na dlouhodobý a krátkodobý [1].

### 1.2.1 Krátkodobý trh

Na krátkodobém trhu probíhají především anonymní obchody prostřednictvím burz, kde jediným známým partnerem je samotná burza. Obchodování na tomto trhu se odehrává v časovém rozmezí od několika desítek minut až po několik dní před plánovanou hodinou dodávky elektřiny. Existuje zde několik různých způsobů obchodování.

Segmenty obchodování:

- **Denní trh:** Na denním trhu se obchoduje s elektřinou na následující den. Účastníci trhu předkládají své nabídky a poptávky, které se agregují a vyhodnocují v aukci, obvykle den před dodávkou.
- **Vnitrodenní trh:** Vnitrodenní trh umožňuje obchodování elektřiny během dne až do krátké doby před hodinou dodávky. Tento segment trhu je klíčový pro vyrovnávání okamžitých odchylek mezi předpokládanou a skutečnou spotřebou či výrobou elektřiny.

### 1.2.2 Denní trh

Denní trh je také nazýván spotovým trhem. Je provozován od roku 2002 a organizuje ho operátor trhu, kterým je například v České republice OTE, a.s. nebo na Slovensku OKTE [1].

Proces obchodování na denním trhu OTE lze shrnout do několika kroků:

- **Předložení nabídek:** Účastníci trhu předloží své nabídky na prodej nebo nákup elektřiny pro jednotlivé hodiny následujícího dne.

- Agregace a vyhodnocení: OTE shromažďuje všechny nabídky a provádí jejich vyhodnocení s cílem nalézt rovnováhu mezi nabídkou a poptávkou.
- Stanovení ceny: Na základě agregovaných nabídek a poptávek je stanovena cena elektřiny pro jednotlivé hodiny následujícího dne.
- Uzavření obchodů: Po stanovení ceny jsou uzavřeny obchody a účastníci trhu obdrží potvrzení o objemu a ceně elektřiny, kterou budou dodávat nebo odebírat.

### 1.2.3 Vnitrodenní trh

Vnitrodenní trh se otevírá obvykle po skončení denního trhu, a to konkrétně v 15:00 (jeden den před obchodním dnem) a uzavírá se jednu hodinu před realizací dodávky. Obchodníci na tomto trhu zde balancují svoji pozici a řeší svůj přebytek či nedostatek elektřiny a pomocí nákupů či prodejů se snaží pomoci balancovat soustavu [1].

Proces obchodování:

- Vložení nabídek a poptávek: Účastníci trhu mohou nepřetržitě vkládat své nabídky na prodej a poptávky po nákupu elektřiny. Tyto nabídky obsahují informace o množství a ceně elektřiny.
- Matching: Systém průběžně páruje nabídky a poptávky, které se shodují v množství a ceně. Jakmile je nalezena shoda, obchod je automaticky uzavřen.
- Aktualizace obchodních pozic: Účastníci trhu průběžně aktualizují své obchodní pozice na základě uzavřených obchodů a aktuálních potřeb

## 2 Trh s plynem

Zemní plyn je, stejně jako jiné komodity, obchodován krátkodobě i dlouhodobě, a to jak na mezinárodní, tak na vnitrostátní úrovni. Vzhledem k úzké spolupráci a propojení soustav členských zemí EU je cíl o harmonizaci v nejrůznějších oblastech. To znamená, že pravidla i principy pro obchodování zemního plynu jsou v rámci EU obdobné, a to i v případě účastníků trhu. Aby bylo možné obchodovat zemní plyn, je nutná existence účastníků jak na straně nabídky, tak na straně poptávky. Následující obrázek představuje zjednodušené schéma účastníků trhu se zemním plynem společně s jeho fyzickým tokem a toky plateb. Je vidět, že tyto toky nejsou totožné [2].



Obrázek 2: Účastníci trhu s plynem [2]

- Obchodník, výrobce  
Tento subjekt je zodpovědný za výrobu zemního plynu nebo jeho nákup za účelem dalšího prodeje. Fyzický tok plynu směřuje od obchodníka/výrobce k přepravní soustavě.
- Přepravní soustava  
Přepravní soustava zajišťuje přepravu zemního plynu od obchodníka/výrobce k regionálním distribučním soustavám nebo k provozovatelům zásobníků. Přeprava je klíčová pro zajištění dodávek plynu na velké vzdálenosti.
- Regionální distribuční soustava

Tato soustava distribuuje zemní plyn konečným odběratelům. Fyzický tok plynu vede od přepravní soustavy k regionální distribuční soustavě a odtud k oprávněným zákazníkům.

- **Oprávněný zákazník**  
Oprávnění zákazníci jsou koneční odběratelé plynu, kteří mají právo nakupovat plyn přímo od obchodníků. Fyzický tok plynu směřuje od regionální distribuční soustavy k oprávněnému zákazníkovi. Zákazníci platí za dodávky plynu obchodníkům, čímž vzniká finanční tok.
- **Provozovatelé zásobníků**  
Provozovatelé zásobníků zajišťují skladování zemního plynu. Plynové zásobníky jsou klíčové pro vyrovnávání sezónních rozdílů v poptávce. Fyzický tok plynu může směřovat do a z přepravní soustavy, zatímco finanční tok plyne mezi obchodníky a provozovateli zásobníků.
- **Obchodník s plynem**  
Obchodník s plynem nakupuje a prodává plyn na trhu. Tento subjekt zajišťuje finanční toky mezi všemi ostatními účastníky trhu, včetně přepravní soustavy, regionálních distribučních soustav a oprávněných zákazníků.

Od roku 2001 se k vypočítání spotřeby, a tedy i konečné ceny za plyn, používá kilowatthodina (kWh) místo kubíků (m<sup>3</sup>). Lépe totiž vyjadřuje, kolik energie skutečně spotřebujete [3].

Převod spotřeby z m<sup>3</sup> na kWh:

Spotřeba × Objemový koeficient × Spálené teplo = Spotřeba v kWh

## 2.1 Neorganizovaný trh

Vzhledem k nutnosti zajištění velkých objemů stále ve značné míře převládají tzv. Over the Counter (OTC) (více než 95 %) a bilaterální kontrakty. Jedná se zpravidla o dlouhodobý typ kontraktu forwardového typu na neorganizovaném/neregulovaném trhu, kde obchodování neprobíhá pod záštitou žádné instituce. Přesto je zde ohlašovací povinnost operátorovi trhu a platí tak všeobecné podmínky pro obchodování s energií. Vzhledem k tomu, že obchodování je založeno na smlouvách dvou protistran, je zatíženo

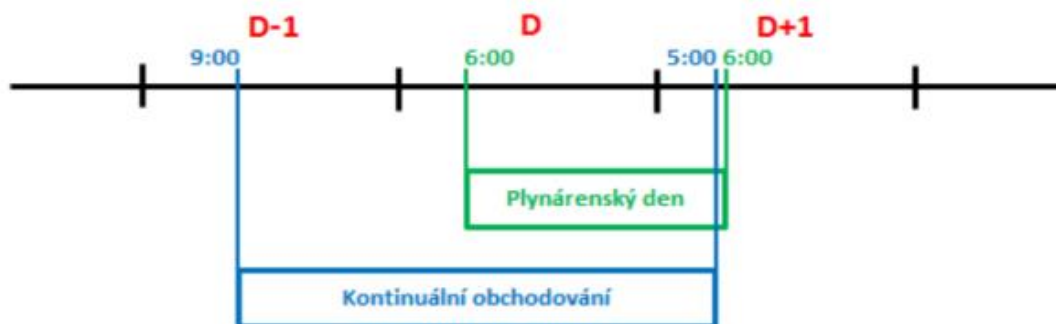
vyšším kreditním rizikem. Naopak cenová volatilita, kterou je tento typ kontraktů zatížen, je oproti krátkodobým obchodům na burzách nízká.

## 2.2 Krátkodobý trh v ČR

Krátkodobý trh umožňuje obchodníkům zareagovat na aktuální situaci, tedy v krátké době v rámci plynárenského dne, jejich portfolia pro optimalizaci jejich obchodních pozic. Nejčastěji dochází k obchodování na denní bázi. V ČR je vnitrodenní trh s plynem organizován OTE. Pro zajištění plynulosti dodávek je nutné, aby byl trh provozován po celý rok. Jelikož se jedná o organizovaný trh, operátor trhu je mimo jiné povinen ručit za rizika ze strany finančního vypořádání. Na vnitrodenním trhu mohou obchodovat subjekty zúčtování a provozovatel přepravní soustavy (PPS). Obchodování v rámci plynárenského dne probíhá v měně EUR a místem dodání je VOB ČR.

VOB je virtuální obchodní bod, který fyzicky neexistuje, avšak reprezentuje veškeré vstupní a výstupní body dané oblasti trhu. Touto oblastí může být a zpravidla je i celá země [2].

