

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

VYUŽITÍ METOD ČASOVÉHO PLÁNOVÁNÍ PŘI ŘÍZENÍ PROJEKTU VÝSTAVBY

USE OF TIME PLANNING METHODS IN CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Dymáček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JANA NOVÁKOVÁ

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607R038 Management stavebnictví
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jakub Dymáček
Název	Využití metod časového plánování při řízení projektu výstavby
Vedoucí práce	Ing. Jana Nováková
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- Svozilová A.: Projektový management, Grada Publishing, 2016
- Doležal J., Krátký J.: Projektový management v praxi, Grada Publishing, 2017
- Lacko B., Švec J., Balatková M.: Specifika technických projektů, ACSA, 2014
- Doležel J., Máchal P., Lacko B.: Projektový management podle IPMA, Grada Publishing, 2012
- Ježková Z., Krejčí H., Lacko B., Švec J.: Projektové řízení-Jak zvládnout projekty, ACSA, 2014
- Máchal P., Kopečková M., Presová R.: Světové standardy projektového řízení, Grada Publishing, 2015

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

1. Popis projektu
2. Druhy plánů projektu
3. Techniky plánování projektu
4. Časové plánování
5. Závěr

Cílem práce je popsat základní metody plánování průběhu projektu výstavby. Zaměřit se a porovnat především postupy časového plánování.

Požadovaným výstupem je aplikace těchto metod na konkrétním případě.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Jana Nováková
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na využití metod časového plánování při řízení projektu a vysvětluje základní principy, které se této oblasti týkají. Cílem této práce je aplikace a následné porovnání těchto metod na praktickém příkladě.

KLÍČOVÁ SLOVA

Projekt, projektové řízení, životní cyklus projektu, časové plánování projektu, metody časového odhadování, milníky, Ganttovy diagramy, síťová analýza, síťový graf, metoda kritické cesty, metoda PERT, PDM diagramy, MS Project, strukturní plán, hierarchická struktura prací, finanční plán

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the subject of the use of time planning methods during the project management and explains basic principles that relate to this particular topic. The purpose of this work is application followed by comparison of these methods on practical example.

KEYWORDS

Project, project management, project life cycle, time planning, estimating time, milestones, Gantt chart, network analysis, network diagram, critical path method, PERT technique, PDM technique, MS Project, project structure, work breakdown structure, financial plan

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Jakub Dymáček *Využití metod časového plánování při řízení projektu výstavby*. Brno, 2020. 56 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Jana Nováková

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Využití metod časového plánování při řízení projektu výstavby* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 5. 6. 2020

Jakub Dymáček
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tento prostor bych rád věnoval všem, kteří mě v průběhu mé cesty podporovali. Jmenovitě chci poděkovat Ing. Janě Novákové, pod jejímž dohledem jsem bakalářskou práci vypracovával. Velmi si vážím jejího času, a především ochoty pomoci, které i přes nepříznivé podmínky v uplynulých pár měsících, mi věnovala. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Zdence Pospíchalové za poskytnutí podkladů pro praktickou část bakalářské práce a za ujetí se pozice oponenta a její cenné rady. Nakonec velké díky patří mé rodině a přátelům, kteří mě touto cestou provázeli.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Projekt a projektové řízení.....	11
2.1	Projekt.....	11
2.2	Projektové řízení.....	11
2.3	Zásady projektování.....	11
2.3.1	Cílovost.....	12
2.3.2	Reálnost a účelnost.....	13
2.3.3	Systémovost a systematičnost.....	13
3	Životní cyklus projektu.....	14
3.1	Předinvestiční fáze.....	15
3.1.1	Studie příležitosti.....	15
3.1.2	Studie proveditelnosti.....	15
3.2	Investiční fáze.....	16
3.2.1	Projektová fáze – zahájení.....	16
3.2.2	Projektová fáze – plánování.....	16
3.2.3	Projektová fáze – realizace.....	17
3.3	Fáze provozu a vyhodnocení.....	17
3.3.1	Ukončení projektu.....	17
3.3.2	Poprojektová fáze.....	17
4	Metody časového plánování.....	18
4.1	Metody odhadování.....	18
4.2	Diagram milníků.....	20
4.3	Ganttovy diagramy.....	21
4.4	Síťová analýza.....	22
4.4.1	Síťový graf.....	22
4.4.2	Metoda kritické cesty.....	24
4.4.3	Metoda PERT.....	26
4.4.4	PDM diagramy.....	27
5	Praktická část – aplikace plánování projektu.....	29
5.1	Informace o stavbě.....	29
5.2	Účel stavby.....	30
5.3	Charakteristika území.....	31

5.4	Členění stavby na stavební objekty	31
5.4.1	SO 01 Komunikace	31
5.4.2	SO 02 Dešťová kanalizace.....	32
5.4.3	SO 03 Přeložka vodovodu.....	32
5.4.4	SO 04 Splašková kanalizace.....	32
5.4.5	SO 05 Veřejné osvětlení	33
5.4.6	SO 06 Sadové úpravy	33
5.4.7	SO 07 Přeložka kabelů MTS	33
5.4.8	SO 08 Demolice objektů ČD.....	33
5.4.9	SO 09 Čekárna, infocentrum a toalety pro cestující v budově ČD.....	34
5.5	Provádění stavebních prací.....	34
5.6	Strukturní plán	35
5.7	Stanovení celkových nákladů	35
5.8	Metody časového plánování	40
5.8.1	Milníkový plán.....	40
5.8.2	Ganttův diagram.....	40
5.8.3	Síťový graf	42
5.8.4	MS Project	44
5.9	Finanční plán	48
5.10	Porovnání metod časového plánování.....	51
6	Závěr	52
7	Seznam použitých zdrojů	53
8	Seznam obrázků	54
9	Seznam tabulek.....	55
10	Seznam použitých zkratk	56

1 Úvod

V dnešní době je snahou všechno řídit a kontrolovat, jen díky tomu lze dosáhnout efektivních výsledků a efektivnosti jako takové. Z toho důvodu mi přijde obecně tematika projektového řízení nesmírně důležitá a její aplikace je uplatnitelná nejen v záležitostech stavebního odvětví, ale je aplikovatelná v podstatě na cokoli. Optimalizovat široké spektrum dotčených oblastí a zohlednit působící faktory pro dosažení cíle. Právě proto jsem si vybral téma bakalářské práce v rámci problematiky projektového řízení. Cílem této práce je užší pohled na celý proces, a sice zaměření na časové plánování, konkrétně na jednotlivé metody, které se pro časové plánování využívají.

V teoretické části vysvětlují základní pojmy a principy projektování, popisují průběh řízení projektů – z jakých částí se skládá a jaké dokumenty obsahuje. Největší část prostoru věnuje časovému plánování, a to jakým způsobem lze odhadovat doby trvání činností a následně jak s takovým souborem činností pracovat pro dosažení optimálního průběhu. Zaměřuji se na popis principů jednotlivých metod, jaké mají výhody a nevýhody při uplatnění.

V praktické části bakalářské práce aplikuji čtyři vybrané metody na praktickém příkladě výstavby autobusového terminálu před budovou ČD v Chotěboři. V první fázi je potřeba provést dekompozici projektu výstavby na balíky prací, které jsou v další části časově a nákladově ohodnoceny. Následuje vytvoření časového harmonogramu pomocí plánu milníků, Ganttova diagramu, síťového grafu a Ganttových grafů v softwaru MS Project. Na základě zmíněného programu je vytvořen finanční plán projektu. V úplném závěru porovnávám jednotlivé metody mezi sebou.

2 Projekt a projektové řízení

2.1 Projekt

Pojmu projekt lze porozumět více způsoby. V jedné rovině ho lze uchopit jako podklad, tedy dokumentaci pro následné zhotovení daného úkolu. Pokud je řeč o projektovém řízení, pak toto slovo nabývá jiného významu a lze ho chápat jako proces. [1, str. 13]

Důvodem, proč jeden termín má více významů, je přejímání anglosaské terminologie. Ekvivalentem, pro české slovo projekt, je v západních zemích návrh (design) – což lze sjednoceně označit dokumentací (documentation). Oproti tomu se vyskytuje anglosaské project, který právě značí proces plánování. [2, str. 17]

Projektem je jakákoliv posloupnost aktivit a úkonů – dohromady tvoří tvůrčí proces s těmito charakteristickými znaky:

- Definovaný cíl (výstup), kterého má být dosaženo
- Časové vymezení (začátkem a koncem) pro splnění cíle
- Určení potřebných zdrojů pro realizaci [3, str. 22]

2.2 Projektové řízení

Vezme-li se do kontextu základní koncepce rozdílu vést a řídit. Od toho odvozené vedení (odpovídá na otázku CO) a řízení (odpovídá na otázku JAK). [4, str. 19] A k tomu se připojí fakt, že projekt je proces zahrnující soubor činností, pak projektové řízení neboli projektový management je nástrojem, který se využívá k plánování, organizování, řízení a kontrole napříč celým projektem za účelem dosažení stanoveného cíle, v požadované době a s naplánovanými náklady. Ve své podstatě, projektové řízení napomáhá k plynulejšímu přechodu mezi návrhem a realizací tohoto návrhu. [3, str. 19]

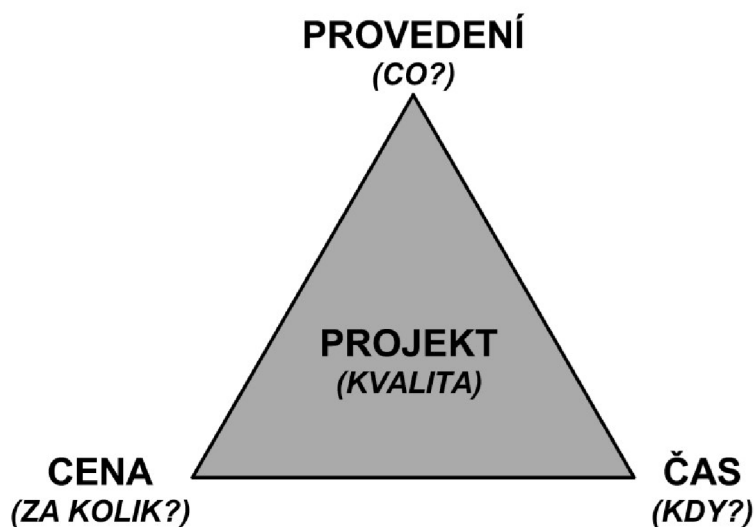
2.3 Zásady projektování

Cílem manažera projektu je zvládnutí řízení projektu a dosažení jeho cílů v rámci daných limitů. Úspěšnost řízení takového projektu, popř. úspěšnost projektu je právě dána zpětným vyhodnocením zadaných vstupních kritérií a jejich dodržení, popř. odchýlení. Nejdůležitějším aspektem úspěšného řízení je integrace, která spočívá v kombinaci aktivit, požadavků a výsledků projektu za účelem dosažení cíle. K tomu napomáhají zásady, které je potřeba dodržovat. [5, str. 34]

2.3.1 Cílovost

Do procesu projektování vstupují zainteresované strany, které na základy vlastních představ a zkušeností vznášejí požadavky, které utváří, popř. přetváří vnější mantinely. Ve finále se jedná o záležitost kompromisů a ústupků, aby všechny strany byly na jednu stranu spokojeny a na tu druhou, aby byly přesvědčeny o dosažitelnosti a provedení za daných podmínek. [1, str. 17]

Vezme-li se v potaz definice projektu v části 2.1, pak zmíněné charakteristické znaky vytváří základní prostor, ve kterém se projekt v průběhu plánování, návrhu a realizace nachází a zároveň, který nám definuje základní parametry projektu tzv. Trojimperativ projektu. Ten znázorňuje závislost tří proměnných (provedení, cena, čas) určujících kvalitu projektu a současně vypovídá o dynamice tohoto systému – při změně jednoho parametru se změní alespoň jeden další parametr. [3, str. 23], [5, str. 66]



Obrázek 1 Trojimperativ projektu [zdroj [2], str. 51, vlastní tvorba]

Zjednodušeně řečeno: cíl (projekt, resp. jeho kvalita) je určen požadavky trojimperativu a to:

- Nároky na provedení
- Nároky na časový plán
- Nároky na náklady

Tedy co má být provedeno, kdy a za kolik. [1, str. 17]

2.3.2 Reálnost a účelnost

Tyto zásady se zodpovídají samy. Reálný projekt je takový projekt, který má ověřené (reálné) zdroje. Ty mohou být charakteru:

- Lidského (např. projektový tým)
- Materiálového (např. potřebná aktiva)
- Finančního

Účelnost zahrnuje dostatečné propracování dokumentací, tzn. měla by existovat úměra mezi komplexností projektu a hloubkou a detailností vypracovaných dokumentací.

[1, str. 18]

2.3.3 Systémovost a systematičnost

Systémovost zohledňuje skutečnost, ve které jsou vlastnosti celku definovány vlastnostmi dílčích částí a jejich vzájemnými vazbami. K tomu přibývají vnější faktory ovlivňující jak celek, tak i části celku a dohromady vytváří ucelený systém. Při navrhování se tak vymyslí ideální systém, následně se zohlední působící omezení a vzájemné vazby. Řešením je nalezení optimální varianty. Takový postup se nazývá Top-down (postup shora dolů).

