

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**VYUŽITÍ ODPADNÍCH VOD V BYTOVÉM
DOMĚ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval:

Vladislav Sveshnikov

Vedoucí práce:

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Sveshnikov	Jméno: Vladislav	Osobní číslo: 483365
Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov K11125		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor/specializace: Konstrukce pozemních staveb - C		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Využití odpadních vod v bytovém domě	
Název bakalářské práce anglicky: Use of wastewater in a residential building	
Pokyny pro vypracování: Teoretická část: Ekonomická analýza návratnosti systému při zpětném využití odpadní vody v zadaném objektu.	
Praktická část: Výkresová dokumentace bytového domu s klasickým řešením vodovodu a kanalizace bez zpětného využití odpadních vod. Výkresová dokumentace kanalizace a vodovodu bytového domu se zpětným využitím odpadní vody. Rozsah dokumentace, který umožní zpracování rozpočtu a nacenění systému.	
Seznam doporučené literatury: Valášek a kol: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001 VOJTĚCHOVSKÁ Š., WANNER J., Opětovné využití odpadní vody a legislativa České republiky. Vodní hospodářství. 2014, 64, 1-5. ISSN 12110760. Skriptá: Kabele a kol. : Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 24.02.2022	Termín odevzdání BP v IS KOS: 15.5.2022
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 15.5.2022

podpis.....

Vladislav Svешnikov

PODĚKOVÁNÍ

Tímto chci poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Stanislavu Frolíku, Ph.D. za odborné vedení, poskytnutí podkladů, připomínky a pomoc při vypracování mé bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat paní Ing. Ivetě Střelcové, Ph.D. a paní doc. Ing. Zítě Prostějovské, Ph.D. za odborné konzultace z ekonomické části mé bakalářské práce.

Také bych chtěl poděkovat své rodině, přítelkyni a kamarádům za podporu a trpělivost, kterou mi projevili při vypracování této bakalářské práce, ale také v průběhu celého studia.

Obsah

Abstrakt	1
Klíčová slova	1
Abstract	1
Key words	1
Ekonomická terminologie	2
1 Úvod	3
2 Údaje o objektu	4
3 Systémy pro úsporu pitné vody	5
4 Ekonomická analýza	6
4.1 Výsledky nacenění realizace systémů	6
4.2 Stanovení úspor a nákladů	7
4.3 Scénář 1 – Cash Flow bez dotace od státu	8
4.4 Scénář 2 – Cash Flow s uvažováním dotace od státu	12
4.5 Porovnání variant	16
5 Cost-Effectiveness analýza	20
5.1 Stanovení nákladů a předpokladů	20
5.2 Scénář 1 – bez vlivu dotace	21
5.3 Scénář 2 – s vlivem dotace	24
6 Závěr	26
Reference	27
Seznam obrázků	28
Seznam grafů	29

Příloha 1 – Výkresová dokumentace pro nacenění systémů + povolení k použití
komerční knihovny a aplikace pro Revit 2022

Příloha 2 – Rozpočet pro každou variantu z programu KROS4 + simulace Cash
Flow pro ekonomickou analýzu (oba scénáře)

Abstrakt

Tato práce se věnuje problematice zpětného využívání odpadních vod v bytových domech prostřednictvím využití buď dešťové, nebo šedé vody, které by vedlo k úspoře pitné vody.

Práce porovnává tři varianty využití odpadních vod pro zvolený bytový dům. Na základě vytvořených 3D modelů v programu Autodesk Revit byla připravena výkresová dokumentace pro nacenění systémů. Dále byl proveden rozpočet nákladů na realizaci každé varianty v programu KROS4. Výstup z rozpočtářského programu byl použit k provedení ekonomické analýzy s vyhodnocením návratnosti investice a cost-effectiveness analýzy.

Klíčová slova

Odpadní voda, dešťová voda, šedá voda, úspora pitné vody, ekonomická analýza, cost-effectiveness analýza

Abstract

The thesis focuses on problematic of a wastewater reusage in residential buildings by using rainwater or greywater, which could lead to a drinking water saving.

The thesis compares three variants of a wastewater usage for a chosen residential building. Based on created 3D models in Autodesk Revit, a designed documentation for systems pricing was prepared. Then budget of costs was carried out for each variant in KROS4. Results from the budgeter's program were used to do an economic analysis with evaluation of investments return and cost-effectiveness analysis.

Key words

Wastewater, rainwater, greywater, drinking water saving, economic analysis, cost-effectiveness analysis

Ekonomická terminologie

- Tok peněz (Cash Flow) – skutečný pohyb peněžních prostředků za určité období.⁽¹⁾
- NPV – Čistá současná hodnota (Net Present Value) – rozdíl mezi diskontovanými příjmy z investice a diskontovanými kapitálovými výdaji.⁽¹⁾
- DPP – Diskontovaná doba návratnosti (Discounted Payback Period) – dynamická metoda zohledňující faktor času. Zjišťuje, kdy kladné diskontované peněžní toky převýší kapitálový výdaj.⁽¹⁾
- IRR – Vnitřní výnosové procento (Internal Return Rate) – úroková míra, při které je současná hodnota peněžních příjmů z investice rovná hodnotě kapitálových výdajů (NPV=0).⁽¹⁾

1 Úvod

V současné době téma úspory přírodních zdrojů je moc důležitá, zvláště pokud se jedná o pitnou vodu. Každý rok množství tohoto zdroje klesá, a proto jediným řešením, jak můžeme snížit potřebu pitné vody – pokud je to možné, je nahradit alternativním řešením. Tak například, pro takové činnosti jako splachování, zalévání zahrádky, mytí aut, dokonce i praní nepotřebujeme pitnou vodu, pokud můžeme využít dešťovou nebo očištěnou šedou vodu. Tím bychom mohli ušetřit velké množství jednoho z nejcennějších zdrojů pro lidi.

Zavedení takových systémů úspory vody nesou doplňující náklady na realizace projektů a vzhledem k tomu, že žijeme v takovém světě, že primárně chceme, aby se nám jakékoliv investice vrátily, ideálně kdybychom si ještě něco i vydělali. Výrobce prorokují rychlou návratnost investice, ale proč tehdy developeři nezavádějí takovou technologii hromadně?

Cílem práce je na příkladě zvoleného bytového domu připravit 3 varianty řešení úspory pitné vody, na základě toho provést ekonomickou analýzu a vyhodnotit efektivnost investice do každé z variant a také si vybrat nejpříznivější z ekonomického hlediska variantu.

2 Údaje o objektu

Pro zpracování dokumentace za účelem nacenění systémů byla zvolena veřejně dostupná studie novostavby bytového domu.

- Lokalita: Praha
- Zastavená plocha: 233,8 m²
- Počet podlaží: 4 nadzemních podlaží
- Podzemní podlaží: není podsklepený
- Počet bytů: 9
- Počet uživatelé: 23
- Úprava teplé vody: lokální pomocí buď zásobníků teplé vody, nebo průtokových ohřívačů
- Technická místnost: v 1NP
- Konstrukční systém: zděný, stěnový
- Založení: základové pásy
- Světlá výška: 2,6 m.

3 Systémy pro úsporu pitné vody

Zvolený objekt se vybavil dvěma systémy: systémem pro využití dešťové vody a systémem pro úpravu a následné využití šedé vody pro domácnost. Podle roční bilance by dešťová voda mohla být použita pro zalití zahrady o půdorysné ploše 50 m² a na mytí 10 aut (počet aut stanoven na základě očekávaného počtu dospělých uživatelů bytového domu). Šedá voda může být použita na splachování záchodů a také na dodání vody pro pračky. Pro účely ekonomické analýzy byly vytvořeny čtyři varianty:

- Varianta 1 – Bez využívání odpadních vod (nulová varianta)
- Varianta 2 – Využití pouze dešťové vody
- Varianta 3 – Využití pouze šedé vody
- Varianta 4 – Využití dešťové a šedé vody

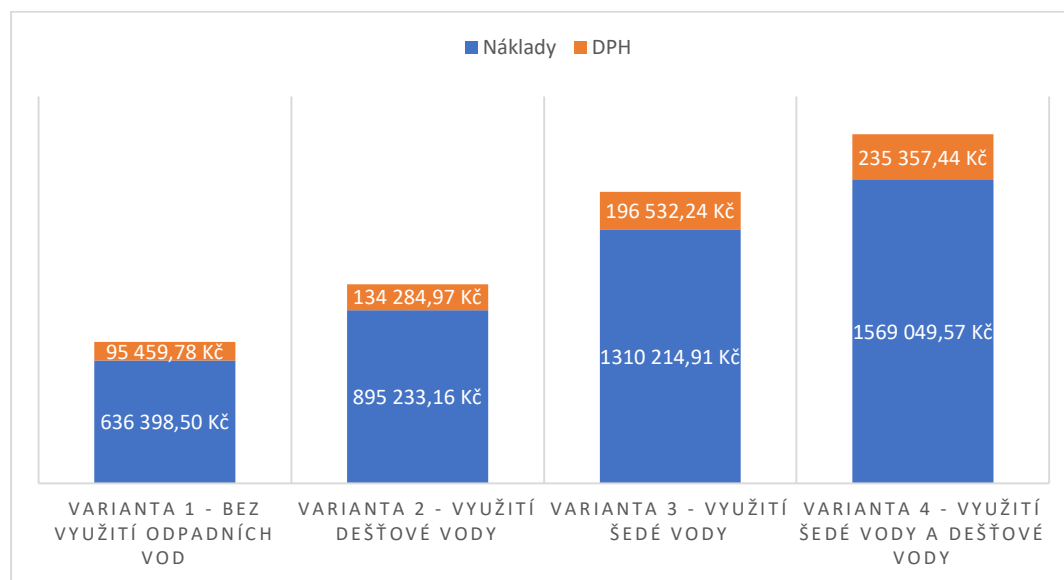
Jako podklad pro nacenění realizace variant prostřednictvím programu KROS4, v programu Autodesk Revit 2022 byly vytvořeny dva modely – model pro variantu 1 a také model pro variantu 4. Modely pro varianty 2 a 3 není potřeba vytvářet, protože jsou kombinacemi variant 1 a 4.

