

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Kaltak, S., 2015. Megaprojekti. analiza izbranih primerov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Šelih, J., somentor Srđić, A.): 53 str.

Datum arhiviranja: 22-07-2015

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Kaltak, S., 2015. Megaprojekti. analiza izbranih primerov. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Šelih, J., co-supervisor Srđić, A.): 53 p.

Archiving Date: 22-07-2015

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI
ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO

Kandidat:

SANDI KALTAK

MEGAPROJEKTI. ANALIZA IZBRANIH PRIMEROV

Diplomska naloga št.: 95/OG-MK

MEGAPROJECTS. CASE STUDY ANALYSIS

Graduation thesis No.: 95/OG-MK

Mentorica:

izr. prof. dr. Jana Šelih

Predsednica komisije:

izr. prof. dr. Jana Šelih

Somentor:

viš. pred. dr. Aleksander Srđić

Ljubljana, 14. 07. 2015

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisani, Sandi Kaltak, izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Megaprojekti«. Moje znanstveno delo je avtentično in jamčim, da je naloga v celoti izključno rezultat mojega lastnega dela.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, Julij 2015

Sandi Kaltak

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	658.51(043.2)
Avtor:	Sandi Kaltak
Mentor:	izr. prof. dr. Jana Šelih
Somentor:	viš. pred. dr. Aleksander Srdić
Naslov:	Megaprojekti
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – visokošolski strokovni študij
Obseg in oprema:	53 str., 4 pregl., 13 sl.
Ključne besede:	Megaprojekt, tveganja, vodenje megaprojektov, upravljanje s tveganji

Izveček:

Diplomska naloga obravnava megaprojekte v gradbeništvu. Gre za projekte izjemno velikega obsega, katerih vodenje je poseben izziv. V prvem delu diplomske naloge predstavimo definicijo megaprojektov ter njihov zgodovinski razvoj. Sledi opis značilnosti, ki megaprojekte ločijo od ostalih gradbenih projektov, to so obseg, zahtevnost, večja udeležba ostalih deležnikov, vpliv na okolje in večja tveganja med izvajanjem projekta. V nadaljevanju predstavljamo in analiziramo 5 primerov megaprojektov iz celega sveta. Drugi del diplomske naloge obravnava tveganja, ki so povezana z megaprojekti. Opisana je definicija tveganja, kot tudi razlike v tveganjih med mega in konvencionalnimi projekti. Naloga predlaga tudi način s katerim bi vodstvo projekta uspešno upravljalo s tveganji skozi celoten potek projekta. Končno predstavimo še tri primere megaprojektov s poudarkom na upravljanju s tveganji in analizi uspešnosti.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	658.51(043.2)
Author:	Sandi Kaltak
Supervisor:	Assoc. Prof. Jana Šelih, Ph. D.
Co-supervisor:	Assist. Prof. Aleksander Srdić, Ph.D.
Title:	Megaprojects
Document type:	Graduation Thesis – Higher professional studies
Scope and tools:	53 p., 4 tab., 13 fig.
Keywords:	Megaproject, risks, management in megaprojects, risk management

Abstract:

The thesis deals with the megaprojects in construction; i.e. projects with extremely large scope. The first part of the thesis provides the definition of megaprojects and their historical overview. Features which distinguish megaprojects from conventional construction projects, i.e. scope, complexity, large involvement of stakeholders, influence upon the environment, and significant risks during project execution are described. Five examples of Megaprojects are comprehensively presented and analysed. Further, application of risks and risk management are presented for mega projects. Risk management and mitigation in Megaprojects are presented and evaluated. The thesis closes with the presentation of three case studies, where the focus is placed to the risk management aspect and project implementation.

ZAHVALA

Največjo zahvalo dolgujem svoji mentorici, izr.prof.dr. Jani Šelih. V času pisanja, mi je nudila koristne nasvete, me usmerjala in mi nudila nesebično pomoč in potrpežljivost. Vse to je pripomoglo h kakovosti tega dela.

Podpora družine mi je vlila veliko motivacije za delo, zato bi se rad zahvalil svojemu očetu Šefiku Kaltaku, mami Jožici Kaltak in sestri Aniti Kaltak. Nenazadnje, gre moja zahvala tudi moji puncu Anji Antić in prijateljem Tilnu Lovšetu, Janu Bidovcu, Luki Jesihu, Roku Štepicu, Domnu Lavriču, Naji Puhar in Marku Macuhu. Naše neprecenljivo prijateljstvo mi je predstavljalo veliko moralno podporo in verjamem, da je dovršen del mojega uspeha tudi vaš.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Namen diplomske naloge	1
2	MEGAPROJEKT	3
2.1	Področja, kjer se megaprojekti pojavljajo	3
2.2	Definicija mega projektov v gradbeništvu	3
2.3	Izraz »Mega«	4
2.4	Megaprojekti v preteklosti	5
3	POSEBNOSTI PRI VODENJU MEGAPROJEKTOV V PRIMERJAVI Z DRUGIMI PROJEKTI	8
3.1	Dolg čas gradnje	8
3.2	Vplivi na okolje in prebivalcev	9
3.3	Zahtevno koordiniranje vseh informacij	11
3.4	Morebiten velik vpliv na ekonomijo širšega območja oziroma države	13
3.5	Tehnološka zahtevnost	14
3.6	Zapletena oblika pogodbenih odnosov, financiranja, vodenja in izvedbe projekta	16
3.6.1	Financiranje	16
3.6.2	Oblikovanje pogodbenih odnosov	16
3.6.3	Vsa investicijska dela	18
3.6.4	Vodstvena ekipa megaprojekta	19
4	PREDSTAVITEV PETIH IZBRANIH PRIMEROV MEGAPROJEKTOV	21
4.1	Sončna elektrarna v Andaluziji v Španiji	21
4.2	Vetrna elektrarna Anholt v Danskem morju	24
4.3	T-REX v mestu Denver, Colorado, ZDA	25
4.4	MOSE projekt v Benetkah	27
4.5	Avtocesta v Mehiki med mestoma Durango – Mazatlan	30
5	UPRAVLJANJE S TVEGANJI PRI MEGAPROJEKTIH	33
5.1	Definicija tveganja	33
5.2	Upravljanje s tveganji	33
5.3	Razlike v tveganjih pri megaprojektih in pri običajnih gradbenih projektih	34
5.4	Uspešno upravljanje s tveganji	35
5.4.1	Identifikacija tveganj	36

5.4.2	Ocene tveganj	36
5.4.3	Uvrstitev tveganj v različne skupine	36
5.4.4	Soočanje s tveganji	36
5.4.5	Nadzor in kontrola	37
5.5	Analiza upravljanja s tveganji: primeri	37
5.5.1	Panamski prekop	37
5.5.1.1	Splošno.....	38
5.5.1.2	Celovit pristop vodstva projekta k upravljanju s tveganji	38
5.5.1.3	Ali je projekt končan po planu ali ne?	41
5.5.2	Hitra železnica med mestoma Nürnberg in Ingolstadt v Nemčiji	43
5.5.2.1	Splošno.....	43
5.5.2.2	Upravljanje z tveganji	44
5.5.2.3	Ali je projekt končan po planu ali ne?	44
5.5.3	Analiza opisanih treh primerov megaprojektov.....	45
6	ZAKLJUČKI	48
VIRI	50

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Primer razlike med velikim projektom in megaprojektom.	4
Preglednica 2: Klasifikacija tveganj	36
Preglednica 3: Analiza treh megaprojektov	45
Preglednica 4: Dejavniki, ki pospešujejo gradnje megaprojektov.....	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Trans-Sibirska železnica.....	7
Slika 2: Bingham Canyon Mine.....	10
Slika 3: Potopljene vodne zapornice v Benetkah.....	15
Slika 4: Unikatne betonske "kocke".....	15
Slika 5: Andasol sončna elektrarna.....	22
Slika 6: Shematsko drevo organizacije projekta Andasol.....	23
Slika 7: Anholt vetrna elektrarna.....	25
Slika 8: Prikaz delovanja zapornic.....	28
Slika 9: Detajl zapornice.....	28
Slika 10: Satelitska slika 3 vhodov v laguno.....	29
Slika 11: Most Bastion z 520m razpona.....	32
Slika 12: Zmanjševanje tveganja skozi celoten potek projekta.....	40
Slika 13: Komponente 3 seta zapornic pri Panamskem prekopu.....	42

KRATICE

Ur. l. RS	Uradni list Republike Slovenije
USD	valuta ameriški dolar
EUR	valuta evro
ZDA	Združene države Amerike
CO ₂	ogljikov dioksid
MW	Megawatt
GWh	gigawatna ura
m	meter
km	kilometer
km/h	kilometer na uro

1 UVOD

Gradbeni objekt je po svoji naravi enkraten, zato je tudi njegova proizvodnja enkratna, oziroma se odvija v projektni obliki. Projektno delo v gradbeništvu zajema vse dejavnosti, od same zamisli, izvedbe, kontrole in predaje objekta v uporabo, mnogi avtorji pa zraven štejejo tudi vzdrževanje objekta in njegovo odstranitev (rušenje) ob izteku življenjske dobe.

Cilj gradbenega projekta je izgotovljen gradbeni objekt, ki mora zadostiti zahtevam naročnika in uporabnikov ter bistvenim zahtevam [1]:

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita ter varovanje okolja,
- varnost in dostopnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom,
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplotev
- trajnostna raba naravnih virov.

Pri tem velja opozoriti, da morajo biti navedene zahteve izpolnjene skozi celotno življenjsko dobo objekta.

Posebna kategorija gradbenih projektov so megaprojekti. To so izredno veliki investicijski projekti. Tipično so definirani kot investicija, večja od milijarde ameriških dolarjev (USD). Zaradi svoje obsežnosti imajo mnogo večje vplive na okolje in družbo, tako med gradnjo kot med samo uporabo. S slednjim so povezana tudi večja tveganja. Poleg velikega vpliva na okolje in družbo, so tveganja povezana še z obvladovanjem projektnega denarnega toka in potencialnim nedokončanjem projekta, ki lahko predstavljajo neproporcionalno veliko tveganje v primerjavi s konvencionalnimi projekti [2].

1.1 Namen diplomske naloge

Namen diplomske naloge je predstaviti in opisati značilnosti megaprojektov. Posebna pozornost je namenjena tistim značilnostim, ki ločijo megaprojekte od konvencionalnih projektov. V diplomski nalogi je predstavljeno vodenje takšnih projektov, ki je bistveno bolj kompleksno kot vodenje projektov manjšega obsega, saj je poleg večjega finančnega obsega praviloma prisotno tudi več deležnikov, investitorjev in izvajalcev projekta. Upravljanje s tveganji je prav tako velik in pomemben del pri vodenju megaprojektov, zato bo

v diplomski nalogi na splošno prestavljenih nekaj izbranih projektov in sistemov upravljanja s tveganji.

2 MEGAPROJEKT

2.1 Področja, kjer se megaprojekti pojavljajo

Megaprojekti se ne omejujejo samo na področje gradbeništva. Srečamo jih tudi v drugih sektorjih, kot so npr. informacijska tehnologija, rudarstvo, prehranske verige, združevanje in nakupovanje podjetij, bančništvo, raziskovanje vesolja in veliki dogodki. Primeri megaprojektov so torej: hitre železnice, letališča, pristanišča, gradnja otokov, avtoceste, velike bolnišnice, poslovne stavbe, kulturni objekti, nacionalni zdravstveni in upokojski skladi, nacionalna telekomunikacijska omrežja, olimpijske igre, jezovi, vetrne elektrarne, ekstrakcija olja in plina na morju, talilnice aluminija in drugih kovin, razvoj novih letal, gradnja največjih ladij, pospeševalniki delcev in logistični sistemi, ki omogočajo učinkovito poslovanje velikih podjetij, kot sta npr. Amazon in Maersk. V tej diplomski nalogi se omejimo samo na megaprojekte gradbene narave.

2.2 Definicija mega projektov v gradbeništvu

Megaprojekti so definirani kot izjemo veliki, kompleksni projekti, katerih tipični finančni obseg je večji od milijarde USD. Njihova zasnova, projektiranje in izvedba trajajo dolgo. Pri izvedbi projekta je udeleženih več deležnikov, izvedba in vodenje pa vplivata na veliko število ljudi oziroma na širše geografsko območje. Megaprojekti tako niso samo povečane verzije konvencionalnih projektov. Zaradi večjega obsega in večje vrednosti je težavnost vodenja mnogo večja, pogosto pa so ti projekti tudi zelo kompleksni. Zaradi teh značilnosti je tudi njihovo vodenje vedno bolj zahtevno. Lahko bi rekli, da je za vodenje navadnega projekta potrebno voziško dovoljenje za avto, za vodenje megaprojekta pa izpit za letenje z jumbo jet letalom [3]. Pri velikih projektih in določanju, če le-ti spadajo med megaprojekte ali ne, se ne sme gledati samo na velikost investicije, temveč tudi na splošno zapletenost in tveganost. Za pojasnilo pogledjmo primer, predstavljen v preglednici 1 [4].

Preglednica 1: Primer razlike med velikim projektom in megaprojektom.

Projekt	Obravnavna projekta
100 kilometrov hitre ceste, ki povezuje dve mesti na nezahtevnem terenu	Preprost, velik projekt, podoben ostalim velikim projektom v svetu, ki so narejeni brez velikih težav. Čeprav je investicija velika in čas gradnje dolg, projekt za izvajalca ne predstavlja veliko težav. Tak projekt se lahko šteje med normalne dolgoročne projekte z veliko investicijo.
50 kilometrov tunela pod morjem, ki povezuje Anglijo z Francijo	Investicija je izjemno velika (več kot 16 milijard €), težave in problemi so ogromni, saj nikoli še ni bilo zgrajenega kaj podobnega. Tveganja pri sami gradnji so zelo ekstremna.

V preglednici 1 vidimo, da je prvi projekt dvakrat daljši, ima dolg čas gradnje in velike investicijske stroške, vendar ga to še ne uvršča med megaprojekte. Megaprojekt definirajo še lastnosti, kot so veliko tveganje, ki ga predstavlja projekt, kompleksnost in edinstvenost oz. redkost podobnih projektov na svetu. Posledično se projektanti in vodje projektov soočajo z unikatnimi problemi, za katere potrebujejo nove in inovativne načine reševanja.

2.3 Izraz »Mega«

»Mega« prihaja iz grške besede »megas« in pomeni veliko, ogromno, visoko, mogočno in pomembno, kot znanstvena in tehnična enota pa pomeni milijon. Glede na ta kriterij bi bili vsi projekti, ki so vredni milijon ali več evrov, megaprojekti (glede na velikost so se skoraj 100 let vrednosti večjih projektov res merile v milijonih). To se je spremenilo v času druge svetovne vojne, hladne vojne in tako imenovane dirke za vesolje. Takrat so se vrednosti projektov povzpele do milijarde evrov in več, tako da beseda »mega« kot enota ne bi več zadostovala.

V takšnih primerih bi lahko govorili o »gigaprojektih«, vendar se ta izraz nikoli ni zares prijel. Največji projekti danes v svetovnem merilu dosežejo vrednosti investicij med 50 in 100 milijard USD. Kot primere takih projektov lahko navedemo projekt izgradnje hitrih železnic v Kaliforniji in v Združenem Kraljestvu. Tudi investicije nad 100 milijard EUR niso redkost. Za primer lahko služita projekta, kot sta mednarodna vesoljska postaja in Joint Strike Fighter (bodoča zamenjava za obstoječa NATO reaktivna lovska letala). Velikosti takih investicij bi lahko primerjali s proračunom držav, kot sta Kenija ali Gvatemala, ki sta po velikosti proračunov držav okoli 80. mesta na svetu [5]. Če projekti takih velikosti spodletijo, lahko posledice utrpri celotno območje in ekonomija države.

Nedavni razvoj v velikosti resnično največjih projektov pa nakazuje, da največji gradbeni projekti v svetovnem merilu vstopajo v »tera dobo«. Če mednje štejejo tudi spodbujevalne projekte oz. svežnje le-teh, ki so jih začele izvajati ZDA, Evropa in Kitajska, da bi ublažile posledice finančne in ekonomske krize iz leta 2008, potem lahko govorimo o tera projektih oziroma o projektih z velikostjo investicij bilijon USD. Vzemimo kot primer ZDA in njihovo Ministrstvo za obrambo s svojimi programi. Njihova vrednost je bila ocenjena na 1,6 milijard USD v letu 2013 [3][6]. Če ta program v celoti obravnavamo kot en velik projekt, lahko govorimo o teraprojektu, katerega investicija je po velikosti primerljiva z bruto domačim proizvodom držav, kot sta Avstralija in Kanada. Obe sta okoli dvajsetega mesta na lestvici držav razporejenih po BDP [5]. V modernem času tudi ni nikakršnega signala, da bi se povečevanje projektov umirilo ali zmanjšalo. Ravno nasprotno, zdi se, da se vrednosti projektov stalno povečujejo.