Vnitrodenní trh je obecně založen na kontinuálním párování nabídek a poptávek dle výše ceny a času evidování objednávky. Obchodování je zahájeno v 9:00 hodin v den předcházející dni dodávky (D-1) a je uzavřeno v 5:00 hodin dne nadcházejícího (D+1), tedy hodinu před ukončením plynárenského dne D, jak je znázorněno na obrázku 3. Požadavek na minimální obchodované množství a cenu je 0,1 MWh a 0,01 EUR/MWh. Naopak maximální nabídková cena činí 4 000 EUR/MWh a maximální obchodované množství je 99 999,9 MWh.



Obrázek 3: Průběh kontinuálního obchodování na vnitrodenním trhu s plynem [3]

### 2.3 Trh s nevyužitou flexibilitou

Dalším krátkodobým trhem je trh s nevyužitou flexibilitou, kde mohou subjekty zúčtování (SZ) poptávat či nabízet volnou flexibilitu (kladnou i zápornou). Tento trh vznikl jako reakce na skutečnost, že obchodníci mají podle pravidel trhu povolenou určitou denní flexibilitu/toleranci. Jedná se o mez, do které pro obchodníka neplyne žádný finanční postih. V případě úspěšného zobchodování nevyužité flexibility se tak obchodník může vyhnout poplatkům z ní vyplývajícím. Na rozdíl od vnitrodenního trhu je zde uplatňován aukční princip, kterým je stanovena marginální cena v CZK. Vytvářejí se křivky sesouhlasení marginální ceny a zobchodovaného množství kladné a záporné nevyužité flexibility. Výsledky jsou následně oznámeny obchodníkům zpravidla ve 13:55.

I v případě krátkodobých trhů platí, že většina obchodů stále probíhá na těch neorganizovaných, a to na základě bilaterálních dohod či skrze brokera. Nutno podotknout, že využívání brokerů má v několika posledních letech rostoucí tendenci. Obchodované produkty jsou velmi podobné. Obchodování probíhá na den dopředu (DA), v rámci probíhajícího dne (WD), na zbytek dnů v probíhajícím týdnu (BOW) či zbytek dnů v probíhajícím měsíci (BOM) [2].

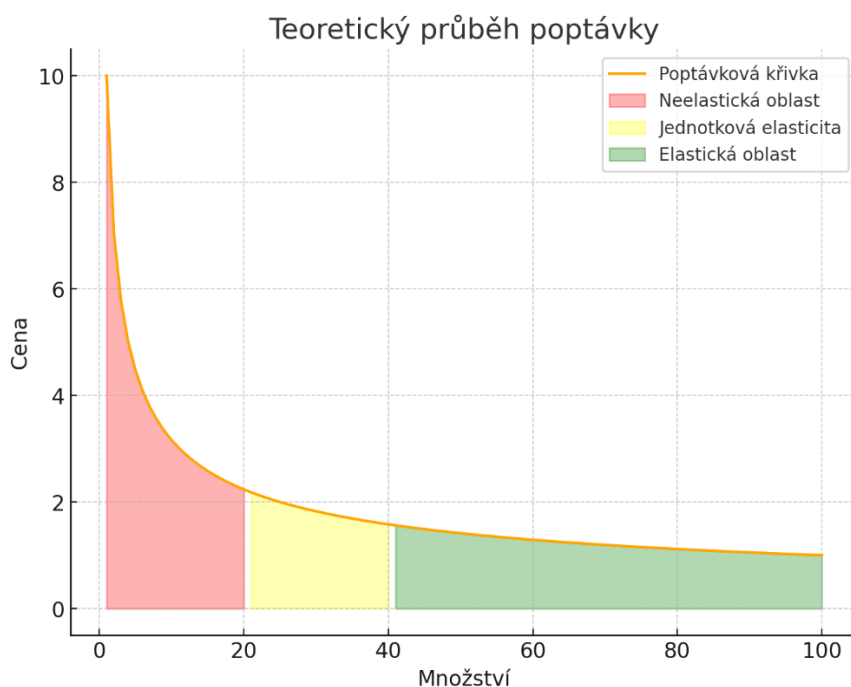
### 3 Poptávka

Poptávka je ekonomický koncept, který popisuje, jak velké množství zboží nebo služeb jsou kupující ochotni a schopni koupit za danou cenu v určitém časovém období. Poptávku ovlivňuje celá řada faktorů, mezi nimiž hrají klíčovou roli:

1. **Cena zboží nebo služby** – Základním pravidlem je, že s rostoucí cenou poptávané množství zboží klesá a naopak. Tento vztah popisuje tzv. **zákon poptávky**.
2. **Důchody kupujících** – Vyšší příjmy obvykle vedou ke zvýšení poptávky, zvláště u luxusních statků.
3. **Ceny substitutů a komplementů** – Zvýšení ceny substitučního zboží může způsobit nárůst poptávky po sledovaném zboží, zatímco zdražení komplementu může poptávku snižovat. Substituty jsou statky, které mohou nahradit jiné zboží ve spotřebě, zatímco komplementy jsou statky, které se spotřebovávají společně.
4. **Očekávání budoucích cen** – Pokud kupující očekávají, že ceny budou růst, mohou nákupy urychlit, a naopak.
5. **Počet kupujících na trhu** – Zvýšení počtu kupujících může zvětšit celkovou poptávku.

[4]

Poptávka je obvykle znázorněna pomocí poptávkové křivky, která zobrazuje vztah mezi cenou a poptávaným množstvím.



Graf 1: Příklad poptávkové křivky

Teoretický průběh poptávky po produktu lze rozdělit na tři hlavní fáze:

1. **Fáze nízkých cen:** Při velmi nízkých cenách bývá poptávka vysoká, protože většina spotřebitelů si může daný produkt snadno dovolit. Zvýšení ceny v této fázi obvykle vede k výraznému poklesu poptávaného množství, což ukazuje na elastickou poptávku. **Tato část křivky se někdy nazývá elastická oblast poptávky.**
2. **Fáze středních cen:** V této fázi dochází k vyrovnání mezi nabídkou a poptávkou. Poptávka je méně citlivá na změny ceny, což znamená, že je spíše neelastická. Spotřebitelé, kteří produkt skutečně potřebují, ho nakupují i při mírném zvýšení ceny. **Tato část křivky se někdy nazývá oblast jednotkové elasticity poptávky.**
3. **Fáze vysokých cen:** Při velmi vysokých cenách poptávka klesá, protože produkt si může dovolit jen malá skupina spotřebitelů. Další zvyšování ceny již nemá významný vliv na poptávku, protože mnoho spotřebitelů se od nákupu odvrátí. **Tato část křivky se někdy nazývá neelastická oblast poptávky.**

Poptávková křivka se může na grafu pohybovat dvěma základními způsoby:

1. **Posun po křivce** – Tento pohyb nastává v důsledku změny ceny samotného zboží. Pokud cena klesne, pohybujeme se po křivce směrem dolů, což znamená zvýšení poptávaného množství. Naopak zvýšení ceny způsobí pohyb po křivce směrem nahoru, což značí pokles poptávaného množství.
2. **Posun celé křivky** – Posun celé poptávkové křivky nastává, pokud se změní některý z ostatních faktorů ovlivňujících poptávku, například příjem spotřebitelů, ceny substitutů nebo komplementů, nebo preference spotřebitelů. Posun křivky doprava znamená zvýšení poptávky při každé cenové hladině, zatímco posun doleva značí pokles poptávky [4].

### 3.1 Elasticita

Elasticita je základní pojem v ekonomii, který popisuje, jak moc reagují ekonomické veličiny, jako jsou poptávka a nabídka, na změny jiných veličin, například ceny, důchodu nebo cen substitutů. Tento koncept hraje klíčovou roli při analýze trhu, tvorbě hospodářských politik a stanovení optimálních cenových strategií [5]. Mezi dvěma ekonomickými veličinami, kdy jednu z nich považujeme za funkci druhé  $y=f(x)$ , je elasticita definována jako míra relativní změny  $y$  vůči relativní změně  $x$ .

Tento vztah lze dále upravit a platí, že elasticita je dána podílem derivace funkce v bodě a měrnou hodnotou v tomto bodě [4].

$$E = \frac{\Delta y}{\Delta x} : \frac{y}{x}$$

### 3.2 Základní typy elasticity

Elasticitu můžeme obecně rozdělit na několik základních typů podle toho, jaké veličiny zkoumáme:

**Cenová elasticita** poptávky měří citlivost poptávaného množství statku na změnu jeho ceny. Formálně je definována jako podíl procentuální změny poptávaného množství k procentuální změně ceny:

$$E_d = \frac{\% \Delta Q}{\% \Delta P}$$

Kde:

$E_d$  je cenová elasticita poptávky,

$\Delta Q$  je změna poptávaného množství,

$\Delta P$  je změna ceny.

Vzhledem k tomu, že s rostoucí cenou poptávané množství obvykle klesá, je tento podíl záporný, znaménko se však obvykle vynechává. Poptávka je cenově elastická pro  $|E| > 1$ , cenově neelastická pro  $|E| < 1$  a jednotkově elastická pro  $|E| = 1$ .

