

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program gradbeništvo,
Organizacijsko tehnološka smer

Kandidat:

Uroš Finc

Tveganja v ocenjevanju stroškov življenjskega cikla gradbenega objekta

Diplomska naloga št.: 2903

Mentor:

izr. prof. dr. Jana Šelih

Somentor:

dr. Marjana Šijanec Zavrl

Ljubljana, 1. 9. 2006

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **UROŠ FINC** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**»TVEGANJA V OCENJEVANJU STROŠKOV ŽIVLJENJSKEGA CIKLA
GRADBENEGA OBJEKTA«.**

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 25.08.2006

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 69.003.2(043.2)

Avtor: Uroš Finc

Mentor: Doc. Dr. Jana Šelih

Naslov: Tveganja v ocenjevanju stroškov življenjskega cikla gradbenega objekta

Obseg in oprema: 70 str., 9pregl., 16sl.

Ključne besede: gradben objekt, stroški življenjskega cikla, tveganje, upravljanje s tveganji, faza gradnje, faza uporabe

IZVLEČEK

Diplomska naloga prikazuje postopek ocenjevanja celotnih stroškov življenjskega cikla gradbenega objekta. Pri tem so posebej izpostavljena tveganja, povezana z odločanjem, v vseh fazah življenjskega cikla gradbenega projekta, torej med zasnovo, projektiranjem, gradnjo, uporabo in obratovanjem in koncem življenjske dobe.

Predstavil sem upravljanje s tveganji, kakšni stroški in z njimi povezana tveganja nastanejo pri gradnji objekta, kako tveganja identificiramo, kdo je odgovoren zanje in podobno. Opisal sem tudi analizo stroškov celotnega življenjskega cikla in metode napovedovanja življenjskih stroškov. Odločitve in z njimi povezana tveganja so predstavljena po projektnih fazah od študije izvedljivosti do konca življenjske dobe (zastarelosti) objekta. V razpredelnicah sem podal možna tveganja in pripadajoče odzive.

Sledi primer analize celokupnih stroškov življenjskega cikla za izbrani objekt, za katerega sem s pomočjo obstoječe programske opreme izračunal in predstavil stroške vzdrževanja, upravljanja in obratovanja za najemno dobo 15 let. Rezultati kažejo, da predstavljajo stroški ogrevanja 23 %, stroški vzdrževanja za obravnavani objekt pa 44 % celotnih stroškov uporabe objekta. Predstavil sem še parametrično analizo stroškov življenjskega cikla za poenostavljen primer okna, pri katerem se kot parameter spreminja material okenskega okvira, kar vodi k različnim skupnim stroškom celotnega življenjskega cikla, ki vključujejo ceno proizvoda ter stroške ogrevanja in vzdrževanja med uporabo objekta ob enakem funkcionalnem obnašanju.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDK: 69.003.2(043.2)

Author: Uroš Finc

Supervisor: assist. prof. Jana Šelih

Title: Risks in whole life-cycle costs of a building

Notes: 70 pg., 9tab., 16fig.

Keywords: building, life cycle costs, risk, risk management, construction stage, operation stage

ABSTRACT

The thesis presents the procedure for the whole life-cycle costs assessment of a building. Special emphasis is placed on risks associated with decisions in sequential stages of the construction project: concept, design, construction, operation and end of life.

Risk management, i.e. types of costs and associated risks generated during construction project, risk identification, allocation and responsibility, is discussed. The whole life cycle cost analysis (WLCC analysis) is described together with different methods of life cycle costs prediction. Decisions and the associated risks are presented for each project stage. Possible risks and adequate responses to these risks are systematically presented in tables.

Chapters discussing the theory of WLCC analysis and associated risks are followed by the case study where WLCC analysis was conducted for the selected building. Management, maintenance and operation costs were calculated by using the existing software package for the time period of 15 years. The results show that the heating and maintenance costs represent 23 % and 44 %, respectively, of the total operation costs for the analysed building. In addition, a parametric analysis of whole life cycle costs for a simplified case of a window frame material variation was carried out. Different types of frames result in different life cycle costs which include the product price together with the heating and maintenance costs at equal functional level.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Jani Šelih in somentorici dr. Marjani Šijanec-Zavrl za nasvete, gradivo in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Posebna zahvala velja staršem, ki so mi omogočili študij, ter vsem profesorjem in delavcem fakultete za posredovano potrebno znanje.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
1.1 Predstavitev problema.....	1
1.2 Namen diplomskega dela.....	2
1.3 Pregled vsebine diplomske naloge.....	3
2 JAVNO-ZASEBNA PARTNERSTVA IN CELOTNI STROŠKI GRADBENEGA OBJEKTA	4
3 UPRAVLJANJE S TVEGANJI	7
3.1 Potrebni podatki za WLCC in ocenjevanje tveganja.....	7
3.2 Določanje ciljev in ukrepov za posamezne komponente WLCC	8
3.2.1 Obdobje uporabe objekta	9
3.2.2 Zastarelost in konec uporabe objekta.....	10
3.2.3 Stroški gradnje objekta	11
3.2.4 Obratovalni stroški.....	12
3.2.5 Stroški vzdrževanja.....	12
3.2.6 Stroški financiranja in prihodki	12
3.2.7 Značilnosti objekta.....	13
3.2.8 Merjenje ekonomske učinkovitosti	13
3.3 Okvir za upravljanje s tveganjem s stroški v življenjskem ciklu objekta.....	15
3.3.1 Kvalitativna analiza tveganja.....	18
3.3.1.1 Spisek tveganj	19
3.3.1.2 Matrika tveganj	20
3.3.1.3 Drevo dogodkov	20
3.3.1.4 SWOT analiza.....	21
3.3.1.5 Brainstorming	21
3.4 Analiza stroškov celotnega življenjskega cikla	23
3.5 Metode napovedovanja celotnih stroškov življenjskega cikla (WLCC)	25
4 ODLOČITVE IN Z NJIMI POVEZANA TVEGANJA V FAZAH ŽIVLJENSKEGA CIKLA OBJEKTA	27
4.1 Faza študije izvedljivosti projekta	29
4.2 Faza idejnega projekta	31
4.3 Faza načrtovanja	33
4.3.1 Načrtovanje celotnih življenjskih stroškov v fazi projektiranja	35
4.4 Faza gradnje objekta	40
4.5 Faza uporabe objekta	45
4.5.1 Modeli za napovedovanje WLCC izdelani v fazi projektiranja.....	46
4.5.2 Modeli za napovedovanje WLCC, izdelani v fazi uporabe	47
4.5.3 Tveganja v fazi uporabe/obratovanja.....	48

4.5.4 Stroškovni centri.....	48
4.5.5 Identifikacija tveganj.....	51
4.6 Faza konca življenjske dobe - zastarelosti objekta ali rušitev objekta.....	52

5 PRIMER NAPOVEDI CELOTNIH ŽIVLJENJSKIH STROŠKOV ZA OBDOBJE 15 LET..... 54

5.1 Tehnični opis objekta.....	54
5.2 Račun stroškov vzdrževanja s programom za napoved letnih stroškov.....	57
5.2.1 Program za napoved letnih stroškov.....	57
5.2.2 Analiza letnih stroškov za objekt Policijske postaje Moste.....	59
5.2.2.1 Podatki.....	59
5.2.2.2 Analiza.....	60
5.2.2.3 Rezultat.....	63
5.2.3 Analiza letnih stroškov porabe energije v primeru menjave okenskih okvirjev.....	63
5.2.3.1 Naloga.....	64

6 ZAKLJUČEK..... 66

7 LITERATURA..... 68

PRILOGE

Priloga A: Izpisek iz norveškega programa

KAZALO SLIK

Slika 1: Shematični prikaz zaporedja gradbenih faz pri celotnem življenjskem ciklu gradbenega objekta	2
Slika 2: Shema upravljanja s tveganji objekta v WLCC analizi	16
Slika 3: Primer spiska tveganj	20
Slika 4: prikaz stroškov celotnega življenjskega cikla gradbenega objekta in intervale T_i do T_{i+1} , v katerih morajo biti odločitve sprejete	29
Slika 5: integriran okvir za oceno razpoložljivih sredstev, namenjenih celotnim stroškom življenjskega cikla (WLCC)	36
Slika 6: natančnost ocene stroškov celotnega življenjskega cikla in ustrezna metoda ocenjevanja v posameznih razvojnih fazah projekta	37
Slika 7: Klasifikacija režimov vzdrževanja	49
Slika 8: Razdelitev stroškov energije (primer za električno energijo)	50
Slika 9: Klasifikacija upravljanja z objekti (<i>»facilities management«</i>)	51
Slika 10: Situacija objekta Policijska postaja Moste	54
Slika 11: Prikaz objekta Policijska postaja Moste	55
Slika 12: Model letnih stroškov	58
Slika 13: Prikaz postopka računanja	59
Slika 14: Prikaz stroškov, potrebnih za periodična popravila in menjave komponent za izbrani objekt v 5-letnih obdobjih	60
Slika 15: Prikaz razmerja med letnimi stroški upravljanja, obratovanja in vzdrževanja	61

VIII Finc, U. 2006. Tveganje v ocenjevanju stroškov življenjskega cikla gradbenega objekta
Dipl. nal.- UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Organizacijska smer.

Slika 16: Analiza stroškov življenjskega: Prikaz delitve stroškov vzdrževanja 62

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Tehnike za obravnavo negotovosti in tveganj za ekonomske ocene investicij v objekte.....	18
Preglednica 2: Tveganja in odzivi na tveganja v fazi študije izvedljivosti projekta.....	30
Preglednica 3: Tveganja in odzivi na tveganja v fazi idejnega projekt	32
Preglednica 4: Tveganja in odzivi na tveganja v fazi načrtovanja	34
Preglednica 5: Prikaz tveganj in njihovih odzivov glede na odgovornost za tveganje.....	42
Preglednica 6: Prikaz tveganj in možnih odzivov v fazi uporabe objekta.....	51
Preglednica 7: Toplotne prehodnosti istega okna z različnimi okvirji in toplotne izgube skozi pregrado, kjer je odprtina.....	64
Preglednica 8: Prikaz porabe energije za ogrevanje v odvisnosti od izbire materiala okvirja oken.....	65
Preglednica 9: Prikazuje stroške vzdrževanja oken z različnimi okvirji	65

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Eden od temeljev za odločanje o upravičenosti vsake investicije je analiza njenih finančnih vidikov ter študija možnih pogodbenih odnosov med posameznimi udeleženci v procesu graditve.

V gradnji velikih gradbenih, predvsem infrastrukturnih in okoljevarstvenih projektov se pojavljajo vse bolj pogosto novi pogodbeni načini povezovanja udeležencev v procesu graditve. Od devetdesetih let dalje se na področju zagotavljanja kapitalskih sredstev v svetu pojavlja povezovanje javnega in zasebnega kapitala (PPP oz. »*public private partnership*«, slovensko JZP oz. »javno-zasebno partnerstvo«), kjer javni naročnik išče ali večjo kakovost storitev za vloženi denar ali pa nadaljnje zagotavljanje obstoječe kakovosti storitev z manjšim vložkom javnih sredstev. Za takšno vrsto pogodbenega sodelovanja je značilno, da ima sodelujoči privatni sektor dolgoročni interes in je zato pripravljen prevzeti tako dolgoročne donose kakor tudi tveganja (Šelih, 2006).

Razlog nastanka javno-zasebnih partnerstev (JZP) tako izvira od javnih naročnikov, ki imajo omejenih možnosti financiranja infrastrukturnih projektov, kakor tudi iz želje, da se poveča kakovost in učinkovitost javnega sektorja. Evropska komisija (Guidelines, 2003) je v JZP identificirala štiri glavne vloge privatnega sektorja:

- zagotavljanje dodatnega kapitala,
- zagotavljanje alternativnih vodstvenih veščin,
- zagotavljanje vrednosti uporabniku in skupnosti
- in zagotavljanje boljšo identifikacijo potreb in optimalno porabo virov.

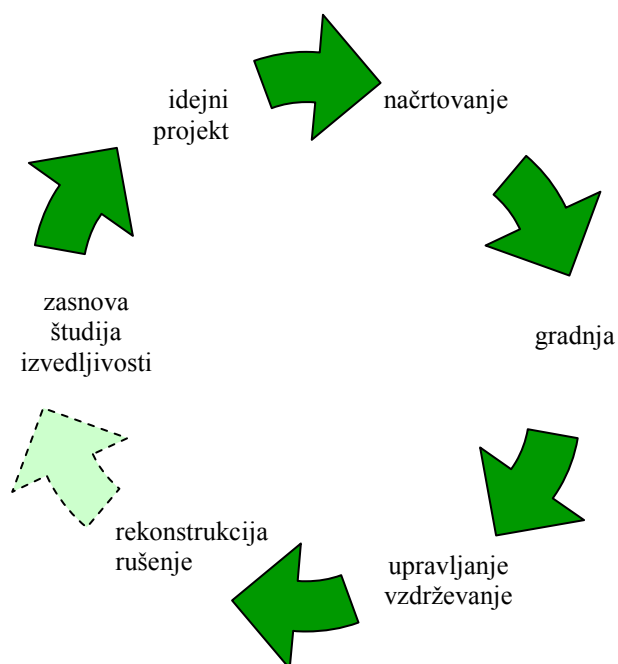
Ker zasebni partner, ki vstopa v JZP, praviloma prevzema tudi upravljanje in vzdrževanje objekta, je neobhoden del študije finančne upravičenosti v fazi zasnove objekta tudi določanje

in analiza celokupnih stroškov objekta (»*whole life-cycle costing*«, WLCC), ki zaobjemajo tako stroške gradnje kot stroške, ki so vezani na uporabo objekta. Nadalje je za zasebnega partnerja pomembno, da se zaveda, da so investicije na tej osnovi dolgoročne in vsebujejo številna tveganja, ki jih je potrebno identificirati že v študiji izvedljivosti.

1.2 Namen diplomskega dela

Namen diplomskega dela je predstaviti motivacijo za določanje in analizo skupnih stroškov gradbenega objekta, predstaviti osnove metode za določanje skupnih stroškov WLCC (»*whole life cycle costs analysis*«), identificirati in opisati tveganja, ki so s temi stroški povezana, ter predstaviti uporabo metode na praktičnem primeru, pri čemer bom uporabil obstoječo programsko opremo (Nils Arne Gundersen 1998).

Kot življenjski cikel objekta razumemo pri tem fazo zasnove, projektiranje, gradnje, uporabe in odstranitev objekta (slika 1).



Slika 1: Shematični prikaz zaporedja gradbenih faz pri celotnem življenjskem ciklu gradbenega objekta, vir: Zakon o graditvi objektov, 2005

1.3 Pregled vsebine diplomske naloge

Diplomska naloga je vsebinsko strukturirana v pet sklopov. Na začetku sem predstavil javno-zasebno partnerstvo, njegove značilnosti, namen in področje uporabe.

Sledi predstavitev stroškov skozi življenjski cikel gradbenega objekta. Predstavil sem potrebne podatke, ki jih potrebujemo za uspešno WLCC analizo, osnove podobne analize in okvir za upravljanje s tveganji. V četrtem sklopu sem opisal tveganja in z njimi povezane odločitve v vseh fazah življenjskega cikla gradbenega objekta od ideje do odstranitve.

Sledi računski primer v katerem sem obravnaval stroške uporabe za izbran objekt za dobo 60 let. Kot poseben, parcialen primer sem predstavil še analizo vpliva zamenjave okenskih okvirjev zračnimi toplotnimi prevodnostmi, ki vodi k manjši potrebi po ogrevanju ter s tem k manjšim stroškom upravljanja objekta.

V zaključku naloge sem poudaril pomen analize celokupnih stroškov objekta pri odločanju in iskanju ekonomskih rešitev pri gradnji in uporabi objekta.

2 JAVNO-ZASEBNA PARTNERSTVA IN CELOTNI STROŠKI GRADBENEGA OBJEKTA

Od devetdesetih let 20. stoletja dalje se v graditvi kapitalno zahtevnih objektov, zlasti infrastrukturnih in okoljskih, vse bolj pogosto pojavlja povezovanje javnega in zasebnega sektorja. V takšnem partnerstvu zasebni partner zagotavlja kapitalna sredstva, ki jih javni sektor sicer ne bi mogel zagotoviti, obenem pa zasebni sektor tudi prevzame upravljanje objekta v časovnem obdobju, ki je določeno s partnersko pogodbo.

Javno-zasebno partnerstvo (JZP) temelji na teoriji, da bo privatni sektor bolje obvladoval tveganja, in da bosta njegovo strokovno znanje ter izkušnje vodila k nižjim celokupnim stroškom gradnje in upravljanja objekta ter boljši kakovosti storitve oz. proizvoda.

V splošnem lahko srečamo naslednje vrste javno-zasebnega partnerstva:

- DBFO – *design, build, finance, operate* (projektiraj, zgradi, financiraj, upravljaj),
- BOO – *build, own, operate* (zgradi, poseduj, upravljaj),
- DBOM – *design, build, operate, maintain* (projektiraj, zgradi, upravljaj, vzdržuj),
- BOOT – *build, own, operate, transfer* (zgradi, poseduj, upravljaj, prenesi lastništvo),
- BOT - *build, operate, transfer* (zgradi, upravljaj, prenesi lastništvo),

v katerih imajo posamezni pogodbeniki oziroma udeleženci v procesu graditve različne vloge glede na interese vseh sodelujočih. Za partnerstva vrste »*design-build*« je pri tem značilno, da prevzame projektiranje in izvedbo ena pravna oseba ali konzorcij (Šelih, 2006).

Opisani načini pogodbenega povezovanja vplivajo tudi na pogled posameznih udeležencev na gradbeni objekt skozi celotno življenjsko dobo. Tradicionalno se investitorji ne zavedajo dovolj pomembnosti in višine stroškov, ki sta povezani z uporabo gradbenega objekta (Rodošek, 1985). Zasebni sektor, ki vstopa v javno-zasebno partnerstvo, pa po dokončani

gradnji tudi upravlja in vzdržuje objekt med njegovo uporabo. Takšen položaj bistveno spremeni njegov pogled na objekt skozi celotno življenjsko dobo. V fazi programskih zasnov potrebuje zato zasebni partner oceno tveganosti in donosnosti investicije, torej tudi oceno celotnih stroškov, ki se pojavljajo med večjim delom življenjske dobe gradbenega objekta. Gre za stroške, ki se pojavijo med gradnjo in med uporabo v obdobju, ki je opredeljen v partnerski pogodbi.

Za določanje celotnih življenjskih stroškov gradbenega objekta se uporablja metoda WLCC (stroški celotnega življenjskega cikla, »*whole life cycle costs*«). Ker na ta način določamo celotne stroške v fazi programskih zasnov ali pa projektiranja, torej v trenutku, ko objekt še ni izgotovljen, je osnovni problem pri uporabi te metode negotovost. Ta postane resnično pomembna, ko lahko vpliva na projektne cilje. V želji, da bi dokončali projekt v najkrajšem možnem času, moramo upoštevati dejavnike ter njihove negotovosti, ki vplivajo na ta čas. Če negotovost vpliva na cilj, potem obstaja tveganje. Negotovost in tveganje sta torej povsem različna pojma. Tveganje je izraženo z merljivimi verjetnostmi, ki nam služijo kot kazalci, medtem ko negotovost sama po sebi ne pove kaj dosti. Dogodek je negotov, ko ne moremo določiti nobene verjetnosti, ki bi se nanašala na problem oziroma ko verjetnost ne more biti opisana kot matematična vrednost. V tem primeru se moramo zanesti na izkušnje in subjektivno presojo pri odločanju. Bolj kot je tveganje eksplicitno definirano, večje je zaupanje investitorja v podatke, dobljene s pomočjo WLCC analize.

Določanje celotnih stroškov življenjskega cikla – WLCC - je dinamičen proces, ki omogoča stohastično oceno stroškov (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004) narejenega objekta, od izvedbe do odstranitve. Postopek WLCC upošteva značilnosti izvedenega objekta, vzdrževanje, zastaranje, prav tako kot tudi začetna vlaganja, vzdrževalne, obratovalne, rušitvene in ostale stroške. Rezultat stohastične ocene daje osnove za izračun kazalcev učinkovitosti, odvisno od interesov udeležencev projekta in ciljev med življenjskim ciklusom projekta.