Povečujejo se tudi v zgodovinskem trendu, ki mu skoraj ni videti konca. Če merimo vrednosti megaprojektov v denarnih enotah, ugotovimo, da se vrednosti povečujejo na letni ravni za cca. 1,5 - 2,5%, kar pomeni, da se v enem stoletju povečajo za 2 do 3-krat. Tako za ilustracijo pogledimo Chrysler-jevo stavbo v New Yorku. Ko je bila zgrajena leta 1930, je bila s svojimi 319 metri višine najvišja zgradba na svetu. Od takrat je rekord »padel« že sedemkrat, danes pa je najvišja stavba na svetu Burj Khalifa z višino 828 m. To je povečanje višine za 160% v 80 letih. Podobno je povečanje v razponu najdaljših mostov. Ta se je povečal kar za 260% v podobnem časovnem obdobju.

2.4 Megaprojekti v preteklosti

Že od samega začetka civilizacije so ljudje težili k spremembam svojega bivalnega okolja. Začeli so si graditi zavetišča, šotore, ograje, in ostala preprosta prebivališča. Z razvojem prvih večjih civilizacij pa so se njihove ambicije in želje povečevale. Tako se že takrat pojavijo prvi projekti, ki bi jih lahko označili kot megaprojekte. Prvi tak projekt je bil gradnja piramid v Egiptu in v vseh treh Amerikah. Za piramide v Egiptu je ugotovljeno, da so stare okoli 4500 let. Največja piramida je Velika (Keopsova) piramida, ki ima stranico dolgo 230 metrov in je visoka 147 metrov. Tisočletja je bila to najvišja zgradba na svetu, vse do leta 1874, ko so v Hamburgu zgradili cerkev Sv. Nikolaja, ki je imela višino 147,3 m. Piramida je bila zgrajena iz 2.300.000 kamnitih blokov, težkih med 2,5 do 15 ton. Čeprav o tehniki gradnje arheologi še niso poenoteni, velja danes močno prepričanje, da so kamnite bloke pridobivali iz bližnjih kamnolomov, ki so jih nato z posebnimi sankami in rampami vlekli do gradbišča. Za to, koliko časa je trajala gradnja in koliko ljudi naj bi pri tem sodelovalo, pa lahko najdemo veliko različnih podatkov. Najpogosteje se navaja, da je bil čas gradnje nekje med 10 in 20 let.

Število delavcev se je gibalo med 14.000 do 40.000 [7]. Za temi velikimi civilizacijami so v starem veku prišle kitajska, grška in starorimska civilizacija, kjer so prav tako nastajali veliki projekti. Kitajska civilizacija je zgradila Kitajski zid, ki je s svojo dolžino vseh ohranjenih in neohranjenih delov zidu dolg 21.196 kilometrov. Gradnja se je začela sedem stoletij pred našim štetjem, konec gradnje pa je nekako težko opredeliti, saj so bili njegova gradnja, vzdrževanje, izboljšave, podaljšave in gradnja vzporednih zidov velikokrat prekinjeni in zopet nadaljevani. Najslavnejši je del zidu, ki je bil zgrajen v obdobju dinastije Ming in je dolg 8.850 kilometrov [8].

Grška in starorimska civilizacija sta gradili predvsem viadukte, akvadukte, ogromne koloseje in templje. Od teh projektov je bil najbolj poznan Rimski Kolosej. Zgrajen je bil v desetih letih, med leti osemdeset in sedemdeset pred našim štetjem. Sprejemal naj bi nekje med 50.000 in 80.000 gledalcev, ko je bil v uporabi za gladiatorske igre, love na živali in uprizarjanje gledaliških iger. Že takrat so se uporabljali podobni načini dostopa do objekta, kot jih uporabljajo moderni stadioni in dvorane. Ima več kot 80 vhodov v pritličju. Vsak od njih je oštevilčen, prav tako pa je bilo oštevilčeno vsako stopnišče [9]. V stoletjih ki so sledila, je gradnja mega projektov precej zamrla, sploh v dobi srednjega veka. V kasnejšem času je bila ena takih palača Taj Mahal, ki je po celem svetu prepoznana kot »dragulj muslimanske umetnosti v Indiji in kot zelo občudovana mojstrovina svetovne dediščine«. Palača je zgrajena v spomin tretji ženi vladarja Shaha Jahana. Gradnja je trajala 21 let, med leti 1632 in 1653, pri gradnji pa je sodelovalo na tisoče delavcev, obrtnikov in umetnikov [10]. Še en zgodovinski projekt, ki se je prav tako začel še pred začetkom 20. stoletja, pa je izgradnja Transibirske železnice. Gradnja se je začela leta 1891 in končala leta 1916. Dolga je 9.259 kilometrov. Projekt je bil izpeljan predvsem zaradi razvoja sibirskega gospodarstva, kar je resnično imelo pozitivne posledice in pospešilo predvsem sibirsko kmetijstvo. Njene prednosti se kažejo še danes, saj čeznjo potuje 30% državnega izvoza [11].



Slika 1: Trans-Sibiriska železnica

(Vir: [29])

3 POSEBNOSTI PRI VODENJU MEGAPROJEKTOV V PRIMERJAVI Z DRUGIMI PROJEKTI

Megaprojekti se od konvencionalnih razlikujejo po večih lastnostih, ki bodo predstavljene v nadaljevanju.

3.1 Dolg čas gradnje

Pri megaprojektih je dolžina načrtovanja in gradnje izredno velika in zato zelo pomembna. Zaradi razsežnosti in velike kompleksnosti je vsak korak, od ideje do izvedbe, dolgotrajen proces. Tako načrtovanje ponavadi poteka v več fazah, preuči se več možnosti, preden se naročnik odloči za eno. Potrebna so razna dovoljenja za izpeljavo projekta s strani različnih nadzornih in uredbenih organov, kakor tudi s strani agencij za okolje, območnih skupnosti ipd. Poleg tega je običajno, da je potreben še odkup zemljišč oziroma finančno nadomestilo ljudem za izgubo parcel, ki morebiti ležijo na zeleni lokaciji megaprojekta. Vse to se lahko zavleče tudi nekaj let, zato ni nenavadno, da se dejanska gradnja megaprojekta začne šele po več letih načrtovanja in priprav na gradnjo. Pri vsem tem lahko prihaja še do nepredvidljivih situacij, ki lahko zavirajo potek projekta med samimi pripravami na gradnjo kot tudi med njo, in tako povzročajo zamude. Take situacije nastanjajo zaradi preveč optimističnih časovnih načrtov, kot tudi zaradi dejstva, da pri tako velikih projektih težko zajamemo vse spremenljivke, ki lahko vplivajo na čas gradnje. Spremenljivke, ki se pojavljajo, so sledeče:

- problemi z nepreskušeno tehnologijo gradnje;
- ekstremne vremenske razmere;
- nihanje cen materialov in delovne sile;
- problemi z geološkimi pogoji;
- nepopolno načrtovanje ipd.

Zaradi teh razlogov se veliko megaprojektov ne konča po prvotnem časovnem načrtu. Zamude so eden glavnih problemov pri megaprojektih, povzročajo prekoračitve stroškov in primanjkljaj pri dobičku. Študija zamud pri gradnji različnih jezov na svetu, ki je bila narejena na Univerzi v Oxfordu, in je bila osnovana na največji bazi podatkov te vrste, predvideva, da je povprečna zamuda pri gradnji jezov 45%. To pomeni, da če je bilo sprva planirano, da bo gradnja trajala 10 let, potem zaradi zamud traja 14,5 let [3].

Za predstavo o neizpolnitvi/izpolnitvi časovnih načrtov lahko služijo naslednji projekti:

- Razširitev Panamskega prekopa (izgradnja tretjega seta zapornic). Predlog razširitve je bil podan leta 2006, gradnja se je začela leta 2007, končala naj bi se v začetku leta 2016. Predviden čas gradnje je bil 7 do 8 let, dejanska gradnja naj bi trajala 9 let.
- Zapornice na morju v Benetkah, ki naj bi obvarovale mesto pred poplavami. Iskanje rešitev pred poplavami se je začelo že leta 1975. Načrt za izvedbo in začetek gradnje sta bila odobrena leta 2003. Takrat je bil predviden konec gradnje leta 2010, vendar se je projekt zavlekel in je sedaj konec gradnje ocenjen na konec leta 2015. Predviden čas gradnje je bil 7 let, dejanski čas gradnje naj bi bil 12 let.
- Jedrska elektrarna Flammanville v Franciji. Gradnja se je začela leta 2006, končala naj bi se leta 2012, vendar so zdajšnja predvidevanja, da naj bi se projekt zavlekel do leta 2016. Predviden čas gradnje je bil šest let, dejanski čas gradnje naj bi trajal deset let.

Iz tega sledi, da je čas gradnje megaprojektov izredno velik predvsem zaradi razsežnosti, količine potrebnega načrtovanja in količine potrebnih izvedenih del. Če se upošteva še vse nepredvidljive situacije, ki upočasnjujejo napredovanje projekta, je jasno, da se je zamudam težko izogniti, vendar se jih s pravim pristopom lahko vsaj minimalizira.

3.2 Vplivi na okolje in prebivalcev

Ker so megaprojekti izredno veliki, vplivajo na okolje, ki ga lahko spremenijo in njegove prebivalce. Spremembe so lahko pozitivne, negativne ali pa mešanica obojega. Pri nekaterih projektih, ki prinašajo več sprememb v okolje ljudi, imajo ti velik vpliv pri odobritvi ali zavrnitvi projekta, prav tako pa se pri projektu upošteva njihovo mnenje.

Vplivi na okolje so pri projektih iste vrste podobni:

- Vpliv rudnikov, sploh tistih, ki se ukvarjajo s površinskim rudarstvom, imajo lahko velike negativne posledice na okolje. Tu sta glavni predvsem onesnaženosti tal in voda, negativne vplive pa čutijo tudi vsi živi organizmi (rastline, živali, ljudje), ki živijo na takih področjih. Na sliki 2 je prikazan rudnik bakra v Salt Lake Cityju, ki zaradi svojega obsega vpliva na velik del njegove okolice.



Slika 2: Bingham Canyon Mine, leži blizu Salt Lake City-ja v ZDA in je najgloblji rudnik z površinskim kopom. Njegov radij je 4,5km in je 1,2km globok.

(Vir: <http://www.losapos.com/openpitmines>)

- Vplivi termoelektrarn in jedrskih elektrarn prav tako slabo vplivajo na okolje. Čeprav so v zadnjih desetletjih elektrarne čistejše, okolju še zmeraj škodujejo. Premog in uran se pridobivata v rudnikih, velikokrat v državah »tretjega sveta«, kjer ni pravih vzvodov za borbo proti onesnaževanju. Problematično je tudi odlaganje radioaktivnih odpadkov iz jedrskih elektrarn oziroma izpusti iz termoelektrarn.
- Zaradi postavitve hidroelektrarn in zajezev nastane umetno jezero, kar lahko privede do tega, da se morajo ljudje, ki živijo na tem območju, izseliti. Postavitev jezu vpliva tudi na migracije rečnih živali. Tako je jez Treh sotesk na Kitajskem poskrbel za praktično izumrtje tamkajšnjega rečnega delfina, kot tudi to, da so zaradi poplavljenih delov morali izseliti 1,24 milijona ljudi [12].
- Projekti hitrih cest ali železnic vplivajo v največji meri na lokalne prebivalce in vasi/mesta, skozi/mimo katerih potekajo, zato lokalni prebivalci pogosto projektu nasprotujejo iz različnih razlogov. Na primer pri projektu hitre železnice v Nemčiji med Nürnbergom in Ingolstadtom so tisti prebivalci, ki so si lastili zemljišča, preko katerih poteka projekt,

dobili finančno nadomestilo za izgubo zemlje. Lokalni prebivalci so se prav tako pritožili odgovornim za projekt, da bodo deležni velikega zvočnega onesnaženja. Tako je projekt dobil novo oviro, ki so jo rešili tako, da so na več mestih postavili protihrupno zaščito.

- Obstaja tudi možnost da o izvedbi projekta odločajo lokalni prebivalci. Tako se je zgodilo pri projektu razširitve Panamskega prekopa, saj je bil projekt odobren s strani prebivalcev z javnim referendumom.

Vpliv na okolje pri megaprojektih je zelo velik, zato se mora projekt že v fazi zasnove prilagajati okolju oziroma ljudem. Poskrbeti je potrebno tudi, da bodo negativne posledice na okolje kar najmanjše. Lahko pa ta vpliv pomeni tudi, da se bo moral projekt med gradnjo dodatno spreminjati, če bodo ugotovljeni prej nenačrtovani vplivi na okolje.

3.3 Zahtevno koordiniranje vseh informacij

Vodstvena ekipa megaprojekta je pod velikih stresom in ima veliko odgovornost. Že na samo načrtovanje projekta lahko vpliva več različnih deležnikov. Državne vlade, lokalno prebivalstvo, regulativne agencije in okoljevarstveniki lahko vsi vplivajo na projekt. Vse njihove želje in regulative, morajo biti pravočasno identificirane še pred načrtovanjem projekta.

Med samo gradnjo pa se vodstvena ekipa projekta, ki je bila določena na začetku projekta, redno sestaja. Vsak vodja iz svojega dela projekta poroča, kako je potekala gradnja v preteklem tednu oziroma v izbranem časovnem intervalu med sestanki. Poročajo, če je prišlo do kakšnih problemov, nepredvidljivih situacij in ali se dela odvijajo po predvidenem časovnem in finančnem načrtu. Teh informacij je lahko izredno veliko. Veliko je tudi število izvajalcev, podizvajalcev in malih obrtnikov, ki delajo na projektu, tako da sta prenašanje in koordiniranje pravih in aktualnih podatkov med vsemi naštetimi deležniki v pravočasnem časovnem intervalu izredno pomembna. Problemi, ki se lahko pojavljajo na terenu, od vseh izvajalcev zahtevajo hitre in učinkovite rešitve, saj v nasprotnem primeru pride do zamud in posledično naraščanja stroškov. Zato dandanes veliko projektov uporablja prenosne naprave z različnimi operacijskimi sistemi, da lahko na terenu dostopajo do najnovejših verzij projektne dokumentacije kar preko prenosnih računalnikov, tablic in različnih drugih elektronskih proizvodov.

Vsak gradbeni projekt zahteva tudi pravočasno dobavo različnih surovin, izdelkov, polizdelkov ali opreme od zunanjih partnerjev projekta. Pri megaprojektih so količine ustrezno večje. Zahtevane je veliko tehnične opreme, ki jo lahko projekt potrebuje za dokončanje. Pri

železnicah je potrebna električna in druga oprema, pri modernih nebotičnikih velike količine stekla, pri elektrarnah generatorji, vetrne turbine, sončne celice, ogledala ipd. Pri tunelih se potrebuje opremo za vrtanje in betoniranje tunela. Vse omenjene vrste projektov pa vsebujejo še ostala tehnična in zaključna dela in opreme za vodovod, elektro inštalacijo, izolacijo ipd. Vso to opremo je potrebno dostaviti, zgraditi ali položiti v nekem načrtovanem časovnem okviru. Vsi procesi pa si lahko sledijo tako, da se gradnja ne mora nadaljevati, dokler se predhodno potrebna dela ne zaključijo oziroma se oprema vgradi. Tako je časovno vodenje, načrtovanje, hitro pridobivanje informacij in hitro prilagajanje na le-te zelo pomembno in ključno pri realizaciji časovnega načrta pri projektu.

Za primer lahko služi projekt hitre železnice v Španiji med mesti Madrid, Barcelona in Figueres. Ta projekt je združeval veliko različnih deležnikov, podjetij in ostalih, ki so tako ali drugače vplivali oziroma sodelovali pri projektu.