Oblouková elasticita poptávky se používá k měření citlivosti poptávky na změnu ceny v případech, kdy je změna ceny větší a nelze předpokládat konstantní elasticitu v celém intervalu. Tento přístup je vhodný, pokud porovnáváme dva konkrétní body na poptávkové křivce. Oblouková elasticita se vypočítá podle vzorce:

$$E_d = \frac{(Q_2 - Q_1)}{(Q_2 + Q_1)} \div \frac{(P_2 - P_1)}{(P_2 + P_1)}$$

Kde:

$\Delta Q$  je změna v množství ( $Q_2 - Q_1$ ),

$\Delta P$  je změna v ceně ( $P_2 - P_1$ ),

$Q_1$  a  $Q_2$  jsou počáteční a konečné množství,

$P_1$  a  $P_2$  jsou počáteční a konečné ceny.

Oblouková elasticita je v praxi často používaná, protože poskytuje realističtější odhad elasticity při větších cenových změnách než bodová elasticita, která je přesná pouze pro velmi malé změny cen. Používá se zejména při analýze dopadů regulačních opatření nebo modelování dopadů cenových šoků na trhu s energiemi. Díky své schopnosti pokrýt větší rozsah změn je oblouková elasticita považována za praktičtější a spolehlivější nástroj pro ekonomickou analýzu než bodová elasticita [6].

Cenová elasticita poptávky závisí na těchto faktorech:

- Druh produkce. Elasticita poptávky je u statků uspokojujících základní životní potřeby nižší než u statků luxusních
- Podíl výdajů na určitý statek v rozpočtu spotřebitele. Čím vyšší je podíl, tím vyšší je elasticita po daném statku.
- Existence a dostupnost substitutů. Čím hojnější a dostupnější jsou substituty, tím vyšší je elasticita.
- Časové období. S prodlužováním času elasticita roste. [7]

**Důchodová elasticita** poptávky měří citlivost poptávaného množství statku na změnu důchodu spotřebitelů. Formálně se vypočítá jako:

$$E_d = \frac{\% \Delta Q}{\% \Delta Y}$$

Kde:

$E_d$  je důchodová elasticita poptávky,

$\Delta Q$  je změna poptávaného množství,

$\Delta Y$  je změna důchodu.

Pokud je hodnota důchodové elasticity větší než 1, jedná se o luxusní statek, jehož poptávka roste rychleji než důchod. Pokud je hodnota mezi 0 a 1, jde o nezbytný statek, jehož poptávka roste pomaleji než důchod. Záporná hodnota znamená, že jde o inferiorní statek, jehož poptávka klesá s růstem důchodu [7].

Důchodová elasticita je důležitá pro analýzu životní úrovně a chování spotřebitelů v různých příjmových skupinách. Umožňuje rovněž identifikovat statky, které by mohly být cílem vládní podpory nebo daňové politiky. Například potraviny mají obvykle nižší důchodovou elasticitu než luxusní statky, jako jsou dovolené nebo elektronika. V kontextu energií lze říci, že důchodová elasticita poptávky po elektřině a plynu bývá nízká, protože se jedná o nezbytné statky, jejichž spotřeba je méně závislá na výši příjmů domácností [6].

**Křížová elasticita** poptávky měří, jak citlivé je poptávané množství jednoho statku na změnu ceny jiného statku. Tato elasticita se používá pro analýzu substitutů a komplementů. Pro substituty je hodnota elasticity kladná, což znamená, že zvýšení ceny jednoho statku povede k nárůstu poptávky po druhém statku. Naopak, pro komplementy je hodnota elasticity záporná, což naznačuje, že zvýšení ceny jednoho statku povede ke snížení poptávky po druhém statku. Matematicky se křížová elasticita poptávky vypočítá jako:

$$E_{xy} = \frac{\% \Delta Q_x}{\% \Delta P_y}$$

Kde:

$E_{xy}$  je křížová elasticita poptávky,

$\Delta Q_x$  je procentuální změna poptávaného množství statku x,

$\Delta P_y$  je procentuální změna ceny statku y.

Pochopení křížové elasticity je důležité pro firmy, které působí na trzích s komplementárními a substitučními produkty. Například zvýšení ceny benzínu může vést ke snížení poptávky po automobilech se spalovacími motory, což ilustruje zápornou křížovou elasticitu mezi těmito dvěma statky[5].

### 3.3 Elasticita poptávky po energii

Elasticita poptávky po energii (plyn a elektřina) je klíčovým faktorem při tvorbě cenové politiky a regulaci trhu s energiemi. Poptávka po těchto komoditách je obecně považována za neelastickou, protože spotřebitelé nemohou snadno nahradit tyto zdroje energie jinými alternativami v krátkém časovém horizontu. Důvodem nízké elasticity poptávky po elektřině je její nezbytnost v každodenním životě a omezené možnosti substituce. Nicméně v dlouhém období mohou spotřebitelé přijmout opatření ke snížení spotřeby, například instalací úspornějších spotřebičů nebo investicemi do energeticky úsporných technologií. Podobně je tomu i u plynu, jehož poptávka je rovněž považována za neelastickou zejména v topné sezóně, kdy je obtížné najít jiné zdroje energie [6].

Elasticita na trhu OTE (operátora trhu s energií) se může lišit od elasticity poptávky v domácnostech. Na trhu OTE převládají velké podniky, které na změny cen reagují jinak než drobní spotřebitelé. Tito velcí odběratelé mají možnosti lepší regulace spotřeby energie a mohou vyjednávat specifické cenové podmínky s dodavateli. Kromě toho mohou využívat

pokročilé technologie pro účelnější hospodaření s energií, což zvyšuje jejich schopnost reagovat na změny cen. Z tohoto důvodu je poptávka na trhu OTE obecně pružnější než v domácnostech. Domácnosti mají zpravidla nižší elasticitu poptávky, protože spotřeba energie zahrnuje základní potřeby, jako je vytápění, vaření a osvětlení, které nelze snadno omezit. Navíc náklady na přechod k alternativním zdrojům energie, jako jsou solární panely nebo tepelná čerpadla, jsou pro běžné domácnosti vysoké, což omezuje jejich schopnost reagovat na změny cen v krátkém období. V dlouhém horizontu lze však očekávat zvýšení elasticity, pokud se rozšíří dostupnost energeticky úsporných technologií a obnovitelných zdrojů energie [7].

## 4 Praktická část

### 4.1 Krátkodobý trh

#### 4.1.1 Analýza poptávky na denním trhu s elektřinou

Pro sestavení poptávkových křivek jsem použil data dostupná na webových stránkách OTE v sekci krátkodobé trhy – křivky sesouhlasení [9]. Na této stránce OTE zobrazuje všechny nabídky a poptávky pro každou hodinu v roce. Proces sesouhlasení křivek poptávky a nabídky probíhá každou hodinu, což umožňuje stanovení tzv. marginální ceny. Marginální cena představuje hodnotu, při které se rovná sesouhlasená nabídka a poptávka.

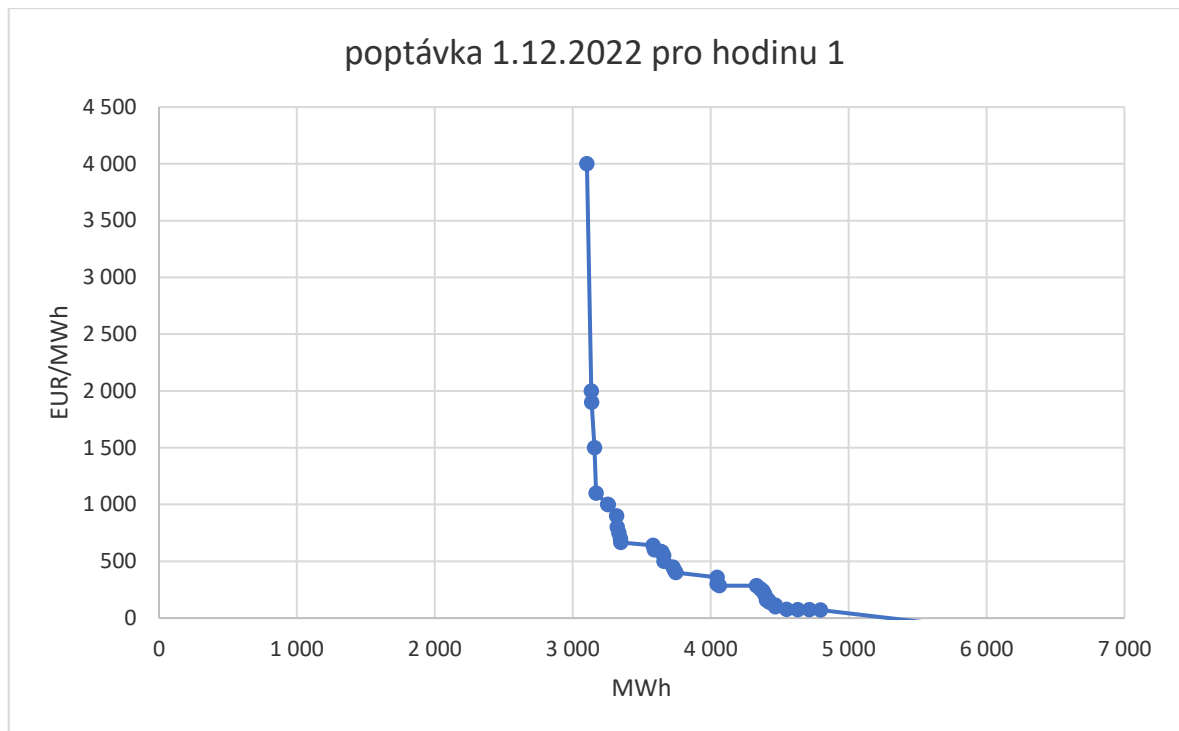
*Tabulka 1: Příklad Agregované křivky sesouhlasení DT elektřina - 01.12.2022*

