

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2016

Pavel Strejček

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího diplomové práce Ing. Jaroslavy Tománkové, Ph.D

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Datum: 8.1 2016

Pavel Strejček

Hodnocení nákladů životního cyklu rekonstruované budovy

Life Cycle Cost Assessment of the Renovated Building

Anotace

Tato práce se zabývá vyhodnocením nákladů životního cyklu vybrané rekonstruované budovy. Na obecnou část, uvádějící do problematiky plánování životnosti a s ním související posuzování nákladů životního cyklu, navazuje vyhodnocení konkrétních nákladů životního cyklu, který zahrnuje tři důležité části rekonstruovaného objektu. Výsledkem je posouzení variantních řešení daných částí objektu, kterými jsou technologie pro vytápění nebo chlazení, obnova oken a možná realizace vnitřního zateplení. Tyto tři vybrané komponenty stavby jsou z hlediska vyhodnocení nákladů životního cyklu a plánování životnosti rozhodující a varianty řešení ostatních částí objektu nemají pro účely této práce zásadní význam, jelikož jsou vzájemně srovnatelné nebo jejich náhrada není možná. Z navržených variant na vytápění a chlazení, obnovu oken a vnitřní zateplení jsou vytvořeny optimální sestavy a ty jsou vzájemně porovnány podle daných kritérií. Na závěr je vybrána nejvhodnější varianta / sestava, která vyniká výhodnou kombinací mezi investičními prostředky, náklady na provoz a údržbu po dobu životnosti komponent a zároveň splňuje nároky na předpokládanou životnost.

Klíčová slova

Náklady životního cyklu stavby, plánování životnosti stavby, rekonstrukce, komponenty stavby, varianta řešení / sestava.

Annotation

This master thesis deals with the evaluation of the life cycle cost of the selected refurbished building. The general part, which introduces the service life planning and with them related assessment of the life cycle costs, follows the evaluation of the specific life cycle costs. This life cycle costs relate to the three important parts of the refurbished building. The result is an assessment of various solutions of this parts of the building, which are technologies for heating or cooling, renewal of windows and possibly implementation of the interior insulation. These three components of the building are chosen for the assessment of the life cycle cost and the service life planning. The options of solutions of other parts of the building are for the purpose of this work not important, because they are comparable or replacement of this parts is impossible. Of the proposed options for heating and cooling, renewal of windows and interior insulation are created optimal configurations and these are compared with each other according to the specific criteria. Finally is the the most suitable option / configuration selected. This configuration excels with advantageous combination between the investment funds and the cost of operation and maintenance throughout the service life of the building's components and also meets the requirements for the anticipated service life.

Keywords

Life cycle costs of the building, service life planning of the building, refurbishment, components of the building, various solutions, configuration.

Obsah

| | | |
|-------|--|--------|
| 1 | Úvod..... | - 3 - |
| 2 | Obecné principy a rámec plánování životnosti | - 4 - |
| 2.1 | Plánování životnosti | - 4 - |
| 2.2 | Obecné zásady pro plánování životnosti | - 4 - |
| 2.3 | Rámec plánování životnosti..... | - 5 - |
| 2.4 | Plánování životnosti a projektování | - 6 - |
| 2.5 | Vedení záznamů | - 6 - |
| 2.6 | Odhad životnosti..... | - 6 - |
| 2.7 | Inovační komponenty | - 8 - |
| 2.8 | Kvalita dat..... | - 8 - |
| 2.9 | Nejistota a spolehlivost..... | - 8 - |
| 2.10 | Typy zastarávání | - 10 - |
| 3 | Dokumentované postupy pro predikci životnosti..... | - 11 - |
| 3.1 | Stručný popis SLP | - 13 - |
| 4 | Způsob vyhodnocení kvality získaných údajů o životnosti | - 15 - |
| 4.1 | Metodika..... | - 15 - |
| 4.2 | Hodnocení výkonu životnosti v průběhu zkoumání životního cyklu | - 16 - |
| 4.3 | Fáze a aktivity v protokolu o posouzení výkonnosti | - 17 - |
| 4.4 | Výkonnostní stupně vztahující se k úrovni zhoršení | - 19 - |
| 5 | Princip posuzování nákladů životního cyklu | - 20 - |
| 5.1 | Účel a rozsah nákladů životního cyklu..... | - 20 - |
| 5.2 | Náklady zahrnuté do analýzy LCC..... | - 20 - |
| 5.2.1 | Definování rozsahu nákladů zahrnutých do analýzy..... | - 20 - |
| 6 | Současný stav řešené stavby | - 23 - |
| 6.1 | Popis současného stavu | - 23 - |
| 6.2 | Odhadované náklady na pořízení a rekonstrukci nemovitosti..... | - 24 - |
| 7 | Navrhovaný stav objektu..... | - 27 - |
| 7.1 | Popis navrhovaného řešení | - 29 - |
| 7.1.1 | Požadavky klienta na rekonstrukci..... | - 29 - |
| 7.1.2 | Omezení navrhovaného řešení | - 32 - |
| 7.1.3 | Varianty řešení | - 33 - |
| 7.2 | Předpokládaná životnost komponent..... | - 40 - |

| | | |
|-------|--|--------|
| 7.2.1 | Předpokládaná životnost vnitřního zateplení | - 40 - |
| 7.2.2 | Předpokládaná životnost oken..... | - 40 - |
| 7.2.3 | Předpokládaná životnost technologie na vytápění/chlazení..... | - 41 - |
| 7.3 | Náklady životního cyklu stavby | - 42 - |
| 7.3.1 | Náklady na vnitřní zateplení | - 42 - |
| 7.3.2 | Náklady na obnovu oken..... | - 43 - |
| 7.3.3 | Náklady na zdroj tepla a chladu | - 44 - |
| 7.3.4 | Náklady na údržbu | - 46 - |
| 7.3.5 | Odhad nákladů na spotřebu energie | - 51 - |
| 8 | Návrh jednotlivých variantních sestav | - 54 - |
| 8.1 | Posouzení navržených technologií pro vytápění a chlazení | - 56 - |
| 9 | Posouzení navržených variantních sestav | - 58 - |
| 10 | Závěr..... | - 60 - |
| 11 | Seznam použité literatury | - 62 - |
| 12 | Seznam tabulek | - 64 - |
| 13 | Seznam obrázků | - 65 - |

1 Úvod

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení nákladů životního cyklu vybrané rekonstruované budovy.

První část práce uvádí do problematiky týkající se plánování životnosti (odhadu životnosti, otázky zastarávání a posuzování nákladů životního cyklu) a jeho provázanosti s projektováním / návrhem, protože většina navržených rozhodnutí bude mít vliv na životnost jednotlivých komponent a zároveň na jejich náklady. Je důležité se tímto tématem zabývat, jelikož dle připravovaného Zákona o veřejných zakázkách, § 114, se bude ekonomická výhodnost nabídek hodnotit na základě nejvýhodnějšího poměru nabídkové ceny a kvality včetně poměru nákladů životního cyklu a kvality, kdy zadavatel může ekonomickou výhodnost nabídek hodnotit také podle nejnižší nabídkové ceny nebo nejnižších nákladů životního cyklu. Odhad životnosti budovy a vyhodnocení nákladů životního cyklu jsou klíčovými úkoly při plánování životnosti.

Druhá část práce se zabývá samotným vyhodnocením nákladů životního cyklu vybrané rekonstruované stavby. V rámci této práce jsou z hlediska nákladů životního cyklu zkoumány tři důležité části rekonstruovaného objektu ve variantách řešení. Jedná se o části objektu, kterými jsou technologie pro vytápění nebo chlazení, obnova oken a možná realizace vnitřního zateplení. Různé varianty řešení ostatních částí objektu nemají pro účely této práce zásadní význam, jelikož se v přípustných variantách výrazně neliší a jsou srovnatelné, nebo jejich náhrada není možná. Z navržených variant na vytápění a chlazení, obnovu oken a vnitřní zateplení budou vytvořeny optimální sestavy, které budou vzájemně porovnány podle daných kritérií, a na závěr bude zhodnocena jejich výhodnost výběrem nejvhodnější varianty. Vybraná sestava by měla dosáhnout výhodné kombinace mezi investičními prostředky a náklady na provoz a údržbu po dobu životnosti jednotlivých komponent a zároveň splňovat nároky na předpokládanou životnost.

2 Obecné principy a rámec plánování životnosti

V České republice v srpnu roku 2014 vstoupily v platnost nové normy ČSN ISO 15686 -1-10: Budovy a jiné stavby – Plánování životnosti, které přejímají anglickou verzi mezinárodní normy ISO 15686: Buildings and constructed assets – Service life planning (*Cit. 1*). Teoretická část této diplomové práce vychází především z normy ČSN ISO 15686-1 (Část 1: Obecné principy a rámec), ČSN ISO 15686-2 (Část 2: Postupy pro predikci životnosti), ČSN ISO 15686-5 (Část 5: Posuzování nákladů životního cyklu) a ČSN ISO 15686-7 (Část 7: Vyhodnocení kvality údajů o životnosti ze zpětné vazby stavební praxe).

2.1 Plánování životnosti

Plánování životnosti je proces, který se snaží zajistit, aby se životnost budovy (nebo jiné stavby) rovnala nebo překračovala její navrhovanou životnost. Při plánování životnosti je nutno brát v úvahu také náklady vynaložené během životního cyklu stavby a dopad tohoto cyklu v oblasti životního prostředí. Plánování životnosti se stává prostředkem pro porovnávání různých variant návrhu budovy. K ujištění, že návrh splňuje funkční požadavky, je možné brát v úvahu různé koncepce návrhu, které lze využít při posouzení dopadů navrhovaných změn na návrhovou životnost. Cílem plánování životnosti je zajistit přiměřenou životnost budovy (*Cit. 1*).

2.2 Obecné zásady pro plánování životnosti

Podstatou při plánování životnosti je prokázat, že životnost objektu bude vyšší než jeho projektovaná životnost. Následující zásady by měly tento proces řídit (*Cit. 2*).

- Plán životnosti by měl poskytnout dostatečné důkazy pro ujištění, že odhad životnosti nové budovy, která je provozována na konkrétním místě a s navrženou odpovídající údržbou či výměnou, bude přinejmenším tak dlouhá, jako je projektovaná životnost (*Cit. 2*).
- V případě, že návrh konkrétního místa omezuje přijatelné náklady na životní cyklus a má dopad na životní prostředí budovy, stanoví se odhad životnosti budovy v rámci daných omezení (*Cit. 2*).
- Životnost budovy se stanoví za použití dostupných poznatků o životnosti jednotlivých komponentů, které jsou použity v budově. Plánování životnosti je proces odhadu anebo předpovědi budoucích událostí, a proto nelze očekávat absolutní přesnost (*Cit. 2*).

- V případě, že odhadovaná životnost komponent stavby je nižší než její projektovaná životnost, musí být učiněno rozhodnutí, jaké jsou její základní funkce a jak mají být adekvátně udržovány (např. nahrazením nebo jinou údržbou) (*Cit. 2*).
- Plánování životnosti by mělo zahrnovat projektování potřeb a načasování údržby a výměn v průběhu životního cyklu budovy, které bude vycházet z údajů hodnotících odolnost a spolehlivost. Záznamy o zdrojích dat by měly být uchovávány (*Cit. 2*).

Plánování životnosti poskytuje informace pro posouzení nákladů životního cyklu a dopadu na životní prostředí staveb po dobu jejich životního cyklu. Usnadňuje rozhodování v oblasti hodnotového inženýrství, plánování nákladů, plánování údržby a cyklů výměny. Vyměnitelné komponenty jsou okna, kotle a klimatizační jednotky (*Cit. 2*).

2.3 Rámec plánování životnosti

Při plánování životnosti musíme vzít v úvahu následující (*Cit. 2*):

- a) Předpokládané provedení komponent budovy v průběhu životnosti s ohledem na očekávané vnější prostředí, podmínky kapacit a užívání
- b) náklady životního cyklu a vliv budovy na životní prostředí v průběhu jejího životního cyklu
- c) náklady na provoz a údržbu
- d) nutnost oprav, výměn, demontáží, odstraňování, opětovného použití a likvidací včetně nákladů na ně
- e) konstrukci celého objektu, instalaci jednotlivých částí, údržbu a výměnu prvků s krátkou životností

Plánování životnosti se také používá k dosažení výhodné kombinace mezi investičními prostředky a náklady na provoz a údržbu po celou dobu životnosti budovy. K znehodnocení budovy dochází jejím zastaráváním, nebo zastaráváním jejích částí, důležité je zjistit, které části jsou stále funkční a které části mají být nahrazeny. Dalším úkolem při plánování životnosti je snížit pravděpodobnost zastarávání jednotlivých komponent a maximalizovat hodnotu znovuvyužitím zastaralého objektu nebo jeho součástí. (*Cit. 2*).

Jsou-li uplatňovány zásady z normy ISO 15686 pro stávající budovy a jejich komponenty, musí být předem stanoveny varianty pro jejich obnovu, aby tyto budovy dosahovaly své požadované životnosti. Proto je plánování životnosti obvykle zaměřeno na posouzení zbytkové životnosti komponent a stanovení výměny tak, aby se náklady minimalizovaly (*Cit. 2*).

U budov, které jsou navrženy tak, aby měly velmi dlouhou životnost (např. důležité státní budovy), pravděpodobně určuje jejich dobu životnosti hlavně snadná údržba. V případě, že životnost základních komponent je nižší než projektovaná životnost budovy, mělo by být možné tyto části nahradit, opravit, nebo provádět potřebnou/ nutnou údržbu (*Cit. 2*).

2.4 Plánování životnosti a projektování

Plánování životnosti by mělo být začleněno do procesu návrhu budovy, protože většina navržených rozhodnutí bude mít vliv na životnost jednotlivých komponent a je třeba vzít tuto skutečnost v úvahu již při nejranějších fázích návrhu, kdy je klient seznámen s jeho vývojem. V průběhu návrhu projektu se životnost jednotlivých komponent odhaduje podrobněji a stále musí plnit předpokládanou projektovanou životnost, která je pro klienta adekvátní (*Cit. 2*).

Proces plánování životnosti obvykle vyžaduje jeho opakování a určení preferovaného způsobu pro splnění požadavků na provedení a údržbu za přijatelnou cenu (*Cit. 2*).

Plánování životnosti vyžaduje přístup k důležitým údajům o provedení komponentů v příslušných fázích návrhového procesu (*Cit. 2*).

Závěrečná fáze plánování životnosti projektu je sdělení výsledků jeho účastníkům, kteří budou realizovaný objekt užívat a udržovat s vědomím jeho předpokládané životnosti za účelem dosažení této životnosti jednotlivých komponent (*Cit. 2*).

2.5 Vedení záznamů

Základem pro správný předpoklad životnosti, včetně kvalitních a bezpečných údajů je vedení v písemné formě. Zpráva by měla zahrnovat také konzervativní odhad nejistoty a jejich předpoklady (*Cit. 2*).

2.6 Odhad životnosti

Odhad životnosti budovy je klíčovým úkolem při plánování životnosti. Životnost jednotlivých složek je třeba vybudovat, od nejmenších prvků obsažených v celé budově. Je třeba zvážit výkon každého komponentu za předpokládaných podmínek, včetně pravděpodobných druhů poruch, příčiny ztráty provozuschopnosti, riziko předčasného selhání a jejich vliv na životnost. Nejběžnější prvky ovlivňující životnost stavebních materiálů a komponentů jsou uvedeny v tabulce 1 (*Cit. 2*).

Tabulka 1 - Parametry ovlivňující životnost stavebních prvků (Cit. 2)

| Příroda | Třída | Příklady |
|--------------------------------|---|---|
| Mechanická čidla | gravitace síly a uložené nebo znehybněné deformace kinetická energie vibrace a hluk | zatížení sněhem, zatížení dešťové tvorba ledu, rozpínání a smrštění, sesuv půdy, zatékání dopady, písečné bouře, záplav tunelování, vibrace z provozu či domácích spotřebičů |
| Elektromagnetická čidla | radiace elektrina magnetismus | sluneční nebo ultrafialové záření, radioaktivní záření elektrolytické reakce, osvětlení magnetická pole |
| Tepelná čidla | extrémní úroveň, nebo rychlá změna teploty | horko, mráz, teplotní šok, požár |
| Chemická čidla | voda a rozpouštědla oxidační čidla redukční čidla kyseliny báze soli chemicky neutrální | vlhkost vzduchu, podzemní vody, alkohol kyslík, dezinfekční prostředky, bělidla sulfidy, amoniaky, složky spalování kyselina uhličitá, ptačí trus, ocet vápno, hydroxidy dusičnany, fosforečnany, chloridy vápence, tuky, oleje, inkousty |
| Biologická čidla | rostliny a mikrobiotika zvířata | bakterie, plísně, houby, kořeny hlodavci, termiti, červy, ptáci |

V ideálním případě by měly být známé veškeré podmínky k předpovědi životnosti, jako je mikroklima, vlastnosti komponent za určených podmínek a režimů výstavby a potřebná údržba. V praxi však často tato data nejsou k dispozici, a proto musejí být použity údaje o vlastnostech komponent v podobných podmínkách. Tato data mohou pocházet z různých zdrojů, včetně zkoumání v reálném životě (Cit. 2).

Pro budovy v provozu se zpracovává plán údržby a plánovaných výměn komponent na základě odhadu jejich životnosti. Tento plán se v průběhu životnosti upravuje podle pravidelných kontrol jejich stavu (Cit. 2).

Údaje o životnosti komponent a dokonce i celé budovy, by měly být projektantovi k dispozici. Zdrojem pro takovéto informace jsou technické listy výrobců, vědecké časopisy a odborné publikace výzkumných organizací. Veškeré konkrétní soubory údajů, které jsou obecně

známé, byly vytvořeny v rámci souboru referenčních podmínek, a proto se nazývají referenční životnosti (*Cit. 2*).

Cílem odhadu životnosti částí budovy je poskytnout kvantitativní základ pro zjištění, zda stavby může být dosaženo a řídit rozhodování návrhu (*Cit. 2*).

2.7 Inovační komponenty

Inovativní produkty mohou poskytnout vynikající výkon a překonat tak dlouhotrvající problémy. Pro odhad životnosti budov postavených s inovačních komponentů existují pouze přibližná data, a proto musí být tento odhad založen na interpretaci výkonnosti materiálů a komponentů v závislosti na testech krátkodobé expozice. V tomto případě by měly být použity jiné zkušební postupy, než je běžné, jako je režim selhání, analýza účinků a aplikace poznatků vědy o materiálech. Tento postup je nutný pro stanovení minimální životnosti inovativních komponent (*Cit. 2*).

2.8 Kvalita dat

Kvalita odhadu životnosti závisí částečně na kvalitě dat použitých pro generování odhadu životnosti. Možný problém s pozorováním je takový, že jednotlivé činitele (např. počasí) nemusí být známy, nebo ty, kteří známy jsou, nemusejí být typičtí a nemusí odrážet podmínky, které jsou srovnatelné s těmi, které jsou vystaveny provozu. Neoficiální důkaz plnění je méně spolehlivý než vědecký důkaz, ale tato informace může být vše, co máme k dispozici. Kromě toho se lze setkat se selektivním vykazováním dat, pokud se jedná o obchodní zájmy (např. dodavatel by mohl oznámit pozitivní, ale ne negativní, výsledky expozice). Je třeba očekávat, že situace se zlepší, pokud jsou stanovena kritéria pro rozsah a kvalitu údajů, které musejí být dodány výrobcem a dodání dalších údajů na začlenění do databáze (*Cit. 2*).

2.9 Nejistota a spolehlivost

Spolehlivost odhadu životnosti závisí na kvalitě dostupných údajů a vhodnosti předpokladů. Z tohoto důvodu by mělo být na začátku plánování životnosti rozhodnuto, jaká nejistota by měla být vzata v úvahu u předpokládané životnosti (*Cit. 2*).

