



Ivo Roušar

Projektové řízení technologických staveb



Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umísťování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.



Copyright © Grada Publishing, a.s.



Copyright © Grada Publishing, a.s.

Doc. Ing. Ivo Roušar, CSc.

Projektové řízení technologických staveb

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, 170 00 Praha 7
tel.: +420 220 386 401, fax: +420 220 386 400
www.grada.cz
jako svou 3439. publikaci

Odpovědný redaktor Mgr. Petr Mušálek
Sazba Jan Šístek
Počet stran 256
První vydání, Praha 2008
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.
Husova ulice 1881, Havlíčkův Brod

© Grada Publishing, a.s., 2008
Cover Photo © fotobanka allphoto

ISBN 978-80-247-2602-1 (tištěná verze)
ISBN 978-80-247-6751-2 (elektronická verze ve formátu PDF)
© Grada Publishing, a.s. 2011

Obsah

O autorovi	7
Poděkování	9
Seznam symbolů	13
Úvod	15
1 Základní pojmy výstavby	17
2 Definice projektu	25
2.1 Obecné investiční příležitosti	25
2.2 Studie proveditelnosti	26
2.3 Toky hotovosti projektu	27
2.3.1 Fixní kapitálové investice – CAPEX	31
2.3.2 Oběžné kapitálové investice	32
2.3.3 Provozní náklady	33
2.3.4 Toky hotovosti pro případovou studii	39
2.4 Stanovení výnosnosti projektu a vlastních zdrojů	43
2.4.1 Časová hodnota peněz	43
2.4.2 Diskontní sazba	43
2.4.3 Kritéria ziskovosti	44
2.5 Rozhodnutí o realizaci projektu	48
3 Procesy výstavby	51
3.1 Projektování	52
3.1.1 Druhy projektové dokumentace	52
3.1.2 Členění dokumentace z hlediska zákona	55
3.1.3 Proces návrhu	60
3.1.4 Funkční návrh procesní technologie	67
3.1.5 Funkční návrh kusové technologie	91
3.1.6 Funkční návrh budovy	95
3.1.7 Lokalizace prvků stavby	102
3.2 Legislativa stavby	113
3.2.1 Posouzení vlivu stavby na životní prostředí – EIA	115
3.2.2 Integrované povolení – IPPC	117
3.2.3 Územní řízení	118
3.2.4 Stavební řízení	119
3.2.5 Povolení zdroje znečištění	122
3.2.6 Vzájemné vazby správních řízení	122
3.2.7 Uvedení stavby do provozu	122
3.3 Dodávka stavby	125
3.3.1 Stavební práce	126
3.3.2 Dodávka výrobní technologie	132
3.3.3 Doba výstavby	134
3.4 Zkoušky	136
3.4.1 Zkoušky kvality na staveništi	137
3.4.2 Inspekce u výrobce	137
3.4.3 Zkoušky funkce	137

4 Smluvní vztahy	145
4.1 Dodavatelský systém	147
4.1.1 Dodavatelský systém pro budovu	147
4.1.2 Dodavatelský systém pro stavbu s technologií licensora	149
4.1.3 Dodavatelský systém pro stavbu s technologií vlastníka	153
4.2 Typy smluv	155
4.2.1 Typy smluv na dodávku stavby	156
4.2.2 Smlouvy FIDIC	158
4.2.3 Klasická smlouva na dodávku stavby	159
4.3 Komerční část smlouvy	161
4.4 Technická část smlouvy	172
5 Náklady stavby	177
5.1 Struktura nákladů stavby	177
5.2 Odhady nákladů stavební a technologické části	178
5.2.1 Vliv času – cenové indexy	179
5.2.2 Vliv lokality	181
5.2.3 Odhad nákladů technologické části (2)	185
5.2.4 Odhad nákladů stavební části (3)	195
5.2.5 Odhad nákladů projekčních a inženýrských prací (4) a (5)	202
6 Projektové řízení výstavby	207
6.1 Řízení rozsahu	209
6.1.1 Definování rozsahu	211
6.1.2 Ověřování rozsahu	212
6.1.3 Řízení změn rozsahu	214
6.2 Řízení času	216
6.2.1 Sestavení harmonogramu	217
6.2.2 Řízení harmonogramu	221
6.3 Řízení nákladů	225
6.3.1 Odhad nákladů a návrh rozpočtu	225
6.3.2 Kontrola nákladů	229
6.4 Řízení kvality	231
6.5 Řízení lidských zdrojů	234
6.6 Řízení rizik	236
6.6.1 Identifikace rizik – typy rizik	237
6.6.2 Kvalitativní a kvantitativní analýza	240
6.6.3 Plán prevence rizik a jejich řízení	241
6.7 Řízení nákupu	243
Literatura	247
Knihy	247
Zákony a vyhlášky	249
Rejstřík	251