Veliko odločitev vsebuje spremenljivke in razmerja, ki jih je težko ali celo nemogoče natančno oceniti. Ob upoštevanju teh spremenljivk bi poslabšali vrednost rezultata ali zapletli model. Iz tega sledi, da je za uspešno uporabo WLCC analize in ocenjevanje tveganja

potreben tak model, ki potrebuje razmeroma malo oziroma nič več informacij, kot jih uporabnik lahko priskrbi.

Gradbeni objekti so praviloma projektirani in grajeni za daljše časovno obdobje, ki je odvisno od vrste in pomembnosti objekta. Pri določanju celotnih stroškov objekta se moramo zato zavedati, da so stroški med uporabo objekta, to so stroški obratovanja, vzdrževanja, popravil in morebitnih sprememb namembnosti, veliko večji od stroškov same izgradnje, pa tudi, da je njihova višina najbolj odvisna od odločitev v začetnih fazah projekta.

Če se pri graditvi objekta uporablja model javno-zasebnega partnerstva, je za sodelujočega zasebnega partnerja pomembno, da doseže v času obratovanja čim večje donose glede na vložena sredstva v objekt.

3 UPRAVLJANJE S TVEGANJI

Določanje celotnih življenjskih stroškov (WLCC) je metoda, ki daje otipljive dokaze o trajnostnih vidikih gradbenega objekta in tudi o njegovi ekonomski učinkovitosti ter uporabnosti na dolgi rok. Objekt in njegovi posamezni elementi imajo dolgo življenjsko dobo in zato je prisotna negotovost glede trajanja, delovanja, višine vzdrževalnih stroškov in drugih dejavnikov, ki vplivajo na ekonomičnost. Zato je pomembno, da kot informacijo pri sprejemanju odločitev v WLCC vključimo tudi spremljajočo stopnjo negotovosti.

Ovire, ki v praksi onemogočajo obsežnejšo uporabo WLCC metode, so predvsem pomanjkanje standardnih metod za izračun stroškov objekta med celotno življenjsko dobo, težave pri vključevanju strategij obratovanja in vzdrževanja v začetni fazi projektiranja in pomanjkanje ter neskladnost podatkov. Naštete ovire so lahko direktno povezane s pomanjkanjem znanja in zanimanjem za WLCC. Koristno je, da je WLCC analiza podprta z oceno tveganja, saj samo na ta način daje investitorju uporabne smernice za lažjo presojo pri investicijskih odločitvah.

Odločitve o stroških projekta, arhitekturi in namembnosti so praviloma določene že v zgodnji fazi projekta in temeljijo predvsem na izkušnjah projektanta. Projektantski predračuni, ki so izdelani na koncu faze projektiranja, ne prikazujejo prave ekonomske ocene projekta. Kot del strateških odločitev pri posameznem projektu je potrebno tudi predvideti, analizirati in predstaviti tudi prihodnje stroške.

3.1 Potrebni podatki za WLCC in ocenjevanje tveganja

Učinkovito izvajanje metodologije stroškov življenjskega cikla zahteva:

- sistem za uporabo: točno določene postopke in pravila,
- podatke za predlagan projekt: oceno začetnih stroškov gradnje in tekočih stroškov celotnega življenjskega cikla, diskontne stopnje, indikatorje inflacije, obdobja zasedenosti, porabo energije, stroške čiščenja in podobno. Podatke, potrebne za WLCC analizo, lahko dobimo iz različnih virov, kot so direktna ocena iz znanih

stroškov in komponent, podatki iz preteklih podobnih projektov, modeli, osnovani na pričakovanem učinku (povprečja, itd.), poznavanje ali predpostavke o prihodnjih trendih in tehnologiji ter tržni uporabi, strokovna presoja in sposobnosti.

Našteti dejavniki vplivajo na kakovost podatkov, načinu, kako so ti zbrani in uporabljeni v modelu, ter pri procesu odločanja. Potrebno je omeniti dva faktorja, ki še vedno zavirata uporabo metode WLCC:

- sum, da je metoda WLCC netočna in osnovna samo na ugibanju,
- pomanjkanje zadovoljivih, ustreznih ter kakovostnih podatkov o stroških.

Do ustreznih podatkov lahko pridemo s pomočjo tehničnih člankov, strokovnih knjig, priročnikov, notranjih normativov podjetij, univerzitetnih raziskav, podatkov raziskovalnih inštitutov (npr. ZRMK) ter spletnih virov. Razpoložljivost podatkov je pomemben dejavnik, ki bistveno vpliva na vrste modelov, ki jih analitik lahko uporabi oziroma so mu na voljo. Tekoče mesečne podatke o stroških porabljene energije lahko na primer uporabimo za načrtovanje teh stroškov v prihodnjih obdobjih. V primeru pomanjkanja zgodovinskih podatkov in povratnih informacij lahko metodo WLCC še vedno uporabimo v omejenem obsegu oz. pri določenih projektnih odločitvah. Pri tem je pomembno, da zabeležimo predpostavke, ki smo jih uporabili pri računu. Simulacija prihodnosti je lahko boljša kot napoved iz zgodovinskih podatkov, saj se ti nanašajo na preteklost, medtem ko se simulacija nanaša na prihodnost. Podatki iz preteklosti pa so lahko tudi zavajajoči, saj lahko namesto enega elementa opisujejo skupino elementov ali so celo napačni in nenatančni (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004).

3.2 Določanje ciljev in ukrepov za posamezne komponente WLCC

Za določitev ciljev in meril predlagata Pilcher (1992) in Koller (1999) uporabo operacijskih raziskav ter odločitvenih metod v poslovanju in industriji. Operacijske raziskave sestojijo iz naslednjih znanstvenih korakov:

- določitev problema, določitev ciljev in vseh omejitev, ki se lahko pojavijo,
- izdelavo modela, ki je osnova za analizo obratovalnega sistema,
- uporabo modela za rešitev problema,

- primerjavo dobljene rešitve z rešitvijo, ki je trenutno v uporabi,
- vrednotenje rezultatov in nadziranje delovanja sistema pri spreminjajočih se pogojih.

Ti koraki morajo biti zastopani v vsakem koraku WLCC metode, kot je opisano v sledečih razdelkih (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004).

3.2.1 Obdobje uporabe objekta

Izbira komponent glede na njihovo življenjsko dobo je zelo pomembna za oceno WLCC. V ta namen se uporablja metoda faktorjev, ki je del standarda ISO 15686-1 (2000). Metoda faktorjev pomnoži priporočene roke uporabnosti komponente s faktorji, ki upoštevajo točno določene razmere v katerih se ta nahaja. Komponenta je posebna enota, ki služi točno določeni funkciji ali funkcijam (ISO 15686-1, 2000).

Metoda faktorjev predpostavlja, da je življenjska doba posamezne komponente deterministična količina. Cilj je doseči, da bo trajnost komponent in celotnega objekta vsaj takšna, kot je bila načrtovana. Metoda je narejena na osnovi referenčnih komponent in faktorjih spreminjanja.

$$\text{OTE} = \text{RTE} * \text{faktor A} * \text{faktor B} * \text{faktor C} * \text{faktor D} * \text{faktor E} * \text{faktor F} \quad (1)$$

kjer je:

OTE.....ocena trajnosti elementa

RTE.....izhodiščna (referenčna) trajnost podobnega elementa

A.....materialni faktor

B.....oblikovalni faktor

C.....strokovni faktor

D.....faktor uporabe

E.....faktor okolja (ISO 15686-1 navaja dva faktorja, ki zajemata vpliv notranjih in zunanjih okoljskih razmer)

F.....faktor vzdrževanja

Ocena zgoraj navedenih faktorjev se izdelava na podlagi empiričnih ocen na osnovi razpoložljivih podatkov, zato nam ne poda točnega obdobja uporabe komponente. Z interpretacijo rezultatov lahko določimo bolj tvegane komponente ter jih zamenjamo z manj tveganimi ali pa zagotovimo zadovoljivo kontrolo (ISO 15686-1, 2000).

Že v zgodnji fazi projekta je potrebno oceniti negotovost in tveganje za vsak posamezen faktor, ki vključuje:

- predpostavke za življenjsko dobo (*»service life«*) za glavne komponente gradbenega objekta,
- tveganje okvar posameznih komponent,
- kakovost izdelave in gradnje,
- predpostavke o možni nadgradnji in planih vzdrževanja,
- omejitve denarnih virov,
- predpostavljen interval menjav in vzdrževanj posameznih komponent.

3.2.2 Zastarelost in konec uporabe objekta

Današnje družbeno in poslovno okolje je polno spreminjanja trendov, pojav novih tehnologij in potreb po novih dejavnostih, ki rezultirajo v spremembah zahtev za grajeno okolje. Zato je nujno, da že v fazi projektiranja predvidimo možnost spremembe namembnosti stavbe ali posameznega dela; zasnova objekta, zlasti nosilnega dela, naj bo torej takšna, da omogoča spremembe med uporabo objekta. S tem se prepreči nevarnost, da bi znaten del nepremičnin postal neuporaben ali celo potreben odstranitve. Poleg same fleksibilnosti zasnove je pomembno, da ima objekt konstrukcijske možnosti za naknadne odprtine za inštalacije, dovolj prostora za povečanje strojnic, kotlovnice in jaškov ter možnost oskrbovanja z energijo za različne uporabnike.

Cilji, ki jih moramo pri tem identificirati in oceniti so predvsem:

- odpiranje novih podjetij,
- rasti ali zapiranje starih podjetij, ki obravnavani objekt uporabljajo,
- tehnološka, ekonomska, funkcionalne in družbena zastarelost,
- načini zapiranja *»de-commissioning«* in odstranitve objekta,

- analiza možnosti odstranitve (neukrepanja, prenove objekta),
- vrednost recikliranih oziroma ponovno uporabljenih komponent,
- posledice odlaganja odpadkov, ki se tvorijo med rušenjem objekta,
- postopki čiščenja zemljišča.

3.2.3 Stroški gradnje objekta

Načrtovana donosnost na vloženi kapital ima odločilen pomen pri odločanju o investiranju. Za te odločitve je potrebna kombinacija znanj o obravnavani investiciji ter veščini za analizo in izbiranje odločitev iz obstoječih informacij, izkušenj in presoje. Natančni stroški gradnje so znani šele, ko je objekt zgrajen in predan v uporabo. Zato sta ekonomska analiza in ocena celotnih življenjskih stroškov objekta odvisni od razpoložljivih podatkov o že zgrajenih podobnih objektih.

Cilji, vezani na investicijske stroške, ki jih je potrebno ovrednotiti, so: cena pridobitve zemljišča - lokacija in kakovost zemljišča imata lahko neposreden vpliv na celotne življenjske stroške in pričakovano življenjsko dobo objekta;

- stroški pred projektiranjem – v projektni nalogi, ki definira osnove specifikacije objekta, težimo k optimizaciji celotnih življenjskih stroškov objekta z ustrezno izbiro komponent in funkcionalno fleksibilnostjo objekta. Na tem mestu nas lahko zanima tudi zastaranje objekta, ki ga vključimo v stroške;
- stroški projektiranja – tehnologija gradnje, oblikovanje detajlov objekta in izbran nivo kakovosti imajo neposreden vpliv na stroške, ki so vezani na gradnjo in delovanje objekta. Objekt ima lahko tudi veliko večje stroške uporabe in vzdrževanja zaradi zahtevanega visokega standarda izgleda (Ashworth in Hogg, 2000);
- stroški gradnje – kakovost izdelave je neposredno povezana s potrebnim nivojem vzdrževanja. Zato je pomembno, da med gradnjo zagotovimo kontrolo kakovosti;
- stroške tveganja, honorarje, stroške financiranja, davke, itd.

3.2.4 Obratovalni stroški

Stroške obratovanja, kot so stroški energije, vzdrževanja, upravljanja itd., je težko določiti zaradi dolgega časovnega obdobja uporabe objekta. Kljub temu je ocena obratovalnih stroškov pomembna. Oceniti je potrebno predvsem (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004):

- dejavnike, ki pomembno prispevajo k celotnim stroškom obratovanja,
- poiskati ravnovesje med stroški gradnje in obratovalnimi stroški,
- poiskati primeren sistem upravljanja s tveganji,
- poiskati optimalen način upravljanja,
- optimalno število zaposlenih,
- zasedenost nepremičnine.

3.2.5 Stroški vzdrževanja

Stroške pri vzdrževanju, obnavljanju in zamenjavah lahko pridobimo iz zgodovinskih podatkov. Izhodiščne ocene stroškov pa moramo dopolniti še s strokovnimi mnenji in vrstnim redom analize življenjskega cikla. Cilji, ki jih je potrebno oceniti ne tem področju, so:

- kazalci učinkovitost »*performance*« za oceno stroškov vzdrževanja,
- preostala življenjska doba komponent objekta,
- pogostost in stroški zamenjave,
- izbira izvajalca vzdrževanja,
- izbira materialov,
- izbira svetil z minimalnimi zahtevami pri popravilih in zamenjavah,
- vrste predhodnih vzdrževalnih ukrepov oziroma programov.

3.2.6 Stroški financiranja in prihodki

Analiza investicije mora vsebovati začetna vlaganja, tekoče stroške obratovanja in prihodke za obdobje uporabe objekta. Lastnik lahko primerja različne možnosti in se odloči za optimalno naložbo. Pomembna je izbira višine diskontne stopnje, ki se uporabi za diskontiranje bodočih prihodkov. Izbira oz. predpostavka višine diskontne stopnje predstavlja določeno tveganje, saj bi izbira prevelike diskontne stopnje odvrnila investitorja od projekta,

preizkusa pa rezultirala v napovedi prevelikega prihodka in posledično vodila k neustreznim odločitvam. Cilji, vezani na stroške financiranja, ki jih moramo ovrednotiti, so:

- stopnja inflacije, obrestne mere, davčne stopnje,
- stopnja vračanja investicije,
- optimalna diskontna stopnja,
- gospodarska aktivnost (ima neposreden vpliv na ekonomsko zastarelost objekta),
- stopnja tveganja financiranja,
- denarni tokovi.

3.2.7 Značilnosti objekta

Pomemben vidik WLCC analize je povezava med funkcijo objekta in njegovo opremljenostjo. Izbira materiala z visoko toplotno prehodnostjo lahko na primer povzroči večjo potrebo po energiji, kar odločujoče vpliva na stroške obratovanja. Zato je pomembna izbira pravilnega tlorisa in lokacije, funkcionalnosti, tehnologija gradnje, velikosti objekta in etažne višine, steklenih površin, zasedenosti, ukrepov za varčevanje z energijo, kakovosti elementov itd.

3.2.8 Merjenje ekonomske učinkovitosti

Naročanje gradbenega objekta vključuje veliko število oseb, ki odločajo med alternativami, ki ustvarjajo kapitalske tekoče stroške. Ti stroški ustvarjajo za različne deležnike vrednost, investitorji pa potencialen donos med fazo uporabe objekta. Konvencionalne tehnike ocenjevanja investicije, ki upoštevajo denarne tokove (stroške in pričakovane donose v določenem časovnem obdobju), ne odražajo celotne vrednosti investicije, ki vključuje tudi neotipljive koristi. Merjenje ekonomske učinkovitosti pri WLCC analizi se uporablja za ocenjevanje vrednosti in tekočih stroškov med življenjskim ciklom objekta. Za oceno ekonomske uspešnosti je potrebno izbrati: (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004):

- kakšne vrste kazalcev učinkovitosti uporabiti, da bo izbira med alternativami čim boljša,
- ekonomske kazalce,

- določiti mejne vrednosti kazalcev (maksimalne in minimalne vrednosti, ki so jih deležniki pripravljene upoštevati),
- najboljše merila učinkovitosti glede na izhodne vrednosti WLCC analize,
- mehanizme za primerjavo celokupnih stroškov z referenčnimi (*»benchmarking«*),
- kazalce za zmanjševanje ekonomskega tveganja.

Sama primerjava s referenčnim objektom nam ne pove kaj dosti, razen tega, da je obravnavani objekt bolj ali manj uspešen od referenčnega. Skupaj s primerno WLCC analizo pa sta lahko dobro orodje za prikaz vmesnega finančnega stanja investicije.

Za merjenje ekonomske učinkovitosti je na voljo veliko kazalcev, omenil bom nekaj dobro znanih, kot na primer kazalec enostavnega povračila sredstev, ki nam pove potreben čas, da se začetna vlaganja v investicijo povrnejo. Kazalec se uporablja predvsem v primerih, kjer je ekonomičnost projekta jasna in od investitorja ne zahteva posebne analize. Kazalec donos na vloženi kapital, izražen v procentih, je razmerje med dobičkom pred obdavčitvijo in celotnimi vloženimi sredstvi, ki običajno predstavljajo osnovna in obratna sredstva, vložena v projekt. Omenil bi še kazalec neto prihrankov, ki predstavlja razliko med sedanjimi koristmi in sedanjimi stroški v določenem časovnem obdobju, ki ga vzporedno obravnava WLCC analiza. Metoda je primerna predvsem pri določanju osnovnih koristi, pri katerih se pričakujejo prihranki, kot so na primer stroški električne energije. Rezultat nam poda vrednost, ki prikazuje sedanjo vrednost pričakovanih prihrankov v obravnavanem časovnem obdobju. Izračuna se ga:

$$NP = WLCC_{\text{osnovni primer}} - WLCC_{\text{referenčni}} \quad (2)$$

kjer je:

NP.....neto prihranki

$WLCC_{\text{osnovni primer}}$celotni življenjski stroški osnovnega primera

$WLCC_{\text{referenčni}}$celotni življenjski stroški referenčnega objekta

Iz enačbe (2) je razvidno, da obstaja povezava med NP in WLCC. Čim večji je NP, tem manjši je $WLCC_{\text{referenčni}}$. Drugi kazalci za merjenje ekonomske učinkovitosti so: interna

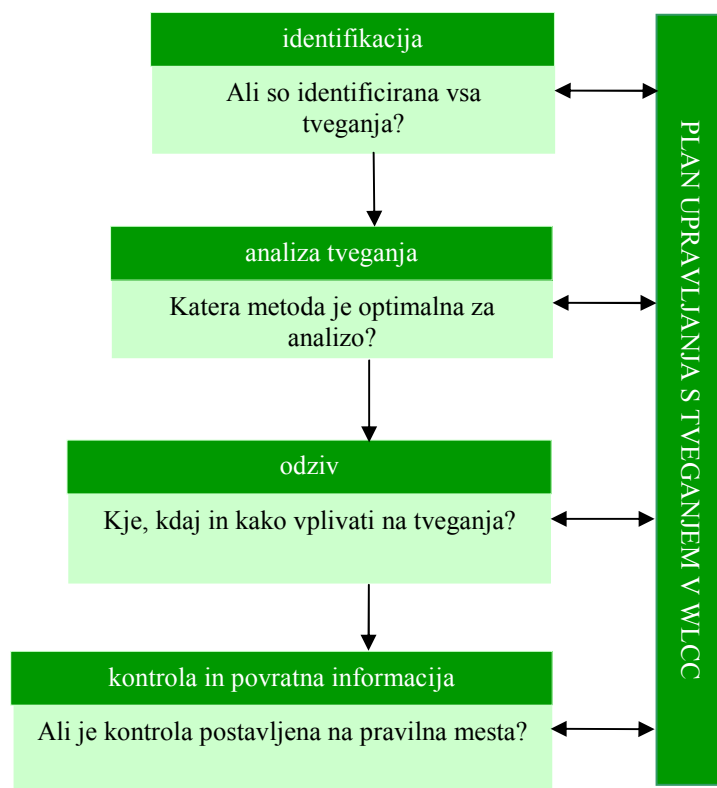
stopnja donosnosti, prilagojena interna stopnja donosnosti, neto končna vrednost, stopnja koristi – stroški in kazalec celotne letne obremenitve.

Dobro orodje pri odločanju o optimalni rešitvi WLCC analize je lahko primerjalno presojanje (*»benchmarking«*). Primerjalno presojanje je na splošno tehnika pri kateri primerjamo lastno rešitev s konkurenčnimi objekti, ki si jih izberemo za referenčne. Ta tehnika nam poda odgovora na vprašanje, katera opcija je boljša in zakaj. Na podlagi dobljenih odgovorov lahko naredimo spremembe, ki vodijo do večje ekonomičnosti. Primerjalno presojanje je dobro zastopano pri revizijah, kazalcih učinkovitosti pri izdelavi mehanskih in elektronskih delov ter administrativnih delih. Običajno se ga izračuna s pomočjo statistične analize ključnih kazalcev učinkovitosti. Primerjalno presojanje in kazalci učinkovitosti skupaj tvorijo osnovo za ključne odločitve pri organizaciji za nadaljnje delo.