Po vytvoření modelů v programu Autodesk Revit, pomocí obdržovaných výkazů, byl proveden rozpočet v programu KROS4 pro každou z variant. Byly zahrnuty všechny možné práce a položky potřebné pro realizaci každého ze systémů. Výsledky rozpočtů byly použité k následující simulaci toku peněz (Cash Flow) s předpokladem průměrného ročního růstu cen na vodné, stočné, elektřinu, průměrného růstu roční inflace a také byla zvolena hodnota diskontované sazby, která je standardní pro projekty v EU. Simulace Cash Flow byla provedena na dobu 30 let a ve dvou variantách – s možností získat dotace od státu a také bez uvažování takové příležitosti. Také byla provedena cost-effectiveness analýza, která je jiným typem vyhodnocení efektivnosti investice. Danou metodou byla znázorněna ekonomicky nejvhodnější varianta na základě porovnání celkových nákladů v době provozu a zároveň s tím bylo graficky ukázáno období, kdy oproti nulové variantě budou úspory převládat nad náklady.

4 Ekonomická analýza

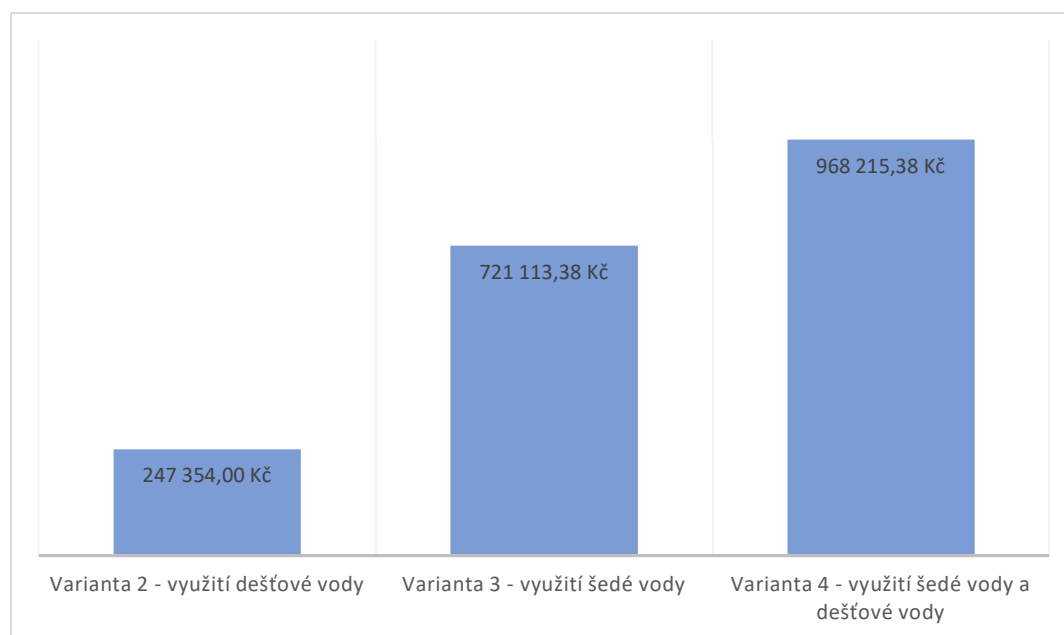
4.1 Výsledky nacenění realizace systémů

Výstupem z programu KROS4 jsou 4 naceněné varianty. Náklady na realizace jsou vidět na grafu 1.



Graf 1 – Celkové investiční náklady na realizace variant

Sazba DPH je 15 %, protože se jedná o součásti bytové výstavby. V celé ekonomické analýze budou uvažované náklady na realizace systému bez DPH. Dále z celkových nákladů byly vypočítané náklady pouze na realizace systémů úspory pitné vody pro varianty 2, 3 a 4.



Graf 2 – Investiční náklady pouze na realizace systémů úspory pitné vody (bez DPH)

Podle grafu 2 je vidět, že realizace systému pro využití dešťové vody je cca třikrát levnější než systému pro využití šedé vody. Důvodem toho je potřeba šachty s filtračním košem oproti čistírně odpadních vod. Je také vidět, že se náklady na realizace systémů pro varianty 3 a 4 rovnají polovině celkových nákladů a to znamená, že investor by určitě zvažil nutnost takové dodatečné investice do svého projektu.

4.2 Stanovení úspor a nákladů

Pro simulace Cash Flow na dobu 30 let byly stanoveny roční úspory vody a roční náklady na opravu a údržbu systémů a také dodatečné náklady na elektřinu. Předpokladem je, že všechny ceny budou růst ročně podle průměrné procentuální hodnoty stanovené pro každou položku na základě vývoje cen z předchozích let. Tím pádem průměrný roční růst cen na vodné je 7,1 %, na stočné – 5,9 %, na elektřinu – 2,0 %, průměrný růst roční inflace je 0,4 % a také byla zvolena hodnota diskontované sazby – 5 %, která je standardní sazbou pro projekty v EU. Také byl předpokládán extrémní případ nutné výměny všech čerpadel, nádrží a čistících soustav po uplynutí záruční doby. Uvažovaná doba záruky na čerpadla je 2 roky, na nádrž pro dešťovou vodu – 15 let, na nádrže pro šedou vodu 10 let, na čistírnu odpadních vod – 2 roky. Simulace Cash Flow byla provedena ve dvou scénářích – s možností získat dotace od státu a také

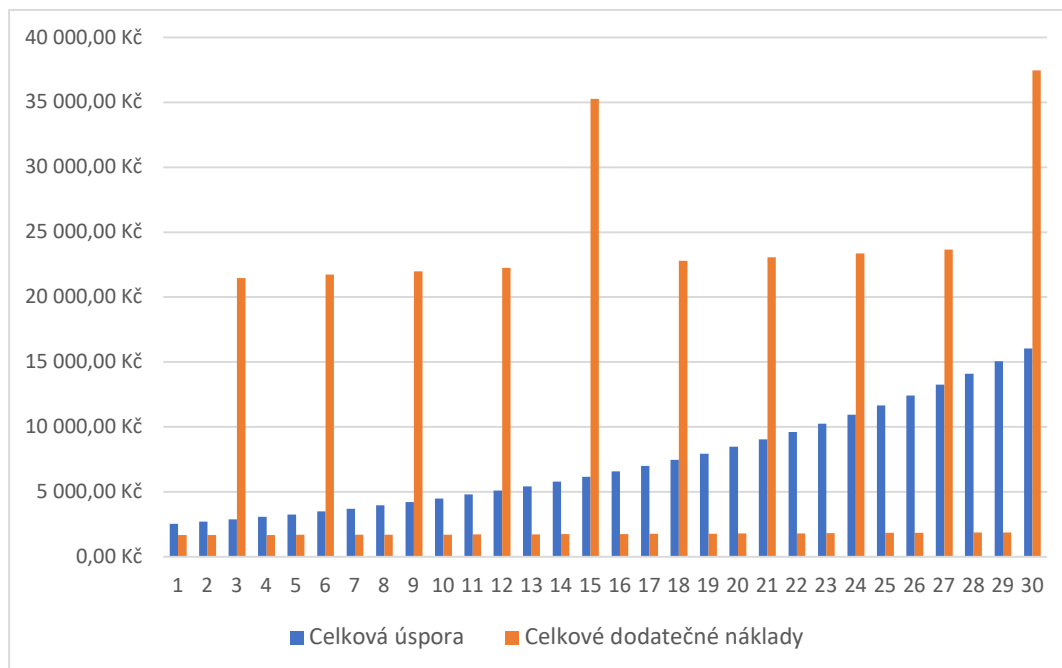
bez uvažování takové příležitosti. Hodnoty, které byly stanoveny jako náklady v provozní fázi, jsou následující:

- Pro oba systémy: cena za elektřinu – 7,15 Kč/kWh, vodné – 55,88 Kč/m³, stočné – 52,25 Kč/m³
- Systém využití dešťové vody: údržba a čištění – 1 600 Kč/rok, výměna čerpadla – 19 570 Kč, výměna nádrže – 12 000 Kč, spotřeba elektrické energie – 5,48 kWh.
- Systém využití šedé vody: údržba a čištění – 2 400 Kč/rok, výměna čerpadla – 10 000 Kč, oprava nádrže – 3 500 Kč => 2 nádrže = 7 000 Kč, výměna čistírny – 12 000 Kč, spotřeba elektrické energie – 22,81 kWh.