O autorovi

Doc. Ing. Ivo Roušar, CSc.

V roce 1994 opustil univerzitní dráhu a začal pracovat nejprve jako konzultant a projektový manažer a od roku 1998 jako ředitel samostatné společnosti v oblasti řízení technologických staveb. Během své praxe prošel různými typy projektů od projektového řízení stavby na straně investora až po řízení dodávky technologie na klíč. Získal zkušenosti jak s komplikovanými kontrakty na dodávky zahraničních technologií, tak i řízením těchto kontraktorů při vlastní výstavbě. Podstatný impuls pro jeho profesní vývoj mělo vedení týmu, který uváděl do provozu jednotku na odsíření spalín z uhelné elektrárny v Opatovicích pro japonského dodavatele JGC Corporation. Působil na celé řadě průmyslových staveb pro významné české výrobní společnosti, za všechny uvedme alespoň Farmak, Setuzu, Sokolovskou uhelnou, Spolchemii a Synthesii, a podílel se na řízení staveb pro zahraniční investory z Japonska, Nizozemska a Izraele. V současnosti působí jako ředitel úseku technologických staveb v české pobočce mezinárodní inženýrské firmy TEBODIN.

Je absolventem strojínské fakulty ČVUT v Praze. Po dokončení aspirantury v roce 1989 přednášel na strojínské fakultě několik předmětů z oblasti návrhu procesních technologií. Absolvoval roční vědecké stáže na Rensselaer Polytechnic Institute v USA a na Delft Technical University v Nizozemsku. Ve své vědecké práci se věnoval numerické simulaci chemických výrobních procesů a později i počítačovému modelování turbulentního proudění. Je autorem řady článků v zahraničních odborných časopisech.



Poděkování

Když jsem v roce 1994 začal pracovat v oblasti investiční výstavby, neměl jsem o řízení staveb žádnou představu. Byl jsem ještě vychován v přísně technickém přístupu k technologiím. Měl jsem dostatečné znalosti o navrhování a konstruování výrobních zařízení pomocí velmi sofistikovaných nástrojů, jako byly 3D numerické simulace, ale o činnostech výstavby, které jsou nutné pro převedení technologie od výkresu do fungující provozní linky, jsem nic nevěděl. Vše jsem se musel učit od svých spolupracovníků. Teprve později, když jsem porozuměl rozsahu problémů a jich vzájemným souvislostem, jsem se začal seznamovat s českou a zahraniční odbornou literaturou.