3.3 Okvir za upravljanje s tveganjem s stroški v življenjskem ciklu objekta

Potreba po udobju pri nepremičninah raste, z njim pa vedno večji stroški obratovanja. V mnogih primerih se zaradi tega investitorji srečajo s projekti, na katere so vezana velika tveganja, zato se jim izognejo, s tem pa zamujajo potencialne investicijske priložnosti. Prav tu lahko koristi upravljanje s tveganjem v analizi celokupnih stroškov življenjskega cikla, ki lahko pripomore k boljšemu prepoznavanju tveganja in zaradi tega k lažjim odločitvam. Ključ do uspešnega postopka oblikovanja tveganja v analizi WLCC je zagotoviti tak okvir za upravljanje s tveganjem, ki od uporabnika ne bo zahteval nič več podatkov, kot jih ta v tistem trenutku lahko priskrbi. Postopek prikazan na sliki 2, predstavlja okvir za upravljanje s tveganjem v življenjskem krogu gradbenega objekta.

POSTOPEK UPRAVLJANJA S TVEGANJI V CELOTNEM ŽIVLJENJSKEM CIKLU OBJEKTA



Slika 2: Shema upravljanja s tveganji objekta v WLCC analizi

Postopek, prikazan na sliki 2, lahko uporabljamo v vsakem koraku projekta, s čimer zagotovimo investitorju lažji vpogled in razumevanje možnih ukrepov zoper nevarnosti skozi življenjski cikel objekta. S tem se poveča tudi preglednost nad celotno strategijo upravljanja s tveganjem.

Postopek se začne s prepoznavanjem tveganj v vseh fazah življenjskega cikla. Pomembno je, da identificiramo vsa tveganja, saj imamo lahko neznan tveganje velik negativen vpliv na nadaljnje analize in finančno stanje investitorja. Identifikacija oziroma odkrivanje tveganja določi vrste tveganja, ki lahko nastopijo v projektu, in njihove značilnosti. Upoštevati moramo tako notranja kot zunanja tveganja. Notranja tveganja so tista, na katera lahko projektna skupina vpliva ali jih celo kontrolira, medtem ko so zunanja tista, na katera nima vpliva. Lahko se ukvarjamo z identifikacijo po načelu »vzrok – posledica« (kaj se lahko zgodi

in kaj sledi) ali pa po načelu »posledica – vzrok« (katere vzroke je potrebno upoštevati, glede na posledice in katere lahko zanemarimo (PMI, 1996, str. 111). Identifikacija tveganja je najpomembnejši in odločilen korak v analizi tveganja. Neodkritje in zanemarjanje nekega tveganja v fazi priprave projekta ima lahko težke posledice. Enostavno bi bilo, če bi za potrebe identifikacije tveganja v projektih imeli na razpolago neko univerzalno ter praktično klasifikacijo tveganj, a taka klasifikacija ne obstaja in je tudi ni mogoče izdelati. To pa zato, ker se tveganja nekega projekta lahko klasificirajo na razne načine. Niti ena od teh klasifikacij ni dovolj sama po sebi, ampak jih je vselej potrebno kombinirati. Poleg tega pa ima vsaka klasifikacija svoje prednosti in slabosti (Petrič, 2005).

Sledi analiza tveganj, ki smo jih predhodno identificirali. Analiza tveganja je način prepoznavanja (identificiranja) in ocena (kvantificiranje) tveganja ter reagiranje nanj v vseh fazah projekta, kar ne pomeni zgolj reagiranje na dogajanje, ki se je že zgodilo, temveč tudi pripravo na eventualni pojav tveganega dogajanja, dokler imamo še čas in možnosti ugotoviti, kateri so možni načini reagiranja ter izbrati tiste, ki so najugodnejši glede na postavljene cilje projekta. Analiza tveganja je v literaturi (Berny, Townsend, 1993, str. 201) definirana kot »proces analiziranja potencialnih tveganj s končnim ciljem zmanjšanja njihovih vplivov in/ali zmanjšanja verjetnosti njihovega pojavljanja«. Njen namen je, da analizira vse možne izide, ki so posledica različnih odločitev. Odlično služi namenu v primeru, ko pride do spremembe načrta, saj imamo že vnaprej vpogled v spremenjeno situacijo.

Za analizo tveganja se uporablja različne tehnike: deterministične, kvalitativne in kvantitativne. Deterministične metode primerjajo rezultate, dobljene s spreminjanjem posamezne nedoločene vrednosti ali kombinacije večih vrednosti, medtem ko kvalitativna metoda predpostavlja, da nobena posamezna spremenljivka ne more vplivati na končni rezultat. Deterministične metode podajo rezultat stopnje tveganja na podlagi numeričnega izračuna tveganja, kvalitativne pa na podlagi subjektivne ocenjevanja. Kvantitativne tehnike pa iščejo rezultat vpliva tveganja na podlagi statističnih in probabilističnih pristopov. Izbira pravilne metode je odvisna od obsežnosti primera, razpoložljivih podatkov, poznavanja tehnik in izkušenj (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004).

Seznam najpogosteje uporabljenih tehnik za analizo tveganj je predstavljen v preglednici 1.

Preglednica 1: Tehnike za obravnavo negotovosti in tveganj za ekonomske ocene investicij v objekte (Marshall 1999)

DETERMINISTIČNA	KVALITATIVNA	KVANTITATIVNA
konzervativne koristi in ocena stroškov	matrika tveganj	vnos ocen s pomočjo verjetnostne porazdelitve
določitev praga dobička	spisek tveganj	kriterij srednje vrednosti in variance
diskontna stopnja z vključenim tveganjem	drevo dogodkov	analiza drevesa odločitev
tehnika ekvivalentne gotovosti	SWOT analiza	numerične metode: monte carlo simulacija
analiza občutljivosti na spremembe	točkovanje tveganj	matematične/analitične tehnike
varianca in standardni odklon	brainstorming	umetna inteligenca
neto sedanja vrednost	ocena verjetnosti ponovitve	Teorija mehkih množic
		drevo dogodkov (kvantitativno)

V nadaljevanju bom predstavil najbolj pogoste kvalitativne tehnike, ki so pomembne za razumevanje upravljanja s tveganji v WLCC analizi.

3.3.1 Kvalitativna analiza tveganja

O kvalitativni analizi tveganja govorimo, ko je verjetnost ali velikost posledic dogodka izražena kot kvalitativna mera. To pomeni, da tveganje ni določeno s pomočjo matematičnih postopkov. V praksi se kvalitativni pristop pogosto uporablja za prikaz ravni tveganja. Rezultat takšne analize nam lahko nakaže, da bo kasneje potrebna podrobna kvantitativna analiza. Kvalitativna analiza tveganja uporablja za opis stopnje možnih dogodkov opisno lestvico. Uporablja se:

- za prikaz identificiranih tveganj, ki bodo potrebovala podrobno analizo,
- kjer nivo tveganja ne opravičuje podrobne analize,
- za primere, kjer nam za kvantitativno analizo primanjkuje numeričnih podatkov.

V kvalitativni analizi tveganj ni posebnih pravil, kdaj je posamezna tehnika najbolj primerna. Tako se praviloma analitik poslužuje kombinacije tehnik, ki mu najbolj ustrezajo.

Preučiti je potrebno naslednje faktorje:

- definicijo in opis tveganja,
- faze projekta, v katerih se tveganje lahko pojavi,
- del načrta ali WLCC, na katerega bo tveganje vplivalo,
- razmerje z drugimi faktorji,
- verjetnost pojava dogodka,
- moč dogodka in kako bo ta vplival na projekt,
- kakšne bodo odzivne strategije.

3.3.1.1 Spisek tveganj

Spisek tveganj je dinamičen dokument in se dopolnjuje ter spreminja skozi projekt. Pokriva dogodke, ki imajo lahko škodljiv učinek na uspešnost projekta. Spisek vsebuje različne podatke, kot na primer, kakšen vpliv ima dogodek na finance, politiko, okolje, kakovost itd. Spisek tveganj je pomembna komponenta okvira za upravljanje s tveganji. Vključuje tudi naslednje dejavnike:

- verjetnost, da se bo tveganje pojavilo,
- velikost učinka na projekt,
- čas, v katerem naj bi pričeli z ukrepi v primeru pojava dogodka,
- izjavo o tveganjih, s katerimi se ne da upravljati in resnost tveganj z namenom po uspešnosti.

Tveganja morajo biti zapisana v vrstnem redu glede na njihovo pomembnost. V primeru sprememb je potrebna tudi njihova nadgradnja. Vsakemu tveganju, ki je uvrščen v spisek pripišemo oceno verjetnosti, da se bo zgodilo in učinek tveganja. Slika 3 prikazuje primer spiska tveganj.

Zaporedna številka	Opis tveganja	Ocena verjetnosti dogodka	Učinek tveganja
1.	Nastop stavke	NIZKO	VISOKO
2.	Neredna dobava kamenega agregate	NIZKO	VISOKO
3.	Pojav udara podtalnice v gradbeno jamo	VISOKO	SREDNJE

Slika 3: Primer spiska tveganj

3.3.1.2 Matrika tveganj

Matrična oblika zapisa identificiranih tveganj je ena osnovnih in najbolj razširjenih tehnik kvalitativne analize. V splošnem so razumejo bolj kot orodje za identifikacijo tveganj in njihovo točkovanje, ne pa kot orodje za celovito analizo tveganj. Običajno se tveganja prikaže v obliki preproste preglednice, ki prikazuje ocene za verjetnost nastopa tveganja in njegov učinek za posamezna identificirana tveganja. Vrednosti za ocene se običajno gibljejo od 1 do 5, kjer predstavlja 1 nizko, 5 pa visoko tveganje. Ta nam kasneje lahko pomaga pri upravljanju s tveganji.

3.3.1.3 Drevo dogodkov

Drevo dogodkov je osnovano na binarni logiki, kar pomeni, da se dogodek lahko zgodi ali ne. Vedno se prične z začetnim dogodkom, ki mu sledijo serije možnih poti. Vsaka od poti ima rezultat v opisani obliki. Dogotkovna drevesa so lahko po svoji naravi kvalitativna ali kvantitativna.

3.3.1.4 SWOT analiza

Skupaj z matriko tveganj je SWOT analiza (kratica za »*Strength-Weaknesses-Opportunities-Threats*« oz. slovensko »prednosti-slabosti-priložnosti-nevarnosti«) prvi korak v pripravi poslovnega načrta za posamezno investicijsko odločitev in je literatura ne šteje za klasično orodje za analizo tveganj. Pri SWOT analizi se za vsako tveganje vprašamo, kaj so njegove prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti.

- *Prednosti* : Kakšne so prednosti projekta? Kaj je na njem boljšega kot pri ostalih? So te prednosti primerno izkoriščene?
- *Slabosti*: Katere so slabosti projekta? Kaj ga naredi podrejenega? Ali obstajajo strategije, ki bi nadomestile te slabosti? Bi jih morali popolnoma odstraniti?
- *Priložnosti*: Kateri zunanji faktorji obstajajo, ki bi jih lahko obvladali z uporabo ustreznih virov?
- *Nevarnosti*: Kateri zunanji faktorji bi lahko preprečili uspeh projekta?

3.3.1.5 Brainstorming

Brainstroming je način vodenja projektnega sestanka, kjer se razpravlja o novih idejah in rešitvah. Učinkovitost takšnih sestankov je odvisna od vodje skupine, ki mora prisotnim temeljito predstaviti problem. Kot rezultat dobimo dober načrt dejavnosti, ki se ga da izpolniti, analizirati in oceniti. Lahko je koristno orodje pri odločanju, predvsem pri identifikaciji tveganjih, ki že pripadajo projektu.

Po končani analizi je potrebno zavarovanje projekta pred vsemi viri nevarnosti. Razvoj strategij za upravljanje s tveganji identificira najbolj učinkovite okoliščine za analizo tveganja znotraj celotnega sistema. Ko se ukvarjamo z identifikacijo tveganj, je najpomembnejše, da si ustvarimo čisto sliko ciljev postopka upravljanja s tveganji. Z različnimi strategijami se tveganju lahko izognemo, jih zmanjšamo, sprejmemo ali prenesemo, s čimer lahko zmanjšamo možnost nastanka predvidenih nevarnosti.

Lahko se odločimo, da se bomo tveganju izognili. Izognitev tveganju lahko dosežemo s popolno odstranitvijo tveganja ali njegovih posledic. To lahko dosežemo z:

- izbiro drugačne projektne rešitve,
- privzamemo manj tvegano odločitev,
- spremenimo tehnologijo gradnje,
- spremenimo metodo dobave,
- spremenimo zahteve naročnika ali uporabnika.

Vpliv tveganja na projekt zmanjšamo na dva načina. Prva možnost je zmanjšanje verjetnosti, da se bo tveganje pojavilo. V drugi možnosti dopustimo, da se tveganje pojavi in na primerna mesta vstavimo varnostne mehanizme, ki bodo lahko upravljali s tveganjem, če se bo pojavilo. Tveganja lahko zmanjšamo na različne načinov, kot na primer z boljšo komunikacijo med udeleženi in s podobnimi ukrepi, ki so opisani v poglavju 4.

V primeru, da se odločimo, da glede tveganja ne bomo ukrepali, moramo imeti za to pripravljena zadostna finančna sredstva. Običajno so to tveganja, ki so ponavljajoča, vendar je njihov vpliv majhen in ne povzroča večjih izgub. Pri projektih javno zasebnega partnerstva je praviloma potrebno tveganje prenesti in ga ne prepusti naključju.

Pri prenašanju tveganj se mora investitor zavedati, da bo to imelo finančne in upravljalvske posledice. Obseg prenosa tveganj je v veliki meri odvisen od stopnje nevarnosti. Prenos tveganj lahko razumemo na tri načine:

- aktivnosti z velikimi tveganji so lahko premeščena na mesta, kjer imajo strokovnjake za njihovo obvladovanje,
- lahko obdržimo tveganja, prenesemo pa finančno tveganje s pomočjo zavarovanja ali kakšnega podobnega mehanizma,
- kombinacija zgornjih dveh.

Pomembno je, da se zavedamo, da vseh tveganj žal ni možno prenesti. Zato se moramo s tveganji tudi spoprijeti in z njimi ustrezno upravljati.

Poleg tega, da vsa tveganja odkrijemo in jih obvladujemo, je potrebno izdelati tudi načrt, po katerem bomo ukrepali. Za dober načrt je treba določiti:

- Kateri ukrepi so potrebni?
- Kdaj so ti ukrepi potrebni?
- Kako jih bomo vključili v načrt?
- Kdo je odgovoren za njihovo kontrolo in izbrano strategijo?

Za kontrolo tveganja je potrebno opazovanje, na podlagi katerega dobimo povratno informacijo o projektu. Na podlagi opazovanja dobimo podatke, ki nam povedo, če gre vse po načrtu, če so se spremenili kakšni pogoji in se z njimi pojavila nova tveganja. Podatke nato vključimo v ponovno analizo stroškov celotnega življenjskega kroga in s pomočjo ekonomskih kazalcev ponovno preverimo, če je investicija še vedno dobičkonosna.

Poudaril bi, da okvir za upravljanje s tveganjem ni stvar samo začetne faze projekta. Prisoten bi moral biti skozi celoten življenjski cikel objekta, saj nam daje informacije o nevarnostih, ki čakajo objekt v bodočnosti. Stopnja negotovosti pa se hkrati s časom zmanjšuje.

3.4 Analiza stroškov celotnega življenjskega cikla

Za učinkovito analizo stroškov celotnega življenjskega cikla je potrebno razpolagati s kvalitetnimi podatki in projektantom ali z delovno skupino, ki ima zadostne izkušnje. Ker je investicija dolgoročna naložba, nas zanima, s kakšnim obsegom sredstev bomo razpolagali za vzdrževanje stavbe. Za izračun se uporabi neto sedanjo vrednost - NSV, ki predstavlja razliko med sedanjo vrednostjo koristi – $SV_{(k)}$ in sedanjo vrednostjo stroškov $SV_{(s)}$. Ta je odvisna od diskontne stopnje, v kateri je vsebovana pričakovana inflacija. Za račun NSV, ki jo sestavljajo dobiček in sredstva, namenjena vzdrževanju, uporabimo izraz:

$$NSV = \Sigma (SV_{(k)} - SV_{(s)}) \quad (3)$$

kjer je:

$SV_{(k)}$ sedanja vrednost koristi

$SV_{(s)}$ sedanja vrednost stroškov

$$SV = S \left(1 + \frac{r}{100}\right)^{-t} \quad (4)$$

kjer je:

S vrednost investicije

r diskontna stopnja

WLCC daje možnost napovedovanja stroškov, ki so povezani z obratovanjem, vzdrževanjem, adaptacijo in odstranitvijo objekta. Kot osnovni način za izdelavo napovedi se uporablja deterministična metoda, ki je dokaj enostavna. Za svojo analizo potrebuje proučevano časovno obdobje, predpostavljeno diskontno stopnjo in ocenjen letni plan stroškov za dani objekt. Za izračun sedanje vrednosti investicije se upošteva vrsta časovnih obdobjih načrtovanih denarnih tokov. Pri računu NSV morajo biti diskontirane vse bodoče koristi in stroški. Metoda primerja podatke, dobljene s spreminjanjem posamezne nedoločene spremenljivke. Teoretično opišemo upravljanje stroškov celotnega življenjskega kroga stavbe z enačbo:

$$K = A + \sum_{t=0}^n \frac{D_t + e_0(1+q)^t \cdot E_t}{(1+r)^t} \quad (5)$$

kjer je:

Azačetna investicija

D_t vzdrževalni stroški za leto t

e_0 začetni stroški energije

qnaraščanje cene energije zaradi inflacije

E_t poraba energije v letu t

nračunsko obdobje za življenjski krog

rrealna obrestna mera

V praksi ocena stroškov v celotni življenjski dobi (en. (3)) ni uporabna za sisteme, ki imajo krajšo življenjsko dobo kot stavba sama. Oznaka »sistem« se nanaša na večino servisnih oziroma instalacijskih sistemov v stavbi, še posebej na sisteme ogrevanja, prezračevanja in

klimatizacije. Izraz, v katerem upoštevamo n obnov podsistema med trajanjem življenjske dobe stavbe, je (Tomšič, M., Šijanec, Zavrl M. (2004):

$$K_{\text{total}} = K + (K_1 + R_1) + \dots + (K_i + R_i) + \dots + (K_n + R_n) \quad (6)$$

kjer je:

K_1 stroški sistema ob prvi obnovi

R_1 dodatni stroški ob prvi obnovi

K_n stroški sistema ob n -ti obnovi

R_n dodatni stroški ob n -ti obnovi

Pri zgoraj navedenemu determinističnemu pristopu predpostavljamo, da so vsi stroški znani že v prvem letu z določeno stopnjo zanesljivosti in se skozi časa ne spreminjajo.

Prav tako so lahko vse spremenljivke ali stroški obravnavani probabilistično. Vsak WLCC izraz v zgornjih enačbah lahko razumemo kot verjetnostno porazdelitev. Te porazdelitve lahko izpeljemo iz pričakovane vrednosti in ocenjene WLCC spremembe pri različnih finančnih scenarijih v proučevanem obdobju. Osnova za model je predpostavka, da so srednja vrednost stroškov WLCC, diskontna stopnja in obravnavano obdobje poljubno porazdeljeni v skladu z znanimi teoretičnimi porazdelitvami verjetnosti.

Poleg zgornjih metod lahko uporabimo tudi za mehko (»fuzzy«) metodo, ki je lahko dobro orodje v primeru, če so rezultati WLCC računa na podlagi verjetnostne teorije točni. Metoda je dobro orodje za modeliranje negotovosti ali napak, ki so posledica človeških presoj. V diplomski nalogi bom predstavil predvsem deterministično metodo; preostale so podrobneje opisane v knjigi (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004).

3.5 Metode napovedovanja celotnih stroškov življenjskega cikla (WLCC)

Osnovni cilj napovedovanja je, da čim bolj natančno napove pričakovano stanje. V ta namen je potrebno med mnogimi tehnikami, kot je regresijska tehnika, tehnika časovnih serij in

tehnika umetne inteligence, na podlagi poznavanja primera, izbrati pravilno metodo. Pomembno je, da poznamo razliko med WLCC modelom in metodo napovedovanja WLCC.