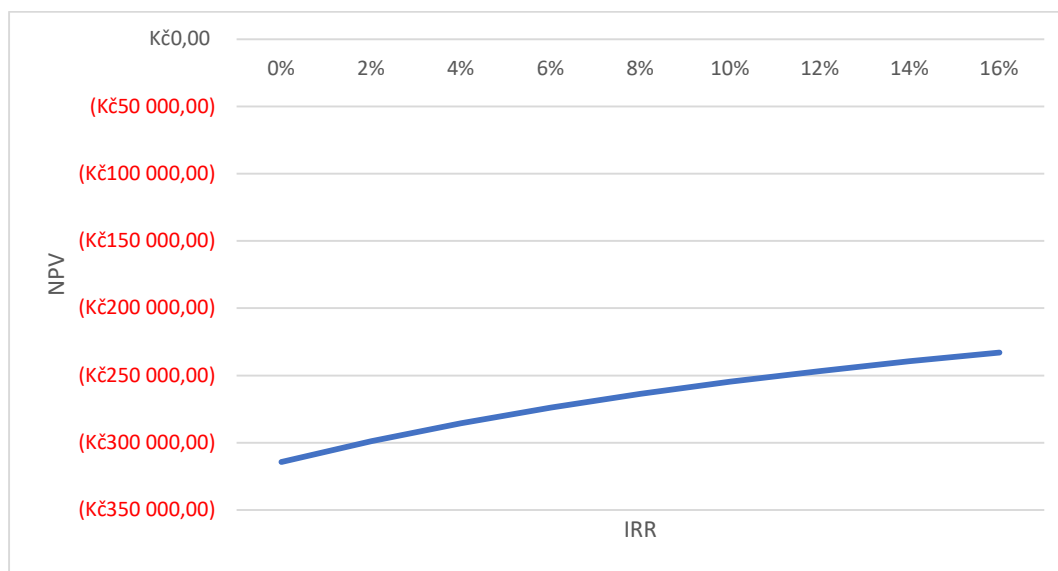
4.3 Scénář 1 – Cash Flow bez dotace od státu

Daný scénář byl zvolen pro vyhodnocení investice v případě, pokud se nepovede získat dotace nebo dotační program bude vůbec státem zrušen z jakýchkoliv důvodů. Navíc, pokud během takového scénáře dojde k tomu, že investice bude návratnou, znamená to, že za simulovaných podmínek investice bude zaručeně výhodnou. Výsledky provedené simulace jsou:

- Varianta 2 je nerentabilní, protože během třicetiletého období nedojde k návratu investice a zároveň s tím úspory za vodné a stočné budou menší než náklady na opravy a údržbu a elektřinu. Podle simulovaného Cash Flow hodnota NPV je -293 424,99 Kč a celkové úspory za toto období jsou -46 070,99 Kč. Hodnota IRR je vůbec v záporných hodnotách. Tato varianta místo úspory a návratnosti by přidala náklady navíc.

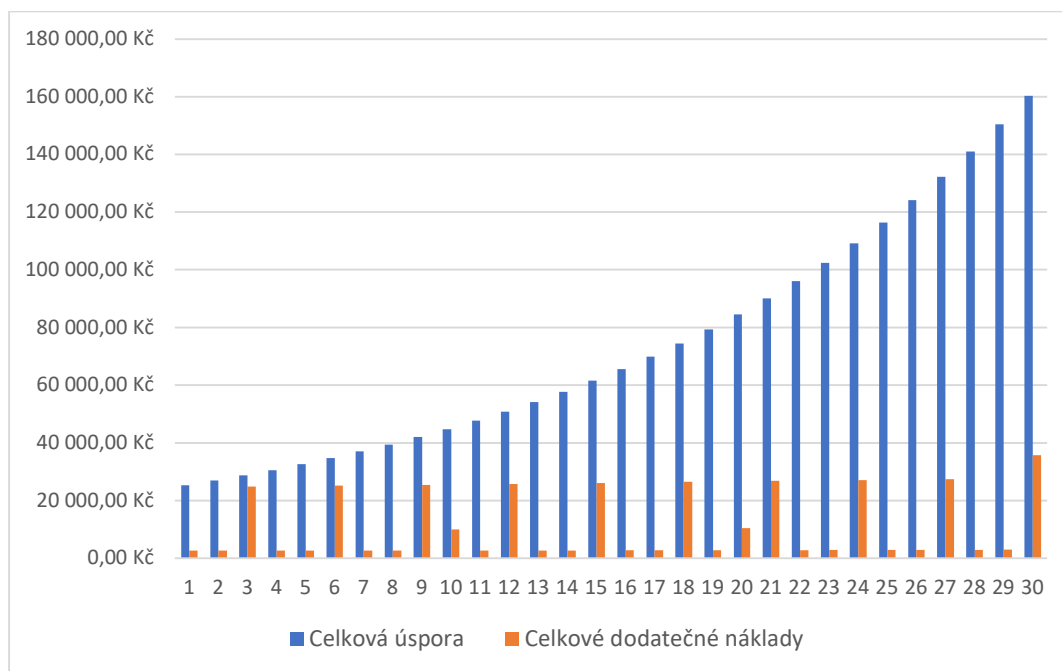


Graf 3 – Poměr ročních úspor k ročním nákladům pro variantu 2

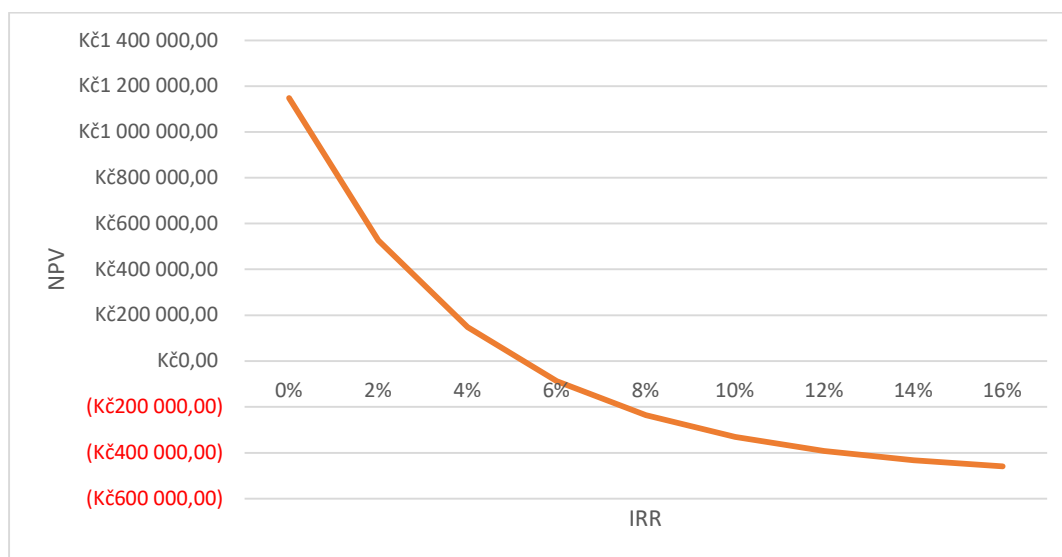


Graf 4 – Profil NPV pro variantu 2

- Varianta 3 je nejvýhodnějším řešením, protože úspory jsou výrazně vyšší než dodatečné náklady, hodnota NPV se rovná 17 481,42 Kč, celkové úspory za toto období činí 738 594,80 Kč. DPP se nastane ve 30. roce a vnitřní výnosové procento je 5,15 %, což je o 0,15 % vyšší, než bylo požadováno.