Není možné vzpomenout na všechny, kteří mě pozitivně ovlivnili a pomohli mi vytvořit základní představu o řízení technologických staveb. Zmíním alespoň některé spolupracovníky, i když velmi často byl zdrojem velkého poučení i erudovaný a zkušený zákazník. V první řadě patří moje poděkování Bořivoji Frýbertovi ze společnosti SINDAT, který mě k investiční výstavbě přivedl a naučil mě základní principy, a to nemám na mysli pouze ryze odborné poznatky, ale hlavně přístup k řešení problémů a důraz na konečný výsledek. Základy tvorby harmonogramů výstavby jsem se naučil od Ladislava Mareše, který byl v dobách tužky a papíru schopen sledovat postup výstavby o tisíce činnostech a přesně a detailně uměl vysvětlit zahraničnímu dodavateli, kde má problém. Za první seznámení s obchodním právem a zahraničními kontrakty vděčím Romanu Kainzovi. Různými typy zahraničních smluv mě provedl Zdeněk Humhal a od Lubomíra Rožňavského jsem se snažil naučit srozumitelným a jednoznačným smluvním formulacím. Můj první učitel praktických pouček investiční výstavby byl Zdeněk Strnadel. Co se týče vlastního řízení výstavby složitých technologických staveb, pak pro mě byly vždy velkou inspirací přístupy a způsob řešení problémů Jaroslava Koláře a Josefa Novotného. Zásadní posun v mých znalostech znamenal projekt odsíření elektrárny v Opatovicích a jeho výjimečný projektový manažer Ace Shimo ze společnosti JGC Corporation. Za teoretické znalosti návrhu a výpočtů procesních technologií vděčím Pavlu Ditlovi ze strojní fakulty ČVUT v Praze a mnoho praktických znalostí v oblasti projektování jsem získal od Milana Sprinze.

Za pečlivé přečtení celého rukopisu a mnoho věcných připomínek bych chtěl poděkovat Lubomíru Rožňavskému a také Jaroslavu Hraběti, který poskytl mnoho cenných doporučení k většině textu, a Davidu Andělovi za připomínky k části projektování.

Věnování

Tuto knihu věnuji své manželce Dagmar a synům Iovi a Petrovi, kteří se několik let divili, co po večerech dělám.

Seznam symbolů

c_{Pi}	tepelná kapacita složky i , J/kmol K, J/kg K
g	gravitační zrychlení, $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$
h_i	parciální molární entalpie složky i , J/kmol
h_i^o	standardní slučovací entalpie složky i , J/kmol
h_t, h_τ	tok hotovosti v čase t , resp. τ , Kč
$h_{CZ,t}$	tok hotovosti cizích zdrojů v čase t , Kč
$h_{P,t}$	tok hotovosti projektu v čase t , Kč
$h_{VZ,t}$	tok hotovosti vlastních zdrojů v čase t , Kč
H_t	stav hotovosti na účtu projektu v čase t , Kč
H_0	stav hotovosti na účtu projektu na počátku v čase $t = 0$, Kč
H_k	entalpie proudu k , J/kg
i	míra výnosu kapitálu, l
m	hmotnostní tok, kg/s
m_k	celkový hmotnostní tok proudu k , kg/s
m_i	hmotnostní tok složky i , kg/s
$m_{k,i}$	hmotnostní tok složky i v proudu k , kg/s
M_A	molekulová hmotnost složky A , kg/kmol
p	tlak, Pa
P	současná hodnota toku hotovosti, Kč
Q	tepelný tok do systému, W
r	diskontní sazba, l
$r_{A,j}$	rychlost vzniku složky A reakcí j v celém objemu reaktoru, kg/s
R	plynová konstanta, $R = 8,314 \text{ J/kmol K}$
S_n	budoucí hodnota toku hotovosti v roce n , Kč
T	dobu trvání projektu, roky
T	teplota, K
u_k	lokální rychlost v proudu k , m/s
W	práce vykonaná systémem na okolí, W
y_i	molární zlomek složky i , mol/mol
Y_R	změřená hodnota regulované veličiny
Y_S	nastavená = požadovaná hodnota regulované veličiny
z	vertikální souřadnice, m
Z	akční veličina

Řecké symboly

κ	Poissonova konstanta, $\kappa = c_p/c_v$, l
v_A	stechiometrický koeficient složky A , + produkt, - vstupní složka, l
v_i	parciální molární objem složky i , m^3/kmol
Φ_k	potenciální energie proudu k , J/kg
ρ	hustota, kg/m^3
ρ_i	hustota složky i , kg/m^3
τ	čas projektu, roky

Symbols

$\langle \dots \rangle$	průměr přes průřez potrubí
-------------------------	----------------------------