WLCC model je sestavljen iz enačb stohastične narave, ki zastopajo primer, medtem ko metoda napovedovanja WLCC predstavlja kombinacijo ocenjenih postopkov in WLCC model. Pri slednjem je pomembno, da so cilji in predpostavke poznani in ponovno preverjeni na podlagi natančnega poznavanja razmer in podatkov.

Za izbiro modela imamo možnost uporabe regresijske metode, s katero lahko preverjamo razmerja med izbrano spremenljivko (neodvisna spremenljivka) in ostalimi spremenljivkami (odvisnimi spremenljivkami), ki vplivajo na dani primer. Metodo so originalno razvili za interpolacijo izbrane spremenljivke. Uporablja se tudi za raziskovanje razmerij med spremenljivkami ter oblikovanjem obratovalnih in vzdrževalnih stroškov. Natančnejša je tehnika časovnih serij, ki predstavlja urejeno zaporedje opazovane spremenljivke na enakomerno razporejenih časovnih intervalih. Tako lahko na podlagi dveh ali več zaporednih podatkov izdelamo funkcijo in na podlagi te predpostavimo prihajajoče stanje. V primerjavi s prejšnjo tehniko lahko upošteva sezonske podatke v obravnavanem obdobju, kar ustreza napovedovanju energijske porabe. Lahko se uporablja tudi za iskanje trendov pri gibanju obratovalnih stroškov in za primerjavo kazalcev stroškov obratovanja. Uporaba metode umetne inteligence je najnatančnejša metoda, ki se uporablja za napovedovanje stroškov vzdrževanja, tekočih stroškov, napovedovanje stopnje uporabniških zahtev in analizo WLCC tveganja.

4 ODLOČITVE IN Z NJIMI POVEZANA TVEGANJA V FAZAH ŽIVLJENSKEGA CIKLA OBJEKTA

Zaradi sprememb, ki so posledica najrazličnejših zahtev udeležencev, se celotni proces, razen zadnje naloge (t.j. odstranitve objekta), bolj ali manj ponavlja. Med gradnjo je npr. zaradi spremembe tehnologije gradnje potrebno spremeniti detajlne načrte. Sprememba načrtov je lahko potrebna tudi zaradi spremenjenih razmer na mestu gradnje, ki se lahko pojavi šele v času gradnje. Tudi napake v načrtih, odkrite šele v času gradnje, zahtevajo popravke in spremembe. Spremembe teh zahtev pogosto zahtevajo spremembo konstrukcije, ki jih lahko včasih opravimo brez spremembe načrtov, največkrat pa je pri tem potrebno popraviti tudi te. Zaradi vseh naštetih sprememb so stroški mnogo večji, kot bi bili, če bi te upoštevali že v prvotnem projektu. (Duhovnik, 1998)

Pri določanju razpoložljivih sredstev, namenjenih celotnemu življenjskemu ciklu objekta je negotovost prisotna skoraj pri vsaki oceni ali vnosu podatka, ki se uporablja za njihov račun. Ravno zato pa je pomembno, da se vse negotovosti oceni in pripravi načrte ter odzive nanje, saj lahko s tem zmanjšamo vpliv prisotnih tveganj. WLC (celotni življenjski cikel, »*whole life cycle*«) - ocena tveganja je nujna zaradi:

- uporabe podatkov, ki so osnovani na oceni za račun WLCC,
- negotovosti zaradi projektne širine,
- stroškov popravil in negotovosti pri trajanju (življenjski dobi) komponent,
- negotovostih pri investiranju (inflacije, davkov, itd.),
- negotovosti pri projektnih faktorjih.

Negotovosti pri dolgotrajnih investicijah, kar nepremičnine so, so zelo pomembne in če pri oceni WLC ne upoštevamo prisotnega tveganja, lahko vodijo do napačnih predpostavk in neznanih posledic. Analiza tveganj zagotavlja nivo zaupanja v rezultate WLCC analize. To analizo lahko tako s pridom uporabimo pri obravnavi večih možnih alternativ, na podlagi rezultatov pa se tako odločimo za manj tvegano. Za uspešno WLC oceno razpoložljivih sredstev potrebujemo analizo vseh prisotnih tveganj in argumentov, ki pravilno razbremenijo

tveganje. V ta namen so tveganja razdeljena na splošna tveganja in tveganja, ki so specifična za določen projekt.

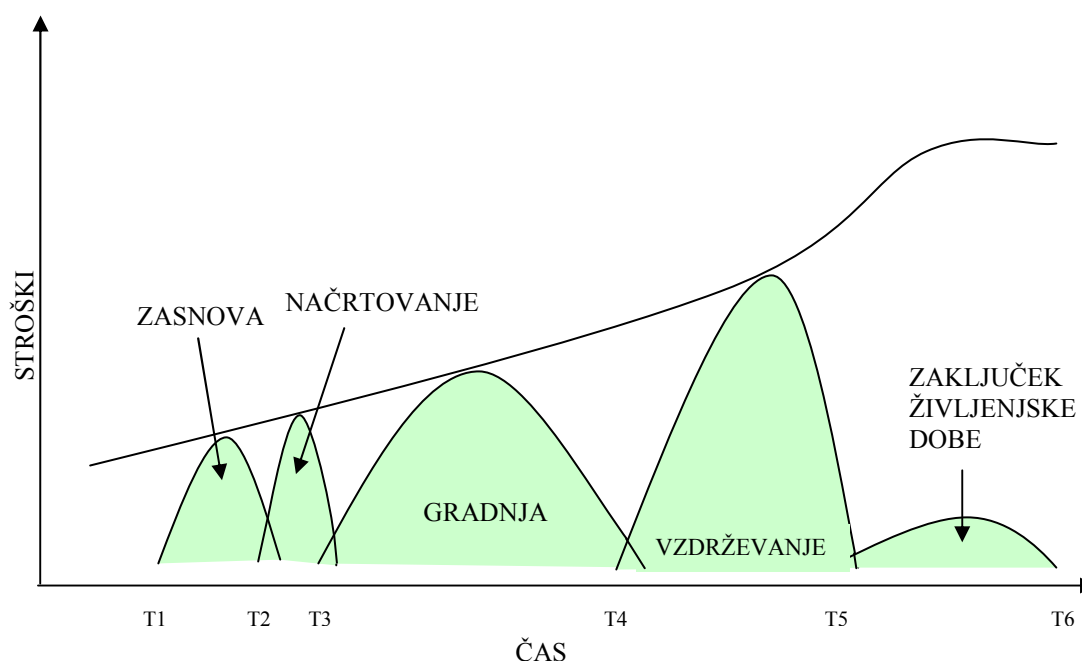
Načeloma se naročniki soglasno strinjajo, da lahko splošna tveganja delimo na politična, socialna, ekonomska in okoljska. Bolj natančno pa lahko tveganja razdelimo na:

- tveganja pri oceni celotnih življenjskih stroškov,
- tehnična tveganja,
- finančna in ekonomska tveganja,
- tržna tveganja,
- organizacijska tveganja,
- tveganja uporabe,
- tveganja razporejanja,
- politična tveganja.

Brez zavedanja odgovornosti pri sprejemanju odločitev lahko vodi do napak, ki povzročajo dodatno delo, čas ter stroške, ki so običajno višji od začetnih. Obdobja oziroma faze gradbenega objekta lahko razdelimo na:

- zasnov,
- načrtovanje,
- gradnjo,
- uporabo (vzdrževanje, upravljanje in obratovanje),
- in zaključek življenjske dobe, ki so prikazane na sliki 1.

Vpliv odločanja v različnih fazah gradbenega objekta v odvisnosti od stroškov je prikazan na sliki 3. Horizontalna os prikazuje projektne faze in kritične čase T_i , v katerih morajo biti sprejete posamezne odločitve, ter čas, v katerem mora biti analiza posamezne faze opravljena. T_1 predstavlja začetek gradbene faze, T_2 pa kritični čas, v katerem morajo biti sprejete vse odločitve v tej fazi. Vertikalna os prikazuje kumulativne stroške, to so stroški, ki nastajajo skozi projekt, in stroške, povezane z odločitvijo znotraj življenjskega kroga projekta. Postopek odločanja se naj bi začel že v zgodnji fazi projekta in naj bi trajal do konca uporabe objekta.



Slika 4: prikaz stroškov celotnega življenjskega cikla gradbenega objekta in intervale T_i do T_{i+1} , v katerih morajo biti odločitve sprejete, vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

4.1 Faza študije izvedljivosti projekta

V začetni fazi zasnove in študije izvedljivosti investicije je potreba po podatkih minimalna. Glavne odločitve se nanašajo na utemeljitev upravičenosti investicije in zahtev, ki jim mora objekt zadostiti. Te zahteve razporedimo glede na pomembnost in jih ustrezno vstavimo v matriko. Običajno se zahteve naročnika nanašajo na čas, stroške, kakovost izdelave, v zadnjem času pa tudi na delovanje objekta v celotnem življenjskem ciklu. Prav zato se je povečalo zanimanje za optimizacijo stroškov in enostavnost vzdrževanja objekta v celotnem življenjskem ciklu objekta (glej tudi razdelek 1.1). Da si ustvarimo dobro izhodišče za nadaljnje faze projekta, določimo razpoložljiva sredstva, namenjena za analizo celotnih življenjskih stroškov (WLCC) ter ustrezno dokumentiramo predpostavke in ključne odločitve. Zahteve investitorja se spreminjajo in z njimi tudi stroški, zato je pomembno, da se v tej fazi jasno identificirajo pomembne zahteve, ki nam dajejo smernice za nadaljnje delo. Napovedovanje je vedno povezano z negotovostjo. To je razlog, da določimo minimalno in maksimalno limito za predpostavke stroškov in jih tako razdelimo v razrede malo verjetno, verjetno in zelo verjetno. Za izdelavo predračuna za WLCC upoštevamo tiste stroške, ki bodo

nastali v razredu verjetno. Rezultat analize naj bi dal podatke, na podlagi katerih bi se lažje odločili za nadaljnje delo.

Začetne faze načrtovanja so zelo izpostavljene tveganju z negotovostjo. Prisotno je lahko napačno razumevanje projektnih ciljev. Razumevanje projekta je v veliki meri odvisno od znanja projektantske skupine o celotnih življenjskih stroških objekta. Vse faze projektne dokumentacije so med seboj močno povezane, se ponavljajo in zahtevajo veliko sodelovanja vseh udeležencev. Tveganje se navezuje tudi na oceno pričakovanih stroškov, ki so prav tako podvrženi negotovosti glede časa in predvidenih stroškov izdelave študije izvedljivosti. Lahko se zgodi, da ocenjena razpoložljiva sredstva niso dovolj za izgradnjo in obratovanje objekta.

Preglednica 2: Tveganja in odzivi na tveganja v fazi študije izvedljivosti projekta, vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

FAZA ŠTUDIJE IZVEDLJIVOSTI	
IDENTIFIKACIJA TVEGANJA	MOŽNI ODZIVI NA TVEGANJE
nezadostna projektna formulacija, preiskava ali tehnična specifikacija	vredno premisliti o reviziji
pomanjkanje ustrezne finančne ocene projekta	pregled predpostavk in uporaba ekonomskih kazalcev učinkovitosti
nepopolna študija izvedljivosti	načrtovati in določiti naloge študije izvedljivosti v zelo zgodnjih korakih projekta
težave pri opisu naročnikovih zahtev v celotnem življenjskem ciklu objekta	zagotoviti temeljit razgovor z deležniki
težave pri oceni potrebnega časa in virov za dokončanje te faze	pogovor s strokovnjakom in ocena tveganja
težave pri razumevanju in postavljanju projektnih ciljev	prepričati se, da so vsi cilji določeni in predstavljeni naročniku
na začetku niso definirani celotni življenjski parametri	WLC parametri morajo biti del študije
slabo definiranje finančnih omejitev	poiskati strokovno mnenje
slabo določena odgovornost med deležniki	vsi vpleteni morajo posredovati svoje vizije in sodelovati v odločitvenem procesu
slabo določeni projektni parametri kakovosti	kakovostni parametri morajo biti vključeni v študijo izvedljivosti
slabo določene predpostavke za celotni življenjski cikel	glede predpostavk se je potrebno posvetovati s strokovnjakom na WLCC področju
zadosten pregled in priprava načrtov za pridobitev potrebnih dovoljenj	pripraviti in pravočasno predložiti vso potrebno dokumentacijo

V fazi študije izvedljivosti projekta je pri identifikaciji tveganja potrebno tveganje definirati, preučiti njegovo pogostost pojavljanja in velikost vpliva na objekt. Običajno nastanejo tveganja zaradi slabe definicije projektnih ciljev. Vsa najpogostejša možna tveganja ter možni odzivi so podrobno opisani v preglednici 2.

4.2 Faza idejnega projekta

Osnova za izdelavo študije idejnega projekta so potrebe in zahteve uporabnikov. V študiji se odločamo o primerni vrsti konstrukcije in zunanji podobi gradbenega objekta. Za primerno analizo WLCC so podatki o celotnih stroških nezadostni, zato uporabimo za gradbeno oceno oceno stroškov na kvadratni meter. Cilj vsakega investitorja je, da ob minimalnih stroških doseže maksimalne koristi, preračunane na sedanjo vrednost. Na podlagi dobljenih rezultatov se lahko investitor odloči o nadaljevalni fazi. S pomočjo WLCC analize, podprte s tveganji in izkušnjami, je potrebno pregledati vse variante tako z gradbenega kot tudi arhitekturnega stališča in se odločiti za optimalno. Razpoložljiva denarna sredstva za vzdrževanje so osnova za nadaljnjo WLCC analizo, ki potrebuje podatke o podobnih projektih oziroma splošne podatke, ki jih nato vstavimo v ustrezne računalniške programe in kot rezultat dobimo bodoče denarne tokove. Investitorja v tej fazi ne zanima točen izračun, temveč gibanje stroškov.

V fazi izdelave idejnega projekta se tveganja nanašajo predvsem na pravilno postavljene cilje in predpostavke življenjskih stroškov objekta. Način, kako interpretiramo cilje, ima velik vpliv na končno stanje objekta in celotnega projekta. Ostala tveganja, ki so opisana v preglednici 3, izhajajo predvsem iz pomanjkljivega postopka načrtovanja in delovanja, ki so posledica neprofesionalnosti delovne ekipe, jasnih definicij, vlog in odgovornosti, pristopov k načrtovanju, dostopnosti, potrebnih informacij in njihove interpretacije in nejasne definicije projektnih ciljev ter nejasne predpostavke WLCC stroškov.

Preglednica 3: Tveganja in odzivi na tveganja v fazi idejnega projekta, vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

IDEJNI PROJEKT	
IDENTIFIKACIJA TVEGANJA	MOŽNI ODZIVI NA TVEGANJE
Slabo definiran postopek načrtovanja in neprimeren program	Potrebno se je lotiti projektnega planiranja
Neprimerna delovna ekipa	Potrebno izobraževanje ali najem zunanje ekipe
Sprememba projektnih ciljev	WLC cilje morajo natančno definirati in pregledati strokovnjaki
Pomanjkanje komunikacije in zadrževanje informacij znotraj udeleženih	Potrebno je vzdrževati dobre odnose z udeleženi
Okoljske in planerske ovire	Potrebno pravočasno poročanje
Neprimerne informacije in analiza	Reorganizacija zbirke podatkov in pravnomočni rezultati analize
Neprimerna definicija parametrov celotnega življenjskega cikla	Preveri WLC predpostavke s strokovnjakom, preden jih uporabiš za analizo
Napačna interpretacija uporabniških zahtev/pričakovanj	Posvetuj se še enkrat, da potrdiš njihove zahteve
Neprimerno razporejene vloge in odgovornosti	Naročniki bi morali biti vključeni v proces odločanja pri soglasjih o glavnih ciljih
Plan celotnih življenjskih stroškov je slabo pripravljen	Pregled WLC plana in vzpostavitev kontrolnih mehanizmov
Razpoložljiva sredstva WLC osnovana na napačnih predpostavkah	Vpeljava kontrolnih mehanizmov in kontrola predpostavk skupaj s strokovnjaki
Nepremišljene strategije obratovanja	Preveri, če so strategije del WLC plana in končnih ciljev
Sprejete nepotrjene rešitve	Zagotoviti temeljito preiskavo in preveriti sprejeto rešitev
Netočna idejna naloga	Potrebno posvetovanje in razčistiti vse pomembne naloge
Pomanjkanje virov	Preveriti planirane vire s strokovne strani in priskrbiti zadostne zaloge
Nepopolno področje načrtovanja	Temeljita preiskava področne skice dela

4.3 Faza načrtovanja

Stroški upravljanja, vzdrževanja in obnove novega ali že obstoječega objekta predstavljajo 80% celotnih življenjskih stroškov. Nanje močno vpliva izbira materialov, oblika konstrukcije in izbrana metoda gradnje, zato se večino pomembnih odločitev sprejme v fazi načrtovanja. Vsak element objekta se oblikuje in konstruira variantno. Na podlagi koristi, WLCC in tveganja se izbere najboljšo varianto. Določi se čas uporabnosti objekta ali posameznih komponent nove ali že obstoječe zgradbe. Te podatke nam lahko zagotovi proizvajalec posamezne komponente. Poleg podatkov o trajnosti komponente nas zanima tudi, kako dolgo bo objekt ali komponenta zagotavljala okoljske in ostale funkcije. Na trajnost objekta vplivajo odločitve, ki so bile sprejete med celotnim življenjskim ciklom, zato je za natančno napoved trajnosti objekta potrebno upoštevati vse vplivne faktorje že v fazi načrtovanja. Potrebna je tudi analiza vpliva na okolje in ekonomska analiza za izbrano varianto, ki bo vplivala na nadaljnje stroške delovanja in vzdrževanja objekta.

Analizo vpliva na okolje lahko opravimo z metodo analize življenjskega cikla (*»life cycle assessment«*, LCA). LCA je metoda za ocenjevanje vplivov proizvoda z vidika okolja (SIST ISO 14040). Cilj LCA študije je zmanjšati negativne vplive objekta na okolje skozi celoten življenjski cikel tako, da se doseže manjša uporaba občutljivih materialov, porabe energije in emisije plinov v zrak in vodo. Analiza življenjskega cikla nam pomaga izbrati med alternativnimi izdelki izdelek, ki ima z vidika negativnih vplivov na okolje najmanjši učinek. Informacijo lahko uporabimo pri iskanju okoljevarstvenih rešitev ter iskanju ekonomičnih in kakovostnih izdelkov (Matelič 2006).

Na podlagi okoljskih, ekonomskih in funkcionalnih kazalcev določimo točno določeno smernice. Z izbiro določene rešitve privzamemo tudi stroške delovanja in vzdrževanja, ki so povezani s to izbiro. S tem dobimo možnost, da analiziramo pripadajoče koristi, ki niso le finančne, temveč tudi okoljevarstvene narave. Odločitve v fazi načrtovanja se navezujejo na:

- nadgradnjo vseh odločitev iz prejšnje faze,
- končne specifikacije detajlov,
- izdelavo konstrukcijskih detajlov,
- vpliv izbrane rešitve na stroške delovanja in vzdrževanja,

- pripravo za proizvodnjo,
- primerjavo stroškov in koristi za vsako varianto,
- natančno WLCC analizo za glavne komponent.

Pri načrtovanju gre predvsem za tveganja, povezana z dokončnimi odločitvami v povezavi z arhitekturnim izgledom objekta, konstrukcijo, operativo in WLCC. Izziv je predvsem v integriranju projektiranih skupin, ki so sodelovala pri razvoju projekta. Tveganja pa običajno izvirajo iz pomanjkanja učinkovite komunikacije in slabi razporeditvi odgovornosti. V preglednici 4 želim izpostaviti tveganje, povezano z upravljanjem sprememb načrtovanih sprememb, WLCC ciljev in predpostavk. Ti dogodki imajo za posledice časovne zaostanke in povečane stroške, zamude pri ključnih odločitvah, napake pri načrtih itd. Vsa ostala tveganja, povezana s fazo projektiranja, so predstavljena v preglednici 4.

