VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINNERING
DEPARTMENT OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

NÁKLADOVÝ MODEL ŽIVOTNÍHO CYKLU BYTOVÉHO DOMU
LIFE CYCLE COST MODEL OF AN APARTMENT BUILDING

DISERTAČNÍ PRÁCE
DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE / AUTHOR — Ing. MILADA GALATÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE / SUPERVISOR — doc. Ing. LEONORA MARKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013

Abstrakt

Disertační práce Nákladový model životního cyklu bytového domu zahrnuje proces modelování od jeho definování v teoretické úrovni až po jeho testování pro praktické využití, měření jeho chyby a vypovídací schopnosti. Cílem je sestavit model pro simulace cen bytových domů ve fázi jejich pořízení a následně pro simulaci nákladů životního cyklu při předem definovaných podmínkách. Metodou pro tvorbu modelu bude stanovení vhodného reprezentanta, nastavení vstupních parametrů a definování podmínek za jakých bude fungovat. Posledním krokem bude otestovat vytvořený model a zjistit jeho chyby. Sestavení modelu bude vycházet z matematicko – statistických metod. Další výzkumnou metodou bude vytvoření několika případových studií, které budou nákladový model dále upravovat a rozšiřovat jeho využitelnost.

Klíčová slova

Nákladový model, modelování a simulace, náklady životního cyklu budovy, rozpočet bytového domu, materiálové substituce, funkční díl

Abstract

Doctoral thesis Life cycle cost model of an apartment building includes the process of modeling, starting with the theoretical definition and ending up with testing it for practical usage, the error measurement and its recalling abilities. The aim is to construct a model for simulating the life cycle costs of an apartment building during the phase of purchasing it followed with the simulation of life cycle costs having the conditions defined in advance. The method of the model construction shall be found in stating an appropriate representative, setting the entrance parameters and defining the condition under which it is supposed to work. The last step is to test the created model in order to find possible mistakes. Mathematically-statistical methods shall be used for setting the model. Another researching method comprises of creating several exemplary studies which shall correct the costs model and expand its applicability.

Keywords

Cost model, Modeling and Simulation, Building Life Cycle Costs, Costing Apartment Building, Material substitution, Functional Part

Obsah

Úvod 4
Současný stav řešené problematiky 4
1. Postup modelování 5
1.1. Shrnutí teoretických poznatků 5
1.2. Sběr a úprava vstupních dat, seřazení 5
1.3. Export dat a tvorba modelu 6
1.4. Porovnání BD 7
1.4.1. Výpočet aritmetického průměru 7
1.4.2. Variantní řešení 7
1.4.2.1. Model - Varianta 1 7
Kontrola a testování modelu (Varianta 1) 11
Vyhodnocení (Varianta 1) 11
1.4.2.2. Model – Varianta 5 14
Vyhodnocení (Varianta 5) 18
1.5. Životnost modelu 20
Závěr 21
Seznam použité literatury 22

Úvod

Disertační práce Nákladový model životního cyklu bytového domu zahrnuje proces modelování od jeho definování a vymezení postupů modelování v teoretické úrovni až po jeho testování pro praktické využití a měření jeho vypovídací schopnosti. Cílem praktické části bude sestavit model pro simulace cen bytových domů ve fázi jejich pořízení a následně pro simulaci nákladů životního cyklu při předem definovaných podmínkách. Metodou pro tvorbu modelu bude stanovení vhodného reprezentanta, nastavení vstupních parametrů a definování podmínek za jakých bude fungovat. Posledním krokem bude vytvořený model otestovat pro zjištění jeho chyby. Vstupní údaje pro výpočty budou zajištěny z reálných hodnot stavebních objektů vybavených dokumentací odpovídající nárokům na projektovou dokumentaci při přípravě stavebního díla ve fázi podkladů ke smlouvě o dílo, nebo ve fázi jeho realizace. Pro výpočty bude vybraný vhodný software, který vyplyne z testování dostupných programů. Pro ocenění ve fázi pořízení jsou to programy pro rozpočtování ve stavebnictví a dostupné na současném trhu, pro simulování nákladů životního cyklu to bude software, který je výstupem z výzkumného záměru VVZ MSM 0021630511. Variantní řešení budou substituce vybraných materiálů. Výstupy z nákladového modelu mohou být podkladem pro rozhodování o investičních nákladech a jejich rozložení v čase v návaznosti na stavebně technické vlastnosti a na ekonomické podmínky stavebního díla, v tomto případě reprezentanta bytového domu. Model umožní simulace pořizovací ceny bytového domu a může být nástrojem pro uživatele při rozhodování v alternativním stavebně technickým řešením s ekonomickým vyhodnocením.

Současný stav řešené problematiky

V současnosti je jediných prostředkem pro rychlé zjištění orientační ceny stavebního objektu ve fázi před jeho realizací rozpočtový ukazatel. Tento ukazatel je základním prvkem pro prvotní výpočet ceny staveb zatříděných do Jednotné klasifikace stavebních objektů (JKSO). Rozpočtový ukazatel vychází z realizovaných stavebních objektů a obsahuje pouze základní rozpočtové náklady. Měrnou jednotkou u bytových domů je množství m3 obestavěného prostoru. Ukazatel udává hodnotu v Kč/m3 a jeho přesnost vychází z minimálních údajů o stavbě, proto je nutné k němu přistupovat jako k informativní veličině. Odchylka od skutečné budoucí ceny se odhaduje na ±15 %, ale může dosáhnout hodnoty až 25 % v závislosti na technické a technologické náročnosti konkrétní stavby a standardu jejího vybavení.

1. Postup modelování

1.1.Shrnutí teoretických poznatků

Teoretická část práce popisuje metody a možnosti modelování, simulace a použití simulačního modelu. Všechny informace poslouží k vytvoření a sestavení modelu podle jistých předepsaných či doporučených postupů. Postup sestavení modelu proběhne podle těchto jednotlivých kroků:

- Sběr a úprava vstupních dat, seřazení dat
- Export dat a tvorba modelu
- Porovnání bytových domů
    - Výpočet aritmetického průměru
    - Variantní řešení
      Popis
      Kontrola a testování modelu
      Vyhodnocení

1.2. Sběr a úprava vstupních dat, seřazení

Vstupní data pro vytvoření modelu bytového domu (dále BD) jsou rozpočty bytových domů. Pro tvorbu modelu bylo nashromážděno celkem 30 rozpočtů. Rozpočty byly importovány do programu KROS, firmy URS Praha. Dále proběhla kontrola struktury rozpočtu a jednotlivých položek, konstrukčního systému, velikosti a účelu objektu. Z těchto rozpočtů byly vyřazeny nevhodné, např. z důvodů velkého množství nekalkulovaných cen, agregovaných položek, rozlišného konstrukčního systému, dále kvůli nedostatečným nebo chybějícím výkresovým podkladům nebo nepřiměřené velikosti vzhledem k většině vybraných objektů.

Po kontrole a redukci zůstalo celkem 20 rozpočtů, které byly seřazeny vzestupně podle ceny. Každý z rozpočtů byl dále převeden do cenové úrovně 2011. I a byly nahrazeny položky nekalkulované či z jiného ceníku (jiný kód TSKP). Pro potřeby výpočtu nákladů životního cyklu byly všechny rozpočty převedeny ze Stavebních dílů do struktury Funkčních dílů (dále FD) pro využití k výpočtu nákladů životního cyklu.