Indexy

i	složka i, 1
j	j-tá chemická reakce, 1
k	k-tý vstupní proud, 1
l	l-tý výstupní proud, 1
IN	celkový počet složek vstupujících do bilancovaného systému, 1
IN	vstup, 1
N	celkový počet složek, 1
M	celkový počet chemických reakcí, 1
OUT	celkový počet složek vystupujících z bilancovaného systému, 1
OUT	výstup, 1
0	počáteční čas $t = 0$, roky
0	standardní stav, 298,15 K a 101,325 kPa
t	čas, roky

Úvod

Metody projektového řízení se dají aplikovat na všechny činnosti, které mají charakter projektu, kdy je definován začátek, konec a účel. Projektem může být zavedení nového výrobku, nasazení nového softwaru nebo např. zhotovení stavby. Tato kniha se zabývá projektovým řízením jednoho druhu staveb, a to staveb technologických. Cílem technologických staveb je postavit výrobní závod, který produkuje požadovaný výrobek. Technologické stavby jsou charakteristické důrazem na technologii. Správná volba výrobních strojů a zařízení je důležitější než stavební řešení. Technologické stavby patří mezi typy staveb, které jsou nejobtížnější z hlediska koordinace. Typickou technologickou stavbou devadesátých let minulého století byly odsiřovací jednotky pro uhelné elektrárny. Náklady na odsiřovací jednotku se pohybovaly okolo jedné miliardy korun. Celkový počet všech strojních zařízení dosahoval 200. Byly to např. zásobníky, čerpadla, míchadla a absorbéry. Počet potrubních větví se pohyboval v řádu tisíců. Na stavbě se podílelo okolo 100 subdavatelských firem a celá stavba se skládala ze 100 tisíc dílčích položek. Postavit takto složitý systém vyžaduje znát všechny hlavní části stavby, všechny činnosti při její přípravě a realizaci a vyžaduje také vědomosti, jak tyto činnosti řídit. Ambicí této knihy je poskytnout ucelený pohled na způsob řízení takto složitých technologických staveb.

V **první kapitole** jsou vyloženy základní pojmy investičního procesu. Jaké typy staveb známe, kdo je účastníkem investičního procesu a z kterých fází se skládá celý investiční cyklus. Jsou zde vysvětlena kritéria, která investor používá při rozhodování, zda projekt realizovat, či nikoli. **Druhá kapitola** podrobně popisuje jak stanovit výnosnost projektu. Detailně je ukázána struktura všech toků hotovosti a je vysvětleno, jak je stanovit nebo odhadnout. Na straně výdajů jsou rozebrány kapitálové, oběžné a provozní výdaje. Příjmy jsou rozděleny na vlastní a cizí zdroje. Na konkrétních příkladech je předveden výpočet hlavních ukazatelů výnosnosti projektu a způsob rozhodování investorů, zda projekt zahájit, či nikoli.

Na začátku **třetí kapitoly** je celá výstavba rozdělena do dílčích procesů, které jsou ohraničeny jednoznačnými vstupy a výstupy. Jedna z nejdůležitějších činností je návrh neboli projektování. V kapitole 3.1 jsou popsány jednotlivé stupně projektové dokumentace od koncepčního návrhu až po dokumentaci skutečného provedení. Rozdíly mezi technologickou a klasickou stavbou jsou nejlépe patrné z funkčního návrhu procesní a kusové technologie v protikladu k návrhu budovy. Technologické stavby většinou vyžadují několik stupňů povolení. V kapitole 3.2 o legislativě stavby je popsán postup při povolení EIA (*Environmental Impact Assessment*), územním rozhodnutí, integrovaném povolení, při stavebním řízení a při kolaudaci po dokončení stavby. Vlastní stavební činnost, tedy dodávka stavby, je v kapitole 3.3 rozdělena na stavební a technologickou část a pro různé druhy staveb jsou uvedeny lhůty výstavby. Technologické stavby jsou charakteristické náročnými zkouškami. Kapitola 3.4 popisuje zkoušky kvality v průběhu výstavby a individuální, komplexní a garanční zkoušky funkce technologických zařízení při jejím dokončení.