V rámci jakékoliv skupiny podobných položek, včetně budov a jejich komponentů, lze očekávat různé rozdělení aspektů výkonnosti, včetně jejich životnosti. Při provádění odhadů životnosti, by měla být určena forma rozdělení. Pokud jde o spolehlivost odhadů životnosti,

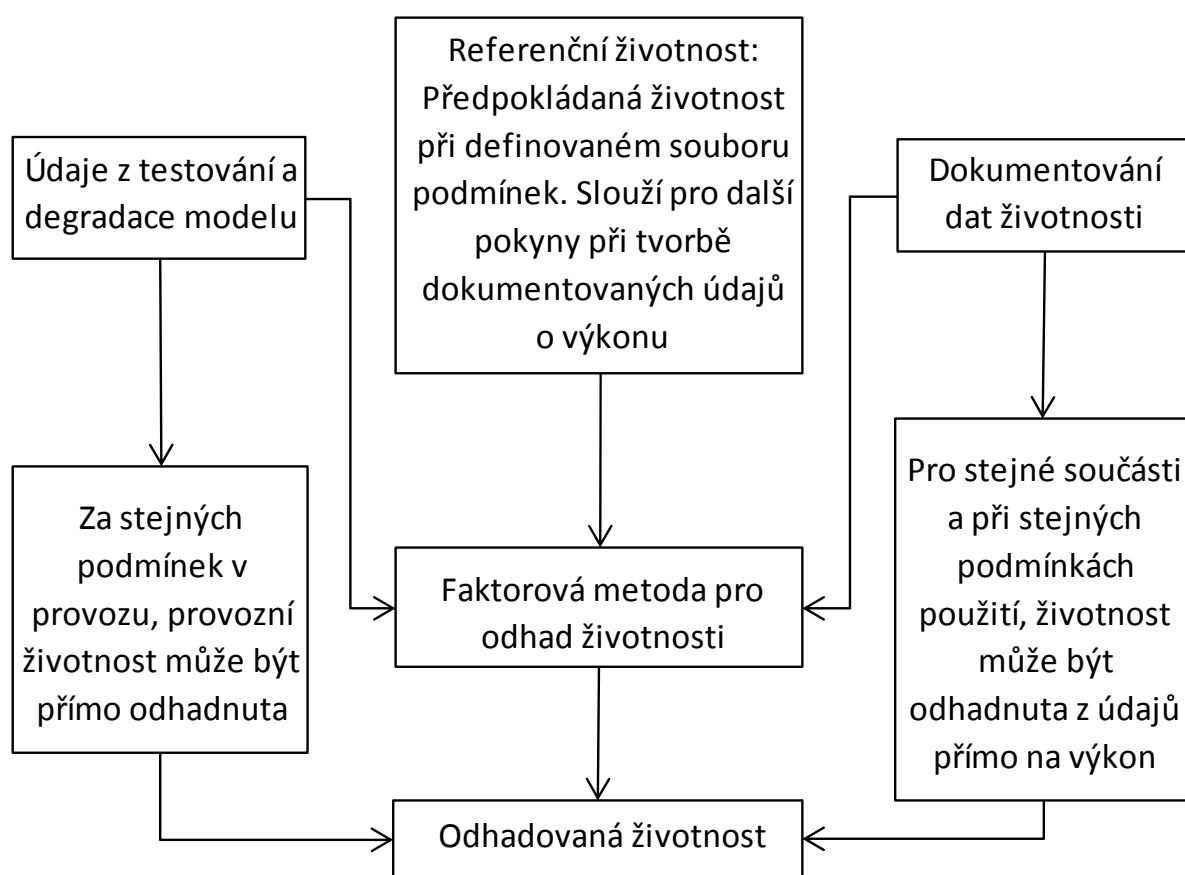
kteřá je založena na urychlených expozičních testech, je nutné zajistit důkaz tohoto zkoumání a zjistit stupeň korelace mezi výkonností zjištěnou tímto způsobem a mezi výsledky laboratorních testů (Cit. 2).

Vzhledem k počtu zahrnutých proměnných a nejistot vycházejících z variability budov, okolního prostředí, místa zpracování a budoucích činností údržby, je zřejmé, že není možné odhadnout životnost budovy nebo její součásti přesně (Cit. 2).

Je obvyklé, že k některým závadám, které způsobují selhání budovy, může dojít velmi brzy po jejím obsazení. Zatímco "předčasné vady", nemusí nutně vést k selhání v širším měřítku, ale měly by být identifikovány a opraveny (Cit. 2).

Obecně platí, že vyšší míra nejistoty může být přijatelná pro udržovatelné komponenty než je tomu u komponentů, které mají fungovat bez údržby po celou dobu životnosti budovy (Cit. 2).

Přístup k odhadu životnosti je uveden na obrázku 1.



Obrázek 1 - Přístup k odhadu životnosti (Cit. 2)

2.10 Typy zastarávání

V současné době rozeznáváme u stavebních objektů obecně tyto druhy životností (zastarávání) (*Cit. 12*):

- a) technická životnost – doba, kterou počítáme od vzniku stavby do jejího zchátrání a technického zániku za předpokladu běžné údržby. Obvykle převyšuje ekonomickou životnost
- b) ekonomická životnost – doba, kterou počítáme od vzniku stavby do okamžiku ztráty ekonomické užitečnosti a smysluplnosti, tzn. okamžik trvalé ztráty výnosů nebo ztráta využitelnosti změnou vnějších podmínek bez možnosti jiného využití
- c) morální životnost – doba, kterou počítáme od vzniku stavby do okamžiku zastarání stavby – dispoziční řešení, styl, standardy a technologie, změny trhu, rozvoj území apod.
- d) právní životnost – doba od kolaudačního souhlasu do okamžiku rozhodnutí, resp. povolení o odstranění stavby.

Dle nové normy může být zastarávání funkční, technologické, nebo ekonomické. Základními důvody pro nahrazení jsou ekonomické důvody, ale mohou být také způsobeny měnicími se nároky na vzhled a současný trend. Tabulka 2 uvádí několik příkladů každého typu zastaralosti (*Cit. 2*).

Tabulka 2- Typy zastarávání a příklady (*Cit. 2*)

| Typy zastarávání | Typický výskyt | Příklady |
|----------------------|---|---|
| Funkční | Funkce již není požadována | Zastaralý výrobní proces Zbytečná zařízení kancelářských prostor uvolněných během přestavby |
| Technologická | Dostupnost lepších vlastností od moderních alternativ Změna způsobu využívání budovy | Změna z kameninových na nerezové dřezy Změna uspořádání prostoru v továrnách po vzniku nového závodu Nové izolace s lepšími tepelnými vlastnostmi |
| Ekonomická | Plně funkční, ale méně efektivní Dražší než alternativy | Výměna sekčních kotlů za kondenzační kotle |

3 Dokumentované postupy pro predikci životnosti

Popsaná metodika je obecná a je vhodná pro zjištění výkonu u konkrétního nebo jakéhokoliv souboru požadavků, které mají za cíl usnadnit predikci životnosti (SLP – service life planning) staveb nebo jejich komponent v požadovaném prostředí (*Cit. 3*).

V praxi je predikce životnosti (SLP) obvykle omezena použitím pouze pro několik typických prostředí, nebo jedno prostředí, které je doplněno o citlivostní analýzu změn intenzity činitel působících na opotřebení (*Cit. 3*).

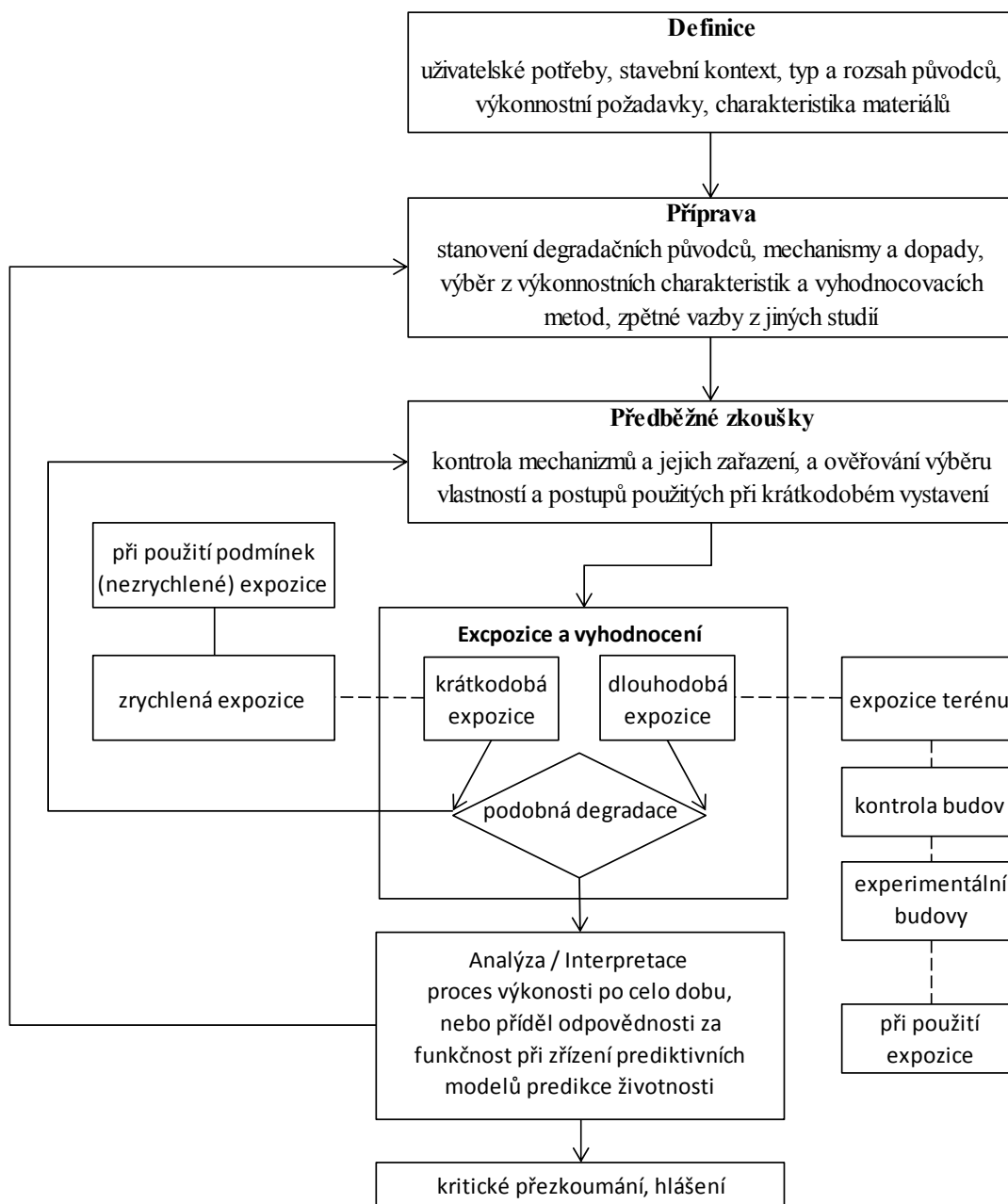
Pojem "predikce" dle studie SLP odkazuje na jeden ze čtyř způsobů, nebo jakoukoli jejich kombinací k posouzení životnosti a to takto (*Cit. 3*):

- urychlení času (urychlením krátkodobé expozice)
- interpolace / extrapolace při použití dat podobných složek
- interpolace / extrapolace dat při vytvoření podobných prostředí
- extrapolace v čase (v krátké době za použití expozičních)

Systematický přístup, nebo metodika SLP stavebních prvků zahrnuje identifikaci potřebných informací, výběr nebo vývoj zkušebních postupů (expozičních programů a metod hodnocení), testování, interpretaci dat a vykazování výsledků. Základní kroky v procesu SLP jsou uvedeny na obrázku 2. Metodika využívá opakování předešlého výzkumu nebo upravuje proces rozhodování. Tento způsob nám umožňuje lepší předpověď a je základem znalostí pro procesy, které mají být ještě provedeny. Úroveň znalostí se tímto zvyšuje, což dokládá nejbližší smyčka na obrázku 2. Není nutné provádět každý krok, například předběžné zkoušky mohou být často vynechány nebo zkráceny o již dostupné znalosti z konstrukční části studie. I když nejsou znázorněny dílčí smyčky mezi kroky v rámci cyklu, mohou být nezbytné. Standardně se předpokládána životnost a životnost komponent nepokládá za jedinou hodnotu pro určení provedení konkrétních souborů požadavků. Místo toho se předpokládána životnost rozděluje a popisuje alespoň dvěma parametry a to pravděpodobnou hodnotou a směrodatnou odchylkou. Protože jsou zkoušky velice nákladné, může být cílem pouze nalezení předpokládané životnosti komponent (PSLC) (*Cit. 3*).

Výběr jedné referenční hodnoty pro určení životnosti komponent, také závisí na bezpečné rezervě, kterou pro komponentu můžeme očekávat. Pro výměnu nekonstrukčních prvků se ve většině případů počítá se střední hodnotou, toto zjištění může být použito jako referenční životnost komponent. Nicméně plány údržby mohou být v rozporu s jinými vyměnitelnými

komponenty, nebo mohou nastat jiné okolnosti, které mohou zapříčinit více konzervativní řešení. Pro nenahraditelné anebo nahraditelné konstrukční prvky, u kterých je požadováno větší bezpečnostní rozpětí, musí být proveden jeho konzervativní výběr i když je obvykle míra bezpečnosti přímo nebo nepřímo regulována normami nebo jinými specifickými požadavky (Cit. 3).



Obrázek 2 - Systematická metodika pro predikci životnosti stavebních prvků (Cit. 3)

Když se predikce životnosti (SLP) používá k získání referenční životnosti komponent (RSLC), která byla provedena za různých podmínek, pak předpokládané rozdělení životnosti komponent (PSLDC) získáme za podmínky, že se odchyluje co nejméně z konkrétního stavu.

SLP se provádí za různých podmínek, proto faktory, které toto způsobují, ve většině případů berou v úvahu rozdíl mezi konkrétním a referenčním venkovním prostředím. Tohoto můžeme dosáhnout pomocí interpolace / extrapolace (*Cit. 3*).

V tabulce 3 jsou uvedena degradační činitla, která ovlivňují životnost stavebních prvků.

Tabulka 3 - Degradační činitla ovlivňující životnost stavebních prvků (*Cit. 4*)

| Příroda | Třída |
|---------------------------|---|
| Mechanická činitla | gravitace síly a uložené nebo znehynbena deformace kinetická energie vibrace a hluk |
| Elektromagnetická činitla | radiace elektřina magnetismus |
| Tepelná činitla | extrémní úroveň, nebo rychlá změna teploty |
| Chemická činitla | voda a rozpouštědla oxidační činitla redukční činitla kyseliny báze soli chemicky neutrální |
| Biologická činitla | rostliny a mikrobiotika zvířata |

3.1 Stručný popis SLP

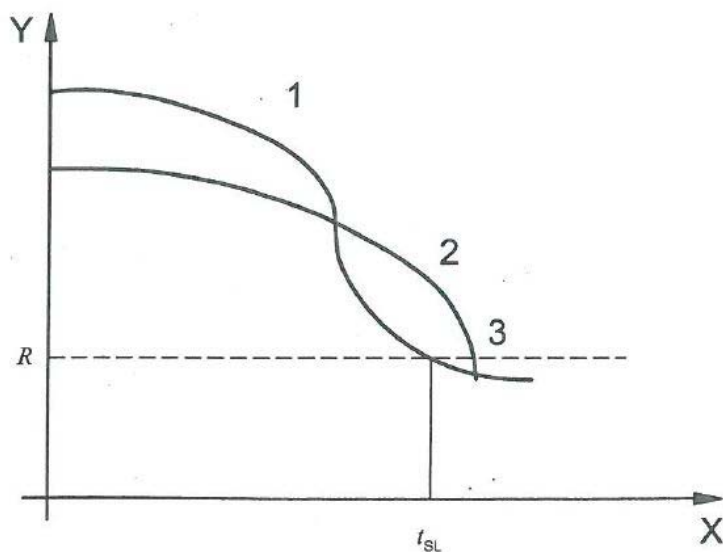
Obrázek 3 naznačuje možné proměnlivé modely v provedení komponent v závislosti na čase (tzv. přes - časové funkce) pro jednotlivé charakteristické vlastnosti komponent ve využívaném prostředí. Charakteristické provedení zkoumaného komponentu je měřitelné a fyzikální veličiny pro každou z rozhodujících vlastností jsou určeny (*Cit. 5*).

Pokud je identifikována pouze jedna rozhodující vlastnost a byl určen odpovídající požadavek na její provedení, předpokládaná životnost komponentu je dána místem, kdy se v průběhu času protíná „přes – časová“ funkce s minimálním požadavkem na provedení (*Cit. 5*).

Pokud je identifikováno několik rozhodujících vlastností a tím i několik „přes – časových“ funkcí a příslušné požadavky na jejich provedení jsou také určeny, předpokládaná životnost komponentu je dána místem prvního křížení rozhodujících vlastností (*Cit. 5*).

To znamená, že rozhodující vlastností kvantifikovanou podle charakteristických vlastností je ta funkce, která nejdříve klesne pod požadavek na minimální provedení (*Cit. 5*).

Konečná rozhodující vlastnost se může měnit případ od případu, v závislosti na aktuálním využívaném prostředí a aktuálním souboru požadavků na provedení (Cit. 5).



Obrázek 3 -- Hypotetické provedení - přes - časové funkce (Cit. 5)

Legenda (Cit. 5):

X – čas, t

Y – charakteristiky provedení, C(t) (libovolné měřítko)

1 - rozhodující vlastnost 1: zakončující rozhodující vlastnost

2 - rozhodující vlastnost 2

3 – minimální požadavek na provedení (hodnota R)

t_{SL}- životnost

4 Způsob vyhodnocení kvality získaných údajů o životnosti

4.1 Metodika

Pojem referenční životnosti (RSL), je definována jako životnost výrobku, konstrukční části, sestavy, nebo systému, u kterého se očekává, že v rámci daného souboru tj. referenčního souboru, tvoří základ pro odhad životnosti za předem stanovených podmínek (*Cit. 8*).

Osoba pracující s plánováním životnosti (SLP) se při návrhu objektu potýká s problémem předpovídání životnosti jeho komponentů. Dokonce i v případě, že jsou určité údaje o životnosti dostupné, mohou být přímo použity jen zřídka. To je proto, že projekt je navržen za specifických podmínek a expozice jeho komponent je obvykle odlišná od těch, podle nichž byla data o životnosti a jejich podmínky použití stanoveny (*Cit. 8*).

Jako prostředek k překonání tohoto problému se používá Faktorová metoda, která upravuje RSL a získáme tak předpokládanou životnost (ESL) jednotlivých složek konstrukce objektu a to s ohledem na rozdíl mezi specifickým projektem a referenční životností v jejich podmínkách použití. To se provádí tím, že se násobí RSL řadou faktorů, z nichž každý odráží rozdíl mezi oběma skupinami v určité třídě faktorů (*Cit. 8*):

$$ESL = RSL \times \text{Factor A} \times \text{Factor B} \times \text{Factor C} \times \text{Factor D} \times \text{Factor E} \times \text{Factor F} \times \text{Factor G}$$

Třídy faktorů jsou uvedeny v tabulce 4.

| Faktorové třídy pro Faktorovou metodu | |
|--|--------------------------|
| Třída faktoru | Označení |
| A | kvalita komponentů |
| B | navrhovaná úroveň |
| C | práce v úrovni realizace |
| D | vnitřní prostředí |
| E | vnější prostředí |
| F | podmínky použití |
| G | úroveň údržby |

Tabulka 4 - Faktorové třídy pro faktorovou metodu (*Cit. 8*)

Při vyhodnocení ESL podle Faktorové metody potřebujeme výstup z RSL, stejně jako počty tříd faktorů A až G. Vhodná volba počtu faktorů závisí na rozdílu mezi specifickým návrhem projektu a referenční životností v jejich podmínkách použití. Aby bylo možné odhady faktorů tříd A až G společně s RSL použít, musejí být všechny tyto faktory zahrnuty do poskytování údajů (*Cit. 8*).

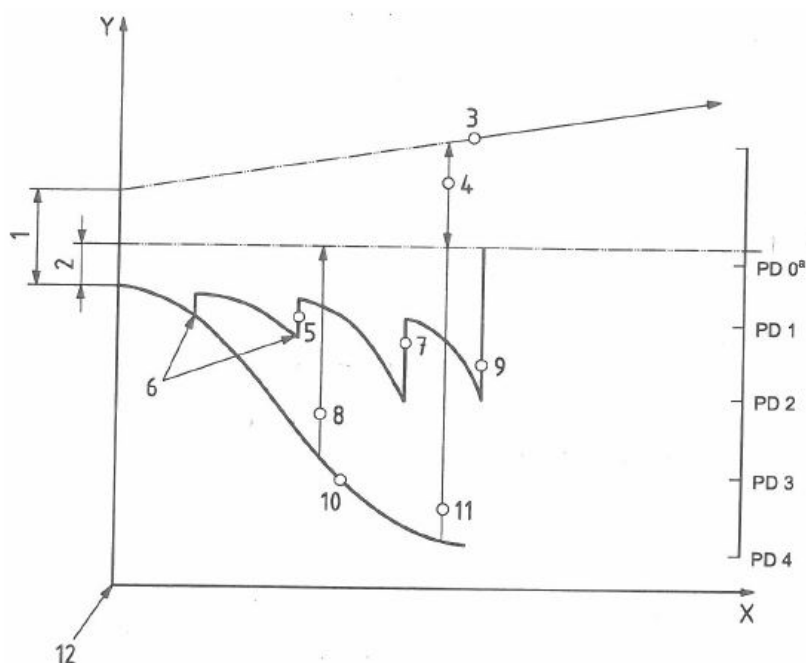
V současné době existuje omezený počet systematických studií předpovědi životnosti a je zde naléhavá potřeba sbírat data, proto je velice žádoucí získávat data všeho druhu pro poskytnutí dat k RSL (Cit. 8).