Den	Hodina	Cena (EUR/MWh)	Nabízené množství (MWh)	Sesouhlasené množství (MWh)	Typ obchodu	Oblast
01.12.2022	1	-75,01	1 021,5	0,0	nákup	ČR
01.12.2022	1	72,00	81,3	0,0	nákup	ČR
01.12.2022	1	73,15	82,3	0,0	nákup	ČR
01.12.2022	1	73,72	81,5	0,0	nákup	ČR

Pro sestavení poptávkové křivky budu využívat jen typ obchodu - nákup. Seřadím ceny od největší po nejmenší a postupně budu sčítat hodnoty množství pro každou cenu.

Cena (EUR/MWh)	Q	suma Q
4 000,00	3 102,8	3 102,8
2 000,00	30,8	3 133,6
1 899,33	2,1	3 135,7
1 500,00	22,0	3 157,7
1 100,00	11,0	3 168,7
1 000,00	84,0	3 252,7
999,00	3,8	3 256,5
900,00	60,5	3 317,0
800,00	6,0	3 323,0

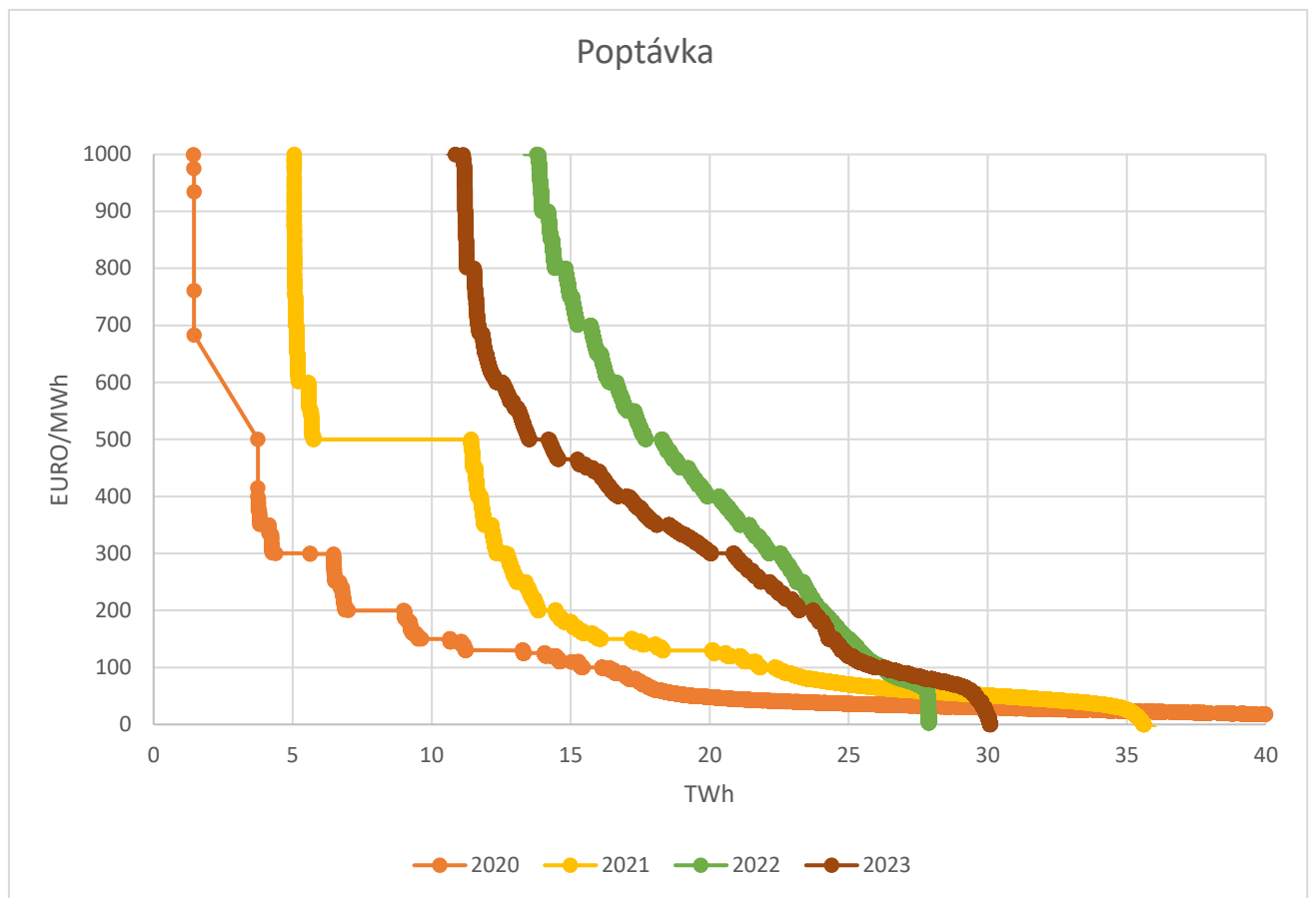
*Tabulka 2: Sestrojení poptávkové křivky - 01.12.2022, hodina 1*



Graf 2: Poptávka po elektřině 1.12.2022 pro hodinu 1

Stáhl jsem data za období 1. 1. 2020 - 31. 12. 2023. Pro sestavení poptávkové křivky za rok bylo nutné sčítat množství, které bylo poptáváno za určité ceny, a seřadit ceny od nejvyšší po nejnižší. Následně jsem vypočítával obloukovou elasticitu poptávky, tato metoda je pro mě výhodnější než bodová elasticita z několika důvodů:

- Přesnost při velkých změnách: Oblouková elasticita poskytuje průměrnou elasticitu mezi dvěma body na křivce poptávky. Tento přístup je užitečný zejména tehdy, když jsou změny v cenách a množství významné. Bodová elasticita je vhodná pro malé změny, ale při větších výkyvech může být méně přesná.
- Průměrná hodnota: Oblouková elasticita zohledňuje širší rozsah dat a poskytuje průměrnou hodnotu elasticity. To je důležité pro analýzu trhů s velkými cenovými výkyvy, kde je potřeba získat reprezentativní průměrné hodnoty elasticity.



Graf 3: Poptávkové křivky 2020-2023 elektrina

Jako příklad uvádím výpočet elasticity pro rok 2022. Data použitá pro výpočet jsou:

$P_1 = 994$  [Kč],  $Q_1 = 13\,853\,996,2$  [MWh],  $P_2 = 42,4$  [Kč],

$Q_2 = 27\,867\,346,7$  [MWh].

$$Ed = \frac{(Q_2 - Q_1)}{(Q_2 + Q_1)} \div \frac{(P_2 - P_1)}{(P_2 + P_1)} = \frac{(27\,867\,346,7 - 13\,853\,996,2)}{(27\,867\,346,7 + 13\,853\,996,2)} \div \frac{(42,4 - 994)}{(42,4 + 994)} = -0,37.$$

Obdobně se elasticita vypočítá pro ostatní roky podle stejného postupu.