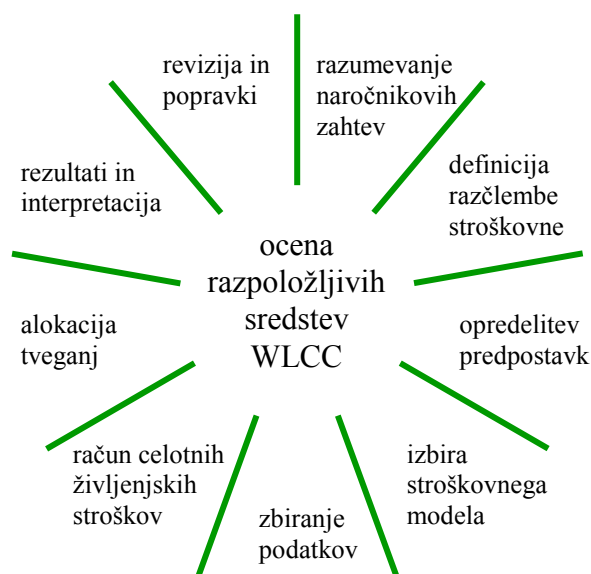
Preglednica 4: Tveganja in odzivi na tveganja v fazi načrtovanja, vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

NAČRTOVANJE (projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja)	
IDENTIFIKACIJA TVEGANJA	MOŽNI ODZIVI NA TVEGANJE
Velika izbira projektnih rešitev z različnimi parametri življenjskega cikla	Preučiti samo rešitev, ki je primerna za dosego WLC ciljev
Skladnost s standardi in predpisi	Preveriti, če so identificirani in upoštevani vsi predpisi
Težave pri izmenjavi podatkov	Izboljšanje koordinacije
Pomanjkanje koordinacije pri načrtovanju	Prisotnost neodvisnega managerja
Pomanjkanje skladnosti s finančnim planom projekta	Vpostaviti kontrole
Pozno dokončanje načrtov	Zagotoviti, da so kontrolni mehanizmi na pravih mestih
Projekt je prezapleten	Dopustiti možnost podaljšanja časa
Okolje in planske razmere otežujejo projekt	Pogovor s pristojnimi organi in določiti dodaten čas in denar
Sprememba parametrov življenjskega cikla	Preveriti, da so WLC predpostavke dobro definirane
Napake v načrtih	Narediti plan za zmanjšanje projektnih napak

Nezadostna komunikacija med projektantom in izvajalcem	izboljšanje koordinacije
Nedokončan plan celotnih življenjskih stroškov	WLC plan morajo preveriti strokovnjaki
Napake in pomanjkanje predpostavk v WLC	Urediti predpostavke s pomočjo strokovnjakov
Pozna uporaba planiranja	Plan, priprava in potrditev v predvidenem času
Sprememba parametrov WLCC zaradi spremembe zunanjih razmer (inflacija, davki ...)	Potrebno je zagotoviti zadostna finančna sredstva za podobne primere
Projekt ne odraža okoliščin življenjskega cikla	Uporaba kontrolnih mehanizmov
Informacija o produktih ne ustreza dogovorjenim standardom kakovosti	Uporaba sistema zagotavljanja kakovosti
Neučinkoviti parametri kontrole celotnih življenjskih stroškov	WLC predpostavke morajo dobro definirati in preveriti strokovnjaki
Zamude pri odobritvah dokumentacije	Preveriti, če so kontrolni mehanizmi na mestih
Nepripravo upravljanje s projektom	Dodatna izobraževanja ali naloge za boljše upravljanje
Pomanjkanje in zamuda informacij od proizvajalca ali dobavitelja	Vzpostavitev boljše koordinacije
Težavnost načrta	Posvetovanje s strokovnjaki in potreba po dodatnem času in finančnih sredstvih
Čakanje na potrditev načrtov	Načrti morajo biti predloženi zelo zgodaj
Naročnikove spremembe	Naročnikove zahteve morajo biti jasne in razumljive
Napake, izostanki, nedoslednost v načrtih	Uporaba sistema vodenja kakovosti

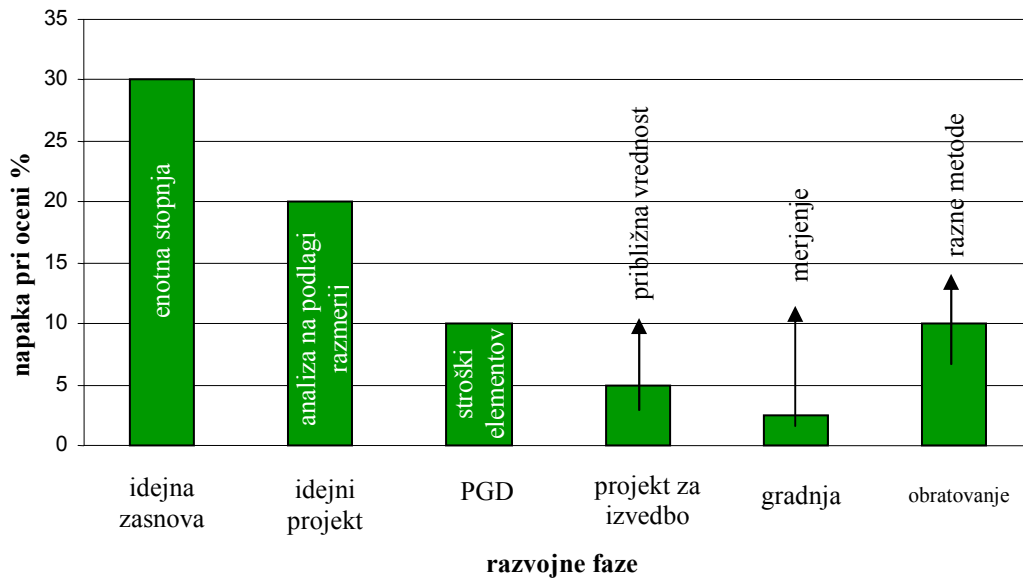
4.3.1 Načrtovanje celotnih življenjskih stroškov v fazi projektiranja

Izbira tehnologije gradnje in gradbenega materiala ni več izziv samo s tehničnega in ekonomskega stališča, temveč tudi iz vidika varstva okolja in zahtev po minimalnih življenjskih stroških objekta. Načrtovanje celotnih življenjskih stroškov mora zagotoviti dobre ocene vseh virov, ki so potrebni za upravljanje, vzdrževanje in končno odstranitev objekta. Natančno se mora oceniti razpoložljiva finančna sredstva, ki morajo pokrivati stroške za izvedbo projekta, upravljanje, zastarelost, okolje in rezerve za privzeta tveganja. Za lažjo oceno teh sredstev se uporablja okvir za oceno razpoložljivih sredstev, prikazan na sliki 5. Ta okvir omogoča pretok informacij med posameznimi fazami in hkrati zagotavlja ustrezne primerjave in smernice za nadzor celotnih življenjskih stroškov objekta.



Slika 5: integriran okvir za oceno razpoložljivih sredstev, namenjenih celotnim stroškom življenjskega cikla (WLCC), vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

V zgodnji fazi projekta je potrebno za oceno razpoložljivih sredstev, ki so na razpolago za celotno življenjsko dobo objekta. poznati naročnikove zahteve in za večjo kontrolo opraviti primerjavo s podobnimi projekti. Npr. pri podobnem projektu je bilo potrebno: 38% stroškov namenjenih obratovanju in vzdrževanju, 20% popravilom, 18% izgradnji, 10% ponavljajočemu zamenjevanju opreme, 8% rezervam na račun tveganja. Takšne primerjave in WLC ocena stroškov življenjskega cikla (»WLC budget«) sredstev pomaga odgovornemu pri odločanju o velikosti projekta. V zgodnji fazi je napaka ocene stroškov življenjskega cikla velika v primerjavi z ocenami, ki so narejene v kasnejših fazah, ko imamo na razpolago več podatkov, ki odražajo bolj realno stanje projekta. Iz slike 6 je razvidno, da se napake ocene stroškov življenjskega cikla ponovno povečajo v fazi obratovanja objekta, kar je posledica dolgotrajnosti dobe uporabe objekta. V temu obdobju pomembno vplivajo na nastajajoče stroške spremembe trendov v gradbeništvo in spremembe na trgu. Na sliki 6 so prav tako navedene metode za izračun stroškov, ki jih lahko uporabimo v različnih fazah projekta za oceno razpoložljivih sredstev. Slika 5 prikazuje razmerje med projektnimi fazami in napakami stroškovnih metod za oceno stroškov življenjskega cikla.



Slika 6: natančnost ocene stroškov celotnega življenjskega cikla in ustrezna metoda ocenjevanja v posameznih razvojnih fazah projekta, vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

Negotovost glede časa, stroškov in informacij ima velik vpliv na končno oceno, zato ocena ne more biti popolnoma natančna. V primeru, da poznamo trende in njihov vpliv na spremenljivke, lahko razvijemo dobre strategije za obvladovanje tveganih dogodkov. Delitev celotnih razpoložljivih sredstev po fazah nam omogoča lažjo identifikacijo nepredvidenih stroškov.

Po Zakonu o graditvi objektov (2005) se projektna dokumentacija deli na: idejno zasnovo, idejni projekt, projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, projekt za razpis in projekt za izvedbo. Tehnična dokumentacija, ki se nanaša na obstoječ objekt se deli na: projekt izvedbenih del, projekt za vzdrževanje in obratovanje objekta in projekt za vpis v uradne evidence.

Osnove za izdelavo idejne zasnove so zahteve naročnika, ki so hkrati podlaga za zgodnjo WLC oceno razpoložljivih sredstev. Idejna zasnova je skica in opis pomembnih značilnosti nameravane gradnje (Zakon o graditvi objektov, 2005). V tej fazi je ocena stroškov narejena na podlagi nekaj splošnih informacij, običajno izračunana v €/m² in običajno ne vključuje

stroškov obratovanja. Cena komponent je na primer podana na intervalu od -20% do +30%. Pri oceni razpoložljivih sredstev upoštevamo stroške graditve objekta, stroške zemljišča, finančne stroške, nadomestila, možne stroške rušenja, davke, zavarovanja, stroške opremljanja, stroške obratovanja, stroške zastaranja in okoljske stroške. V nadaljevanju naj bi se naredila tudi analiza hrupa območja, kjer bo objekt stal. Navedene stroške določimo na podlagi primerjave že obstoječih projektov in strokovne ocene ter na podlagi pričakovanih tveganj določimo spremenljivost stroškov. V oceni celotnih stroškov življenjskega cikla se upoštevajo izključno zahteve naročnika. Vse ostale zahteve obravnavamo kasneje. Tako lahko dosežemo optimalno razmerje med stroški, časom in kakovost.

Ena od glavnih odločitev je izbira izvajalca, saj bo imel ta neposreden vpliv na izvedbo, kakovost in funkcionalnost objekta. Projekt bo izvedljiv, ko bo zadoščeno funkcionalnim, tehnološkim, upravljalnim, okoljskim in finančnim zahtevam, med katerimi je potrebno poiskati pravo razmerje. Pomembno je, da se zavedamo pomena prihrankov pri stroških upravljanja, saj ti vplivajo na ekonomičnost projekta veliko bolj kot stroški izgradnje. Potreben je ožji izbor naročnikovih zahtev, od katerih damo prednost bolj pomembnim in na podlagi tega določimo meje razpoložljivih sredstev.

Idejni projekt je sistematično urejen sestav takšnih načrtov, na podlagi katerih je pristojnemu organu omogočeno, da se odloči o najustreznejši varianti nameravane gradnje (Zakon o graditvi objektov, 2005). Idejni načrt se izdelava za potrebe zunanjšega izgleda in konstrukcije. Načrt ocene razpoložljivih sredstev za WLCC stroške vsebuje predvsem delitev in nadgradnjo WLCC ocene, ki je bila pripravljena v fazi idejne zasnove. Pod delitev je mišljena delitev celote na posamezne komponente, npr. konstrukcijo, notranjo opremo itd. Na podlagi faktorjev učinkovitosti se izdelava ocena vseh alternativ glede izgleda in konstrukcije objekta. Predvidena finančna sredstva za stroške celotnega življenjskega cikla morajo vsebovati vsa prisotna tveganja, povezana z glavnimi odločitvami pri izbiri konstrukcije in oblike objekta. Rezultat načrta razpoložljivih sredstev je obsežna delitev na glavne komponente objekta, vključno s trajnostjo, z vzdrževanjem, upravljanjem in s stroški zamenjave teh komponent.

Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja je sistematično urejen sestav takšnih načrtov, na podlagi katerih je pristojnemu organu omogočeno, da presodi vse okoliščine, pomembne za izdajo gradbenega dovoljenja (Zakon o graditvi objektov, 2005).

WLCC načrtovanje vsebuje dokončanje načrta. Na podlagi predhodnih ocen se izbere najboljšo alternativo. Vse pomembne odločitve, ki vplivajo na izbrano arhitekturo, izvedbo in upravljanje, se podrobno obravnava in dokončno sprejme. Pri tem je pomembno, da se upošteva vse naročnikove zahteve. Za WLCC analizo pripravimo vse glavne komponente, za katere se določi življenjska doba in plan vzdrževanja. Na tem mestu moramo plan WLC stroškov večjih komponent natančno oceniti. Za pripravo plana je zadolžen investitor v sodelovanju s projektantom. V tej fazi obravnavamo:

- oceno stroškov celotnega življenjskega cikla,
- preverimo, če so v računu zajeti vsi stroški,
- kakovost komunikacije med udeleženci,
- kompatibilnost razporeditve prihodnjih stroškov in ocene.

Projekt za izvedbo je projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, dopolnjen s podrobnimi načrti, na podlagi katerih se v skladu s pogoji iz gradbenega dovoljenja gradnja lahko izvede (Zakon o graditvi objektov, 2005). WLCC ocena razpoložljivih sredstev se spremeni zaradi boljšega poznavanja razmer in informacij, zato so potrebna detajlna merjenja in natančnejše ocene. Pred pričetkom gradnje je treba rešiti vsa odprta vprašanja, ki se nanašajo na celoten življenjski cikel objekta. Izvedena mora biti detajlna analiza arhitekturnih alternativ v smislu vzdrževanja ter upravljanja objekta. Sprejme se vsa predvidena tveganja, vezana na gradnjo, za katera imamo že določena finančna sredstva. Vse komponente objekta moramo poskusiti in oceniti rok trajanja. Pri nekateri delih se izkaže, da so zelo dragi in hkrati tvegani. Za takšne dela je potrebna konstantna kontrola.

Razpoložljiva sredstva definiramo in razčlenimo po obdobjih življenjskega cikla. Bolj podrobna kot je razčlemba, bolj natančen bo lahko plan sredstev, namenjenih WLCC-ju. Učinkovita razčlemba stroškov mora biti osredotočena na končni proizvod in vsebovati

podatke o trajnosti proizvoda, stroške obratovanja in vzdrževanja, pogostosti zamenjave delov, rezerv zaradi tveganja in tveganj zaradi napačne informacije.

Pri napovedovanju ocene razpoložljivih sredstev WLCC upoštevamo določene predpostavke, ki predstavljajo v napovedi pomemben začetni element. Pripomorejo k temu, da dobimo bolj objektiven pogled na oceno, ker prikazujejo, katere stroške vsebuje. Nujno je, da predpostavke v celoti evidentiramo, saj jih lahko tako kasneje zaradi spremenljivih okoliščin prilagodimo. Možne predpostavke so opisane v poglavju 3.

Izbira WLCC modela je odvisna od znanih zahtev uporabnika, razpoložljivosti podatkov, zahtevnosti projekta in izkušenj projektanta. Običajno pa se izbere kombinacija med različnimi modeli.

Določene predpostavke in zbrani podatki nam dajo možnost, da lahko pričnemo z oceno celotnih življenjskih stroškov. Pri izračunu stroškov si lahko pomagamo z Excelovim modelom ali posameznimi programi, na primer WLC standardnimi preglednicami. Sam sem pri analizi stroškov uporabil norveški model, ki je narejen v MS Excelu.

WLCC tveganje zahteva upoštevanje stroškov, ki lahko slučajno nastanejo in se nanašajo na gradnjo in obratovanje. Del stroškov se tu skriva med faktorji tveganja.

Interpretacija rezultatov je lahko popolnoma preprosta ali pa prikazana s simulacijami ali grafi na podlagi verjetnosti in statističnih metod. Bistvo je, do so ti investitorju prikazani na razumljiv način. Zaželeno je, da so izpostavljene ocene stroškov, ki predstavljajo velika tveganja. V primeru sprememb se morajo te takoj ponovno evidentirati in ponovno vključiti v projekt ocene.

4.4 Faza gradnje objekta

V fazi gradnje objekta se razmerja med naročnikom in izvajalcem uredijo z gradbeno pogodbo, v kateri se poleg predmeta pogodbe, roka in cene določi tudi, katera tveganja

prevzame posamezna pogodbeni stranka. Če tveganja niso pravilno razporejena, je upravljanje z njimi oteženo in v takšnih primerih pride pogosto do sporov.

Preden se lotimo gradnje objekta, ponovno preverimo, če sta identifikacija tveganj in strategija obvladovanja tveganja še vedno ustrezni. Preverimo, če se je v času projekta pojavila kakšna sprememba v tehnologiji, v zahtevah naročnika in zakonodaji. Za nastale spremembe ponovno preučimo tveganja. V fazi gradnje je potrebna natančna kontrola in tekoče spremljanje gradbenih del. Potrebno je slediti glavnim smernicam in pri tem skrbeti, da ne presežemo finančnih sredstev, namenjenih gradnji. Kakovost objekta mora ostati v mejah, ki so v skladu s predpisi in zahtevami naročnika. V fazi gradnje objekta moramo sprejeti:

- v primeru spremembe nadgradnjo predhodne odločitve,
- izdelati raspored gradbenih del,
- izbrati način plačila storitev,
- mehanizme kontrole in poročanja,
- metode oziroma tehnologije gradbenih del,
- možnosti gradnje,
- preveriti možne vire in izbrati take, ki so v skladu s prepisano kakovostjo objekta.

Tveganja, povezana z gradnjo, so predvsem povezana z verjetnostjo, da bodo finančna sredstva zadostna in da bo predviden čas za izvedbo projekta dovolj dolg. Večji del nepotrebnih dodanih stroškov je posledica neakovostne gradnje objekta in zamud pri gradnji, kar vodi do neskladnosti objekta z ustreznimi specifikacijami. Vzrok pojava naštetih tveganj je slaba ocena WLC razpoložljivih sredstev, zamud in nerazumevanja naročnikovih zahtev. Možna so tudi tveganja, vezana na samo pogodbo, podizvajalske pogodbe in ustrezno dobavo.

V fazi gradnje objekta lahko dejavnike, ki vplivajo na stroške celotnega življenjskega cikla objekta, razdelimo v tri široke skupine:

- metoda gradnje (Izbira metode je zelo pomembna, saj za seboj potegne tudi vse stroške izgradnje objekta.),
- izbira komponent (V primerih, ko komponent objekta vnaprej ni izbral projektant oz. naročnik, izvajalec sam izbere komponento, ki ga bo vgradil v objekt. Izbrani proizvod

je v skladu z vsemi predpisanimi specifikacijami, vendar ima lahko povsem drugačen vpliv na WLCC.),

- nadzor glavnih WLCC predpostavk (Obvezen je nadzor WLCC predpostavk, ki smo jih naredili v fazi načrtovanja. V primeru njihovih sprememb je potrebna ponovna kalkulacija in napoved stroškov. Pogosto se med gradnjo spremenijo stroški dela. Nadalje lahko spremeni prvotno oceno neprimerno znanje delovne ekipe.).

Kartam (2001) deli tveganja v fazi graditve objekta glede na odgovornost za tveganje. Tako so tveganja razdeljena glede na pripadnost in pomembnost:

- na tveganja, za katera odgovarja konstruktor,
- tveganja, ki so posledica investitorja,
- kombinirana tveganja omenjenih dveh ter
- tveganja, ki nimajo natančno določenega nosilca.

V preglednici 5 so prikazana vsa tveganja in njihovi odzivi glede na odgovornost za tveganje v fazi gradnje.