4.2 Hodnocení výkonu životnosti v průběhu zkoumání životního cyklu

Úrovně výkonnosti výstavby a jeho složek se mění během životního cyklu stavby (viz Obrázek 4). Podmínky použití můžou být rovněž předmětem změny, proto je důležité důkladné posouzení stávajících podmínek v provozu a zaznamenávat všechny použité změny v procesu návrhu (Cit. 8).

Obrázek 4 znázorňuje scénář vývoje výkonu od dodání stavby až do fáze údržby a provozu. Od krátké (počáteční) fáze až do fáze dodání (postavení) stavby vzniká odchylka ve výkonu mezi základními požadavky a očekáváním klienta. K odchylce často dochází kvůli selhání, nebo poškození během výroby a výjimečně se dále zvyšuje v důsledku neustálého nárůstu nových požadavků, modernizace, rozvoje podnikání, atd (Cit. 8).

Po dodání stavby se výkon konstrukcí během provozu snižuje v důsledku opotřebení nebo jejich stárnutí, za předpokladu, že neprošly žádnou údržbou. Proto je stavba a její komponenty vystavena různým nápravným opatřením nebo údržbě s cílem udržet krok s požadovaným výkonem. Akce mohou být proaktivní, čemuž se dává přednost, nebo reaktivní, což je do značné míry „běžná praxe“. Základem pro plánování údržby by v obou případech měly být kontroly a hodnocení výkonnosti. To platí u všech funkcí (Cit. 8).



Obrázek 4 - Vliv výkonu konstrukcí na životní cyklus stavby (Cit. 8)

Legenda (Cit. 8):

| | |
|---|-----------------------------------|
| 1 - očekávání / velikost výkonu | 6 - mezní stavy |
| 2 – selhání budovy / poškození | 7 – rekonstrukce |
| 3 - nové požadavky - veřejnost | 8 - oprava |
| - trh | 9 - výměna |
| - obchod | 10 - výkon bez preventivních akcí |
| 4 - rozvoj a modernizace | 11 - obnova |
| 5 - preventivní a pravidelná údržba | 12 - " jak je postaven" |
| Y - kvalita / funkce | |
| X - provoz a řízení budovy v průběhu času | |
| PD – výkonnostní stupně | |

4.3 Fáze a aktivity v protokolu o posouzení výkonnosti

Předpokladem průzkumu výkonu je definovat účel průzkumu, tedy jasně definovat, jaký průzkum by měl být použit a pro co. Účelem zjišťování výkonu ve vztahu k stavebním pracím, nebo stavebním prvkům mohou být například tyto důvody (Cit. 9):

- e) předloží dokumentaci výkonu a RSL data pro výrobní dokumentaci k produktu
- f) tvoří základ pro plány údržby
- g) zjistí (v případě městské obnovy centra), zda stavební konstrukce by měly být zbourány nebo renovovány
- h) pro oznámení vad zkontroluje dokončení
- i) pomáhá s nákupem a prodejem
- j) pomáhá při oceňování v podniku
- k) pomáhá při přípravě dokumentace ochrany

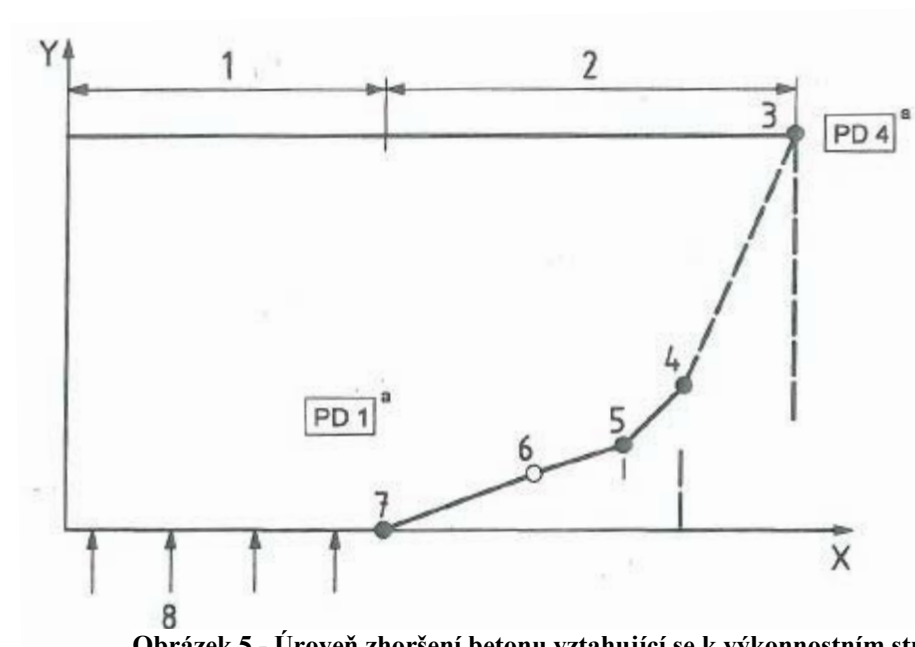
Jednotlivé fáze a aktivity v protokolu o posouzení výkonnosti jsou podrobněji uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5 - Fáze a aktivity v protokolu o posouzení výkonnosti (Cit. 9)

| Hlavní fáze | Aktivita | Příklady |
|--|-----------------------------|---|
| Definování úkolu | Účel | Plánování údržby, oprav a renovace. Vyhodnocení poškození a zbytkové životnosti. Ocenění. Dokumentace konzervace |
| | Rozsah / úroveň | Položky: pole, stavebniny, stavební práce, prvky. Vyhodnotit, definovat úroveň registraci. Odběr vzorků. Výpočet nákladů akce. |
| | Náklady na analýzy | Vlastní náklady a nakoupené služby |
| Plánování | Základní materiál | Kresby, specifikace, dokumentace představení |
| | Registrace schémat | Systematičnost, orientační systém, statistický výběr, pomůcky |
| | Plán | Vyšetření, kontrola, informační schůzky, přístup |
| Záznam stárnutí, v podmínkách použití a výkonnostních úrovních | Zkouška | Příznaky, v podmínkách použití |
| | Výkonnostní stupeň | Popis výkonu prostřednictvím obrázků a měření |
| | Dokumentace | Fotografie |
| Hodnocení | Podmínek použití | Kritické vlastnosti a požadavky na výkon / predikce životnosti |
| | Ovládání výkonnosti | Požadavky stanovené orgány, předpisy. Požadavky stanovené klientem / uživatelem |
| | Selhání | Definice z referenční úrovně, nedostatečná dokumentace |
| | Pravděpodobnosti a důsledky | Přehodnoťte rozsah evidence, distribuce selhání a rizikových stupňů. |
| | Rizika | Vyhodnocovány a použity jako základ pro akční profily |
| | Akce | Doporučení, priority / náklady, pokud je to vhodné |
| Hlášení | Úvod | Účel. Identifikace položky, hlavní konstrukce, délka stavby, rozšířit úroveň, doba zjišťování, zadavatel a zhotovitel, další zúčastněné strany. |
| | Závěr | Hlavní závěr, shrnutí, výkonnost, doporučené akce, náklady, ekonomika, doporučení k dalšímu pokroku |
| | Hlavní zpráva | Definice, referenční úroveň, registrace, kontroly, hodnocení a doporučení, náklady |
| | Příloha | Základní materiál, doplňkový materiál, kresby, fotografie, forma |

4.4 Výkonnostní stupně vztahující se k úrovni zhoršení

V příkladu předpovědi životnosti a plánování údržby pro betonové konstrukce v Olympic Tower v Mnichově, je vidět, že úroveň zhoršení betonu se vztahuje přímo k výkonnostním stupňům, viz Obrázek 5 (Cit. 10).



Obrázek 5 - Úroveň zhoršení betonu vztahující se k výkonnostním stupňům a mezním stavům (Cit. 10)

Legenda (Cit. 10):

Y - úroveň zhoršení

X - doba expozice (počet let)

1 - doba zahájení

2 – doba degradace

3 - zhroucení struktury prostřednictvím selhání vazby, nebo snížením průřezu nosné výztuže

4 - odlupování betonového krytu

5 - tvorba trhlin

6 - zhoršení rozeznatelné při nedestruktivní metodě měření

7 - degradace výztuže

8 – stav se určuje pomocí sledování

5 Princip posuzování nákladů životního cyklu

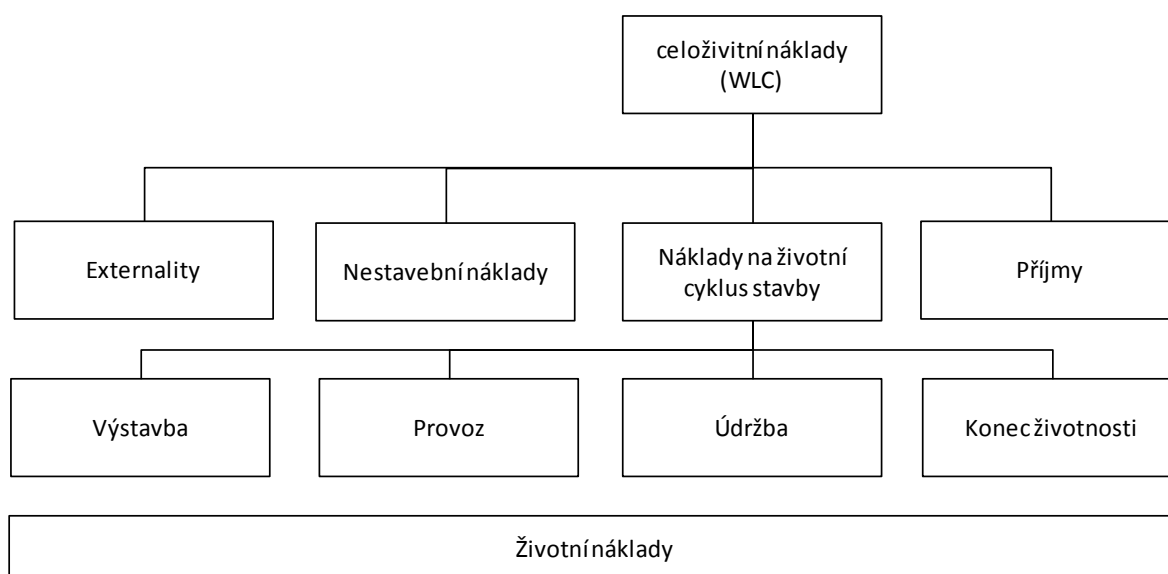
5.1 Účel a rozsah nákladů životního cyklu

Účelem zjišťování nákladů životního cyklu by mělo být vyčíslení nákladů během životního cyklu (LCC). Vstupy do procesu rozhodování nebo hodnocení obvykle obsahují vstupy z jiných hodnocení (např. dopad na životní prostředí, posouzení návrhu, posouzení bezpečnosti, funkčnosti posouzení, regulační posuzování shody). Kvantifikace by měla být na úrovni podrobnosti, která je potřebná pro klíčové etapy projektů. Rozsah nákladů zahrnutých / vyloučených z analýzy LCC musí být definovány a dohodnuty s klientem na začátku (Cit. 6).

5.2 Náklady zahrnuté do analýzy LCC

5.2.1 Definování rozsahu nákladů zahrnutých do analýzy

Analýza LCC by měla pokrývat definovaný seznam nákladů přes fyzické, technické, ekonomické, nebo funkční životnosti z vypočítaných aktiv během stanoveného období analýzy. Náklady životního cyklu by měly být také ovlivněny nestavebními náklady, jako jsou rezervy, daně a náklady na širší vztahy, stejně jako náklady na místní, národní nebo mezinárodní politiku. LCC analýzy mohou obsahovat rezervy pro předvídatelné změny, jako je budoucí úroveň obsazenosti, nebo měnící se legislativní nebo regulační parametry. Součástí LCC analýzy je také přezkoumání zvolené strategie nebo cílů (jako je posílení udržitelnosti nebo zlepšení funkčnosti) pro zadávání veřejných zakázek. WLC a LCC prvky jsou na obrázku 6 (Cit. 6).



Obrázek 6 - WLC a LCC prvky (Cit. 6)

Analýza LCC zvažuje všechny základní prvky, jako je konstrukce, obálka, obsluha a dokončenost, povrchové úpravy, vybavení a stejné hodnocení nákladů pro všechny ostatní otázky (Cit. 6).

Typický rozsah nákladů životního cyklu je uveden na obrázku 7 a na obrázku 8.

| Celoživotní náklady (WLC) | | Příklady nákladů |
|--|---|------------------|
| Nevýstavbové náklady | | |
| Pozemky a zajišťující práce | Náklady na umístění (pozemek a všechny existující budovy) | |
| Finance | Úrok nebo inflace a širší hospodářské dopady | |
| Náklady na strategickou správu majetku | Zahrnuje vlastní zdroje a nemovitosti / správu nemovitostí / všeobecné kontroly, získávání, likvidaci a přemístění | |
| Náklady na poplatky | Jednotlivé poplatky, poplatky za parkování, poplatky spojené s vybavením | |
| Náklady na administrativu | Recepce, helpdesk, ústředna, pošta, IT služby, knihovnické služby, stravování, pohostinství, vybavení, nábytek, vnitřní rostliny (péče o rostliny a květiny), psací potřeby, sběr odpadu, hlídač a vrátný, zabezpečení, vnitřní pohyby ICT, odklizení sněhu | |
| Daně | Daně z nevýstavbových položek | |
| Ostatní | | |
| Příjmy | | |
| Tržby z prodeje | Zůstatková hodnota z prodeje pozemku, vytvořená aktiva, nebo zachráněný majetek, včetně grantů, atd | |
| Příjmy během provozu třetích stran | Nájemné a poplatky za služby | |
| Daně z příjmu | Z transakcí s pozemky | |
| Narušení | Prostoje, ztráta příjmu | |
| Ostatní | | |
| Externality | | |
| Náklady životního cyklu (LCC) | | |

Obrázek 7 - Typický rozsah nákladů (Cit. 6)

| Náklady životního cyklu (LCC) | | Příklady nákladů |
|-------------------------------|--|---|
| Výstavba | | |
| | Profesní poplatky | Návrh projektu a inženýring, zákonné souhlasy |
| | Dočasné práce | Vyklízení stavenišť, atd. |
| | Vytvoření aktiv | Zahrnuje infrastrukturu, příslušenství, vybavení, uvádění do provozu, oceňování a předání |
| | Počáteční úpravy nebo modernizace aktiv | Zahrnují infrastrukturu, příslušenství, vybavení, uvádění do provozu, oceňování a předání |
| | Daně | Daně za stavební výrobky a služby (např. DPH) |
| | Ostatní | Návrh eventuality |
| Provoz | | |
| | Nájemné | - |
| | Pojištění | Vlastník a / nebo nájemci budovy |
| | Pravidelné regulační náklady | Požární ochrana, přístup inspekce |
| | Služby | Zahrnují náklady na vytápění, chlazení, elektrickou energii, osvětlení, vodu a kanalizaci |
| | Daně | Kurzy, místní poplatky, ekologické daně |
| | Ostatní | Částka určená pro budoucí soulad s regulačními změnami |
| Údržba | | |
| | Řízení údržby | Cyklické kontroly, návrh prací, řízení plánovaných smluv o poskytování služeb |
| | Opravy nebo modernizace aktiv v provozu | Zahrnují infrastrukturu, vybavení, uvedení do provozu, zprovoznění a předání |
| | Opravy a výměny méně významných komponent / malé části | Definování podle hodnoty, velikosti plochy, smluvních termínů |
| | Výměny důležitých systémů a komponent | Zahrnují související návrh a projektové řízení |
| | Čištění | Zahrnuje pravidelný cyklický úklid a pravidelné specifické čištění |
| | Rozsah údržby | Vychází z velikostí vymezeného prostoru |
| | Výmalba | Zahrnuje pravidelnou, periodickou a specifickou výmalbu |
| | Daně | Daně za údržbu majetku a služby |
| | Ostatní | |
| Konec životnosti | | |
| | Likvidační kontrola | Kontrola konečného stavu |
| | Likvidace a demolice | Zahrnuje vyřazení, likvidaci materiálů a úklid |
| | Obnovení pro splnění smluvních požadavků | Závisí na podmínkách pro ukončení pronájmu |
| | Daně | Daně za majetek a služby |
| | Ostatní | |

Obrázek 8 - Typický rozsah nákladů životního cyklu (Cit. 6)

6 Současný stav řešené stavby

Na obrázku 9 je fotografie stávajícího stavu řešeného objektu z jižní strany.



Obrázek 9 - Fotografie stávajícího stavu objektu

6.1 Popis současného stavu

Sledovaným objektem je rondokubistická vila, která se nachází na nárožní parcele v Praze na Vinohradech. Celková výměra pozemku činí 659 m². Vila byla postavena začátkem 20. let 20. století podle návrhu architekta F. A. Libry jako jedna z vil patřících do nově vzniklé Kolonie Svoboda (*Cit. 11*).

Stávající objekt má jedno podzemní, dvě nadzemní podlaží a podkroví. Dispozice v jednotlivých podlažích ve vztahu k páteřnímu schodišti jsou navrženy tak, aby se dům v případě potřeby dal rozdělit na 3 „samostatné“ bytové jednotky jednotlivě přístupné z hlavního schodiště. Půdorysný tvar je obdélníkový. Vila má podélný stěnový nosný systém, doplněný schodišťovou příčnou zdí, zdivo je cihelné z cihel plných pálených. Ve stávajícím stavu jsou vodorovné konstrukce nad 1. PP provedeny z betonových prefabrikátů uložených do ocelových stropnic průřezu I, stropy nad 1.NP a 2.NP jsou dřevěné trámové. Objektem prochází 2 komínová tělesa. Budova je zastřešena sedlovou střechou s polovalbami ve štítech (*Cit. 11*).

Staticky je dům v pořádku, praskliny nacházející se na konstrukcích jsou konsolidované. Suterénní zdivo přiléhající k zemině včetně středových zdí je degradováno vlivem nedostatečné ochrany proti vlivům vlhkosti. Stádium degradace nemá vliv na statiku domu, ovšem zvýšená vlhkost produkuje vznik plísní. V jižní části interiéru jsou některé zdi

opatřeny přízdívkami z dutých cihel s PE fólií. Trámové stropy a krov jsou lokálně napadeny dřevokaznými houbami. Komínové zdivo je nad rovinou střechy zvětralé (Cit. 11).

6.2 Odhadované náklady na pořízení a rekonstrukci nemovitosti

V tabulce 6 je uveden propočet s uvedenými náklady na pořízení a rekonstrukci řešené nemovitosti. Uvedené jednotkové ceny stavebních objektů a náklady na projektové práce vycházejí ze zkušeností z již realizovaných staveb a množství bylo stanoveno na základě výkresové dokumentace pro stavební povolení (Cit. 11). Rezerva je v propočtu stanovena pouze na 5 %, i když je to u rekonstrukcí neobvyklé, vychází se z předpokladu, že průzkumné práce byly kvalitně zpracované a okolnosti nenasvědčují nutnosti počítat s vyšším procentem.