Zásada systematičnosti říká, aby se používalo předem určený způsob jednotné komunikace a jednotných postupů, např. jednotné klasifikace, metodiky, výkresy, grafy, tabulky, symboly aj. [1, str. 18-19]

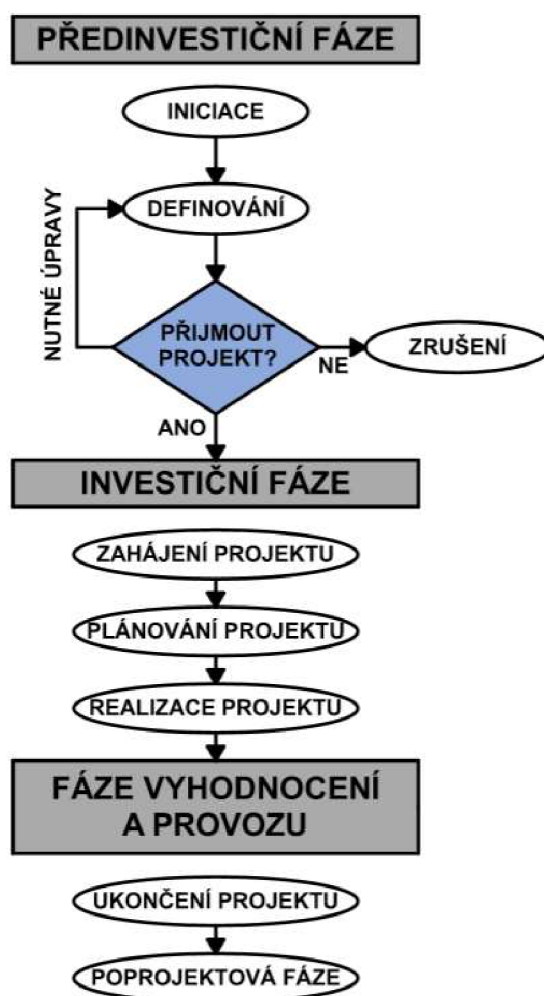
3 Životní cyklus projektu

Stejně jako člověk prochází jednotlivými fázemi života a dospívání, tak i projekt lze podle znaků a aktivit roztrždit do jednotlivých fází. Každá fáze zahrnuje logicky spolu související činností, kterými se snaží dosáhnout konkrétního výstupu (řídících dokumentů), ke kterým se vztahují vlastní řídicí procesy a jejich realizace. Na jednotlivé fáze lze nahlížet jako na časové úseky, které na sebe navazují a celkově vytváří tzv. životní cyklus projektu viz obrázek 2. [1, str. 20], [5, str. 166]

Hlavními (životními) fázemi jsou:

- Předinvestiční fáze
- Investiční fáze
- Fáze provozu a vyhodnocení

Ty lze dále strukturovat do podfází, kterým je věnována tato kapitola. [1, str. 20]



Obrázek 2 Životní cyklus projektu [zdroj [1], str. 21, vlastní tvorba]

3.1 Předinvestiční fáze

Předinvestiční fáze často bývá označována jako nejdůležitější. Začíná iniciací – nějakým impulsem, tím může být zvýšená poptávka na trhu, udržení konkurenceschopnosti v dané oblasti, originálním nápadem aj. Dále se provádí různé analýzy a studie, ve kterých se definují cíle, jak jich optimálně dosáhnout, zhodnocují se možná rizika, která mohou nastat. Tato činnost se nazývá definování, provádí ji přípravný tým a jeho úkolem je zjistit a následně poskytnout investorovi doporučení, zdali se vyplatí daný projekt realizovat anebo nerealizovat. [1, str. 21], [2, str. 32]

3.1.1 Studie příležitosti

Jedním z prvních dokumentů, které se zpracovávají v etapě iniciace je studie příležitosti (Opportunity Study). Přesná forma této technickoekonomické zprávy není nikde definována, ale zpravidla se provádí v rozsahu tří až maximálně deseti stránek, v závislosti na rozsahu zamýšlené investice. Nicméně konvenčním obsahem této studie bývá např. analýza příležitostí, resp. různých možných variant řešení, předběžný odhad nákladů a budoucích výnosů, zhodnocení silných a slabých stránek zamýšleného projektu, formulování cílů a další. [1, str. 42], [2, str. 36]

Pro vypracování této studie lze použít různých postupů a metod, mezi jednu z těch rozšířenějších patří tzv. SLEPT analýza. Předmětem této metody je zhodnocení vnějších faktorů, které mohou ovlivnit projekt. Tyto zkoumané faktory lze roztrždit do pěti kategorií, u kterých první písmeno utváří název této analýzy, jsou to faktory: sociální, legislativní, ekonomické, politické a technické. Na základě předpokladů avizuje možné skutečnosti. Vypracování probíhá takto: zmapují se v jednotlivých oblastech dané faktory, kterých se projekt může dotknout. Následně se vyhodnotí možný dopad těchto faktorů. Nakonec se vezmou v potaz pouze relevantní faktory, jejichž vliv je třeba monitorovat. [2, str. 37] Strategický management využívá velmi známou SWOT analýzu, která se zabývá vnitřními i vnějšími faktory působícími na projekt. Tyto faktory dává do vzájemných souvislostí a slouží pro určení rizik a příležitostí, které působí ve vnějším prostředí organizace. Dále se zaměřuje na silné a slabé stránky projektu. Výstupem této analýzy je vhodná volba strategie projektu s ohledem na všechny působící vlivy. [2, str. 38-40]

3.1.2 Studie proveditelnosti

Další důležitou studií je studie proveditelnosti (Feasibility study). Ta navazuje na předchozí studii a jejím hlavním cílem je porovnat a vyhodnotit možná řešení provedení projektu. V momentu, kdy se vybere ideální varianta, se upřesňují detaily ohledně organizace projektu. To zahrnuje především specifikace obsahu projektu, časové naplánování začátku a konce projektu, odhadované náklady na zhotovení, očekávané přínosy a zhodnocení možných rizik. Pro vyhotovení této studie se používají různé nástroje a metody, jsou to např. analýza zainteresovaných stran a analýza kritických faktorů úspěšnosti projektu. Mezi velmi používané metody patří metoda logického rámce. [2, str. 54-56], [5, str. 170-171]

3.2 Investiční fáze

Tato fáze je charakterizována jako nejnákladnější z hlediska využívání zdrojů a nejpracnější. Velmi zjednodušeně lze proces tohoto časového úseku popsat následovně: provedou se všechna potřebná výběrová řízení, rozplánují se všechny aspekty projektu, zpracovávají se dokumentace pro provádění a konkrétní povolení. Pokud je vše odsouhlaseno, začne se projekt realizovat. [1, str. 23]

3.2.1 Projektová fáze – zahájení

Po odsouhlasení doporučení k realizaci projektu začíná první fáze projektu samotného a to zahájení. Cílem je ověřit a upřesnit definovaný výstup projektu, v souladu s předešlými materiály, dokumenty a analýzami. Pro tuto činnost se vybírají pracovní skupiny, které vypracují potřebné dokumentace, např. provede se logický rámec projektu, stanoví hlavní milníky. Na základě všech získaných materiálů a informací se vytvoří základní listina projektu (Project charter), která je základním dokumentem popisující technicko-organizační parametry projektu. [2, str. 82-83], [5, str. 172]

3.2.2 Projektová fáze – plánování

„Plánování projektu je souborem činností zaměřených na vytvoření plánu cesty k dosažení cílů projektu prostřednictvím směřovaného pracovního úsilí a s využitím disponibilních zdrojů.“ [3, str. 112]

Předchozí fáze odpovídaly na otázky CO, PROČ a KOMU. Nyní je potřeba odpovědět na to JAK – jak dosáhnout požadovaných cílů a výstupů v rámci určených kritérií. Proces plánování lze rozdělit do několika oblastí zájmu, podle zaměření, a to oblastí:

- Času
- Nákladů
- Technologí
- Metodologií
- Pracovních zdrojů

Jedním z hlavních dokumentů této fáze je dokument Definice předmětu projektu, ve kterém je shrnuto, co je cílem veškerých souborů aktivit a dílčích procesů. Kritické je přesně definovat a kvantifikovat jednotlivé výstupy a výsledky projektu, aby nedocházelo k odchylkám a nedostatkům. [3, str. 120-121]

Druhým dokumentem je Plán projektu. Ten reaguje na dokument definice předmětu projektu a zabývá se otázkou, jak se bude postupovat. Zahrnuje harmonogram projektu, podrobný rozpis prací (WBS), rozpočet projektu, organizační strukturu projektu, popis rolí a odpovědností, registr rizik, ukazatele kvality a mnoho dalších. [3, str. 124-125]

Právě procesu plánování z hlediska času se věnuje kapitola č. 4.

3.2.3 Projektová fáze – realizace

Tato fáze říká: „je čas přestat upravovat a zdokonalovat projekt a začít realizovat“. Jasným přechodem mezi plánováním a realizací je tzv. kick-off meeting. Sejdou se zainteresované strany a vzájemně se obeznámí s novinkami o projektu, zrekapitulují si plán a harmonogram, setkají se zástupci zainteresovaných stran, pokud se již tak nestalo. Samotná fyzická realizace je pak doprovázena neustálým monitorováním a kontrolováním stavu projektu. Podle směrného plánu manažer porovnává dodržování časového plánu a využívání zdrojů. Pokud nastanou odchylky, provádí nápravná opatření. Za předpokladu, že dojde k výrazným změnám a potřeby přeplánovat projekt, je nasnadě vytvořit nový (upravený) základní plán projektu (Baseline). [2, str. 196], [5, str. 172, 233]

3.3 Fáze provozu a vyhodnocení

3.3.1 Ukončení projektu

Po splnění požadovaných cílů projektu přichází poslední projektová fáze – ukončení projektu, ve které dochází k předání vytvořeného díla. V rámci této fáze dochází k finálnímu dokončení hmotných výstupů projektu, jako je předání dokumentace výstupů projektu, dokumentace o skutečném provedení, protokoly apod. [2, str. 242]

Mezi poslední úkoly projektového týmu patří i zpracování závěrečné zprávy projektu, ve které shrnuje své postřehy a zkušenosti z celého procesu. Poté lze projekt uzavřít, tzn. ukončit procesy projektu a rozpustit projektový tým. [5, str.173]

3.3.2 Poprojektová fáze

Z chyb se má člověk poučit. To samé platí při provádění projektů, proto poprojektová fáze slouží ke zpětnému zhodnocení celého procesu. Snahou je odhalit místa, které byly problémové, analyzovat důvod problémů a do příštích projektů se jim snažit předcházet. Tím dochází k sebezlepšování. [5, str. 173]

4 Metody časového plánování

V předchozích etapách plánování se provedla dekompozice činností do jednotlivých balíků, jednotlivých dílčích částí tak detailních, jak to projekt vyžaduje, tzn. je vytvořený podrobný seznam činností, který je zapotřebí realizovat. Úkolem časového plánování je poskládání činností do takové posloupnosti, která bude realizovatelná a zároveň optimální (minimalizace potřebného času na provedení). [2, str. 124]

Musí být realizovatelná – to znamená musí se zachovat logická posloupnost činností v závislosti na technologických, organizačních, technických, popř. i administrativních požadavcích. Taková smysluplná návaznost je označována jako syntéza činností. [2, str. 124]

Zároveň je nutné zmínit, že poskládat všechny činnosti za sebou by bylo logicky správné a realizovatelné, ale ne optimální. Taková návaznost činností se nazývá sériové řazení činností (např. nejdříve se musí provést laťování a až poté pokládka krytiny). Na druhé straně se nacházejí činnosti, které lze provádět souběžně, tzv. paralelní souběh činností (např. při provádění dokončovacích prací objektu lze zároveň provádět sadové úpravy v okolí objektu). [2, str. 124]

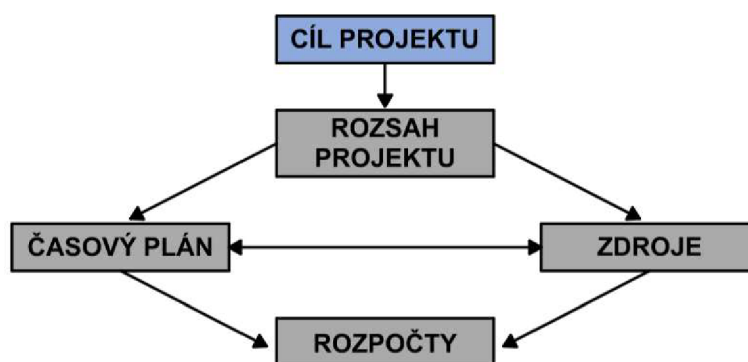
Cílem je tedy maximální využití paralelního souběhu činností za účelem minimalizace potřebné doby na realizaci s ohledem na dostupné kapacity a logické návaznosti. [2, str. 124]

4.1 Metody odhadování

Pro úspěšné rozplánování činností v čase je potřeba znát délku jejich trvání. Je však potřeba mít na paměti, že časové údaje, se kterými se pracuje, se vytváří určitou časovou jednotku předtím, než je samotný plánovaný proces realizovaný. Proto i sebelepší časové ohodnocení činností jsou pouze odhady a je potřeba počítat s odchylkami, resp. je do časového ohodnocení zahrnout ve formě rezerv. [2, str. 111]

Velikost odchylek od plánovaného stavu, tedy míru nepřesnosti odhadů popisuje tzv. kužel nejistoty. Ten říká, že čím větší je časová prodleva mezi plánováním a realizací, tím větší je míra nepřesnosti. [2, str. 111] Proto i životní cyklus projektu a jeho fáze jsou seřazeny za sebou tak, aby se co nejvíce snížily nepřesnosti odhadů, které se v rámci jednotlivých fází provádějí. [5, str. 176]

Samotné časové plánování projektu není vytvářeno autonomně, je potřeba vzít do úvahy potřebné předpokládané zdroje a jejich dostupnost, ke kterým se váže financování apod. Proces schematicky vyobrazuje obrázek 3. [2, str. 111], [5, str. 177]



Obrázek 3 Schéma plánování projektu [zdroj [5], str. 177, vlastní tvorba]

Jednobodový odhad, někdy nazývaný jako jednočíselný odhad. Je deterministickou technikou stanovení doby trvání na základě zkušeností osoby, která časový plán vytváří. Proto je důležité, aby pověřená osoba byla co nejvíce zkušená a praxe znalá. Výhodou je relativně rychlé stanovení časové odhadu, avšak může být méně přesné. [2, str. 112]

Další technikou je tzv. **tříbodový odhad**, popř. tříčíselný odhad. Využití nachází u komplexnějších projektů v situacích, kde se nedá doba trvání jednotlivých činností jednoduše odhadnout. Tato technika patří mezi stochastické metody. Obvykle pracuje se třemi časovými veličinami, které popisují možný časový vývoj činnosti. Jmenovitě jde o optimistický, pesimistický a nejpravděpodobnější odhady, se kterými se dále pomocí vzorců a dalších veličin pracuje. Jedná se náročnější metodu, ale o to víc přesnější. [2, str. 112]

Dalším způsobem časového ohodnocení je pomocí týmu expertů, kteří se specializují na danou problematiku a vytvoří tzv. **expertní odhad**. [5, str. 182] Ve stavebnictví, strojírenství, obecně tam, kde jsou činnosti dostatečně přesně definované, se využívá **normativní odhadování**. Stanovují se na základě normativů, které jsou určeny pomocí normování. To zahrnuje měření a výpočty potřebných časů úkonů, kterými jsou jednotlivé činnosti tvořeny. [2, str. 113]

Metoda založená na porovnávání se nazývá **analogické odhadování**. Používá se při provádění projektu, který se v minulosti podobný již realizoval. Původní projekt, který slouží k porovnávání, se nazývá tzv. etalon, resp. se to vztahuje na jednotlivé činnosti v rámci projektu. Kámen úrazu této metody spočívá v tom, určit všechny znaky a faktory, které tyto dva projekty od sebe odlišují. Na základě těchto znaků a faktorů se bude odvíjet i časová náročnost činností. Nesmí se na žádné rozdíly mezi projekty zapomenout. Metoda se často využívá ve veřejné správě. [2, str. 113]

Mimo základní zmíněné metody existuje i řada dalších, daleko komplexnějších odhadů, založený na různých statistických analýzách, simulacích, modelování apod.

