

## OSNOVA

### 1 Úvod – Co je to Valuo index

### 2 Požadavky na Valuo index

### 3 Sestavení Valuo indexu

3-1 Dělení dle typu nemovitosti

3-2 Index pro pronájmy

### 4 Výpočet Valuo indexu v jednotlivých lokalitách a podle typů a stavů nemovitostí

4-1 Typy výpočtu

4-1-1 Obecné metody pro výpočet indexu

4-1-2 Mediánový/průměrový typ

4-1-3 Repeated-sales typ

4-1-4 Hedonický typ

4-2 Naše řešení

4-2-1 Lineární hedonický model

4-3 Datové vstupy

4-3-1 Stavebně-technické atributy

4-3-2 Polohové atributy

4-3-3 Filtrace extrémů

### 5 Závěr

## 1 Valuo index

Valuo Index je inovativní nástroj pro sledování vývoje cen nemovitostí v České republice. Tento index je vytvořen s cílem poskytnout přesné a spolehlivé informace o vývoji cen bytů a domů v Česku.

## 2 Požadavky na Valuo index

**Naším cílem bylo vytvořit cenový index, který by byl srozumitelný a zároveň pokrýval co největší část trhu, s možností detailního rozdělení na menší regionální jednotky.** Z toho důvodu mají v hlavním indexu zastoupení všechny okresy, přičemž důležitost každého okresu v indexu je určena podle jeho podílu na celkovém počtu prodejů zaznamenaných v katastru nemovitostí od roku 2015 do roku 2023. Celý index je pak složen z mnoha subindexů, aby co nejvěrohodněji kopíroval, jak se prodávají nemovitosti v Česku.

Index využívá hedonické modely, které jsou doplněny o techniky geograficky a časově vážené regrese, což zvyšuje jeho přesnost a relevanci.

## 3 Sestavení Valuo indexu

Valuo index je složen ze dvou částí.

- 1) Museli jsme určit, jak měřit vývoj cen v různých lokalitách u různých typů a stavů nemovitostí.
- 2) Tyto dílčí celky jsme s odpovídajícími váhami podle podílu prodejů poskládali dohromady podobně jako v metodologii, která se používá pro výpočet míry inflace, konkrétně využitím spotřebního koše.

Pro účely našeho indexu jsme definovali spotřební koš jako soubor nemovitostí, který zahrnuje různé typy a stavy nemovitostí, a to s ohledem na jejich polohu. Složení spotřebního koše pro Valuo index odráží strukturu skutečně realizovaných prodejů dle katastru nemovitostí od roku 2015 až do roku 2023 a ukončených nabídek, které jsme využili pro rozdělení dle stavu nemovitosti a plochy u domů. Spotřební koš jsme počítali z 8letého okna, aby byl méně náchylný na případné změny.

### 3-1 Dělení dle typu nemovitosti

V každé lokalitě jsou byty i domy členěny dle velikosti a stavu. U bytů i domů je nutné váhy počítat dle ukončených nabídek v období od roku 2018 do roku 2023, protože data z katastru stav ani velikost prodaných nemovitostí neobsahují.

Stavy nemovitostí jsou děleny do 4 kategorií:

- před rekonstrukcí
- dobrý
- velmi dobrý (zde jsou zahrnuty i nemovitosti po rekonstrukci)
- novostavby

Podle velikosti se dělí nemovitosti na 3 skupiny:

- malé (byty 25-50 m<sup>2</sup>; domy 75-130 m<sup>2</sup>)
- střední (byty 51-75 m<sup>2</sup>; domy 131-200 m<sup>2</sup>)
- velké (byty 76-110 m<sup>2</sup>; domy 201-400 m<sup>2</sup>)