Tabulka 6 - Odhad nákladů na pořízení a rekonstrukci nemovitosti

I. Projektové a průzkumné práce

Odhad nákladů na projektové a průzkumné práce [Kč] : **1 350 000,00**

III. Stavební objekty (ZRN)

SO 01 Hlavní objekt

Zastavěná plocha [m^2] : 140,00

Obestavěný prostor Op : 1 865,00

JKSO:

803.5 Budovy pro bydlení (domy bytové netypové)

Orientační cena na m^3 obestavěného prostoru : 7 986,60

Množství [m^3] : 1 865,00

Odhad nákladů na rekonstrukci SO 01 [Kč] : **14 895 041,00**

SO 02 Přístavba garáže, skladu a sauny

Zastavěná plocha [m^2] : 146,00

Obestavěný prostor Op [m^3] : 280,00

Orientační cena na m^3 obestavěného prostoru : 5 548,00

Množství [m^3] : 280,00

Odhad nákladů na SO 02 [Kč] : **1 553 440,00**

SO 03 Komunikace a zpevněné plochy***JKSO:***822.5 *Plochy charakteru pozemních komunikací, kryt dlážděný*

| | |
|--|-------------------|
| Orientační cena na m² plochy komunikace: | 1 812,00 |
| Množství [m ²] : | 110,00 |
| Odhad nákladů na SO 03 [Kč] : | 199 320,00 |

SO 04 Zeleň***JKSO:***823.2 *Plochy a úpravy území, úpravy území a samostatné zemní práce, vegetační*

| | |
|---|-------------------|
| Orientační cena na m² plochy: | 1 614,00 |
| Množství [m ²] : | 372,00 |
| Odhad nákladů na SO 04 [Kč] : | 600 408,00 |

SO 05 Rekonstrukce oplocení***JKSO:***815.2 *Oplocení - nosná část zděná z cihel*

| | |
|---|-------------------|
| Orientační cena [Kč] na m délky: | 11 590,00 |
| Množství [m] : | 73,00 |
| Odhad nákladů na SO 05 [Kč] : | 846 070,00 |

SO 06 Přeložka elektro***JKSO:***828.1 *Vedení elektrická a dráhy visuté, v zemní rýze na upravený podklad*

| | |
|---|------------------|
| Orientační cena [Kč] na m délky: | 1 509,00 |
| Množství [m] : | 18,00 |
| Odhad nákladů na SO 06 [Kč] : | 27 162,00 |

SO 07 Přeložka plynu***JKSO:***827.1 *Vedení trubní, dálková a přípojná vodovodní, z plastických hmot a sklolaminátu (plast DN 100)*

| | |
|---|------------------|
| Orientační cena [Kč] na m délky: | 2 854,00 |
| Množství [m] : | 20,00 |
| Odhad nákladů na SO 07 [Kč] : | 57 080,00 |

| III. Rekapitulace základních rozpočtových nákladů | | bez DPH |
|--|----------------------------------|-------------------------|
| SO 01 | Hlavní objekt | 14 895 041,00 Kč |
| SO 02 | Přístavba garáže, skladu a sauny | 1 553 440,00 Kč |
| SO 03 | Komunikace a zpevněné plochy | 199 320,00 Kč |
| SO 04 | Zeleň | 600 408,00 Kč |
| SO 05 | Rekonstrukce oplocení | 846 070,00 Kč |
| SO 06 | Přeložka elektro | 27 162,00 Kč |
| SO 07 | Přeložka plynu | 57 080,00 Kč |
| | Celkem ZRN bez DPH | 18 178 521,00 Kč |

IV. Náklady na umístění stavby

4 % ze ZRN [Kč]: **727 140,84**

VI. Rezerva - nepředvídané náklady

5 % ze ZRN [Kč]: **908 926,05**

IX. Jiné investice

Odhad nákladů na nákup nemovitosti [Kč] : **25 000 000,00**

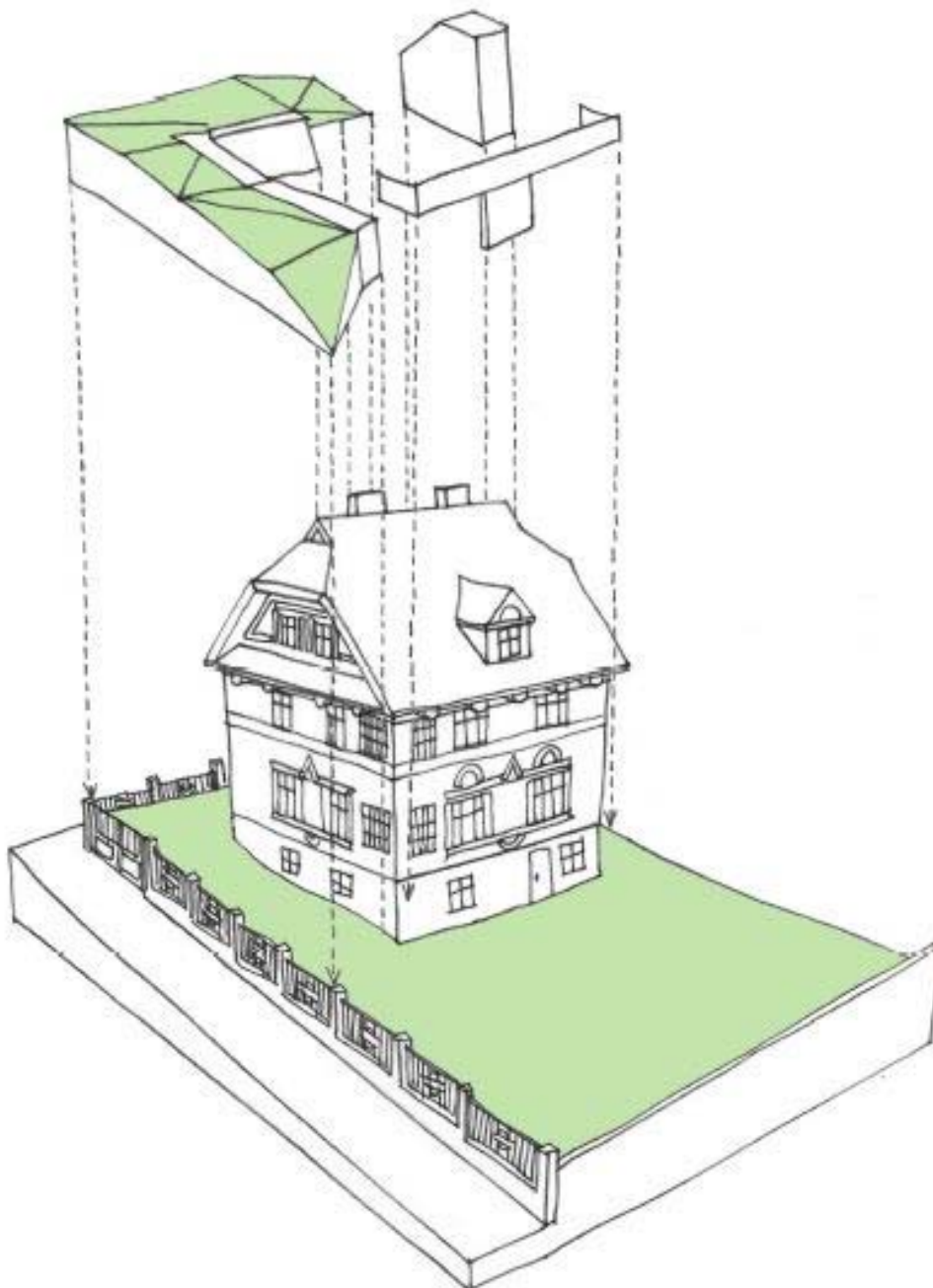
V tabulce 7 jsou uvedeny celkové předpokládané náklady na pořízení a rekonstrukci nemovitosti.

Tabulka 7 - Rekapitulace nákladů na rekonstrukci

| Rekapitulace nákladů na rekonstrukci | | Celkem |
|---|----------------------------------|-------------------------|
| I. | Projektové a průzkumné práce | 1 350 000,00 Kč |
| III. | Stavební objekty (ZRN) | 18 178 521,00 Kč |
| IV. | Náklady na umístění stavby | 727 140,84 Kč |
| VI. | Rezerva - nepředvídané náklady | 908 926,05 Kč |
| IX. | Jiné investice | 25 000 000,00 Kč |
| | Celkem náklady bez DPH | 46 164 587,89 Kč |
| | DPH (15%) | 6 924 688,18 Kč |
| | Celkem náklady včetně DPH | 53 089 276,07 Kč |

7 Navrhovaný stav objektu

Na obrázku 10 je uvedena skice stávajícího objektu s návrhem nově umísťovaných venkovních prvků. Na západní straně je nově navržena přístavba garáže se saunou v podobě zvedajícího se kopce, na východní straně je nový prosklený vstup a na jižní straně objektu je nově navržen balkon s možností sestoupení na zahradu.



Obrázek 10 - Stávající stav s navrhovanými prvky (Cit. 11)

Na obrázku 11 je uvedena skice navrhovaného stavu objektu po rekonstrukci včetně všech nově umístěných venkovních prvků a pod ním je na obrázku 12 uvedena vizualizace navrhovaného stavu objektu z jižní strany.



Obrázek 11 - Navrhovaný stav - skica (Cit. 11)



Obrázek 12 - Vizualizace navrhovaného stavu objektu (Cit. 11)

7.1 Popis navrhovaného řešení

Stávající vila je v zachovalém stavu včetně původních prvků jako jsou okna a venkovní rolety, dveře s obložkami a parkety ve 2.NP. Cílem projektu je důsledná rekonstrukce vily s respektem k původnímu návrhu architekta Františka Libry, revitalizace původních prvků a dílčí doplnění prvků podle potřeby nového provozu replikami v místech, kde se nezachovaly prvky původní (1.NP, 1. PP). V rámci rekonstrukce se bude pracovat s přírodními materiály a to zejména těmi, které byly původně použity F. A. Librou. V závislosti na nové dispozici objektu jsou použity subtilní konstrukce v kombinaci ocel a sklo. Nově navržené prvky (terasa, vstupní schodiště) jsou řešeny takovým způsobem, aby korespondovaly s původními prvky. Nový vstup do objektu je na místě vstupu stávajícího a je umístěn spolu s přístupovým schodištěm do skleněného boxu, který chrání před nepřízní počasí. Navržená terasa v 1. NP doplňuje jižní fasádu a slouží jako pobytový prostor umožňující také vstup po schodišti na zahradu (*Cit. 11*).

Stávající vilu doplňuje jednopatrová přístavba, která je z převážné části zapuštěna pod úroveň původního terénu zahrady. Jsou zde umístěny prostory, které vyžaduje nový provoz budovy, a do stávajícího objektu se již nevešly. Přístavba je řešena v podobě vyrůstajícího kopce, jehož nejvyšší část tvoří střecha garáže pro dvě parkovací stání na severozápadě parcely. Přístavba narůstá směrem z východu na západ k uličnímu nároží a poté klesá k původnímu terénu. Střecha přístavby je zelená a je tvořena převážně extenzivní zelení, případně kombinací travin a popínavých rostlin (např. břečťanu). Součástí přístavby je kromě garáže také sklad a sauna s odpočívárnou (*Cit. 11*).

7.1.1 Požadavky klienta na rekonstrukci

Požadavkem klienta je důsledná rekonstrukce vily s respektem k původnímu návrhu a revitalizace původních prvků v co největší míře, včetně rondokubické fasády a soklu. Dále je nutná změna dispozičního řešení dle přání investora (*Cit. 11*).

Přáním investora je vytvořit na pozemku celkem tři parkovací stání, z toho dvě krytá garážová stání a jedno zastřešené venkovní stání. Prvním důvodem pro tento požadavek je velice špatná situace dopravy v klidu na přilehlých komunikacích a tím způsobený nedostatek parkovacích stání. Druhým důvodem je ochrana vozidel před poškozením, protože investor vlastní mimo jiné dva veterány, které by mohly v garáži eventuálně parkovat. Původní požadavek byl až šest parkovacích stání, ten se však po dohodě zredukoval na tři. A třetím důvodem je

zhodnocení celého domu, kdy s parkovacími místy na pozemku získává vila další přidanou hodnotu (*Cit. 11*).

Garáž pro dvě parkovací stání je součástí jednopatrové přístavby, která je z převážné části zapuštěna pod původní terén zahrady. Nachází se v ní funkce, které vyžaduje nový provoz budovy vycházející z přání investora a které se do stávající vily již nevešly. Kromě garáže a technické místnosti tu najdeme saunu s přímým vstupem do zahrady, jejíž prosklená vstupní část nabízí investorovi vizuální kontakt se zahradou. Přístavba má být nenápadná a navržena tak, aby svým vzhledem původní vile nekonkurovala, ale naopak ji příjemně doplňovala. (*Cit. 11*).

V souvislosti s přístavbou a novými vjezdy na pozemek má být zrušeno staré oplocení včetně základů, sloupků z vápenopískových cihel a dřevěných plotových polí. Stávající oplocení není v dobrém stavu, degraduje působením vlhkosti a tlaku zeminy, tudíž by bez ohledu na tuto změnu žádalo výměnu. Původní oplocení bude nahrazeno novým, kopírujícím původní prvky i materiály, jen nové sloupky budou oproti původním kvůli realizaci nových a rušení starých vjezdům lehce posunuty (*Cit. 11*).

Požadavky investora na provoz vycházejí zejména z faktu, že má vila sloužit k bydlení vícegenerační rodině (rodiče, děti, později prarodiče). Součástí obytných prostor je i domácí kancelář umístěna v 1. PP s přímým přístupem do jižní zahrady. Provoz vícečlenné rodiny a kanceláře je zároveň dalším důvodem pro nové řešení dopravní situace. Okna mají být repasovány nebo nahrazeny replikami. Stávající objekt není možné celoplošně zateplit zvenku z důvodu nabytí na objemu, což není z hlediska památkové péče pro zachování původních plastických rondokubistických prvků vhodné. Proto investor uvažuje o možnosti vnitřního zateplení (*Cit. 11*).

Na přání investora bude součástí rekonstrukce umožnění bezbariérového přístupu do objektu a pohybu mezi 1. PP a 1. NP pomocí výtahové plošiny umístěné v prosklené přístavbě vstupu. Bezbariérovou úpravu řeší investor nejen pro případ potřeby prarodičů, ale také z hlediska většího zhodnocení stavby v budoucnu (*Cit. 11*).

Jedná se sice o vilu z počátku 20. století, ale vzhledem k technickému vývoji kladou požadavky investora na bydlení více nároků na technologie, než tomu bylo dříve. Technologie tedy budou téměř bez výhrady nahrazeny moderními, které splňují současné normy i požadavky majitele objektu (*Cit. 11*).

7.1.1.1 Zařízení pro vytápění staveb (ÚT)

Stávající vytápění nevyhovuje, bude zcela demontováno a provedeno nové.

Klient preferuje dva zdroje pro vytápění a to tepelné čerpadlo a kondenzační plynový kotel. Kotelna se nachází v 1PP a plynový kotel může být napojen po vyvločkování do stávajícího komínového tělesa. Teplotní soustava pro vytápění má být provedena podokenními radiátorovými tělesy ve vyšším designovém standardu. Nová přístavba bude provedena v nízkoenergetickém standardu s nižšími nároky na vytápění. Prostory v přístavbě budou temperovány podle jednotlivých funkcí na nižší teploty ve srovnání s obytnými prostory vily. V koupelnách ve všech podlažích a prostoru sauny bude temperována podlaha a v koupelnách bude osazen topný žebřík s elektrickou patronou (*Cit. 11*).

7.1.1.2 Zařízení pro ochlazení staveb (CHL)

Zdrojem chlazení má být tepelné čerpadlo. Rozvod chlazení v podhledech, fan coil jednotky. Chlazení je nezbytné řešit na jižní a západní straně zejména v 1NP, které bude nejvíce exponováno slunečnímu záření. Zde není možné navrhnout novodobé stínění, jelikož se jedná o památkově chráněnou fasádu. Částečně bude zamezeno intenzitě slunečního záření stíněním repasovanými venkovními dřevěnými roletami. 1PP bude kryté novým balkónem a chlazení bude umístěno jen do prostoru kanceláře, 2NP je chráněno před intenzivním slunečním zářením vysutou římsou. Půdní vestavba 3NP bude nově zateplena v nízkoenergetickém standardu, střešní okna budou mít venkovní stínící prvky (*Cit. 11*).

7.1.1.3 Zařízení vzduchotechniky (VZT)

V převážné míře se počítá s přirozeným větráním místností okny. U WC, koupelen, domácích prací a místností bez možnosti přirozeného větrání se počítá s nuceným větráním s použitím tichého ventilátoru s dobřehovým relé. V kuchyni se počítá s instalací digestoře s vývodem na severní fasádu (*Cit. 11*).

7.1.1.4 Zařízení zdravotně technických instalací (ZTI)

Veškeré rozvody vody a kanalizace včetně zařizovacích předmětů budou v celém objektu nové. Nově bude také vybudována sauna s odpočinkovou místností, sprchou a ochlazovací kádí (*Cit. 11*).

7.1.1.5 Plynová zařízení (PL)

Plyn bude zaveden do technické místnosti v IPP ke kondenzačnímu plynovému kotli (*Cit. 11*).

7.1.1.6 Zařízení silnoproudé elektrotechniky a bleskosvody

Veškeré rozvody v objektu včetně rozvaděče jsou zastaralé a budou nahrazeny novými.

Osvětlení bude kombinované – nepřímé v kapsách podhledů s přímým bodovým. Ovládání světel je investorem požadováno z jednoho místa na každém podlaží s možností tlumení intenzity osvětlení. Dále je požadováno dílčí osvětlení vstupu, parkovacích stání a zahrady pro dekorační i bezpečnostní účely (*Cit. 11*).

Pro každé podlaží jsou navrženy na přání investora podružné rozvaděče se samostatným měřením, protože se v budoucnu počítá s možností rozdělení jednotlivých pater do samostatných bytových jednotek (*Cit. 11*).

Bleskosvod bude řešen kompletně nový. Pro umístění podzemních pásků budou využity výkopy nezbytné pro sanování obvodového zdiva objektu (*Cit. 11*).

7.1.1.7 Zařízení slaboproudé elektrotechniky

Na každém patře budou datové a satelitní rozvody a celý dům bude pokrývat domácí WIFI síť (*Cit. 11*).

Kuchyň, obývací pokoj, vstupní hala a WC budou napojeny na systém ozvučení (*Cit. 11*).

Z venkovní branky bude do každého patra rozveden domovní telefon a domovní vrátný s video obrazovkou a s možností komunikace mezi patry (*Cit. 11*).

Vzhledem k tomu, že se v dané lokalitě rozmáhají krádeže a neoprávněné vniknutí do domů, požaduje investor důslednou koncepci zabezpečovacího systému (*Cit. 11*).

Investorem je požadováno dálkové ovládání garážových vrat a ovládání sauny přes internet a smartphone (*Cit. 11*).

7.1.2 Omezení navrhovaného řešení

Odbor památkové péče nesouhlasí s výraznými zásahy do vnějšího vzhledu objektu, který je součástí kolonie Svoboda a jeho rondokubistické prvky musejí zůstat ve stávajícím stavu. Z toho důvodu není přípustné vnější zateplení a jediná možná úprava stávající fasády je obnovení do původního vzhledu. Musejí být provedeny sondy do stávající břízkolitové fasády

pro určení původní barevnosti a musejí být provedeny vzorky, které odsouhlasí přízvaný zástupce OPP (*Cit. 11*).

Dále odbor památkové péče požaduje barevné sladění konstrukce komínové lávky se střešní krytinou z důvodu jejího nekonfliktního optického zakomponování do roviny střechy. Pro udržení autentického architektonického výrazu a prostředí objektu je z jejich pohledu nutné, aby nové prvky byly svým umístěním, vzhledem a provedením, nerušivým doplněním historického exteriéru. Typová střešní okna vnímají jako novodobé stavební komponenty, které svojí podstatou nejsou na střechu historického objektu příliš vhodné. Proto je nutné alespoň barevným sjednocením rámu včetně oplechování s krytinou jejich působení zmírnit, aby nenarušovaly celistvost střešní plochy (*Cit. 11*).

7.1.3 Varianty řešení

V rámci této diplomové práce jsou z hlediska nákladů životního cyklu zkoumány tři důležité části rekonstruovaného objektu. Jsou to varianty technologií pro vytápění nebo chlazení, varianty obnovy oken a možná realizace vnitřního zateplení. Odlišné varianty řešení ostatních částí objektu nemají pro účely této práce významný vliv, nebo jejich náhrada není možná. Z navržených variant na vytápění a chlazení, obnovu oken a vnitřní zateplení, budou vytvořeny optimální sestavy, které budou rozděleny do dvou základních částí podle toho, zda se jedná o zateplený objekt nebo o nezateplený objekt. V první řadě však bude nutné rozhodnout, která z navržených variant vnitřního zateplení je pro účely hodnocení nejvýhodnější.