Elasticita	
2020	-0,85
2021	-0,75
2022	-0,37
2023	-0,46

Tabulka 3: Hodnoty elasticit, elektrina-trh

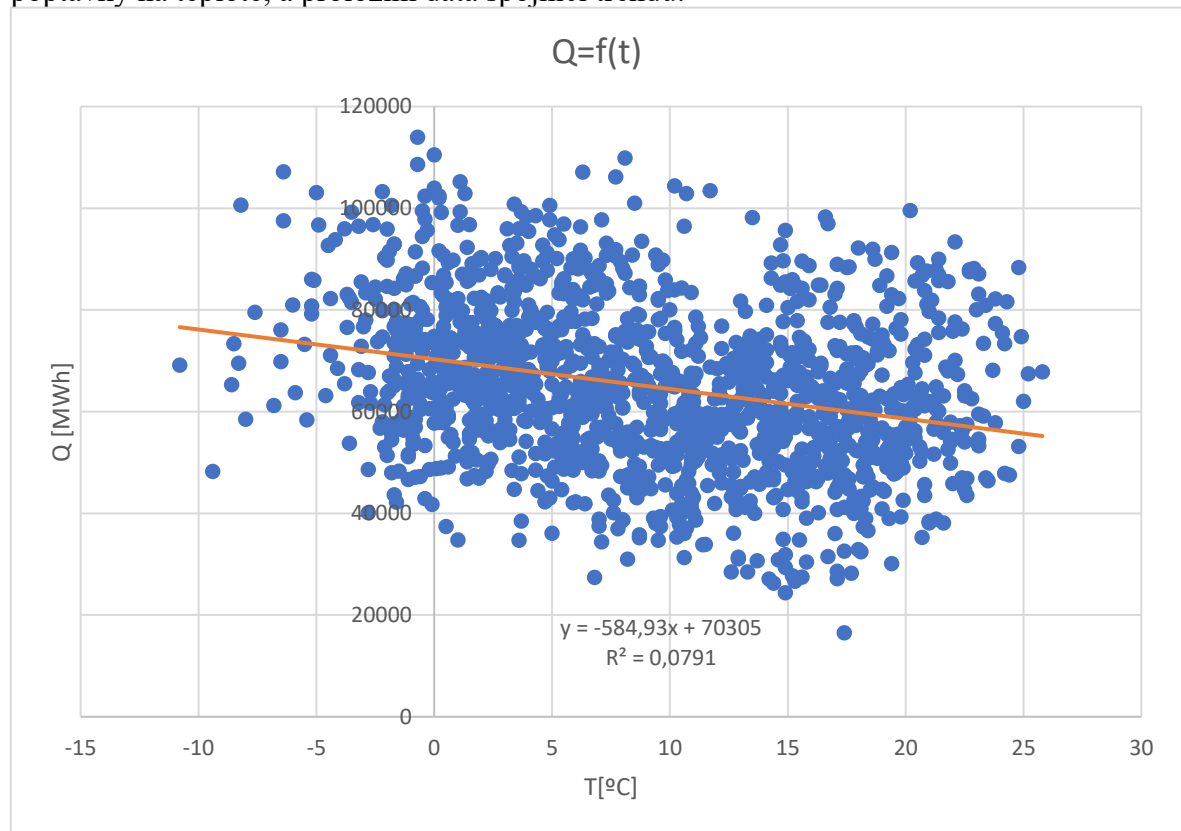
Tabulka hodnot elasticity poptávky po elektřině na trhu za roky 2020 až 2023 ukazuje, že poptávka byla ve všech sledovaných obdobích neelastická, neboť hodnoty elasticity jsou ve všech letech nižší než 1. V roce 2020 byla elasticita nejvyšší (-0,85), což znamená, že poptávka byla relativně citlivější na změny cen ve srovnání s ostatními roky. V roce 2022 se elasticita snížila na 0,37, což naznačuje, že poptávka byla mnohem méně citlivá na změny cen. Tento pokles elasticity lze pravděpodobně připsat globální událostem, jako byla energetická krize a geopolitické napětí způsobené konfliktem na Ukrajině. Prudký nárůst cen energií a nejistota na trhu mohly způsobit, že spotřebitelé nebyli schopni rychle reagovat na změny cen omezením spotřeby, což vedlo k nižší elasticitě poptávky. Tato situace potvrzuje, že v období významných tržních a politických otřesů se poptávka po zboží základní potřeby, jako je elektřina, stává ještě méně citlivou na cenové změny.

Poptávka po elektřině na burze je ovlivňována řadou faktorů, které mohou mít významný dopad na množství obchodované elektřiny a na ceny. Mezi hlavní faktory patří:

- **Hospodářský růst:** Poptávka po elektřině roste s hospodářským růstem. Vyšší ekonomická aktivita zvyšuje spotřebu elektřiny v průmyslu, komerčním sektoru a domácnostech.
- **Inflace a úrokové sazby:** Tyto makroekonomické ukazatele mohou ovlivnit náklady na elektřinu, a tudíž i poptávku. Vyšší inflace a úrokové sazby mohou vést k vyšším nákladům na elektřinu a snížené poptávce.
- **Inovace a efektivita:** Pokroky v technologii, jako jsou energeticky úsporné spotřebiče a lepší izolační materiály, mohou snížit spotřebu elektřiny, a tím i poptávku. Naopak rozšíření elektromobilů a dalších technologických zařízení může poptávku zvýšit.
- **Počasí a sezónnost –** Extrémní teploty zvyšují poptávku kvůli vytápění nebo chlazení budov. Pro lepší vysvětlení a předpověď poptávky by bylo vhodné použít složitější modely zahrnující více proměnných. Ve své práci jsem se rozhodl analyzovat vliv počasí na poptávku po energii, neboť počasí může být jedním z klíčových faktorů, které mohou ovlivňovat spotřebu elektřiny, zejména v extrémních teplotních podmínkách.

#### 4.1.2 Počasí

Hodnoty o teplotě pro každý den roku můžu najít na webu OTE. [10] Sestrojím graf závislosti poptávky na teplotě, a proložím data spojnicí trendu.



*Graf 4: Závislost poptávky na teplotě-lineární spojnice trendu  
pro elektřinu*

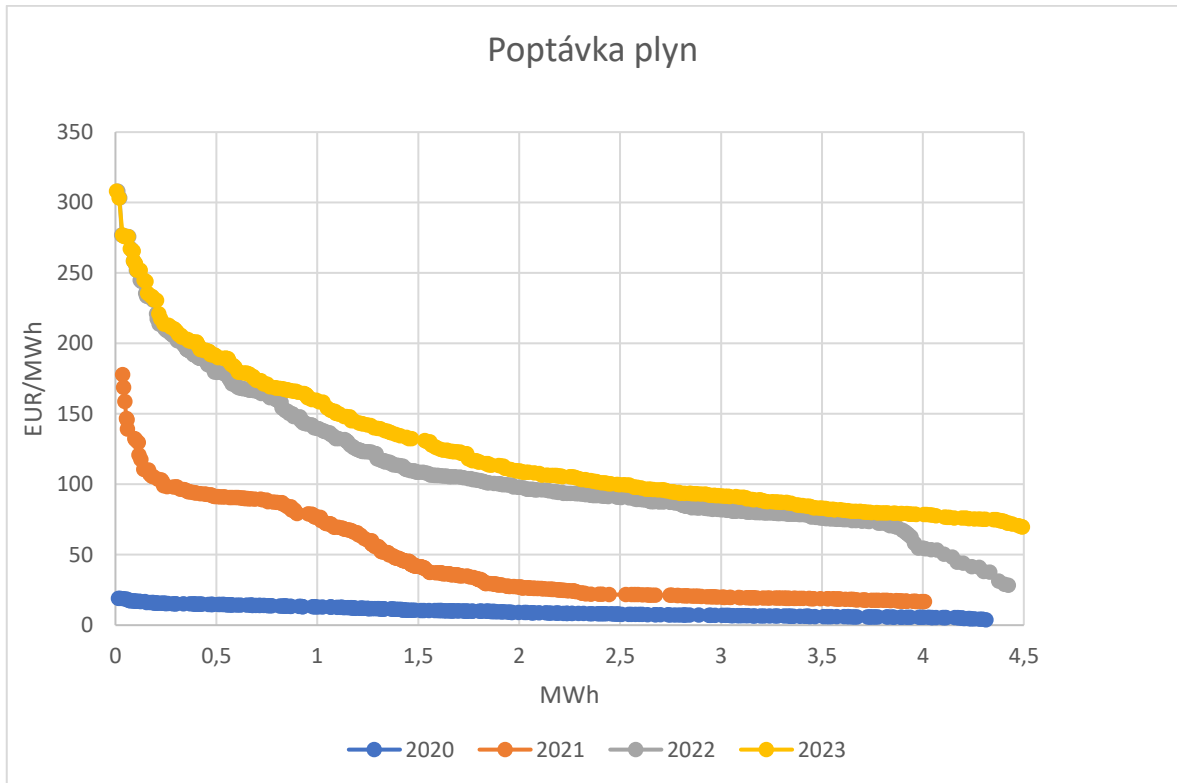
Provedl jsem lineární regresi pro závislost poptávky na teplotě. Hodnota  $R^2 = 0,0791$  znamená, že pouze 7,91 % variability v poptávce po elektřině je vysvětleno změnami v teplotě. Tento výsledek ukazuje, že teplota má jen velmi malý vliv na poptávku po elektřině. Většina změn v poptávce je tedy ovlivněna jinými faktory, které nebyly zahrnuty v tomto jednoduchém lineárním modelu. Pro lepší vysvětlení a předpověď poptávky by bylo vhodné použít složitější modely zahrnující více proměnných.