Byty - Valuo® index dle lokalit a typů nemovitostí

Jednotlivé kraje	Malé, Před rekonstrukcí	Malé, Dobrý	Malé, Po rekonstrukci	Malé, Novostavba	Střední, Před rekonstrukcí	Střední, Dobrý	Střední, Po rekonstrukci	Střední, Novostavba	Velké, Před rekonstrukcí	Velké, Dobrý	Velké, Po rekonstrukci	Velké, Novostavba
Hl. m. Praha	1,282 %	2,619 %	2,990 %	1,649 %	1,704 %	2,908 %	3,982 %	2,247 %	0,875 %	1,823 %	3,215 %	1,951 %
Jihočeský kraj	0,369 %	0,335 %	0,290 %	0,070 %	0,718 %	0,801 %	0,766 %	0,116 %	0,251 %	0,372 %	0,442 %	0,116 %
Jihomoravský kraj	0,565 %	0,815 %	0,868 %	0,356 %	1,093 %	1,624 %	1,885 %	0,589 %	0,360 %	0,781 %	1,165 %	0,500 %
Karlovarský kraj	0,287 %	0,308 %	0,230 %	0,048 %	0,674 %	0,817 %	0,662 %	0,094 %	0,157 %	0,361 %	0,455 %	0,094 %
Kraj Vysočina	0,192 %	0,203 %	0,147 %	0,043 %	0,465 %	0,554 %	0,494 %	0,073 %	0,116 %	0,197 %	0,215 %	0,051 %
Královéhradecký kraj	0,314 %	0,336 %	0,248 %	0,059 %	0,554 %	0,660 %	0,599 %	0,110 %	0,210 %	0,341 %	0,384 %	0,093 %
Liberecký kraj	0,295 %	0,363 %	0,279 %	0,051 %	0,413 %	0,557 %	0,505 %	0,074 %	0,144 %	0,292 %	0,342 %	0,067 %
Moravskoslezský kraj	0,531 %	0,541 %	0,401 %	0,047 %	1,023 %	1,339 %	1,530 %	0,057 %	0,223 %	0,398 %	0,549 %	0,049 %
Olomoucký kraj	0,317 %	0,379 %	0,307 %	0,131 %	0,764 %	0,937 %	0,775 %	0,215 %	0,214 %	0,353 %	0,365 %	0,144 %
Pardubický kraj	0,256 %	0,265 %	0,197 %	0,059 %	0,530 %	0,640 %	0,547 %	0,105 %	0,209 %	0,305 %	0,348 %	0,100 %
Plzeňský kraj	0,433 %	0,416 %	0,336 %	0,163 %	0,830 %	1,011 %	0,846 %	0,215 %	0,277 %	0,431 %	0,479 %	0,206 %
Středočeský kraj	0,578 %	1,013 %	0,911 %	0,414 %	0,906 %	1,512 %	1,802 %	0,695 %	0,322 %	0,756 %	1,124 %	0,580 %
Ústecký kraj	1,019 %	0,629 %	0,388 %	0,013 %	1,578 %	1,545 %	1,308 %	0,016 %	0,398 %	0,533 %	0,551 %	0,009 %
Zlínský kraj	0,270 %	0,292 %	0,231 %	0,048 %	0,617 %	0,788 %	0,693 %	0,124 %	0,153 %	0,259 %	0,325 %	0,089 %
<b>Česko</b>	<b>6,709 %</b>	<b>8,513 %</b>	<b>7,824 %</b>	<b>3,151 %</b>	<b>11,870 %</b>	<b>15,691 %</b>	<b>16,396 %</b>	<b>4,729 %</b>	<b>3,910 %</b>	<b>7,201 %</b>	<b>9,958 %</b>	<b>4,047 %</b>