Jednotlivé činnosti výstavby provádějí různí dodavatelé na základě smluv s investorem. Smluvní vztahy jsou podrobně rozebrány ve **čtvrté kapitole**. Na otázku s kým a na jaký předmět činnosti uzavřít smlouvy odpovídá kapitola 4.1, kde jsou popsány různé dodavatelské systémy pro technologické stavby a budovy. Dodavatelé jsou rozděleni do skupin podle rozsahu poskytovaných služeb a v každé skupině jsou uvedeny největší firmy podle obrátu v roce 2005. Struktura technologických kontraktů je popsána v kapitole 4.2 na příkladu smluv podle vzorů FIDIC a pro klasické smlouvy s komerční a technickou částí. Hlavní články komerční části smlouvy včetně popisu dodacích podmínek INCOTERMS jsou uvedeny v kapitole 4.3. Příklady technických příloh od definice hranice dodávky až po formulaci garantovaných hodnot popisuje kapitola 4.4.

Jedním z rozhodujících parametrů stavby jsou její investiční náklady. Na otázku kolik bude stavba stát, odpovídá **pátá kapitola**. Vývoj nákladů v čase je popsán pomocí cenových indexů platných pro Českou republiku a pro USA. Technologická zařízení jsou většinou z dovozu, a proto znalost cen na západních trzích a jejich relace k českým cenám je velmi důležitá. Náklady stavební

části se dají s dostatečnou přesností odhadnout podle jednotkových cen za obestavěný objem, půdorysnou plochu nebo metr běžné délky. Náklady na technologickou část se odvíjejí od cen zařízení. Odhady cen zařízení vycházejí z kapacity nebo hmotnosti. V závěru páté kapitoly jsou porovnány používané ceníky pro odhad nákladů na projektové a inženýrské činnosti.

Předchozí kapitoly seznámily čtenáře s hlavními činnostmi výstavby a dále předvedly, jak uzavřít smlouvu a jak provést odhad nákladů stavby. **Šestá kapitola** čtenáře provádí metodikou řízení s důrazem na konkrétní příklady z výstavby. Vychází z klasické teorie projektového řízení podle knihy *PMBOK* [1]. Tyto obecné metody jsou aplikovány na technologickou stavbu. Jsou zde detailně popsány všechny hlavní procesy projektového řízení, jimiž jsou řízení rozsahu, času, nákladů, kvality, lidských zdrojů, rizik a řízení nákupu.

Technologické stavby jsou specifické důrazem na stroje a zařízení. Je proto logické, aby projektovým manažerem byl profese strojař. Strojní fakulty se zaměřují na konstrukci a projektové řízení staveb je na okraji jejich zájmu. Naproti tomu absolventi stavebních fakult jsou na řízení staveb v zásadě dobře připraveni. Tato kniha se snaží o ucelený pohled na řízení technologických staveb, který by se mohl stát vodítkem pro začínající projektové manažery.

Velký důraz je kladen na anglické ekvivalenty používaných pojmů výstavby. Je to dáno tím, že zahraniční prvek je u technologických staveb vždy přítomen, a to buď díky zahraničním technologiím nebo díky zahraničnímu vlastníkovi. Na těchto stavbách je většinou řídicím jazykem angličtina, v níž jsou napsány všechny smlouvy, hlavní reporty a klíčová projektová dokumentace.

Na výstavbě se v zásadě podílejí dvě strany; investorská, která platí, a dodavatelská, která za peníze investora stavbu provádí. Tato kniha je psána z pozice investora, který vynakládá své finanční prostředky, aby dosáhl zisku, a který nese rizika spojená s výstavbou. V této pozici jsou mimo vlastní investory také všichni pracovníci investičních oddělení výrobních závodů a projektoví manažeri, kteří pro investory výstavbu řídí.