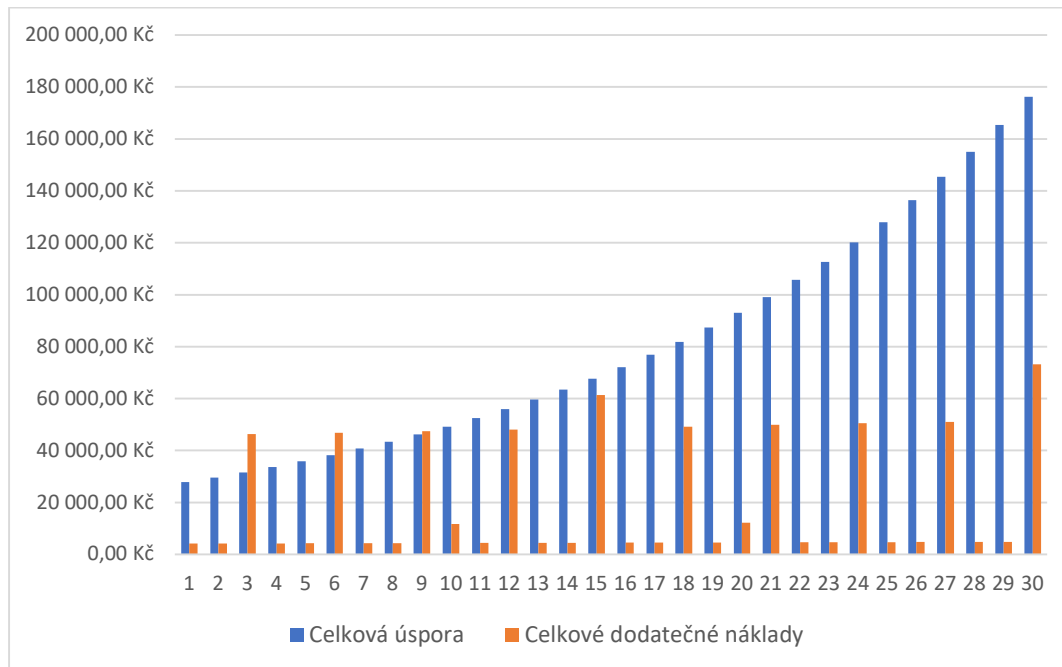


Graf 5 – Poměr ročních úspor k ročním nákladům pro variantu 3

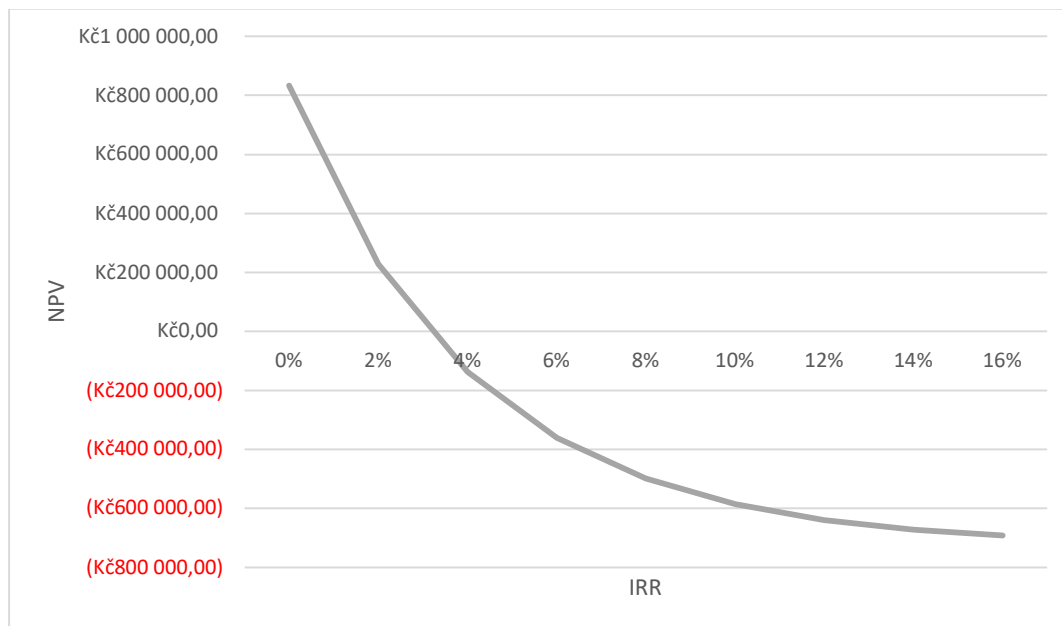


Graf 6 – Profil NPV pro variantu 3

- Varianta 4 je také nerentabilní. I když celkové úspory jsou 692 523,81 Kč, zároveň s tím IRR má hodnotu 3,13 %, což je menší než požadované procento a také NPV je -275 691,57 Kč.



Graf 7 – Poměr ročních úspor k ročním nákladům pro variantu 4



Graf 8 – Profil NPV pro variantu 4

4.4 Scénář 2 – Cash Flow s uvažováním dotace od státu

Daný scénář ukazuje, jak by se změnila situace, kdyby se podařilo získat finanční podporu od státu na zavedení systémů úspory pitné vody do zvoleného bytového domu. Během zpracování bakalářské práce došlo ke změně a příjem žádosti o dotace „Dešťovka“ byl ukončen. Státem byl však zaveden nový dotační program. Tím pádem byla uvažována současně platná dotace „Nová zelená úsporám“. Proto pro výpočet maximální hodnoty dotace byla použita online kalkulačka na webových stránkách <https://novazelenausporam.cz/dotacni-kalkulacka>. Podle oficiálních stránek je možné získat dotace i pro novostavby. Po vyplnění bylo stanoveno, že při aplikaci systému využití dešťové vody na závlahu zahrady a mytí aut dotace není možná. Při zavedení systému využití šedé vody hodnota dotace bude 300 000 Kč a při zavedení obou systémů 322 000 Kč, tady už není stanoveno, na co by měla být použita dešťová voda.

Podporované systémy

- **Dešťová voda pro závlivku zahrady** – podporuje se pouze u stávajících bytových domů, ne u domů ve výstavbě
- **Dešťová voda jako užitková (pro splachování) i pro závlivku**
- **Odpadní (šedá) voda jako voda užitková (pro splachování) i pro závlivku**
- **Odpadní (šedá) voda v kombinaci s dešťovou vodou (dvě nádrže)**

Obr. 1 – Podporované dotační systémy (2)

The screenshot shows a web interface for calculating subsidies. At the top, there are two buttons: 'REKONSTRUKCE' (highlighted in green) and 'NOVOSTAVBA'. Below these are several dropdown menus for selecting project parameters:

- Energetický standard domu**: Nízkoenergetický dům
- Zelená střecha**: Není navrhována
- Dešťovka**: Systém pro využití odpadní (šedé) vody
- Teplo z odpadní vody**: Není navrhováno
- Dobíjecí stanice pro elektromobily**: Není navrhována

There is also a checkbox for 'Využiji environmentálně šetrné řešení projektu' and another for 'Stavbu budu realizovat v Ústeckém, Karlovarském či Moravskoslezském kraji'. A 'RESETOVAT' button is at the bottom left.

On the right side, a summary box shows the estimated subsidy amounts:

- Orientační výše dotace:** **300 000 Kč**
- Dotace na opatření: **250 000 Kč**
- Dotace na projektovou dokumentaci: **40 000 Kč**
- Dotací bonus: **10 000 Kč**

Small text at the bottom right states: 'Výpočet vychází z průměrných částek u dosud podpořených dotačních projektů. Slouží pouze pro obecnou orientaci. Pro přesný výpočet kontaktujte vybraného specialistu či krajská pracoviště SFŽP ČR.'

Obr. 2 – Výpočet dotace pro variantu 3 (2)

REKONSTRUKCE
NOVOSTAVBA

Energetický standard domu ^⓪

Nízkoenergetický dům ▼

Využiji environmentálně šetrné řešení projektu ^⓪

Dešťovka ^⓪

Systém pro využití odpadní a dešťové vody ▼

Dobíjecí stanice pro elektromobily ^⓪

Není navrhována ▼

Stavbu budu realizovat v Ústeckém, Karlovarském či Moravskoslezském kraji

✖ **RESETOVAT**

Zelená střecha ^⓪

Není navrhována ▼

Teplota z odpadní vody ^⓪

Není navrhováno ▼

Orientační výše dotace:

322 000 Kč

Dotace na opatření:

272 000 Kč

Dotace na projektovou dokumentaci:

40 000 Kč

Dotací bonus:

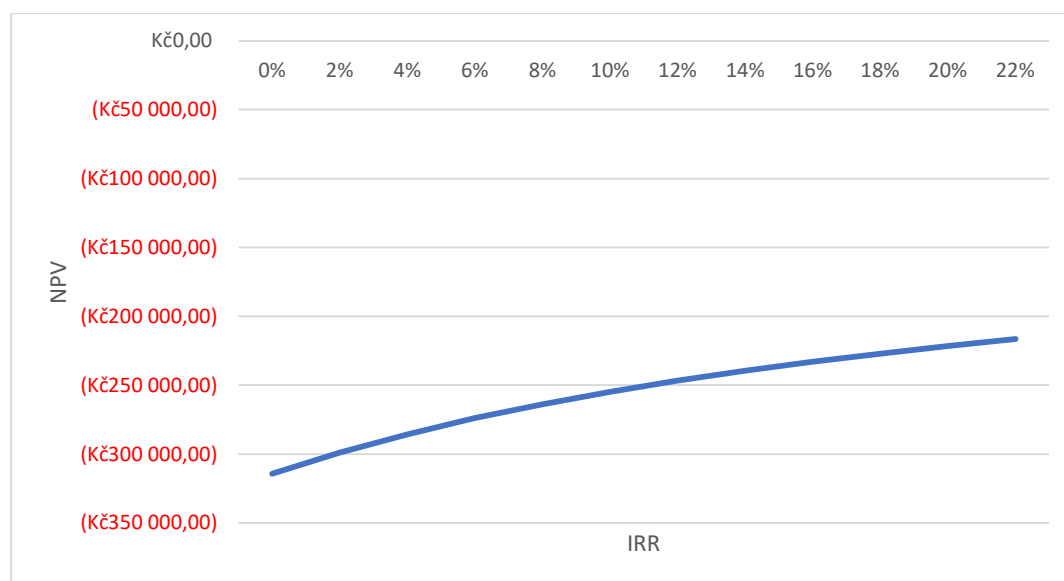
10 000 Kč

Výpočet vychází z průměrných částek u dosud podpořených dotačních projektů. Slouží pouze pro obecnou orientaci. Pro přesný výpočet kontaktujte vybraného specialistu či krajské pracoviště SFŽP ČR.

Obr. 3 – Výpočet dotace pro variantu 4 (2)

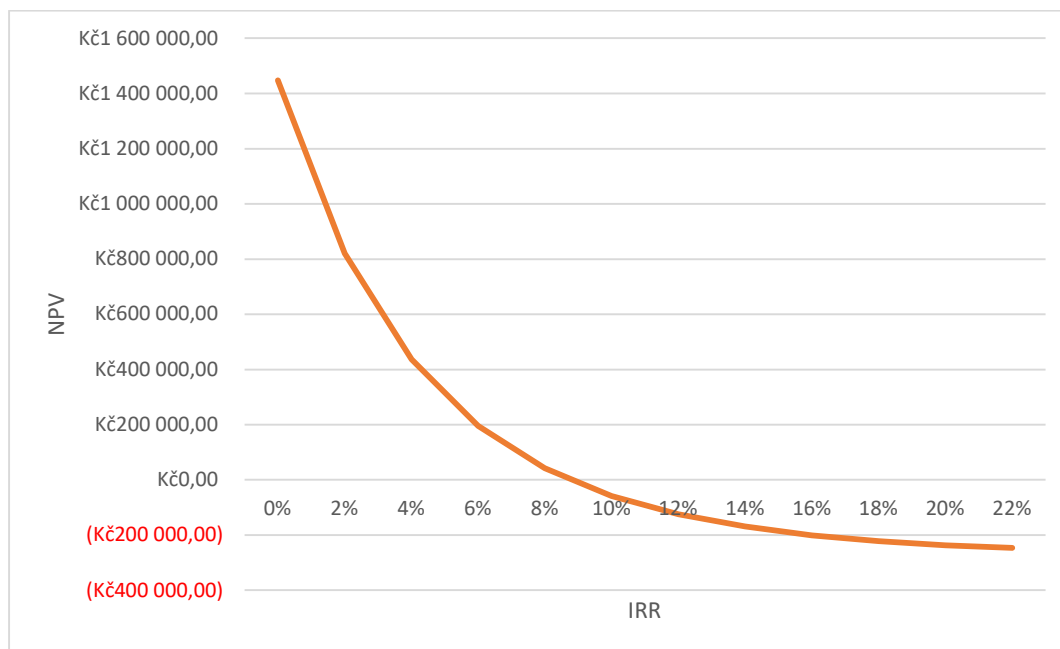
Po provedení simulace Cash Flow na dobu 30 let bylo stanoveno, že řešení 3 a 4 budou rentabilní, ale řešení 2 nebude vhodnou investicí, protože není ani možné získat dotace na toto řešení. Celkové úspory ve fázi provozu jsou pro každou variantu stejné, protože se v těchto položkách nic neměnilo, pouze se snížily investiční náklady kvůli získání dotace. Výsledky pro každou variantu jsou:

- Varianta 2 je, jak už bylo zmíněno výše, nerentabilním řešením. Hodnota NPV je -46 070,99 Kč, IRR je záporné. Výsledek je stejný jako ve scénáři 1.