### Domy - Valuo® index dle lokalit a typů nemovitostí

Jednotlivé kraje	Malé, Před rekonstrukcí	Malé, Dobrý	Malé, Po rekonstrukci	Malé, Novostavba	Střední, Před rekonstrukcí	Střední, Dobrý	Střední, Po rekonstrukci	Střední, Novostavba	Velké, Před rekonstrukcí	Velké, Dobrý	Velké, Po rekonstrukci	Velké, Novostavba
Hl. m. Praha	0,143 %	0,233 %	0,141 %	0,172 %	0,186 %	0,396 %	0,356 %	0,365 %	0,148 %	0,473 %	0,550 %	0,218 %
Jihočeský kraj	0,912 %	0,844 %	0,318 %	0,311 %	0,724 %	0,874 %	0,514 %	0,271 %	0,563 %	0,818 %	0,583 %	0,183 %
Jihomoravský kraj	1,571 %	1,522 %	0,672 %	0,634 %	1,210 %	1,592 %	0,992 %	0,678 %	0,743 %	1,278 %	0,857 %	0,309 %
Karlovarský kraj	0,186 %	0,235 %	0,089 %	0,087 %	0,278 %	0,361 %	0,219 %	0,118 %	0,282 %	0,466 %	0,313 %	0,078 %
Kraj Vysočina	0,912 %	0,671 %	0,206 %	0,128 %	0,642 %	0,698 %	0,280 %	0,168 %	0,437 %	0,541 %	0,283 %	0,071 %
Královéhradecký kraj	0,822 %	0,634 %	0,213 %	0,214 %	0,732 %	0,786 %	0,339 %	0,196 %	0,480 %	0,753 %	0,351 %	0,085 %
Liberecký kraj	0,345 %	0,362 %	0,185 %	0,127 %	0,507 %	0,640 %	0,343 %	0,140 %	0,468 %	0,752 %	0,406 %	0,078 %
Moravskoslezský kraj	0,597 %	0,775 %	0,391 %	0,626 %	0,793 %	1,201 %	0,642 %	0,347 %	0,558 %	0,968 %	0,670 %	0,155 %
Olomoucký kraj	0,921 %	0,749 %	0,282 %	0,250 %	0,800 %	0,943 %	0,374 %	0,190 %	0,542 %	0,711 %	0,351 %	0,094 %
Pardubický kraj	0,872 %	0,716 %	0,255 %	0,351 %	0,767 %	0,741 %	0,351 %	0,186 %	0,524 %	0,589 %	0,297 %	0,064 %
Plzeňský kraj	0,934 %	0,856 %	0,280 %	0,335 %	0,695 %	0,787 %	0,473 %	0,249 %	0,498 %	0,705 %	0,460 %	0,133 %
Středočeský kraj	2,152 %	2,256 %	1,293 %	1,989 %	1,529 %	2,144 %	1,871 %	1,894 %	0,927 %	1,597 %	1,897 %	1,084 %
Ústecký kraj	0,861 %	0,901 %	0,342 %	0,245 %	0,872 %	1,162 %	0,503 %	0,228 %	0,804 %	1,083 %	0,562 %	0,086 %
Zlínský kraj	0,885 %	0,822 %	0,260 %	0,115 %	0,643 %	0,779 %	0,402 %	0,131 %	0,426 %	0,689 %	0,367 %	0,094 %
<b>Česko</b>	<b>12,111 %</b>	<b>11,576 %</b>	<b>4,926 %</b>	<b>5,584 %</b>	<b>10,377 %</b>	<b>13,105 %</b>	<b>7,659 %</b>	<b>5,161 %</b>	<b>7,400 %</b>	<b>11,423 %</b>	<b>7,948 %</b>	<b>2,732 %</b>

## 3-2 Index pro pronájmy

Index pro pronájmy používá různé váhy pro jednotlivé okresy, které jsou stanoveny na základě počtu nabídek ukončených mezi lety 2018 a 2023. Počty pro jednotlivé kategorie jsme zjišťovali stejně jako u indexu pro prodejní ceny bytů. Oproti prodejmům ale uvádíme jen 3 kategorie dle stavů, a to dobrý, velmi dobrý a novostavby. Je to tím, že byty před rekonstrukcí se pronajímají velmi zřídka.