7.1.3.1 Varianty řešení technologie na vytápění / chlazení

Varianta A – tepelné čerpadlo země (vrty) / voda včetně elektrického kotle

Topný systém je navržen jako dvourubkový s nuceným oběhem a teplotním spádem 55/45°C. Tepelné ztráty budou uhrazeny nízkoteplotním zdrojem ze 74% a elektrokotlem jako doplňkovým zdrojem tepla z 26%. Primární okruh tepelného čerpadla bude veden do vrтанých studní u objektu. Předpokládají se čtyři vrty o hloubce 120 m. Topný výkon tepelných čerpadel je 2x13,3 kW pro nezateplený objekt a 2x10,06 kW pro zateplený objekt s ohledem na záběrový proud a účinnost kompresorů. Pro teplotu nižší (-6°C) bude připojen regulovatelný elektrický zdroj tepla o jm. výkonu 18 kW, který je součástí tepelného čerpadla. Tepelné čerpadlo rovněž slouží pro přípravu TUV (*Cit. 11*).

System s tepelnými čerpadly lze využít k ochlazení místností pasivním způsobem. Pasivní způsob využívá chladnou vodu z vrtaných studní pro výměníky vnitřních chladících jednotek (50-60%) a zároveň tím regeneruje vrty pro zimní provoz. Aktivní způsob chlazení využívá reverzní chod kompresoru tepelných čerpadel k výrobě chladné vody pro výměníky vnitřních chladících jednotek v případě vyššího požadavku na ochlazení místností ze 100% (*Cit. 11*).

Počet provozních hodin uváděných výrobcí tepelných čerpadel je cca 50 000 při správně dimenzovaném systému vytápění a chlazení (*Cit. 11*).

Varianta B – tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel

Topný systém je navržen jako dvoutrubkový s nuceným oběhem a teplotním spádem 55/45°C. Tepelné ztráty budou uhrazeny nízkoteplotním zdrojem z 63% a plynovým kondenzačním kotlem jako doplňkovým zdrojem tepla z 37%. Topný výkon tepelných čerpadla je 2x11,3 kW pro nezateplený objekt a 1x14 kW pro zateplený objekt. Pro teplotu nižší (-2°C) bude připojen regulovatelný elektrický zdroj tepla o jm. výkonu 18 kW, který je součástí tepelného čerpadla a při (-10°C) bude připojen plynový kotel o výkonu 24 kW pro nezateplený objekt a 16 kW pro zateplený objekt. Kotel bude v provozu pro dohřev topné vody při poklesu výkonu tepelného čerpadla a pro letní dohřev TUV. System s tepelnými čerpadly lze využít k ochlazení místností ze 100%. Pro chlazení se využívá reverzní chod kompresoru tepelných čerpadel k výrobě chladné vody pro výměníky vnitřních chladících jednotek. Počet provozních hodin uváděných výrobcí tepelných čerpadel je cca 50 000 při správně dimenzovaném systému vytápění a chlazení (*Cit. 11*).

Varianta C – plynový kondenzační kotel + klimatizační jednotky

Topný systém je navržen jako dvoutrubkový s nuceným oběhem a teplotním spádem 60/40°C. Tepelné ztráty budou uhrazeny plynovým kondenzačním kotlem ze 100%. Rozsah topného výkonu je 12-37 kW pro nezateplený objekt a 7-24 kW pro zateplený objekt. Plynový kotel je nástěnný kondenzační s odkouřením do stávajícího komína. Kotel bude v provozu pro ohřev topné vody a ohřev TUV. Tento systém samozřejmě nelze využít k ochlazení místností. Požadavek investora na chlazení jednotlivých místností je však nutné dodržet, proto do této varianty byl navržen systém klimatizace, který respektuje požadavky klienta. Navrženy byly dvě venkovní multisplitové jednotky o výkonu 2x 4,7 kW, které jsou napojeny na tři designové nástěnné vnitřní jednotky a jednu kanálovou podstropní jednotku v kuchyni a obývacím pokoji (*Cit. 11*).

7.1.3.2 Varianty obnovy oken

Varianta A je navržena jako částečná repase stávajících kastlových oken, u kterých se vymění vnitřní strana s jednoduchým zasklením za izolační dvojsklo a na vnější straně bude ponecháno jednoduché zasklení. Stávající jednoduchá okna budou odstraněna a nahrazena replikou v podobě kastlových oken s křídly s izolačním dvojsklem z vnitřní strany a jednoduchým zasklením ze strany vnější. Logika umístění izolačního dvojskla na vnitřní straně obvodových zdí je v tom, že jsou umístěna v rovině vnitřního zateplení obvodových konstrukcí.

Varianta B obsahuje repasi vnějších i vnitřních křídel u stávajících kastlových oken s jednoduchým zasklením. Stávající nevyhovující jednoduchá okna se nahradí novými kastlovými okny také s jednoduchým zasklením. Při repasi by došlo k opravě povrchových nátěrů, přetmelení skleněných výplní, seřízení a dotěsnění celých oken.

Varianta C obsahuje výměnu všech stávajících kastlových oken za okna nová. Nová okna jsou replikami stávajících kastlových, ale na vnější straně mají křídla s izolačním dvojsklem a na vnitřní straně křídla s jednoduchým zasklením. Všechna stávající nevyhovující jednoduchá okna budou nahrazena novými kastlovými taktéž s izolačním dvojsklem a na vnější straně a s jednoduchým zasklením na straně vnitřní.

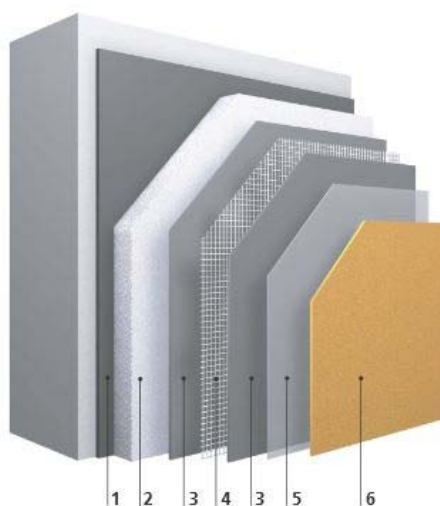
7.1.3.3 Varianta zateplení objektu

Z hlediska zateplení objektu připadá v úvahu pouze možnost vnitřního zateplení, které je uvedeno v následujících dvou variantách A a B. Vnitřní zateplení je použito z důvodu nemožnosti realizovat vnější zateplení, protože s tímto řešením nesouhlasí odbor památkové péče. Výsledkem zkoumání bude zjištění, zda je výhodnější použít vnitřní zateplení ve variantě A nebo ve variantě B, případně objekt vůbec nezateplovat.

Varianta A obsahuje zateplení vnitřních obvodových stěn stávající budovy v 1. PP, 1.NP, 2. NP a v podkroví. Toto vnitřní zateplení bylo navrženo od firmy STO s.r.o. Použitými systémy jsou StoTherm In Comfort v tloušťce 100 mm a StoTherm In Aevero v tloušťce 30 mm, které při daných tloušťkách v konstrukci splňují požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla $U_N=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ dle ČSN 73 0540-2:201. Z ekonomického hlediska byl na všech stěnách použit levnější systém In Comfort a v místě okenních a dveřních otvorů a v prostoru schodiště byl z hlediska konstrukčního a dispozičního navržen dražší systém In Aevero.

Použitím vnitřního zateplení může vzniknout problém s kondenzací vodní páry na vnitřním líci obvodového zdiva. Firma STO vlastní osvědčení o funkčnosti navrhovaného systému, který vznikající kondenzát kapilárně aktivní hmotou v ploše roznese a při poklesu vlhkosti v místnosti vodu z vnitřního zateplení odpařuje.

Na obrázku 13 je uvedena skladba vnitřního zateplení systému Sto Therm In Aevero s uvedenými popisy k jednotlivým vrstvám.



Obrázek 13- - Skladba systému StoTherm In Aevero (Cit. 13)

1. **Funkční vrstva a lepení:** StoLevell In Aevero

Kapilárně aktivní, difúzně otevřená, s excelentními sorpčními vlastnostmi, vysoká lepivost. Funkční a lepicí vrstva v jednom (Cit. 13).

2. **Tepelná izolace:** Sto-Aevero-Innendämmplatte

Vysoce efektivní tepelná izolace na bázi aerogelu. Inovativní molekulově izolační technologie minimalizující přenos tepla a vykazující nízký součinitel tepelné vodivosti 0,016 W/(m.K) (Cit. 13).

3. **Armovací stěrka:** StoLevell In Aevero

Kapilárně aktivní, difúzně otevřená, perfektně zpracovatelná s vysokou bezpečností (Cit. 13)

4. **Výztužná tkanina:** Sto-Glasfasergewebe F

Alkalivzdorná výztužná tkanina s vysokou pevností ve stříhu a rázu (Cit. 13).

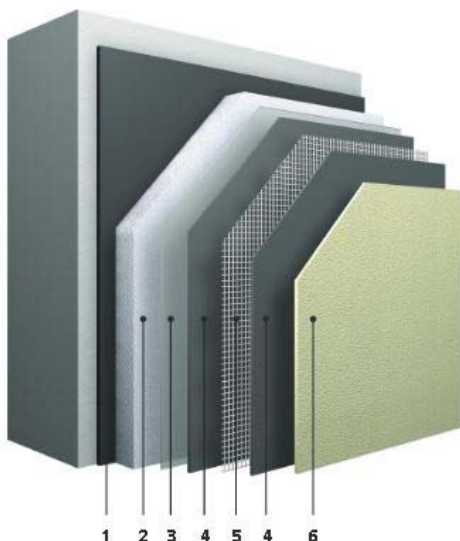
5. **Penetrace:** StoPrep Sil

Podkladní nátěr na silikátové bázi bez konzervačních prostředků, s osvědčením nízké úrovně škodlivin (Cit. 13).

6. Finální povrchová úprava:

Difúzně otevřená, minerální (silikátová nebo vápnem pojená) podkladní a finální povrchová úprava. Bohatá paleta struktur a barevných odstínů. Po přestěrkování podkladu se StoLevel In Clima je možná aplikace nejjemnějších finálních povrchových úprav (*Cit. 13*).

Na obrázku 14 dále najdeme skladbu vnitřního zateplení systému Sto In Comfort.



Obrázek 14 - Skladba systému Sto In Comfort (*Cit. 12*)

1. **Lepení:** StoLevel In Mineral

Minerální, difúzně otevřená, nehydrofobizovaná lepicí a armovací hmota. Vyvinutá a nastavená na požadavky difúzně otevřeného systému vnitřního zateplení (*Cit. 12*).

2. **Tepelná izolace:** Sto-Perlite-Innendämplatte 045

Tepelně izolační deska z přírodního perlitu. Nehořlavá, nehydrofobizovaná, difúzně otevřená a vlhkost rozdělující. Tloušťka je variabilní podle tepelně izolačních požadavků (*Cit. 12*).

3. **Penetrace:** StoPrim Silikat

Vodná penetrace na silikátové bázi, zpevňuje povrch, zajišťuje přilnavost a reguluje nasákavost (*Cit. 12*).

4. **Armovací stěrka:** StoLevel In Mineral

Minerální, difúzně otevřená, nehydrofobizovaná lepicí a armovací malta. Vyvinutá a nastavená na požadavky difúzně otevřeného systému vnitřního zateplení (*Cit. 12*).

5. **Armovací tkanina:** Sto-Glasfasergewebe F

Alkalivzdorná armovací tkanina s optimalizovanou pevností proti rázu a střihu (*Cit. 12*).

6. Finální povrchová úprava

Difúzně otevřené, minerální (silikátové nebo vápnem pojené) podkladní a finální povrchové úpravy. Vysoká rozmanitost struktur a barevných odstínů. Na podklad opatřený stěrkou StoLevel In Clima lze provést nejjemnější finální povrchovou úpravu (*Cit. 12*).

Varianta B rovněž obsahuje zateplení vnitřních obvodových stěn stávající budovy v 1. PP, 1.NP, 2. NP a v podkroví, ale toto řešení bylo navrženo s použitím tepelněizolačních desek Multipor od firmy YTONG v tloušťce 120 mm. Při této tloušťce tepelně izolační desky systém splňuje požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla $U_N=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ dle ČSN 73 0540-2:201.

Multipor se využívá pro vnitřní zateplení více než 18 let v různých částech Evropy při rozdílných klimatických podmínkách, od vlhkých pobřeží až po vysoké nadmořské výšky Alp. Multipor nemusí používat parozábrany a s vlhkostí, která vzniká mezi konstrukcemi, účinně pracuje. Přebytečnou vlhkost pohlcuje a odvádí, při suchém vnitřním vzduchu ji uvolňuje (*Cit. 14*).

Výhodou vnitřního zateplení pomocí desek Multipor je jeho schopnost regulace vlhkosti v konstrukci a obytném prostoru. Prodyšnost materiálu zachovává v prostorách příjemné a optimálně vyvážené vnitřní klima. Díky maximálnímu odlehčení mají desky Multipor výjimečné tepelněizolační vlastnosti. Multipor si zachovává důležité charakteristiky autoklávovaných betonů, jako jsou prodyšnost, lehké opracování, požární bezpečnost a šetrnost k životnímu prostředí (*Cit. 14*).

Na obrázku 15 je patrné složení tepelně izolačních desek Multipor.



Obrázek 15 - Složení tepelněizolačních desek Multipor (*Cit. 14*).

Skladba zateplovacího systému s minerálně izolačními deskami Multipor je následující (*Cit. 14*):

1. **Lepení:** Lehká minerální malta Multipor.
2. **Tepelná izolace:** Multipor - minerálně izolační deska 045.
3. **Armovací stěrka:** Lehká minerální malta Multipor.
4. **Armovací tkanina:** Sklovláknitá tkanina s oky 10x10 mm např. typ Vertex R 85 A 101.
5. **Finální povrchová úprava:** Jemnozrnná vápenocementová omítka, strukturální silikátová omítka, silikátová barva keramický obklad, nebo tapeta.

V tabulce 8 jsou uvedeny tři druhy použitých materiálů, jako je Sto Aeverso Innendämmplatte (tepelná izolace ze systému In Aeverso) a Sto Perlite Innendämmplatte 045 (tepelná izolace ze systému In Comfort), které jsou navrženy ve variantě A a Multipor - minerálně izolační deska 045, která je navržena ve variantě B.

Tabulka 8 - Vlastnosti tepelných izolací (Cit. 12), 13), 14).

| Tepelná izolace | Sto-Aeverso- Innendämmplatte | Sto-Perlite - Innendämmplatte 045 | Multipor - minerálně izolační deska 045 |
|---------------------------------|---|--|--|
| Objemová hmotnost | ≥ 150 kg/m ³ | 90–105 kg/m ³ | 100-115 kg/m ³ |
| Parotěsná zábrana | není potřeba | není potřeba | není potřeba |
| Faktor difúzního odporu | μ = 10 | μ = 5–6 | μ = 3 |
| Součinitel tepelné vodivosti | λ = 0,016 W/m.K | λ = 0,045 W/m.K | λ = 0,045 W/m.K |
| Tloušťky desek | 10,15, 20, 30, 40 mm | 50/60/80/100/120/140/160/180/200 mm | 50/60/70/75/80/100/120/125/140/150/160/180/200 mm |
| Rozměry | 580x390 mm | 625x416 mm | 600x390 / 600x500 mm |
| Koeficient nasákavosti | - | 1,98 kg/m ² .s ^{0,5} | ≤ 2,00 kg/m ² .s ^{0,5} |
| Reakce na oheň | A1 - nehořlavá (dle ČSN EN 1350-1) | A1 - nehořlavá (dle ČSN EN 1350-1) | A1 - nehořlavá (dle ČSN EN 1350-1) |

Z tabulky 8 je patrné, že materiál Sto Aeverso Innendämmplatte má mnohem lepší součinitel tepelné vodivosti a faktor difúzního odporu než zbylé dva materiály. Jeho výraznou nevýhodou je vysoká pořizovací cena, která je uvedena v tabulce 9. Z toho důvodu je ve variantě A navržen pouze v nezbytných místech a na ostatních plochách je použit levnější systém In Comfort s tepelnou izolací Sto-Perlite – Innendämmplatte 045. Tepelné izolace Sto-Perlite – Innendämmplatte 045 a Multipor – minerálně izolační deska 045 mají téměř

srovnatelné vlastnosti, ale faktor difuzního odporu má minerální izolační deska Multipor téměř dvakrát menší.

7.2 Předpokládaná životnost komponent

V této části bude odhadnuta předpokládaná životnost zkoumaných částí konstrukce, kterými jsou vnitřní zateplení, okna a technologie pro vytápění/ chlazení.

Odhad životnosti komponent (potažmo celého objektu) je klíčovým úkolem při plánování životnosti. Při odhadování životnosti se zvažuje provedení jednotlivých komponent včetně pravděpodobných druhů poruch, příčin ztrát provozuschopnosti, rizika předčasného selhání a jejich vlivu na životnost. Nejběžnější prvky ovlivňující životnost stavebních materiálů a komponentů jsou uvedeny v tabulce 1 na straně 7. Údaje o životnosti komponent bývají součástí technických listů výrobců nebo jsou k dohledání v odborné literatuře (*Cit. 2*)

7.2.1 Předpokládaná životnost vnitřního zateplení

Životnost vnitřního zateplení závisí na kvalitě, s jakou bylo vnitřní zateplení realizováno. Důležité je, jestli byl správně proveden návrh a výkresová dokumentace. Zda byly vyřešeny veškeré detaily ukončení zateplovacího systému u stropu, podlahy, vnitřních nosných stěn, okenních a dveřních otvorů, návaznost zateplení u střechy a zda byly dodrženy veškeré technologické požadavky výrobce.

Pokud tedy veškeré tyto nutné podmínky jsou splněny, životnost vnitřního zateplení od společnosti STO s.r.o. a YTONG je srovnatelná s životností okolního zdiva. Tato fyzická životnost se odhaduje průměrně na 90 let.

7.2.2 Předpokládaná životnost oken

První rovinou pro určení životnosti oken je životnost fyzická. Ta je dána životností nejslabšího článku na okně. Tímto článkem bývají především ty komponenty, které se na okně nejvíce opotřebovávají. Z pravidla to bývá těsnění a kování. I když těsnění použité na okně je vyrobeno z kvalitních materiálů a je odolné vůči působení povětrnosti, dochází při každém zavření a otevření okna k jeho mechanickému namáhání. Obecně se dá předpokládat, že po 10 až 20 letech, může na některém místě dojít k poškození těsnění. Životnost okna to však nelimituje, protože těsnění lze snadno vyměnit. Totéž platí i o kování a zasklení (*Cit. 18*).

Rám okna již není tak snadné vyměnit. Jedná se o klíčovou součást konstrukce a ta bude tedy určovat životnost celého okna. Výrobci dřevěných oken převážně deklarují životnost

přesahující 50 let. Fyzická životnost dřevěných ráků je tedy velmi vysoká a je nutné se zamyslet, zda nebude nutné okna vyměnit z jiného důvodu (*Cit. 18*).

Druhou rovinou je určení životnosti morální. V důsledku neustálého vývoje zastarají okna spíše morálně než fyzicky. Pravděpodobnou motivací vedoucí k výměně dnes nasazovaných oken nebude jejich fyzické opotřebení, ale snaha instalovat novější a modernější výrobky s novými užitnými vlastnostmi. Proto se dá uvažovat životnost dřevěných oken 25 – 30 let (*Cit. 18*)

7.2.3 Předpokládaná životnost technologie na vytápění/chlazení

V této části jsou uvedeny předpokládané životnosti tepelných čerpadel, které jsou navrženy ve variantě A (tepelné čerpadlo země/ voda včetně elektrického kotle) a B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel) pro účely vytápění i chlazení. Dále je zde uvedena předpokládaná životnost plynového kondenzačního kotle, který je navržen v kombinaci s klimatizačními jednotkami ve variantě C a v kombinaci s předchozí variantou B.

7.2.3.1 Tepelná čerpadla

Životnost tepelného čerpadla je dána především životností kompresoru, která je závislá hlavně na počtu startů kompresoru. To lze ovlivnit akumulací tepla a správným dimenzováním výkonu čerpadla (čerpadlo s vyšším výkonem častěji spíná a kompresor dříve odejde). Důležitá je i kvalitní regulace, která nenechá kompresor běžet v nevhodných podmínkách a minimalizuje počet startů kompresoru. (*Cit. 15*).

Z výše uvedeného vyplývá, že záleží nejen na kvalitě kompresoru, ale hlavně na použité regulaci a způsobu zapojení kotelny. U kvalitních tepelných čerpadel odebírajících teplo ze země je ověřená životnost kompresoru více než 20 let (*Cit. 15*).