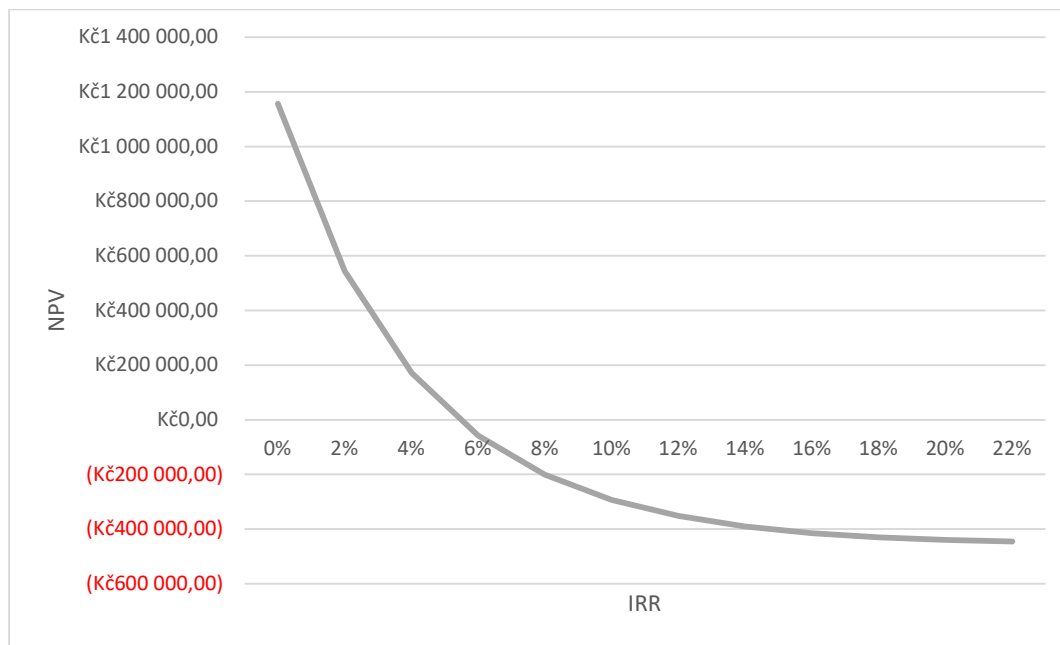
Graf 9 – Profil NPV pro variantu 2

- Investice do varianty 3 je s vlivem dotace efektivnější a dojde k návratnosti investice ve 20. roce, hodnota NPV je 317 481,42 Kč a z Cash Flow vyplývá, že hodnota IRR je 8,74 %, to je o 3,74 % větší, než bylo požadováno. Investice je nejrentabilnější mezi posuzovanými variantami.



Graf 10 – Profil NPV pro variantu 3

- Varianta 4 dobře zohledňuje, jak podpora státu může ovlivnit situace. Hodnota DPP bude ve 29. roce, NPV nebude vysokou, ale bude kladnou – 46 308,43 Kč a IRR – 5,41 %, což je vyšší než požadovaná hodnota o 0,41 % a dané výsledky dělají investice do tohoto řešení taky rentabilní.

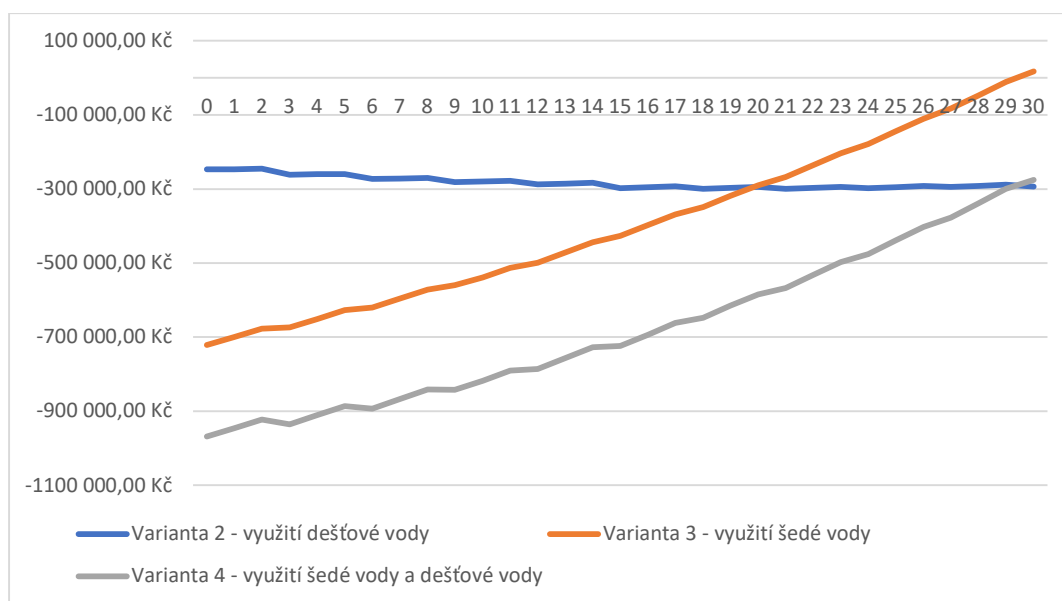


Graf 11 – Profil NPV pro variantu 4

4.5 Porovnání variant

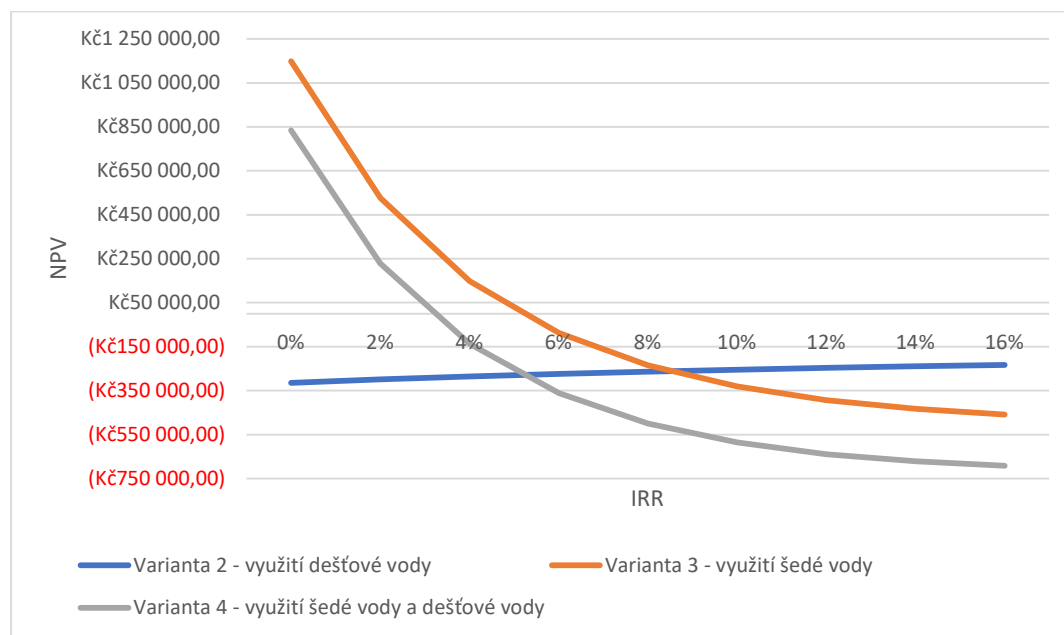
Na základě provedených simulací bude provedeno porovnání variant mezi sebou jak pro scénář 1, tak i pro scénář 2.

Například hodnota DPP ukazuje, jaká z variant je nejrentabilnější. Pro simulaci bez uvažování dotace státu jedinou volbou je varianta 3. Oproti ostatním posuzovaným variantám mohou být investiční náklady vrácené během 30 let, ačkoliv byla předpokládána extrémně minimální doba životnosti všech zásadních částí systémů. Navíc by došlo k největším peněžním úsporám mezi systémy.