### Pronájmy - Valuo® index dle lokalit a typů nemovitostí

Jednotlivé kraje	Malé, Dobrý	Malé, Po rekonstrukci	Malé, Novostavba	Střední, Dobrý	Střední, Po rekonstrukci	Střední, Novostavba	Velké, Dobrý	Velké, Po rekonstrukci	Velké, Novostavba
Hl. m. Praha	5,838 %	8,647 %	3,076 %	3,975 %	7,408 %	3,224 %	2,160 %	4,607 %	1,232 %
Jihočeský kraj	0,483 %	0,606 %	0,150 %	0,490 %	0,657 %	0,173 %	0,166 %	0,263 %	0,049 %
Jihomoravský kraj	1,769 %	2,902 %	0,987 %	1,270 %	2,211 %	0,696 %	0,472 %	0,921 %	0,242 %
Karlovarský kraj	0,309 %	0,308 %	0,024 %	0,351 %	0,365 %	0,028 %	0,098 %	0,127 %	0,013 %
Kraj Vysočina	0,247 %	0,207 %	0,070 %	0,283 %	0,290 %	0,060 %	0,091 %	0,106 %	0,023 %
Královéhradecký kraj	0,501 %	0,521 %	0,101 %	0,434 %	0,494 %	0,116 %	0,168 %	0,198 %	0,039 %
Liberecký kraj	0,605 %	0,694 %	0,040 %	0,443 %	0,577 %	0,060 %	0,155 %	0,210 %	0,031 %
Moravskoslezský kraj	2,632 %	1,811 %	0,114 %	3,244 %	1,877 %	0,144 %	0,563 %	0,506 %	0,064 %
Olomoucký kraj	0,737 %	0,735 %	0,350 %	0,743 %	0,799 %	0,280 %	0,213 %	0,252 %	0,087 %
Pardubický kraj	0,451 %	0,459 %	0,129 %	0,435 %	0,492 %	0,115 %	0,142 %	0,176 %	0,030 %
Plzeňský kraj	0,685 %	0,836 %	0,330 %	0,648 %	0,837 %	0,316 %	0,254 %	0,317 %	0,092 %
Středočeský kraj	1,169 %	1,452 %	0,558 %	0,906 %	1,283 %	0,478 %	0,337 %	0,515 %	0,148 %
Ústecký kraj	1,222 %	1,097 %	0,021 %	1,241 %	1,237 %	0,018 %	0,286 %	0,339 %	0,020 %
Zlínský kraj	0,428 %	0,561 %	0,132 %	0,419 %	0,673 %	0,121 %	0,118 %	0,229 %	0,037 %
<b>Česko</b>	<b>17,076 %</b>	<b>20,837 %</b>	<b>6,081 %</b>	<b>14,883 %</b>	<b>19,199 %</b>	<b>5,828 %</b>	<b>5,224 %</b>	<b>8,765 %</b>	<b>2,108 %</b>

## 4 Výpočet Valuo indexu v jednotlivých lokalitách a podle typů a stavů nemovitostí

Na realitním trhu se často setkáváme s problémem nedostatku dat, zejména v oblastech s malým počtem uskutečněných prodejů. Tento nedostatek komplikuje metodiku výpočtu cenových indexů, protože vyžaduje odhady neúplných nebo chybějících dat. Další výzvou je různorodost nemovitostí, která ztěžuje sestavení spolehlivého cenového indexu. Proto je pro takový index důležité, aby buď vycházel z co nejhomogennějšího vzorku nemovitostí nebo aby dokázal zohlednit jednotlivé rozdíly ve vlastnostech.

## 4-1 Typy výpočtu

### 4-1-1 Obecné metody pro výpočet index

Před výpočtem indexu bylo klíčové určit nejvhodnější typ indexu. Na výběr jsme měli ze tří základních, které se liší zejména ve složitosti a v předpokladech, které kladou na vstupní data. Právě vstupní data dělají z cenového indexu pak to, co tento index reálně reprezentuje.

### 4-1-2 Mediánový/průměrový typ

Mediánový typ indexu je nejjednodušší, spočívá v podstatě ve zprůměrování dostupných dat. Výsledkem je pak souhrn hodnot prvků, které mezi sebou nemusejí být optimálně váženy. To znamená, že pro konstrukci indexu takového typu je třeba dostatek velmi podobných nemovitostí.