V knize je obsaženo mnoho obecných doporučení, ale také konkrétních informací, jež podléhají vlivu času. Typické je to u zákonů, které se novelizují nebo ruší a nahrazují novými. Z hlediska legislativy kniha zachycuje stav k 1. 4. 2008. V seznamu literatury jsou u starších zákonů uvedeny novelizace až k tomuto datu. K cenovým údajům je vždy připojen časový údaj, k němuž se cena vztahuje.

Na závěr několik slov o tom, komu je kniha určena. Kniha popisuje hlavní aspekty řízení technologické stavby z pozice projektového manažera, který řídí všechny dodavatele od licensora a zpracovatele projektové dokumentace až po stavebního a technologického dodavatele stavby. Primárně je tedy určena všem potenciálním investorům technologických staveb a všem pracovníkům investičních útvarů ve výrobních závodech. Druhou významnou skupinu tvoří pracovníci dodavatelských a projekčních organizací, kteří některé činnosti výstavby vykonávají pro investory jako svou profesi. I pro ně je zajímavý širší pohled na výstavbu a zejména pohled ze strany investora. Třetí kategorií jsou studenti technických oborů, zejména strojních a chemicko-inženýrských. V knize je uvedeno velké množství vyřešených výpočtových příkladů, které jsou využitelné v jejich výuce. Většina těchto budoucích absolventů se uplatní na technických nebo řídicích pozicích, kde budou potřebné nejen znalosti o vlastní výrobní technologii a řízení výroby, ale také o tom, jak postavit novou výrobní linku nebo nový závod.

Kapitola 1

Základní pojmy výstavby

Investiční projekty spojené s výstavbou se významnou měrou podílejí na hrubém domácím produktu každé země. V České republice stavební výroba v roce 2004 představovala 347 mld. Kč, tedy 12,5 % HDP. Značná část národního produktu se vytváří postupy, které mají charakter jednorázových stavebních projektů. Tato kniha popisuje základní činnosti při realizaci těchto projektů a způsob jejich řízení, který se opírá o obecné metody projektového managementu.

Nejprve uvedeme několik základních pojmů. **Stavbu** chápeme jako hmotný objekt spojený s pozemkem a tento objekt je výsledkem sledu činností. Sled činností od úvodního záměru až po začátek užívání nazýváme **výstavbou** nebo také **investičním projektem**, zkráceně projektem. Výkresovou dokumentaci a technické zprávy, které jsou často v praxi označovány poněkud nepřesně jako projekt, budeme vždy nazývat **projektovou dokumentací**.

Typy staveb

Stavby je možno dělit z mnoha hledisek. Jedním z nich je účel stavby. Stavební firmy se obvykle specializují na jednu z následujících kategorií, i když se většinou angažují i v ostatních:

1. **Bytové stavby** obsahují obytné budovy a rodinné domy pro jednu nebo více rodin, kde rozhodující funkcí je bydlení.
2. **Občanské stavby.** Jsou to administrativní budovy, nákupní centra, hotely, školy, budovy institucí, rekreační areály, věznice aj.
3. **Inženýrské stavby.** Do této kategorie patří mosty, tunely, inženýrské sítě. Součástí inženýrských staveb jsou v širším významu tohoto pojmu i:
 - **dopravní stavby**, silnice, železnice, plavební kanály, přístavy, letiště a
 - **vodohospodářské stavby**, hráze, jezy, úpravy toků, meliorace, hydrotechnické stavby.
4. **Technologické stavby.** Sem patří stavby, kde je rozhodující technologický proces, např. elektrárny, cementárny, chemické jednotky, pivovary, závody na výrobu strojů, zařízení, přístrojů, součástek aj.

Tato kniha se soustřeďuje na technologické stavby, ale mnohá doporučení je možno aplikovat na všechny typy staveb.

Dalším pohledem na dělení staveb je kvalifikace hlavního tvůrce stavby, který rozhodující měrou ovlivňuje, zda stavba splní požadovaný účel. Z tohoto hlediska stavby můžeme zařadit do tří základních skupin: budovy, infrastruktura a technologie. Příklady budov jsou rodinné domy, školy, nemocnice a administrativní budovy. Budovy jsou charakteristické přítomností lidí