Preglednica 5: Prikaz tveganj in njihovih odzivov glede na odgovornost za tveganje, vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

FAZA GRADNJE OBJEKTA		
Delitev tveganja	IDENTIFIKACIJA TVEGANJA	MOŽNI ODZIVI IN PRISTOPI NA TVEGANJE
IZVAJALEC	Razpoložljivost delavcev, materiala in opreme	Dobre razmere z dobavitelji in pravočasna plačila
	Prekinitve proizvodnje	Zagotoviti skladnost z lokalnimi kolektivnimi pogodbami
	Produktivnost delavcev in opreme	Redno formalno in neformalno usposabljanje
	Koordinacija z podizvajalci	Urediti formalne poti komunikacije z podizvajalci
	Varnost in zdravje	Skladnost z varnostnim načrtom
	Usposobljenost delavcev	Redni pregledi in usposabljanje
	Natančnost projektnega programa	Redna revizija in pregled programa

	Zmožnosti izvajalca	Uporaba razpisov, ki omogočajo izbiro
	Napake materialov in komponent	Uporaba certificiranih materialov in komponent
	Spremenljive razmere na gradbišču	Temeljiti pregled pred gradnjo
	Dejanske količina dela	Temeljiti pregled in revizija količin
	Slabe vremenske razmere	Pregledovanje dnevnih napovedi
	Inflacija cen	Vključitev rezervnih sredstev v stroške
UPORABNIK	Slabi napotki	Iskanje konstrukcijskih nasvetov od različnih resursov
	Koristi od projekta pod pričakovanji	Zagotoviti temeljito raziskavo trga z ustreznimi rezultati
	Zamude pri dokončanju	Nadzorovanje napredka z izvajalcem in delovno ekipo
	Nepredvidljivi stroški	Predvideti rezervna finančna sredstva
KOMBINACIJA	Spremembe (soglasne)	Izogibanje kompleksnim oddaljevanjem od prvotnega načrta
	Naravne nesreče	
	Vojna	
	Finančen neuspeh	Nadzorovanje denarnega toka
NIRAZDELJEN	Dostopnost do zemljišča	
	Nepripravljena projektna dokumentacija	Tesno sodelovanje naročnika in projektanta
	Državni predpisi	
	Zamuda zaradi tretjih strank	Urediti pravilne kanale komunikacije z vsemi deležniki

V običajnih pogodbah odgovarja izvajalec predvsem za tveganja, ki so nastale med gradnjo objekta, tako da je njegova obveznost glede celotnega življenjskega cikla dokaj nizka. Prav nasprotno pa se dogaja pri projektih v okviru zasebno javnih partnerstev (JZP), kjer je izvajalec odgovoren tudi za tveganja v obdobju pogodbenega roka uporabnosti objekta, običajno 25 - 30 let uporabne dobe. S sprejeto odgovornostjo za posledice gradnje v fazi uporabe objekta se tveganja v celotnem življenjskem ciklu močno povečajo. Običajna tveganja v takšnih projektih se nanašajo na:

- prekoračitev predvidenih stroškov graditve in upravljanja,

-
- zamude in dobava storitve,
 - načrtovanje objekta, ki ne prinaša dogovorjenih uslug,
 - spremembe zakonov, vključno z davčnimi reformami, ki povišajo stroške upravljanja.

Izbira materiala ima pri takšnih projektih pomembnejšo vlogo kot pri konvencionalnih projektih. Njihova trajnost in menjava imata velike posledice na stroške celotnega življenjskega cikla (WLCC), tako da sta investitor in izvajalec zainteresirana za takšno kakovost izbranih materialov in proizvodov, ki rezultira v višjem nivoju obnašanja objekta med fazo uporabe. Posledično s tem težimo k večji kakovosti nepremičnine. Tveganja pri investitorju so v fazi gradnji objekta manjša od tveganj izvajalca. Prav tako so ta manjša pri JZP projektih, kjer je zasebni partner praviloma tudi izvajalec. Pri gradnji objekta se poleg tveganj, naštetih v preglednici 5, pojavljajo tudi tehnična tveganja, ki se povečujejo sorazmerno s težavnostjo projekta. Omenjena tveganja bi morala biti definirana že z razpisom. Dobro kvalificirani delavci, ustrezen obseg predhodnih raziskav in ustrezne specifikacije doprinesejo k zmanjšanju tehničnih tveganj. Pomembno je omeniti še tveganja, povezana z globalnimi in lokalnimi ekonomskimi, finančnimi in političnimi trendi. Ta tveganja so težko merljiva in jih je pogosto težko napovedati, zato je za njihovo zmanjšanje nesmiselno postavljati kakšno določeno strategijo. Kljub temu pa jih moramo identificirati. Organizacijsko tveganje se nanaša predvsem na velikost napak pri delu in soočenje s posledicami napak.

Za zagotavljanje optimalnega pristopa k navedenim tveganjem je na voljo kar nekaj tehnik. Tveganja bi morala biti dodeljena osebi, ki bo lahko najbolj obvladala tveganje. V primeru, da ta ne prevzame odgovornosti, kasneje s tveganjem, če se pojavi, ne sme upravljati. Pristop k tveganju lahko vodimo dvofazno. V prvi fazi pristopa k tveganju uporabimo kvalitativne tehnike, opisane v razdelku 2.3. Z njimi določimo, kakšne vrste tveganja obstajajo in kdo bo zanje odgovoren. V drugi fazi pa nadaljujemo s pomočjo kvantitativnih pristopov, s katerimi določimo, kako bomo do tveganj pristopili. Obstajajo tudi drugačni načini dodelitve tveganja in eden od njih je dogovor o delitvi odgovornosti. V tem primeru se odgovornosti razdelijo na odgovornosti, ki jih nosi naročnik, in odgovornosti, ki jih nosi izvajalec. Pri tem je nujen formalni dogovor o razdelitvi tveganj.

Identificirana tveganja se bodo skozi gradnjo spreminjala. Zato je pomembno, da je proces upravljanja s tveganji iterativen. V primeru, da se pojavijo nova tveganja, je pomembno, da so identificirana hitro in da se zanje določi odgovornost. Postopek zahteva stalno prisotnost kontrole skozi celoten WLCC postopek. Na tveganja, ki se pojavijo v fazi graditve objekta, se lahko odzovemo na dva načina: ukrepamo preventivno ali zmanjšamo tveganje. Preventivni ukrep lahko zmanjša tveganje v zgodnji fazi, vendar z možnim stranskimi posledicami. Zmanjšanje tveganja je manj škodljivo, saj je njegov edini cilj zmanjšanje tveganja na minimum.

4.5 Faza uporabe objekta

Po končanju gradbenih del in primopredaji gradbenega objekta se v današnji praksi običajno zanimanje za objekt s strani izvajalca konča, z izjemo uveljavljanja garancij in odprav napak. Prav tu pa se pokaže pomen določitve stroškov celotnega življenjskega cikla, saj se bo v fazi uporabe objekta pokazalo, kakšni stroški so povezani z nadaljnjim delovanjem objekta, ki so posledica predhodnih faz in odločitev v teh fazah.

Stroški obratovanja, vzdrževanja in upravljanja so opisani v Pravilniku o standardih stanovanjskih stavb in stanovanj. Obratovalni stroški po tem pravilniku so stroški v zvezi z dobavami in storitvami, potrebnimi za zagotovitev pogojev za bivanje v stanovanju (individualni obratovalni stroški) in v stavbi kot celoti (skupni obratovalni stroški). Vsakokratni uporabnik stanovanja plačuje obratovalne stroške. Vzdrževanje po tem pravilniku pomeni izvedbo vseh del, ki so potrebna za to, da se ohranjajo stanovanjske stavbe in stanovanja kot celote v dobrem stanju in omogočajo njegovo uporabo.

Osredotočimo se na uporabo modelov za opazovanje in kontrolo stroškov, ki dajejo lastniku oz. upravljavcu uporabne informacije o uspešnosti projekta skozi celotno življenjsko dobo. Modele za analizo stroškov celotnega življenjskega cikla lahko razdelimo na:

- že obstoječe modele, ki smo jih načrtovali in uporabili že v zgodnjih fazah projekta, in jih za analizo faze uporabe le dogradili ter
- nove modele, ki niso bili predhodno (v zgodnjih fazah projekta) načrtovani.

Eden glavnih razlogov, da je prišlo do WLCC modeliranja v fazi uporabe objekta je pojav javno-zasebnih partnerstev, kjer se praviloma vsa tveganja, povezana z uporabo in vzdrževanjem objekta, prenesejo na izvajalca. Odnos izvajalca do nivoja obnašanja objekta v fazi uporabe se s tem zelo spremeni, ena od možnih posledice pa je lahko boljša kakovost same zgradbe in cenejše obratovanje. Kakovost in količino uslug zgradbe je težko določiti le na podlagi preproste primerjave z drugimi objekti in kazalci učinkovitosti. Za to je potrebna še WLCC tehnika, ki omogoča analitiku pridobitev dodatne informacije o stroških obratovanja. S tem pridobijo upravljavec in uporabniki potrebno zvezo med stroški in odločitvami za prihodnost. Lastnik objekta bo poleg dolgoročnih napovedi stroškov vzdrževanja, popravil, upravljanja in finančnih stroškov zahteval še kazalce učinkovitosti in primerjavo sedanjega stanja z napovedjo, ki je bila izdelana v predhodnih fazah. Napovedovanje stroškov upravljanja nujno vsebuje tveganja. Razmerje med stroški gradnje in stroški upravljanja je zelo veliko in sorazmerno s tem razmerjem se povečuje tudi tveganje. Raziskave so pokazale, da 1\$ porabljen za stroške gradnje pomeni dodatnih 50\$ za vzdrževanje in 200\$ za upravljanje (Royal Academy of Engineering 1999).

4.5.1 Modeli za napovedovanje WLCC izdelani v fazi projektiranja

Pri objektih, kjer že obstaja WLCC model, bo potrebno razčleniti ne samo stroške investicije, temveč tudi izdelati podrobne napovedi stroškov za vsakega od stroškovnih centrov (slike 7, 8, 9). Centri so neodvisne zaključene celote stroškov in lahko predstavljajo elektriko, upravljanje vzdrževanje, itd. Za vsak center pa se ločeno od ostalih izdelava predračun. V fazi določanja celotnih stroškov življenjskega cikla so vrednosti posameznih centrov negotove in zato opisane kot stohastične vrednosti. Med samo uporabo objekta bomo dobili dejanske rezultate obratovanja in tako bodo vse vrednosti postale točno določene. Na ta način nadgradimo obstoječi model z novimi podatki in primerjamo dobljen rezultat s predhodno narejenim modelom. Da dobimo prave podatke za sledenje stroškov, moramo na ustrezna mesta postaviti merilne sisteme, s katerimi bomo te podatke pridobili. Primeri vključevanja stroškov znotraj posameznega stroškovnega centra so prikazani na slikah 7 (vzdrževanje), 8 (energija), in 9 (upravljanje z objektom).

4.5.2 Modeli za napovedovanje WLCC, izdelani v fazi uporabe

Pri objektih, kjer WLCC model celotnih stroškov življenjskega cikla ni bil predhodno narejen, lahko v primeru, da je lastnik objekt primerno vzdrževal in zbiral podatke, naredimo napoved stroškov v prihodnje. Problem pa se pojavi, če takšnih, historičnih podatkov ni na voljo. V tem primeru je prvi korak vzpostavitev sistema zbiranja podatkov. Zbrani podatki nam dajo možnost, da na njihovi osnovi izdelamo model. Analitiku je na razpolago veliko zunanjih podatkov.

- Stroškovni modeli obstoječih modelov (V strokovni literaturi lahko danes najdemo stroškovne modele za nove zgradbe(zlasti bolnice, državne zgradbe, ...). Ti modeli običajno vključujejo ocene stroškov obratovanja (na podlagi obstoječih objektov). Probabilistično oceno teh stroškov lahko dobimo iz treh posameznih ocen.)
- Ocena »treh točk« (Predstavi možne stroške, kot tri točke, ki predstavljajo minimalno, maksimalno in srednjo vrednost.);
- Merjenje na podobnih objektih - za stroške energije (Napovedovanje stroškov za energijo je lahko enostavno, saj lahko uporabimo obstoječe podatke iz podobnih projektov. Napoved naredimo za določeno časovno obdobje. V primeru pomanjkanja teh podatkov lahko uporabimo oceno »treh točk«.

Potrebna je ocena stroškov obratovanja gradbenega objekta. Za čim boljšo optimizacijo stroškov izdelamo kratkoročne ter dolgoročne plane, ki so potrebni za delovanje in vzdrževanje objekta. Poskrbeti moramo, da se podatki o tekočem obratovanju zbirajo na ustrezen način, ter da jih pravilno obdelamo. Na podlagi letnih poročil o delovanju objekta naredimo podrobno analizo in na podlagi tega izdelamo plane vzdrževanja. Analiza ne sme biti enkratna, temveč jo moramo izvajati neprekinjeno. Le tako lahko sprejmemo dobre odločitve v zvezi z modernizacijo, rekonstrukcijo objekta ali končno odstranitev. Nadalje moramo določiti vsoto denarnih sredstev, potrebnih za vzdrževanje, stroške ogrevanja, porabo električne energije, zavarovanje in čiščenje objekta. Prav tako predvidimo pogostost in način menjave komponent in popravil strojne opreme.

4.5.3 Tveganja v fazi uporabe/obratovanja

Tveganja v fazi uporabe objekta se nanašajo predvsem na nepričakovano krajšo življenjsko dobo nepremičnine ali posamezne komponente, na funkcionalno, ekonomsko ali tehnološko učinkovitost objekta, na možnost, da objekt ne bo prinašal zelenega dohodka zaradi prekomerne porabe virov ali velikih potreb po finančnih sredstvih za popravila in vzdrževanje (Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004). Zaradi dolgotrajnosti projekta se pojavijo tudi zahteve po menjavi opreme, ki bo najverjetneje tehnološko napredovala od predhodne. Pri finančnem tveganju, ki predstavlja neprimerno razporejanje denarnih sredstev, lahko v najslabšem primeru pripelje do prodaje nepremičnine. Pomembno je, da se zavedamo, da bo kljub prenesenemu tveganju vedno prisoten nek ostanek tveganja, ki ga nismo predvideli.

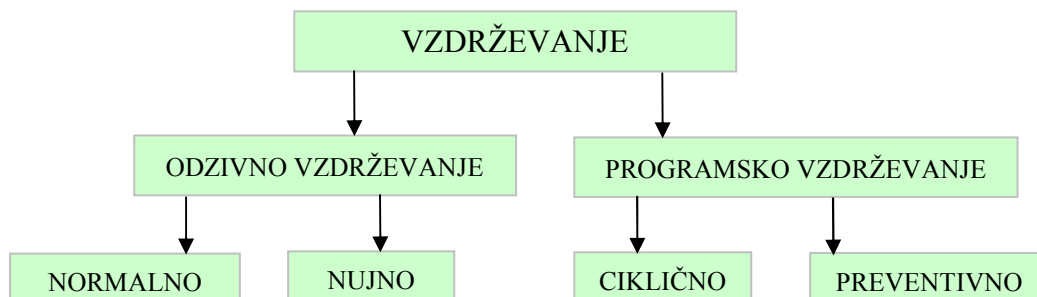
Pri planiranju razpoložljivih sredstev moramo imeti določena zadostna sredstva, namenjena obvladovanju zgoraj navedenih tveganj. Posebej pomembna so sredstva pri večjih objektih, kot so bolnice, šole in podobne objekti, kjer mora biti delovanje neprekinjeno. Pri takšnih objektih je funkcionalnost vedno na prvem mestu, pred stroški.

V fazi uporabe objekta obstaja veliko število tveganj, zato je primerno, da jih razdelimo v več različnih t.im. stroškovnih centrov. Običajno so stroškovni centri razdeljeni na vzdrževanje, porabo energije, upravljanje nepremičnine in finančne centre, ki jih lahko še na dalje členimo. Analitik mora nato identificirati posamezna tveganja, ki so vezana na izbrano komponento stroškov ter določiti ukrepe za odziv. Za to lahko uporabljamo nekatere kvalitativne tehnike, kot so spiski tveganj in razporeditev tveganj v matrike, ki so podrobneje opisane v razdelku 2.3. Tveganja lahko opazujemo tudi s pomočjo kazalcev obnašanja. Zahteve za obnašanje (*»performance requirement«*) običajno podamo že v zgodnji fazi projekta. Izpolnjevanje teh zahtev moram slediti med celotno življenjsko dobo objekta.

4.5.4 Stroškovni centri

Dela, ki vključujejo sanacijo ali predelavo objektov, običajno ne vključujemo v stroškovni center za vzdrževanje. To se sklada z definicijo stanovanjskega zakona. S pomočjo uvedbe stroškovnih centrov razčlenimo stroške, ki se pojavljajo med uporabo objekta. Stroški

vzdrževanja so posledica stroškov nadziranja, pregledov in dela, potrebnega za ohranjanje, popravila in zamenjave.

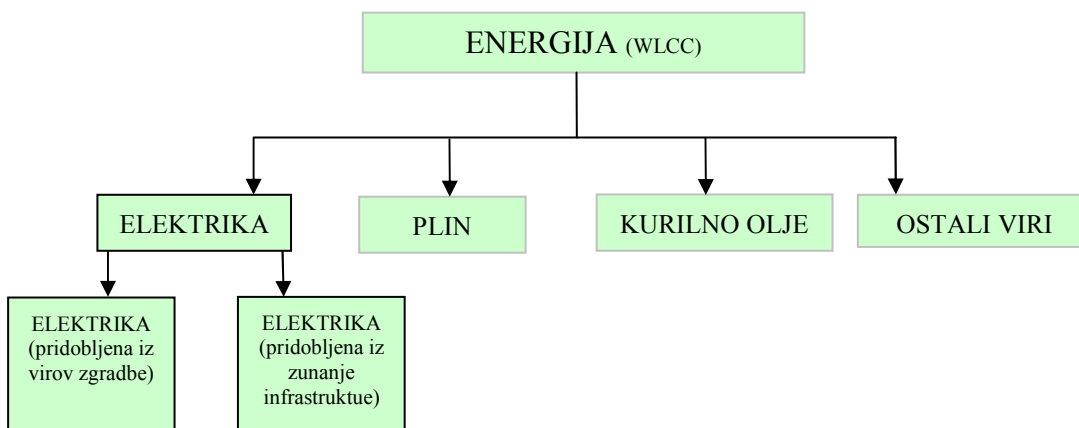


Slika 7: Klasifikacija režimov vzdrževanja, vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

Za lažji in bolj učinkovit nadzor bi vse organizacije, ki upravljajo z objekti, bi morale imeti spisek nujnih vzdrževalnih del. Odzivno vzdrževanje običajno delimo na normalno in nujno vzdrževanje. Ta delitev odraža nujnost oziroma prioriteto posameznega primera. Pobuda za odzivno vzdrževanje običajno da uporabnik objekta. Programsko oziroma načrtovano vzdrževanje delimo na ciklično (redno) in preventivno. Ciklično vzdrževanje se vrši v vnaprej določenih časovnih intervalih ne glede na stanje elementa. Preventivno vzdrževanje se ukvarja s komponentami, ki so dosegle konec življenjske dobe, ali pa gre za vzdrževanje, ki ga priporoča proizvajalec komponente. Vzdrževanje zgradb običajno delimo na:

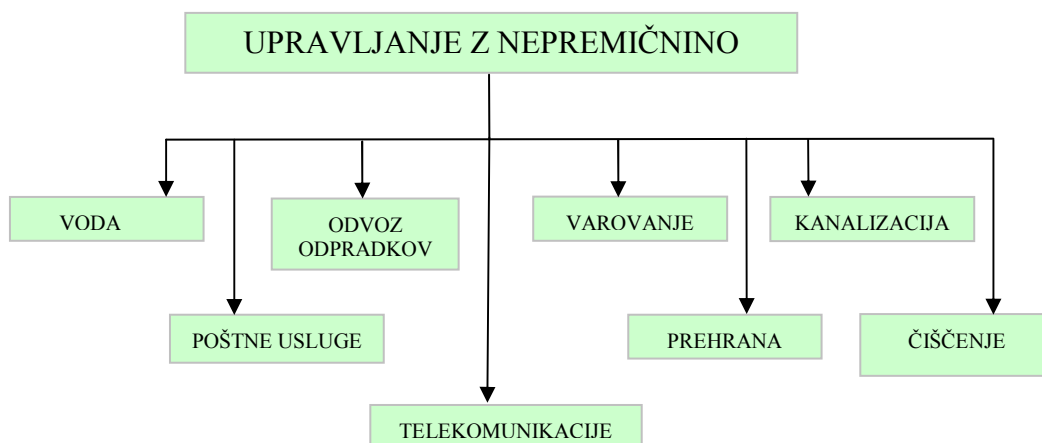
- Vzdrževanje zgradbe naj bi vsebovalo vsa vzdrževalna dela glede strehe, zidov, oken, notranjih površin, stropov, pregrad itd.
- Vzdrževanje instalacij, ki vsebuje vzdrževanje ogrevalne, hladilne in prezračevalne opreme, generatorjev, varnostnih sistemov, grelcev za vodo, električne napeljave, opreme itd. Prav tako so v te stroške vključene vse montaže na strehi, ki so povezane z notranjim oskrbovanjem, kot je primer klime. Ta vrsta vzdrževanja se pojavlja tako na zgradbah kot na inženirskih objektih.
- Vzdrževanje zunanjih delov vključuje zunanjo razsvetljavo, dovozno pot, vrtove, kanalizacijo itd.