Shrnutí úprav rozpočtů pro tvorbu modelu BD:

- Import do programu KROS (URS Praha)
- Kontrola rozpočtů a vyřazení nevyhovujících rozpočtů
- Seřazení rozpočtů vzestupně dle ceny
- Úprava jednotlivých rozpočtů (oprava nekalkulovaných položek)
- Přepočet na cenovou úroveň 2011. I
- Převod do struktury funkčních dílů
- Export do MS Office Excel

Přehled bytových domů a jejich základních charakteristik je uveden v tabulce č. 1:

č	Název stavby BD	Celková cena [Kč]	RU	P	bytů	OP[m3]	UP[m2]	ZP[m2]
01	BD Nížkovice	6 440 477,00	2 994	3	6	2 151	430	194
02	BD Velké Pavlovice	8 779 824,00	3 723	3	6	2 358	537	225
03	BD Velešín	16 630 068,00	3 300	3	21	5 040	1 215	504
04	BD Úherce	16 962 339,00	4 303	3	16	3 942	933	394
05	BD Praha Viladomy	26 910 281,00	4 278	4	20	6291	1566	563
06	BD Svitavy B (dům O)	27 579 914,00	4 503	4	25	6 125	1 255	357
07	BD Pardubice	33 304 406,00	4 320	4	46	7 710	1 720	659
08	BD Ol. Horní Hejčínská A	35 886 765,00	3 477	4	24	10 320	2 794	861
09	BD Vyškov A	36 353 524,00	4 481	5	27	8 113	2 172	508
10	BD Bruntál	36 383 780,00	4 277	4	27	8 507	2 122	768
11	BD Brno Líšeň	41 298 248,00	3 296	3	16	12 530	3 481	1 926
12	BD Praha Kyje 06	41 376 265,00	4 268	4	26	9 694	1 928	884
13	BD Čelechovice	46 453 278,00	5 095	3	48	9 117	2 850	1 013
14	BD Prostějov	46 625 155,00	3 271	3	48	14 256	3 351	1 107
15	BD Praha Kyje 01	57 361 833,00	4 267	4	39	13 444	3082	1109
16	BD Dalejské Výhledy	58 315 987,00	4 390	5	38	13 283	3456	1010
17	BD Praha Kyje 05	59 043 283,00	4 103	4	39	14 391	2862	1315
18	BD Hostivice	68 013 314,00	5 322	6	51	12 780	2 572	670
19	BD Ol. Horní Lán	74 145 374,00	4 058	4	38	18 270	4 602	1 010
20	BD Ol. Pražská Západní B1	105 193 677,00	3 542	7	80	29 700	8 568	1 350

Tab. č. 1 Přehled bytových domů a jejich charakteristika

Tabulka obsahuje pořadové číslo a název stavby BD, celkovou cenu v Kč, Rozpočtový ukazatel (RU) v Kč/m3, počet podlaží (P) a počet bytů, a dále údaje jako obestavěný prostor (OP) v m3, užitnou (UP) a zastavěnou plochu (ZP) v m2.

1.3. Export dat a tvorba modelu

Pro další práci na modelu byly rozpočty bytových domů exportovány do programu Office Excel v následující sestavě:

- Krycí list rozpočtu
- Rekapitulace rozpočtu
- Rozpočet
- Krycí list kalkulace
- Rekapitulace kalkulace
- Kalkulace standard a dvouřádková
- Kalkulace s rozbory
- Oceňovací podklady a limitky

1.4. Porovnání BD

Všechny rozpočty bytových domů byly následně seřazeny v jednom dokumentu k porovnání. Pro porovnání bylo využito rekapitulace rozpočtu s cenou za funkční díly a celkovou cenou.
Následně byl vypočítán aritmetický průměr a vznikly dvě varianty a několik stupňů modelu. Variantní řešení je popsáno v následujících kapitolách.

1.4.1. Výpočet aritmetického průměru

Ze seřazených rozpočtů byl vypočítán z hodnot ceny za FD a celkové ceny aritmetický průměr. Průměr byl počítán ze součtu FD všech BD a dělen počtem hodnot, které ve FD dané rozpočty obsahují. Například zemní práce obsahují všechny rozpočty, proto je součet hodnoty FD F0110 Základy včetně výkopů dělen počtem 20. Naproti tomu FD F1010 Oplocení obsahují pouze dva rozpočty, proto je součet hodnoty FD Oplocení dělen počtem 2.
Výsledný model je průměrnou hodnotou za každý FD, celkový počet FD je 37. Přehled FD a rozpočtů s výsledným aritmetickým průměrem je vidět v tabulce č. 2.

1.4.2. Variantní řešení

1.4.2.1. Model - Varianta 1

Popis
V první variantě bylo vybráno a seřazeno 20 rozpočtů bytových domů. Byla vypočítána průměrná hodnota z ceny funkčních dílů a stanovena celková cena průměrovaného bytového domu. Celkový počet FD modelového bytového domu je 37. V první variantě je umožněno počítat celkovou cenu za FD a za BD měníme-li množství m3 obestavěného prostoru (dále OP) obdobně jako u výpočtu rozpočtového ukazatele. Průměrný OP pro model přepočítá cenu za FD na jednotku Kč/m3 a celková cena se přepočítá zpětným vynásobením množstvím m3 OP modelovaného BD. Navíc byla k modelu přidána funkce A/N, kdy si můžeme u modelového rozpočtu volit, zda daný FD bude model obsahovat či nikoli. Tato pomůcka slouží k tomu, aby zpřesnila celkovou cenu tím, že se vynulují ceny FD, který modelovaný BD dům neobsahuje.

Srovnání je zobrazeno v tabulce č. 2 Srovnání bytových domů varianta 1.

První sloupec Kód obsahuje označení FD, sloupec Popis je název FD, dalších 20 sloupců jsou hodnoty za FD všech 20 bytových domů v Kč. Poslední sloupec je aritmetický průměr v Kč.

Kód	Popis	BD 01	BD 02	BD 03	BD 04	BD 05	BD 06	BD 07
		[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]
F0110	Základy včetně výkopů	396 308,48	504 257,90	874 074,75	546 612,57	2 128 789,61	3 297 421,44	2 260 232,05
F0120	Hydroizolace spodní stavby	62 083,30	85 160,42	218 707,42	131 194,01	652 666,26	184 004,84	202 862,45
F0210	Svislé nosné a obvodové zděné konstrukce	1 294 346,82	1 179 155,49	3 873 892,06	3 048 500,36	4 417 412,56	3 675 735,32	4 453 054,11
F0220	Příčky a dělící stěny	142 004,93	172 290,86	913 683,90	455 989,06	594 214,21	1 113 256,83	945 779,88
F0230	Komíny	95 475,47	83 357,31		179 379,62	1 493,57		
F0310	Stropní konstrukce	565 280,30	878 028,25	2 857 810,22	1 430 276,28	4 013 820,65	3 602 017,23	2 480 620,79
F0320	Balkóny	58 930,02	164 191,12			893 633,00	362 163,07	
F0340	Schodiště	162 440,10	125 621,58	279 587,85	154 110,93	294 308,33	324 090,52	409 675,86
F0410	Střecha, kompletní skladba konstrukce vč. izolace	449 830,15	544 902,05	729 598,19	1 877 839,84	485 171,43	890 640,40	1 162 870,99
F0420	Střešní okna, světlíky a průlezy	113 090,03	131 789,22	49 266,39	480,00	30 033,95	216 858,83	
F0430	Krytina střechy	172 683,48	134 536,96	177 698,19	340 422,44	288 777,75	239 803,85	746 545,98
F0440	Odvodnění střechy	27 481,02	25 024,43	13 119,52	99 365,00	228 741,97	241 065,82	67 784,00
F0510	Povrchy vnitřních stěn - omítky, malby	419 554,80	469 779,07	1 581 638,47	1 375 517,68	1 402 834,82	1 707 914,02	2 340 628,56
F0520	Povrchy vnitřních stěn - obklady, izolace	148 968,54	199 991,05	457 922,76	314 388,69	293 314,84	386 132,77	803 558,91
F0530	Povrchy vnějších stěn - omítky, zateplení fasády	264 832,70	586 123,10	524 319,93	341 134,65	1 158 683,83	1 901 051,32	3 425 740,30
F0540	Povrchy vnějších stěn - obklady			74 797,25			93 565,79	
F0560	Podhledy montované	78 077,00	137 528,25	5 194,37		4 018,22	234 118,87	655 826,61
F0610	Dveře vnitřní	239 862,84	259 544,81	841 513,34	510 126,50	760 561,40	671 994,27	1 412 328,38
F0620	Dveře vnější	77 969,71	12 434,67	31 093,79	27 239,04	35 000,00	172 224,28	301 480,70
F0630	Vrata							
F0640	Okna,balkonové dveře	330 368,32	546 415,57	1 010 643,66	728 473,25	774 730,56	838 187,00	1 421 323,66
F0710	Podlahy	437 389,38	881 418,30	1 890 717,03	1 309 473,20	2 170 577,58	1 584 693,20	2 007 783,61
F0811	Vodovod vnitřní	51 000,00					618 963,82	632 440,00
F0812	Kanalizace vnitřní	44 400,00			79 700,00		227 084,38	314 900,00
F0813	Zařizovací předměty	126 300,00	424 440,00		858 700,00	1 915 000,00	757 030,16	1 197 460,00
F0821	Rozvody ÚT	450 000,00	448 020,00		777 800,00	1 242 000,00	1 443 684,13	1 337 900,00
F0830	Klimatizace, vzduchotechnika		82 530,00		142 500,00	202 300,00	376 700,00	861 040,00
F0840	Instalace plynu	21 800,00						
F0851	Elektroinstalace a slaboproudé rozvody	210 000,00	495 180,00		589 300,00	2 006 900,00	1 436 700,00	1 921 300,00
F0852	Hromosvod					94 300,00		
F0862	Požární zabezpečení = EPS					166 310,00		
F0870	Výtahy, plošiny							976 426,90
F1010	Oplocení		94 711,20					
F0930	Okapové chodníky, předložené schody		37 550,10			187 956,74	60 010,61	135 795,00
F0940	Vybavení kuchyní, vestavěné skříně				609 116,17		466 112,00	775 547,00
F1110	Kompletace		75 842,21	224 788,56	1 034 700,00	466 729,33	456 689,56	53 500,00
F2040	Zařízení staveniště							
	CENA CELKEM [CZK]	6 440 478,00	8 779 824,00	16 630 068,00	16 962 340,00	26 910 281,00	27 579 915,00	33 304 406,00