4.2 Diagram milníků

Jedná se o velice jednoduchý a přehledný zápis milníkových datových údajů. Neprojevují se v něm žádné návaznosti jednotlivých úkolů, ani délka jejich trvání. Jejich použitelnost spočívá spíše v předávání informací pro uživatele, kteří nejsou součástí procesu projektování, nebo v počátcích vzniku projektů, popř. v různých hlášeních apod. [3, str. 139]

Milník lze chápat jako časový bod, který zastřešuje určitou skupinu vzájemně propojených činností (např. dokončení hrubé fáze výstavby objektu). V podstatě se dá říct, že milníky od sebe oddělují logické nebo technologické celky. Po splnění všech milníků je projekt hotov. [2, str. 126]

Milník obvykle mívá nulovou délku trvání, ale může se stát, že je ohodnocen časovou jednotkou, a to z důvodu provádění např. kontroly. [2, str. 125]

Tabulka 1 Příklad tabulky milníků [zdroj [3], str. 139, vlastní tvorba]

Zahájení projektu	01.01.2020
Úkol A	14.01.2020
Úkol B	28.01.2020
Úkol C	11.02.2020
Úkol D	18.02.2020
Úkol E	25.02.2020
Úkol F	03.03.2020
Úkol G - ukončení projektu	10.03.2020

Tabulka 2 Příklad diagramu milníků [zdroj [3], str. 139, vlastní tvorba]

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Úkol A		●								
Úkol B				●						
Úkol C						●				
Úkol D							●			
Úkol E								●		
Úkol F									●	
Úkol G										●

4.3 Ganttovy diagramy

Tato technika spatřila světlo světa v období první světové války v amerických loděnicích. Ganttovy diagramy jsou pojmenovány po Henry Laurence Ganttovi, americkém strojním inženýrovi a poradci na management. Při procesech výstavby námořních lodí seznamy datových údajů jednotlivých činností nestačily, a tak vymyslel novou techniku diagramů, které jednoduše znázorňují jednotlivé úkoly v čase a především jejich začátky a konce. [3, str. 138], [2, str. 126]

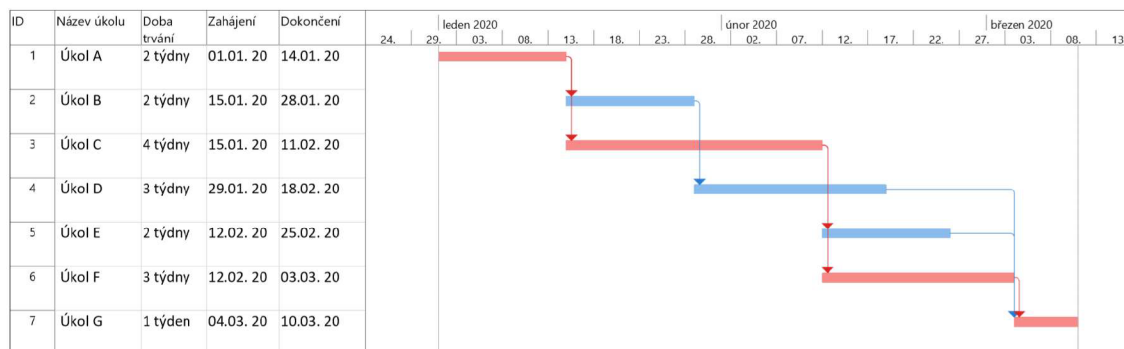
Struktura diagramů je velice jednoduchá, přehledná, snadno pochopitelná i snadno vytvořitelná. Z těchto důvodů je lze vytvořit i bez speciálních softwarů pro tuto techniku určených, a zároveň zhotovený diagram dokáže relativně snadno číst i člověk bez projektových schopností. Ganttovy diagramy v této původní podobě se vyznačují několika nedostatky z hlediska projektového řízení. Prvním nedostatkem je klíčová věc, a sice že neukazují závislosti mezi úkoly. To představuje problém při řízení velkého počtu úkolů. Druhý zásadní nedostatek nastává při změně časového plánu. Při změně začátku nebo konce nějakého úkolu se tento časový posun nepromítne do zbývajících částí časového plánu. [3, str. 138], [2, str. 127]

Tabulka 3 Příklad Ganttova diagramu [zdroj [3], str. 139, vlastní tvorba]

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Úkol A										
Úkol B										
Úkol C										
Úkol D										
Úkol E										
Úkol F										
Úkol G										

Konvenčním rozložením diagramu je na osu y vkládat jednotlivé činnosti. Na jejich pořadí až tolik nezáleží, je to záležitostí přehlednosti. Doporučuje se začínat úkoly, které je možné začít co nejdříve, při dodržení zachování logických celků projektu. [2, str. 127] Dále se v diagramu může uvádět délka trvání přiřazena pro každý úkol. V horní části se nachází časová osa, která může být uváděna ve dnech, nejčastěji v týdnech, ale i v měsících, kvartálech či letech. Samotná délka trvání jednotlivých činností se graficky znázorňuje úsečkou (odtud označení lineární nebo úsečkové grafy). Ta znázorňuje začátek a konec plánované činnosti i její zasazení v čase. Místo úsečky se mohou použít obdélníky a do nich vpisovat další dodatečné informace (např. potřebné zdroje, počet lidí apod.). [1, str. 111]

V dnešní době s pomocí softwarových nástrojů se zmíněné nedostatky odstranily modifikací a vylepšením Ganttových diagramů. S pomocí zdokonalení lze mezi jednotlivými úkoly vytvářet všechny typy vazeb, porovnávat původní plán se skutečným a zobrazovat odchylky nebo přibyla možnost znázorňování kritické cesty. [2, str. 127], [3, str. 139] Jedním z takových softwarových nástrojů je MS Project znázorněný na následujícím obrázku.



Obrázek 4 Příklad MS Projectu [vlastní tvorba]

4.4 Síťová analýza

V projektovém řízení dnešní doby patří mezi nejznámější a nejvíce používaná tzv. síťová analýza. Jde o obecný název používaný pro souhrnné označení metod, které se využívají jako efektivní nástroj pro řízení komplexních procesů. [1, str. 103] [2, str. 128]

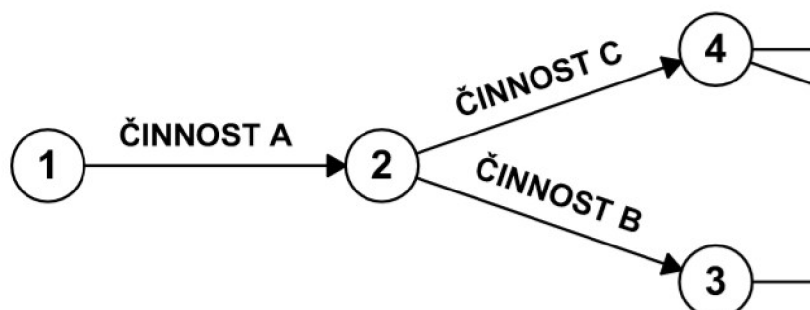
Tato analýza vznikla ve Spojených státech v padesátých letech minulého století během studené války s tehdejšími Sovětským svazem. Jejím účelem bylo urychlit výrobu a vývoj raket, v roce 1958 se tak podařilo díky jedné z metod síťové analýzy (PERT) zkrátit potřebný čas na vývoj rakety o celých 18 měsíců. [2, str. 128]

Mezi její využití, kromě určování časového průběhu projektu, také patří určení kritické, popř. subkritické cesty (nejkratší možná doba projektu, popř. cesty, která se časově velmi blíží k cestě kritické), dále umožňuje vytvářet návaznosti (vazby) mezi jednotlivými činnostmi, zjišťovat časové rezervy u činnostech, které neleží na kritické cestě a pracovat s nimi. Nepřímo také nabízí aplikaci dalších metod, jako rozložení finančních nákladů a jednotlivých potřebných zdrojů v průběhu projektu. [1, str. 103], [2, str. 135]

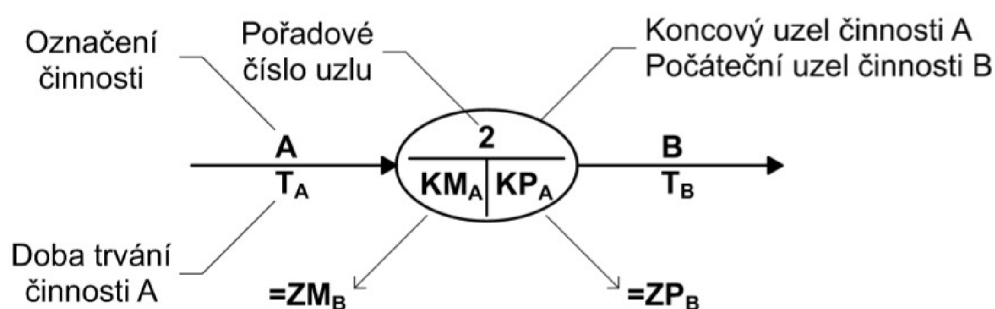
4.4.1 Síťový graf

Síťový graf (Network graph) je základní metodou pro grafické znázornění síťové analýzy. Tato technika umožňuje vytváření přehledné návaznosti činností, vychází z matematické teorie grafů. Základními prvky grafu jsou tzv. uzly (obdélníky nebo kruhy) a tzv. hrany (šipky, které spojují uzly). Podle způsobu zápisu jednotlivých činností se rozlišují dva základní typy. [1, str. 104], [3, str. 141]

Prvním typem je tzv. hranově orientovaný síťový graf. Činnosti se v tomto případě zapisují na pozici orientovaných hran. Jednotlivé činnosti jsou ohraničeny dvěma událostmi – uzly. Jde o starší techniku a není tak široce využívána oproti technice následující. [1, str. 104], [2, str. 128]

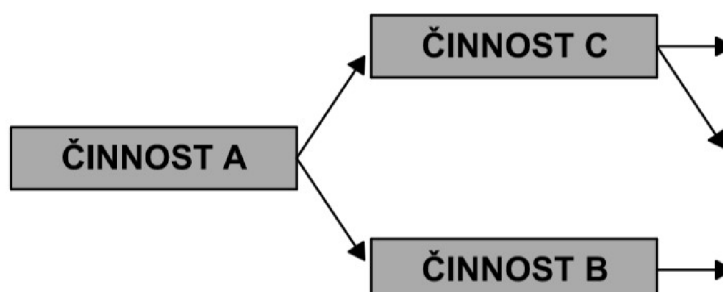


Obrázek 5 Činnosti v hranově orientovaném SG [zdroj [1], str. 104, vlastní tvorba]

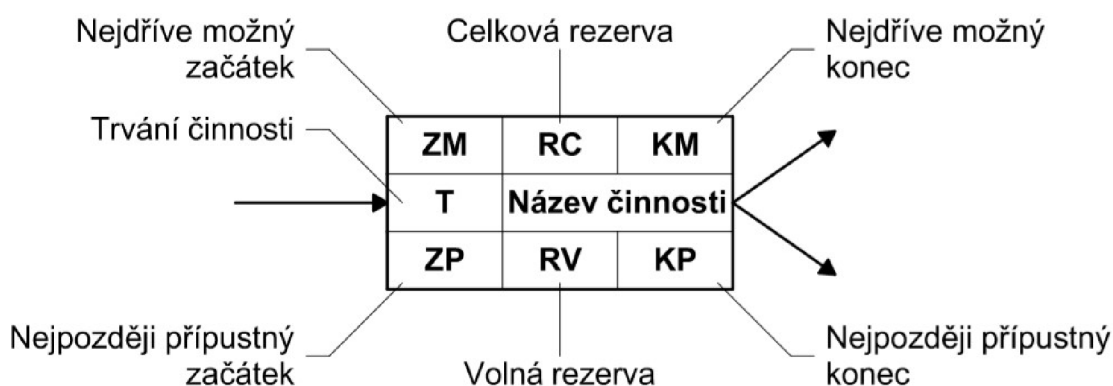


Obrázek 6 Zápis v hranově orientovaném SG [zdroj [1], str. 107, vlastní tvorba]

Druhým typem je tzv. uzlově orientovaný síťový graf. Činnosti se v tomto případě zapisují na pozici jednotlivých uzlů. V rámci uzlu se popíší sledované veličiny a orientované hrany slouží k určení návazností činností. [1, str. 104]



Obrázek 7 Činnosti v uzlově orientovaném SG [zdroj [1], str. 104, vlastní tvorba]



Obrázek 8 Zápis v uzlově orientovaném SG [zdroj [5], str. 185, vlastní tvorba]

Pro vysvětlení: nejdříve možný začátek a nejdříve možný konec udává čas, kdy lze činnost nejdříve začít a nejdříve dokončit. Druhou stranu intervalu tvoří nejpozději přípustný začátek a nejpozději přípustný konec, tyto dvě hodnoty udávají, kdy lze činnost nejpozději začít nebo dokončit. Celková rezerva říká, o kolik se může daná činnost opozdit, aniž by se to projevilo na celkové době trvání projektu. Oproti tomu volná rezerva značí, o kolik se může daná činnost pozdržet, aniž by se to projevilo na činnosti bezprostředně následující. [5, str. 184]

Při vytváření síťových grafů je nutné dodržovat základní pravidla:

- Grafu náleží jeden začátek a jeden konec
- Propojení všech činností logickými vazbami kvůli zachování souvislosti
- Nesmí vzniknout cyklus, tzn. činnosti postupují jedním směrem a nevracejí se
- Zachování konzistentní časové jednotky
- Dva uzly nesmí spojoval více jak jedna hrana
- Hrany musí být orientované
- U hranově orientovaných grafů se pro znázornění více aktivit mezi dvěma uzly používá fiktivních činností [1, str. 108], [2, str. 133-134]