Center za energijo vsebuje letne stroške vseh energijskih oskrbovalcev zgradbe. Pri tem mislimo na stroške elektrike, naravnega plina, kurilnega olja in energije iz drugih virov med celotnim življenjskim ciklom objekta.



Slika 8: Razdelitev stroškov energije (primer za električno energijo, vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004)

Pod pojem upravljanje z objektom (*»facilities management«*) razumemo opravila, ki koordinirajo fizični delovni prostor z ljudmi in delom organizacije, pri čemer integrirajo principe različnih področij: upravljanje arhitekture ter vedenjskih in tehničnih ved. Namen upravljanja z objekti je povečati vrednost storitev (t.j. večja kakovost storitve ob nespremenjeni ceni ali pa nespremenjena kakovost za nižjo ceno). Stroški so torej pomemben del upravljanja z objekti. Ta stroškovni center upravljanja s stroški je lahko razdeljen na več manjših delov (slika 9).



Slika 9: Klasifikacija upravljanja z objekti (»*facilities management*«), vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

4.5.5 Identifikacija tveganj

Na podlagi prikazanih centrov na slikah 7, 8 in 9 lahko podatke uporabimo za identifikacijo tveganj v fazi uporabe objekta. Sam postopek upravljanja s tveganji ni tako pomemben kot identifikacija tveganj. V preglednici 6 so prikazani primeri običajnih tveganj in odzivov nanje, ki se lahko pojavijo med uporabo objekta.

Preglednica 6: Prikaz tveganj in možnih odzivov v fazi uporabe objekta, vir: Boussabaine, A., Kirkham, R., 2004

FAZA UPORABE OBJEKTA		
Delitev tveganja	IDENTIFIKACIJA TVEGANJA	MOŽNI ODZIVI NA TVEGANJE
VZDRŽEVANJU WLCC	Pomanjkanje izkušenih delavcev za vzdrževanje	Izobraževanje, povečana kontrola, boljše okrepitve
	Napake gradbenega materiala/komponent	Zagotavljanje učinkovitih načinov vzdrževanja, redno ocenjevanje stanja
	Slaba kakovost vzdrževanja	Revizija obstoječih načinov vzdrževanja
	Povečane zahteve opreme	Zagotovitev, da je obstoječa infrastruktura primerna
	Nepričakovana zastarelost opreme	Povečati jamstvo pri kritični opremi

ENERGIJA WLCC KOMBINACIJA	Povečanje stroškov energije	Stalno opazovanje cen na trgu
	Povečanje zahtev po energiji	Zagotoviti, da so ukrepi za učinkovitost primerni
	Nekonkurenčne ponudbe	Primerjava s konkurenco in opazovanje cen na tržišču
	Napaka pri dobavi energije	Zagotoviti, da rezervni sistem deluje
	Napaka pri ukrepih za enrgijsko učinkovitost	Izobraževanje osebja
UPRAVLJANJE OBJEKTA	Ovisnost od ključnih dobaviteljev (povečanje cene)	Iskanje dobaviteljev z razpisom
	Nezadostna kupna moč	Uporaba konzorcijev
	Kraje in ostale varnostne napake	Povečanje primerne osebja, redna presoja objekta
	Sprememba vodilnih, zaposleni ostanejo	Povečati komunikacijo z managementom in delovno silo, boljše šolanje in investiranje v osebje
	Povečanje stroškov zaposlovanja	- II -
	Prenaseljenost objekta	Redno napovedovanje zasedenosti
FINANCE	Povečanje obrestne mere	Simulacija napovedi odklona obrestne mere – glede na rezultat primerna denarna sredstva
	Pomanjkanje bodočih investicij	
	Povečanje finančnih obveznosti	Učinkoviti protokol za ekonomsko upravljanje, zmanjšati potrebo po posojilih
	Tveganja ob koncu življenjske dobe	Iskanje potencialnih kupcev pred začetkom zapiranja
	Zunanja finančna tveganja	- II -
	Nepričakovano zastaranje objekta, naprav in opreme	Podaljšati garancije za kritične komponente

4.6 Faza konca življenjske dobe - zastarelosti objekta ali rušitev objekta

Na podlagi kazalcev WLCC analize, ki v nekem času pokažejo, da gradbeni objekt ni več rentabilen, se odločimo za rušenje, s katerim se konča življenjski cikel gradbenega objekta. Pri tem je smiselno, da se pozanimamo o možnih stranskih učinkih rušenja objekta in posledicah, ki jih ima na okolico. V primeru, da je objekt del starega centra, arhitekturno zaščiten ali objekt, kjer bo adaptacija objekta cenejša od nove gradnje in je še vedno dovolj

okolju prijazen, se odločimo za adaptacijo objekta. Celoten postopek stroškov po adaptaciji se ponovno obravnava in ponovi celoten postopek novega življenjskega kroga adaptiranega objekta.

Tveganje, ki nam ostane, se nanaša na razpolaganje z izgubo uničene nepremičnine. Pomembnost te izgube je odvisna od tipa in razmer objekta in oceni, če obstaja možnost, da bi objekt služil še kakšnemu drugemu namenu. Tveganje uničenja se pojavi zaradi okoljskih stroškov zaradi samega rušenja in možnega pomanjkanja virov, ki jih potrebujemo za rušenje.

5 PRIMER NAPOVEDI CELOTNIH ŽIVLJENJSKIH STROŠKOV ZA OBDOBJE 15 LET

Kot primer, za katerega sem izvedel izračun celotnih življenjskih stroškov, sem izbral Policijsko postajo Moste v Ljubljani, ki je bila zgrajena in predana uporabniku leta 2005 na osnovi pogodbe o finančnem leasingu za dobo 15 let. Po pretečeni dobi bo objekt postal last države, do tedaj pa objekt upravlja izbrani ponudnik Sava i.p..

5.1 Tehnični opis objekta

Objekt, ki stoji na Tovarniški ulici 50 v Mostah, je namenjen za policijsko postajo. Situacija objekta je prikazana na sliki 6. Objekt je namenjen 166 zaposlenim osebam, ki so po izmenah razporejeni na 56 delovnih mest. Funkcionalno je objekt razdeljen na prostore za rekreacijo, zapore in poslovne prostore ter stanovanja, namenjena dežurnim osebam.



Slika 10: Situacija objekta Policijska postaja Moste, vir: NVAtlas

Fasada je masivna, fina obloga je montažna (aluminij, steklo ...). Objekt vsebuje dvigalo, namenjeno 6 osebam s širino odpiranja, ki omogoča nemoteno uporabo funkcionalno

oviranim osebam na vozičkih. Strešna konstrukcija je nosilna in stabilna glede na veljavne predpise in dovolj nosilna za montažo različnih naprav (hladilnih naprav, kompresorjev, klima naprav ...). Streha je zasnovana glede na zahtevano kritino oziroma tako, da je strešna konstrukcija ločena od podstrešne plošče z medprostorom, ki omogoča prezračevanje in izvedbo pregledov strešne konstrukcije, razen nad telovadnico in večnamensko dvorano. Kritina je iz kakovostnih materialov z minimalno 15-letno garancijsko dobo. Odtoki meteorne vode so vodeni k zunanjemu obodu objekta in ogrevani.

Okenski in vratni elementi so trajni (aluminij), zagotavljajo ustrezno naravno osvetljenost prostorov, obenem pa nudijo ustrezno zaščito pred sončnim sevanjem, omogočajo naravno prezračevanje, enostavno čiščenje in vzdrževanje na mestih, kjer je zahtevana tudi ustrezna protivlomnost in neprebojnost. Zunanja vrata so prav tako iz aluminija z ustreznim polnilom (steklo). Na vhodu za intervencijska vozila so pomična rolo garažna vrata, ki jih je možno upravljati iz dežurne sobe in z daljincem iz vozila. Kjer je zahtevano, so vrata izvedena z električno ključavnico, elektronskim dostopom in zvočno povezavo z dežurno osebo. Za zunanja senčila so v uporabi aluminijaste žaluzije.



Slika 11: Prikaz objekta Policijska postaja Moste

V glavni avli so tla pokrita z naravnim kamnom. Na hodnikih, stopniščih, garderobah in avtopralnicah, prostorih za pridržanje so iz granolitisa. Tla v pisarnah in bivalnih prostorih so iz panelnega parketa. V sanitarijah, kuhinjah, sušilnicah in savni je keramika. V telovadnici pa so tla iz klasičnega elastičnega parketa.

Priprava tople vode je povezana s centralno postajo na lokaciji, kjer je toplotna postaja. Instalacija je izvedena iz kakovostnih sodobnih materialov. Glavni kanalizacijski vodi so iz

litine, pomožni vodi so iz PVC. Na vsa priključna mesta je pripeljana sanitarna hladna in topla voda. Za funkcionalno rabo sanitarne tople vode je namenjen tudi krožni vod. Prostori za pridržanje so projektirani po pravilih policije, brez možnosti poškodb uporabnika.

Strojne inštalacije so razdeljene na vodovodne napeljave, hidrantno omrežje, kanalizacijo, centralno ogrevanje in hlajenje. Objekt ima interne in eksterne napeljave hidrantnega omrežja, prav tako porabne sanitarne pitne vode. Priprava tople vode je s centralno postajo na lokaciji, kjer je toplotna postaja. Instalacija je izvedena iz kakovostnih sodobnih materialov. Glavni kanalizacijski vodi so iz litine, pomožni vodi pa iz PVC.

Za stanovanjski del in na vsa priključna mesta je pripeljana sanitarna hladna in topla voda. Za funkcionalno rabo sanitarne tople vode je izveden tudi krožni vod. Prostori za pridržanje so projektirani po pravilih policije, brez možnosti poškodb uporabnika. Upoštevani so prostori za pridržanje do 12 in nad 12 ur.

Za stanovanjski del je vgrajena ločena meritev porabe sanitarne tople in hladne vode. Sanitarna keramika je prve kakovosti. Iztočna mesta oziroma baterije so domačega proizvajalca. Pisoarji so opremljeni s fotocelicami.

Ogrevanje je kombinirano z radiatorskimi sistemi, konvektorskimi sistemi in toplozračnimi sistemi. Ti so smiselno ločeni po namembnosti oziroma po funkcionalnih celotah. Sistemi ogrevanja in prezračevanja za stanovanjski del so projektirani povsem ločeno od sistemov policije.

Za napajanje nujnih porabnikov, kot so računalniki, je projektirana centralna UPS naprava in razvod za UPS instalacijo s pripadajočimi stikalnimi bloki. Pri tem je upoštevano, da se vse računalniške enote napajajo preko UPS naprave s 15-minutno avtonomijo.

V primeru izpada električne energije bo dieselski agregat v celoti ali delno napajal vse porabnike enako kot NN mreža. Za vse naprave je predviden centralni nadzorni sistem.

Objekt je opremljen z ISDN telefonsko centralo skupaj s telefonskimi aparati. Razvod za telefonsko instalacijo od glavnega voda do etažnih vozlišč je izveden s telefonskimi kablji ustrezne kapacitete z upoštevanjem 30% rezerve.

V objektu so nameščeni sistemi za odkrivanje in javljanje vloma, za katere so uporabljeni kombinirani in mikrovalovni senzorji, ki so z ustrezno instalacijo povezani na ustrezno centralo in nato na dežurni varnostni center. Inštalacija za javljanje požara je izdelana za celoten objekt, vključno z garažami in kletnimi prostori s predvidenimi optičnimi in termičnimi senzorji. Za kontrolo dostopa in kontrole delovnega časa je izveden sistem, ki je povezan na računalnik, kjer se podatki natančno obdelajo. Prav tako se v objektu nahajajo naprave za video nadzor.

5.2 Račun stroškov vzdrževanja s programom za napoved letnih stroškov

Začetni stroški investiranja so le eden od stroškov, ki jih ima objekt v njegovem življenjskem ciklu. Odločitve v fazi investiranja imajo velik vpliv na kasnejše stroške vzdrževanja. To pomeni, da lahko poceni začetne odločitve s seboj nosijo večje negativne finančne vplive za kasnejšo upravljanje.

5.2.1 Program za napoved letnih stroškov

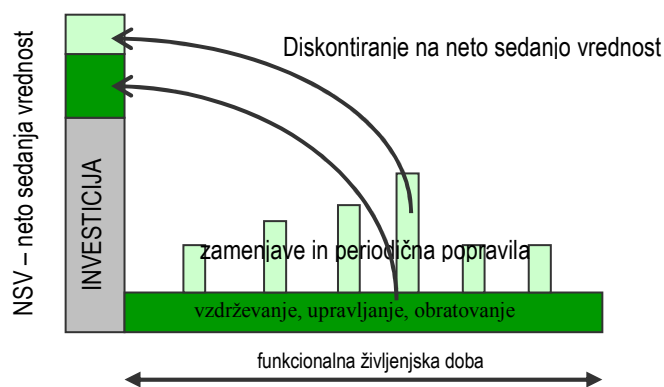
Za napovedovanje stroškov med uporabo objekta sem uporabil računski model, ki ga je razvili na norveškem direktoratu za javno gradnjo in lastnino Stratsbygg (Norway's Directorate of Public Construction and Property). Model služi določevanju stroškov med uporabo objekta, zato ga lahko uporabljamo kot pomoč pri načrtovanju, gradnji in upravljanju objekta z namenom, da bi pridobili boljši pregled nad celotnimi življenjskimi stroški objekta. Finančni model, ki primerja investicijske stroške s stroški upravljanja, je že dolgo znan kot model letnih stroškov. Bistvo pristopa ni v zmanjšanju stroškov, temveč v prikazu, kako investicijski stroški vplivajo na kasnejše stroške vzdrževanja.

Program, ki ga je leta 1998 Stratsbygg pripravil za napoved letnih stroškov, je izdelan v MS Excelu-u 97. Model je logično strukturiran in izdelan na podlagi strokovnih knjig in

norveškega standarda NS 3454 (Nils Arne Gundersen, 1998). Razdeljen je na več tematskih sklopov. Program nam poda oceno o denarnih sredstvih, ki so potrebna, da bodo pokrila stroške med obdobjem uporabe. Ponuja nam možnost, da si izberemo alternativne variante in nato primerjamo stroške. Kot alternativo si lahko izberemo različne materiale, sisteme, življenjsko dobo, obrestne mere in podobno. Program je preveden v angleščino in tako je njegova uporaba možna tudi drugod po svetu.

Stratsbyggov model najemnine je narejen na podlagi modela letnih stroškov. Investicijske stroške in letne stroške (upravljanje, vzdrževanje in obratovanje) postavi v obliko, ki je primerna za prikaz letnih stroškov objekta. Lastnikovi letni stroški morajo biti pokriti z letno najemnino, ki jo plača najemnik. Izračunani letni stroški so predvideni na podlagi izkušenj in grobih ocen, zato je potrebna dodatna strokovna ocena.

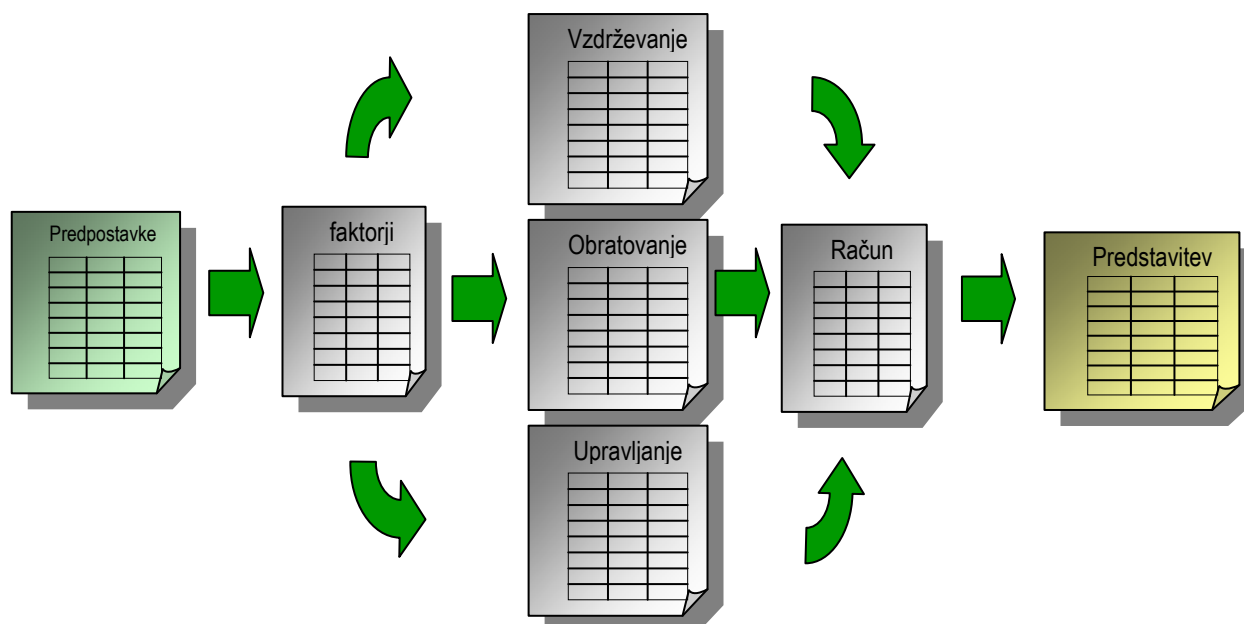
Model omogoča primerjavo stroškov investicije in letnih administrativnih, upravljalških in vzdrževalnih stroškov na podlagi načel, ki so prikazana na sliki 8.



Slika 12: Model letnih stroškov, vir: Nils Arne Gundersen (1998)

Večina podatkov je vnesena na osnovi predpostavk, ki se pomnožijo s faktorji. Za podatke vnesemo investicijsko vrednost objekta, diskontno stopnjo, porabo energije in cene, kvadrature objekta, število dni obratovanja na leto, potrebno osebje za upravljanje itd. Te podatke nato pomnožimo s faktorji zavarovalnih premij, diskontnimi faktorji in predpostavljenimi plačami zahtevanega osebja za upravljanje objekta. Sledi račun

vzdrževanja, obratovanja in upravljanja. Rezultat analize pa je podan na izpisni strani, ki je že predvidena za predstavitev stroškov. Postopek določanja skupnih stroškov je prikazan na sliki 9.



Slika 13: Prikaz postopka računanja, vir: Nils Arne Gundersen (1998)

Račun se vrši med dvema točkama v času. Uporabljena je pri diskontiranju in seštevanju faktorjev.