Kód	Popis	BD 08	BD 09	BD 10	BD 11	BD 12	BD 13	BD 14
		[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]
F0110	Základy včetně výkopů	3 556 703,62	8 263 167,46	2 130 808,21	2 500 828,65	2 836 744,25	4 748 302,02	3 175 068,23
F0120	Hydroizolace spodní stavby	303 145,23	344 236,20	595 459,02	818 082,61	735 990,40	971 843,79	1 020 833,46
F0210	Svislé nosné a obvodové zděné konstrukce	5 053 456,20	5 004 193,96	5 434 151,70	7 536 430,91	5 557 231,62	8 280 157,61	8 355 759,48
F0220	Příčky a dělící stěny	1 051 109,60	800 021,27	547 930,86	1 001 725,52	1 784 287,39	876 604,94	576 749,33
F0230	Komíny		176 954,64		142 759,73	152 510,50		
F0310	Stropní konstrukce	5 945 371,95	5 670 196,32	3 427 648,56	6 095 431,08	6 502 422,34	5 156 433,56	5 819 550,97
F0320	Balkóny	518 210,00	247 057,77	836 444,25	565 735,00	1 113 396,50		889 641,14
F0340	Schodiště	478 579,10	220 559,70	388 280,49	1 149 252,36	643 923,77	642 653,06	366 699,06
F0410	Střecha, kompletní skladba konstrukce vč. izolace	41 990,95	869 495,07	1 469 935,64	727 677,88	788 970,26	910 906,92	1 136 107,61
F0420	Střešní okna, světlíky a průlezy	14 151,59	23 240,00	310 133,96	238 893,23	141 515,90		6 338,86
F0430	Krytina střechy	341 586,31	900 820,01	1 061 248,22	348 537,83	419 122,88	895 371,94	1 295 927,70
F0440	Odvodnění střechy	188 026,45	95 232,48	715 884,18	94 216,58	428 189,62	148 063,75	144 247,93
F0510	Povrchy vnitřních stěn - omítky, malby	1 846 583,50	1 927 021,84	1 684 424,58	3 304 045,47	2 231 242,75	3 238 876,50	2 651 313,93
F0520	Povrchy vnitřních stěn - obklady, izolace	423 487,38	356 572,01	490 719,97	600 045,36	383 993,31	1 048 688,34	810 647,29
F0530	Povrchy vnějších stěn - omítky, zateplení fasády	1 262 901,90	474 416,65	2 252 766,99	1 689 215,30	1 620 323,32	1 420 554,14	1 991 043,60
F0540	Povrchy vnějších stěn - obklady							
F0560	Podhledy montované	31 138,65	43 282,98	625 500,25	653 366,50	557 698,43	248 893,23	637 016,12
F0610	Dveře vnitřní	1 061 880,73	758 231,29	1 133 769,42	950 683,56	1 211 273,34	1 666 048,70	1 566 150,45
F0620	Dveře vnější	637 215,01	73 914,46			166 968,40	114 534,98	234 101,28
F0630	Vrata	66 671,77	65 857,00		101 959,40	35 633,50		35 992,94
F0640	Okna,balkonové dveře	1 185 462,72	1 818 248,63	3 100 913,25	1 323 758,64	1 479 711,09	1 882 452,18	1 434 793,30
F0710	Podlahy	4 328 551,78	3 194 541,79	2 169 357,67	3 498 481,86	3 575 486,88	3 306 153,70	3 319 926,06
F0811	Vodovod vnitřní		715 500,00	454 100,00			1 165 300,00	701 600,00
F0812	Kanalizace vnitřní		263 238,00	242 800,00			1 055 600,00	474 400,00
F0813	Zařizovací předměty	2 528 700,00	523 500,00	959 000,00	1 536 000,00	2 807 300,00	49 270,00	1 320 013,00
F0821	Rozvody ÚT	1 505 900,00	1 227 300,00	1 267 400,00	2 208 000,00	1 353 600,00	1 426 800,00	1 812 200,00
F0830	Klimatizace, vzduchotechnika	557 200,00	107 294,00	450 255,00	229 600,00	604 122,88	968 900,00	725 550,00
F0840	Instalace plynu		187 300,00	29 300,00		223 300,00	32 600,00	39 300,00
F0851	Elektroinstalace a slaboproudé rozvody	1 297 100,00	1 314 600,00	2 899 400,00	1 774 900,00	2 180 000,00	2 475 900,00	2 899 400,00
F0852	Hromosvod					92 400,00		
F0862	Požární zabezpečení = EPS				38 400,00	307 400,00		
F0870	Výtahy, plošiny	890 000,00	687 530,00	960 000,00	1 276 800,00		644 000,00	715 000,00
F1010	Oplocení							
F0930	Okapové chodníky, předložené schody	47 227,50		53 043,20		185 578,27		349 535,90
F0940	Vybavení kuchyní, vestavěné skříně			22 977,00			2 283 302,00	1 479 852,00
F1110	Kompletace	724 413,25		670 127,50	893 420,72	1 255 927,27	795 066,47	640 395,50
F2040	Zařízení staveniště							
	CENA CELKEM [CZK]	35 886 766,00	36 353 524,00	36 383 780,00	41 298 249,00	41 376 265,00	46 453 278,00	46 625 156,00