Vypočtená hodnota korelace  $r = -0.28$  naznačuje slabou negativní korelaci mezi spotřebovaným množstvím elektřiny a teplotou. To znamená, že při růstu teploty má tendenci spotřeba elektřiny mírně klesat, ale tento vztah není silný.

### 4.1.3 Analýza poptávky na vnitrodenním trhu s plynem

Pro sestavení poptávkových křivek po plynu využijeme data vnitrodenního trhu. Roční zpráva OTE o trhu s plynem udává jen vážený průměr cen za obchodní den, proto výsledná poptávka bude méně přesná než ta, kterou jsme měli u elektřiny.

Metoda sestavení grafů je úplně stejná jako v předchozím případě.



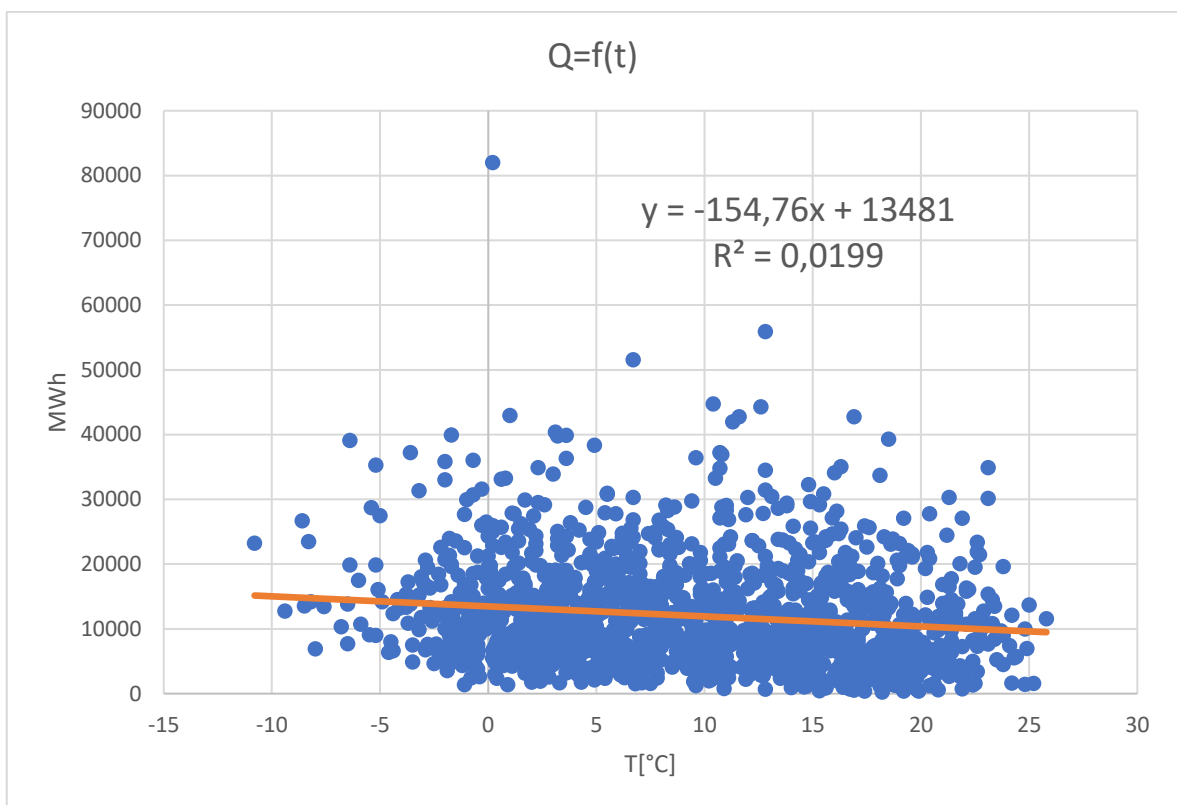
Graf 5: Poptávkové křivky 2020-2023 plyn

Elasticita	
2020	-1,67
2021	-1,22
2022	-1,65
2023	-0,94

Tabulka 4: Hodnoty elasticit, plyn-trh

Porovnání s elektřinou ukazuje, že poptávka po plynu byla ve stejných letech mnohem citlivější na změny cen než poptávka po elektřině, jelikož absolutní hodnoty elasticity plynu byly vyšší. Například v roce 2020 dosáhla elasticita plynu hodnoty -1,67 oproti -0,85 u elektřiny, což značí, že poptávka po plynu reagovala na změny cen mnohem výrazněji. Podobný trend byl pozorován i v roce 2021, kdy elasticita plynu byla -1,22 a elektřiny -0,75. V roce 2022 se rozdíly mezi elasticitami obou energií zvětšily, když elasticita plynu dosáhla -1,65, zatímco elektřiny pouze -0,37. Tento výsledek lze pravděpodobně připsat významně vyšším cenovým výkyvům na trhu s plynem během energetické krize. V roce 2023 byly hodnoty elasticity nejbližší, kdy plynu dosáhla -0,94 a elektřiny -0,46, což značí menší citlivost poptávky u obou energií na cenové změny v tomto roce. Důvodem, proč byla elasticita poptávky po plynu v roce 2023 nejnižší, může být stabilizace trhu po předchozí energetické krizi a adaptace spotřebitelů na nové cenové podmínky. Spotřebitelé mohli také investovat do efektivnějších technologií a alternativních zdrojů energie, což snížilo jejich citlivost na změny cen plynu.

#### 4.1.4 Počasí



Graf 6: Závislost poptávky na teplotě-lineární spojnice trendu

pro plyn

I když existuje mírná negativní korelace mezi teplotou a spotřebou plynu, vliv teploty je velmi slabý. Spotřeba plynu je pravděpodobně více ovlivněna jinými faktory než pouze teplotou,

což je v souladu s nízkou hodnotou  $R^2 = 0,0199$ . Pro přesnější modelování by bylo vhodné zahrnout další proměnné, například ceny energií, druh spotřebitelů (domácnosti vs. průmysl) a sezónní vlivy.

## **4.2 Poptávka domácností**

### **4.2.1 Návrh a výběr modelu**

Poptávka domácností po energii, konkrétně po elektřině a plynu, vykazuje výrazné rozdíly oproti poptávce na burze. Jedním z klíčových rozdílů je, že poptávka domácností není tak dynamická a nereaguje na změny cen stejně pružně jako poptávka na burze.

Na rozdíl od poptávky na burze je u domácností obtížné zjistit spotřebu na malých časových úsecích, což výrazně komplikuje tvorbu přesných poptávkových křivek. Pro přesné určení elasticity poptávky domácností budu využívat statistické metody, které umožňují analyzovat data za delší období a poskytují spolehlivé odhady elasticity na základě historických vztahů mezi cenou a spotřebou energie. Tento přístup zajistí, že výsledné hodnoty elasticity budou reflektovat reálné chování domácností na energetickém trhu.

### **4.2.2 Metody pro odhad elasticity poptávky**

#### **Lineární regrese [11]:**

Popis: Lineární regrese je základní statistická metoda, která odhaduje vztah mezi závislou proměnnou (např. spotřeba energie) a jednou nebo více nezávislými proměnnými (např. cena energie, teplota).

Výhody:

Jednoduchost a snadná interpretace výsledků.

Rychlé a efektivní výpočty.

Možnost zahrnutí více proměnných (multivariátní regrese) pro zkoumání vlivu teploty spolu s cenou.

Nevýhody:

Předpokládá lineární vztah mezi proměnnými, což nemusí vždy odpovídat realitě.

Citlivost na extrémní a odlehlé hodnoty.

### **Log-log model** [12]:

Popis: Tento model je speciální případ lineární regrese, kde jsou logaritmované jak závislé, tak nezávislé proměnné. Tento přístup je často využíván pro odhad elasticity.

Výhody:

Elasticity jsou přímo interpretovatelné jako koeficienty regrese.

Lepší pro data s velkým rozsahem hodnot.

Nevýhody:

Předpokládá konstantní elasticitu v celém rozsahu dat.

Logaritmování nulových a záporných hodnot není možné.

Pro odhad elasticity poptávky jsem zvolil log-log model z několika důvodů:

Přímá interpretace elasticity: V log-log modelu jsou koeficienty přímo interpretovatelné jako elasticity. To znamená, že změna jedné proměnné (např. ceny) o 1 % vede k procentuální změně v závislé proměnné (např. spotřebě). Log-log model je vhodný pro data s velkým rozsahem hodnot, což je běžné u cen a spotřeby energie.

Řešení problému se zápornou teplotou: V log-log modelu je nutné logaritmovat všechny proměnné kromě teploty, protože teplota může obsahovat záporné hodnoty. Tento přístup zajistí, že teplotu lze do modelu zahrnout bez úprav, které by mohly ovlivnit interpretaci výsledků.