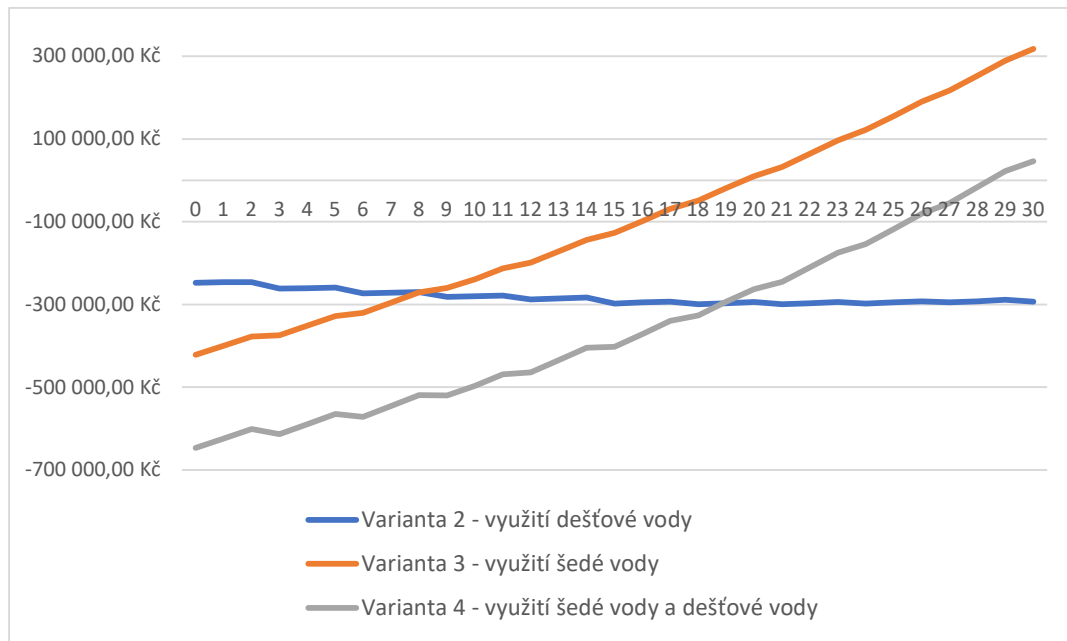
Graf 12 – Porovnání hodnoty DPP pro varianty bez dotace

Podle profilu NPV a hodnoty IRR je taky vidět nadřazenost varianty 3. Vnitřní výnosové procento se rovná 5,15 %, což splňuje požadavek na 5 %. To je jedinou variantou, která splňuje dané kritérium. Využití pouze dešťové vody pro daný objekt je nejhorší investicí, protože po zavedení tohoto řešení budou během provozní doby náklady na údržbu vyšší než úspory na vodném a stočném a tím pádem místo úspory dojde ke zvýšení ročních nákladů.

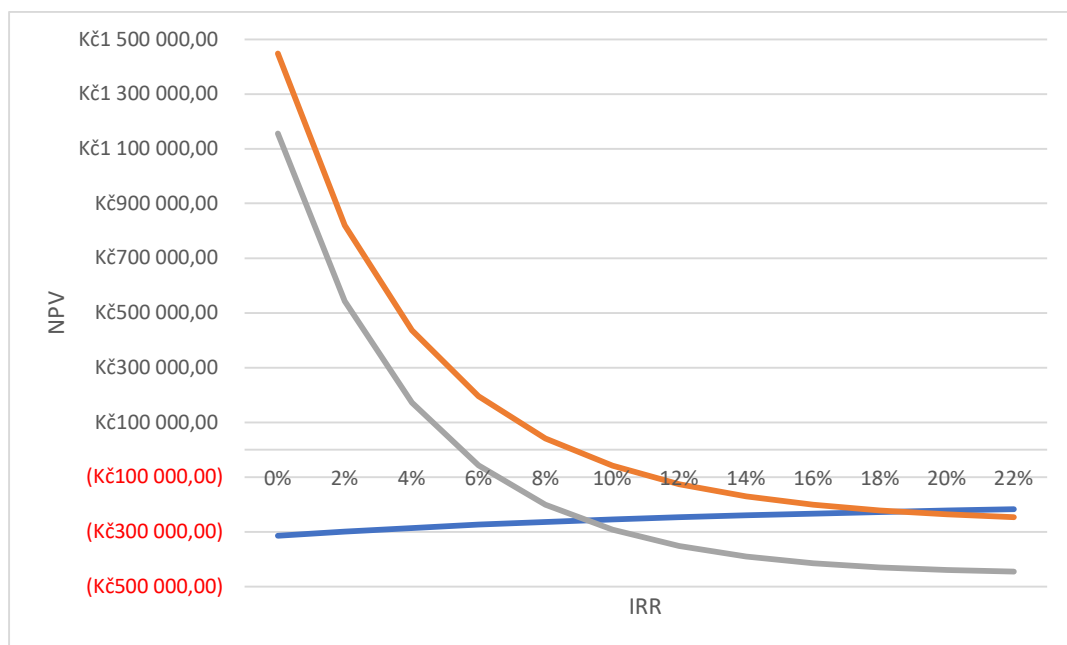


Graf 13 – Profil NPV pro porovnání variant bez dotace

Kdyby došlo ke scénáři číslo 2, je možné pozorovat, jak podpora státu může otevřít příležitost k rozvoji a rozšíření hromadného zavedení systémů na úsporu pitné vody. Díky dotacím jsou dvě varianty návratné. Je možné investovat jak do varianty 3, tak i do varianty 4. K návratnosti investic dojde ve 20. roku pro variantu 3 a ve 29. roku pro variantu 4. NPV jsou 317 481,42 Kč a 46 308,43 Kč. Vnitřní výnosové procento je 8,74 % a 5,41 %. Bohužel pro daný objekt varianta zavedení systému na využití pouze dešťové vody není vhodnou investicí, protože místo úspor dojde ke zvýšení ročních nákladů. Také není možné získat dotace od státu. To znamená, že výsledek bude stejný jako bez uvažování dotace.

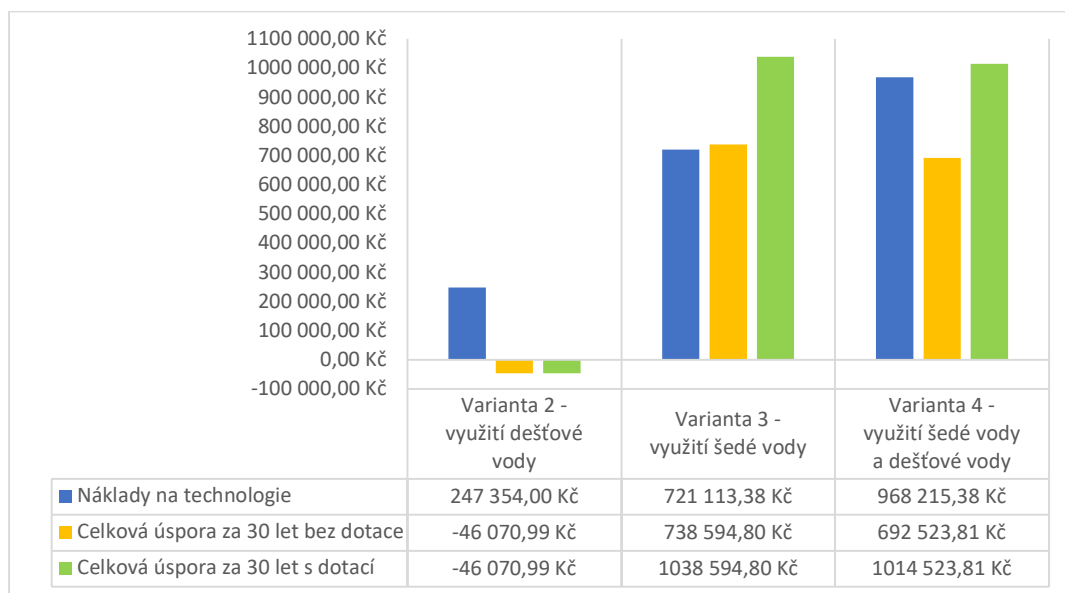


Graf 14 – Porovnání hodnoty DPP pro varianty s dotací



Graf 15 – Profil NPV pro porovnání variant s dotací

Při porovnání celkových nákladů s celkovými úsporami je vidět, jak dotace ovlivňuje rentabilitu investic. Celkové úspory obsahují také úspory během investiční fáze, tj. dotace státu na realizace systémů. Graf 16 zobrazuje kompletní porovnání všech systémů ve dvou simulacích a všech variant. Díky získané dotaci se jeví jako výhodná nejen varianta 3, ale i varianta 4, při které bude v bytovém domě využita jak šedá, tak i dešťová voda.



Graf 16 – Porovnání nákladů a úspor pro každou variantu v obou simulacích

5 Cost-effectiveness analýza

5.1 Stanovení nákladů a předpokladů

Druhou metodou pro vyhodnocení efektivnosti investice je cost-effectiveness analýza. Má jinou filozofii posuzování, ale v podstatě je to porovnání celkových nákladů v době provozu. Daná analýza bude taky provedena na dobu 30 let, a to jak bez uvažování dotace, tak i s takovou příležitostí. Také metoda pracuje s nediskontovanými kumulovanými náklady. To znamená, že výsledky se budou výrazně lišit oproti ekonomické analýze. Tím pádem výsledky dané analýzy budou méně realistickými a důvěryhodnými vůči simulacím Cash Flow z kapitoly 4.