4.4.2 Metoda kritické cesty

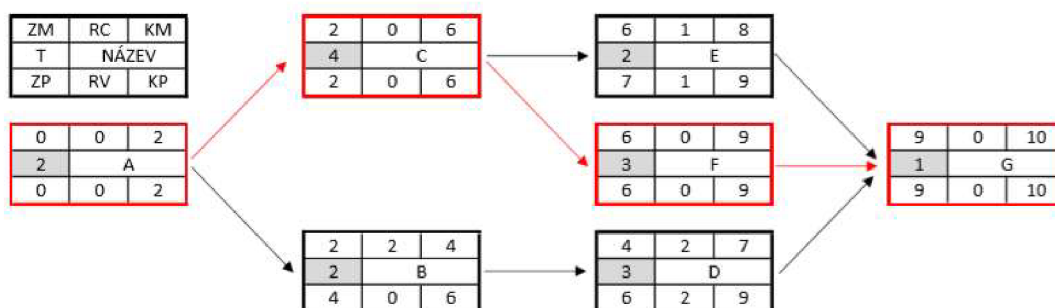
Metoda kritické cesty (Critical Path Method, CPM) vznikla v padesátých letech minulého století. Důvodem vyvinutí metody bylo předejít největším nevýhodám Ganttových diagramů. Mezi ty patří malá flexibilita a zároveň neúčinné řízení projektů v oblasti nákladů. [3, str. 140]

CPM využívá nejčastěji deterministické techniky určení času – jednobodové odhady. Pro grafické znázornění a určení kritické cesty se používá nejčastěji uzlově orientovaný síťový graf. [2, str. 129]

Cílem, jak název napovídá, je určení tzv. kritické cesty. Jedná se o sled sériově řazených činností, které nemají žádné časové rezervy. V případě nedodržení termínu některé z činností na kritické cestě se prodlouží celková doba projektu. Kritická cesta je tedy nejdelší cestou v síťovém grafu a zároveň vyjadřuje nejkratší dobu provádění projektu. [5, str. 184]

Postup výpočtu metody CPM pomocí uzlově orientovaného síťového grafu:

- 1) Prvním krokem je vytvoření seznamu všech dílčích činností, které jsou pro snazší orientaci označené tzv. identifikátory (např. písmena abecedy). Činnosti musí být časově ohodnoceny. [2, str. 135]
- 2) Dále je potřeba stanovit návaznosti jednotlivých činností (logické vazby). Zohlednit při tom všechny kritéria, která určují, které činnosti je nutné realizovat sériově a které lze provádět paralelně. [2, str. 136]
- 3) Výpočet se provádí ve dvou fázích. V první fázi se postupuje zleva doprava, vypočítávají se nejdříve možné začátky a konce. V druhé fázi se postupuje zprava doleva, počítají se nejpozději přípustné začátky a konce. [2, str. 136-137]
- 4) Určí se volné a celkové rezervy. Provede se kontrola: nikde v grafu se nesmí objevit záporné číslo. Zároveň platí, že celková rezerva uzlu musí být větší nebo rovno volné rezervě uzlu. [2, str. 137] A zkontrolují se zásady pro sestavení síťových grafů viz str. 24.
- 5) Označí se uzly, ve kterých je celková rezerva (tedy i volná rezerva) rovna nule. Kritická cesta je pak tvořena od počátečního ke koncovému bodu pouze z uzlů s nulovými rezervami. [2, str. 137]



Obrázek 9 Příklad kritické cesty v SG [zdroj [5], str. 185, vlastní tvorba]

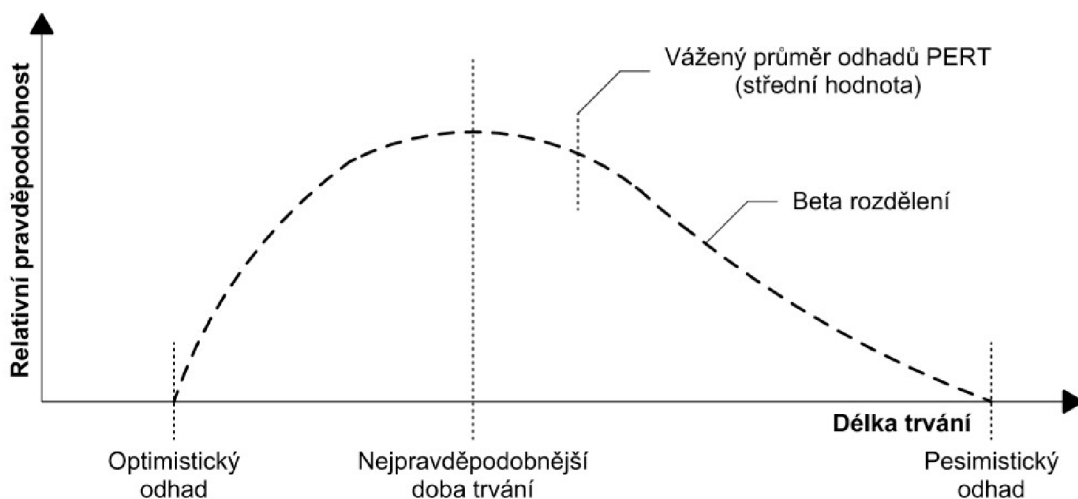
V dnešní době se s tato metoda samostatně moc nevyužívá. Používá se v kombinaci s Ganttovými diagramy do tzv. Ganttových grafů. Ty kombinují výhody obou metod. [5, str. 185]

4.4.3 Metoda PERT

Metoda PERT (Program Evaluation and Review Technique, PERT) se řadí mezi stochastické metody, resp. mezi třibodové odhady. Jedná se o nadstavbu původní zmíněné CPM. Využívá se v prostředí, kde nelze jednoznačně určit dobu trvání činnosti (např. výzkum). Vznikla v padesátých letech minulého století za účelem optimalizace programů pro vývoj amerických ponorek. [2, str. 112], [3, str. 140]

Hlavním rozdílem mezi CPM a PERT je tedy způsob časového ohodnocení činnosti. Na základě odhadů, které se získají některou metodou (viz strana 18), se získá soubor hodnot, které se dále vyhodnocují. Určí se tři číselné hodnoty:

- Nejpravděpodobnější doba trvání (modus, m)
- Optimistický odhad (nejkratší doba trvání, a)
- Pesimistický odhad (nejdelší doba trvání, b) [1, str. 109]



Obrázek 10 Princip výpočtu doby trvání činnosti [zdroj [5], str. 183, vlastní tvorba]

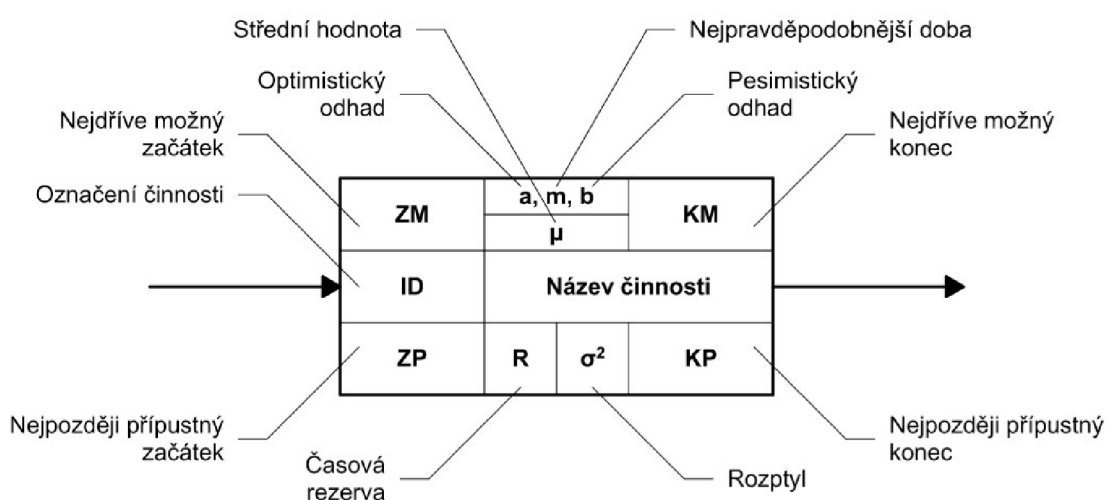
Obecně neplatí, že PERT je metodou třibodového odhadu. Metoda je založena na tzv. beta rozdělení pravděpodobnosti, kde délky trvání jsou náhodné veličiny, kterým náleží určitá pravděpodobnost. V podobě třibodového odhadu se s ní v projektovém řízení lze setkat nejčastěji. [2, str. 112]

Nejpoužívanějším řešením vyhodnocení takto ohodnocených činností metodou třibodového odhadu je převést stochastický model na deterministický, aby bylo možné délky trvání sčítat. To se provede převedením prvotních odhadů na nové charakteristiky, těmi jsou střední hodnota a rozptyl, popř. směrodatná odchylka. [1, str. 109]

- Směrodatná odchylka: $\sigma = (b - a) / 6$
- Rozptyl: $\sigma^2 = (b - a)^2 / 36$
- Střední hodnota: $\mu = (a + 4m + b) / 6$ [1, str. 109]

Střední hodnota udává dobu trvání činnosti, kterou lze očekávat. Směrodatná odchylka pak míru možného odchýlení, a to na obě strany. Zápis činnosti, popř. celé kritické cesty se pak znázorňuje $T = \mu \pm \sigma$. Předpokládaná doba provedení je tak dána časovým intervalem. [1, str. 110], [2, str. 112]

Postup výpočtu kritické cesty se pak nijak neliší od CPM, pouze se provede jinak uspořádaný zápis v jednotlivých uzlech. [1, str. 110]



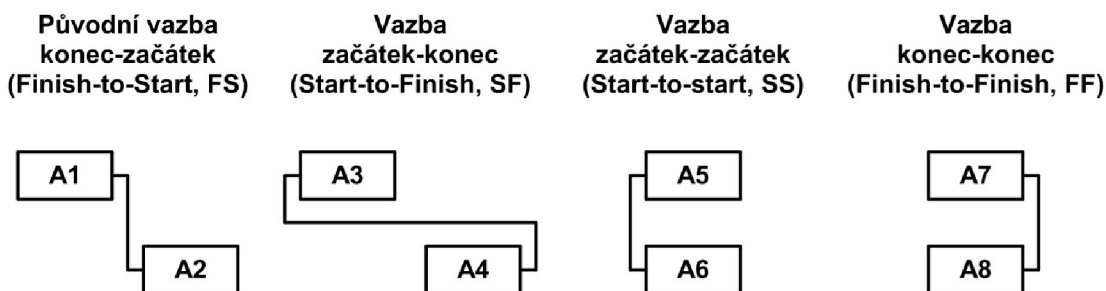
Obrázek 11 Zápis v uzlu metody PERT [zdroj [1], str. 110, vlastní tvorba]

Metoda představuje efektivní nástroj pro řízení projektů, ale s tím přicházejí i nevýhody, mezi které patří právě komplexní ucelení informací. To může nezaškoleným subjektům připadat nepřehledné a chaotické. K tomu se váže otázka vhodnosti využití této metody, je určena spíše pro projekty většího rozsahu. Pro ty menší se využívá zjednodušených metod odvozených od PERT. [3, str. 140]

4.4.4 PDM diagramy

Tyto diagramy tu už v podstatě byly popsány. PDM diagramy (Precedence Diagram Method, PDM) je jen jiný název pro uzlově orientovaný síťový graf. Síťové grafy, CPM, PERT, všechny tyto nástroje projektového řízení vznikly v padesátých letech. Pro znázornění logických návazností činností se využívalo základní varianty vazeb, a to konec-začátek (angl. Finish-to-Start). [3, str. 141]

Při vytváření komplexních struktur diagramů tato jedna vazba nestačila, a tak došlo v šedesátých letech ke zdokonalení, které mělo vylepšit optimalizaci a údržbu diagramů při změnách, které v průběhu mohou nastat. Na Stanfordově univerzitě tak vyvinuli novou variantu PERT-CPM diagramů pod názvem PDM diagramy, které umožňují pracovat s dalšími třemi typy vazeb viz obrázek 12. [3, str. 141]



Obrázek 12 Typy vazeb v PDM diagramu [zdroj [3], str. 141, vlastní tvorba]

Zároveň došlo k rozšíření o možnost překryvů a prodlev činností, např. činnost A začne stejně jako činnost B, ale posunuta o 2 týdny. [3, str. 141]

5 Praktická část – aplikace plánování projektu

Praktická část bakalářské práce se zabývá zakázkou, kterou zadalo město Chotěboř do výběrového řízení. Soutěž vyhrála firma Chládek a Tintěra Havlíčkův Brod, a.s. Zavázala se tím zhotovit autobusový terminál před budovou Českých drah v Chotěboři. Smlouva o dílo zahrnuje demolici současných objektů na pozemku, výstavbu plochy autobusového terminálu a příjezdovou cestu navazující k terminálu, sadové úpravy na území a vedení inženýrských sítí a kabelů. Smlouva také zahrnuje úpravu interiéru budovy Českých drah.

Tato zakázka byla zajímavá z hlediska organizace, protože v jednu chvíli se na území výstavby vyskytovaly tři různé stavební zakázky, a tedy tři smlouvy o dílo: první zmíněná, druhá zahrnovala vnější úpravy hlavní budovy Českých drah a třetí vlakové nástupiště a plochu přiléhající kolejím. V této bakalářské práci zpracuji časové plánování prací pouze zhotovené firmou Chládek a Tintěra Havlíčkův Brod, a.s. na podnět města Chotěboř.

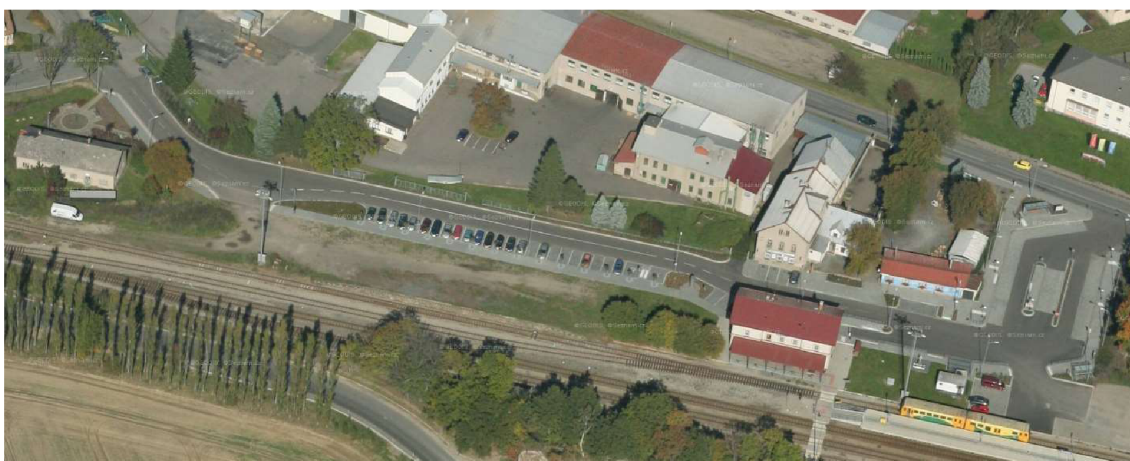
Zakázka již v minulosti byla zrealizovaná. Pro účely bakalářské práce výstavba byla posunuta po časové ose. Rozsah a způsob realizace byly zachovány z původní výstavby, stejně tak ocenění jednotlivých stavebních objektů.