5.2.2 Analiza letnih stroškov za objekt Policijske postaje Moste

5.2.2.1 Podatki

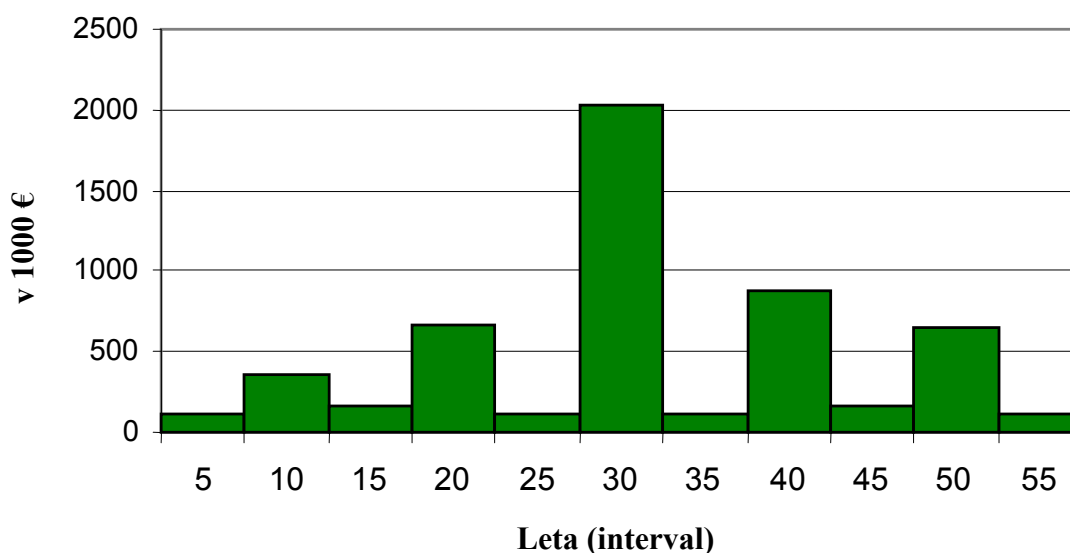
Vse potrebne informacije o projektu sem dobil pri podjetju SAVA I.P. d.o.o., ki je investitor izbranega objekta (razdelek 5.1). Podatki pri vseh izbranih komponentah, ki sem jih vnesel v program, so dobljeni iz projekta. Diskontna stopnja za dani objekt znaša 6.3%. Sestavljena je iz dveh faktorjev obrestne mere na netvegan donos in premijo za tveganje. Premija odraža tveganje denarnega toka in s tem projekta. Večji problem se je pojavil pri podatkih o menjavi in periodičnih popravilih elementov. Te podatke sem privzel iz publikacije LCC

Management: Priročnik za uporabo LCCA metod za investitorje in vodje projektov (2004). Zaradi pomanjkljivih podatkov v tabelah sem ostale podatke privzel iz programa.

5.2.2.2 Analiza

Ker je program norveški, so vse vrednosti izražene v NOK. Zaradi lažje predstave sem, kljub temu da program prikazuje vrednosti v NOK, prevedel vrednosti v EUR. Po vnesenih podatkih nabavnih cen in dela, cen popravil in življenjski dobi posameznih komponent ter ustreznih faktorjev sem dobil razporeditev stroškov za življenjsko dobo objekta, ki naj bi znašala 60 let. Vsi stroški uporabe objekta so z diskontno stopnjo 6,3% preračunani na neto sedanjo vrednost. Komponente so razdeljene na tri večje sklope strojnega dela, arhitekture in elektroinštalacijskega dela. Spisek vseh komponent, uporabljenih v računu je prikazan v prilogi A. Spodnja slika prikazuje vse tri dele med katerimi ima največji delež elektroinštalacijski del. Vrednost začetne investicije znaša 6,7 milijonov EUR. Diskontirana vrednost stroškov menjave in vzdrževanja komponent za dobo 60 let znaša 1,02 milijona EUR, kar predstavlja 13% vrednosti začetne investicije. V skladu z zahtevami programa sem uporabil interval popravil in menjave vseh komponent 5 let.

Stroški periodičnega vzdrževanja in menjave

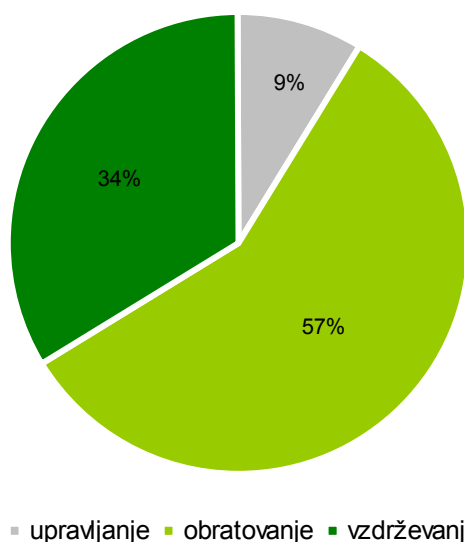


Slika 14: Prikaz stroškov, potrebnih za periodična popravila in menjave komponent za izbrani objekt v 5-letnih obdobjih

Vsi intervali popravil ali menjav posameznih komponent morajo biti podani glede na izbran interval. Iz slike 10 je razvidno, da stroški popravil in menjav komponent naraščajo, saj je za manj obstojne elemente perioda popravil manjša od 5 let, pri bolj občutljivih tehničnih elementih pa je potrebna menjava pri 10 ali najkasneje 15 letih. Za materiale z višjo trajnostjo je ta doba 30 let. V času 30 let pride do potrebne zamenjave manj obstojnih naprav in elementov ter elementov, ki so zaradi tehničnega napredka zastareli. Posledica je skok stroškov menjave in popravil elementov. Pojavi se potreba po menjavi raznih zunanjih oblog, vrat, klimatskih naprav, svetil, dvigal ...

Iz slike 8 je razvidno, da so stroški vzdrževanja, upravljanja in obratovanja konstantni, saj sestavni deli objekta zahtevajo konstantno nego in njihovo obratovanje. Med te stroške so všteti stroški čiščenja, stroški porabe energije, porabe vode itd.

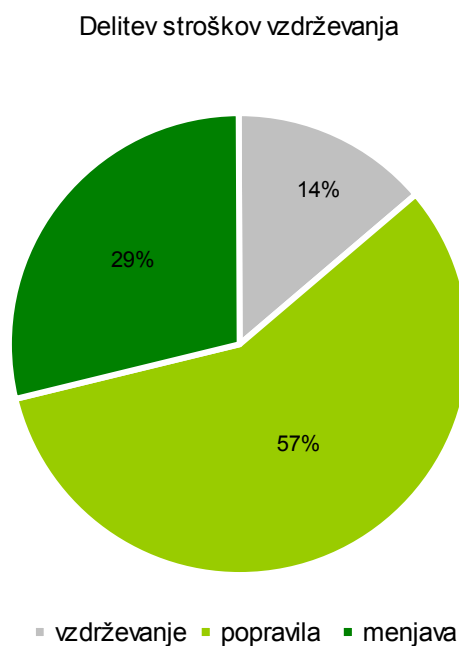
Delež stroškov upravljanja obratovanja in vzdrževanja



Slika 15: Prikaz razmerja med letnimi stroški upravljanja, obratovanja in vzdrževanja

Na podlagi vnesenih podatkov je pri izbranem objektu glavna stroškov namenjena obratovanju. V računu so za obratovanje vključeni stroški čiščenja objekta in stroški energije. Izvzeti pa so stroški za osebje, ki je potrebno za nemoteno obratovanje objekta. Pri

upravljanju so upoštevani stroški začetne investicije izgradnje objekta, administrativni stroški ter stroški zavarovanja. Vzdrževanje zavzema stroške menjave in vzdrževanja vseh komponent objekta. Večji del teh stroškov predstavlja potreba po energiji za potrebe ogrevanja in porabe električne energije. Pri energiji se moramo zavedati tudi tveganja spreminjanja cen, ki jih je zelo težko ali nemogoče napovedati. Preostanek stroškov predstavlja čiščenje in plačilo osebja, ki skrbi, da objekt nemoteno obratuje. Ostali stroški so razdeljeni na vzdrževanje in upravljanje. Račun pokaže, da predstavlja 34% celotnih letnih stroškov. Vzdrževanje se deli na generalno vzdrževanje, popravila in menjave elementov v objektu. Popravila in menjave skupaj predstavljajo 86% vzdrževanja, 14% pa predstavljajo stroški generalnega vzdrževanja, kot je razvidno iz slike 12.



Slika 16: Analiza stroškov življenjskega: Prikaz delitve stroškov vzdrževanja

Generalno vzdrževanje predstavljajo manjša dela, ki jih potrebujejo sestavni deli objekta za nemoteno obratovanje. Pod stroške upravljanja, ki predstavljajo 9% celotnih letnih stroškov so upoštevani stroški porabe pitne vode, zavarovanje objekta, ki predstavlja 0,1% investicijske vrednosti projekta, ter stroški administracije. Program ponuja tudi upoštevanje odvoza odpadkov, vendar teh stroškov v obravnavanem primeru nisem upošteval.

5.2.2.3 Rezultat

Izvajalec pri projektu objekta Policijske postaje Moste Sava i.p. d.o.o. je za stroške vzdrževanja za dobo 15 let predvidelo 450000 EUR. V pogodbi, ki so jo podpisali z državo oziroma policijo v Ljubljani, je navedeno, da morajo za dobo 15 let skrbeti za vsa popravila in menjave, medtem ko za stroške energije, čiščenja in potrebnega osebja za uporabo objekta niso pristojni.

Na podlagi podatkov o objektu in predpostavk o trajnosti in pogostosti menjav komponent sem s pomočjo norveškega programa izračunal, da bo strošek vzdrževanja za 15 let 264000 EUR. Pomeni, da je odgovorni, v našem primeru projektant ocenil stroške vzdrževanja mnogo višje kot analiza s pomočjo programa. Izvajalec je torej, kar se tiče finančne uspešnosti projekt na varni strani. Zavedati pa se moramo, da bi previsoko ocenjeni stroški vzdrževanja s strani izvajalca lahko vodili k temu, da bi bila na razpisu cena njegove ponudbe nekonkurenčna in da zato ne bi dobil posla. Zato je pomembno, da ponudnik na razpisu pred oddajo svoje ponudbe izdela napovedi stroškov gradnje in stroškov vzdrževanja za več variant. Poenostavljen primer takšne analize bom predstavil v naslednjem razdelku.

5.2.3 Analiza letnih stroškov porabe energije v primeru menjave okenskih okvirjev

Ponudnik v primeru obravnavanega primera, kakor tudi zasebni partner, ki želi vstopiti v JZP, mora biti sposoben finančno ovrednotiti alternativne izvedbe objekta oziroma izvesti parametrično analizo. Zato bom prikazal takšno parametrično analizo na preprostem primeru, kjer je spreminjajoči se parameter material okenskega okvirja. Med stroški obratovanja, ki predstavlja največji delež stroškov v celotnem življenjskem ciklu, predstavlja poraba energije največji strošek. Zato sem se odločil, da bom na obravnavanem objektu izračunal vpliv izbire okenskih okvirjev na stroške porabe energije za ogrevanje. Primerjava je izdelana za tri vrste okenskih okvirjev: PVC okvirji, leseni okvirji in aluminijasti okvirji, stekla pa so v vseh primerih enaka.

5.2.3.1 Naloga

V obravnavanem objektu sem izbral Garsonjero F1.2, ki ima volumen prostora 48 m³. Zahtevana notranja temperatura je 24°C. Toplotne izgube skozi odprtine in pregrade so pri vgrajenih aluminijastih okvirih 855 W. Toploto pridobivamo z radiatorjem oznake 11K/600-1320, ki doprinesejo 995 W. Pri računu je upoštevana zunanja temperatura -13°C. Ogrevanju prostorov v obravnavanem objektu je namenjeno dvocevno radiatorsko ogrevanje z jeklenimi ploščnimi radiatorji, opremljenimi s termostatskimi ventili, kopalnice v garsonjerah se ogrevajo s kopalniškimi cevni radiatorji. Sistem ogrevane vode je temperaturnega režima 75/55°C pri minimalni računski zunanji temperaturi -13°C.

Obstoječa okna z aluminijastim okvirjem, ki imajo glede na projekt toplotno prehodnost 1,87 W/m²K, sem zamenjal z okni, z lesenimi in PVC okvirji, pri čemer ostane vrsta stekla nespremenjena ter glede na zmanjšano toplotno prehodnost zmanjšal tudi potrebo po energiji in s tem prihranil pri stroških.

Preglednica 7: Toplotne prehodnosti istega okna z različnimi okvirji in toplotne izgube skozi pregrado, kjer je odprtina

Material okvirja	Toplotna prehodnost (W/m ² K)	Celotne toplotne izgube skozi pregrade in odprtine
LES	1,27	750 W
PVC	0,87	680 W
aluminij	1,87	855 W

Analiza, ki sem jo izvedel je pokazala, da imajo najmanjšo toplotno prevodnost okna s PVC okvirjem, kar pripomore tudi k zmanjšanju porabe energije, sledi les in končno dejansko izbrani aluminij.

Preglednica 8: Prikaz porabe energije za ogrevanje v odvisnosti od izbire materiala okvirja oken

Material okvirja	Potreba po ogrevanju	kWh/m ²	cena v €/m ²
LES	750 W	135	5,4
PVC	680 W	122	4,9
aluminij	855 W	153	6,1

Ponovno se za najbolj ekonomične izkažejo okna s PVC okvirjem, kar je razvidno iz tabele 8. V primerjavi z aluminijastimi okni se pri PVC oknih zmanjša potreba po ogrevanju za 20,5%, medtem ko se pri lesenih zmanjša za 12,3%.

Preglednica 9: Prikazuje stroške vzdrževanja oken z različnimi okvirji

Material okvirja	Cena na enoto v €	Vzdrževanje/ menjava	Stroški vzdrževanja	Stroški po 60 letih
LES	500	2,5let / 40let	50 €	825 €
PVC	316	2,5let / 40let	30 €	485 €
aluminij	895	60 let	0 €	895 €

Preglednica 9 prikazuje stroške, povezane z vzdrževanjem posameznih vrst oken. Podatki o normalni dobi trajanja elementa in faktorja malih popravil so dobljeni iz pravilnika o standardih vzdrževanja stanovanjskih stavb in stanovanj. Aluminijasta okna sem obravnaval kot trajnostna, z življenjsko dobo 60 let brez stroškov vzdrževanja. Pri lesenih oknih je potrebno vzdrževanje, kot je barvanje in lakiranje na 2,5let ter redno čiščenje in menjava tesnil. Menjava tesnil je potrebna tudi pri PVC oknih na 2,5let. Stroški so preračunani na neto sedanjo vrednost ob upoštevanju življenjske dobe objekta 60 let.

Gornji izračuni kažejo, da je ekonomsko gledano optimalna izbira PVC oken, saj so najboljša tako glede toplotne prehodnosti in kot glede stroškov nabave ter vzdrževanja. Investitor se je pri obravnavanem objektu odločil za okna z aluminijastimi okvirji predvsem zaradi arhitekture fasade in njihove dolge življenjske dobe.

6 ZAKLJUČEK

V razvitem svetu se razmerje med gradnjo in vzdrževanjem gradbenih objektov vse bolj spreminja v prid vzdrževanja, saj se obstoječi gradbeni fond stara. Zato se potreba po poznavanju obnašanja objekta med njegovo uporabo nenehno povečuje. Na drugi strani se vse bolj uveljavljajo alternativni načini naročanja gradnje iz javnih sredstev v obliki javno zasebnih partnerstev, kjer zasebni partner prevzame poleg gradnje objekta tudi upravljanje z objektom za daljše časovno obdobje. Takšna pogodba potencialne zasebne partnerje motivira, da jih ne zanima le obnašanje objekta, temveč tudi stroški, ki so z upravljanjem objekta povezani. Le v takšnem primeru lahko pričakujejo finančno uspešnost projekta.

Gradben projekt je neločljivo povezan s tveganji, ki se pojavljajo v vseh fazah življenjske dobe objekta. V diplomski nalogi sem podrobno opisal tveganja, ki se nanašajo na celokupne stroške objekta in ki se pojavljajo skozi gradnjo objekta v vseh gradbenih fazah od zasnove projekta, izgradnje, kasnejšega upravljanja in končne odstranitve objekta. Za določanje teh stroškov obstajajo določeni standardi in razni dokumenti, kot je priročnik za račun celotnih življenjskih stroškov gradbenega objekta, vendar so ti za natančen izračun nezadostni; potrebne so še izkušnje in zadostno strokovno znanje.

Tveganja v gradbenem projektu so številna. Zavedati se moramo, da so v različnih fazah projekta različna. Njihova pravočasna identifikacija in poznavanje pravih odzivov na njihov pojav sta neobhodna za uspešno dokončanje kateregakoli gradbenega projekta, še zlasti pa tistega, ki nastaja v javno zasebnem partnerstvu.

V praktičnem delu naloge sem s pomočjo programa norveškega direktorata Stratsbygg izvedel analizo in podrobneje določil celotne življenjske stroške izbranega gradbenega objekta. Ker mora ponudnik biti sposoben oceniti stroške celotnega življenjskega cikla objekta in njegovih alternativnih izvedb že v fazi priprave ponudbe, sem prikazal v praktičnem delu naloge še poenostavljen primer parametrične analize vpliva materiala okenskih okvirov na celotne stroške ogrevanja in vzdrževanja objekta.

Problem takšnih analiz je predvsem slabo poznavanje dejanskih življenjskih dob posameznih komponent in elementov ter stroškov, povezanih z vzdrževanjem. Točna ocena teh stroškov je tako zaradi negotovosti, ki jo prinaša zlasti dolga življenjska doba objekta, praktično nemogoča. Za kvalitetno oceno tveganj je potrebno pridobiti podatke od začetne faze projektiranja objekta dalje, pri čemer so nujne tudi določene izkušnje.

Napoved točnih stroškov ne bo nikdar mogoča, saj vpliva nanje preveč slučajnih faktorjev, ki jih je nemogoče napovedati. Pri tem je mišljeno predvsem spreminjanje trendov, naravne nesreče, ekonomska stabilnost in podobno. Kljub temu pa je napoved stroškov zelo pomembna, saj nam poda vpogled v razvoj in strukturo stroškov in predvidenih ukrepov. Tveganju se ne moremo izogniti, lahko pa ga predvidimo in bolje ukrepamo, kot bi to naredili brez vsakršne analize. Gradnja, kjer so poleg dobre izgradnje objekta misli projekta usmerjene tudi na kasnejše stroške, vodijo do trajnostnega in okolju prijaznega grajenega okolja ter zadovoljnega uporabnika objekta.

7 LITERATURA

Ashworth, A. & Hogg, K. 2000. Added Value in Design and Construction. London, Longman Publishing

Boussabaine, A., Kirkham, R. 2004. Whole Life-cycle Costing: Risk and risk responses, The University of Liverpool and Cranfield University, Blackwell Science Ltd.

Bovcon, E. 2005. Uporaba metode vrednotenja stroškov življenjskega cikla (LCC) pri prenovi stavb, diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Consultant in risk management, dostopno na http://www.c-risk.com/Const_ruction_Risk/Const_Risk_Dir01.htm

Cornwell, Consultant in management and IT, dostopno na <http://www.cornwell.co.uk/pfi.htm>

Davies, H., Wyatt, D. (2004). Appropriate use of the ISO 15686-1 factor method for durability and service life prediction, Building Research and Information, 32(6), 552-553.

Guidelines for successful public private partnerships. 2003. EC, Direktorat za regionalno politiko, Bruselj, dostopno na http://europa.eu.int/comm/regional_policy/site/index_en.htm

ISO 15686-1. 2000. Service life planning – general principles, International Standards Organization, Geneva.

Kartman, N.A. & Kartman, S.A 2001. Risk and its management in the Kuwaitit construction industry: a constructor's perspective. International Journal of Project Management, 19(6), 325-335

Kelly, J., Morledge, R., Wilkinson, S. 2002. *Best value in construction*, Blackwell Science Ltd.

Marshall, H.E. 1999. *Technology Management Handboool*, Chapter 8.12 Press, New York

Marteinson, B. 2003. Durability and the factor method of ISO 15686-1, *Building Research and Information*, 31(6), str. 416-426.

Matelič, G. 2006. Metoda analize življenjskega cikla (LCA) kot metoda za določanje v gradbeni proizvodnji, diplomsko delo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani

Nils Arne Gundersen 1998. *Annual cost analysis: Description and user's guide to the costing model*

Petrič, M. 2005. Notranje podjetništvo in projektni management v slovenskih gradbenih podjetjih, magistrsko delo, Ekonomska fakulteta, Univerza v Ljubljani

Pravilnik o standardih vzdrževanja stanovanjskih stavb in stanovanj. 2003. Uradni list RS, št. 69/03

Rodošek, E. 1985. *Osnove organizacije v gradbeništvu*, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani

SIST EN ISO 14040. 2000. (en), *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO 14040:1997)*, international standards organization, Geneva

Šelih, J. 2006. Alternativni sodobni pogodbeni odnosi in vzdrževanje betonskih objektov. v: *Konferenca vzdrževanje, zaščita in popravila betonskih konstrukcij*, Lipica, marec 2006.

Tomšič, M., Šijanec, Zavrl M. .2004. *LCC management: Priročnik za uporabo LCCA metod za investitorje in vodje projektov*, G.I. ZRMK, Ljubljana

Zakon o graditvi objektov (ZGO-1). 2005. Ur.l. RS, št. 110/2002 Ljubljana: GV Založba

Zbornik referatov. Ljubljana: ZBS, združenje za beton Slovenije, str. 73-80.