Naročnik projekta so bile španske nacionalne železnice (Renfe operator), sofinancer pa poleg Renfe-ja še Evropska unija. Izvajalcev je bilo več. Siemens, Alstom in CAF so bili zadolženi za dobavo šestnajstih lokomotiv; Ansaldo iz Italije in španska Cobra za signalizacijo na celotni trasi; Acciona, OHL in Sacyr za priključke iz obeh končnih postaj na hitro železnico; Rubau (skupno podjetje sledečih: Dragaros, Comsa in Acsa), Copisa, FCC Construcción, Ferrovial Agroman, Siemens in Talgo/Bombadier za dobavo vlakov; ACS, Ferrovial, FCC, Sacyr, Vallehermoso in OHL so bila gradbena podjetja, zadolžena za izgradnjo proge. HKL je nemška multinacionalka, ki je bila pri projektu zadolžena za pogodbeno razmerja med podjetji, ki so posojala in najemala različno težko opremo in mehanizacijo. TYPESA je bila zadolžena za informacijske in projektne študije. Poleg vseh naštetih je sodelovalo še nekaj ostalih izvajalcev kot so industrijski proizvajalci opreme za železnice in 5 različnih kamnolomov. Poleg manjših lokalnih oblasti so morali upoštevati še občinske oblasti iz občin Madrid, Aragon in Katalonija in njihove komiteje za razvoj regij. Vpliv na projekt je imela še španska vlada, špansko Ministrstvo za razvoj, okoljski agenciji iz Madrida in Katalonije, Ministrstvo za finance in Ministrstvo za okolje. Poleg so sodelovali tudi lastniki privatnih ter javnih zemljišč, Agencija za turizem, oblasti manjših mest ob železnici s pripadajočimi železniškimi postajami. Razna mnenja vplivnih politikov, tiskovnih agencij in različnih javnih medijev so prav tako bila upoštevana pri projektu. Okoljevarstveniki, ki so sodelovali pri projektu so bili Greenpeace, Prijatelji zemlje in evropska okoljska agencija [13].

Deležnikov je bilo veliko, zato je bila uskladitev vseh pri njihovih željah resen in velik problem. Usklajevanje se mora izvesti še pred začetkom gradnje, da potek projekta kasneje zaradi nenadnega pomanjkanja podpore deležnikov, ne naleti na probleme. Zamudam in

težavam se je moč izogniti s kakovostno, pravočasno, uspešno in dosledno komunikacijo z vsemi deležniki, kar predstavlja velik izziv in eno pomembnejših stvari pri uspešnem vodenju megaprojektov.

3.4 Morebiten velik vpliv na ekonomijo širšega območja oziroma države

Ker so megaprojekti izredno veliki, imajo velik vpliv in možen doprinos na samo gospodarstvo področja, kjer stojijo, ali pa celo na gospodarstvo celotne države. Zaradi tega so megaprojekti ne malokrat tudi financirani s strani državnih organov.

Različne vrste megaprojektov različno vplivajo na gospodarstvo v državi:

- Razne elektrarne lahko poleg zadostitve državnih potreb po elektriki, elektriko tudi izvažajo na tuje trge.
- Enako je z različnimi projekti/podjetji, ki koristijo različne naravne danosti, kot na primer različne rude, nafto, plin in jih lahko izkoriščajo in izvažajo po svetu.
- Transportni megaprojekti, tu je govora predvsem o projektih železnic, metrojev, mostov, letališč in hitrih cest, kateri s svojo transportno kapaciteto doprinesejo k lokalnemu gospodarstvu. Tako se regija lažje in hitreje razvija, saj se izboljšata mobilnost prebivalcev in celotne regije. Vplivajo pa lahko tudi na turizem, ko s svojim obstojem olajšajo transport turistov.
- Megaprojekti, ki spadajo med transportne megaprojekte, vendar so specifični, so projekti gradnje prekopov oziroma kanalov z namenom, da lahko ladje plujejo čez njih in tako olajšajo ali skrajšajo transportno pot. Lahko so med-oceanski kot npr. Panamski ali Sueški prekop, ali pa med-jezerski, kot recimo kanalske povezave med Velikimi jezери v ZDA. Oboji lahko v veliki meri izboljšajo gospodarstvo regije ali same države.
- Nekateri megaprojekti obstajajo samo zaradi turizma. Med take spadajo predvsem unikatni projekti gradnje novih otokov in polotokov v Dubaju, kjer se je turizem s pomočjo teh megaprojektov zelo razvil.
- Megaprojekti, ki prvotno niso bili mišljeni kot turistični, pa so to postali, lahko vplivajo na obisk turistov določenega kraja. Mednje spadajo različni športni stadioni, dvorane, opere, hoteli in poslovne stavbe. Nekateri izmed njih so postali izredno velik magnet za turiste zaradi svoje prepoznavnosti v svetu in so za svoj kraj lahko pravi »talisman«. Primeri takih projektov so: Eifflov stolp v Parizu, Sydneyjska opera, Burj Al Arab hotel in Burj Khalifa v Dubaju, Šanghajski stolp, ipd.

Vsak megaprojekt ne prinese zgolj pozitivnih gospodarskih učinkov. Če je projekt slabo in

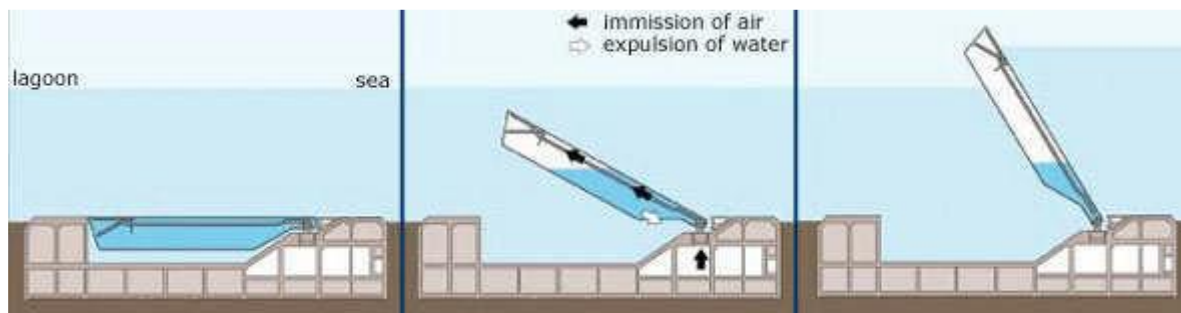
preveč optimistično ocenjen, lahko postane tudi veliko breme za investitorje ali ekonomijo same države. Eden takih je predor pod Rokavskim prelivom med Veliko Britanijo in Francijo, kjer so se stroški izvedbe dvakrat povečali, medtem ko se je izkazalo, da so prihodki od tunela samo polovični od prvotno načrtovanih. Tako so transportni ekonomisti v Veliki Britaniji prišli do zaključka, citiram: »Britansko gospodarstvo bi bilo na boljšem, če predor pod Rokavskim prelivom nikoli nebi bil zgrajen« [14].

Kvalitetno in nevtrarno načrtovanje megaprojekta je tako ključno pri njegovem uspehu ali neuspehu, kakor tudi pri doprinosu ali negativnem vplivu na ekonomijo države. Tu imajo velik pomen tudi študije in ocene tveganj ter prihodkov od končanega projekta, narejene s strani nevtralnih agencij, ki podajo najbolj objektivno oceno načrtovanega projekta.

3.5 Tehnološka zahtevnost

Z izrazom »tehnološko zahtevni« se označuje dejstvo, da so po navadi megaprojekti tisti, ki potiskajo meje inženirskih sposobnosti naprej. To pomeni, da so stavbe zmeraj višje, mostovi vedno daljši, hoteli vedno lepši in na bolj težavnih lokacijah, jezovi večji in širši, umetni otoki vedno večji, elektrarne vedno močnejše in bolj varne, tuneli daljši, ceste na vedno težjih terenih ipd. Vse to pa žene inženirje k razvijanju in uporabi novih pristopov, tehnologij, materialov in konstrukcijskih rešitev. Tako se lahko razvijejo novi pristopi za nadziranje projekta in izboljšanja njegove splošne kakovosti. Razvijajo se novi materiali, ki so uporabljeni pri projektih, kot so na primer močnejši betoni, močnejše jeklo in boljše steklo. Razvijajo se unikatne ali izboljšane tehnologije gradnje. Nekaj najbolj inovativnih rešitev med njimi je:

- pri gradnji Burj Khalife so razvili poseben, zelo močan beton kvalitete C80-C90;
- pri gradnji Burj al Arab so naredili nov dizajn za votle betonske »kocke«, ki služijo kot obramba pred valovi, v katerih se voda zavrtinči in tako ne poškoduje obale;
- v Benetkah so naredili unikatni dizajn za zapornice proti previsoki plimi, ki se, ko se jih ne potrebuje, potopijo pod vodo.



Slika 3: Potopljene vodne zapornice v Benetkah

(Vir: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2853457/Venice-s-line-defence-New-anti-flood-aims-protect-historic-Italian-city-rising-waters.html>)



Slika 4: Unikatne betonske "kocke" okoli umetnega otoka, kjer stoji Burj al Arab hotel

(Vir: <https://www.flickr.com/photos/wesbran/5488070548>)

Tako so megaprojekti nekakšni pionirski projekti, ki potiskajo meje človeške iznajdljivosti in projektiranja dlje in dlje, in zarisujejo horizonte človeških inženirsko-gradbenih sposobnosti ter inovativnosti.

3.6 Zapletena oblika pogodbenih odnosov, financiranja, vodenja in izvedbe projekta

3.6.1 Financiranje

Naročnik megaprojektov ni zmeraj isti kot investitor, saj lahko naročnik pridobi zunanje investitorje. Za primer lahko služi projekt, ki ga organizira in vodi projektno podjetje, ki je naročnik, ustanovljeno pa je lahko s strani več investitorjev. Eden takih je projekt vetrne elektrarne pri obali mesta Suffolk v Veliki Britaniji. Ustanovljeno je bilo skupno podjetje z imenom Greater Gabbard Wind Farm. Dve podjetji sta bili investitorja, 50% vložka je prispeval Scottish and Southern energy, 50% pa RWE Innology, po koncu projekta pa to na novo ustanovljeno podjetje še naprej upravlja dotično elektrarno. Taki primeri vodenja megaprojektov se pojavljajo predvsem pri projektih elektrarn in pri projektih, kjer se sam objekt po končani gradnji obnaša in vodi kot samostojno podjetje. Lahko pa tako podjetje obstaja samo za čas gradnje, z namenom lažjega in bolj preglednega vodenja, financiranja in nadzora gradnje.

Kot že omenjeno, naročnik tako velikih projektov velikokrat ne financira sam, ampak je ta lahko financiran iz več različnih virov. Obstaja več spodbujevalnih programov državnih ekonomij in širših regij, kot se to na primer dogaja v zadnjem času v Evropi in drugod po svetu. Zunanji sponzorji oziroma sofinancerji so lahko tudi investicijska multi nacionalna podjetja, privatniki, država in njeni organi ali pa razni javni razvojno-investicijski skladi. Ti zunanji financerji in sponzorji včasih niti nimajo velikega vpliva na sam megaprojekt, ampak samo priskrbijo finančna sredstva, v zameno pa po koncu megaprojekta lahko zahtevajo nek delež od dobička, ki ga po končani gradnji lahko prinaša projekt. Pogodbeni odnosi med vsemi temi naročniki, izvajalci, deležniki in financerji so seveda stvar pogajanj in dogovorov, kar pa je nov, velik in zelo pomemben del pri vodenju megaprojektov. Namreč, če gre kaj pri megaprojektu narobe, se vsi sklicujejo na prvotne pogodbe, zato morajo biti te zelo natančno in podrobno napisane in sestavljene. Tako sestava pogodb pogosto predstavlja veliko vložnega dela, finančnih sredstev in časa že pred samo gradnjo.

3.6.2 Oblikovanje pogodbenih odnosov

Poznamo dve vrsti pogodb, značilnih za gradbene projekte. Pri prvem tipu je naročnik v večjem tveganju, saj odgovarja za morebitne napake in prekoračitve cen oziroma časovnih rokov. Pri drugem pa se naročnik zavaruje, saj veliko stvari prepusti izvajalcu, in tako ta nosi odgovornost za tisto, kar ne bo šlo po načrtih. Seveda pa pri teh pogodbah obstaja možnost,

da imajo dodane različne klavzule in anekse k pogodbam, ki se od projekta do projekta spreminjajo. Govorimo o dodatnih dogovorih o tem kdo (naročnik ali izvajalec) plača, morebitna dodatna dela, spremembe cen materialov, splošne inflacije, morebitne zamude in podobno.

Prvi je tradicionalni način, angleško poimenovan »design-bid-built«, kjer lastnik oziroma naročnik megaprojekta ali njegovo vodstvo najame projektante, arhitekta, gradbenike in druge strokovnjake (električne, vodovodne, ipd.), da naredijo konceptne in kasneje prave načrte in dokumente za izdelavo projektne dokumentacije za prijavo narazpis [9]. V teh načrtih so definirane vse zahtevane specifikacije za izvedbo projekta. Na podlagi teh sledi razpis za izvedbo, na katerega se običajno prijavi več izvajalcev, vsak s svojo ponudbo. Če je vodstvo zadovoljno s prejetimi ponudbami, se projekt po navadi dodeli ponudniku, ki je bil najcenejši. Ko je cena določena in gradnja v teku, naj se originalnih načrtov ne bi več spreminjalo. V primeru da pride do spremembe v naročnikovih željah, torej spremembe v specifikacijah projekta, on odgovarja za spremembe v končni ceni projekta. Zato je taka izvedba projekta bolj rizična za naročnika oziroma vodstvo projekta. Problem se lahko pojavi tudi pri sami kvaliteti izdelave, saj ceneje ni nujno zmeraj boljše oz. dovolj kvalitetno. Zaradi tega se lahko pojavijo spori in nasprotovanja na relaciji med izvajalcem in ekipo, ki je odgovorna za načrte, saj imata obe strani drugačne interese. Izvajalec ima v mislih ekonomičnost gradnje, projektna ekipa pa zadovoljivo kakovost. Poleg tega je bil izvajalec vključen v projekt šele pred samo gradnjo in ima malo možnosti, da pripomore in vpliva na končno podobo projekta s svojimi izkušnjami in z morebitnimi kvalitetnimi modifikacijami načrtov. Tako morebitni spori povečajo pritisk na samega naročnika oziroma vodstvo projekta, saj je zanje edina prioriteta, da se gradnja konča pravočasno in v okviru predvidene investicije. Ta način ima tudi svoje prednosti, ki so sledeče:

- Ekipa odgovorna za načrte je nepristranska, zato dela najboljše za interese naročnika.
- Če je načrtna ekipa izdelala kompletne načrte, je argument »cenejše je boljše« neutemeljen, saj so ponudbe bazirane na teh načrtih in se lahko zgodi, da načrti niso popolni, to pa lahko odkrijejo morebitni izvajalci, ki pripravljajo ponudbe. Tako se lahko nepopolnost popravi še med procesom pridobivanja ponudb.
- Zagotovi se poštenost do potencialnih ponudnikov (izvajalcev) in izboljša odločitve, ki jih sprejme naročnik, saj prejme več opcij.
- Izvajalec pomaga določiti naročniku razumno ceno projekta.
- Lahko izboljša projekt za naročnike s konkurenco, ki si jo predstavljata načrtna ekipa in izvajalec, saj lahko prva izboljša svoje načrte, izvajalec pa učinkovitost in kvaliteto.

Naslednji model izvedbe oziroma organizacije megaprojekta, ki je v zadnjih časih čedalje bolj

popularen, je tako imenovan »design-build« [16]. Pri temu modelu naročnik na podlagi lastne presoje izbere generalnega izvajalca, ki ima zadovoljive izkušnje in kompetence s takimi oziroma podobnimi projekti. Izbrani izvajalec je nato zadolžen za potrebno oblikovanje in izdelavo načrtov po specifikacijah in lastnostih projekta, ki jih naročnik zahteva. Pri tem načinu izvajalec opravi tudi samo gradnjo. Ceno vseh storitev, od načrtovanja do zaključka gradnje, naročnik in izvajalec končno določita že na začetku, ali pa se dogovorita, da se določen del cene projekta spreminja. Podobno velja za čas gradnje, kjer je pogodba lahko dogovorjena tako, da če projekt ni končan v določenem časovnem okviru, za to odgovarja in plača naročnik. Ta način je predvsem povezan z zmanjšanim časom in manjšo ceno gradnje. Kar nekaj študij primerov trdi, da je s takim načinom izvedbe projekta zmanjšan čas gradnje v primerjavi z načinom, opisanim v prejšnjem odstavku [17]. S takim modelom izvedbe oziroma organizacije projekta se naročnik izogne velikemu številu tveganj, ki se lahko pojavijo med gradnjo, in se tako zavaruje pred njimi. Obstajajo pa tudi nekatere slabosti tega modela izvedbe:

- Pri takem načinu ni različnih ponudb s strani različnih izvajalcev za izvedbo projekta.
- Kriteriji za določitev izvajalca so lahko preveč subjektivni ter jih je težje ovrednotiti in upravičiti.
- Dizajn Projektiranje in cena lahko postaneta sumljiva za javnost, kar lahko vodi v izgubo podpore javnosti.
- Ker ni zunanjega svetovalca, ki bi svetoval naročniku, ima izvajalec proste roke pri projektu in se lahko odloči za najlažjo izvedbo projekta. To je lahko nadvse pomembno pri projektih, ki zahtevajo kompleksno oblikovanje zaradi visoke stopnje tehničnih, programskih ali estetskih namenov.