5.1 Informace o stavbě

Název stavby:	Autobusový terminál před budovou ČD Chotěboř
Místo stavby:	na pozemcích k.ú. Chotěboř (652831)
Město:	Chotěboř
Kraj:	Vysočina
Charakter stavby:	Rekonstrukce
Objednatel:	město Chotěboř
Zhotovitel:	Chládek a Tintěra Havlíčkův Brod, a.s.



Obrázek 13 Původní stav – před rekonstrukcí [9]



Obrázek 14 Současný stav – po rekonstrukci [10]

5.2 Účel stavby

Hlavním záměrem bylo vytvoření ploch pro veřejnou linkovou autobusovou dopravu. K tomu náleží zpevnění a rekonstrukce ploch přiléhajících, vytvoření parkovacích míst pro osobní i nákladní vozidla, úprava a vytvoření vegetace na území. Dále rekonstrukce interiéru hlavní budovy ČD, před kterou se autobusové nádraží nachází. Čekárna slouží pro cestující jak autobusové, tak i vlakové dopravy. [12]

Důvodem této rekonstrukce byl plynulejší proces dopravy touto ulicí, vytvoření nových ploch pro autobusovou dopravu a zajištění dopravy typu P+R (Park and Ride, tj. zaparkovat motorové vozidlo a pokračovat veřejnou dopravou), včetně vybudování stání pro imobilní osoby, která se na území nenacházela. [12]

5.3 Charakteristika území

Plánované práce probíhaly na komunikaci III/34529 – ulice 5. května, která vychází z křižovatky s ulicí Sokolohradská a Herrmannova – silnice II/345. Ulice 5. května dále pokračuje odbočkou vpravo do ulice Partyzánská, rovněž přechází na místní obslužnou komunikaci, která už přímo vede k hlavní budově ČD. [12]

5.4 Členění stavby na stavební objekty

- SO 01 Komunikace a zpevněné plochy
 - SO 01A Prostor autobusového terminálu
 - SO 01B Parkovací plochy pro OA
 - SO 01C Komunikace
 - SO 01D Parkovací plochy pro NA
 - SO 01E Komunikace pro pěší
 - SO 01F Osazení mobiliáře

- SO 02 Dešťová kanalizace
- SO 03 Přeložka vodovodu
- SO 04 Splašková kanalizace
- SO 05 Veřejné osvětlení
- SO 06 Sadové úpravy
- SO 07 Přeložka kabelů MTS
- SO 08 Demolice objektů ČD
- SO 09 Čekárna, infocentrum a toalety pro cestující v budově ČD

5.4.1 SO 01 Komunikace

Stavba byla rozdělena na úsek „A“ a úsek „B“. Úsek „A“ o délce 78,67 m spojuje ulici Sokolohradská a zpevněnou plochu před hlavní budovou ČD. Na tomto úseku byl vystavěn autobusový terminál. Jeho povrchovou úpravu tvoří asfaltobeton ABS (ACO 11). V prostoru se nachází 6 podélných stání pro linkové autobusy délky 14,50 m a šíře 3,50 m. Povrch těchto stání tvoří štípané žulové kostky. Dále se zde nacházejí dva zastávkové přístřešky pro cestující a jeden přístřešek pro kola. Ze žulových kostek jsou tvořeny i parkovací stání pro nákladní automobily, které se nacházejí vedle autobusového terminálu v blízkosti hlavní budovy ČD. [12]

Úsek „B“ o délce 233,32 m pak probíhá přes celou délku místní komunikace ulice 5. května. V obou úsecích bylo provedeno nové účelové rozdělení ploch. V ulici 5. května se navrhla obousměrná dvoupruhová komunikace se šíří jízdního pruhu 3,50 m v příjezdové části a šíří 3,25 m před budovou ČD, kde je postaveno zvlášť jedno zastávkové místo pro MHD. Před nákladištěm ČD a.s. bylo navrženo parkoviště, jedná se o kolmá parkovací stání pro osobní automobily v počtu 26 míst (z toho 2 stání pro imobilní osoby). Stejně 4 parkovací stání byly navrženy před budovou restaurace a další 2 na druhé straně komunikace. Povrch parkovacích stání tvoří dlažební žulové kostky.

V areálu se nachází 1 166 m² komunikací pro pěši podél komunikace a autobusového terminálu. [12]

Pro příjezd autobusů ke stanovištím byly navrženy jednopruhové jednosměrné komunikace šíře 3,50 m. Napojení prostoru autobusového terminálu na komunikaci II. třídy je zajištěno obousměrnou komunikací se šíří jízdního pruhu 5,0 m – jedná se o přemístění výjezdu z předtím nevyhovujícího výjezdu u železničního přejezdu. [12]

5.4.2 SO 02 Dešťová kanalizace

Pro odvodnění komunikace byla navržena povrchová (dešťová) kanalizace DN 500 mm, DN 400 mm, DN 300 mm a DN 250 mm, celkové délky 336 m. Dešťové vody odtékají do této kanalizace pomocí uličních vpustí a odvodňovacích žlábků s přípojkami DN 200 mm (v celkové délce 120 m). Celkem se na území nachází 16 ks uličních vpustí a 2 ks odvodňovacích žlábků. Nově vybudovaná kanalizace je napojena na stávající kanalizaci DN 500, která je zaústěna do Eckhardtova průtočného rybníku, z toho důvodu bylo nutné pro případ havárie umístit odlučovač ropných látek. [12]

5.4.3 SO 03 Přeložka vodovodu

Byla navržena přeložka (výměna) stávajícího vodovodu před nádražní budovou ČD, DN 50 mm délky 104 m a přepojení dvou vodovodních přípojek pro budovu ČD a pro půjčovnu náradí Lébl, celkové délky 10 m. Výměna byla vyvolána z důvodu zrušení stávající vodoměrné šachty před hlavní budovou ČD a již nevhodného stávajícího ocelového vodovodu. [12]

5.4.4 SO 04 Splašková kanalizace

Splašková kanalizace odvádí splaškové odpadní vody z hlavní budovy ČD do stávající veřejné jednotné kanalizace DN 300 mm v ulici Sokolohradská. Kvůli požadavkům investora (finanční důvody) zde byla navržena kombinace gravitační splaškové kanalizace a kanalizačního výtlaku splašků od šachty. [12]

Navržená gravitační přípojka je dlouhá 8 m, DN 150 mm, vede od nádražní budovy do navržené čerpací šachty. Odtud pak je splašková voda přečerpána výtlakem skrz potrubí DN 50 mm, délky 115 m, do stávající jednotné kanalizace DN 300 mm v ulici Sokolohradská. [12]

5.4.5 SO 05 Veřejné osvětlení

Všechny původní lampy veřejného osvětlení byly odstraněny. Důvodem bylo napájení vrchním vedením – v závislosti na novém přerozdělení ploch a změnách využívání některých ploch jej nebylo možné nadále používat. Nové lampy jsou situovány tak, aby dostatečně osvětlily celý prostor křižovatek, přilehlé komunikace, chodníky i parkovací stání. [12]

Nové budované veřejné osvětlení je napojené na nový rozvaděč umístěný na p. č. 4700/31 za budovou garáže na p. č. 1027/2. Rozvaděč je napojen silovým kabelem vedeným od stávajícího rozvaděče v objektu restaurace na p. č. 1026/1. Kabel i lampy veřejného osvětlení jsou situovány do postranního dělicího prostoru (dodržení bezpečnostního odstupu od obrub navrhované komunikace). Celkově se jednalo o demontáž 7 ks stožárů s vrchním vedením a vybudování 21 nových. [12]

5.4.6 SO 06 Sadové úpravy

Původní zeleň byla neudržovaná. Celkem se na území nacházelo 14 stromů, 12 z nich se navrhlo k asanaci. Stromy jsou situovány především podél parkovací plochy. Bylo zapotřebí vytvořit kvalitní podloží a vrstvení materiálu pro dobré uložení balu rostlin. V odpočinkové ploše se navrhly 3 ks okrasných třešní, dále 4 ks borovice a 1 ks habru. Keře jsou zastoupeny vždy jako celoplošná výsadba jednoho druhu. Především jsou to tavolníky. Celkově se jedná o 22 ks stromů, 1919 ks keřů, 579 m² travnaté plochy. [12]

5.4.7 SO 07 Přeložka kabelů MTS

Přerozdělení využívání ploch způsobilo nutnost přeložit síť metalického kabelu MTS ve správě Telefónica O2 z důvodu nevhodného umístění. V původním stavu se kabely nacházely podél celé délky oplocení areálu OSEVA UNI pod chodníkem, který se zrušil. V novém uspořádání zpevněných ploch by se vedení kabelů nacházelo pod obrubníky lemující komunikaci. Nově navržené vedení kabelů je situováno pod komunikaci pro pěší s rozebíratelným povrchem ze žulové mozaiky a silový kabel NN ve správě ČEZ a.s. do plochy parkovacích stání s rozebíratelným povrchem ze žulových kostek. [12]

5.4.8 SO 08 Demolice objektů ČD

Objekt se nacházel na pozemku mezi železničním nádražím a Sokolohradskou ulicí. Budova byla napojena na veřejný vodovod a elektrické rozvody. Přibližné rozměry objektu byly 31,5 × 5,5 m + 5 × 7,4 m. Jednalo se o nepodsklepený jednopodlažní objekt s nízkou sedlovou střechou. Svislé nosné konstrukce byly tvořeny z plných cihel. Objekt nebyl zateplen ani odizolován proti zemní vlhkosti. Střešní krytina nad převládající plochy střechy obsahovala azbest (asi 110 m² krytiny). Jiné nebezpečné materiály nebyly zjištěny. [12]

5.4.9 SO 09 Čekárna, infocentrum a toalety pro cestující v budově ČD

Vnitřní rekonstrukce hlavní budovy ČD se navrhla za účelem vytvoření sociálního zázemí pro cestující. Toto zázemí je určeno pro cestující vlakovou, městskou a příměstskou dopravou. Rekonstrukce nezměnila urbanistické ani architektonické funkce budovy, jednalo se především o splnění standardních požadavků služeb v těchto zařízeních – bezbariérový přístup a veřejné WC i pro handicapované cestující. Zároveň se změně podrobila i hala pro odbavení a čekárna. [12]

Jedná se o dvoupodlažní budovu s částečným podsklepením. V prvním podlaží se nachází kanceláře ČD a potřebné zázemí na zhruba 2/5 plochy. Zbývající 3/5 tvoří zrekonstruovaná část budovy. Ve druhém patře se nacházejí dva byty a ve sklepě kotelná, tyto prostory nejsou veřejně dostupné. [12]

5.5 Provádění stavebních prací

Vzhledem k charakteru zakázky a jejího umístění bylo potřeba zachovat průjezdnost staveništěm. Z toho důvodu byla zakázka rozdělena do dvou etap, které znázorňuje následující tabulka.

Tabulka 4 Rozdělení výstavby [vlastní tvorba]

I. etapa		II. etapa
SO 01	bourací a přípravné práce, prostor AT,	zbylá stání pro OA, stání pro NA,
	4 parkovací stání OA, polovina obslužné	zbylá část obslužné komunikace,
	komunikace + přilehlá pěší,	zbylá část komunikace pro pěší
	betonový základ pro mobiliáře	dokončovací práce
SO 02	celá výstavba	
SO 03	celá výstavba	
SO 04	celá výstavba	
SO 05	celá výstavba kromě osazení lamp	osazení lamp
SO 06		celá výstavba
SO 07	celá výstavba	
SO 08	celá výstavba	
SO 09		celá výstavba

5.6 Strukturní plán

Pro časové a nákladové ohodnocení je potřeba projekt strukturovat. K tomu bylo využito rozkladu pomocí WBS (Work Breakdown Structure, WBS). WBS neboli hierarchická struktura rozdělení prací je obecně nástrojem a zároveň předpokladem pro plánování projektů. Principem je dekompozice cíle (projektu) na menší, lépe zvládnutelné části. Přitom WBS se zaměřuje na výstupy, tedy CO má být provedeno. [5, str. 153]

Grafické zobrazení metody WBS se vytváří v podobě obráceného stromu. Nahoře, v první úrovni, je název projektu, který má být realizován. V druhé úrovni se nacházejí produkty – výstupy projektu, kterých má být dosaženo. Následující další úrovně se vytváří podle potřeby a charakteru projektu – tvoří je tzv. podprodukty. Poslední úrovně jsou pracovní balíky, ty představují to, co se bude doopravdy realizovat. [2, str. 107]