Model specifikuji jako:  $\text{Log}(Q_i) = \beta_0 + \beta_1 \log(C_i) + \beta_2 T_i + \epsilon_i$

kde:

$Q_i$  je spotřeba elektřiny v období  $i$ , (může být v MWh),  
 $C_i$  je cena elektřiny za jednotku (např. cena za kWh) v období  $i$ ,  
 $T_i$  je teplota v období  $i$  (bez logaritmování),  
 $\beta_0$  je konstanta,  
 $\beta_1$  je koeficient elasticity ceny,  
 $\beta_2$  je koeficient vlivu teploty,  
 $\epsilon_i$  je chybový člen.

### **Další možné proměnné:**

Pro zlepšení modelu elasticity poptávky mohou být zahrnuty následující proměnné s odpovídajícím vysvětlením jejich vlivu:

1. Příjmy domácností (Y): Vyšší příjmy obvykle vedou k vyšší spotřebě elektřiny, protože si domácnosti mohou dovolit více energeticky náročných spotřebičů a komfortních zařízení.
2. Velikost domácnosti (N): Více členů domácnosti znamená více spotřeby elektřiny na osvětlení, vaření a další provoz spotřebičů.
3. Vlhkost (H): Vyšší vlhkost zvýší pocitovou teplotu, což může zvyšovat potřebu klimatizace a ventilace během léta.
4. Počet elektrických spotřebičů (A): Vyšší počet spotřebičů znamená vyšší základní úroveň spotřeby elektřiny.
5. Počet slunečných dnů: Ovlivňuje potřebu osvětlení a může přímo snižovat poptávku po elektřině ze sítě u domácností s vlastními solárními panely.
6. Počet dnů s extrémními teplotami: Dny s teplotami nad 30 °C nebo pod -10 °C zvyšují potřebu energie na vytápění nebo chlazení.

Zahrnutí těchto proměnných by mohlo zlepšit přesnost modelu a poskytlo by lepší porozumění faktorům ovlivňujícím poptávku po energii.

Nicméně sběr těchto údajů by byl velmi náročný, zejména kvůli jejich různorodosti a obtížné dostupnosti. Proto jsem těmito proměnnými v této analýze přirozeně přestal zabývat a zaměřil se pouze na ty faktory, pro které bylo možné spolehlivě získat data.

### **4.2.3 Postup**

Podařilo se mi získat údaje od 18 lidí o jejich spotřebě elektřiny a platbách za poslední roky. Tyto údaje většinou zahrnují typické informace, které lze najít v ročním vyúčtování za

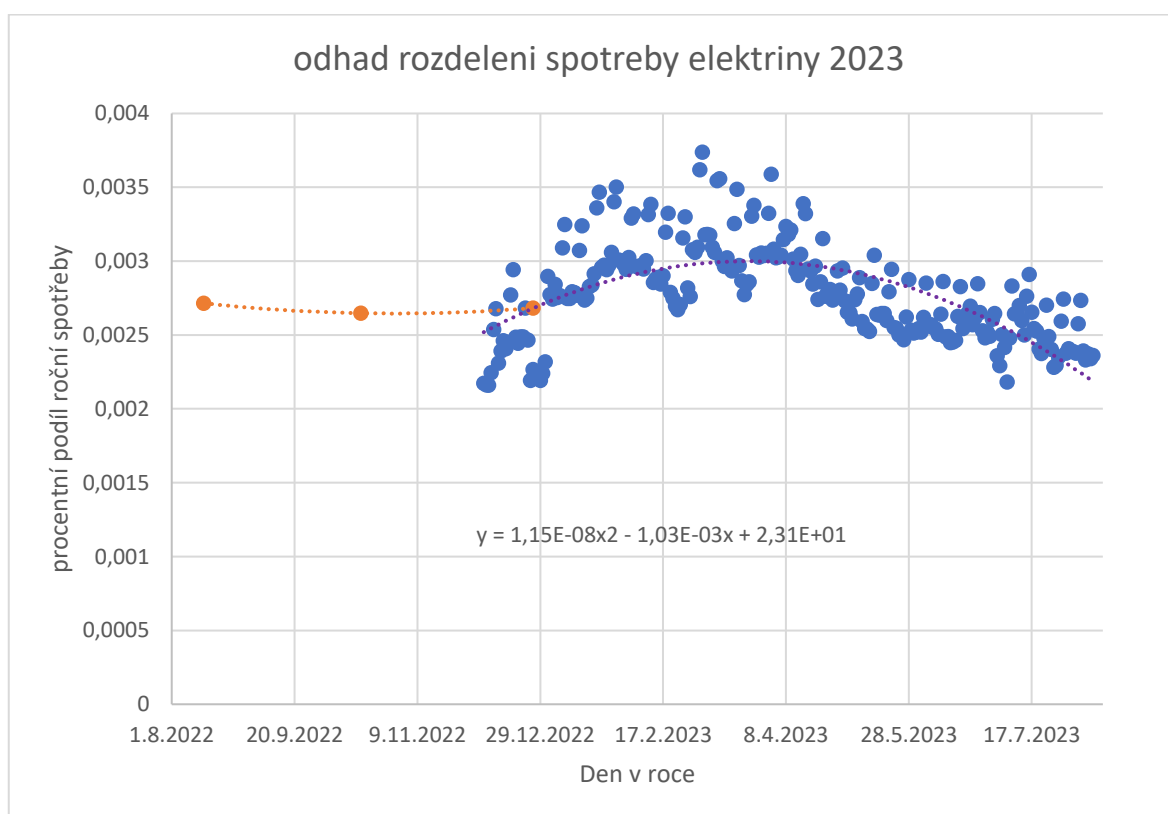
elektřinu, jako je celková roční spotřeba a odpovídající platby. Někteří respondenti však měli detailní rozpis spotřeby za krátká období, což mi umožnilo provést podrobnější analýzu.

Fakturační období	Spotřeba MWh	Celková cena €	Celková cena Kč	Cena Kč/MWh
01.01.23 - 11.08.23	2,871		7535,76	2624,79

Datum	Hodina	EUR/MWH	CZK/MWH	Spotřeba kWh	Kurz	EUR	CZK
01.01.2023	1	4,84	116,72	0,48	24,12 Kč	0,0023	0,06 Kč
01.01.2023	2	-0,35	-8,44	0,44	24,115	0,00 Kč	0,00 Kč
01.01.2023	3	-0,97	-23,39	0,39	24,115	0,00	-0,01
01.01.2023	4	-1,93	-46,54	0,34	24,115	0,00	-0,02

Tabulka 5: Hodinová spotřeba elektřiny domácností

Díky těmto detailním údajům jsem mohl vypočítat, kolik energie jednotliví respondenti průměrně spotřebovali denně v poměru k jejich roční spotřebě. Získané údaje o spotřebě elektřiny jsem vizualizoval pomocí grafu.



Graf 7: Odhad denní poměrné spotřeby elektřiny pro srpen 22–prosinec 23

Díky těmto detailním údajům jsem mohl vypočítat, kolik energie jednotliví respondenti průměrně spotřebovali denně v poměru k jejich roční spotřebě.

Oranžová linie je polynomiální trendová linie druhého stupně (kvadratická), která byla použita k odhadu denní poměrné spotřeby elektřiny na základě dostupných dat. Tato linie reprezentuje polynomiální trend, což je naznačeno rovnicí uvedenou v grafu:

$$y=1,15 \cdot 10^{-8} x^2 - 1,03 \cdot 10^{-3} x + 23,1$$

Tato rovnice mi umožňuje dopočítat poměrnou spotřebu pro dny, o kterých jsem původně neměl informace. Díky tomu mohu vytvořit kompletní přehled o denní spotřebě elektřiny pro celý rok, i když některé dny v původních datech chybí. Budu předpokládat, že toto rozložení spotřeby je stejné pro každý rok.

Většina domácností nemá na faktuře uvedenou roční spotřebu za kalendářní rok, protože jejich vyúčtování probíhá na konci léta. Ale díky rozložení spotřeby jsem dokázal přepočítat vyúčtovací rok na kalendářní. Nyní mám vše potřebné pro provedení regrese: denní spotřebu v MWh, vypočítanou jako roční spotřeba v kalendářním roce krát poměrná spotřeba za příslušný den, cenu za MWh znám z faktury, budu předpokládat, že tato částka je konstantní pro celou vyúčtovací dobu, a znám denní skutečnou teplotu pro každý den [11].

S těmito údaji provádím regresní analýzu, abych odhadl elasticitu poptávky a analyzoval vliv teploty na spotřebu elektřiny.

#### 4.2.4 Výsledky pro elektřinu

	2020	2021	2022	2023
E	-9,81	-8,61	-1,33	-0,14
T	0,00441091	-0,00355731	-0,02562735	-0,00308687
R <sup>2</sup>	0,27	0,51	0,184	0,004

Tabulka 6: Hodnoty elasticit, elektřina-domácnost

Celkově se mi nepodařilo spolehlivě analyzovat elasticitu poptávky, což může být způsobeno několika faktory. Hlavní příčinou je malý vzorek respondentů (pouze 18 osob), což výrazně omezuje reprezentativnost výsledků. Dalším problémem bylo rozložení spotřeby elektřiny během roku, které jsem odhadl na základě dostupných dat od několika domácností. Tento odhad ale mohl způsobit zkreslení, protože největší objem spotřeby v mé analýze připadl na měsíce únor až duben, což neodpovídá běžnému průběhu spotřeby domácností v průběhu celého roku. Kromě toho jsem neměl k dispozici dostatek dat pro zahrnutí mnoha dalších proměnných, které by mohly mít významný vliv na výsledky, ale jejichž zjištění metodou dotazníkového šetření je obtížné.