Vodenje in organiziranje megaprojektov je tako veliko bolj zapleteno od navadnih projektov. Temu je tako predvsem zaradi količine potrebnih del in ostalih dejavnikov (tveganja, specifični projekti, nikoli prej uporabljane tehnike v gradbeništvu ipd.), ki jih mora vodstvo preučiti med načrtovanjem in vodenjem projekta. Prav tako je sestavljanje pogodb in določanje njihovih podrobnosti lahko izredno zahtevno. Dve največji posebnosti in težavi s katerimi se megaprojekti srečujejo, sta torej zapletena oblika pogodbenih odnosov in tveganja, ki bodo opisana v poglavju 5.

3.6.3 Vsa investicijska dela

Investicijska dela so vsa dela in storitve, ki so potrebna za izvedbo projekta. Tu ne govorimo samo o delih med gradbeno fazo projekta, ampak tudi o vseh predhodno potrebnih in

morebitnih delih, ki se izvajajo po končani gradnji objekta.

Investicijska dela obsegajo [18]:

- Izdelavo študij in investicijskih načrtov ali programov, investicijske tehnične dokumentacije, ocen tveganj, licitacijskih elaboratov (tenderske dokumentacije) ter druge investicijske dokumentacije za objekte.
- Opravljanje geodetskih in vseh drugih raziskovalnih del, oplemenitenje zemljišč in njihova usposobitev za obratovanje.
- Izvajanje vseh vrst gradbenih, rudarskih, hidrotehničnih, geoloških in drugih pogodbenih del, kakor tudi izvajanje del za notranjo ureditev.
- Izvajanje vseh vrst instalacijskih, montažnih in demontažnih del, poleg tega pa tudi izvajanje del za vzdrževanje in remont industrijskih in drugih naprav.
- Zagon naprav ali opreme na dokončanih objektih in vodenje obratovanja zgrajenih naprav, objektov in obratov v garancijskem roku.
- Gradnja kompletnih objektov in dobava kompletne opreme zanje.
- Nadzor nad izvajanjem gradnje objektov.
- Strokovno pomoč med samo gradnjo in pri delih na že zgrajenih objektih.
- Morebitna dela, kot so rušenje in odstranitev objekta po končani življenski dobi.

Investicijska dela so torej vsa dela, ki so v kakšni koli meri povezana s samim projektom.

3.6.4 Vodstvena ekipa megaprojekta

Pri izvedbi megaprojekta je pametno sestaviti vodstveno ekipo in določiti njene člane še pred začetkom projekta. Nekaterim napakam pri izvedbi se je mogoče izogniti že s tem, da naročniki za različne faze ne najamejo druge ekipe (kot na primer za koncept, ocene izvedljivosti, vrednotenje projekta, načrtovanje, izvršitve in ocen prihodkov od prodaje). Priporočljivo je, še pred začetkom projekta določiti jedro ekipe, ki bo vodila projekt in v njem sodelovala pri vseh fazah. To spodbudi odgovornost ekipe in splošno preglednost projekta. Jedro ekipe naj bi sestavljali: direktor projekta, vodja inženiringa, vodja naročil, vodja gradnje in vodja zagona projekta [19]. Drugi člani so lahko dodani kasneje med napredovanjem projekta. Pomembno je, da so člani te ekipe ljudje, ki imajo izkušnje v industriji in so v svoji preteklosti že delali na podobno velikih projektih. Če je temu tako, lahko s svojimi izkušnjami bistveno pripomorejo k sami kvaliteti projekta, ker lahko bolje predvidijo in opozarjajo na različne probleme, s katerimi se posamezne vrste megaprojektov lahko srečajo.

Učinkovito vodenje in organiziranje megaprojektov zajema nekatere ključne procese, ki morajo biti dobro načrtovani v želji, da bi bil megaprojekti uspešen. To so kvalitetno zgodnje planiranje in organiziranje, upravljanje s tveganji, ureditev financiranja, komunikacija med deležniki projekta in integracija kontrole nad izvedbo projekta ter morebitne izboljšave projekta med samo izvedbo. Planiranje in organiziranje megaprojekta postavi temelje za vse. Če je ta del izveden pravilno, projekt dobi zeleno luč s strani naročnikov. Ta faza da projektu željeno smer, ki pa se vseeno lahko še popravlja in dopolnjuje, ker je projekt še dovolj fleksibilen. To je zelo pomembna faza, saj po tem, ko se priključijo še izvajalci, surovine, oprema in delavci, ta fleksibilnost izgine in se v primeru slabega načrtovanja začnejo pojavljati veliki problemi.

4 Predstavitev petih izbranih primerov megaprojektov

4.1 Sončna elektrarna v Andaluziji v Španiji [20]

Ime projekta je CSP Andasol Solar Power Station. Elektrarna je locirana v Andaluziji na jugu Španije na planoti Guadix v provinci Granada. Ime projekta Andasol je sestavljena iz besed Andaluzija in Sol (Sol po špansko pomeni sonce). Nadmorska višina elektrarne je 1.100 metrov. Zaradi plosnega podnebja lokacija omogoča odlično direktno sončno obsevanje. Po podatkih naj bi bilo na tem območju za 2.200 kWh/m² sončnega obsevanja na leto. Zgrajeni sta bili dve elektrarni, vsaka z močjo 50 MW, kar na letni ravni pomeni 175 GWh za vsako izmed elektrarn. Vsaka naj bi privarčevala 150.000 ton emisij CO₂ v primerjavi z moderno termoelektrarno na premog. Skupaj proizvedeta elektriko za približno 300.000 ljudi v južni Španiji. Obseg del pri projektu je bil: načrtovanje elektrarn, vsa naročila potrebnih delov in inštalacij, končna realizacija in priključitev na električno omrežje. Elektrarna ima tri glavne dele: polje kolektorjev v obliki paraboličnih korit, rezervoarje in električne generatorje. Investicija v elektrarno je bila 600 milijonov EUR (300 milijonov EUR za vsako izmed njih).

Splošne informacije elektrarne:

- V vsaki elektrarni je več kot 600 paraboličnih korit - kolektorjev, razporejenih na okoli dveh kvadratnih kilometrih, vsako od njih meri 150 metrov v dolžino in 5,7 metrov v širino. Površina vseh teh ogledal za eno elektrarno je več kot 500.000 kvadratnih metrov.
- Ker ima elektrarna tudi rezervoarje toplotne energije, je omogočeno, da če so rezervoarji polni, lahko po sončnem zahodu turbine obratujejo še 7,5 ur pri polni obremenitvi.
- Ta sistem s paraboličnimi koriti ima v času transformacije sončne radiacije v paro 43% učinkovitost.
- Elektrarni sta bili načrtovani tako, da lahko delujeta tudi na pomožni pogon z naravnim plinom, vendar lahko na ta način po španskem zakonu proizvedeta samo 15% ustvarjene elektrike.
- Andasol elektrarni skupaj zaposlujeta 80 ljudi (uradniki, vzdrževalno osebje, toplotni tehniki in operaterji).



Slika 5: Andasol sončna elektrarna

(Vir: http://www.dlr.de/desktopdefault.aspx/tabid-5106/8599_read-17179/)

Naročnik projekta sta bili dve novo ustanovljeni podjetji Andasol 1 Central Termosolar Uno SA in Andasol 2 Central Termosolar Dos SA in sicer z namenom, da si lastita projekt in ga po končani gradnji tudi upravljata. Največji delež investicije v projekt (80%) predstavlja posojilo Evropske investicijske banke, BNP Paribas, Sabadell Bank Group, WestLB in Dexia.

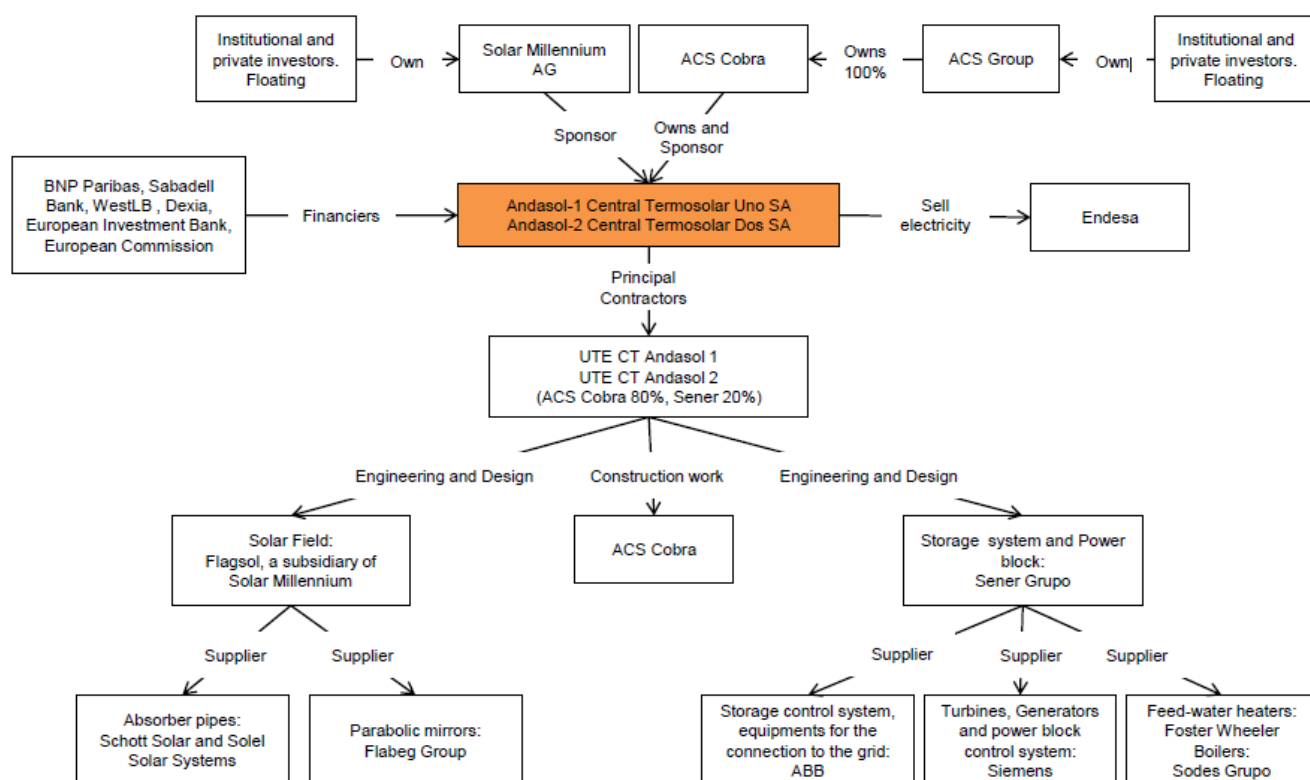
Solar Millennium je nemško podjetje, ki je v preteklosti že poskušalo razviti projekt, vendar ni imelo finančne kapacitete in tehnične kredibilnosti, da bi ustrezalo vsem pravnim okvirom v skladu s španskimi državnimi organi. Tako je v letu 2003 Solar Millennium prepričal podjetje ACS Cobra, da investira in odigra ključno vlogo pri realizaciji projekta. ACS Cobra je podružnica ACS skupine. To je špansko podjetje, ki se ukvarja z načrtovanjem in gradnjo civilnih in inženirskih konstrukcij, pa tudi s telekomunikacijami. ACS Cobra je sedaj lastnik obeh elektrarn. Na začetku projekta je bil ACS Cobra lastnik s 75% deležem, Solar Millennium pa je imel 25% delež, vendar je bil takoj po koncu projekta v juliju 2009 delež Solar Millenniuma prodan ACS Cobri.

Glavna izvajalca pri projektu sta bila ACS Cobra in Sener Group, ki sta ustanovila dve omenjeni skupni podjetji z 80% vložkom ACS Cobre in 20% vložkom Sener Group-a. Ti dve podjetji, imenovani UTE CT Andasol 1 in 2, sta bili ustanovljeni samo za čas gradnje in sta zaključili svoj obstoj takoj po zaključku gradnje. Pogodbeni način izvedbe projekta je temeljil na načinu plačila enkratnega zneska, in sicer za kompleten celoten projekt, že pripravljen na obratovanje (angleško: »Lump sum turn key contract«). To pomeni, da za dogovorjeni znesek izvajalec naredi vse potrebno, da je objekt ob predaji popolnoma zaključen in pripravljen za

uporabo.

Glavni izvajalci so bili zadolženi za dela na elektrarni na sledeč način:

- Flagsol, podružnica Solar Millenniuma, je načrtovala in nadzirala gradnjo polja sončnih kolektorjev;
- Sener group je naredil podrobne načrte za del ustvarjanja elektrike (parne turbine, električni generatorji, kondenzatorje, vodne grelce) in shranjevalni sistem staljene soli za obe elektrarni;
- ACS Cobra, je bila kot konstrukcijsko podjetje zadolžena za gradnjo na obeh gradbiščih.



Slika 6: Shematsko drevo organizacije projekta Andasol

(Vir: [11])

Posebnosti pri projektu so bile:

- Čas gradnje je zaradi pravnih določil o omejitvi uporabe naravnega plina utrpel leto in pol zamud pri realizaciji začetka projekta, ker so morali inženirji spremeniti projekt tako, da so ga zasnovali na novo s sistemom za shranjevanje toplotne energije.
- Zaradi potrebe po veliki površini za elektrarno so lastniki zemljišč, ki so bila potrebna za

realizacijo projekta, dobili primerno kompenzacijo za svoja izgubljena zemljišča.

- Tehnologija s sistemom za shranjevanje toplotne energije s pomočjo dveh rezervoarjev staljene soli na takem tipu elektrarne je bila v Španiji, in na splošno v Evropi, uporabljena prvič. Tako je podjetje ACS Group postalo vodilno v svetu pri razvoju elektrarn na toplotno energijo s sistemom za shranjevanje energije s pomočjo staljene soli.
- Naklonjenost španskih in evropskih vodilnih organov je bila močno prisotna, zaradi tendence v Evropi po uporabi obnovljivih virov energije.

4.2 Vetrna elektrarna Anholt v Danskem morju [21]

Elektrarna se nahaja med otokoma Djursland in Anholt v Danskem morju. Namen gradnje elektrarne je bil, da se zadosti potrebam okoli 400.000 gospodinjstev na Danskem, kar je okoli 4,5% danske potrebe po elektriki (400 MW). Investicija v projekt je znašala okoli 1,35 milijarde EUR. Površina, na kateri je 111 vetrnih turbin, s premerom vetrnice 120 m (vsaka z močjo 3,6 MW) je 100 kvadratnih kilometrov. Globina morja na tem območju je med 15 in 19 metrov.

Naročnik projekta je vetrna elektrarna Anholt, ki je last podjetja DONG Energy (50%), Pension Danska (30%) in PKA (20%). DONG Energy je bil glavni izvajalec s pogodbo za izgradnjo z vnaprej dogovorjeno fiksno ceno in fiksnim rokom izgradnje. Projekt je dobil 240 milijonov EUR posojila s strani Nordijske Investicijske banke. Ker so pri njem sodelovali trije investitorji, je bilo dogovorjeno, da si naslednjih 15 let delijo dobiček od prodane elektrike. Ekipo naročnika je sestavljala 7 ljudi. Ekipo glavnega izvajalca DONG Energy je sestavljalo okoli 60 ljudi, zadolženih za operativne naloge. Podizvajalcev je bilo 23, vsak izmed njih pa je imel ekipo za vodenje svojega dela projekta. Skupno je bilo v operativi zaposlenih kar okoli 1000 ljudi. Vsi podizvajalci so imeli pri projektu stalen problem pri rekrutiranju delavcev z zadovoljivim znanjem.

Projekt je potekal po časovnem planu. Zgrajen je bil za fiksno ceno, ki jo je postavil DONG Energy na začetku, vendar pa so analize pokazale, da je bila cena dokaj visoka za tak tip projekta. Razloga za to pa sta bila kratek časovni rok za izgradnjo in definirane stroge kazni v primeru prekoračitve časovnih rokov. Izvajalec DONG Energy je nosil vsa ekonomska in časovna tveganja v zvezi gradnjo in zagonom elektrarne. Ta tveganja so: cena vetrnih turbin in temeljev, variranje nosilnih kapacitet morskega dna in morebitnih slabih vremenskih razmer, ki bi lahko občutno otežila dela. Pred začetkom gradnje je danski Nacionalni inštitut za raziskavo okolja raziskal tudi migracijo ptic pomladi in jeseni. Zaradi lokacije polja vetrnic

na poti trajekta do otoka Anholt, do katerega je zaradi elektrarne dostop otežen (potreben je obvoz), je bilo dogovorjeno, da bo plačana kompenzacija s strani elektrarne podjetju, ki upravlja prevoze po morju. Podobno je bilo z ribištvom. Ker je to sedaj omejeno, plačuje elektrarna kompenzacijo za izgubo ulova. Pred gradnjo je bilo zaznanih tudi nekaj 400 kilogramov težkih morskih min, ki pa so jih marinci leta 2010 detonirali.