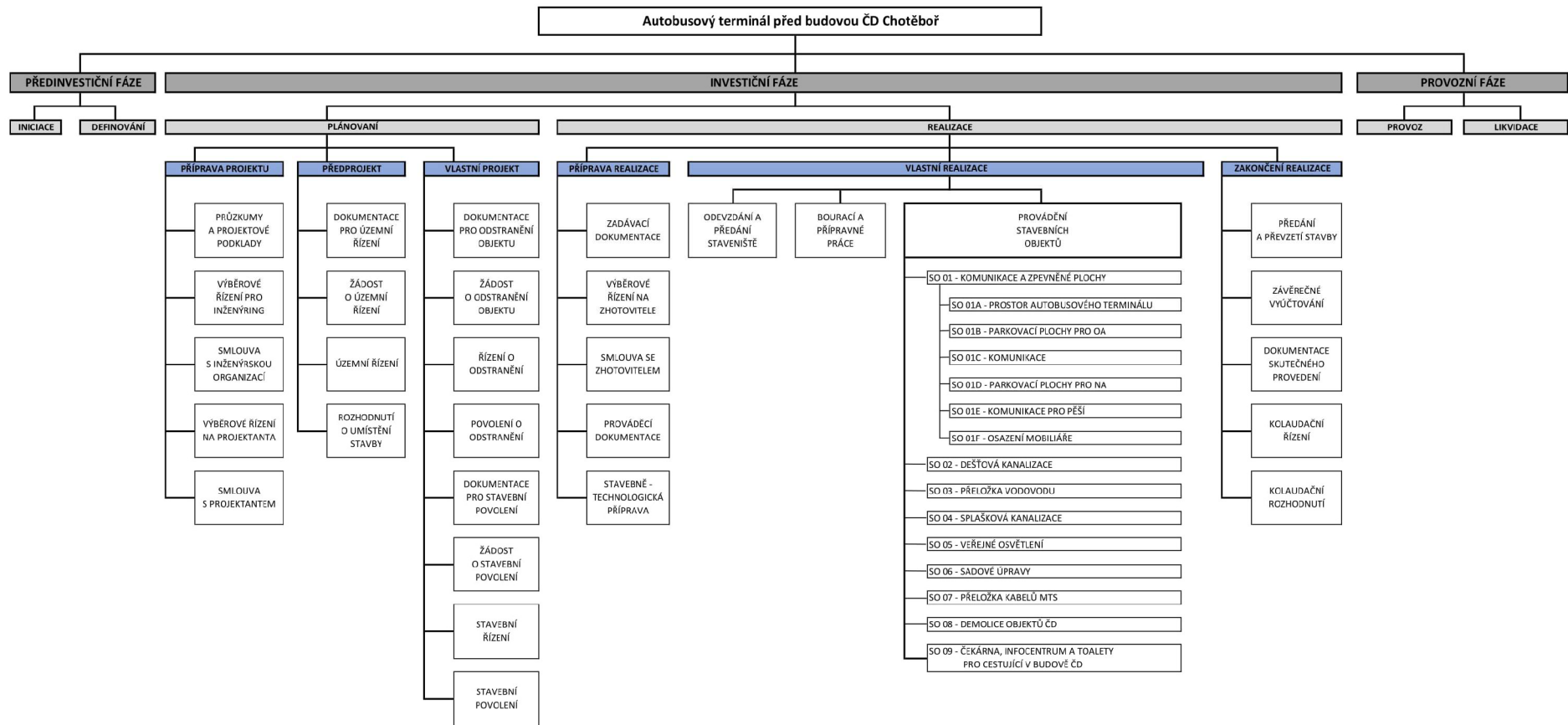
Postupoval jsem standardním způsobem TOP-DOWN, to znamená postup shora dolů. Cílem projektu je stavba autobusového terminálu před budovou ČD. Další úroveň je trochu netradiční, rozčlenil jsem projekt dle fází na předinvestiční, investiční a provozní, aby byla dodržena struktura, která je popsána v teoretické části. Produkty se nacházejí až v další úrovni a to: iniciace, definování, plánování, realizace, provoz a likvidace. Tato bakalářská práce se zaměřuje na oblast investiční.

V další úrovni se vyskytují podprodukty, které jsou označeny modře. V poslední úrovni se vyskytují pracovní balíky, kromě provádění stavebních objektů. Zde pracovní balíky tvoří až jednotlivé stavební objekty. Strukturní plán je zpracován na obrázku 15.

5.7 Stanovení celkových nákladů

V celém životním cyklu projektu je důležitým aspektem cena. Cena je alfou a omegou všeho, zajímá se o ní investor, uživatel i zhotovitel. Proto je potřeba v každé fázi projektu cenu odhadovat. Existují tři typy odhadů nákladů: hrubý, přibližný a definitivní odhad. [3, str. 163-164]

V předinvestiční fázi, kdy je projekt na samém začátku, se provádí hrubý odhad na základě analogie nebo parametrických odhadů. Tzn. při odhadech lze vycházet z již realizovaných staveb anebo se náklady stanoví pomocí parametrů. Ve stavebnictví může být takovým parametrem 1 m^3 obestavěného prostoru objektu. Ten se na základě statistik ocení v závislosti na typu konstrukce a druhu využití objektu. Jedná se o odhad shora, jeho výhodou je malá pracnost, avšak nepřesnost může být až 75 %. [3, str. 163], [5, str. 204]



Obrázek 15 Strukturní plán [vlastní tvorba]

U přibližného odhadu se uvádí přesnost do 25 %. Jeho princip je založen na stejné metodologii jako odhad předchozí s tím rozdílem, že projekt již je rozpracován na více úrovních rozpisu prací. [3, str. 163] To v případě této bakalářské práce představuje WBS. Postup takového odhadu zahrnuje několik kroků. V první řadě se objekt rozčlení na jednotlivé stavební objekty. K těm se poté přiřadí číselné označení podle JKSO, jedná se o sedmičíselné zatřídění. Na prvních třech pozicích se nachází obor stavebních objektů. Čtvrtá a pátá pozice upřesňuje zatřídění v daném oboru. Na šesté pozici se nachází konstrukčně materiálová charakteristika. Poslední sedmá pozice zahrnuje druh stavební práce. Dalším krokem je zjištění měrných jednotek z projektové dokumentace ke každému stavebnímu objektu. A nakonec se použije rozpočtových ukazatelů RUSO, ve kterém jsou ze statistických hodnot uvedené průměrné rozpočtové ceny na měrnou jednotku. Ve finále se vynásobí měrné jednotky objektu s daným ukazatelem a tím se získají základní rozpočtové náklady. [6] [7]

V tomto případě nelze tento postup použít, protože výstavba Autobusové terminálu před budovou ČD v Chotěboři zahrnuje rozsáhle rekonstrukční práce a demolice objektů. To ukazatele RUSO dělá neúčinné a odhady by byly zkreslené o bourací práce. V takovém případě je nasnadě použít analogických metod z projektů, které již byly vystavěny. Aby se do odhadů prokreslil trend bouracích prací na různých typech objektů.

Posledním typem odhadu je tzv. definitivní odhad. Ten se od dvou předchozích liší v postupu, který se provádí zdola nahoru. Jedná se o podrobné ohodnocení jednotlivých činností na nejdetailnější úrovni. Je nejpracnější a přesnost se udává s odchylkou do 10 %. [3, str. 164]

Pro účely bakalářské práce jsem pro stanovení základních rozpočtových nákladů stavebních objektů vycházel z takového definitivního odhadu. Z podkladů, které jsem měl k dispozici, jsem z vítězné nabídky na zhotovitele z rekapitulace převzal celkové náklady na provedení jednotlivých stavebních objektů.

Celkové náklady stavby tvoří pouze základní rozpočtové náklady (ZRN), ale také vedlejší rozpočtové náklady (VRN), které představují náklady na zařízení staveníště, náklady na dopravu a náklady vzniklé ztíženými podmínkami územních vlivů. VRN jsem stanovil procentuálním podílem ze ZRN a to 4 %. Další složkou jsou tzv. kompletační činnosti. Těmi se rozumí náklady vzniklé dodavateli, které nespádají do stavebních nebo montážních nákladů. Určují se procentem ze ZRN, v mém případě 2 %. Protože se stále jedná o nákladové odhady, je potřeba do celkové ceny zahrnout také rezervu, která pokryje případné vychýlení ceny. Stanovil jsem jí 10 % ze ZRN. [11]

Poslední složkou tvořící celkové náklady jsou tzv. náklady na projektovou a inženýrskou činnost. Tu jsem stanovil pomocí sazebníku UNIKA. Projekt jsem zatřídil do kategorie staveb inženýrských a vodních, následně určil pásmo složitosti – v mém případě pásmo složitosti II. a podle ZRN určil celkovou cenu na inženýrské a projektové práce dané absolutní částkou. Určení celkových nákladů je zobrazené v tabulce 5 a rozpis jednotlivých nákladů tvořící inženýrské a projektové činnosti v tabulce 6. [8]

Tabulka 5 Celkové náklady [vlastní tvorba]

Objekty	Název	JKSO	M. j.	Množství	Cena celkem [Kč]
SO 01	Komunikace a zpevněné plochy		m ²	4794	12 998 095
SO 01A	Prostor autobusového terminálu	822 54 61	m ²	890	1 649 429
SO 01B	Parkovací plochy pro OA	822 55 31	m ²	452	982 840
SO 01C	Komunikace	822 27 66	m ²	2157	5 866 160
	z toho bourací práce:				2 465 159
SO 01D	Parkovací plochy pro NA	822 55 31	m ²	130	320 808
SO 01E	Komunikace pro pěší	822 29 36	m ²	1166	2 218 290
	z toho bourací práce:				76 865
SO 01F	Osazení mobiliáře	815 99 91			1 960 568
SO 02	Dešťová kanalizace	827 29 16	m	456	2 952 800
	z toho bourací práce:				390 889
SO 03	Přeložka vodovodu	827 19 19	m	114	210 812
	z toho bourací práce:				29 353
SO 04	Splašková kanalizace	827 29 16	m	123	369 024
	z toho bourací práce:				58 274
SO 05	Veřejné osvětlení	828 75 12	ks	21	1 082 084
	z toho bourací práce:				42 328
SO 06	Sadové úpravy	823 27 11	m²	1487	306 150
SO 07	Přeložka kabelů MTS	828 82 19	m	472	293 030
SO 08	Demolice objektů ČD				834 244
SO 09	Čekárna rekonstrukce	812 51 12			3 001 662
Základní rozpočtové náklady (ZRN)					22 047 901 Kč
Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)		4 % ze ZRN			881 916 Kč
Kompletační činnosti		2 % ze ZRN			440 958 Kč
Rezerva		10 % ze ZRN			2 204 790 Kč
Projektové práce		65 % z 985 000 Kč			640 250 Kč
Inženýrské práce		35 % z 985 000 Kč			344 750 Kč
Celkové náklady					26 560 565 Kč

Tabulka 6 Náklady inženýrské a projekční činnosti [vlastní tvorba]

	Projektová činnost		Inženýrská činnost	
PLÁNOVÁNÍ				
Zabezpečení vstupních podkladů	1,0 %	9 850 Kč	2,0 %	19 700 Kč
Průzkumy a projektové podklady	1,0 %	9 850 Kč	0,0 %	0 Kč
Výběrové řízení pro inženýring	0,0 %	0 Kč	0,5 %	4 925 Kč
Smlouva s inženýrskou organizací	0,0 %	0 Kč	0,5 %	4 925 Kč
Výběrové řízení na projektanta	0,0 %	0 Kč	0,5 %	4 925 Kč
Smlouva s projektantem	0,0 %	0 Kč	0,5 %	4 925 Kč
Zabezpečení projektové přípravy pro územní řízení	12,0 %	118 200 Kč	4,0 %	39 400 Kč
Dokumentace pro územní řízení	12,0 %	118 200 Kč	0,0 %	0 Kč
Žádost o územní řízení	0,0 %	0 Kč	1,5 %	14 775 Kč
Územní řízení	0,0 %	0 Kč	1,5 %	14 775 Kč
Rozhodnutí o umístění stavby	0,0 %	0 Kč	1,0 %	9 850 Kč
Zabezpečení projektové přípravy pro stavební povolení	23,0 %	226 550 Kč	2,0 %	19 700 Kč
Dokumentace pro odstranění objektu	5,0 %	49 250 Kč	0,0 %	0 Kč
Žádost o odstranění objektu	0,0 %	0 Kč	0,3 %	2 955 Kč
Řízení o odstranění	0,0 %	0 Kč	0,4 %	3 940 Kč
Povolení o odstranění	0,0 %	0 Kč	0,3 %	2 955 Kč
Dokumentace pro stavební povolení	18,0 %	177 300 Kč	0,0 %	0 Kč
Žádost o stavební povolení	0,0 %	0 Kč	0,3 %	2 955 Kč
Stavební řízení	0,0 %	0 Kč	0,4 %	3 940 Kč
Stavební povolení	0,0 %	0 Kč	0,3 %	2 955 Kč
REALIZACE				
Zabezpečení smluvních vztahů pro provádění stavby	0,0 %	0 Kč	5,0 %	49 250 Kč
Zadávací dokumentace	0,0 %	0 Kč	2,0 %	19 700 Kč
Výběrové řízení na zhotovitele	0,0 %	0 Kč	2,0 %	19 700 Kč
Smlouva se zhotovitelem	0,0 %	0 Kč	1,0 %	9 850 Kč
Dopracování projektu pro provádění stavby	24,0 %	236 400 Kč	2,0 %	19 700 Kč
Prováděcí dokumentace	12,0 %	118 200 Kč	1,5 %	14 775 Kč
Stavebně-technologická příprava	12,0 %	118 200 Kč	0,5 %	4 925 Kč
Práce spojené s prováděním stavby	5,0 %	49 250 Kč	17,0 %	167 450 Kč
Odevzdání a předání staveniště	0,0 %	0 Kč	8,5 %	83 725 Kč
Předání a převzetí stavby	0,0 %	0 Kč	8,5 %	83 725 Kč
Dokumentace skutečného provedení	5,0 %	49 250 Kč	0,0 %	0 Kč
Práce pro dokončení stavby	0,0 %	0 Kč	3,0 %	29 550 Kč
Závěrečné vyúčtování	0,0 %	0 Kč	0,8 %	7 880 Kč
Kolaudační řízení	0,0 %	0 Kč	1,1 %	10 835 Kč
Kolaudační rozhodnutí	0,0 %	0 Kč	1,1 %	10 835 Kč
CELKEM:	65,0 %	640 250 Kč	35,0 %	344 750 Kč

5.8 Metody časového plánování

Výstupem bakalářské práce je aplikace metod časového plánování na konkrétním případě. Metody, které jsou popsány v teoretické části, aplikuji na výstavbu autobusového terminálu před budovou ČD v Chotěboři. Jedná se jmenovitě o metody:

- Milníkový plán
- Ganttův diagram
- Síťový graf uzlově orientovaný
- Plánování pomocí MS Project

5.8.1 Milníkový plán

Praktický příklad milníkového plánu jsem vytvořil na úrovni podproduktů etap plánování a realizace z WBS. V tabulce 7 se nacházejí jednotlivé části etap a k nim přiřazená data, kdy má být soubor činností zahájen.