Takovýto index reprezentuje průměr ze vzorku, u kterého se předpokládá homogenita, což v praxi nelze 100% dodržet. Zvláště v případě realitního trhu, který je ze strany nabídky i poptávky silně heterogenní. Právě předpoklad dostatečné homogenity vzorku dělá tento přístup nevěrohodný pro přesné stanovení cenové hladiny.

### 4-1-3 Repeated-sales typ

Tento typ cenového indexu se opírá o opakovaný prodej téže nemovitosti. Pro jeho sestavení lze využít pouze ty nemovitosti, které byly prodány vícekrát v různých časových obdobích bez změny jejich klíčových vlastností. Je důležité, aby časový odstup mezi jednotlivými prodejmi nebyl příliš dlouhý.

Na rozdíl od předchozího typu indexu, kdy šlo o průměrování za předpokladu co nejpodobnějších nemovitostí, se zde porovnávají pouze cenové rozdíly, a to za předpokladu, že atributy nemovitosti zůstaly stejné. Problémem tohoto indexu je najít nemovitosti s identickými vlastnostmi, které byly prodány v rozumných časových intervalech.

### 4-1-4 Hedonický typ

Tento index vychází z hedonického přístupu, který vychází z teorie odhalených preferencí. Tato teorie předpokládá, že preference kupujících mohou být odvozeny z jejich nákupních rozhodnutí na trhu. V kontextu realitního trhu, hedonický model zkoumá, jak různé vlastnosti nemovitosti, jako jsou typ (zda se jedná o byt nebo dům) nebo stav, přispívají k její ceně.

Hedonický přístup naznačuje, že celková hodnota nemovitosti je souhrnem hodnot jednotlivých vlastností, které tato nemovitost nabízí. Stanovení těchto vlastností umožňuje odhadnout, jaký finanční přínos má každá z nich k celkové ceně nemovitosti.

## 4-2 Naše řešení

**Pro výpočet Valuo indexu jsme se rozhodli použít lineární hedonický model. Tento model pracuje s předpokladem, že mezi vstupními proměnnými (tj. charakteristikami nemovitosti) a jejich tržní cenou (výstupní proměnná) existuje přímý vztah.**

Navíc jsou vstupní data pro výpočet indexu vážena dle časové a prostorové vzdálenosti. To znamená, že při vytváření indexu pro určitý čas a místo jsou důležitější ty transakce, které jsou novější a geograficky bližší. Díky tomu máme možnost sledovat vývoj inzerovaných a realizovaných cen v jednotlivých krajích, a to až na úroveň obcí nebo městských částí, a tyto ceny pak mezi sebou porovnávat.

## 4-2-1 Lineární hedonický model

Vychází ze základní rovnice:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{ik} + \epsilon_i$$

kde  $y_i$  je cena  $i$ -té nemovitosti,  $\beta_0$  je intercept (posun na ose  $y$ ),  $\beta_k$  je koeficient pro prediktor  $k$ ,  $x_k$  hodnota atributu  $k$ , a  $\epsilon$  je reziduum odpovídající Gaussovu rozdělení. Tuto rovnici je potřeba co nejlépe fitnout pro každý datový bod  $i$ , aby byly rezidua  $\epsilon_i$  co nejmenší. Tímto obdržíme odhady koeficientů  $\hat{\beta}_0, \dots, \hat{\beta}_K$ , které lze využít poté v predikční funkci, která má podobu:

$$\hat{p}(\mathbf{x}_i) = \hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \sum_{k=1}^K \hat{\beta}_k x_{ik}$$

**Metodologicky se tvorba Valuo indexu dá rozdělit do 3 fází:**

- V první fázi hraje roli příprava dat a odstranění extrémů.
- Ve druhé fázi jsou data využita pro odhad vnitřních parametrů jednotlivých hedonických modelů. Tyto dvě fáze probíhají v podstatě každý měsíc při aktualizaci indexů.
- Poslední fáze pak slouží k sestavení indexu pro konkrétní parametry.