Slika 7: Anholt vetrna elektrarna

(Vir: [12])

4.3 T-REX rekonstrukcija in izboljšava avtoceste v mestu Denver, Colorado, ZDA [22]

Projekt je obsegal rekonstrukcijo in razširitev 27 kilometrov avtoceste, 30 ,6 kilometrov izboljšanja železniških prog, rekonstrukcijo in razširitev 60 mostov in izgradnjo 13 novih tranzitnih postaj. Investicija v projekt je bila 1,67 milijarde USD. Faza načrtovanja se je začela leta 1999, potem ko so oblasti v Denverju spoznale, da so povezave v mestu slabe in jih je potrebno izboljšati. Ker je lokacija projekta v urbanem okolju, je bil primarni cilj projekta kar najbolj minimalizirati neprijetnosti za javnost s tem, da bi optimalno vzdrževali tok prometa v času gradnje. Ostali cilji so bili še zaključiti projekt skladno s proračunom, izvesti

celoten projekt kvalitetno in ga zaključiti skladno s časovnim planom. Tip pogodbe, ki so ga izbrali naročniki, je bil »design-build« z vnaprej dogovorjeno fiksno ceno za projekt. Tako so tveganja za morebitne spremembe stroškov pri gradnji prevzeli izvajalci. Odgovornost, ki so jo nosili naročniki je bila samo za nihanje cene goriva. Naročniki so izbirali med tremi potencialnimi izvajalci, in se maja 2001 odločili za SECC (skupno podjetje dveh podjetij, gradbenega podjetja Kewit in transportnega podjetja Parsons). Odločitev je bila bazirana na SECC-ovih finančnih sposobnostih. Projekt so financirali naslednji viri: Federalna transportna administracija, Federalna avtocestna administracija, oddelek za transport Colorado (CDOT), Regionalni transportni okraj (RTD) in lokalne agencije. Naročniki so se aktivno trudili, da bi bil projekt uspešen, zato so najeli zunanjega svetovalca, ki jim je pomagal pri pravnih zadevah, posebej pri pogodbah in analizi tveganj. Oblikovali so tudi odbor za reševanje morebitnih sporov, in vse to tudi vključili v pogodbo. Gradnja se je začela 24. septembra leta 2001. Med samo gradnjo so bili naročniki zelo pozorni do javnosti, zato je bil napredek projekta vsak dan objavljen na televiziji pri dnevnih novicah tako s predstavnikom naročnika kot izvajalca, ki sta govorila o napredku projekta. Tak pristop je eliminiral pogoste javne pritožbe, saj je znano, da ljudje radi vidimo napredek in pravilno rabo javnih sredstev. Izvajalec je vzpostavil tudi spletno stran, kjer so bili objavljeni ažurni podatki o tem, katere ceste so zaprte, kje so zastoji in kako dolgo naj bi trajala načrtovana pot.

Naročniki so v svojih originalnih načrtih postavili časovni plan z zaključkom projekta do junija 2008, vseeno pa so pustili izvajalcem, da sestavijo svoj časovni plan. Tako je SECC (izvajalec) projekt končal predčasno, in sicer 1. septembra 2006, kar je skoraj 2 leti pred rokom, ki so ga postavili naročniki. Projekt je bil ustrezno končan tudi glede na finančni načrt. Edina stvar, ki so jo morali naročniki poravnati, so bili stroški, nastali zaradi prilagoditev cen goriv med gradnjo (v višini okoli enega milijona USD).

Velik izziv pri tem megaprojektu je predstavljalo veliko financerjev, ki so financirali avtocesto in železnico, zato je bilo treba podrobno spremljati, za katero stvar se je porabil denar. To je bilo še posebej zapleteno pri nekaterih mostovih, saj je po nekaterih potekala tako železnica, kot tudi avtocesta. Sprva je bilo predlaganih več načinov za deljenje stroškov, vendar so se dogovorili, da se ti delijo glede na površino, ki jo avtocesta ali železnica zavzema na mostu. Eden izmed izzivov je bilo tudi zagotavljanje prevoznosti avtoceste med samo gradnjo. Ker so med začetnimi fazami projektiranja naročniki kmalu ugotovili, da bo izvajanje komunalnih storitev med samim projektom velika težava, so se še pred začetkom dogovorili s podjetji, ki izvajajo komunalne storitve, da nebi prihajalo do sporov zaradi premestitve teh storitev. Tako so zmanjšali tveganje za izvajalca projekta. Zaradi pomankanja alternativnih poti je morala biti cesta odprta tudi med gradnjo. Zaprta je bila občasno samo ponoči, zaradi nekaterih

rušilnih del. Izvajalci so ustanovili tudi obveščevalno službo, ki je pomagala pri informiranju o zaprtih odsekih ceste in obvozi. Zagotovili so hotelske kupone za stanovalce, ki so živeli v neposredni bližini rušilnih del, ki so se izvajala ponoči zaradi zvočnega onesnaženja.

Zagotavljanje in kontrola kakovosti sta bili dodeljeni izvajalcu. V ta namen je izvajalec najel drugo podjetje, ki je bilo odgovorno za zagotavljanje kakovosti in je moralo nadzirati kvaliteto projekta z nevtralnega stališča. Zanimivo pri tem projektu je to, da je bil naročnik tako prepričan v delo izvajalca, da je izjavil, da je potrebno zaupati izvajalcu, ker je nemogoče nadzirati vsa dela, saj bi bilo za to potrebno preveč osebja. Prav tako je bil izvajalec ponosen na svoje delo, saj je že zgrajen zadrževalni zid zaradi lastnega zadovoljstva porušil in zgradil na novo, čeprav je ustrezal vsem kriterijem kakovosti.

Projekt je uspel zaradi naslednjih dejstev:

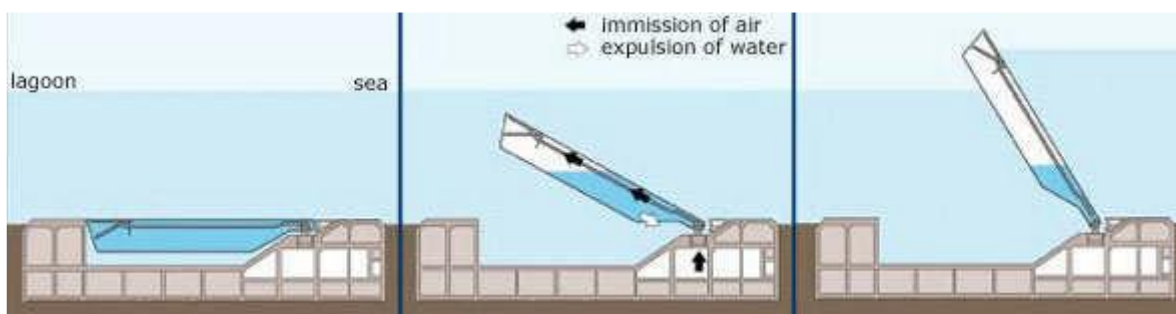
- Ker je bil to projekt razširitve starega urbanega okolja, bi bile komunalne storitve veliko tveganje med samo gradnjo. Tega so se naročniki zavedali, zato so se še pred začetkom gradnje dogovorili s komunalnimi podjetji o poteku izvajanja njihovih storitev med gradnjo.
- Vodstvo projekta je na koncu izrazilo mnenje, da je del uspeha pripisati tudi interesu vlade, ki ji je bil ta projekt prioriteta. Ker so združili železniško omrežje in avtocesto, je imelo več skupin pozitiven odnos do projekta in ga je zato podpiralo.
- Dobro informiranje javnosti. Projekt je imel močno marketinško kampanjo in je bil vsak dan pri poročilih. Prav tako je bila vzpostavljena spletna stran, kjer so bili objavljeni aktualni podatki o stanju projekta.
- Naročniki so prepoznali, da bo sistem »design-build« najboljša oblika tip pogodbe oziroma izvedbe za ta projekt. Za to so se odločili predvsem zaradi želje, da se kar najbolj zmanjša čas gradnje, saj so bila dela velika neprijetnost za tamkajšnje mimovozeče prebivalce.

4.4 MOSE projekt v Benetkah [23]

Projekt se nahaja v Benetkah, in sicer v morski laguni, ki obdaja mesto. Namen projekta je bil zaščititi mesto pred poplavami in previsoko plimo s sistemom obrambe, sestavljenim iz vrst mobilnih vrat, ki lahko izolirajo laguno in mesto pred Jadranskim morjem. Naročnik projekta je bil koncesionar z imenom Consortium Nuova Venezia (CVN). To je skupno podjetje več lastnikov, ustanovljeno z namenom načrtovanja, izvedbe študij, eksperimentiranja, koordinacije in izvedbe del, ki bi regulirala poplave, ki jih povzroča plima, in tako obvarovala mesto. Podjetje CVN je delegirano s strani italijanskega Ministrstva za infrastrukturo in

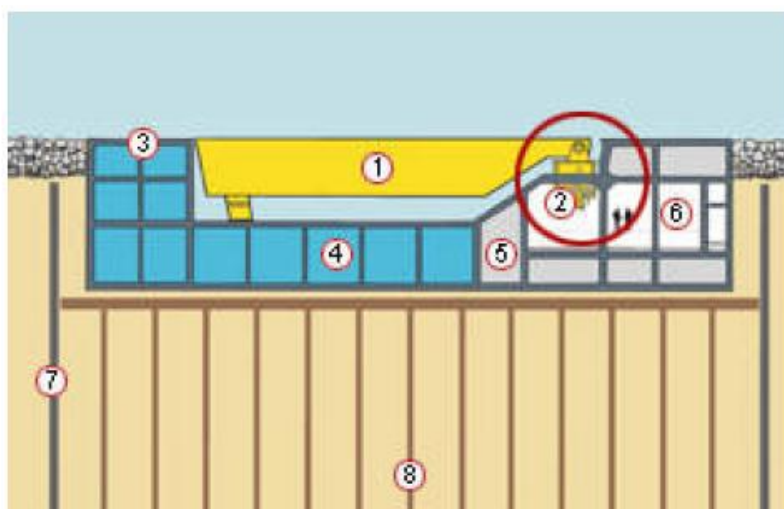
promet.

Tehnični podatki projekta so: obstajajo trije vhodi v Beneško laguno, ki se zapirajo s 78 pomičnimi (dvižnimi) zapornicami, razdeljenimi v štiri vrste. Dolžina ene zapornice je 20 metrov. Čas, potreben za dvig zapornic, je 30 minut, za spust pa je potrebno pol manj. Število ljudi, ki so povezani z gradnjo, je okoli 3000.



Slika 8: Prikaz delovanja zapornic

(Vir: [14])



Constructive details:

1. gate
2. hinge
3. housing
4. ballast (water)
5. ballast (concrete)
6. service tunnels
7. containment piling
8. soil consolidation piling

Slika 9: Detajl zapornice (1.dvižna vrata, 2.tečaj, 3.okvir, 4.balast(voda), 5.balast(beton), 6.servisni tunel, 7.zadrževalno pilotiranje za vodo, 8.pilotiranje za konsolidacijo zemljine)

(Vir: [14])



Slika 10: Satelitska slika 3 vhodov v laguno

(Vir:[14])

Projekt je bil financiran iz javnih sredstev italijanske vlade, Evropske investicijske banke in s strani Evropske komisije (ang. European Commission). Največji izvajalci projekta so bili:

- Podjetje Thetis SpA je bilo zadolženo za študije in raziskovanja na področju morskega inženiringa že pri fazi koncipiranja projekta;
- Cordioli Construzioni Metalliche SpA je bil izbran na javnem razpisu za gradnjo prvih 23 dvigajočih zapornic na vzgon;
- Nuovi Cantieri di Chioggia SpA;
- Konzorcij Macaferri per il Progetto Venezia;
- FIP SpA je bil izbran, da oblikuje in izdelava tečaje za rotiranje dvižnih vrat. Podjetje ima sedaj tudi patent za tak tip tečaja. Na objektu je predvidenih 156 tečajev. Ta del je bil obravnavan kot ključni in hkrati najbolj kritični del projekta;
- Podjetje PRINCIPIA je bilo zadolženo za preskušanje izvedljivosti in zanesljivosti tečajev;
- Skupno podjetje C Lotti & Assosiatu in Thetis Spa je bilo odgovorno za vodenje del, podporo in kontrolo izvedenih del, kontrolo kvalitete materiala in obvladovanja stroškov izvedenih del;
- Sodelovali so še Adanti SpA, Officine Maccaferri Group in Sarti SpA, ki so razvili sistem za proizvodnjo filtra, ki bo zagotavljal dovolj hidravlične moči in je dovolj težak, da bo ostal v stiku z morskim dnom pri dvignjeni zapornici.

Koncept projekta in izpeljava prvih študij izvedljivosti za možne rešitve so bile izdelane že leta 1975. Rešitev za gradnjo in začetek del sta bila potrjena leta 2003. Takrat je bilo

predvideno, da bo projekt končan leta 2010, po zadnjih podatkih pa naj bi bil projekt zaključen šele leta 2017. Načrtovana investicija leta 2003 je bila okoli 2,3 milijarde EUR, a obstaja veliko različnih ocen o dejanskih stroških. Po uradnih podatkih iz leta 2010 naj bi stal 4,7 milijarde EUR (po neuradnih celo 5,5 milijarde EUR), po podatkih iz leta 2014 pa naj bi bila končna cena 7 milijard EUR. Letni operativni in vzdrževalni stroški so ocenjeni na 18 milijonov EUR.

Dela, ki so potrebna, da bo projekt uspešno dokončan:

- štiri mobilne pregrade, izvedene s pomočjo 78 dvižnih zapornic na treh vhodih v laguno (na enem od treh vhodov bosta zgrajeni dve pregradi);
- ena večja in tri manjše zapornice, ki bodo omogočale prehod malih in velikih ladij iz in v laguno med tem, ko bodo zapornice dvignjene;
- sistem pregrad MOSE je načrtovan tako, da lahko zdrži porast gladine morja do 60 centimetrov;
- izgradnja 9.850 metrov skalnih nasipov, potrebnih za ojačitve pomolov in za potrebne valolome;
- izgradnja 4.590 metrov navpičnih zidov, potrebnih pri gradnji vseh zapornic in opornikov za vrsto dvižnih zapornic;
- potrebno bo zaščititi 597.000 kvadratnih metrov morskega dna in podvodnih struktur.

Maksimalna višina plime, ki jo zapornice lahko zdržijo, je tri metre. Na projekt se je odzvalo Ministrstvo za okolje, ki sprva ni podpiralo projekta in je zahtevalo dodatne študije povezane s projektom. Ostale zunanje agencije (UNESCO, Beneška občina in njeni prebivalci, Evropska komisija) in Ministrstvo za kulturno zapuščino pa so bili podporniki projekta že od samega začetka.

4.5 Avtocesta v Mehiki med mestoma Durango – Mazatlan [22]

Projekt obsega 230 kilometrov avtoceste, 115 mostov in 63 tunelov. Nova avtocesta prečka gorovje Sierra Madre. K projektu je spadala tudi izgradnja Bastion mostu, ki prečka kanjon istoimenske reke in je dolg 1.124 metrov s centralnim razponom 520 metrov pri višini 390 metrov. Poleg tega je zajemal izgradnjo še 7 mostov, višjih od 90 m. Cilj projekta je bil omogočiti ljudem lažje potovanje po državi, in skrajšati čas vožnje med navedenima mestoma iz 6 na 3 ure. Gradnja je posledica odločitve mehiške vlade, ki si je kot prioriteto postavila modernizacijo njihovih cestnih povezav z namenom spodbujanja gospodarstva. Investicija v projekt je bila 1.650 milijonov USD. Ta je bil financiran s strani mehiškega

nacionalnega fonda za infrastrukturo in sklada Durango – Mazatlan. Projekt je bil razdeljen na 4 dele. Vanj so bili vključeni štiri glavni izvajalci, tako da je vsak izmed njih dobil en del projekta. Vodstvo se je tako izognilo nevarnosti, da en izvajalec ne bi bil sam sposoben izpeljati projekta, saj je ta obsežen in vključuje gradnjo več mostov, tunelov in cest na različnih, zelo težavnih terenih. Poleg teh prednosti so tudi omogočili večim podjetjem, da sodelujejo pri projektu.