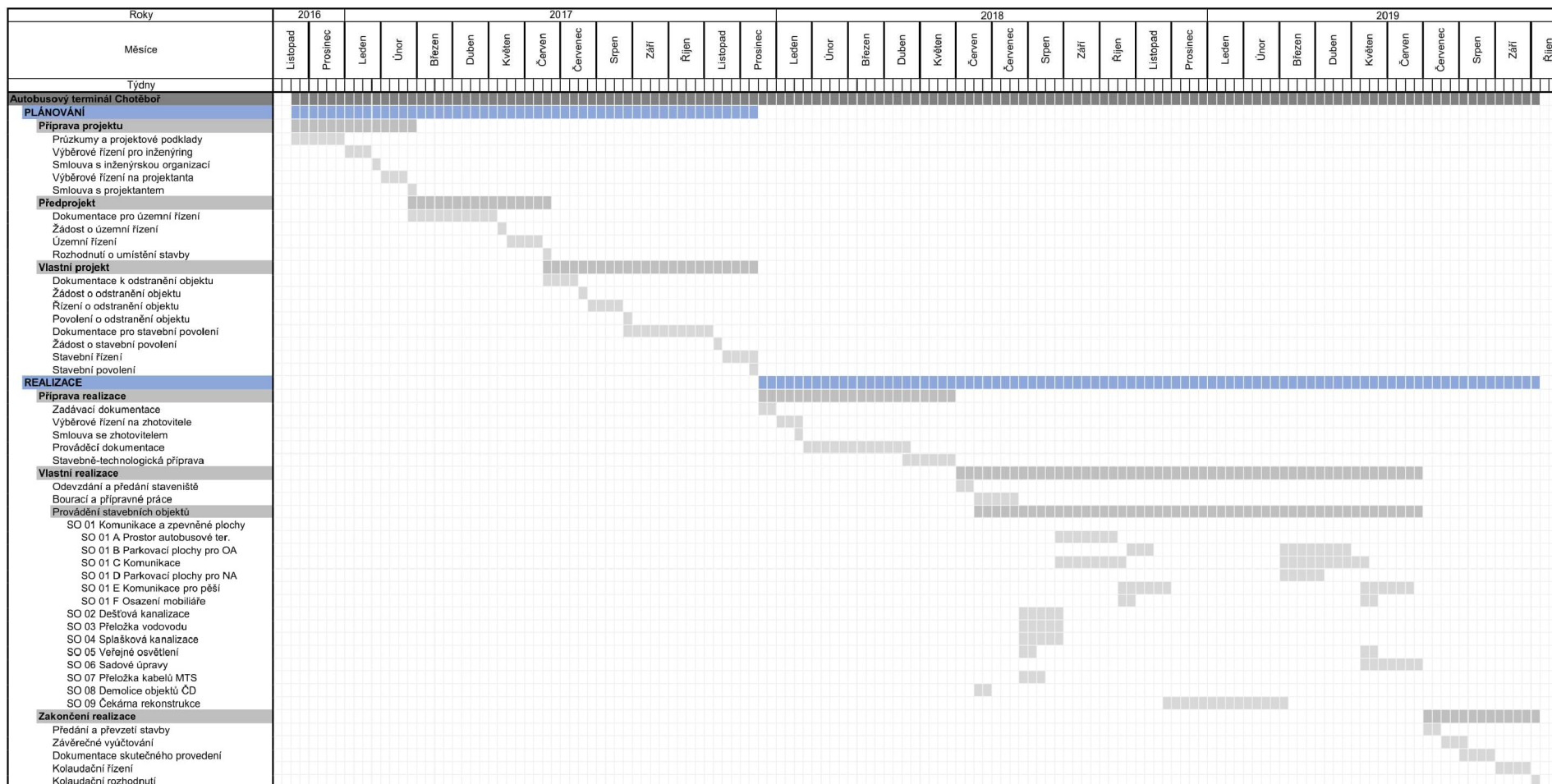
Tabulka 7 Plán milníků [vlastní tvorba]

MILNÍK	DATUM
Příprava projektu	21.11.2016
Předprojekt	27.02.2017
Vlastní projekt	19.06.2017
Příprava realizace	18.12.2017
Vlastní realizace	04.06.2018
Zakončení realizace	01.07.2019

5.8.2 Ganttův diagram

Pro časové plánování pomocí Ganttova diagramu jsem použil jeho základní podobu. V levé části diagramu jsou vypsány jednotlivé činnosti vycházející z WBS. Pro časové znázornění jsem použil jako základní časovou jednotku týden. Ve zbylé ploše jsou k jednotlivým úkonům přiřazeny délky trvání v podobě barevných obdélníků. Balíky prací jsou znázorněny světle šedou barvou. Tmavě šedá barva znázorňuje etapy a modrá barva fáze.

Na následujícím obrázku je zobrazen praktický příklad pro výstavbu Autobusového terminálu před budovou ČD Chotěboř, který jsem vytvořil pomocí softwaru od Microsoftu Excel.



Obrázek 16 Ganttův diagram [vlastní tvorba]

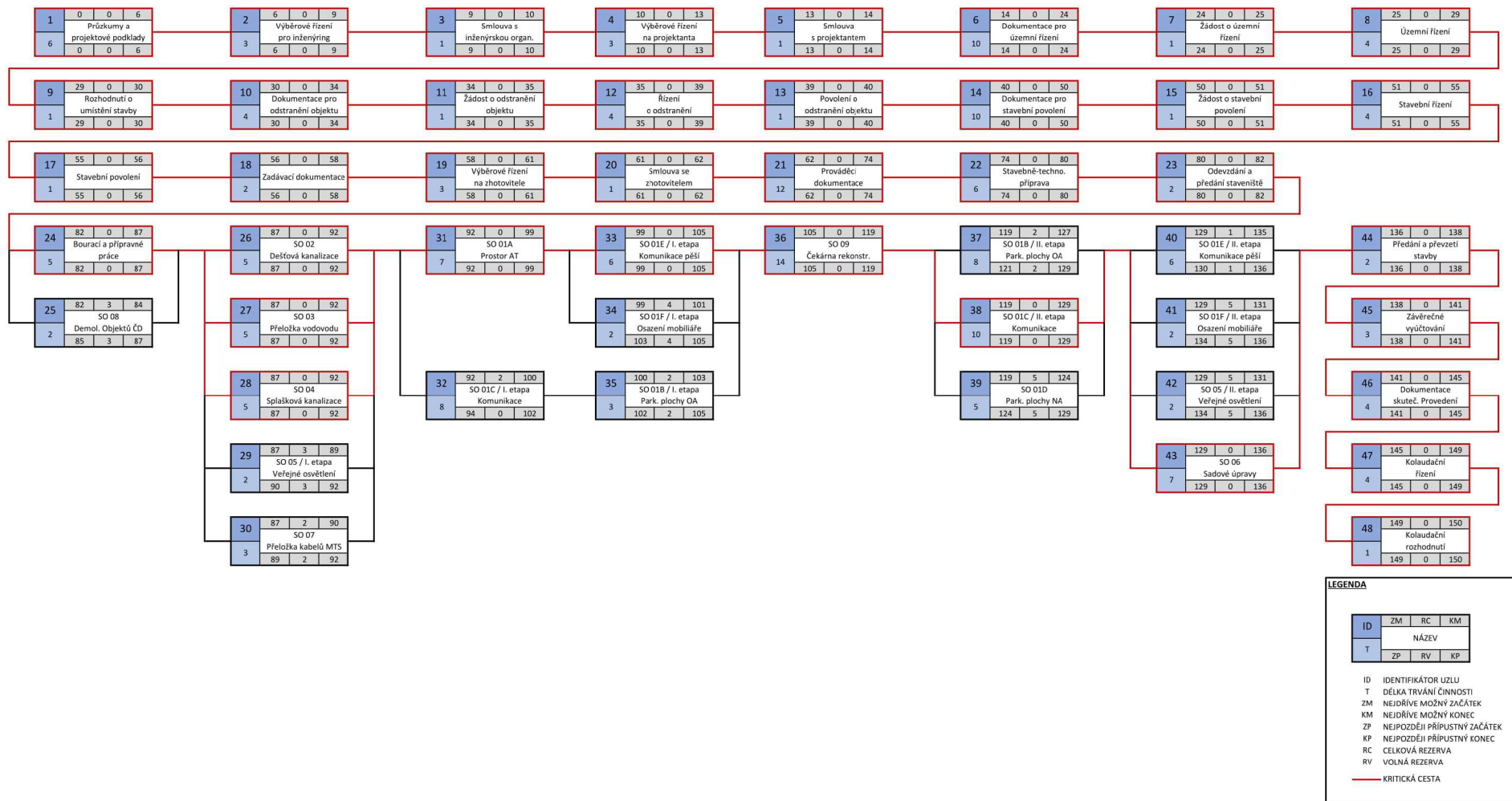
5.8.3 Síťový graf

Pro znázornění metody síťového grafu jsem použil jeho uzlově orientovanou podobu. Jednotlivé činnosti v grafu představují balíky prací, které jsou uvedeny ve strukturním plánu. Nejprve jsem si vypsal činnosti a následně je časově ohodnotil.

Při průchodu zleva doprava se vždy počítá nejdříve možný začátek ZM a k tomu se přičte délka trvání činnosti. Tím se dostane nejdříve možný konec KM. KM se poté přepíše k následující činnosti jako ZM, pokud do uzlu směřuje více hran, pak se jako ZM bere ta největší hodnota KM z činností předchozích.

Průchod zprava doleva se provádí na obráceném principu. Od nejpozději přípustného konce KP se odečte délka činnosti. Tím se získá nejpozději přípustný začátek ZP. ZP se poté přenesou po obráceném smyslu hrany k činnosti předcházející na pozici KP. Pokud do činnosti vede více hodnot ZP, pak se na pozici KP bere ta nejmenší hodnota ze ZP. Poslední krok je určit celkovou rezervu RC a volnou rezervu RV. RC vznikne rozdílem KP a KM. RV se stanoví rozdílem ZM a KM činnosti předchozí. Kritická cesta je tvořena z uzlů, u kterých je celková rezerva rovna nule.

Pro vytvoření síťového grafu jsem použil softwaru Excel od Microsoftu.



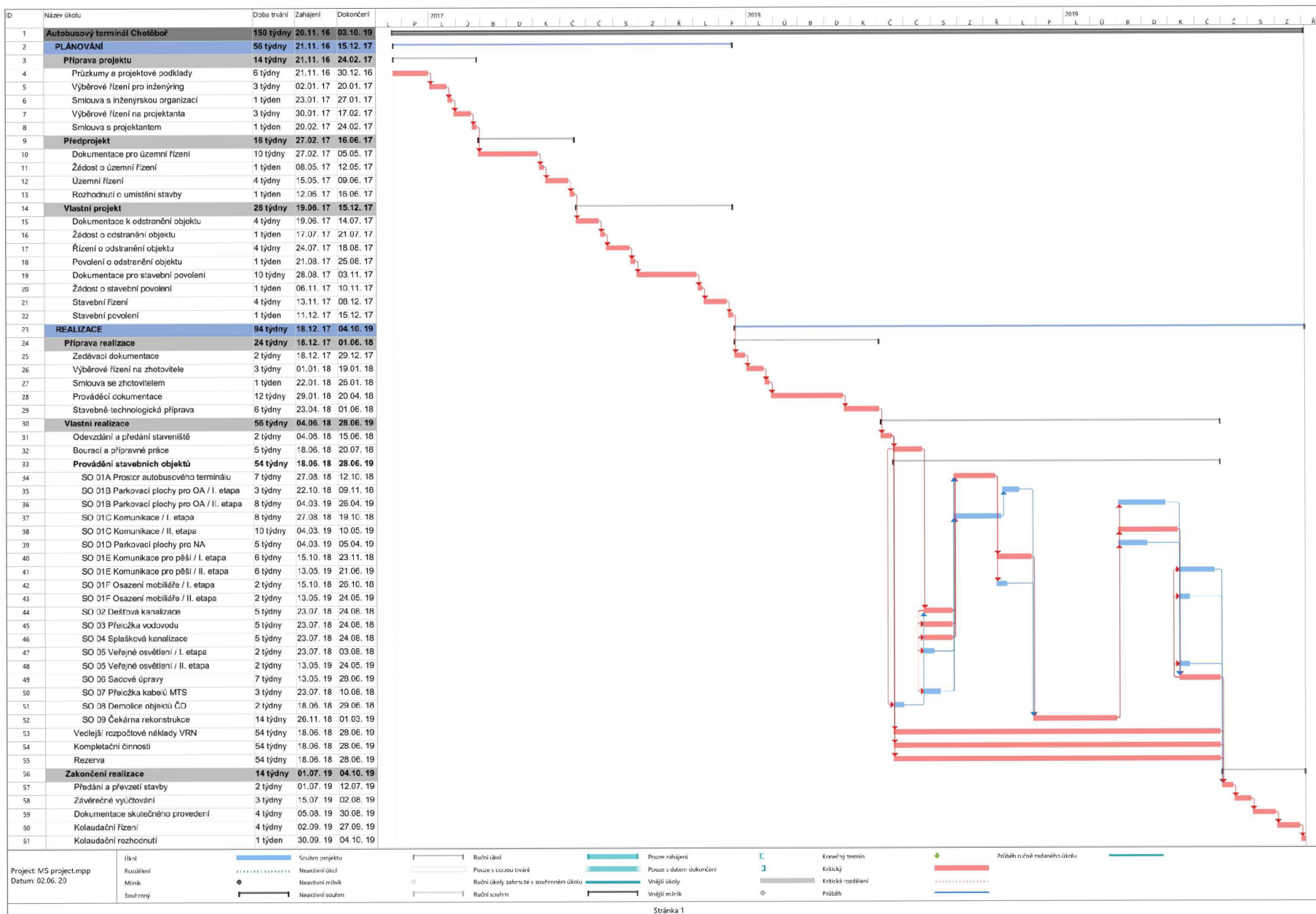
Obrázek 17 Uzlově orientovaný síťový graf [vlastní tvorba]

5.8.4 MS Project

Microsoft Project představuje jeden z nejlepších nástrojů dnešní doby pro řízení a plánování projektů. Z hlediska časového plánování program nabízí tvorbu harmonogramů na bázi Ganttových diagramů, které obohacuje o vytváření vazeb mezi úkoly. Využívá čtyři typy vazeb a to: začátek – začátek, konec – konec, konec – začátek a začátek – konec. Kromě vytváření logických vazeb lze i činnosti vůči sobě pozdržet nebo posunout. Po vytvoření časového plánu software umožňuje automaticky zobrazit kritickou cestu projektu, a to skrze úkoly, které se na cestě nacházejí, a současně vazby typu začátek-začátek, které vycházejí z činnosti na kritické cestě, ale navazují na činnosti s rezervou. Další užitečnou funkcí je rozdělit jeden úkol na více částí anebo vkládání milníků. Nejsilnější stránkou programu je jeho automatizace. MS Project sleduje a reaguje na změny v projektu. Dokáže porovnávat skutečný stav od plánovaného. Kromě Ganttových grafů lze v prostředí softwaru pracovat i se síťovým grafem. Spolu s časovým plánovacím program umí pracovat i se zdroji, popř. náklady.