## 4-3 Datové vstupy

**Pro konstrukci cenových indexů jsou zapotřebí vstupní data. Náš cenový index vychází z několika datových zdrojů:**

- ČÚZK k získávání skutečných cenových údajů realizovaných prodejů,
- realitní inzerci pro získání atributů k těmto prodejům,
- ČSÚ pro získávání statistických dat,
- Policie ČR pro získání údajů o kriminalitě.

Údaje mezi ČÚZK a realitní inzercí jsou napárovány ručně, zbytek je propojen skrze obecné identifikátory. Ze statistického pohledu pak rozlišujeme 2 typy atributů: stavebně-technické a polohové.

### 4-3-1 Stavebně-technické atributy

Stavebně-technické atributy zahrnují všechny vlastnosti nemovitosti, které lze upravit nebo změnit prostřednictvím stavebních nebo technických zásahů.

Náš index používá obecně pro všechny typy nemovitostí podlahovou plochu, plochu sklepa a naše manuální hodnocení, zda je k dispozici garáž, parkoviště a zda se jedná o novostavbu. Pro prodeje bytů navíc bereme v potaz druh vlastnictví (soukromé, družstevní). U domů pak zohledňujeme plochu pozemku a typ domu (rodinný, vila, chata, chalupa).

### 4-3-2 Polohové atributy

Mezi polohové atributy patří vlastnosti, které popisují lokalitu, kde se nemovitost nachází, ale daná nemovitost je v podstatě nijak neovlivňuje. Pro nás tyto atributy vycházejí převážně z oficiálních veřejných statistik.

Konkrétně se jedná o demografické údaje (hustota osídlení, průměrný věk, složení populace dle věku, porodnost, úmrtnost či migrace), kriminalitu (přestupky, krádeže, loupeže), obchodní data (počty firem dle subjektu podnikání) a plochu oblasti.

### 4-3-3 Filtrace extrémů

Extrémy v datech odstraňujeme pomocí několika metod. Prvním způsobem, který je běžný pro všechny typy cenových indexů, je filtrování pomocí směrodatné odchylky z cen, z nichž byl odstraněn trend. To znamená, že nejprve určíme trend cen pro specifické časové období a poté odstraníme záznamy, které se od tohoto trendu liší o více než standardní směrodatnou odchylku, typicky se jedná o 1-2 % záznamů.

Druhým způsobem je specifická filtrace, která zohledňuje rozdíl mezi nabídkovou a skutečnou cenou nemovitosti. Pokud je tento rozdíl ve vztahu k celkové ceně nemovitosti příliš vysoký, příslušný záznam je vyřazen. Zde se jedná obvykle o méně než 1% dat. Tento filtr se neuplatňuje u nájmu, kde jsou rozdíly mezi realizovanými a nabídkovými cenami velmi malé.

## 5 Závěr

**Valuo index je nástrojem pro sledování tržních trendů v oblasti nemovitostí v České republice. Inspirací pro jeho vytvoření byl index inflace, který využívá konceptu "spotřebního koše" adaptovaného na realitní trh podle počtu realizovaných prodejů dle katastru od roku 2015 do 2023.**

Valuo index je aktualizován pravidelně každý měsíc po zveřejnění údajů katastru o prodaných nemovitostech za předchozí období. Je však třeba mít na paměti, že index reflektuje skutečné prodeje. Mezi dohodou o prodeji a zaznamenáním kupní smlouvy v katastru může uplynout zpoždění 2 až 3 měsíce. Tento index nevyjadřuje konkrétní hodnoty v Kč nebo za m<sup>2</sup>, ale ukazuje procentuální změnu cen v určitém časovém období, což přináší užitečný přehled o trendech bez nutnosti přímého porovnávání absolutních cen. Při konstrukci Valuo indexu jsme kladli důraz na reprezentativnost a široký záběr trhu, toho jsme dosáhli zahrnutím všech okresů České republiky s odpovídajícími váhami podle podílu prodejů. Tímto je také zajištěna jeho vysoká věrohodnost a schopnost detailně mapovat cenové pohyby na lokální úrovni prostřednictvím stovek subindexů.