Všeobecné předpoklady: celková cena za m^3 vody = 108,13 Kč, roční růst ceny na vodu = 7 %, cena za 1 kWh = 7,15 Kč, roční růst na elektřinu = 2,0 %, roční inflace = 0,4 %. Také byly stanovené náklady a předpoklady pro každé řešení:

- Varianta 1:
investiční náklady = 636 398,50 Kč
roční spotřeba vody = 1117,68 m^3
dodatečné náklady na servis a elektřinu = 0 Kč
- Varianta 2:
investiční náklady bez dotace = 895 122,16 Kč, s dotací = stejné
roční spotřeba vody = 1095,68 m^3
roční dodatečná spotřeba elektřiny = 5,48 kWh
rovnoměrně rozdělené na 30 let náklady na údržbu a čištění systému = 8 923,33 Kč.
- Varianta 3:
investiční náklady bez dotace = 1 310 214,91 Kč, s dotací = 1 010 214,91 Kč
roční spotřeba vody = 897,84 m^3
roční dodatečná spotřeba elektřiny = 22,81 kWh
rovnoměrně rozdělené na 30 let náklady na údržbu a čištění systému = 10 433,33 Kč.
- Varianta 4:
investiční náklady bez dotace = 1 569 049,57 Kč, s dotací = 1 247 049,57 Kč
roční spotřeba vody = 875,84 m^3
roční dodatečná spotřeba elektřiny = 28,29 kWh

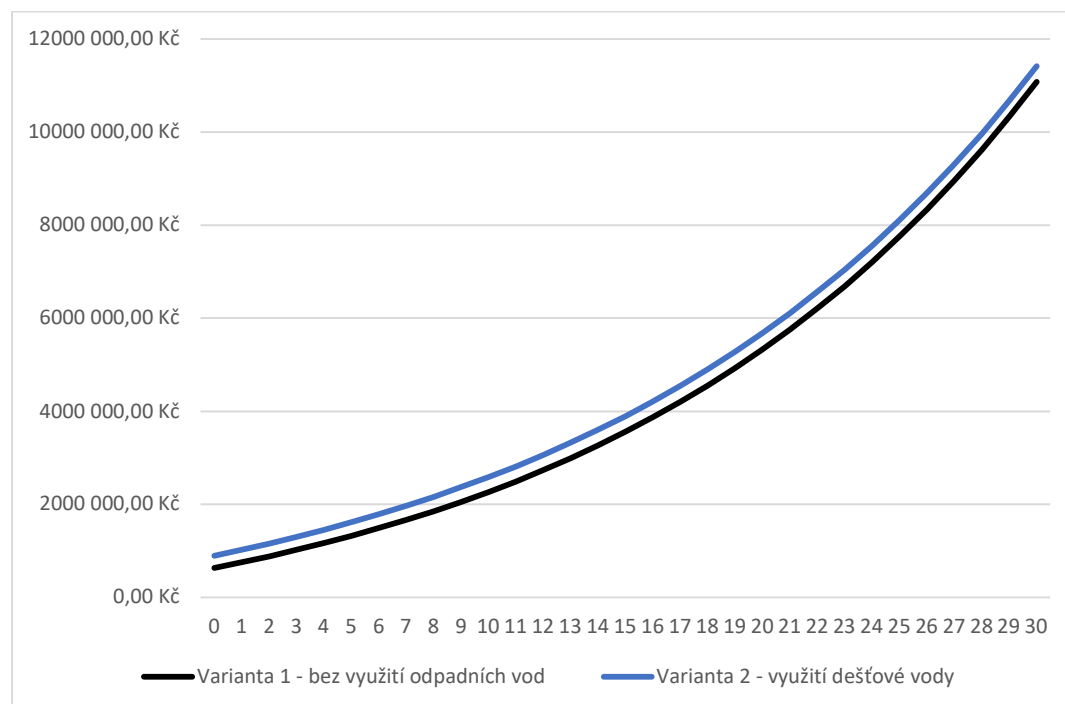
rovnoměrně rozdělené na 30 let náklady na údržbu a čištění systémů =
19 356,67 Kč.

Po sestavení tabulek pro výpočet byly vytvořeny grafy pro provedení vyhodnocení efektivnosti každé varianty oproti nulové variantě. Porovnání bude provedeno pro dva scénáře – bez dotace a s podporou státu.

5.2 Scénář 1 – bez vlivu dotace

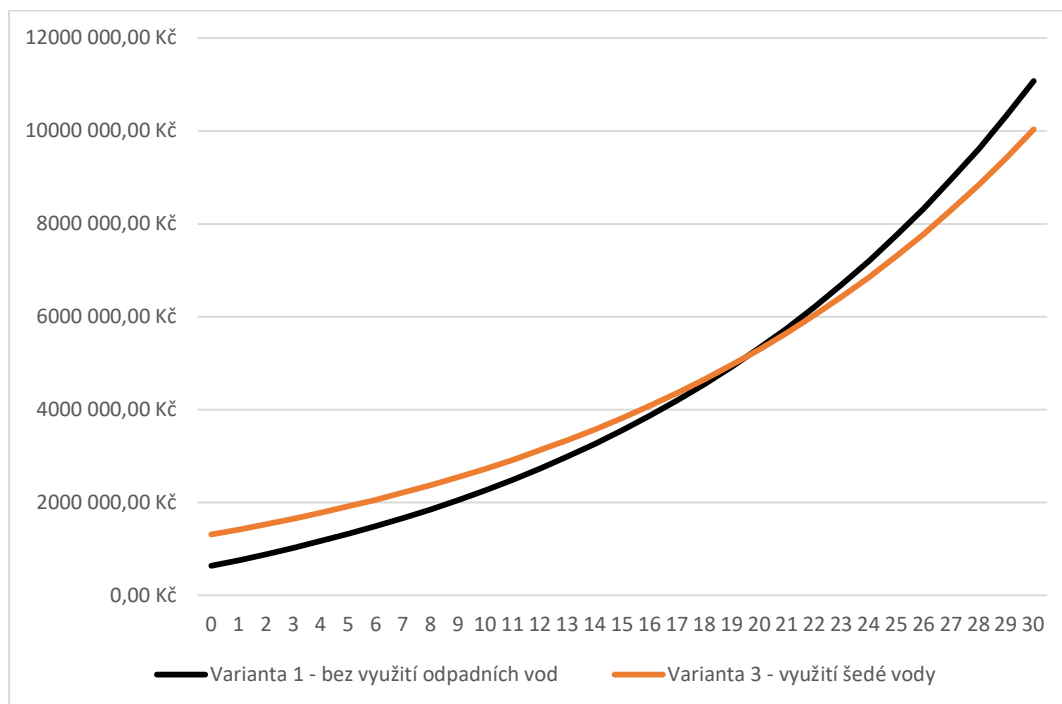
Daná analýza reprezentuje úplně jiné výsledky oproti ekonomické analýze. Varianty 2, 3 a 4 byly zvlášť porovnané s variantou 1, která je nulovou variantou.

Podle grafu 17 je vidět, že varianta 2 není ekonomicky vhodným řešením pro tento bytový dům.



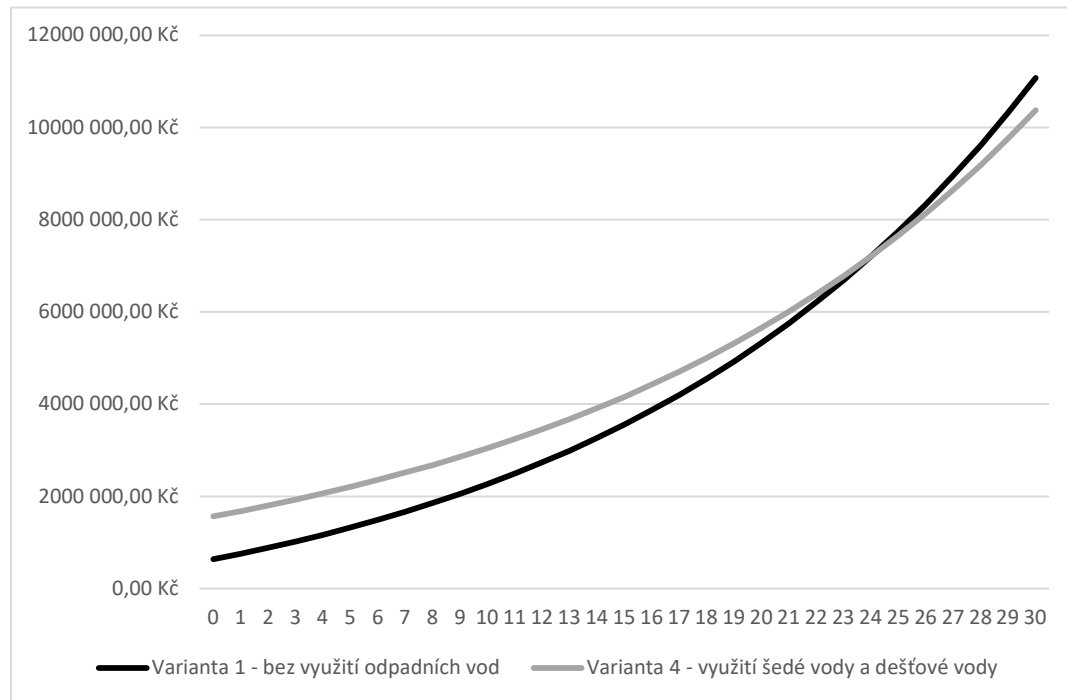
Graf 17 – Porovnání celkových nákladů bez vlivu dotace pro varianty 1 a 2

Podle dané metody vyhodnocení efektivnosti je možné vidět, že nejlepším řešením je varianta 3, to zohledňuje i graf 18. Výslednou dobou, kdy dojde k tomu, že úspory budou převažovat náklady, je 19 let.



Graf 18 – Porovnání celkových nákladů bez vlivu dotace pro varianty 1 a 3

Zajímavým je i to, že podle dané analýzy, varianta 4 je taky vhodným řešením oproti variantě 1. Podle grafu 19 ve 24. roce dojde k přelomu, kdy úspory budou mít vyšší hodnotu než náklady.