Kód	Popis	BD 15	BD 16	BD 17	BD 18	BD 19	BD 20	BD Ø [CZK]
		[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]	[CZK]	
F0110	Základy včetně výkopů	3 702 825,80	4 160 800,74	4 052 959,33	4 000 017,10	8 587 707,11	10 445 847,00	3 608 473,82
F0120	Hydroizolace spodní stavby	1 069 371,43	1 539 145,39	1 143 789,85	69 494,31	1 066 362,41	188 206,04	570 131,94
F0210	Svislé nosné a obvodové zděné konstrukce	7 559 113,07	8 034 194,44	7 748 127,58	6 486 780,81	9 604 318,98	13 714 847,90	6 015 543,05
F0220	Příčky a dělící stěny	1 289 078,28	1 644 082,89	1 199 345,22	1 672 417,99	2 216 487,00	1 955 563,09	1 047 631,15
F0230	Komíny	141 943,03	147 849,50	152 473,03				127 419,64
F0310	Stropní konstrukce	8 446 566,89	9 772 666,32	9 648 262,64	11 683 315,34	6 828 271,12	18 500 564,36	5 966 227,76
F0320	Balkóny	1 552 309,00	1 978 063,52	1 501 233,50	2 945 000,00	609 580,00	2 486 810,00	1 045 149,87
F0340	Schodiště	880 867,53	418 926,52	938 216,15	413 326,83	700 822,60	1 445 201,88	521 857,21
F0410	Střecha, kompletní skladba konstrukce vč. izolace	1 353 856,09	1 264 672,01	1 146 573,92	426 102,66	1 446 024,79	3 462 370,43	1 059 276,86
F0420	Střešní okna, světlíky a průlezy	49 368,15	98 246,65	238 235,40		322 162,18	69 230,80	120 766,77
F0430	Krytina střechy	729 022,29	567 376,13	609 497,91	1 113 189,03	784 040,97	434 853,24	580 053,16
F0440	Odvodnění střechy	346 820,13	264 238,33	571 445,70	197 461,30	492 198,84	381 037,50	238 482,23
F0510	Povrchy vnitřních stěn - omítky, malby	3 352 520,60	2 981 354,16	3 603 320,14	4 306 269,40	4 796 241,23	5 573 053,39	2 539 706,75
F0520	Povrchy vnitřních stěn - obklady, izolace	568 149,34	624 045,34	581 110,45	1 000 908,81	1 018 334,72	1 718 733,82	611 485,69
F0530	Povrchy vnějších stěn - omítky, zateplení fasády	2 358 783,94	1 694 794,74	2 100 537,17	3 585 698,37	1 867 819,44	4 662 187,20	1 759 146,43
F0540	Povrchy vnějších stěn - obklady							84 181,52
F0560	Podhledy montované	419 996,61	723 659,25	784 133,44	531 012,84	974 666,81		408 062,69
F0610	Dveře vnitřní	1 861 034,52	2 721 023,90	1 805 440,06	2 449 024,39	2 256 665,58	4 191 787,98	1 416 447,27
F0620	Dveře vnější	279 230,33	83 913,00	250 452,60	47 400,00		220 500,00	162 686,60
F0630	Vrata	35 626,50	35 000,00	35 633,50	0,00		67 000,00	47 937,46
F0640	Okna,balkonové dveře	3 115 508,62	2 759 672,16	3 502 969,33	2 677 886,25	3 073 070,55	6 620 918,92	1 981 275,38
F0710	Podlahy	4 712 074,10	3 605 937,34	5 063 951,25	7 268 501,07	9 388 440,82	7 821 787,49	3 576 762,21
F0811	Vodovod vnitřní	31 185,15		31 185,15				489 030,46
F0812	Kanalizace vnitřní							337 765,30
F0813	Zařizovací předměty	4 410 300,00	4 631 200,00	4 410 300,00	2 594 500,00	3 717 300,00	5 108 800,00	2 098 690,17
F0821	Rozvody ÚT	1 986 200,00	1 900 700,00	1 986 200,00	3 699 400,00	5 316 300,00	4 163 300,00	1 871 194,95
F0830	Klimatizace, vzduchotechnika	830 600,00	616 800,00	853 600,00	778 700,00	954 500,00	2 624 500,00	664 816,22
F0840	Instalace plynu	283 600,00	199 200,00	283 600,00	98 500,00			139 850,00
F0851	Elektroinstalace a slaboproudé rozvody	3 033 400,00	2 578 800,00	3 033 400,00	2 537 300,00	3 646 800,00	4 553 000,00	2 151 756,84
F0852	Hromosvod	123 200,00	128 100,00	123 200,00	83 900,00		393 900,00	148 428,57
F0862	Požární zabezpečení = EPS	463 090,00	707 630,00	479 259,12			15 000,00	311 012,73
F0870	Výtahy, plošiny	968 998,00	1 009 215,00		607 700,00		2 940 000,00	1 061 424,54
F1010	Oplocení				241 651,00			168 181,10
F0930	Okapové chodníky, předložené schody	260 764,33	272 961,81	194 762,13	101 836,85		105 058,20	153 236,97
F0940	Vybavení kuchyní, vestavěné skříně					2 182 400,00		1 117 043,74
F1110	Kompletace	1 146 429,13	1 151 717,43	970 068,91	3 992 919,80	1 429 474,82	1 329 617,41	961 768,22
F2040	Zařízení staveniště				2 403 100,00	865 384,00		1 634 242,00
	CENA CELKEM [CZK]	57 361 833,00	58 315 987,00	59 043 284,00	68 013 315,00	74 145 374,00	105 193 677,00	46 797 147,25

Tab. č. 2 Srovnání bytových domů varianta 1

Kontrola a testování modelu (Varianta 1)

Výsledný model je zobrazen v tabulce č. 3. V prvním sloupci je kód tedy označení FD, dále popis – název FD, sloupec BD Ø je aritmetický průměr vypočítaný v tabulce č. 2, sloupec A/N (ano/ne) umožňuje volbou N nulovat částku za vybraný FD a poslední sloupec BD model je výsledná přepočítaná cena modelovaného BD pomocí buňky m3 OP, kde lze měnit hodnotu za obestavěný prostor. Model byl zkontrolován z hlediska správného dosazení dat dle kontroly celkové ceny rozpočtů a vstupních dat a následně byl otestován, a to třemi různými rozpočty, změnou m3 OP a změnou funkce A/N pro FD dle přesného technického popisu daného BD. Při přepočtu byla zjištěna chyba modelované celkové ceny srovnáním s celkovou cenou původního testovaného rozpočtu. Chyba byla měřena v rozdílu ceny v Kč a v %.

Vyhodnocení (Varianta 1)

Celková průměrná cena modelu BD 46 797 147,25, -

Vypočítaný průměrný OP 10 401 m3

Celkový počet FD 37

Modelovanou cenu BD získáme, měníme-li hodnotu OP (m3). V modelu zůstanou zachovány ceny za FD a cena celkem v sloupci BD Ø a ve sloupci BD model se přepočítají na cenu požadovanou. Tento model byl následně otestován třemi rozpočty se známou celkovou cenou. Cena byla přepočítána pomocí modelu a porovnána s původní skutečnou cenou. Dále byla měřena chyba modelu, tedy odchylka od skutečné ceny v Kč a %.

Model 100 % ± X % odchylka od původní ceny

Chyba modelu v první variantě byla vypočítána v intervalu:

- 3 384 000,- až + 2 381 000,- Kč (rozsah 5 765 000,- Kč)

- 7,90 % až 3,11 % (rozsah 11,01 %)

Průměrná chyba: -1 158 450,- Kč tedy -4,10 %

Interval chyby vychází ze tří kontrolních rozpočtů, kterými byl model testován. Hodnota spodní a horní hranice byla vypočtena jako rozdíl mezi původní cenou rozpočtu, která byla známá a cenou modelovou, kterou jsme získali, po dosazení počtu m3 OP do modelu. V procentech je pak vyjádřeno, jaký je podíl chyby z celkové ceny bytového domu.