Výsledky pro rok 2023 ukazují téměř nulovou elasticitu poptávky s hodnotou

$E = -0,14$ , což odpovídá teoretickému předpokladu neelastické poptávky. Nicméně velmi

nízký koeficient determinace  $R^2=0,004$  naznačuje, že model prakticky nevysvětluje variabilitu poptávky a většina změn je způsobena faktory, které nebyly zahrnuty do modelu. Hodnota koeficientu vlivu teploty  $T= -0,00308687$  je velmi nízká, což znamená, že teplota měla zanedbatelný vliv na spotřebu elektřiny.

#### 4.2.5 Výsledky pro plyn

Pro analýzu spotřeby plynu použiji stejný log-log model jako pro elektřinu. Tento přístup umožní konzistentní porovnání výsledků a lepší pochopení vzorců spotřeby energií v domácnostech.

Získal jsem údaje od 32 domácností o jejich roční spotřebě plynu. Jedna domácnost poskytla detailní měsíční data o spotřebě, což mi umožňuje vytvořit měsíční poměrné rozdělení spotřeby plynu. Díky těmto datům mohu odhadnout měsíční spotřebu pro ostatní domácnosti na základě jejich celkové roční spotřeby. Tento poměrný rozklad jsem aplikoval na roční spotřebu ostatních domácností, čímž jsem získal odhad měsíční spotřeby plynu pro každou domácnost. Mám k dispozici údaje o měsíční spotřebě plynu v MWh pro kalendářní rok, cenu plynu za MWh, a měsíční průměrné teploty. Tyto proměnné použiji pro regresní analýzu.

Rok	Elasticita (cena za kWh)	Koeficient (teplota)	$R^2$
2017	-2,0684	-0,0350	0,64142
2021	-1,3936	-0,0399	0,70902
2022	-1,8345	-0,0412	0,53452
2023	-1,8440	-0,0408	0,56236

*Tabulka 7: Hodnoty elasticit pro plyn-domacnost*

Elasticita ceny pro plyn je vysoká a negativní ve všech sledovaných letech, což naznačuje, že spotřebitelé jsou citliví na změny v ceně plynu. Vliv teploty na spotřebu plynu je také významný a negativní, což znamená, že vyšší teploty snižují spotřebu plynu. Koeficient determinace  $R^2$  ukazuje, že modely vysvětlují mezi 53% a 71% variability v datech, což naznačuje, že existují další faktory ovlivňující spotřebu plynu, které by mohly být zahrnuty do budoucích modelů pro zlepšení vysvětlovací schopnosti.

Model poptávky po plynu, který jsem vytvořil, obsahuje stejné problémy jako model poptávky po elektřině. Hlavními nedostatky jsou malý vzorek respondentů, použití odhadu

rozložení spotřeby během roku a absence mnoha dalších proměnných, které mohou významně ovlivňovat poptávku. Z těchto důvodů nelze mým výsledkům plně důvěřovat. Na základě teoretických předpokladů bych spíše očekával, že poptávka po plynu bude neelastická, protože plyn se v domácnostech využívá především k nezbytným účelům, jako je vytápění nebo ohřev vody, a jeho spotřebu nelze snadno omezit ani při zvýšení cen.

## Závěr

V této bakalářské práci jsem se zaměřil na analýzu elasticity poptávky po elektřině a plynu s cílem porozumět vlivům cenových změn a teploty na spotřebu energií. Použil jsem data z energetických burz a záznamy o spotřebě domácností, které pokrývají období několika let.

Analýza ukázala, že poptávka na trhu s elektřinou byla ve všech sledovaných obdobích neelastická, což znamená, že změny cen měly relativně malý vliv na spotřebované množství elektřiny. Poptávka domácností po elektřině se ukázala být ještě méně citlivá na cenové změny, což odpovídá teorii, že energie patří mezi nezbytné statky s omezenými možnostmi substituce. Teplota měla menší vliv na spotřebu elektřiny, přičemž při vyšších teplotách spotřeba mírně klesala.

Do budoucna však může být vliv teploty na spotřebu elektřiny odlišný a závislost může být i pozitivní, tedy s rostoucí teplotou by mohla růst i spotřeba elektřiny. To by mohlo nastat zejména v důsledku rozšíření klimatizací a dalších chladicích zařízení v domácnostech a komerčních prostorách. V takovém případě by vyšší teploty vedly ke zvýšení poptávky po elektřině. Kromě toho by mohly hrát roli i změny ve skladbě energetických zdrojů, například větší zapojení obnovitelných zdrojů energie, které by mohly ovlivnit strukturu cen a dostupnost elektřiny.

Elasticita ceny plynu byla vysoká ve všech sledovaných letech, což naznačuje vyšší citlivost spotřebitelů na změny v ceně plynu než v případě elektřiny. Vliv teploty na spotřebu plynu byl také významný a negativní, což znamená, že vyšší teploty snižují spotřebu plynu.

V části analýzy poptávky domácností jsem narazil na problém se sběrem dat a možnostmi vytvoření přesných poptávkových křivek. Použitý statistický model log-log obsahuje mnoho předpokladů a zjednodušení, která mohla ovlivnit spolehlivost výsledků. Kromě toho jsem do modelu nezahrnul některé důležité proměnné, jako například příjmy domácností, velikost domácnosti nebo typ spotřebitelů, které by mohly mít významný vliv na výsledky. V důsledku toho jsem dospěl k výsledku, že poptávka po elektřině a plynu byla ve všech sledovaných letech kromě roku 2023 elastická, což je v rozporu s teoretickým předpokladem neelastické poptávky po těchto nezbytných komoditách. Spíše bych očekával opačný výsledek, kdy by poptávka byla méně citlivá na změny cen.

## Bibliografie

1. VOKÁČOVÁ, Tereza. Analýza tvorby ceny elektřiny na burzách [online]. Dostupné z: [https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/87967/MU-BP-2020-Vokacova-Tereza-Vokacova%20BP\\_Analyza%20tvorby%20ceny%20elektriny%20na%20burzach.pdf?sequence=-1&isAllowed=y](https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/87967/MU-BP-2020-Vokacova-Tereza-Vokacova%20BP_Analyza%20tvorby%20ceny%20elektriny%20na%20burzach.pdf?sequence=-1&isAllowed=y)
2. JABLONSKÁ, Šárka. Strategie trhu s plynem [online]. Dostupné z: [https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/90089/F3-DP-2020-Jablonska-Sarka-Strategie%20trhu%20s%20plynem\\_Jablonska.pdf?sequence=-1&isAllowed=y](https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/90089/F3-DP-2020-Jablonska-Sarka-Strategie%20trhu%20s%20plynem_Jablonska.pdf?sequence=-1&isAllowed=y)
3. Vyúčtování plynu: Jak se vyznat ve faktuře za plyn?. [online]. Dostupné z: <https://www.plyn.cz/vyuctovani-plynu-jak-se-vyznat-ve-fakture-za-plyn>
4. FIALOVÁ, Helena; FIALA, Jan. Ekonomický slovník s odborným výkladem česky a anglicky. Praha: Grada Publishing, 2014.
5. SAMUELSON, Paul A. a William D. NORDHAUS. *Ekonomie*. Praha: Svoboda, 2018.
6. VOZÁROVÁ, Kristýna. Elasticita v ekonomii [online]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/ogaxj/Bakalarska\\_prace.pdf](https://is.muni.cz/th/ogaxj/Bakalarska_prace.pdf)
7. MANKIW, N. Gregory. *Základy ekonomie*. Brno: Computer Press, 2017. ISBN
8. Elasticita poptávky. E-learning TUL [online]. [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://elearning.tul.cz/mod/resource/view.php?id=12345>
9. OTE, a.s. Krátkodobé trhy. [online]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/kratkodobe-trhy>
10. OTE, a.s. Teploty. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/typove-diagramy-dodavek-plynu/teploty?date=2022-12-01>
11. Wikipedie: Otevřená encyklopedie. 2024. „Lineární regrese.“ Poslední úprava 24. května 2024. [https://cs.wikipedia.org/wiki/Line%C3%A1rn%C3%AD\\_regrese](https://cs.wikipedia.org/wiki/Line%C3%A1rn%C3%AD_regrese).
12. Benoit, K. (2019). Log-Log Models. Dostupné z: <https://kenbenoit.net/assets/courses/ME104/logmodels2.pdf>
13. Český hydrometeorologický ústav. Historická data: Počasí - územní teploty. [online]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>