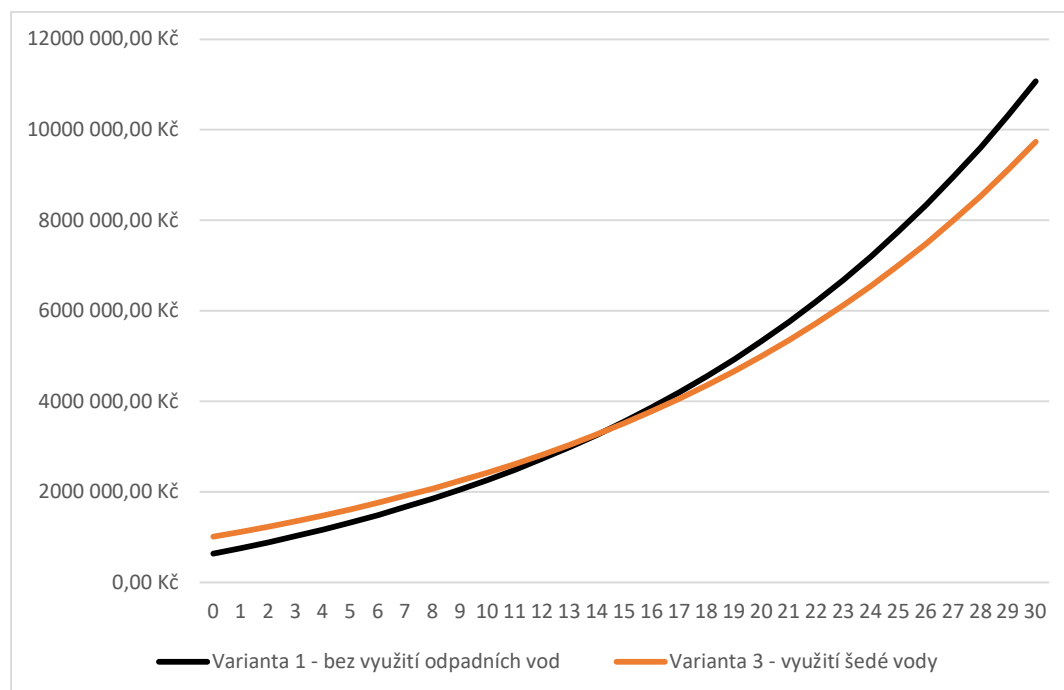


Graf 19 – Porovnání celkových nákladů bez vlivu dotace pro varianty 1 a 4

5.3 Scénář 2 – s vlivem dotace

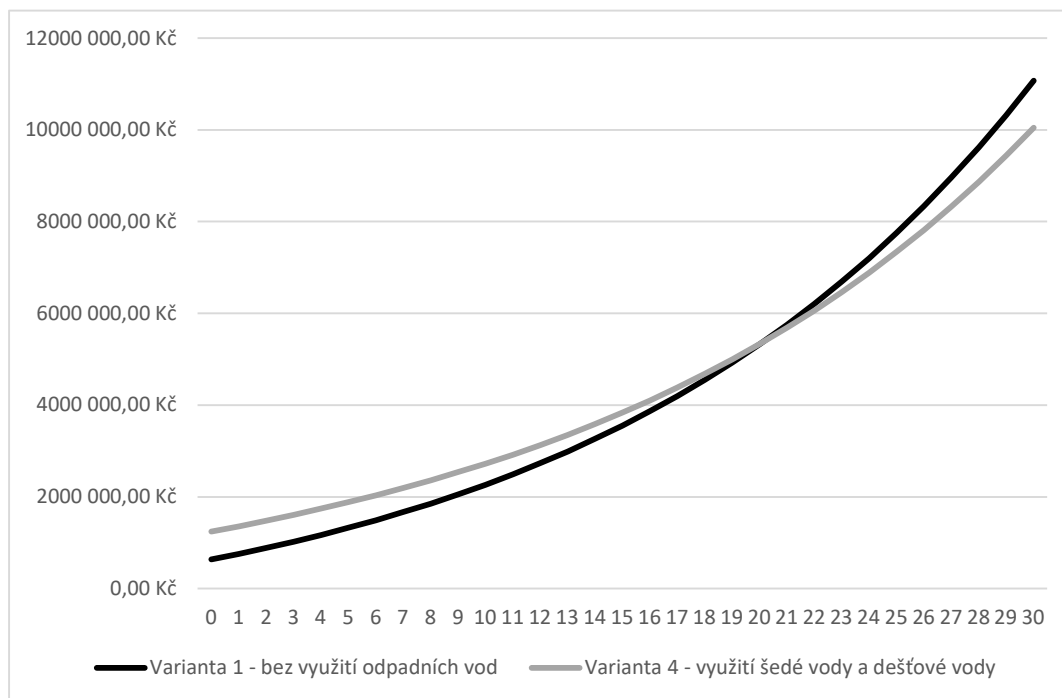
Při uvažování získání dotace od státu byly obdrženy očekávaně lepší výsledky. Varianta 2 už nebyla posouzena, protože se výsledek neměnil.

Nicméně získání dotace pro variantu 3 ovlivnilo posun doby, kdy úspory převyšují náklady, a to o celých 5 let (ve 14. roce).



Graf 20 – Porovnání celkových nákladů s vlivem dotace pro varianty 1 a 3

Varianta 4 posunula svůj bod přelomu o 4 roky oproti scénáře bez dotace. Pro daný scénář to nastane ve 20. roce.



Graf 21 – Porovnání celkových nákladů s vlivem dotace pro varianty 1 a 4

6 Závěr

V dané kapitole budou shrnuty výsledky srovnání obou metod. Výstupy z programů Autodesk Revit a KROS4 umožnily provést podrobnou ekonomickou analýzu pomocí simulace Cash Flow ve dvou scénářích se zavedením všech možných nákladů.

Vzhledem k tomu, že byly uvažované extrémní případy životnosti hlavních součástí systémů, je možné předpokládat, že varianty řešení, které byly ohodnoceny jako rentabilní investice za těchto předpokladů, budou výhodné za současných podmínek.

Co se týče porovnání celkových nákladů v době provozu, je vidět, jak se tyto výsledky liší oproti ekonomické analýze. Cost-effectiveness analýza ukazuje výrazně lepší a optimističtější výsledky, což může položit otázku správnosti jedné z variant vyhodnocení efektivnosti investic. Důvodem takových zvláštností jsou předpoklady této analýzy, jako například posouzení nediskontovaných nákladů a rovnoměrné rozdělení nákladů na opravy a údržbu. Nepochybně to může vyvolat zmatky při neodborném vyhodnocení rentability investice do systémů na úsporu pitné vody. Navíc cost-effectiveness analýzu mohou používat i bezohlední obchodníci, kteří potřebují tyto systémy prodat.

Nicméně obě metody analýzy prokázaly, že varianta 3, při které do objektu bude aplikován systém pro využití šedé vody, je nejvíce vhodným řešením pro daný bytový dům. Dojde k největší úspoře peněz a také je to jedinou variantou, která je nezávislá na dotaci, protože i bez ní může být vyhodnocena jako nejefektivnější investicí mezi ostatními variantami.

Také simulace scénáře 2 ekonomické analýzy ukázala, že podpora státu může otevřít příležitost k realizaci varianty 4, při které dojde k menší úspoře peněz, ale k větší úspoře pitné vody oproti variantě 3. Řešení 2 pro zvolený objekt není vhodnou variantou, protože po jejím zavedení do provozu budou náklady převládat nad úsporami a zároveň s tím stát nepodporuje aplikace systémů pro využití dešťové vody pro účely závlivy zahrad a mytí aut.

Reference

1. **Prostějovská, Z.** *Finanční řízení a investování*. Praha : Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03566-2.
2. **Dotační kalkulačka. *nová zelená úsporám***. [Online] [Citace: 21. 4 2022.] <https://novazelenausporam.cz/dotacni-kalkulacka>.

Seznam obrázků

Obr. 1 – Podporované dotací systémy⁽²⁾

Obr. 2 – Výpočet dotace pro variantu 3⁽²⁾

Obr. 3 – Výpočet dotace pro variantu 4⁽²⁾

Seznam grafů

- Graf 1 – Celkové investiční náklady na realizace variant
- Graf 2 – Investiční náklady pouze na realizace systémů úspory pitné vody (bez DPH)
- Graf 3 – Poměr ročních úspor k ročním nákladům pro variantu 2
- Graf 4 – Profil NPV pro variantu 2
- Graf 5 – Poměr ročních úspor k ročním nákladům pro variantu 3
- Graf 6 – Profil NPV pro variantu 3
- Graf 7 – Poměr ročních úspor k ročním nákladům pro variantu 4
- Graf 8 – Profil NPV pro variantu 4
- Graf 9 – Profil NPV pro variantu 2
- Graf 10 – Profil NPV pro variantu 3
- Graf 11 – Profil NPV pro variantu 4
- Graf 12 – Porovnání hodnoty DPP pro varianty bez dotace
- Graf 13 – Profil NPV pro porovnání variant bez dotace
- Graf 14 – Porovnání hodnoty DPP pro varianty s dotací
- Graf 15 – Profil NPV pro porovnání variant s dotací
- Graf 16 – Porovnání nákladů a úspor pro každou variantu v obou simulacích
- Graf 17 – Porovnání celkových nákladů bez vlivu dotace pro varianty 1 a 2
- Graf 18 – Porovnání celkových nákladů bez vlivu dotace pro varianty 1 a 3
- Graf 19 – Porovnání celkových nákladů bez vlivu dotace pro varianty 1 a 4
- Graf 20 – Porovnání celkových nákladů s vlivem dotace pro varianty 1 a 3
- Graf 21 – Porovnání celkových nákladů s vlivem dotace pro varianty 1 a 4