Kód	Popis	BD Ø	A/N	**BD MODEL**
F0110	**Základy včetně výkopů**	**3 608 473,82**	A	3 608 473,82
F0120	**Hydroizolace spodní stavby**	**570 131,94**	A	570 131,94
F0210	**Svislé nosné a obvodové zděné konstrukce**	**6 015 543,05**	A	6 015 543,05
F0220	**Příčky a dělící stěny**	**1 047 631,15**	A	1 047 631,15
F0230	**Komíny**	**127 419,64**	A	127 419,64
F0310	**Stropní konstrukce**	**5 966 227,76**	A	5 966 227,76
F0320	**Balkóny**	**1 045 149,87**	A	1 045 149,87
F0340	**Schodiště**	**521 857,21**	A	521 857,21
F0410	**Střecha, kompletní skladba konstrukce vč. izolace**	**1 059 276,86**	A	1 059 276,86
F0420	**Střešní okna, světlíky a průlezy**	**120 766,77**	A	120 766,77
F0430	**Krytina střechy**	**580 053,16**	A	580 053,16
F0440	**Odvodnění střechy**	**238 482,23**	A	238 482,23
F0510	**Povrchy vnitřních stěn - omítky, malby**	**2 539 706,75**	A	2 539 706,75
F0520	**Povrchy vnitřních stěn - obklady, izolace**	**611 485,69**	A	611 485,69
F0530	**Povrchy vnějších stěn - omítky, zateplení fasády**	**1 759 146,43**	A	1 759 146,43
F0540	**Povrchy vnějších stěn - obklady**	**84 181,52**	A	84 181,52
F0560	**Podhledy montované**	**408 062,69**	A	408 062,69
F0610	**Dveře vnitřní**	**1 416 447,27**	A	1 416 447,27
F0620	**Dveře vnější**	**162 686,60**	A	162 686,60
F0630	**Vrata**	**47 937,46**	A	47 937,46
F0640	**Okna,balkonové dveře**	**1 981 275,38**	A	1 981 275,38
F0710	**Podlahy**	**3 576 762,21**	A	3 576 762,21
F0811	**Vodovod vnitřní**	**489 030,46**	A	489 030,46
F0812	**Kanalizace vnitřní**	**337 765,30**	A	337 765,30
F0813	**Zařizovací předměty**	**2 098 690,17**	A	2 098 690,17
F0821	**Rozvody ÚT**	**1 871 194,95**	A	1 871 194,95
F0830	**Klimatizace, vzduchotechnika**	**664 816,22**	A	664 816,22
F0840	**Instalace plynu**	**139 850,00**	A	139 850,00
F0851	**Elektroinstalace a slaboproudé rozvody**	**2 151 756,84**	A	2 151 756,84
F0852	**Hromosvod**	**148 428,57**	A	148 428,57
F0862	**Požární zabezpečení = EPS**	**311 012,73**	A	311 012,73
F0870	**Výtahy, plošiny**	**1 061 424,54**	A	1 061 424,54
F1010	**Oplocení**	**168 181,10**	A	168 181,10
F0930	**Okapové chodníky, předložené schody**	**153 236,97**	A	153 236,97
F0940	**Vybavení kuchyní, vestavěné skříně**	**1 117 043,74**	A	1 117 043,74
F1110	**Kompletace**	**961 768,22**	A	961 768,22
F2040	**Zařízení staveniště**	**1 634 242,00**	A	1 634 242,00
	CENA CELKEM [CZK]	**46 797 147,25**		**46 797 147,25**

10 401	m3 OP

Tab. č. 3 Model bytového domu varianta 1

První varianta byla vytvořena z porovnání 20 výchozích rozpočtů bytových domů, kdy byly zprůměrovány celkové ceny za funkční díl jednotlivých rozpočtů. Vytvořený model funguje obdobně jako dopočet pomocí rozpočtového ukazatele, tedy změnou množství m3 OP dopočítám přes ceny funkčních dílů celkovou cenu za modelový bytový dům. Chyba tohoto modelu vychází -4 % oproti výchozí ceně. Pro snížení chyby modelu vznikly další varianty, které jsou zkráceně popsány v následujícím přehledu:

Varianta 2

Druhá varianta je obdobná jako předchozí, pouze je doplněna o faktor, který zohledňuje velikost bytového domu, každý funkční díl je přepočítán na 1m3 OP, tyto jednotkové FD jsou pak vynásobeny zjištěným průměrných množství OP ze všech 20 bytových domů. Model se tak více přizpůsobuje k velikosti bytového domu a chyba modelu byla snížena na 3,8 %.

Varianta 3

Třetí varianta vychází z druhé. Model je totožný a navíc mu byla přidána další funkce, která zohledňuje rozdílné technologie při výstavbě bytového domu. U vybraných a označených funkčních dílů, je možnost měnit z nabídky ze seznamu různých materiálů či technologií, a tím zpřesňovat celkovou ceny bytového domu. Chyba modelu se tímto výrazně snížila na 0,63 %.

Varianta 4

Čtvrtá varianta se od předcházejících výrazně liší, a to způsobem porovnání vstupních údajů. Varianta vychází ze srovnání položkových rozpočtů bytových domů. Pro potřeby tohoto porovnání bylo nutné složité rozpočty upravit pomocí agregace. Tato varianta vychází z předpokladu, že bude zachována pevná struktura. Proto byl vybrán z rozpočtů nejvhodnější reprezentant, z kterého byl model vytvořen. Při zjednodušování rozpočtu byla provedena agregace množství, při zachování jednotkové ceny. Tento způsob úpravy rozpočtu pro porovnání jednotlivých položek respektuje jednotkovou cenu, ovšem zkresluje množství materiálu. Zajímá-li nás i spotřeba materiálu, neznáme v tomto případě skutečné množství, proto vznikla poslední pátá varianta.

1.4.2.2. Model – Varianta 5

Poslední varianta navazuje na čtvrtou variantu a vychází ze srovnání položkových rozpočtů bytových domů. Rozdíl oproti předchozí variantě je ve způsobu agregace položek, která je potřebná pro upravení počtu srovnávaných položek. Agregace poslední varianty zachovává množství agregované položky a agregace se promítá do jednotkové ceny. Tyto agregace byly provedeny v programu KROS. Díky funkci programu se do nově vytvořené položky sloučilo několik souvisejících položek.

Pro urychlení vkládání nových položek byla v programu vytvořena vlastní databáze, která obsahovala veškeré položky modelu. Položky pak byly agregovány jednoduchým způsobem, z databáze byla vložena do rozpočtu nová položka a po označení všech položek, které se agregují, se v programu zadá příkaz Skupinová položka, určí se množství položky a jednotková cena se automaticky dopočítá ze součtu položek děleno zadané množství. Tímto zůstane zachován objem jednotlivých konstrukcí a model se zpřesní nejen z cenového, ale i objemového hlediska (množství spotřebovaného materiálu). Všechny takto upravené agregované rozpočty byly exportovány do programu Excel, kde byly filtrovány, seřazeny a porovnány pro výsledný model. Tento model oproti předchozí variantě nemá pevnou strukturu, nejedná se tedy o reálný bytový dům, ale o model, který obsahuje veškeré nejběžněji používané položky při oceňování bytových domů. Všechny položky mají možnost nulování, tedy stanovení, že ji simulovaný model bude či nebude obsahovat, prostřednictvím funkce A/N (ano/ne), dále lze upravovat jednotkovou cenu pomocí indexu i a některé vybrané položky mají i seznam volitelných materiálů či technologií.

Model je vložen jako Tab. č. 4. Stejně jako ve variantě 4 obsahuje sloupce Popis, funkce A/N a index i, měrnou jednotku, celkové množství, jednotkovou cenu a celkovou cenu. V buňkách v hlavičce modelu lze měnit množství m3 obestavěného prostoru a sledovat vliv na celkovou cenu bytového domu, která se zobrazuje v buňce v pravém horním rohu. Množství za položku se dopočítává automaticky ze zadaného množství OP v m3. Zadáme-li 1 m3, získáme rozpočtového ukazatele v Kč/m3.

Každý funkční díl, má přidánu jednu položku Ostatní, která zahrnuje nezařaditelné konstrukce a práce.