Podpisane pogodbe so bile vrste »design-bid-build« s postavljenimi fiksnimi cenami. Izvajalce so izbrali preko njihovih ponudb za gradnjo v sklopu javnega razpisa. Izbrani so bili najcenejši ponudniki za vsak posamezen del, ki so še izpolnjevali postavljene kriterije. Pogodbe so bile sestavljene tako, da je bil naročnik odgovoren za spremembo končnih cen, ki so se lahko spreminjale zaradi inflacije. Tako se je končna cena projekta zvišala za 20% zaradi menjalnega tečaja peso - dolar.

Posebnosti pri projektu:

- Projekt je imel veliko podporo vlade in javnosti, zato ker so o njem in njegovem napredku veliko poročali v medijih, poleg tega da je ustvarjal nova delovna mesta in spodbujal razvoj regije.
- Projekt je bil s strani vodilnih mišljen kot nekakšen spomin na 200. obletnico mehiške neodvisnosti od Španije.
- Ker je lokacija avtoceste odročna, je bil dostop za mehanizacijo in material zelo otežen. Eden od izvajalcev je moral zato zgraditi 160 kilometrov začasnih dovoznih poti, samo da bi lahko zgradil 45 kilometrov avtoceste.
- Zamude so se pri projektu pojavile zaradi nepričakovanih zahtevnih geoloških pogojev, na katere so izvajalci naleteli v tunelih. Temu so projektanti morali prilagoditi načrte.
- Ker gre avtocesta čez območja, ki so v Mehiki v skupni rabi prebivalstva in so namenjena kmetijstvu, je vodstvo začelo kupovati potrebna zemljišča že 6 let pred začetkom projekta (leta 2002) z razlogom, da bi se izognili negotovanju, morebitnim protestom prebivalstva in posledičnim zamudam.



Slika 11: Most Bastion z 520m razpona

(Vir: [15])

5 Upravljanje s tveganji pri megaprojektih

5.1 Definicija tveganja

Tveganje je dogodek, ki ima v primeru, da se zgodi, negativne posledice na projekt.

Tveganje je [24]:

- dogodek, ki se ga lahko definira;
- ima neko verjetnost, da se zgodi;
- če se zgodi, ima neke posledice in vpliv na projekt.

Resnost tveganja izračunamo tako:

- Resnost tveganja = verjetnost \times ocena velikosti posledic.

5.2 Upravljanje s tveganji

Upravljanje s tveganji je definirano kot sistematični pristop k procesu identificiranja tveganj, analiziranja le-teh, načrtovanja rešitev v primeru, da se pojavijo, in nadzor nad samo izvedbo rešitev.

Upravljanje in ravnanje s tveganji je v gradbeništvu zelo pomembna dejavnost, saj se pri projektih pogosto zgodi, da se prvotni finančni ali časovni cilji ne uresničijo zaradi različnih nepredvidenih razlogov. Torej, če projekt ne teče po prvotnem planu, ustvarja ogromno stroškov, ki jih seveda mora nekdo plačati, bodisi naročnik ali pa izvajalec. S tem se ukvarja področje upravljanja s tveganji. Christopher Dann navaja, da bo po njegovih raziskavah to področje, kjer bo v naslednjih 20 letih za 40 milijard USD priložnosti za prihranke [25]. Ta številka naj bi predstavljala skupne prekoračitvene stroške pri megaprojektih. Torej je tu velik potencial za strokovnjake in gradbena podjetja, ki bi to lahko izboljšali.

Definicija uspešnega megaprojekta je, če v čim večji meri uspe ostane v okvirih svojih prvotnih finančnih in časovnih načrtov, po končani gradnji in predaji v uporabo pa tudi uspešno delovanje objekta.

Raziskav na področju upravljanja s tveganji pri megaprojektih je bilo v preteklosti bolj malo, v 21. stoletju pa jih je ob porastu megaprojektov čedalje več. Ena od teh ugotovitev je, da se uspehi megaprojektov zgodovinsko gledano niso nič izboljšali, temveč so bili že od nekdanj

manj uspešni v primerjavi z manjšimi projekti.

5.3 Razlike v tveganjih pri megaprojektih in pri običajnih gradbenih projektih

Razlike v tveganjih so izredno velike. Sicer so si tveganja pri obeh tipih projektov lahko podobna, a imajo pri megaprojektih večje posledice. Poleg večjih posledic se je na tveganja pri megaprojektih tudi težje pripraviti. Veliko težje je tudi soočanje s posledicami in eliminiranje le-teh. Primer tveganja, kot je npr. nihanje cen surovin ali opreme pomeni, da bo imelo to tveganje pri megaprojektu večje posledice, ker je potrebnih veliko več surovin in opreme kot pri manjših projektih. Lahko bi se zgodilo, da bi bilo to tveganje tako veliko, da bi raje iskali drugega ponudnika surovin ali opreme, četudi bi bil ta z drugega konca sveta. Nemalokrat se zgodi tudi, da izvajalci težko najdejo primerno kvalificirano delovno silo. Dejstvo je namreč, da je težje najti zadosti kvalificiranih delavcev pri megaprojektu, saj se njihovo število meri v tisočih. V primeru manjših projektov je potrebno veliko manjše število delavcev.

V literaturi je opisanih več klasifikacij tveganj za megaprojekte. V nadaljevanju opisana klasifikacija opisuje 9 glavnih skupin tveganj, ki se pojavljajo pri megaprojektih [26]:

- Tveganja, povezana z zasnovo in projektiranjem, so tista tveganja, ki nastanejo v fazi načrtovanja projekta. Na primer: nepreverjena metoda izvedbe, slabo preiskani geološki pogoji, finančno neučinkovit načrt izvedbe.
- Tveganja, povezana s politiko, vladnimi organi in njihovo (ne)naklonjenostjo projektu in spreminjanju le-tega s časom.
- Pogodbena tveganja so tista, ki zajemajo ponovna pogodbena pogajanja zaradi morebitne spremembe obsega megaprojekta med fazo gradnje in nepopolnosti v prvotno sestavljenih pogodbah.
- Tveganja pri gradnji so ponavadi največja in najbolj vplivna na celoten megaprojekt. Primeri teh so: finančne prekoračitve, neuveljavljenosti tehnologij gradnje, kompleksna strojna oprema, prekoračitve časovnih rokov zaradi optimističnih časovnih načrtov, nezadostne količine surovin v danem časovnem roku, problemi pri razvoju potrebne opreme, problemi pri koordinaciji vodenja, veliko število elektronskih dokumentov, shranjenih v različnih tipih formatov, neprimeren dizajn, nepredvidene nesreče ipd.
- Tveganja pri obratovanju in vzdrževanju megaprojekta. To so tveganja po končani gradnji, ki se lahko pojavijo med obratovanjem projekta. Megaprojekt ima lahko visoke operativne stroške, visoke vzdrževalne stroške, slabo kvaliteto gradnje ali tudi neusposobljenost operaterja.

- Tveganja, ki so povezana z delavci med gradnjo in njihovim izobraževanjem, jezikom, kulturo in stroški nesreč.
- Tveganja povezana z naročnikom, uporabniki in družbo so tista tveganja, ki vplivajo na dohodke projekta. To vključuje: tveganje povpraševanje, ki vključuje inflacijo, trende življenjskega stila in cenovni okvir; tveganje trga, na primer nihanja pri klientovih zahtevah in obstoju samega trga; tveganja družbene koristi - ali projekt prinese pričakovane družbene koristi; okoljska tveganja; tveganja, povezana z ugledom projekta, ki vključujejo medije in kontrolo marketinga.
- Finančna in ekonomska tveganja spremljajo megaprojekt in nanj vplivajo ter so povezana s financiranjem in končnim uspehom projekta. Primeri teh so: nižja profitabilnost kot pričakovano, realistični finančni načrti narejeni prepozno, nihanje cen surovinam, pravočasna razpoložljivost finančnih sredstev in menjalni tečaji tujih valut, ki se lahko v daljšem obdobju spreminjajo.
- Tveganja, povezana z vplivi projekta na okolje, naravo, ljudi in živali.
- Tveganja višjih sil, kot na primer: vojn, naravnih katastrof, ekstremnih vremenskih pogojev.

Megaprojekti predstavljajo velik iziv tudi za vse deležnike. To so lahko individualne osebe, skupine, podjetja ali institucije, ki sodelujejo pri projektu in lahko vplivajo na končni rezultat. Odvisno je sicer, v kakšnih pogodbenih odnosih so deležniki, vendar je najbolje, da se tveganja dodelijo deležnikom, po posameznih področjih, če so ti iz drugačnih strokovnih področij. Izvajalec se tako ukvarja in rešuje tveganja, ki so povezana s samo gradnjo, medtem, ko so lahko vladni organi sofinancerji in so bolj kvalificirani za spopadanje s tveganji, povezanimi z medijsko pozornostjo in družbeno sprejetostjo projekta.

Samo upravljanje s tveganji se pri gradbenih projektih velikokrat ukvarja še s pogajanjem, ki se odvijajo pred podpisom pogodb, predvsem pogajanja o tem, kdo bo kril morebitne dodatne stroške, ki lahko nastanejo v primeru pojava določenega tveganja in njegovih posledic. Ker so pogodbe nepopolne v sami osnovi, lahko pride še do uresničitve tveganj, ki v pogodbah niso bila opisana. V tem primeru lahko nastanejo novi problemi, če so naročniki ali izvajalci zelo togi v svoji pripravljenosti na sodelovanje in reševanju takih nepredvidenih problemov.

5.4 Uspešno upravljanje s tveganji

Upravljanje s tveganji se med posameznimi megaprojekti razlikuje, vendar je njihov celovit pristop definiran in opisan v naslednjih korakih [24].

5.4.1 Identifikacija tveganj

Identifikacija tveganj potrebuje metodičen pristop k pregledu megaprojekta za sestavo celovitega seznama tveganj. Pristop k identifikaciji je delo projektne vodstvene ekipe in sodelujočih zunanjih strokovnjakov na področju upravljanja s tveganji. To se prične z ocenjevanjem indetificiranih tveganj tako, da se vsako tveganje oceni glede na škodo, ki jo lahko povzroči. Če ta presega dogovorjeno mejo, se ga vključi v seznam tveganj, na katera se bo pred začetkom gradnje projekta pripravljalo, zato da bodo posledice takega nepredvidenega dogodka najmanjše.

5.4.2 Ocene tveganj

Ocena tveganj se naredi po kategorijah posledic:

- če se določeno tveganje zgodi, kolikšne bodo časovne posledice,
- če so določeno tveganje zgodi, kolikšne bodo finančne posledice,
- če so določeno tveganje zgodi, kolikšne bodo tehnične posledice.

5.4.3 Uvrstitev tveganj v različne skupine

Za vsa identificirana tveganja se idetificira mesto v dvodimenzionalnem prostoru, kjer ena os predstavlja verjetnost tveganja, druga pa vpliv tveganja na megaprojekt. Tako mrežo lahko zasledimo v literaturi [19]:

Preglednica 2: Klasifikacija tveganj (glede na verjetnost, da se tveganje pojavi, in oceno velikosti vpliva tega tveganja).

		Verjetnost tveganja		
		Nizka	Srednja	Velika
Velikost vpliva	Velika			
	Srednja			
	Majhna			

5.4.4 Soočanje s tveganji

Soočanje s tveganji je proces, kjer se po indetifikaciji tveganj izvaja različne metode, s katerimi bi kar najboljše zmanjšali možnosti za nastanek določenega tveganja ali pa poskušali

eliminirati njegove posledice. Take metode spadajo v eno izmed 4 skupin metod soočanja s tveganji. To so:

- Izogibanje določenemu tveganju, kjer se lahko v neki meri spremeni projekt, da bi se tveganju izognili;
- Prenos tveganja na nek drug projekt ali organizacijo;
- Zmanjševanje ali ublažitev posledic oziroma vpliva tveganja na projekt;
- Tveganje se vzame v obzir in se nanj kar najbolj pripravi.

Zelo pomembno pri megaprojektih je to, da naredimo celovit plan, kako se bo dalo najučinkoviteje in najhitreje spopasti s samim tveganjem, če do njega pride. Vse to se načrtuje še pred pričetkom gradnje, ker je pomembno, da preteče kar najmanj časa od trenutka, ko se tveganje uresniči in pride do problema, do trenutka, ko pride v izvedbo načrtovana rešitev za to tveganje. To pomeni, da je vodstvo na tveganje pripravljeno še preden se ta resnično pojavi. Le tako se bo zagotovilo uspešno in celovito upravljanje s tveganji in tako zmanjšalo finančne in časovne posledice na sam projekt.

5.4.5 Nadzor in kontrola

Potrebna sta tudi nadzor in kontrola nad vsemi tveganji, ki so se zgodila. To velja tako za tveganja, za katera so bili že vnaprej pripravljene načrti za njihovo premostitev, kot tudi tista, za katera ni bilo nobenih predhodnih načrtov. V ta namen se vodi register tveganj, kjer je zapisano, s katerimi tveganji se je podjetje srečalo, kakšne posledice so povzročila in kako se je z njimi soočilo.

5.5 Analiza upravljanja s tveganji: primeri

5.5.1 Panamski prekop [27]

Približno eno stoletje po odprtju Panamskega prekopa bo prekop deležen razširitve. Njegove kapacitete bodo podvojili in tako zagotovili večjo pretočnost in učinkovitost prometa. Tako so se odločili zaradi rasti v globalni ekonomiji in vse gostejšem prometu čez kanal. Lahko bi rekli, da je globalni trg prisilil vodstvo Panamskega prekopa, da pripravi projekt razširitve prekopa s pomočjo tretje vrste zapornic. Celotna investicija v megaprojekt bo znašala 5,25 milijarde ameriških dolarjev. Projekt je bil uradno zagnan potem, ko so ga podprli državljani Paname z javnim referendumom, ki je bil razpisan oktobra leta 2006.

5.5.1.1 Splošno

Obseg del razširitve zajema:

1. izgradnjo tretje vrste zapornic na obeh straneh države (na strani Atlantskega oceana in na strani Tihega oceana),
2. izgradnjo in izkop dostopnih kanalov do novih vrst zapornic in širitev obstoječih navigacijskih kanalov,
3. povečanje globine navigacijskih kanalov in dvig vodne gladine plovnega Gatunskega jezera na maksimalno operativno višino.

Tretji vrsti zapornic, ki sta na vsaki strani Paname, sta sestavljeni iz treh pregrad, ki dvigujejo oziroma spuščajo ladje. Te pregrade merijo 427 metrov v dolžino, 55 metrov v širino in 18,3 metrov v globino. Skupna dolžina vseh novo navigacijskih kanalov je okoli 11 kilometrov. Pri gradnji prvotnega Panamskega prekopa je bilo izkopanih okoli 205 milijonov kubičnih metrov zemeljskega materiala, pri tej razširitvi pa bo potreben izkop približno 130 milijonov kubičnih metrov. Gradnja te razširitve naj bi trajala med sedem in osem let. Začela se je leta 2007 in je po zadnjih podatkih (maj 2015) 87,5% zaključena [28]. Časovna analiza razporeda del je vključevala tako predgradbene kot tudi gradbene faze. Ocene stroškov so bile sprva podane na podlagi konceptualnih načrtov, ki so bili na voljo v času referendumu, in kasneje nadomeščene z ocenami, baziranimi na študijah, ki so vključevale tudi možna nepredvidljiva tveganja. V času končanja stroškovnega in časovnega modela je bila ocena investicije 5,25 milijard dolarjev. Ta ocena je vključevala stroške načrtovanja, administracije, gradnje, raznih testiranj, ublažitev vplivov na naravo, stroške zagona in stroške, ki bi lahko nastali zaradi nepredvidljivih dogodkov in vpliva inflacije v času gradnje.

5.5.1.2 Celovit pristop vodstva projekta k upravljanju s tveganji

Vodstvo projekta Panamskega prekopa se je zavedalo, da so megaprojekti podvrženi prekoračitvam stroškov. Pri študiji, ki jo je vodstvo preučilo pred začetkom projekta in katera zajema 258 infrastrukturnih projektov, ki se raztezajo zadnjih 70 let, je bilo ugotovljeno, da je bila stroškovna ocena projektov podcenjena v kar 90% primerov in so bili dejanski stroški teh projektov povprečno kar 28% višji kot prvotno ocenjeno. Tako je vodstvo projekta stremelo k temu, da bi razvili kar najbolj točne in transparentne ocene stroškov in potrebnega časa za izgradnjo. Vodstvo je zato veliko sodelovalo s strokovnjaki iz vsega sveta na področju upravljanja s tveganji in ocenjevanja stroškov. Poleg tega se je tudi zavzelo in veliko investiralo v izobraževanje svojega kadra na tem področju.