Pak lze provést generální opravu chladicího okruhu a provozovat zařízení dál (*Cit. 15*).

U tepelných čerpadel vzduch / voda je životnost kompresoru kratší a to o 20 až 30 % než u zemních čerpadel. Je to způsobeno jeho větším výkonem v porovnání se "zemním" čerpadlem a tím i častějším spínáním. Navíc je chladicí okruh provozován v obrovském teplotním rozsahu až 55°C (v zimě -25°, v létě 30°C), což životnosti komponentů neprospívá (*Cit. 15*).

Životnost kompresoru tepelného čerpadla také snižuje reverzace chladicího okruhu, která se používá pro rozmrazování výparníků, nebo pro klimatizaci v letním období (*Cit. 15*).

7.2.3.2 Plynový kondenzační kotel

Životnost plynového kondenzačního kotle je závislá na jeho konstrukci a umístění. Obecně se udává, že stacionární kotle mají vyšší životnost než kotle nástěnné. V našem případě byl použit nástěnný plynový kondenzační kotel, u kterého se udává průměrná doba životnosti při využití k vytápění a ohřevu TUV na 12-15 let.

7.2.3.3 Klimatizační jednotky

Životnost klimatizace závisí na délce provozu a kvalitě komponentů. Nejvíce bývá zatížený samozřejmě kompresor. Pravidelně servisovaná klimatizace může mít životnost až 15 let (Cit. 21)

Z výše uvedených informací tedy vyplývá, že předpokládaná životnost vnitřního zateplení se odhaduje průměrně na 90 let, životnost dřevěných oken na 25 až 30 let, kvalitní tepelná čerpadla odebírající teplo ze země mají životnost více než 20 let, tepelná čerpadla vzduch / voda životnost přibližně 15 let, nástěnný plynový kondenzační kotel 12 až 15 let a klimatizační jednotky mohou mít také předpokládanou životnost až 15 let. Z těchto údajů tedy vychází, že vnitřní zateplení a dřevěná okna mají mnohem vyšší předpokládanou životnost, než použité technologie, u kterých se životnost pohybuje kolem 15 let. Sledované období pro určení srovnatelných nákladů na údržbu a spotřebu energie ve všech navržených variantách bude tedy 15 let.

7.3 Náklady životního cyklu stavby

Tato část se zabývá náklady životního cyklu stavby - potažmo zkoumaných komponent (vnitřní zateplení, obnova oken a zdroje tepla a chladu).

Účelem zjišťování nákladů životního cyklu by mělo být vyčíslení nákladů během životního cyklu (LCC) (Cit. 6).

Pro posouzení nákladů životního cyklu je důležité určit náklady, které jsou k tomuto účelu směrodatné. V tomto případě jde o náklady pořizovací, náklady na údržbu a náklady na spotřebu energie.

7.3.1 Náklady na vnitřní zateplení

U obou navržených variant je nutné před samotnou realizací zhotovit podrobnou výkresovou dokumentaci na návrh vnitřního zateplení, včetně detailů u okenních a dveřních otvorů. Z toho důvodu je možné chápat náklady v tabulce 9 pouze jako hrubý odhad nákladů na

vnitřní zateplení. Jednotkové ceny uvedené v této tabulce vycházejí ze zkušeností a ceníků prodejců jednotlivých materiálů. Ve variantě A je uveden materiál od firmy STO s.r.o., který má výrazně vyšší pořizovací náklady oproti variantě B, která je od firmy Ytong. Předpokladem pro realizaci vnitřního zateplení je splnění požadovaných hodnot součinitele prostupu tepla konstrukcí, který je dán normou ČSN 73 0540-2:20. U materiálů STO vychází tloušťka desek na 100 a 30 mm. V případě desek Multipor vychází tloušťka na 120 mm.

Tabulka 9 - Náklady na vnitřní zateplení

| PČ | Popis | MJ | Množství | J.cena [CZK] | Cena celkem [CZK]- bez DPH |
|--|---|----|----------|--------------|----------------------------|
| Vnitřní zateplení ve Variantě A | | | | | 1 651 300,00 |
| 1 | Vnitřní zateplení pomocí STO - In Comfort tl. 100 mm | m2 | 310,000 | 1 390,00 | 430 900,00 |
| 2 | Vnitřní zateplení pomocí STO - In Aevero tl. 30 mm | m2 | 135,000 | 9 040,00 | 1 220 400,00 |
| Vnitřní zateplení ve Variantě B | | | | | 611 875,00 |
| 1 | Vnitřní zateplení pomocí desek Multipor - minerální izolační deska 045 tl. 120 mm | m2 | 445,000 | 1 375,00 | 611 875,00 |

Vnitřním zateplením pomocí desek Multipor přijde investor o větší část vnitřních prostor než v případě STO systémů a samotná realizace by pak přinášela další technické problémy při řešení detailů kolem okenních a dveřních otvorů a na schodišti, kde by byla výrazně ovlivněna průchozí šířka. Tento systém je sice výrazně levnější než varianta A, ale velikost vnitřních prostor je pro investora důležitějším kritériem. Z toho důvodu se nadále bude posuzovat pouze výhodnost vnitřního zateplení ve variantě A (STO systém).

7.3.2 Náklady na obnovu oken

V tabulce jsou uvedeny odhady nákladů na obnovu oken v navržených variantách A, B a C. Varianta A obsahuje repasi stávajících kastlových oken s výměnou vnitřního zasklení za izolační dvojsklo a výrobu nových kastlových s izolačním dvojsklem z vnitřní strany. U varianty B bylo oproti variantě A ponecháno stávající jednoduché zasklení a varianta C počítá s celkovou náhradou za nová kastlová okna s izolačním dvojsklem z vnější strany. Ke všem jednotlivým variantám byla připočtena demontáž a likvidace starých nevyhovujících jednoduchých oken a ve variantě C se odstraňují veškerá stávající okna. Podrobnější popis variant obnovy oken je uveden v kapitole 7.1.3.2. Jednotkové ceny za měrné jednotky byly stanoveny odhadem dodavatele oken a truhlářských prací.

Tabulka 10 - Náklady na obnovu oken

| PČ | Popis | MJ | Množství | J.cena [CZK] | Cena celkem [CZK]- bez DPH |
|---------------------------|---|----|----------|--------------|----------------------------|
| Obnova oken ve VARIANTĚ A | | | | | 775 600.00 |
| 1 | Repase vnějších křídel u stávajících kastlových oken, vnitřní stranu nahradit replikou s izolačním dvojsklem | m2 | 43.000 | 11 200.00 | 481 600.00 |
| 2 | Výroba nových kastlových oken s křídly s izolačním dvojsklem z vnitřní strany, vnější strana bude s jednoduchým sklem | m2 | 21.000 | 12 500.00 | 262 500.00 |
| 3 | Demontáž a likvidace starých jednoduchých oken | m2 | 21.000 | 1 500.00 | 31 500.00 |
| Obnova oken ve VARIANTĚ B | | | | | 570 740.00 |
| 1 | Repase vnějších i vnitřních křídel u stávajících kastlových oken | m2 | 43.000 | 6 680.00 | 287 240.00 |
| 2 | Výroba nových kastlových oken s křídly s jednoduchým zasklením | m2 | 21.000 | 12 000.00 | 252 000.00 |
| 3 | Demontáž a likvidace starých jednoduchých oken | m2 | 21.000 | 1 500.00 | 31 500.00 |
| Obnova oken ve VARIANTĚ C | | | | | 896 000.00 |
| 1 | Výroba nových kastlových oken s křídly s izolačním dvojsklem z vnější strany | m2 | 64.000 | 12 500.00 | 800 000.00 |
| 2 | Demontáž a likvidace starých jednoduchých i kastlových oken | m2 | 64.000 | 1 500.00 | 96 000.00 |

7.3.3 Náklady na zdroj tepla a chladu

Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu je uveden ve dvou variantách pro zateplený objekt v tabulce 11 a pro nezateplený objekt v tabulce 12. V obou tabulkách jsou uvedeny náklady v navržených variantách A (tepelné čerpadlo země / voda včetně elektrického kotle), B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel) a C (plynový kondenzační kotel + klimatizační jednotky), jejichž výkon i pořizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se v závislosti na tom, zda se jedná o zateplený nebo nezateplený objekt, liší.

K jednotlivým variantám jsou dopočítány odhady nákladů na nezbytné součásti navržených technologií. Jsou to souhrnně náklady na zásobníky teplé užitkové vody, ventily, čerpadla, zařízení kotelny, vrtané studny, příslušenství k tepelným čerpadlům, izolace, měření a regulace tepelných čerpadel/ plynových kotlů, akumulční nádoby topné/ chladné vody,

měděné rozvody a odkouření kotle. Jednotkové ceny za měrné jednotky jsou stanoveny odhadem projektanta TZB (*Cit. 11*).

Tabulka 11 - Náklady na zdroj tepla a chladu (zateplený objekt)

| PČ | Popis | MJ | Množství | J.cena [CZK] | Cena celkem [CZK]- bez DPH |
|--|--|-----|----------|-----------------|-------------------------------|
| Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve variantě A | | | | | 1 031 000.00 |
| 1 | 2x TČ 10,06 kW země / voda vnitřní provedení | kpl | 2.000 | 185 000.00 | 370 000.00 |
| 2 | zásobník TUV 300 l | kpl | 1.000 | 30 000.00 | 30 000.00 |
| 3 | ventily, čerpadla + zařízení kotelný | kpl | 1.000 | 8 000.00 | 8 000.00 |
| 4 | vrtané studny 5 x 150 m | kpl | 5.000 | 112 000.00 | 560 000.00 |
| 5 | ostatní příslušenství TČ | kpl | 1.000 | 45 000.00 | 45 000.00 |
| 6 | Izolace | kpl | 1.000 | 10 000.00 | 10 000.00 |
| 7 | MaR TČ | kpl | 1.000 | 8 000.00 | 8 000.00 |
| Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve variantě B | | | | | 360 000.00 |
| 1 | TČ 14 kW vzduch/voda vnitřní provedení | kpl | 1.000 | 206 000.00 | 206 000.00 |
| 2 | kondenzační kotel 16 kW | kpl | 1.000 | 48 000.00 | 48 000.00 |
| 3 | zásobník TUV 300 l – bivalentní | kpl | 1.000 | 30 000.00 | 30 000.00 |
| 4 | ventily, čerpadla + zařízení kotelný | kpl | 1.000 | 5 000.00 | 5 000.00 |
| 5 | AKU nádoba topné/chladné vody | kpl | 1.000 | 23 000.00 | 23 000.00 |
| 6 | rozvody Cu | kpl | 1.000 | 10 000.00 | 10 000.00 |
| 7 | Izolace | kpl | 1.000 | 5 000.00 | 5 000.00 |
| 8 | odkouření kotle (odhad) | kpl | 1.000 | 15 000.00 | 15 000.00 |
| 9 | MaR TČ a kotle | kpl | 1.000 | 18 000.00 | 18 000.00 |
| Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve variantě C | | | | | 461 500.00 |
| 1 | kondenzační kotel 24 kW | kpl | 1.000 | 50 000.00 | 50 000.00 |
| 2 | zásobník TUV 200 l | kpl | 1.000 | 20 000.00 | 20 000.00 |
| 3 | ventily, čerpadla + zařízení kotelný | kpl | 1.000 | 8 000.00 | 8 000.00 |
| 4 | rozvody Cu | kpl | 1.000 | 3 000.00 | 3 000.00 |
| 5 | Izolace | kpl | 1.000 | 2 000.00 | 2 000.00 |
| 6 | odkouření kotle (odhad) | kpl | 1.000 | 15 000.00 | 15 000.00 |
| 7 | MaR kotle | kpl | 1.000 | 3 500.00 | 3 500.00 |
| 8 | systém chlazení | kpl | 1.000 | 360 000.00 | 360 000.00 |

Obdobně jako u předchozí varianty, jsou v tabulce 12 uvedeny náklady na zdroj tepla a chladu ve variantách A (tepelné čerpadlo země / voda včetně elektrického kotle), B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel) a C (plynový kondenzační kotel + klimatizační jednotky). Tentokrát se však jedná o nezateplený objekt.

Tabulka 12 - Náklady na zdroj tepla a chladu (nezateplený objekt)

| PČ | Popis | MJ | Množství | J.cena [CZK] | Cena celkem [CZK]- bez DPH |
|--|---|-----|----------|--------------|----------------------------|
| Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve variantě A | | | | | 1 071 000.00 |
| 1 | 2x TČ 13,3 kW země / voda vnitřní provedení | kpl | 2.000 | 205 000.00 | 410 000.00 |
| 2 | zásobník TUV 300 l | kpl | 1.000 | 30 000.00 | 30 000.00 |
| 3 | ventily, čerpadla + zařízení kotelny | kpl | 1.000 | 8 000.00 | 8 000.00 |
| 4 | vrtané studny 5 x 150 m | kpl | 5.000 | 112 000.00 | 560 000.00 |
| 5 | ostatní příslušenství TČ | kpl | 1.000 | 45 000.00 | 45 000.00 |
| 6 | Izolace | kpl | 1.000 | 10 000.00 | 10 000.00 |
| 7 | MaR TČ | kpl | 1.000 | 8 000.00 | 8 000.00 |
| Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve variantě B | | | | | 626 000.00 |
| 1 | 2x TČ 11,3 kW vzduch / voda vnitřní provedení | kpl | 2.000 | 225 000.00 | 450 000.00 |
| 2 | kondenzační kotel 24 kW | kpl | 1.000 | 50 000.00 | 50 000.00 |
| 3 | zásobník TUV 200 l | kpl | 1.000 | 20 000.00 | 20 000.00 |
| 4 | ventily, čerpadla + zařízení kotelny | kpl | 1.000 | 8 000.00 | 8 000.00 |
| 5 | AKU nádoba topné/chladné vody | kpl | 1.000 | 25 000.00 | 25 000.00 |
| 6 | ostatní příslušenství TČ | kpl | 1.000 | 15 000.00 | 15 000.00 |
| 7 | rozvody Cu | kpl | 1.000 | 17 000.00 | 17 000.00 |
| 8 | Izolace | kpl | 1.000 | 8 000.00 | 8 000.00 |
| 9 | odkouření kotle (odhad) | kpl | 1.000 | 15 000.00 | 15 000.00 |
| 10 | MaR TČ a kotle | kpl | 1.000 | 18 000.00 | 18 000.00 |
| Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve variantě C | | | | | 466 500.00 |
| 1 | kondenzační kotel 37 kW | kpl | 1.000 | 55 000.00 | 55 000.00 |
| 2 | zásobník TUV 200 l | kpl | 1.000 | 20 000.00 | 20 000.00 |
| 3 | ventily, čerpadla + zařízení kotelny | kpl | 1.000 | 8 000.00 | 8 000.00 |
| 4 | rozvody Cu | kpl | 1.000 | 3 000.00 | 3 000.00 |
| 5 | Izolace | kpl | 1.000 | 2 000.00 | 2 000.00 |
| 6 | odkouření kotle (odhad) | kpl | 1.000 | 15 000.00 | 15 000.00 |
| 7 | MaR kotle | kpl | 1.000 | 3 500.00 | 3 500.00 |
| 8 | systém chlazení | kpl | 1.000 | 360 000.00 | 360 000.00 |

7.3.4 Náklady na údržbu

Náklady na údržbu u zkoumaných částí konstrukce, jako je vnitřní zateplení, obnova oken a technologie pro vytápění/ chlazení jsou uvedeny v tabulce 13, 14, 15 a 16. Tyto tabulky zohledňují náklady na údržbu v průběhu 15 let. Tato doba byla stanovena v závislosti na předpokládané životnosti jednotlivých částí konstrukce, která je uvedena v kapitole 7.2.

7.3.4.1 Vnitřní zateplení

Vnitřní zateplení je součástí obvodové nosné konstrukce, a pokud nedojde například k jeho mechanickému poškození, údržba není výrobcem požadována po celou dobu jeho životnosti, která je v kapitole 7.2. průměrně odhadnuta na 90 let.

7.3.4.2 Okna

Okna a dveře potřebují periodickou pečlivou kontrolu, aby byla zabezpečena jejich dlouhá životnost a bezporuchové fungování. Je vhodné si uvědomit, že okna a dveře jsou vystavena neustálým změnám podnebí, teplot, vlhkosti a též mechanickému namáhání. Není žádný objektivní návod na to, jak často se mají okna a dveře kontrolovat, případně opravovat. Obvykle se doporučuje provést kontrolu oken 1x ročně (*Cit. 18*).

Všechny dřevěné produkty mohou sloužit několik desítek let, pokud mají dobrou údržbu. Největším nepřítelem dřeva v oknech a dveřích je sluneční svit. Proto je vhodné kontrolovat zejména okna na exponovaných místech na jižních stranách budov nebo střešní okna (*Cit. 18*).

Je nutné si uvědomit, že prevence je nutná k tomu, aby nenastaly nevratné škody na oknech v budoucnu. Navíc, když už se nějaké závady vyskytnou, je nutné je velmi pečlivě opravit, protože jinak hrozí nebezpečí lavinovitého šíření problému v okně nebo dveřích (ať jde o závady kování či vady na dřevu či instalaci) (*Cit. 18*).

Moderní konstrukce a materiály oken, mikroporézní barvy a lazury, které umožňují dřevu dýchat, také zajišťují, že moderní okna s izolačním sklem (i s rámy z měkkého dřeva) vyžadují minimální údržbu. Okna s povrchovou úpravou přímo z výroby již nepotřebují další nátěry. V případě poškození se snadno opravují. Veškerá údržba se často redukuje pouze na občasné umytí mýdlovou vodou (*Cit. 18*)

Povrchová úprava z moderních lakoven vydrží bez zásahů mezi 8 až 10 lety. Pak okna vyžadují vhodný nátěr v rozmezí mezi 6 až 8 lety. Je sice pravdou, že dřevěná okna vyžadují údržbu, ale její nároky jsou poměrně minimální (*Cit. 18*)

Postup při preventivní údržbě (*Cit. 18*):

1. Očistění oken

Důkladně se očistí rám i křídlo od různých nečistot, usazeného prachu a vysráženého smogu. Pouze na čisté okno přilnou konzervační látky. Okna lze čistit použitím vlažné vody a mýdla.

2. Provedení údržby

Měkkým hadříkem se nanáší konzervační přípravek na rám okna i křídlo. Dále je důležité zkontrolovat mechanickou funkci okna a promazat závěsy.

Předpokládané náklady na údržbu oken po dobu 15 let jsou uvedeny v tabulce 13. Odhad nákladů na údržbu je ve všech navržených variantách A, B i C stejný. Za předpokladu, že ve variantách s repasovanými okny dojde k jejich důsledné repasi, není důvod předpokládat, že v průběhu sledovaného období bude u těchto oken nutná častější údržba.

Tabulka 13 - Náklady na údržbu oken

| PČ | Popis | MJ | Množství | J.cena [CZK] | Cena celkem [CZK]- bez DPH |
|-------------------------------|---|----|----------|--------------|----------------------------|
| Náklady na údržbu oken | | | | | 104 000,00 |
| 1 | Náklady na pravidelné očištění oken a provedení údržby pomocí nanesení konzervačního přípravku ve var. A, B a C | m2 | 64,000 | 975,00 | 62 400,00 |
| 2 | Jednorázové opravení povrchové úpravy rámu a křidel kastlových oken ve variantě A, B a C | m2 | 64,000 | 650,00 | 41 600,00 |

V tabulce 13 jsou uvedeny náklady na pravidelné očištění oken a provedení údržby pomocí nanesení konzervačního přípravku, který se provádí 1x ročně po dobu 15 let a náklady na opravení povrchové úpravy rámu a křidel po 8 až 10 letech užívání. Jednotková cena za pravidelnou údržbu odpovídá odhadnuté ceně, kterou sdělil výrobce kastlových oken a tato cena byla vynásobena počtem let. Jednotková cena za jednorázovou opravu povrchové úpravy okna odpovídá odhadu ceny za opravu nátěru, broušení a tmelení rámu oken včetně opalování starého laku uváděnou jedním z možných dodavatelů této služby (*Cit. 16*).

7.3.4.3 Tepelná čerpadla

Výrobci tepelných čerpadel doporučují tepelné čerpadlo prohlédnout servisním technikem minimálně jednou za dva roky. Pravidelný servis prodlouží jeho životnost a předchází tak možným problémům, které by mohly v budoucnu způsobit větší škodu (*Cit. 19*).