Model bytového domu OP 10 401,00 m3 Celkem **81 670 129,20** CZK

Varianta 5

Popis	A/N	i	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem
F0110 Základy včetně výkopů						**11 442 451,41**
Zemní práce	A	1,00	m3	1 199,648	619,40	743 061,96
Základová deska z betonu tř. C 16/20	A	1,00	m3	126,267	5 155,33	650 948,20
Základové pásy z betonu tř. C 16/20	A	1,00	m3	209,700	4 806,43	1 007 909,41
Základové patky ze ŽB tř. C 25/30	A	1,00	m3	57,870	5 422,50	313 801,46
Piloty	A	1,00	kpl	1,000	1 848 922,59	1 848 922,59
Štětové stěny	A	1,00	m2	855,233	6 210,00	5 310 998,29
Trubkové mikropiloty	A	1,00	m	515,371	2 360,00	1 216 274,71
Ostatní - Základy a zemní práce	A	1,00	kpl	1,000	350 534,80	350 534,80
F0120 Hydroizolace spodní stavby						**592 236,14**
Provedení hydroizolace asf. pásy	A	1,00	m2	1 911,122	290,000	554 225,39
Ostatní - Hydroizolace	A	1,00	kpl	1,000	38 010,75	38 010,75
F0210 Svislé nosné a obvodové zděné konstrukce						**15 540 667,70**
Zdivo nosné tl 240 mm POROTHERM	A	1,00	m2	443,061	1 018,55	451 277,94
Zdivo nosné tl 250 mm POROTHERM	A	1,00	m2	685,343	1 539,00	1 054 743,18
Zdivo nosné tl 300 mm POROTHERM	A	1,00	m2	921,995	1 436,11	1 324 086,91
Zdivo nosné tl 365 mm POROTHERM	A	1,00	m2	985,380	1 564,00	1 541 134,72
Zdivo nosné tl 400 mm POROTHERM	A	1,00	m2	521,493	1 720,00	896 967,31
Zdivo nosné tl 440 mm POROTHERM	A	1,00	m2	1 286,903	1 860,00	2 393 639,38
Zdivo nosné tl 250 mm Ytong	A	1,00	m2	141,890	962,00	136 498,01
Zdivo nosné tl 300 mm Ytong	A	1,00	m3	216,794	3 690,00	799 969,96
Zdivo nosné tl 375 mm Ytong	A	1,00	m3	922,950	3 730,00	3 442 604,35
Nosná zeď ze ŽB tř. C 25/30	A	1,00	m3	125,537	10 975,56	1 377 840,06
Sloupy nebo pilíře ze ŽB tř. C 25/30	A	1,00	m3	20,448	16 022,22	327 615,82
Překlad ze ŽB tř. 25/30	A	1,00	m3	23,553	13 050,00	307 361,21
Montáž ŽB pref. překladů	A	1,00	kpl	1,000	229 231,78	229 231,78
Překlad POROTHERM 11,5 cm	A	1,00	kus	115,009	245,90	28 280,83
Překlad POROTHERM 14,5 cm	A	1,00	kus	258,416	290,67	75 112,96
Překlad POROTHERM 23,8 cm	A	1,00	kus	539,876	578,71	312 429,54
Překlad POROTHERM RONO 36,5	A	1,00	kus	53,260	6 220,00	331 276,52
Ostatní - Zdivo	A	1,00	kpl	1,000	510 597,22	510 597,22
F0220 Příčky a dělící stěny						**1 951 396,09**
Příčky tl 65 mm POROTHERM	A	1,00	m2	864,272	440,00	380 279,60
Příčky tl 75 mm Ytong	A	1,00	m2	653,346	408,00	266 565,02
Příčky tl 100 mm Ytong	A	1,00	m2	723,085	517,33	374 075,91
Příčky tl 115 mm POROTHERM	A	1,00	m2	1 077,061	613,93	661 238,54
Příčky tl 150 mm Ytong	A	1,00	m2	120,862	663,71	80 218,16
Ostatní - Příčky	A	1,00	kpl	1,000	189 018,86	189 018,86
F0230 Komíny						**215 027,99**
Komínové těleso	A	1,00	kpl	1,000	215 027,99	215 027,99

						17 861 340,65
F0310 Stropní konstrukce						
Strop POROTHERM tl 19 cm vložky MIAKO	A	1,00	m2	1 771,797	1 470,00	2 604 540,96
Montáž stropních panelů FILIGRAN	A	1,00	m2	3 291,320	1 029,67	3 388 962,90
Montáž pref. ŽB stropu SPIROLL	A	1,00	m	1 898,781	1 562,50	2 966 845,16
Stropy deskové ze ŽB tř. C 25/30	A	1,00	m3	485,228	8 677,50	4 210 563,50
Nosníky ze ŽB tř. C 25/30	A	1,00	m3	28,759	15 863,64	456 226,89
Ztužující pásy a věnce ze ŽB tř. C 16/20	A	1,00	m3	39,903	24 647,37	983 508,54
Montáž izolace tepelné	A	1,00	m2	560,732	336,50	188 686,25
Nájem bednění stropů DOKA SYSTEM	A	1,00	kpl	1,000	2 655 998,71	2 655 998,71
Ostatní - Stropy	A	1,00	kpl	1,000	406 007,75	406 007,75
						920 332,99
F0320 Balkóny						
Balkony včetně zábradlí a dlažby	A	1,00	kpl	1,000	920 332,99	920 332,99
						536 346,61
F0340 Schodiště						
Schodiště včetně zábradlí a dlažby	A	1,00	kpl	1,000	536 346,61	536 346,61
						2 418 737,77
F0410 Střecha, kompletní skladba konstrukce včetně izolace						
Montáž vázaných krovů	A	1,00	kpl	1,000	764 075,30	764 075,30
Krov ze sbíjených vazníků	A	1,00	kpl	1,000	898 396,42	898 396,42
Montáž tepelné izolace	A	1,00	m2	879,902	542,75	477 566,54
Ostatní - Střecha	A	1,00	kpl	1,000	278 699,51	278 699,51
						369 103,36
F0420 Střešní okna, světlíky a průlezy						
Střešní okna Velux	A	1,00	kpl	1,000	258 247,90	258 247,90
Střešní světlíky, vikýře a výlezy	A	1,00	kpl	1,000	110 855,46	110 855,46
						546 962,48
F0430 Krytina střechy						
Krytina povlaková	A	1,00	m2	985,38	493,23	486 019,93
Ostatní - Krytina	A	1,00	kpl	1,000	60 942,55	60 942,55
						243 598,61
F0440 Odvodnění střechy						
Odvodnění střechy	A	1,00	kpl	1,000	243 598,61	243 598,61
						2 628 768,25
F0510 Povrchy vnitřních stěn - omítky, malby						
Vnitřní omítka včetně malby	A	1,00	m2	8 261,171	281,00	2 321 389,03
Ostatní - Vnitřní omítky	A	1,00	kpl	1,000	307 379,22	307 379,22
						908 995,25
F0520 Povrchy vnitřních stěn - obklady, izolace						
Montáž obkladů keramických	A	1,00	m2	858,287	700,95	601 616,03
Ostatní - Obklady	A	1,00	kpl	1,000	307 379,22	307 379,22
						2 357 867,67
F0530 Povrchy vnějších stěn - omítky, zateplení fasády						
Vnější omítka stěn	A	1,00	m2	2 010,327	373,29	750 443,18
KZS stěn	A	1,00	m2	1 036,582	1 113,50	1 154 233,69
Montáž a demontáž lešení	A	1,00	m2	1 886,836	173,42	327 217,00
Ostatní - Fasáda	A	1,00	kpl	1,000	125 973,81	125 973,81
						320 861,75
F 0540 Povrchy vnějších stěn - obklady						
Obklad venkovní k-ce	A	1,00	kpl	1,000	320 861,75	320 861,75