Na začetku sta dve različni inženirski podjetji individualno zasnovali projekt, potem pa so za izvedbo izdelali novega z združitvijo najboljših delov iz vsakega izmed obeh zasnovanih projektov. Končni projekt je bil nato temeljito analiziran v smislu izvedljivosti in določitve časovnega poteka gradnje in zaporedja del zato, da bi s kar največjo natančnostjo ocenili potrebe po osebju, opremi, operativnih zalogah, energiji, potrebnih testih in surovinah. Prvotna ocena stroškov je bila kasneje zamenjana z oceno, ki je temeljila na podlagi detaljne analize tveganj s pomočjo standardnih procesov modeliranja s tveganji. Ta analiza je bila kasneje upoštevana pri sprejeti metodologiji upravljanja s tveganji pri poteku projekta.

Metodologija je potekala v sledečem vrstnem redu:

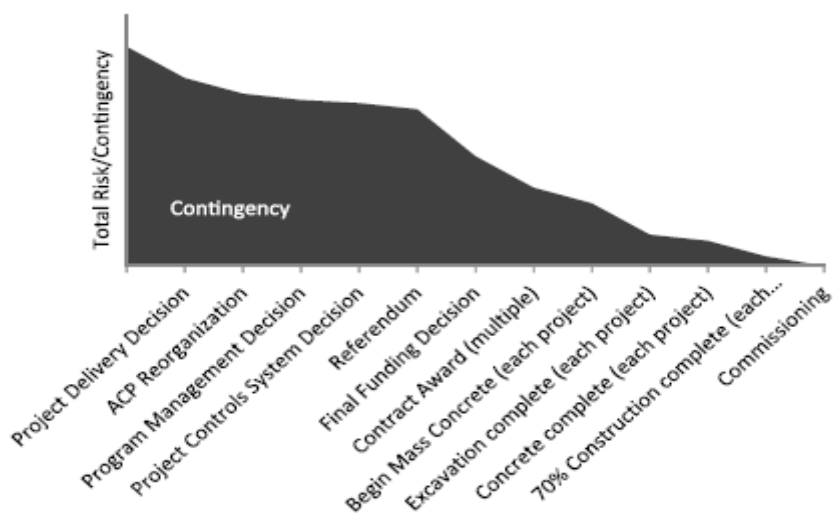
1. Identifikacija tveganj je poudarila potencialna tveganja pri gradnji in dokumentih.
2. Analiza je vključevala kvalitativne in kvantitativne metode za oceno vsakega izmed identificiranih tveganj. Vključevala je tudi razporeditev tveganj glede na njihovo resnost in verjetnost.
3. Načrtovanje za soočanje s tveganji. Razvili so organizirano, celovito in interaktivno strategijo ter metodo za sledenje delom projekta, ki so bila dovzetna za tveganja, in so tako izdelali načrte za upravljanje z morebitnimi tveganji, ki bi se pojavila.
4. Izvajali in sledili so načrtovanim strategijam za tveganja, ki so se pojavila. Sproti so ocenjevali tudi, kdaj in kakšne bodo časovne in stroškovne posledice.
5. Sistematično so spremljali uspešnost načrtovanih strategij za tveganja skozi celoten potek projekta in po potrebi razvili dodatne načrte ali strategije.
6. Kontrola tveganj; stalno so izvajali ocenjevanja, kako so se tveganja spreminjala in nadzorovali, katera so že premoščena. Dodeljevali so tudi zadostna finančna sredstva tam, kjer je bilo to potrebno.
7. Dokumentiranje in komuniciranje pomeni, da beležijo, vzdržujejo, poročajo ocene tveganj in analiz ter tako nadzorujejo rezultate. Vključuje vse načrte in poročila, ki so namenjena vodstvu projekta.

Pred začetkom gradnje so indetificirali več kot 200 potencialnih tveganj, ki so jih kasneje selektivno reducirali na 14 največjih, na katera so se, če so se le lahko, tudi pripravili. Ta tveganja so:

1. spremembe v načrtih in količinah,
2. ekstremno slabo vreme,
3. inflacija,
4. napake pri administraciji,

5. neučinkovit postopek pridobivanja izvajalcev,
6. neučinkovito načrtovanje,
7. nezadostni prihodki,
8. pomanjkanje kontrole,
9. pomanjkanje izobražene in sposobne lokalne delovne sile,
10. stavke delavcev,
11. stroški materialov, delavcev in opreme,
12. tveganja pri organizaciji,
13. spremembe, ki bi jih lahko zahteval naročnik,
14. zamude referenduma.

S statističnimi metodami in Monte Carlo simulacijo so za vsa ta tveganja interpretirali, kakšen vpliv bodo imela na končne stroške in potreben čas za projekt. Določili so stopnjo nepredvidljivosti projekta na 80%, kar je pomenilo, da bo imel tak projekt 20% verjetnost, da bo presegel ocenjeno vrednost. Vodstvo je zato za tveganja pri celotnem projektu predvidelo kar 1 milijardo USD in 1 leto v zamudah. Tveganja se skozi celoten projekt vseskozi analizirajo po vsakih pomembnejših zaključenih delih, na primer po zaključku izkopavanj. Če so se torej neka dela zaključila in ni prišlo do predvidenih tveganj pri tem delu projekta, se je tveganje za celotni projekt ustrezno zmanjšalo, kot je prikazano na sliki 11.



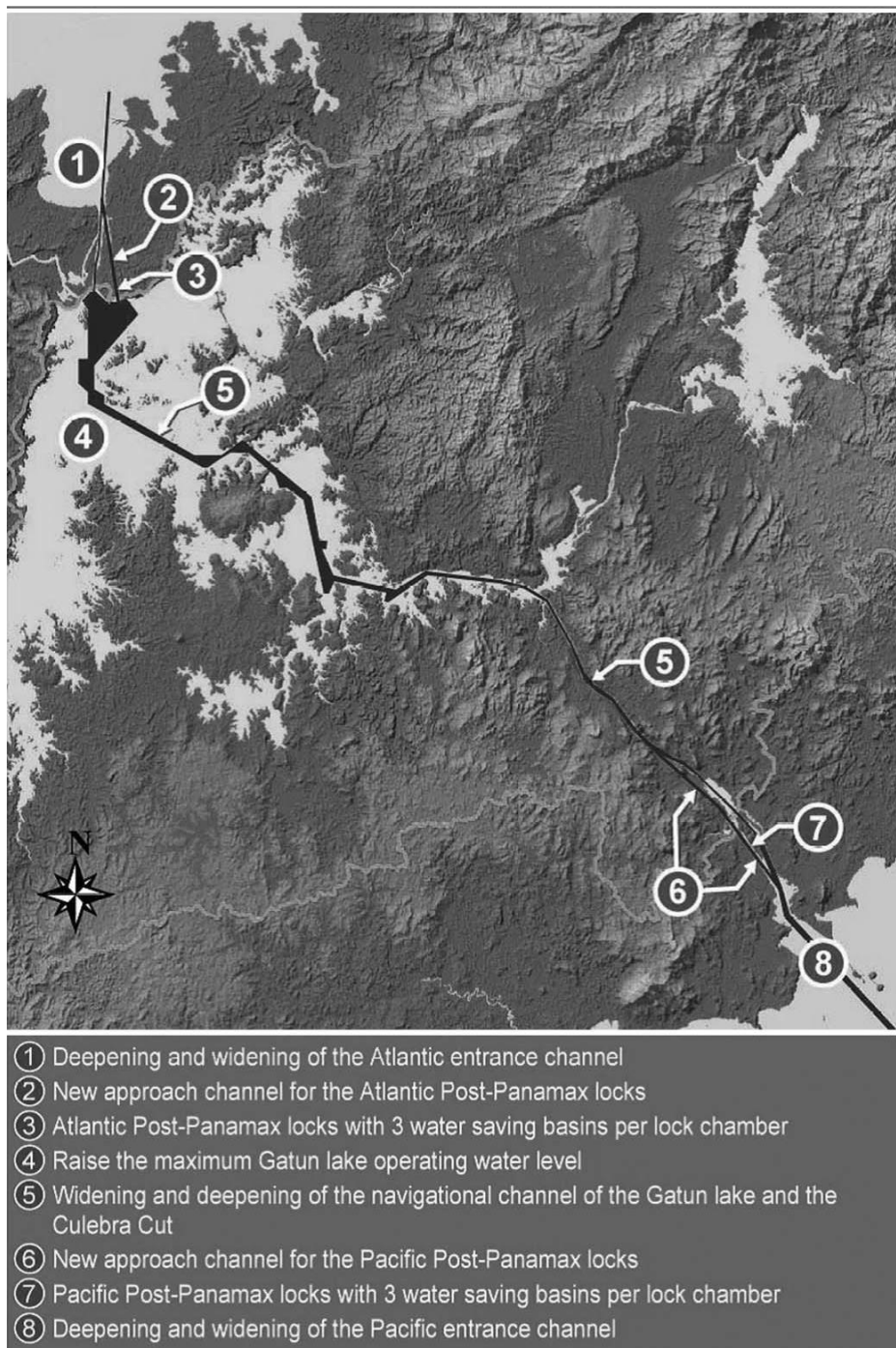
Slika 12: Zmanjševanje tveganja skozi celoten potek projekta (Na y-osi so celotna tveganja/nepredvidljivosti, na x-osi pa od leve proti desni: odločitev o metodi izvedbe projekta, reorganizacija vodstva prekopa, odločitve vodstva, odločitve o izvedbi kontrole projekta, referendum, zadnje odločitve glede financiranja, izbira in podpis pogodb z izvajalci, začetek masovnega betoniranja, zaključek izkopov, zaključek betoniranja, projekt 70% končan..., zagon).

(Vir: [27])

5.5.1.3 Ali je projekt končan po planu ali ne?

Začetek gradnje razširitve je bil leta 2007, in naj bi trajal 7-8 let, kar je pomenilo, da bi moral biti končan v začetku leta 2015, vendar so leta 2012 ugotovili, da je projekt 6 mesecev v zaostanku, zato so odprtje takrat prestavili na april 2015. Kmalu so ponovno popravili rok na leto 2016. Na uradni strani projekta se da spremljati potek, kjer je na dan 20. 5. 2015 pisalo, da je projekt 87,5% končan [20].

Kljub tako obsežnem načrtovanju in upravljanju s tveganji se pojavljajo podatki, da naj bi se stroški pri gradnji nakopičili in naj bi presegli začetno vrednost 5,25 milijarde dolarjev za kar 1,6 milijarde. To naj bi bil tudi vzrok za nekatera nestrinjanja med naročnikom in izvajalcem, ki posledično zahteva kritje dodatnih stroškov gradnje, čeprav je bila pogodba, podpisana med njima za fiksno ceno za opravljeno delo. Nekaj problemov so imeli tudi s stavkami delavcev v začetku leta 2015 [29].



Slika 13: Komponente 3 seta zapornic pri Panamskem prekopu (1.Poglobitev in razširitev vhodnega kanala na Atlantski strani; 2. Nov dostopni kanal za tretji set zapornic na atlantski stani; 3.Set zapornic na Atlantski strani z 3 bazeni za shranjevanje vode za vsako izmed zapornic; 4.Dvig maksimalnega operativnega nivoja vode v jezeru Gatun; 5.Razširitev in poglobitev plovnega kanala v jezeru Gatun in Culebra umetne ožine; 6. Nov dostopni kanal za 3 set zapornic na Pacifiški strani; 7.Set zapornic na Pacifiški strani z 3 bazeni za shranjevanje vode; 7.Poglobitev in razširitev vhodnega kanala na Pacifiški strani)

(Vir: [27])

5.5.2 Hitra železnica med mestoma Nürnberg in Ingolstadt v Nemčiji [30]

5.5.2.1 Splošno

Pri tem megaprojektu je bil namen povečati kapaciteto železniških zmogljivosti, da zadosti zelenim novim standardom zmogljivosti prog. To so načrtovali doseči zV ta namen je potrebno razširitivijo obstoječiega dela železniške povezave (ABS) iz dveh na štiri tiri in na novo zgrajene povezave (NBS) s štirimi novimi tiri. Cilj je bil tudi zmanjšati potovalni čas iz Nürnberga v München za 40 minut skozi mesto Ingolstadt. Ob tem so zmanjšali razdaljo potovanja v primerjavi s staro za 36 kilometrov, kar je krajše za 14%. Namen je bil omogočiti tudi hitrosti potniških vlakov do 300 km/h in lahkih tovornih do 160 km/h. Skupna investicija v projekt je bila 3.573 milijona EUR, od tega za NBS okoli 2.300 milijona EUR. Celotna dolžina proge je 171 kilometrov (77 kilometrov NBS, 94 kilometrov ABS). Na tej trasi je bilo potrebno zgraditi še 9 tunelov, 82 mostov in tri nove železniške postaje.

Naročnik so bile nemške železnice (DB AG), ki so vodenje projekta prepustile svoji hčerinski družbi DB ProjectBau. Financerji projekta so bili Zvezna republika Nemčija (2.049 milijonov EUR), Nemške železnice DB AG (1.154 milijonov EUR), Evropska unija (190 milijonov EUR) in Svobodna dežela Bavarska (180 milijonov EUR). Velja omeniti tudi, da so nemške železnice (DB AG) v 100% lasti Zvezne republike Nemčije (FRG).

Glavnih izvajalcev projekta je bilo šest (projekt je bil razdeljen na šest delov), tako da je vsak izvajalec dobil svojo šestino del. Delitev je bila naslednja: izgradnja proge je bila razdeljena na štiri dele, prvi del je bila gradnja enega tunela, drugi del pa izgradnja in postavitve celotne tehnične opreme za železnico po celotni dolžini projekta. Tudi glavnih projektantov je bilo šest, vsak del projekta je bil tako projektiran s strani druge projektne ekipe. Poleg šestih glavnih izvajalcev je sodelovalo še nekaj zunanjih podjetij za kontrolo nadzor projekta in njegove gradnje.

Vsi vplivi na naravo, ljudi, morebitne arheološke najdbe in pitno vodo so bili nadzirani s strani zunanjih deležnikov in predstavljeni odgovornim, tako da sta se oblika in gradnja projekta spreminjali glede na morebitne negativne vplive. Tak primer je zvočno onesnaženje, zaradi katerega je potrebno postaviti protihrupne ograje. Kvaliteta podzemne vode je bila prav tako nadzirana zaradi morebitnega onesnaženja.

5.5.2.2 Upravljanje z tveganji

Organizacija projekta je bila po začetku del spremenjena. Prvotni načrt je bil, da glavni izvajalci sami kontrolirajo potek projekta in realizacijo v prvotnem časovnem planu ter ceno in kvaliteto izdelave, vendar je leta 2001 prišlo do spremembe, ko je vodstvo uvidelo, da se izvajalci ne držijo dogovorjenega. Tako se je poleg enega generalnega nadzornika projekta pridružilo še 6 novih nadzornikov. Vsak od njih je bil zadolžen za temeljit nadzor svojega dela projekta. To se je zgodilo zaradi različnih interpretacij pogodb, ki so jih imeli izvajalci pred letom 2001. Tudi upravljanja s tveganji na začetku ni bilo, nato pa je vodstvo projekta leta 2002 odločilo vpeljati sistematično upravljanje s tveganji, da bi predvidevali vnaprejšnja tveganja, saj so po začetku projekta uvideli, da so naleteli na kar nekaj težav, ki jih na začetku v oceni potrebne investicije niso vzeli v zakupidentificirali. Primeri teh težav so bili: potrebna ekološka posredovanja za zaščito narave, geološke težave pri gradnji tunela (kraška pokrajina), arheološka izkopavanja, naknadno načrtovane protihrupne zaščite, dvig cen za dela in surovine od leta 1985 (tega leta so bile izdelane prve ocene vrednosti projekta) do leta 2002. Zaradi vseh naštetih problemov je DB PB razvil svoj računalniško podprt sistem za upravljanje s tehničnimi tveganji (TRiM), ki vodi evidenco in upravlja s tveganji, poleg tega pa pomaga ocenjevati potencial posameznega tveganja in njegovih vplivov na projekt.

5.5.2.3 Ali je projekt končan po planu ali ne?

Zagon proge je bil leta 1985 ocenjen na leto 2003, vendar je bil kasneje prestavljen, da je sovpadal z začetkom FIFA svetovnega prvenstva v Nemčiji leta 2006. Prvotna investicija je bila leta 1985 ocenjena na 2.400 milijona nemških mark, leta 1989 na 3.100 milijona nemških mark, leta 2002 pa na 3.600 milijona EUR. Slednje se je izkazalo kot prava ocena. Projekt je bil zaključen v skladu s sekundarnim načrtom leta iz 2002 in je v obratovanju že od maja 2006.

5.5.3 Analiza opisanih treh primerov megaprojektov

V preglednici 3 so primerjani trije megaprojekti in njihova tveganja – Panamski prekop, hitra železnica Nurnberg – Ingolstadt in projekt T-REX, opisan v poglavju 4.3.