Dále je nutné provádět povinné kontroly těsnosti chladicích okruhů tepelných čerpadel, protože podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 842/2006 a dalších předpisů, je provozovatel tepelného čerpadla povinen zajistit pravidelné kontroly těsnosti chladicího okruhu tepelného čerpadla (*Cit. 19*).

Prohlídky se musí provádět u tepelných čerpadel obsahujících více než 3 kg chladiva. Výjimkou jsou tepelná čerpadla s hermeticky uzavřeným okruhem (jsou naplněna chladivem

již u výrobce), která mají na štítku označení „Hermetically sealed system“. U těchto tepelných čerpadel je hranice pro povinné prohlídky posunuta na 6 kg chladiva (*Cit. 19*).

Od 1. 1. 2015 je platné nové nařízení č. 517/2014, které tato pravidla ještě zpřísňuje. Limity pro provádění prohlídek budou závislé na typu použitého chladiva. Například pro R407C budou limity 2,82 kg a 5,64 kg pro hermeticky těsné systémy. U chladiva R410A pak 2,39 kg a 4,78 kg v případě hermetického systému. Povinnost kontrolovat tepelná čerpadla s těmito přísnějšími limity nastane od 1. 1. 2017 (*Cit. 19*).

V tabulce 14 jsou uvedeny náklady na revize chladicího okruhu včetně preventivních prohlídek jednoho nebo dvou tepelných čerpadel. Jedno tepelné čerpadlo je navrženo ve variantě B - zateplený objekt (tepelné čerpadlo vzduch / voda) a dvě tepelná čerpadla jsou navržena ve variantě A - zateplený objekt (tepelné čerpadlo země / voda) a ve variantách A i B – nezateplený objekt.

Tabulka 14 - Náklady na údržbu tepelných čerpadel

| PČ | Popis | MJ | Množství | J.cena [CZK] | Cena celkem [CZK]- bez DPH |
|---|--|-----|----------|--------------|----------------------------|
| Náklady na údržbu tepelných čerpadel | | | | | 39 900,00 |
| 1 | Náklady na údržbu jednoho tepelného čerpadla ve variantě B - zateplený objekt | kpl | 1,000 | 39 900,00 | 39 900,00 |
| 2 | Náklady na údržbu dvou tepelných čerpadel ve variantě A -zateplený objekt a ve variantě A a B - nezateplený objekt | kpl | 1,000 | 74 900,00 | 74 900,00 |

Jednotková cena odpovídá odhadu ceny za pravidelnou prohlídku a revizi každé dva roky, jak doporučuje výrobce tepelných čerpadel a nařízení Evropského parlamentu a Rady. Sledovaným obdobím je 15 let.

7.3.4.4 Plynové kotle

Stejně jako u tepelných čerpadel jsou i u plynových kotlů doporučené pravidelné servisní prohlídky. Provádět pravidelné servisní prohlídky plynových kotlů není v domácnostech pro provozovatele zákonnou povinností, je však v jeho zájmu zajistit údržbu 1x ročně certifikovaným servisním technikem (*Cit. 20*).

Důvody jsou následující (*Cit. 20*):

- zachování záruky na plynový kotel od výrobce v prvních letech provozu plynového kotle

- zajištění bezpečného a spolehlivého provozu plynového kotle v topné sezóně i po ukončení záruky
- získání dokladu o pravidelné odborné údržbě plynového kotle pro případ vzniku škody nebo jiné pojistné události, zaviněné provozem plynového kotle

V tabulce 15 jsou uvedeny náklady na servisní prohlídku plynového kondenzačního kotle od 27 kW do 50 kW, která je prováděna pravidelně 1x ročně po dobu 15 let.

Tabulka 15 - Náklady na údržbu plynového kotle

| PČ | Popis | MJ | Množství | J.cena [CZK] | Cena celkem [CZK]- bez DPH |
|--|---|-----|----------|--------------|----------------------------|
| Náklady na údržbu plynového kotle | | | | | 18 750,00 |
| 1 | Náklady na údržbu plynového kotle ve Variantě C | kpl | 1,000 | 18 750,00 | 18 750,00 |

Jednotková cena odpovídá odhadu ceny za pravidelnou servisní prohlídku plynových kondenzačních kotlů uváděnou dodavateli servisních prací na plynových spotřebičích, vynásobenou počtem let sledovaného období.

7.3.4.5 Klimatizační jednotky

Klimatizace je relativně složitě technické zařízení, které potřebuje pravidelný odborný servis, stejně jako tepelné čerpadlo nebo plynový kotel. Vzhledem k obsahu chladiva v klimatizaci, elektrickým součástkám a ovládací elektronice je zapotřebí odborně školených techniků. Pravidelným servisem klimatizace předejdeme častým závadám, zvýšíme životnost klimatizačního zařízení a zajistíme jeho bezproblémový chod. Správně udržovaná a servisovaná klimatizace, také neztrácí na chladícím výkonu (účinnosti) (*Cit. 17*).

Mnoho výrobců, dodavatelů a montážních firem, podmiňuje záruku klimatizačního zařízení prováděním pravidelného záručního servisu a to min. 1 x ročně při sezónním provozu a 2 x ročně při celoročním provozu (*Cit. 17*).

Servis multisplitových klimatizací zahrnuje základní vyčištění všech filtrů, vyčištění výměníků a případně jeho desinfekci a čištění kondenzátorů u venkovních jednotek. Dále se provádí kontrola veškeré elektroinstalace, kontrola kompresorů a chladivových okruhů. Klimatizace je vždy plně odzkoušena a je provedena kontrola nastavení parametrů. Stejně jako u tepelných čerpadel je i u klimatizačních jednotek s více jak 3kg chladiva v systému nutné provést také pravidelnou revizi těsnosti chladicích okruhů. (*Cit. 17*).

V tabulce 16 jsou uvedeny náklady na údržbu multisplitových klimatizačních jednotek včetně revize chladivých okruhů.

Tabulka 16 - Náklady na údržbu klimatizačních jednotek

| PČ | Popis | MJ | Množství | J.cena [CZK] | Cena celkem [CZK]- bez DPH |
|--|---|-----|----------|--------------|----------------------------|
| Náklady na údržbu klimatizačních jednotek | | | | | 85 500,00 |
| 1 | Náklady na údržbu multisplitových klimatizačních jednotek včetně revize chladivých okruhů ve variantě C | kpl | 1,000 | 85 500,00 | 85 500,00 |

Jednotková cena odpovídá odhadu ceny za pravidelný roční servis dvou multisplitových klimatizačních, které jsou napojeny na čtyři vnitřní jednotky. Součástí servisu je i revize chladicích okruhů. Náklady jsou odhadnuty na sledované období 15 let.

7.3.5 Odhad nákladů na spotřebu energie

Odhad nákladů na spotřebu energií pro technologie na vytápění / chlazení byl zpracován ve dvou variantách a to pro zateplený a nezateplený objekt.

Pro obě varianty byly spočítány tepelné ztráty objektu dle ČSN EN 12831 (06 0206) za předpokladu splnění normy ČSN 73 0540-1 o tepelných vlastnostech stavební konstrukce s přihlédnutím na akumulární schopnost obvodového zdiva. Tento výpočet zpracoval autorizovaný projekt TZB v rámci projektové dokumentace pro stavební povolení. Tepelné ztráty, zisky a spotřeba energie pro zateplený objekt jsou uvedeny v tabulce 17 (Cit. 11).

Tabulka 17 - Tepelné ztráty, zisky a spotřeba energie zatepleného objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY

| | |
|------------------------|----------|
| tepelná ztráta - 13 °C | 22 941 W |
| tepelná ztráta - 2 °C | 16 443 W |
| tepelná ztráta + 2 °C | 13 671 W |
| tepelné zisky + 32 °C | 7 460 W |

SPOTŘEBA ENERGIE

| | |
|--|----------|
| Roční potřeba tepla na vytápění celkem | 35,9 MWh |
| Roční potřeba tepla na chlazení celkem | 6,7 MWh |

V tabulce 18 je uveden odhad spotřeby energie pro navrženou variantu zatepleného objektu. V této zateplené variantě jsou navrženy tři varianty A (tepelné čerpadlo s elektrickým kotlem - země (vrty) / voda), B (tepelné čerpadlo s elektrickým kotlem - vzduch / voda + plynový

kotel) a C (plynový kondenzační kotel s klimatizačními jednotkami). U těchto variant jsou vyčísleny měsíční náklady na energie v závislosti na výkonu spotřebiče a ceně energie, která je stanovena na základě aktuálně platného ceníku dodavatelů energií (viz. Tabulka 21).

Tabulka 18 - Odhad spotřeby energie (zateplený objekt)

Varianta A - TEPELNÉ ČERPADLO S ELEKTRICKÝM KOTLEM - ZEMĚ (VRTY) / VODA

ELEKTŘINA (za předpokladu 90 % nízkého tarifu)

| | |
|--|---------------------------|
| Spotřeba elektrické energie pro -13 °C (topný faktor 4,0 TČ 100 %) | 10.2 MWh |
| Spotřeba elektrické energie na vytápění (sazba 56d) | 22 078.00 Kč / rok |
| Spotřeba elektrické energie na chlazení (sazba 56d) | 2 270.00 Kč / rok |
| Celková spotřeba energie | 24 348.00 Kč / rok |

Varianta B - TEPELNÉ ČERPADLO S ELEKTRICKÝM KOTLEM -

VZDUCH / VODA + PLYNOVÝ KOTEL

ELEKTŘINA A PLYN (za předpokladu 90 % nízkého tarifu elektřiny a dotápění zemním plynem)

| | |
|---|---------------------------|
| Spotřeba energie pro -13 °C (topný faktor 3,0 TČ 63 %) | 15.8 MWh |
| Spotřeba energie na vytápění (elektřina TČ D56d + zemní plyn) | 29 900.00 Kč / rok |
| Spotřeba elektrické energie na chlazení (sazba 56d) | 3 960.00 Kč / rok |
| Celková spotřeba energie | 33 860.00 Kč / rok |

Varianta C - PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL + KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKY

ZEMNÍ PLYN + ELEKTŘINA

| | |
|---|---------------------------|
| Spotřeba energie pro -13 °C (kondenzační kotel 100 %) | 35.9 MWh |
| Spotřeba energie na vytápění (zemní plyn) | 45 100.00 Kč / rok |
| Spotřeba elektrické energie na chlazení (sazba 56d) | 5 400.00 Kč / rok |
| Celková spotřeba energie | 50 500.00 Kč / rok |

Tepelné ztráty, zisky a spotřeba energie pro nezateplený objekt jsou uvedeny v tabulce 19.

Tabulka 19 - Tepelné ztráty, zisky a spotřeba energie nezatepleného objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY

| | |
|------------------------|----------|
| tepelná ztráta - 13 °C | 34 955 W |
| tepelná ztráta - 2 °C | 24 218 W |
| tepelná ztráta + 2 °C | 20 313 W |
| tepelné zisky + 32 °C | 7 460 W |

SPOTŘEBA ENERGIE

| | |
|--|----------|
| Roční potřeba tepla na vytápění celkem | 54,7 MWh |
| Roční potřeba tepla na chlazení celkem | 6,7 MWh |

V tabulce 20 je uveden odhad spotřeby energií pro navrženou variantu nezatepleného objektu. V této nezateplené variantě jsou taktéž, jako v předchozí zateplené variantě, navrženy tři varianty A (tepelné čerpadlo s elektrickým kotlem - země (vrty) / voda), B (tepelné čerpadlo s elektrickým kotlem - vzduch / voda + plynový kotel) a C (plynový kondenzační kotel s klimatizačními jednotkami). U těchto variant jsou rovněž vyčísleny měsíční náklady na energii v závislosti na výkonu spotřebiče a ceně energie, která je stanovena na základě aktuálně platného ceníku dodavatelů energií (viz. Tabulka 21).

Tabulka 20 - Odhad spotřeby energie (nezateplený objekt)

Varianta A - TEPELNÉ ČERPADLO S ELEKTRICKÝM KOTLEM - ZEMĚ (VRTY) / VODA

ELEKTRINA (za předpokladu 90 % nízkého tarifu)

| | |
|--|---------------------------|
| Spotřeba elektrické energie pro -13 °C (topný faktor 4,0 TČ 100 %) | 15.6 MWh |
| Spotřeba elektrické energie na vytápění (sazba 56d) | 33 766.00 Kč / rok |
| Spotřeba elektrické energie na chlazení (sazba 56d) | 2 490.00 Kč / rok |
| Celková spotřeba energie | 36 256.00 Kč / rok |

Varianta B - TEPELNÉ ČERPADLO S ELEKTRICKÝM KOTLEM - VZDUCH / VODA

+ PLYNOVÝ KOTEL

ELEKTRINA A PLYN (za předpokladu 90 % nízkého tarifu elektřiny a dotápění zemním plynem)

| | |
|---|---------------------------|
| Spotřeba energie pro -13 °C (topný faktor 3,0 TČ 63 %) | 29.3 MWh |
| Spotřeba energie na vytápění (elektřina TČ D56d + zemní plyn) | 45 390.00 Kč / rok |
| Spotřeba elektrické energie na chlazení (sazba 56d) | 4 350.00 Kč / rok |
| Celková spotřeba energie | 49 740.00 Kč / rok |

Varianta C - PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL + KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKY

ZEMNÍ PLYN + ELEKTRINA

| | |
|---|---------------------------|
| Spotřeba energie pro -13 °C (kondenzační kotel 100 %) | 54.7 MWh |
| Spotřeba energie na vytápění (zemní plyn) | 67 200.00 Kč / rok |
| Spotřeba elektrické energie na chlazení (sazba 56d) | 5400.00 Kč / rok |
| Celková spotřeba energie | 72 600.00 Kč / rok |

V Tabulka 21 jsou uvedeny aktuální ceny dodavatelů energií, které byly použity v tabulce 17 a v tabulce 20.

Tabulka 21 - Ceny energií

CENY ENERGIÍ

| | | |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Zemní plyn 9 - 63 MWh maloodběr | + 154 Kč / měsíc | 1.50 Kč / kWh |
| Elektřina tarif TČ D56d | (nízký tarif / vysoký tarif) | 2,119 / 2,574 Kč / kWh |

8 Návrh jednotlivých variantních sestav

Z navržených variant vnitřního zateplení, obnovy oken, zdrojů tepla a chlazení, byly vytvořeny sestavy č. 1 - 4, které jsou uvedeny v tabulkách 22, 23, 24 a 25. Náklady uváděné v těchto tabulkách vycházejí z údajů uvedených v kapitole 7.3. Náklady na údržbu a energie jsou odhadnuty podle stálých cen na 15 let. Předpokladem je, že v průběhu sledovaného období nedojde k výraznému nárůstu cen. Vnitřní zateplení je použito pouze ve variantě A (STO systém), protože varianta B (YTONG - Multipor) zabírá více vnitřních prostor než varianta A a s tímto řešením investor nesouhlasí.

Tyto sestavy budou následně posouzeny v závislosti na jejich pořizovacích nákladech, nákladech na údržbu a spotřebu energií za 15 let.

Sestava č. 1, která je uvedena v tabulce 22 obsahuje vnitřní zateplení ve variantě A, obnovu oken ve variantě A (repase stávajících kastlových oken s výměnou vnitřního zasklení za izolační dvojsklo a výroba nových kastlových s izolačním dvojsklem z vnitřní strany) a tři možné varianty pro vytápění a chlazení ve variantách A (tepelné čerpadlo země / voda včetně elektrického kotle), B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel) a C (plynový kondenzační kotel + klimatizační jednotky), jejichž pořizovací náklady vycházejí z tabulky 11 (zateplený objekt).

Tabulka 22 - Sestava č. 1 s vnitřním zateplením a repasí oken

| PČ | Popis | Požizovací | Náklady na | Náklady na |
|-----|---|----------------|------------------|-------------------|
| | | náklady | údržbu za 15 let | energie za 15 let |
| | | [CZK]- bez DPH | [CZK]- bez DPH | [CZK]- bez DPH |
| 1 | Vnitřní zateplení ve variantě A | 1 651 300,00 | - | - |
| 2 | Obnova oken ve variantě A | 775 600,00 | 104 000,00 | - |
| 3.1 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. A | 1 031 000,00 | 74 900,00 | 365 220,00 |
| 3.2 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. B | 360 000,00 | 58 650,00 | 507 900,00 |
| 3.3 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. C | 461 500,00 | 104 250,00 | 757 500,00 |

| PČ | Popis | [CZK]- bez DPH |
|----|--|---------------------|
| 1 | Požizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě A | 4 002 020,00 |
| 2 | Požizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě B | 3 457 450,00 |
| 3 | Požizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě C | 3 854 150,00 |

V tabulce 23 je uvedena sestava č. 2, která obsahuje stejně jako předchozí sestava č. 1 vnitřní zateplení ve variantě A a tři možné varianty pro vytápění (A, B a C), jejichž pořizovací

náklady vycházejí opět z tabulky 11 (zateplený objekt), ale místo repasovaných oken je zde navržena obnova oken ve variantě C (nová veškerá kastlová okna s izolačním dvojsklem z vnější strany).

Obnova oken ve variantě B pro sestavu s vnitřním zateplením není vhodná, proto zde není uvedena. Tato varianta obsahuje pouze okna s jednoduchým zasklením, které výrazně zhoršuje tepelně technické vlastnosti okna oproti zdívu. Kombinace vnitřního zateplení s okny s jednoduchým zasklením by tak byla nelogická.

Tabulka 23 - Sestava č. 2 s vnitřním zateplením a novými okny

| PČ | Popis | Pořizovací náklady [CZK]- bez DPH | Náklady na údržbu za 15 let [CZK]- bez DPH | Náklady na energii za 15 let [CZK]- bez DPH |
|-----|---|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Vnitřní zateplení ve variantě A | 1 651 300,00 | - | - |
| 2 | Obnova oken ve variantě C | 896 000,00 | 104 000,00 | - |
| 3.1 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. A | 1 031 000,00 | 74 900,00 | 365 220,00 |
| 3.2 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. B | 360 000,00 | 58 650,00 | 507 900,00 |
| 3.3 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. C | 461 500,00 | 104 250,00 | 757 500,00 |

| PČ | Popis | [CZK]- bez DPH |
|----|--|---------------------|
| 1 | Pořizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě A | 4 122 420,00 |
| 2 | Pořizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě B | 3 577 850,00 |
| 3 | Pořizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě C | 3 974 550,00 |

Tabulka 24 obsahuje sestavu č. 3, která je bez vnitřního zateplení a s obnovou oken ve variantě B (repasovaná a nová okna s jednoduchým zasklením). Sestava znovu obsahuje všechny tři možné varianty pro vytápění a chlazení, jejichž pořizovací náklady vycházejí z tabulky 12 (nezateplený objekt).

Tabulka 24 - Sestava č. 3 bez vnitřního zateplení a s repasovanými okny

| PČ | Popis | Pořizovací náklady [CZK]- bez DPH | Náklady na údržbu za 15 let [CZK]- bez DPH | Náklady na energii za 15 let [CZK]- bez DPH |
|-----|---|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Obnova oken ve variantě B | 570 740,00 | 104 000,00 | - |
| 2.1 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. A | 1 071 000,00 | 74 900,00 | 543 840,00 |
| 2.2 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. B | 626 000,00 | 93 650,00 | 746 100,00 |
| 2.3 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. C | 466 500,00 | 104 250,00 | 1 089 000,00 |

| PČ | Popis | [CZK]- bez DPH |
|----|-------|----------------|
|----|-------|----------------|

| | | |
|---|--|---------------------|
| 1 | Poživovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě A | 2 364 480,00 |
| 2 | Poživovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě B | 2 140 490,00 |
| 3 | Poživovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě C | 2 334 490,00 |

V tabulce 25 je uvedena sestava č. 4, která je totožná se sestavou č. 2, ale je bez vnitřního zateplení, tudíž u všech tří variant pro zdroje tepla a chladu vycházejí jejich pořizovací náklady z tabulky 12 (nezateplený objekt).