						429 704,60
F0560 Podhledy montované						
SDK podhled	A	1,00	m2	523,364	821,04	429 704,60
						2 383 820,64
F0610 Dveře vnitřní						
Dveře včetně obložkové zárubně	A	1,00	kpl	1,000	886 707,62	886 707,62
Dveře včetně ocelové zárubně	A	1,00	kpl	1,000	636 315,38	636 315,38
Dveře protipožární vč. oc. zárubně	A	1,00	kpl	1,000	478 059,01	478 059,01
Dveře posuvné včetně pouzdra	A	1,00	kpl	1,000	294 941,48	294 941,48
Ostatní - Dveře vnitřní	A	1,00	kpl	1,000	87 797,16	87 797,16
						185 647,85
F0620 Dveře vnější						
Dveře vnější	A	1,00	kpl	1,000	185 647,85	185 647,85
						57 855,78
F0630 Vrata						
Vrata garážová	A	1,00	kpl	1,000	57 855,78	57 855,78
						2 241 495,45
F0640 Okna, balkónové dveře						
Montáž oken plastových	A	1,00	kpl	1,000	1 325 032,06	1 325 032,06
Montáž balkonových dveří	A	1,00	kpl	1,000	748 535,68	748 535,68
Ostatní - Okna a balkon. dveře	A	1,00	kpl	1,000	167 927,70	167 927,70
						4 686 856,66
F0710 Podlahy						
Mazanina z betonu tř. C 16/20	A	1,00	m3	202,338	4 327,89	875 699,19
Vyrovnávací potěr samonivelační cementový	A	1,00	m2	1 747,551	426,00	744 456,54
Montáž izolace tepelné	A	1,00	m2	2 340,380	200,00	468 075,95
Montáž podlah keramických	A	1,00	m2	821,829	783,70	644 067,59
Montáž podlah plovoucích	A	1,00	m2	1 081,561	695,82	752 569,96
Montáž podlah povlakových	A	1,00	m2	962,743	452,50	435 641,42
Podlahy lité Nivelit	A	1,00	m2	1 488,357	262,00	389 949,59
Ostatní - Podlahy	A	1,00	kpl	1,000	376 396,42	376 396,42
F0811 Vodovod vnitřní	A	1,00	kpl	1,000	612 368,11	612 368,11
F0812 Kanalizace vnitřní	A	1,00	kpl	1,000	427 480,53	427 480,53
F0813 Zařizovací předměty	A	1,00	kpl	1,000	1 934 568,67	1 934 568,67
F0821 Rozvody ÚT	A	1,00	kpl	1,000	1 860 297,05	1 860 297,05
F0830 Klimatizace, vzduchotechnika	A	1,00	kpl	1,000	579 839,35	579 839,35
F0840 Instalace plynu	A	1,00	kpl	1,000	134 732,92	134 732,92
F0851 Elektroinstalace	A	1,00	kpl	1,000	2 141 470,00	2 141 470,00
F0852 Hromosvod	A	1,00	kpl	1,000	106 562,20	106 562,20
F0862 Požární zabezpečení	A	1,00	kpl	1,000	315 887,66	315 887,66
F0870 Výtahy, plošiny	A	1,00	kpl	1,000	877 234,70	877 234,70
F0930 Okapové chodníky, předložené schody	A	1,00	kpl	1,000	154 174,43	154 174,43
F0940 Vybavení kuchyní, vestavěné skříně	A	1,00	kpl	1,000	1 199 890,37	1 199 890,37
F1010 Oplocení	A	1,00	kpl	1,000	307 114,45	307 114,45
F1110 Kompletace	A	1,00	kpl	1,000	954 360,70	954 360,70
F2040 Zařízení staveniště	A	1,00	kpl	1,000	1 224 072,34	1 224 072,34

Tab. č. 4 Model bytového domu (varianta 5)

Vyhodnocení (Varianta 5)

Celková cena modelu BD 81 670 129,20, -

OP Ø 10 401 m3 nebo volitelné

Celkový počet FD volitelný

Model ve srovnání s předchozí variantou vychází z opačné agregace položek. Simulovaný hledaný rozpočet získáme zadáním hodnoty m3 OP a změnou jednotlivých položek ve funkčních dílech. Tento model byl dále otestován stejně jako v předchozích variantách, a to porovnáním s třemi různými rozpočty bytových domů. Chyba modelu byla vypočítána jako rozdíl mezi modelovanou a skutečnou cenou v korunách a v procentech.
Chyba modelu ve čtvrté variantě byla vypočítána v intervalu:

- 158 448,- až + 100 985,- Kč (rozsah 259 433,- Kč)

- 0,34 % až 0,28 % (rozsah 0,62 %)

Průměrná chyba: 215,- Kč tedy - 0,01 %

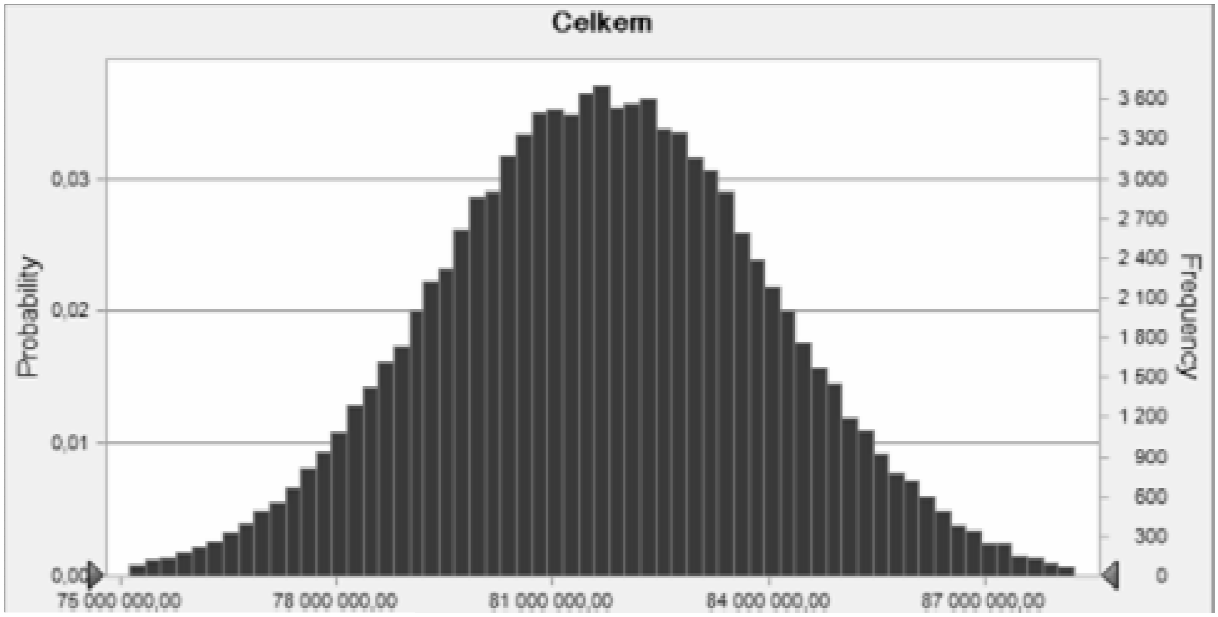
Chyba tohoto modelu je zcela zanedbatelná, při testování vznikla nepatrná odchylka 0,01 % z celkové ceny. Model však byl pro dvojí kontrolu otestován také metodou Monte Carlo v programu Crystal Ball, jelikož se zvětšil počet vstupních položek, jejichž jednotková cena vychází z určitého intervalu hodnot. Chyba modelu je dále testována prostřednictvím programu využívající simulace metodou Monte Carlo. Vstupními hodnotami byl interval jednotkové ceny jednotlivých položek rozpočtu, které ovlivňují cenu funkčního dílu i celkovou cenu BD.

Vstupní data – Modelovou celkovou cenu a výstupní hodnoty testovaného modelu jsou uvedeny v následujícím přehledu:

Statistické hodnocení Modelu_var_5	Hodnota	Jednotka
Počet zkušebních kroků	100 000	počet
Vstupní hodnota	81 670 129,20	CZK
Průměrná hodnota	81 681 206,27	CZK
Medián	81 685 739,21	CZK
Směrodatná odchylka	2 337 784,58	CZK
Minimum	72 005 417,89	CZK
Maximum	93 680 841,93	CZK
Rozsah hodnot	21 675 424,04	CZK
Průměrná chyba	7 392,72 / 0,01%	CZK/%

Tab. č. 5 Vyhodnocení výstupních dat testovaného modelu (varianta 5)

Oproti první variantě vykazuje tento model přibližně 3krát menší průměrnou chybu. Na chybě se nejvíce podílí funkční díl Stropní konstrukce – konkrétně položky Stropy deskové ze ŽB a Montáž stropních panelů filigrán. Nejméně pak položka Překlad ze ŽB, což vyplývá z velikosti směrodatné odchylky. Celkové grafické vyhodnocení průběhu normálního rozdělení pravděpodobnosti modelu bytového domu je vidět na následujícím obrázku.