Preglednica 3: Analiza treh megaprojektov

	Panamski prekop	Nurnberg-Ingolstadt	T-REX, poglavje 4.3
Lokacija	Panama	Nemčija	Denver, Colorado, ZDA
Namen	Razširitev obstoječe povezave in izgradnja nove.	Razširitev obstoječe železniške povezave in izgradnja nove.	Razširitev obstoječe avtocestne in železniške povezave in izgradnje nove.
Cena	5,25 milijarde USD	2,4 milijarde DEM (1985)	1,67 milijarde USD
Specifikacije	Izgradnja 3. seta zapornic, izkop novih, razširitev in poglobitev obstoječih navigacijskih kanalov.	Celotna dolžina 171 kilometrov, 9 tunelov, 82 mostov, 3 postaje.	Izboljšava in razširitev avtoceste (27 km) in železnice (30,6 km). Vse v urbanem okolju.
Naročnik	Vodilni organ kanala	Nemške železnice DB AG	CDOT in RTD (oddelka za transport, Colorado)
Izvajalec	En konzorcij večih firm za suha izkopavanja in 2 izvajalca za gradnjo zapornic na obeh straneh, več pogodbenikov za razne dele zapornic.	6 glavnih izvajalcev, ki so imeli vsak svoj del projekta, en generalni projektant in nekaj podjetij za nadzor.	SECC (skupno podjetje Kiewit gradbeništva in Parsons transportnega podjetja)
Ureditev pogodb	Urejanje pogodb je dolgo trajalo, ker je več izvajalcev, je tudi več tipov vrst pogodb .	Izvajalci so morali doseganje rokov, stroškovi in kakovosti zagotoviti sami.	Pogodba je bila "design-build" z vnaprej dogovorjeno fiksno ceno za projekt.
Največji problemi	1,6 milijarde prekoračitvenih stroškov pri izvajalcu, zadolženemu za projektiranje in izgradnjo 3. seta zapornic. Ta je zahteval izplačilo stroškov in je grozil s prenehanjem del, prišlo je celo do zaustavitve del za 2 tedna.	Prekoračitev stroškov za 2,4 milijarde evrov, niso upoštevali možnih tveganj pri prvotnih načrtih, dvig cen skozi leta, postavitev protihrupnih zaščit.	Tudi med gradbenimi deli imeti odprto cesto, rušilna dela, ki so se morala izvajati ponoči, opravljanje komunalnih storitev na trasi projekta med samo gradnjo.

Tveganja	Usposobljenost delavcev, slabo vreme, spremembe načrtov, javna (ne)podpora projektu, sama edinstvenost projekta, zahtevno projektiranje.	Geološka tveganja, arheološke in ekološke intervencije, javnomnenjska (ne)podpora.	Velik izziv urbanega okolja, poleg gradnje imeti odprt del poti, (ne)podpora javnosti.
Pristop k reševanju	Pogajanja so prinesla rezultate s podpisom sporazuma, da bodo dodatna finančna sredstva izplačana.	Leta 2002 so zaradi slabih rezultatov spremenili upravljanje projekta in vpeljali sistem upravljanja z tveganji, zagotovili so tudi dodatna finančna sredstva.	Predhodni dogovor s komunalnimi podjetji, prvotno postavljen realističen rok trajanja.
Odstopanja od časovnega plana	Projekt še ni končan, po originalnem planu pa naj bi bil že zaključen. Projekt naj bi bil končan z enoletno zamudo.	Projekt je zaostajal glede na terminski plan in tako nabral okoli 3 let zamud.	Odstopanj od časovnega načrta ni bilo, izvajalec je zaključil projekt 2 leti pred rokom, prvotno rezerviranim za gradnjo.
Odstopanja od finančnega plana	Odstopanja naj bi bila že 1,6 milijarde USD, kar je nekje 1/3 več, kot prvotno načrtovano.	Prekoračitev stroškov je glede na začetno oceno in končne stroške kar 200%, iz 1,2 na 3,6 milijarde EUR.	Nobenih odstopanj od finančnega načrta.
Uspeh projekta	So ljudje, ki mislijo da bo projekt uspeh in so tisti, ki mislijo, da ne bo. Ker še ni končan, bi se tu zadržali sodbe. Če bo projekt uspešen in bo velik doprinos panamski ekonomiji, se bo morda kljub 1/3 prekoračitvi stroškov, na koncu "izplačal".	Dosežene so bile vse načrtovane specifikacije prog, vendar je projekt utrpel resne zamude in velike prekoračitve stroškov, tako da ga se ga težko uvrsti med uspešne projekte.	Ta projekt lahko definitivno štejemo kot uspešen megaprojekt, predvsem zaradi dejstva, da so bile prvotne ocene ravno prav pesimistične oziroma optimistične, da so bili izpolnjeni finančni in časovni okviri.

Predstavljena analiza kaže, da je večja verjetnost za uspešen megaprojekt, ki bo zaključen po časovnem, tehničnem in finančnem načrtu, če se predhodno vzpostavi sistem za upravljanje s tveganji in priprave na njih še pred začetkom gradnje. Kljub temu pa tudi to ni zagotovilo za uspeh, kot se vidi pri Panamskem prekopu, kjer so se kvalitetno pripravili na

tveganja, projekt pa vseeno ni tekel po načrtih. Finančnih prekoračitev pri projektu T-REX ni bilo, pri Panamskem prekopu pa so stroški prekoračili začetno oceno za cca 1/3, medtem ko so bile pri projektu železnice med Nürnbergom in Ingolstadtom, kjer se niso pripravljali na tveganja, kar 200%.

Iz analize predstavljenih primerov lahko ugotovimo, da so priprave na tveganja in upravljanje z njimi pri megaprojektih nujni, saj s tem vodstvo projekta zmanjša število elementov, ki grede lahko narobe, izvajalci pa imajo tako manjše možnosti za prekoračitev finančnih in časovnih načrtov.

6 Zaključki

Megaprojekti, to so kompleksni projekti velike vrednosti, imajo izjemno velik vpliv na državo ali regijo, v katero so postavljeni, zato je nujno, da so dobro preiščeni in načrtovani. Poleg tega je tudi pomembno, se pred začetkom del izvede presoja učinkov, saj se nemalokrat zgodi, da so nekateri preveč optimistično ocenjeni v želji, da bi bili dobro sprejeti med javnostjo in tako dobili zeleno luč za uresničitev. Pregled literature kaže, da so pogosto preoptimistično ocenjeni in premalo podrobno načrtovani, kar pa vodi k zamudam in prekoračitvi ocenjenih investicij.

Ugotovljeno je bilo tudi, da se število megaprojektov povečuje. Za predstavo lahko služi primer Kitajske, ki je v petih letih med leti 2004 do 2008 porabila za infrastrukturo več kot prej v celem dvajsetem stoletju. V tem istem časovnem obdobju je zgradila tudi toliko kilometrov hitrih železnic, kot jih je cela Evropa v dveh desetletjih. Profesor Bent Flyvbjerg iz Univerze v Oxfordu, svetovno znan strokovnjak na področju načrtovanja in vodenja megaprojektov, razloži ta gradbeni »boom« s štirimi dejavniki, ki pospešujejo gradnjo megaprojektov. Predstavljeni so v preglednici 4:

Preglednica 4: Dejavniki, ki pospešujejo gradnje megaprojektov.

Značilnosti:	
Tehnološki dejavnik	Zadovoljstvo, ki ga inženirji in tehnologi dobijo, ko premikajo meje možnega. Prav tako so taki zanimivi projekti tudi dobro sprejeti v javnosti.
Politični dejavnik	Politiki so megaprojektom naklonjeni, saj s tem postavljajo "spomenik" sebi in svoji vladavini. Megaprojekti so tudi velik medijski magnet, kar imajo politiki radi in kar jih lahko privede do ponovne izvolitve.
Ekonomski dejavnik	Podjetniki in sindikati so navdušeni nad megaprojekti, ker zaradi svojih velikih proračunov priskrbijo zadosti denarja za vse; izvajalce, inženirje, arhitekto, svetovalce, gradbene delavce, bankirje in ostale.
Estetski dejavnik	Veselje, ki ga oblikovalci in ljudje, ki to cenijo, dobijo pri načrtovanju, gledanju in uporabi estetskega objekta (npr: San Francisco Golden gate, ali pa Sidnejska operna hiša).

V drugem delu naloge smo predstavili tri izbrane megaprojekt s poudarkom na predstavitvi tveganj in njihovem upravljanju. Ugotovljeno je bilo, da je vodenje megaprojektov

prepleteno s tveganji, ki jih je pred začetkom projekta, kljub podrobni analizi, v celoti težko napovedati. To je še težje pri megaprojektih, kot je na primer Panamski prekop, kjer je stopnja edinstvenosti projekta večja. Ugotovljeno je bilo tudi, da se upravljanje s tveganji pri projektu zelo obrestuje, saj imajo taki projekti dober končni uspeh glede na prvotno ocenjene stroške in časovne načrte ali pa vsaj veliko boljši uspeh, kot podobni projekti, kjer upravljanja s tveganji ni bilo. Dobro je tudi, da je upravljanje s tveganji prisotno pri celotnem poteku projekta, od njegovega začetka pa do njegovega cilja.

V kategorijo megaprojekta bi v Sloveniji lahko uvrstili izgradnjo avtocestega križa. Primer, ki ga bomo morda doživeli že v bližnji prihodnosti, pa bi bila lahko tudi razširitev in posodobitev slovenskih železniških povezav. Tak projekt morda ne bi spadal v klasifikacijo megaprojektov, kot je bila predstavljena v tej nalogi, vendar pa bi ga za slovenske razmere definitivno lahko smatrali kot megaprojekt.

VIRI

[1] Republika Slovenija. 2002. Zakon o graditvi objektov.

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?sop=2002-01-5387>

(Pridobljeno 30. 4. 2015.)

[2] B. Flyvbjerg. 2014. What is a Mega project?

<http://flyvbjerg.plan.aau.dk/whatisamegaproject.php>

(Pridobljeno 30. 4. 2015.)

[3] B. Flyvbjerg. 2014. What you should know about Megaprojects and why: An overview.

<http://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=422073103008126086104123080067001088050013055019019054113025093123111089098127114089026006024040028056016072100115000077118118061043059044028069109098099103104116015025022043091069003001093098115092078082008095122087070075077123124067106122024013022&EXT=pdf&TYPE=2>

http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2424835

(Pridobljeno 4. 3. 2015.)

[4] Nothmann Research. 2015. Megaprojects.

<http://www.nothmann.com/project-management/megaprojects/>

(Pridobljeno 20. 3. 2015.)

[5] Wikipedia. 2015. Bruto domači proizvodi držav.

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_%28PPP%29

(Pridobljeno 18. 5. 2015.)

[6] United States Government Accountability Office (GAO). 2013.

<http://www.gao.gov/assets/660/653379.pdf>

(Pridobljeno 25. 5. 2015.)

[7] Wikipedia. 2015. Velika piramida.

http://en.wikipedia.org/wiki/Egyptian_pyramid_construction_techniques

(Pridobljeno 18. 5. 2015.)

[8] Wikipedia. 2015. Kitajski zid.

http://en.wikipedia.org/wiki/Great_Wall_of_China

(Pridobljeno 25. 5. 2015.)

[9] Wikipedia. 2015. Rimski kolosej.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Colosseum>
(Pridobljeno 26. 5. 2015.)

[10] Wikipedia. 2015. Taj Mahal.
http://en.wikipedia.org/wiki/Taj_Mahal
(Pridobljeno 25. 5. 2015.)

[11] Wikipedia. 2015. Trans-Sibirska železnica.
http://en.wikipedia.org/wiki/Trans-Siberian_Railway
(Pridobljeno 25. 5. 2015.)

[12] Wikipedia. 2015. Jez treh sotesk.
http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam#Wildlife
(Pridobljeno 25. 5. 2015.)

[13] R. Alfalla-Luqueand, C. Medina-López .2015. High-Speed Rail: Madrid-Barcelona-Figueres.
http://www.mega-project.eu/assets/exp/resources/High_Speed_Rail-Madrid-Barcelona-French-frontier.pdf
(Pridobljeno 20. 4. 2015.)

[14] R. Anguera. 2005. THE CHANNEL TUNNEL – AN EX-POST ECONOMIC EVALUATION:
str. 32.
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SB1bDFSBdjUJ:abstracts.aetransport.org/paper/download/id/2071+&cd=2&hl=en&ct=clnk&gl=si>
(Pridobljeno 14. 4. 2015.)

[15] Wikipedia. 2015. Design-bid-build.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Design%E2%80%93bid%E2%80%93build>
(Pridobljeno 10. 3. 2015.)

[16] Wikipedia. 2015. Design-build.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Design%E2%80%93build>
(Pridobljeno 10. 3. 2015.)

- [17] Valleycrest. 2014. LANDSCAPE DESIGN-BUILD VS. BID-BUILD.
http://www.valleycrest.com/email/VCLD/bidbuildvsdesignbuild/DBvBB_Article.pdf
L. Allen. 2001. COMPARISON OF DESIGN-BUILD TO DESIGN-BID-BUILD.
<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a406342.pdf>
(Pridobljeno 11. 6. 2015.)
- [18] R. Vodopivec. 2014. Investicijska analiza odstopanj med projekti in izvedbo sistemov odvajanja odpadnih voda. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, : Fakulteta za Gradbeništvo in Geodezijo.
http://drugg.fgg.uni-lj.si/4863/1/BOG069_Vodopivec.pdf
(Pridobljeno 20. 3. 2015.)
- [19] KPMG. 2013. How to successfully manage your mega-project.
<https://www.kpmg.com/US/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/how-to-manage-mega-project.pdf>
(Pridobljeno 20. 3. 2015.)
- [20] G. Locatelli in M. Mancini. 2011. Andasol, Case study.
http://www.mega-project.eu/assets/exp/resources/Andasol_V03_case_template.pdf
(Pridobljeno 12. 4. 2015.)
- [21] Louis-F. Pau. 2015. Anholt offshore Wind Farm.
http://www.mega-project.eu/assets/exp/resources/Anholt_offshore_Wind_Farm.pdf
(Pridobljeno 12. 4. 2015.)
- [22] C. Lopez del Puerto, J. S. Shane. 2014. Keys to Success in Megaproject Management in Mexico and the United States.
<http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000476>
(Pridobljeno 24. 3. 2015.)
- [23] C. Storto. 2015. The MOSE project
http://www.mega-project.eu/assets/exp/resources/The_MOSE_project.pdf
(Pridobljeno 13. 4. 2015.)
- [24] SLACDraft. 2009. Research support building and infrastructure modernization
https://www-ssrl.slac.stanford.edu/lcls/reviews/rsb_project/2009_rsb_may18-19/supporting_docs/rsb_risk_management_plan.pdf

(Pridobljeno 15. 4. 2015.)

[25] T. Bottari. 2014. Managing Construction Megaprojects.

<http://www.aconex.com/blogs/2014/05/managing-construction-megaprojects-2.html#sthash.rOtZYybz.dpuf>

(Pridobljeno 15. 4. 2015.)

[26] A. I. Irimia-Diéguez, A. Sanchez-Cazorla, R. Alfalla-Luque. 2014. Risk Management in Megaprojects. Univerza v Sevilji

http://ac.els-cdn.com/S1877042814021375/1-s2.0-S1877042814021375-main.pdf?_tid=dd0d2d48-eda8-11e4-ba3c-00000aab0f01&acdnat=1430227204_d952e0529ccb3b128b72fee7635a04ec

(Pridobljeno 14. 4. 2015.)

[27] L. F. Alarcón, D. B. Ashley, A. Sucre de Hanily, K. R. Molenaar, R. Ungo. 2011. Risk Planning and Management for the Panama Canal Expansion Program.

<http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000317?journalCode=jcemd4>

(Pridobljeno s strani Mentorice: izr. prof. dr. Jana Šelih)

[28] Canal de Panamá. 2014. Panamski prekop.

<http://micanaldepanama.com/expansion/>

(Pridobljeno 10. 5. 2015.)

[29] T. Padgett. 2014. Expanding The Panama Canal: The Problem Is Money, Not Mosquitoes.

<http://www.npr.org/blogs/parallels/2014/05/30/317360379/expanding-the-panama-canal-the-problem-is-money-not-mosquitoes>

<http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-02-05/sacyr-says-panama-canal-broke-off-talks-on-1-6-billion-overrun>

<https://www.pancanal.com/eng/expansion/rpts/components/201404.pdf>

(Pridobljeno 10. 5. 2015.)

[30] K. Spangand, M. Kümmerle. 2012. Hitra železnica Nuremberg – Ingolstadt.

http://www.mega-project.eu/assets/exp/resources/Case_Template_Nuremberg-Ingolstadt_final.pdf

(Pridobljeno 13. 4. 2015.)