Tabulka 25 - Sestava č. 4 bez vnitřního zateplení a s novými okny

| PČ | Popis | Poživovací náklady [CZK]- bez DPH | Náklady na údržbu za 15 let [CZK]- bez DPH | Náklady na energie za 15 let [CZK]- bez DPH |
|-------|--|-----------------------------------|--|---|
| 1 | Obnova oken ve variantě C | 896 000,00 | 104 000,00 | - |
| 2.1 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. A | 1 071 000,00 | 74 900,00 | 543 840,00 |
| 2.2 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. B | 626 000,00 | 93 650,00 | 746 100,00 |
| 2.3 | Odhad nákladů na zdroj tepla a chladu ve var. C | 466 500,00 | 104 250,00 | 1 089 000,00 |
| <hr/> | | | | |
| PČ | Popis | [CZK]- bez DPH | | |
| 1 | Poživovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě A | 2 689 740,00 | | |
| 2 | Poživovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě B | 2 465 750,00 | | |
| 3 | Poživovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu ve variantě C | 2 659 750,00 | | |

Varianta A obnovy oken (repase stávajících kastlových oken s výměnou vnitřního zasklení za izolační dvojsklo a výroba nových kastlových s izolačním dvojsklem z vnitřní strany) byla navržena pouze pro sestavu s vnitřním zateplením. Bez vnitřního zateplení nemá smysl vkládat izolační dvojsklo na vnitřní stranu okna. Z toho důvodu tato varianta nebyla navržena.

8.1 Posouzení navržených technologií pro vytápění a chlazení

Každá navržená sestava obsahuje technologie pro vytápění a chlazení ve variantách A, B a C. V rámci posouzení je důležité nejprve znát výhodnost či nevýhodnost navrženého systému.

Varianta A – tepelné čerpadlo země (vrty) / voda včetně elektrického kotle

Tato varianta je výhodná vzhledem k vysoké účinnosti systému a nízké spotřebě elektrické energie ve výhodném tarifu. Systém lze použít pro vytápění i ochlazování místností (pasivní chlazení s minimálním nárokem na energii). Nevýhodou je složité řešení vrtaných studní ve

vilové oblasti a vysoké pořizovací náklady. Tepelná čerpadla mají vyšší elektrický příkon, což se projeví na dimenzování jističů. Systém využívá pro výrobu tepla a chladu pouze elektrickou energii.

Varianta B – tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického a plynového kotle

Varianta je výhodná vzhledem k nižším investičním nákladům, než v případě varianty A. Systém využívá pro výrobu tepla elektrickou energii a zemní plyn. Uživatel si tak může nastavit vytápění elektrickou energií nebo zemním plynem ve vhodném poměru. Systém lze použít pro ochlazování místností reverzním chodem kompresorů ve výhodném elektrickém tarifu.

Nevýhodou je vyšší spotřeba elektrické energie než ve variantě A, vzhledem k nižšímu pokrytí tepelných ztrát výkonem tepelných čerpadel. Výhodnější je pak následný dotop plynovým kotlem při velmi nízkých podnulových teplotách. Jsou vyšší nároky pro instalaci plynového kotle a jeho odkouření. Varianta posuzuje pouze tepelná čerpadla pro vnitřní instalaci vzhledem k nemožnosti instalovat venkovní agregáty v těsné blízkosti obytných objektů. Tato varianta se jeví jako nejvýhodnější s ohledem na cenu investice do zdroje tepla i chladu. Velkou výhodou je využití nízkého tarifu elektrické energie nejen pro vytápění, ale i pro chlazení, který poskytne dodavatel elektrické energie při pokrytí alespoň 60% tepelné ztráty objektu. Využitím plynového kotle pro ohřev TUV se podstatně prodlouží životnost tepelných čerpadel. Dotápění plynem umožní ideální odběr elektrické energie v případě překročení limitu poskytnutého množství kWh v nízkém tarifu.

Varianta C – plynový kondenzační kotel + klimatizační jednotky

Výhodou plynového kondenzačního kotle ve srovnání s tepelnými čerpadly bývají jeho nižší pořizovací náklady. Pokud by tedy klient netrval na klimatizaci, pořizovací náklady by v této variantě byly nejnižší. Klient však na klimatizaci trvá. Plynový kondenzační kotel potřebuje minimální prostorové a stavební nároky a jeho regulace je snadná. Nevýhodou je nižší účinnost při výrobě tepla ze zemního plynu a riziko výpadku dodávky plynu v systému, který využívá pro výrobu tepla pouze zemní plyn. Dále je nutná investice do samostatného zdroje chlazení, který je možné realizovat pouze ve vysokém tarifu za elektrickou energii.

9 Posouzení navržených variantních sestav

V tabulce 26 je uveden souhrn nákladů navržených sestav, na který navazuje jejich následné posouzení:

Tabulka 26 - Souhrn nákladů navržených sestav 1-4

| Sestava č. 1 s vnitřním zateplením ve var. A a s obnovou oken ve var. A | | |
|--|--|---------------------|
| PČ | Popis | [CZK]- bez DPH |
| 1 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě A | 4 002 020,00 |
| 2 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě B | 3 457 450,00 |
| 3 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě C | 3 854 150,00 |
| Sestava č. 2 s vnitřním zateplením ve var. A a s obnovou oken ve var. C | | |
| PČ | Popis | [CZK]- bez DPH |
| 1 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě A | 4 122 420,00 |
| 2 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě B | 3 577 850,00 |
| 3 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě C | 3 974 550,00 |
| Sestava č. 3 bez vnitřního zateplení a s obnovou oken ve var. B | | |
| PČ | Popis | [CZK]- bez DPH |
| 1 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě A | 2 364 480,00 |
| 2 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě B | 2 140 490,00 |
| 3 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě C | 2 334 490,00 |
| Sestava č. 4 bez vnitřního zateplení a s obnovou oken ve var. C | | |
| PČ | Popis | [CZK]- bez DPH |
| 1 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě A | 2 689 740,00 |
| 2 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě B | 2 465 750,00 |
| 3 | Celkové náklady se zdrojem tepla a chladu ve variantě C | 2 659 750,00 |

Z posouzení zdrojů pro vytápění a chlazení ve variantách A, B a C a údajů zjištěných v tabulkách 22 – 25, které jsou souhrnně uvedeny v tabulce 26, vyplývá, že jsou v **Sestavě č. 1** pořizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie se zdrojem tepla a chladu u varianty B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel) oproti ostatním variantám o přibližně 400 - 550 tis. Kč nižší a zároveň využitím plynového kotle pro ohřev

TUV se podstatně prodlouží životnost tepelných čerpadel a tím i celková předpokládaná životnost. Dotápění plynem umožní ideální odběr elektrické energie v případě překročení limitu poskytnutého množství kWh v nízkém tarifu. V této sestavě je použita obnova oken ve variantě A (repase stávajících kastlových oken s výměnou vnitřního zasklení za izolační dvojsklo a výroba nových kastlových s izolačním dvojsklem z vnitřní strany) a vnitřní zateplení ve variantě A (STO systém), které sestavu výrazně prodražuje.

V **Sestavě č. 2** je oproti Sestavě č. 1 použita obnova oken ve variantě C (nová veškerá kastlová okna s izolačním dvojsklem z vnější strany), ta je při srovnatelné předpokládané životnosti i nákladech na údržbu v porovnání s variantou A, ve které bude při repasi izolační dvojsklo vkládáno do dřevěných křídel původních okenních rámců, stejná, ale v provedení nových okenních křídel estetičtější. Pořizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie jsou nejvýhodnější v Sestavě č. 2, stejně jako v Sestavě č. 1, u varianty B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel). Hodnoty se liší jen v nákladech na nová okna, které jsou o cca 120 tis. Kč vyšší.

Sestava č. 3 i **Sestava č. 4** jsou navrženy bez vnitřního zateplení a tím je jejich pořizovací cena oproti předchozím dvěma sestavám výrazně nižší. Stejně jako u předchozích sestav, Sestavy č. 3 a č. 4 obsahují všechny tři možné varianty pro vytápění a chlazení (variantu A, B a C). U obou sestav je nejvýhodnější opět varianta B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel), kde jsou pořizovací náklady včetně nákladů na údržbu a energie oproti ostatním variantám o přibližně 200 tis. Kč nižší, což je o 200 - 350 tis. Kč méně než v případě Sestav č. 1 a č. 2. Rozdíl mezi Sestavou č. 3 a Sestavou č. 4 je opět v uvažovaných variantách oken, jako tomu bylo u předchozích dvou sestav. Pro Sestavu č. 3 je navržena varianta B (repasovaná stávající okna a nová okna s jednoduchým zasklením). Jde o nejlevnější možnou variantu obnovy oken, pokud nepočítáme ponechání oken v původním stavu. Protože v této sestavě není navrženo zateplení fasády, budou energetické ztráty (a s nimi i spotřeba energie) vyšší. U Sestavy č. 4 je pro okna použita varianta C (nová veškerá kastlová okna s izolačním dvojsklem z vnější strany), kde, ač jsou použita nová okna s izolačním dvojsklem, nebude ve srovnání s variantou B žádný podstatný rozdíl ve spotřebě energie. Zároveň tato okna nemají výrazný vliv v omezení energetických ztrát vzhledem k tomu, že je celý objekt v této sestavě nezateplený.

10 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnocení nákladů životního cyklu vybrané rekonstruované budovy.

Za využití postupů vycházejících z metodiky plánování životnosti stavby a v kombinaci s požadavky investora na rekonstrukci a omezením ze strany odboru památkové péče, byly ve variantách řešení zkoumány náklady životního cyklu tří důležitých částí rekonstruovaného objektu. Jednalo se o části objektu, kterými jsou technologie pro vytápění nebo chlazení, obnova oken a možná realizace vnitřního zateplení. Z navržených variant těchto komponent byly podle daných kritérií vytvořeny čtyři vhodné sestavy pro vzájemné porovnání.

Ve všech čtyřech sestavách se objevuje zdroj tepla a chladu ve variantách A, B a C. Přestože jsou náklady na energii ve variantě A (tepelné čerpadlo země / voda včetně elektrického kotle) nejnižší a tento systém má vyšší životnost než tepelné čerpadlo ve variantě B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel), je varianta A ve všech sestavách pro interval 15 let nejdražší a to především pro svoje vysoké pořizovací náklady na zhotovení hloubkových vrtů. Varianta B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel) je z navržených variant dle výše pořizovacích nákladů včetně nákladů na údržbu a energie nejvýhodnější ve všech vytvořených sestavách. Zatímco varianta C (plynový kondenzační kotel + klimatizační jednotky) je sice v rámci hodnocení nákladů levnější než varianta A (tepelné čerpadlo země / voda včetně elektrického kotle), je zároveň dražší než varianta B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel). Pořizovací náklady jsou sice nejnižší, ale její provoz je nejdražší ve všech sestavách. Kdyby klient nepožadoval klimatizační jednotky, byla by tato varianta výhodnější.

Při porovnání rozdílu nákladů na energie mezi zatepleným a nezatepleným objektem bylo zjištěno, že úspora energie za 15 let pro zdroje vytápění a chlazení ve variantách A, B a C se pohybuje v rozmezí 180 – 330 tis. Kč. Návratnost investice do vnitřního zateplení při odhadovaných pořizovacích nákladech v hodnotě 1 651 300 Kč by se v průměru pohybovala kolem 100 let. Z tohoto důvodu i vzhledem k životnosti vnitřního zateplení (min 90 let) se nevyplatí objekt zateplovat.

Tímto zjištěním tedy připadají v úvahu jen zbylé dvě navržené sestavy a to sestava č. 3 a č. 4. Obnovu oken lze potom realizovat pouze ve variantě B (reparovaná stávající okna a nová okna s jednoduchým zasklením) a ve variantě C (nová veškerá kastlová okna s izolačním dvojsklem z vnější strany). Tyto varianty se od sebe liší jen v pořizovacích nákladech

(pořizovací náklady varianty C jsou přibližně o 320 tis. Kč vyšší než u varianty B), protože z hlediska životnosti a údržby jsou obě varianty shodné. Záleželo by tedy pouze na rozhodnutí investora, zda bude investovat více financí do nových oken nebo se spokojí s repasovanými.

Na základě zhodnocení navržených sestav a jejich výhodnosti / nevýhodnosti byla vybrána jako optimální sestava č. 3 ve variantě B (tepelné čerpadlo vzduch / voda včetně elektrického kotle + plynový kotel). Tato sestava má sice pořizovací náklady v této variantě vyšší než je tomu u varianty C (plynový kondenzační kotel + klimatizační jednotky), ale s přihlédnutím k nákladům na údržbu a energie ve sledovaném období 15 let, je ze všech tří variant sestava nejvýhodnější.

Během realizace této rekonstrukce se klient v rámci úspor rozhodl pro sestavu č. 3 ve variantě C (plynový kondenzační kotel + klimatizační jednotky). Toto rozhodnutí je z hlediska úspor díky poznatkům získaným z vyhodnocení nákladů životního cyklu stavby a vzhledem k výši celkových odhadovaných nákladů na pořízení a rekonstrukci nemovitosti, neuvážené. I když, má tato varianta nejnižší pořizovací náklady, náklady na energie a údržbu budou velmi vysoké.

11 Seznam použité literatury

- 1) *ČSN ISO 15686-1 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. V. ISBN 15686-1.
- 2) *ČSN ISO 15686-1 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. 4-11. ISBN 15686-1.
- 3) *ČSN ISO 15686-2 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. 4-5.
- 4) *ČSN ISO 15686-2 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. 8.
- 5) *ČSN ISO 15686-2 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. 17.
- 6) *ČSN ISO 15686-5 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. 5-7. ISBN 15686-5.
- 7) *ČSN ISO 15686-5 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. VII. ISBN 15686-5.
- 8) *ČSN ISO 15686-7 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. 3-5. ISBN 15686-7.
- 9) *ČSN ISO 15686-7 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. 8. ISBN 15686-7.
- 10) *ČSN ISO 15686-7 (730951) Budovy a jiné stavby - Plánování životnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, s. 21. ISBN 15686-7.
- 11) *Projektová dokumentace: dokumentace pro stavební povolení (DSP). Architektonické studio G. K. Praha, 2014.*

- 12) Z120907_Sto_brozura_StoTherm in Comfort.indd -124107_CZ. *StoTherm In Comfort* [online]. 2012, 9.7.2012 [cit. 2015-09-25]. Dostupné z: http://www.sto.cz/124107_CZ
- 13) Z120906_Sto_brozura_StoTherm in Aevero.indd - 124108_CZ. *StoTherm In Aevero* [online]. 2012, 9.6.2012 [cit. 2015-09-25]. Dostupné z: http://www.sto.cz/124108_CZ
- 14) Ytong-multipor-pro-vnitni-zatepleni.pdf. *Tepelněizolační desky Multipor - ŘEŠENÍ PRO VNITŘNÍ ZATEPLENÍ BUDOV* [online]. 2015, 1.9.2015 [cit. 2015-09-25]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/cs/docs/Ytong-multipor-pro-vnitni-zatepleni.pdf>
- 15) Časté omyly a bludy o tepelných čerpadlech. *Abeceda tepelných čerpadel* [online]. 5.10.2015 [cit. 2015-10-05]. Dostupné z: <http://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/omyly-a-bludy>
- 16) Renovace oken a dveří. *SNOWMONT - Martin Sadík* [online]. 2013, 27.9.2015 [cit. 2015-09-27]. Dostupné z: <http://www.snowmont.net/renovace-oken.php>
- 17) Servis klimatizace. *Servis a opravy klimatizace* [online]. 2013, 27.9.2015 [cit. 2015-27-09]. Dostupné z: http://www.klimatizace-servis.cz/servis-klimatizace.html#proc_servs
- 18) Okna eurookna. *Údržba oken - jak pečovat o okna* [online]. 2004, 29.1.2004 [cit. 2015-10-15]. Dostupné z: <http://prookna.sweb.cz/udrzba.htm>
- 19) Servis, údržba a revize tepelného čerpadla. *Abeceda tepelných čerpadel* [online]. 5.10.2015 [cit. 2015-10-05]. Dostupné z: <http://www.abeceda-cerpadel.cz/cz/servis-udrzba-revize>
- 20) Revize plynu EKOMPLEX. *Revize plynových kotlů | Servisní prohlídky plynových kotlů* [online]. 5.10.2015 [cit. 2015-10-05]. Dostupné z: <http://www.plynrevize.cz/plynova-zarizeni/plynove-kotle.php>
- 21) Časté dotazy. *Czklimatizace* [online]. 2015, 6.10.2015 [cit. 2015-10-06]. Dostupné z: <http://www.czklimatizace.cz/caste-dotazy/>

12 Seznam tabulek

| | |
|--|--------|
| Tabulka 1 - Parametry ovlivňující životnost stavebních prvků (Cit. 2) | - 7 - |
| Tabulka 2- Typy zastarávání a příklady (Cit. 2) | - 10 - |
| Tabulka 3 - DegradáčnÍ činidla ovlivňující životnost stavebních prvků (Cit. 4) | - 13 - |
| Tabulka 4 - Faktorové třídy pro faktorovou metodu (Cit. 8) | - 15 - |
| Tabulka 5 - Fáze a aktivity v protokolu o posouzení výkonnosti (Cit. 9)..... | - 18 - |
| Tabulka 6 - Odhad nákladů na pořízení a rekonstrukci nemovitosti..... | - 24 - |
| Tabulka 7 - Rekapitulace nákladů na rekonstrukci | - 26 - |
| Tabulka 8 - Vlastnosti tepelných izolací (Cit. 12, 13, 14). | - 39 - |
| Tabulka 9 - Náklady na vnitřní zateplení | - 43 - |
| Tabulka 10 - Náklady na obnovu oken | - 44 - |
| Tabulka 11 - Náklady na zdroj tepla a chladu (zateplený objekt)..... | - 45 - |
| Tabulka 12 - Náklady na zdroj tepla a chladu (nezateplený objekt)..... | - 46 - |
| Tabulka 13 - Náklady na údržbu oken | - 48 - |
| Tabulka 14 - Náklady na údržbu tepelných čerpadel | - 49 - |
| Tabulka 15 - Náklady na údržbu plynového kotle | - 50 - |
| Tabulka 16 - Náklady na údržbu klimatizačních jednotek..... | - 51 - |
| Tabulka 17 - Tepelné ztráty, zisky a spotřeba energie zatepleného objektu..... | - 51 - |
| Tabulka 18 - Odhad spotřeby energie (zateplený objekt) | - 52 - |
| Tabulka 19 - Tepelné ztráty, zisky a spotřeba energie nezatepleného objektu | - 52 - |
| Tabulka 20 - Odhad spotřeby energie (nezateplený objekt) | - 53 - |
| Tabulka 21 - Ceny energií | - 53 - |
| Tabulka 22 - Sestava č. 1 s vnitřním zateplením a repasí oken | - 54 - |
| Tabulka 23 - Sestava č. 2 s vnitřním zateplením a novými okny..... | - 55 - |
| Tabulka 24 - Sestava č. 3 bez vnitřního zateplení a s repasovanými okny | - 55 - |
| Tabulka 25 - Sestava č. 4 bez vnitřního zateplení a s novými okny | - 56 - |
| Tabulka 26 - Souhrnné náklady navržených sestav 1-4..... | - 58 - |

13 Seznam obrázků

| | |
|---|--------|
| Obrázek 1 - Přístup k odhadu životnosti (Cit. 2)..... | - 9 - |
| Obrázek 2 - Systematická metodika pro predikci životnosti stavebních prvků (Cit. 3)..... | - 12 - |
| Obrázek 3 -- Hypotetické provedení - přes - časové funkce (Cit. 5) | - 14 - |
| Obrázek 4 - Vliv výkonu konstrukcí na životní cyklus stavby (Cit. 8)..... | - 16 - |
| Obrázek 5 - Úroveň zhoršení betonu vztahující se k výkonnostním stupňům a mezním stavům (Cit. 10) | - 19 - |
| Obrázek 6 - WLC a LCC prvky (Cit. 6)..... | - 20 - |
| Obrázek 7 - Typický rozsah nákladů (Cit. 6) | - 21 - |
| Obrázek 8 - Typický rozsah nákladů životního cyklu (Cit. 6) | - 22 - |
| Obrázek 9 - Fotografie stávajícího stavu objektu..... | - 23 - |
| Obrázek 10 - Stávající stav s navrhovanými prvky (Cit. 11)..... | - 27 - |
| Obrázek 11 - Navrhovaný stav - skica (Cit. 11)..... | - 28 - |
| Obrázek 12 - Vizualizace navrhovaného stavu objektu (Cit. 11) | - 28 - |
| Obrázek 13- - Skladba systému StoTherm In Aevero (Cit. 13) | - 36 - |
| Obrázek 14 - Skladba systému Sto In Comfort (Cit. 12) | - 37 - |
| Obrázek 15 - Složení tepelněizolačních desek Multipor (Cit. 14). | - 38 - |