Obrázek č. 1 Gaussovo rozdělení pravděpodobnosti náhodných veličin modelu

Při porovnání první a poslední varianty, došlo k podstatnému zpřesnění výsledné modelové ceny bytového domu. Podíl chyby z celkové ceny je 5x menší a rozsah výsledné ceny se v intervalu pravděpodobnosti (0,1) zmenšil více jak 3x. Srovnání jednotlivých variant je uvedeno v tabulce č. 6:

Statistické hodnocení Modelu	Varianta 1	Varianta 4	Jednotka
Počet zkušebních kroků	100 000	100 000	počet
Vstupní hodnota	46 797 147,25	81 670 129,20	CZK
Průměrná hodnota	46 814 691,69	81 681 206,27	CZK
Medián	46 827 472,85	81 685 739,21	CZK
Směrodatná odchylka	7 342 590,88	2 337 784,58	CZK
Minimum	15 535 464,26	72 005 417,89	CZK
Maximum	86 229 122,76	93 680 841,93	CZK
Rozsah hodnot	70 693 658,50	21 675 424,04	CZK
Průměrná chyba	23 219,31 / 0,05%	7 392,72 / 0,01%	CZK/%

Tab. č. 6 Porovnání varianty 1 a 5 – výstupy z Crystal Ball

Toto porovnání pouze demonstruje snížení chyby modelu poslední varianty, při současném zvýšení celkové ceny modelu, ovšem neporovnává dva totožné modely, proto byl vybrán nový rozpočet, který byl otestován dosazením do první i poslední varianty a byla měřena chyba každého modelu. Vyhodnocení jednotlivých variant je zobrazeno v tabulce č. 7:

Porovnání dvou variant pro vybraný BD	Varianta 1	Varianta 5
Původní skutečná cena BD	74 145 373,97	74 145 373,97
Modelová cena BD	76 526 360,97	74 218 623,43
Rozdíl skutečná/ modelová v Kč	2 380 987,00	73 249,46
Rozdíl skutečná/ modelová v %	3,21%	0,10%

Tab. č. 7 Porovnání první a poslední varianty modelu BD

Při stejném zadání a vstupních hodnotách vychází po testování první a poslední varianty pátá varianta s více jak 30x menší chybou. Model vycházející ze srovnání položkového rozpočtu je proto považován za mnohem přesnější než model, který vychází pouze z porovnání funkčních dílů. Při poslední variantě je cena zjištěna pracnějším a možná i zdlouhavějším procesem, také je nutná znalost konstrukčního a stavebně-technického řešení, materiálů a technologií bytového domu pro zamezení nevhodné kombinace položek a zbytečné zvětšení chyby modelu. Výsledná odchylka od původní ceny tuto nevýhodu ovšem vyváží. Současně na stranu výhod můžeme připsat po přesnosti také srozumitelnost a dostupnost programu, v kterém model pracuje.

1.5. Životnost modelu

Důležitým faktorem u jakéhokoliv modelu je jeho platnost a využitelnost, měřit se tedy dá i jeho životnost. Model byl sestaven z rozpočtů bytových domů, které byly oceněny v cenové úrovni 2011. I, proto již rok od vytvoření nemusí tyto ceny odpovídat reálným hodnotám. Bohužel v tomto případě nelze použít jednoduché pomůcky indexace celkové ceny bytového domu, protože tento index v současnosti není známý, ani lehce zjistitelný. Model umožňuje indexovat přímo jednotlivé položky. Tímto se výrazně prodlouží jeho platnost, protože jednotkové ceny položek bude možné upravovat podle potřeby, známe-li vývoj cen na stavebním trhu. V průběhu let totiž nemusí docházet k rovnoměrnému nárůstu cen u jednotlivých položek. U některých položek může dojít ke snížení jednotkové ceny, u jiných naopak může dojít k výraznému zvýšení. Proto je výhodou zkušenost budoucího uživatele, který bude mít přehled o tomto vývoji cen a jednotkové ceny si upraví nejen podle své potřeby, ale také podle změny jednotkových cen na stavebním trhu.

Celkovou životnost modelu odhaduji do 5 let. Po této době bude možné vstoupit do vstupních dat a upravit výchozí rozpočty bytových domů. Celá stavba a výpočty modelu jsou vytvořeny v programu MS Office Excel a vstupní data jsou s modelem provázána. Proto se tento model automaticky přepočítá. Jediným pracným krokem bude znovu nashromáždit dostatečný počet bytových domů obdobného konstrukčně-materiálového řešení.

Závěr

Cílem disertační práce Nákladový model životního cyklu bytového domu bylo sestavení modelu, který jednoduchým způsobem stanoví cenu ve fázi před výstavbou a také umožní dopočítat náklady v průběhu životnosti stavby. Během práce vzniklo několik variantních řešení a samotný model procházel určitým vývojem, při kterém docházelo k jeho zpřesňování. Míra kvality modelu byla měřena jeho chybou, tedy odchylkou modelové ceny od původní ceny. Vstupními hodnotami pro vytvoření modelu byly rozpočty bytových domů. Rozpočty byly upraveny a aktualizovány v programu KROS, model byl vytvořen v programu Excel, který je dostupný pro většinu uživatelů. K testování modelu bylo využito programu Crystal Ball a @RISK. Náklady životního cyklu stavby byly zjišťovány v programu Model.

Seznam použité literatury

[1] J. Lauber, Simulace ekonomických modelů, VŠE Praha, 1971.
[2] J. Cendelín a E. Kindler, Modelování a simulace, Plzeň: ZČU, 1994.
[3] F. Fabian a Z. Kluiber, Metoda Monte Carlo a možnosti jejího uplatnění, Praha: Prospektrum, 1998.
[4] M. Dlouhý, Simulace pro ekonomy, Praha: VŠE, 2001.
[5] M. Báčová, Management a projektový management ve výstavbě, Praha: ČKAIT, 2003.
[6] J. Korytárová, Ekonomika investic, Brno: VUT, 2006.
[7] V. Bříza, Excel 2007, podrobný průvodce, Praha: Grada Publishing, 2007.
[8] L. Marková, Ceny ve stavebnictví II, Brno: VUT FAST, 2007.
[9] L. Marková, Progresivní stavební materiály s využitím druhotných surovin a jejich vliv na životnost konstrukcí, dílčí část Ekonomické aspekty použití nových stavebních hmot s odpady, Brno: Vědecko-výzkumný záměr MŠM 0021630511.
[10] A. Tichá, P. Aigel, V. Hromádka, J. Korytárová, L. Marková a M. Nový, Optimalizace technickoekonomických charakteristik životního cyklu stavebního díla, Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008.
[11] L. Marková, J. Korytárová, M. Nový a V. Hromádka, Náklady životního cyklu stavby, Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011.
[12] M. Tichý, Ovládání rizika: Analýza a management, Praha: Nakl. C. H. Beck, 2006.
[13] A. Bradáč a akol., Teorie oceňování nemovitostí, VIII přepracované a doplněné vydání, Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009.
[14] R. Schneiderová Heralová, Pořizování veřejných staveb (respektující udržitelnost nákladů životního cyklu), Praha: ČVUT Praha, Fakulta stavební, 2010.
[15] K. Rais a V. Smejkal, Řízení rizik, Praha: Grada Publishing, 2003.
[16] Kolektiv autorů, „Ausgewählte Probleme der Anwendung mathematischer Methoden in der Ökonomie," Praha, 1987.
[17] A. Boussabaine a R. Kirkham, Whole Life-Cycle Costing: Risk and Risk Responses, Oxford: Blackwell Publishing, 2004.
[18] W. Oberndorfer a A. Kropik, Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, MANZ'sche Wien, 2002.
[19] M. Zápotočná, „Determination of a representative for compilation price model," v příspěvek na konferenci Mladý vedec 2009, Košice, 2009.
[20] M. Galatíková a L. Marková, „Vliv ceny a kvality materiálu na cenu a technické vlastnosti stavebního díla," v příspěvek na konferenci PEOPLE, BUILDINGS AND ENVIRONMENT 2009, Brno, 2009.
[21] „Crystal Ball," www.oracle.com, 2011.
[22] @RISK, www.palisade.com, 2011.
[23] Projektová dokumentace pro stavební povolení - DSP bytových domů.
[24] „http://www.fce.vutbr.cz/ekr_model/," 2011. [Online].