Při vytváření časového plánu projektu jsem v levé části pracovní plochy vypsál činnosti dle WBS. Ty následně časově a nákladově ohodnotil. Mezi úkoly jsem zadal odpovídající logické vazby a po dokončení zobrazil kritickou cestu (znázorněna červeně).

Časový plán projektu ve formě Ganttova grafu je zobrazen na obrázku 18. Průběh nákladů, které vznikají v průběhu projektu, zobrazuje obrázek 19 a 20.



Obrázek 18 MS Project – Ganttovy grafy [vlastní tvorba]

ID	Název úkolu	Náklady	Podrobnosti	2017												2018		
				XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
1	Autobusový terminál Chotěboř	26 560 565 Kč	Náklady	2 627 Kč	7 223 Kč	10 507 Kč	13 921 Kč	54 372 Kč	47 280 Kč	36 199 Kč	39 646 Kč	28 762 Kč	19 897 Kč	74 466 Kč	78 012 Kč	16 351 Kč	23 837 Kč	36 19
2	PLÁNOVÁNÍ	433 400 Kč	Náklady	2 627 Kč	7 223 Kč	10 507 Kč	13 921 Kč	54 372 Kč	47 280 Kč	36 199 Kč	39 646 Kč	28 762 Kč	19 897 Kč	74 466 Kč	78 012 Kč	16 351 Kč	23 837 Kč	36 19
3	Příprava projektu	29 550 Kč	Náklady	2 627 Kč	7 223 Kč	10 507 Kč	9 193 Kč											
4	Průzkumy a projektové podklady	9 850 Kč	Náklady	2 627 Kč	7 223 Kč													
5	Výběrové řízení pro inženýring	4 925 Kč	Náklady			4 925 Kč												
6	Smlouva s inženýrskou organizací	4 925 Kč	Náklady			4 925 Kč												
7	Výběrové řízení na projektanta	4 925 Kč	Náklady			657 Kč	4 268 Kč											
8	Smlouva s projektantem	4 925 Kč	Náklady				4 925 Kč											
9	Předprojekt	157 600 Kč	Náklady				4 728 Kč	54 372 Kč	47 280 Kč	36 199 Kč	15 021 Kč							
10	Dokumentace pro územní řízení	118 200 Kč	Náklady				4 728 Kč	54 372 Kč	47 280 Kč	11 820 Kč								
11	Žádost o územní řízení	14 775 Kč	Náklady							14 775 Kč								
12	Územní řízení	14 775 Kč	Náklady							9 604 Kč	5 171 Kč							
13	Rozhodnutí o umístění stavby	9 850 Kč	Náklady								9 850 Kč							
14	Vlastní projekt	246 250 Kč	Náklady								24 625 Kč	28 762 Kč	19 897 Kč	74 466 Kč	78 012 Kč	16 351 Kč	4 137 Kč	
15	Dokumentace k odstranění objektu	49 250 Kč	Náklady								24 625 Kč							
16	Žádost o odstranění objektu	2 955 Kč	Náklady									2 955 Kč						
17	Řízení o odstranění objektu	3 940 Kč	Náklady									1 182 Kč	2 758 Kč					
18	Povolení o odstranění objektu	2 955 Kč	Náklady										2 955 Kč					
19	Dokumentace pro stavební povolení	177 300 Kč	Náklady										14 184 Kč	74 466 Kč	78 012 Kč	10 638 Kč		
20	Žádost o stavební povolení	2 955 Kč	Náklady													2 955 Kč		
21	Stavební řízení	3 940 Kč	Náklady													2 758 Kč	1 182 Kč	
22	Stavební povolení	2 955 Kč	Náklady														2 955 Kč	
23	REALIZACE	26 127 165 Kč	Náklady															36 19
24	Příprava realizace	305 350 Kč	Náklady															36 19
25	Zadávací dokumentace	19 700 Kč	Náklady															19 700 Kč
26	Výběrové řízení na zhotovitele	19 700 Kč	Náklady															19 700 Kč
27	Smlouva se zhotovitelem	9 850 Kč	Náklady															9 850
28	Prováděcí dokumentace	132 975 Kč	Náklady															6 64
29	Stavebně-technologická příprava	123 125 Kč	Náklady															
30	Vlastní realizace	25 659 290 Kč	Náklady															
31	Odevzdání a předání staveniště	83 725 Kč	Náklady															
32	Bourací a přípravné práce	3 062 868 Kč	Náklady															
33	Provádění stavebních objektů	18 985 033 Kč	Náklady															
34	SO 01A Prostor autobusového terminálu	1 649 429 Kč	Náklady															
35	SO 01B Parkovací plochy pro OA / I. etapa	177 804 Kč	Náklady															
36	SO 01B Parkovací plochy pro OA / II. etapa	805 036 Kč	Náklady															
37	SO 01C Komunikace / I. etapa	1 897 599 Kč	Náklady															
38	SO 01C Komunikace / II. etapa	1 503 402 Kč	Náklady															
39	SO 01D Parkovací plochy pro NA	320 808 Kč	Náklady															
40	SO 01E Komunikace pro pěší / I. etapa	1 019 940 Kč	Náklady															
41	SO 01E Komunikace pro pěší / II. etapa	1 121 485 Kč	Náklady															
42	SO 01F Osazení mobiliáře / I. etapa	115 165 Kč	Náklady															
43	SO 01F Osazení mobiliáře / II. etapa	1 845 403 Kč	Náklady															
44	SO 02 Dešťová kanalizace	2 561 911 Kč	Náklady															
45	SO 03 Přeložka vodovodu	181 459 Kč	Náklady															
46	SO 04 Splašková kanalizace	310 750 Kč	Náklady															
47	SO 05 Veřejné osvětlení / I. etapa	519 878 Kč	Náklady															
48	SO 05 Veřejné osvětlení / II. etapa	519 878 Kč	Náklady															
49	SO 06 Sadové úpravy	306 150 Kč	Náklady															
50	SO 07 Přeložka kabelů MTS	293 030 Kč	Náklady															
51	SO 08 Demoice objektů ČD	834 244 Kč	Náklady															
52	SO 09 Čekárna rekonstrukce	3 001 662 Kč	Náklady															
53	Vedlejší rozpočtové náklady VRN	881 916 Kč	Náklady															
54	Kompletační činnosti	440 958 Kč	Náklady															
55	Rezerva	2 204 790 Kč	Náklady															
56	Zakončení realizace	162 525 Kč	Náklady															
57	Předání a převzetí stavby	83 725 Kč	Náklady															
58	Závěrečné vyúčtování	7 880 Kč	Náklady															
59	Dokumentace skutečného provedení	49 250 Kč	Náklady															
60	Kolaudační řízení	10 835 Kč	Náklady															
61	Kolaudační rozhodnutí	10 835 Kč	Náklady															

5.9 Finanční plán

Pomocí finančního plánu lze sledovat vývoj nákladů, které je nutné v průběhu projektu vynaložit na jeho uskutečnění. Zároveň se vytváří plán financování takového projektu pro pokrytí vzniklých nákladů. [1] Po vytvoření časového harmonogramu projektu v MS Projectu jsem využil jedné z jeho funkcí pro práci s náklady. Náklady každé činnosti se rovnoměrně rozprostřou v čase na základě doby trvání dané činnosti viz obrázek 19 a 20. Součet nákladů pro každý měsíc jsem pak použil v tabulce 8, ta znázorňuje finanční plán výstavby Autobusového terminálu před budovou ČD v Chotěboři. V tabulce jsou zahrnuty tyto položky:

- | | |
|---------------------|--|
| ▪ Výdaje | náklady vzniklé realizací projektu |
| ▪ Výdaje kumulované | náklady daného měsíce + měsíců předcházejících |
| ▪ Příjmy | proplácení faktur |
| ▪ Příjmy kumulované | příjmy daného měsíce + měsíců předcházejících |
| ▪ Rozdíl | odečtení kum. výdajů od kum. příjmů |

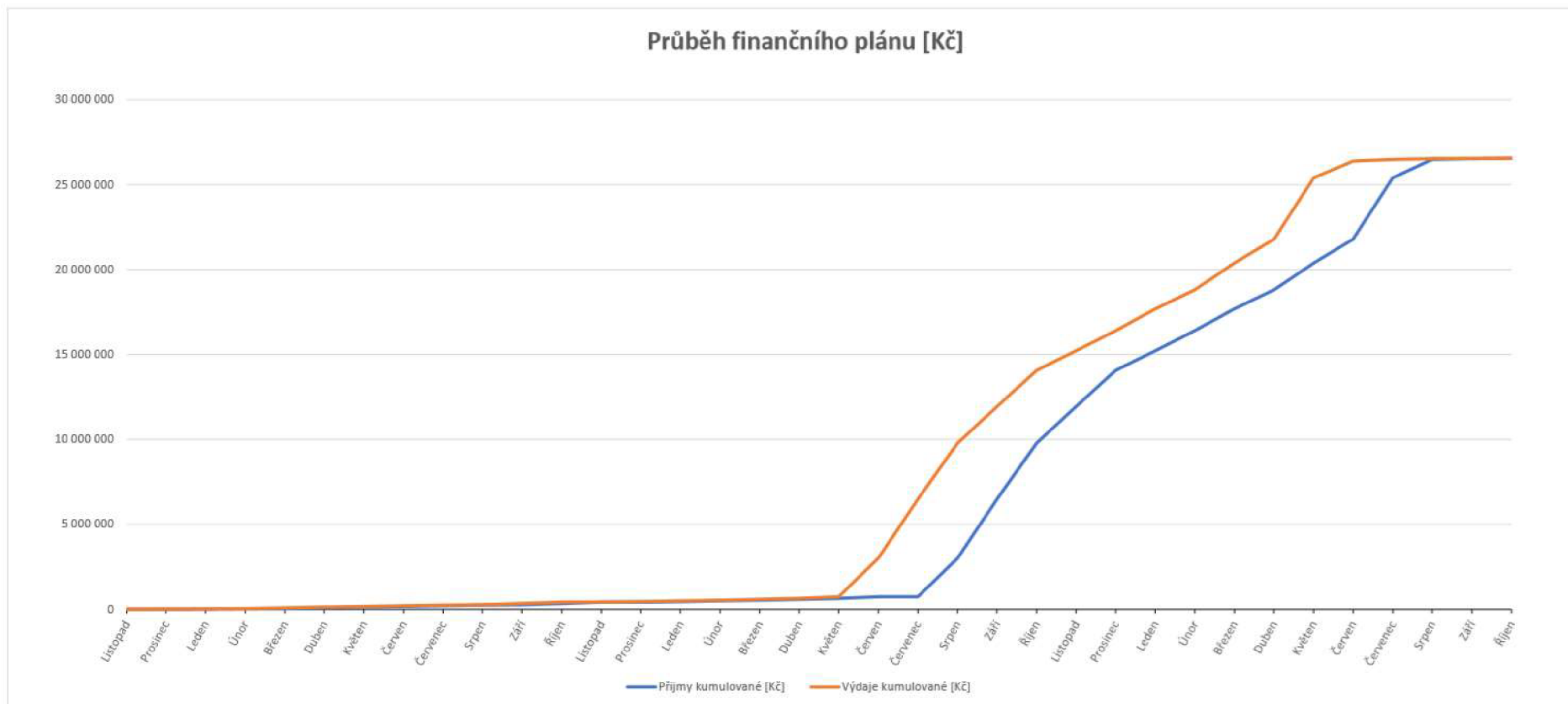
V průběhu fáze plánování příjmovou složku tvoří vyplácení faktur. Stejným způsobem jsou kryty náklady při etapě příprava realizace. Financování vlastní realizace probíhá na základě dílčích faktur o provedených pracích vždy za každý měsíc. Doplnění rozdílu proběhne až při závěrečném vyúčtování. Průběh finančního plánu v podobě grafu je znázorněn na obrázku 21.

Tabulka 8 Finanční plán nákladů [vlastní tvorba]

	2016			2017										
	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Výdaje [Kč]	2 627	7 223	10 507	13 921	54 372	47 280	36 199	39 646	28 762	19 897	74 466	78 012	16 351	23 837
Výdaje kumulované [Kč]	2 627	9 850	20 357	34 278	88 650	135 930	172 129	211 775	240 537	260 434	334 900	412 912	429 263	453 100
Příjmy [Kč]		2 627	7 223	10 507	13 921	54 372	47 280	36 199	39 646	28 762	19 897	74 466	78 012	16 351
Příjmy kumulované [Kč]	0	2 627	9 850	20 357	34 278	88 650	135 930	172 129	211 775	240 537	260 434	334 900	412 912	429 263
Rozdíl [Kč]	-2 627	-7 223	-10 507	-13 921	-54 372	-47 280	-36 199	-39 646	-28 762	-19 897	-74 466	-78 012	-16 351	-23 837

	2018											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Výdaje [Kč]	36 199	44 325	48 758	57 869	94 396	2 277 875	3 480 976	3 284 550	2 152 639	2 135 338	1 162 785	1 174 873
Výdaje kumulované [Kč]	489 299	533 624	582 382	640 251	734 647	3 012 522	6 493 498	9 778 048	11 930 687	14 066 025	15 228 810	16 403 683
Příjmy [Kč]	23 837	36 199	44 325	48 758	57 869	94 396		2 277 875	3 480 976	3 284 550	2 152 639	2 135 338
Příjmy kumulované [Kč]	453 100	489 299	533 624	582 382	640 251	734 647	734 647	3 012 522	6 493 498	9 778 048	11 930 687	14 066 025
Rozdíl [Kč]	-36 199	-44 325	-48 758	-57 869	-94 396	-2 277 875	-5 758 851	-6 765 526	-5 437 189	-4 287 977	-3 298 123	-2 337 658

	2019									
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
Výdaje [Kč]	1 286 765	1 118 926	1 577 780	1 415 616	3 598 280	996 994	90 554	50 301	13 002	8 668
Výdaje kumulované [Kč]	17 690 448	18 809 374	20 387 154	21 802 770	25 401 050	26 398 044	26 488 598	26 538 899	26 551 901	26 560 565
Příjmy [Kč]	1 162 785	1 174 873	1 286 765	1 118 926	1 577 780	1 415 616	3 598 280	1 087 548	50 301	21 670
Příjmy kumulované [Kč]	15 228 810	16 403 683	17 690 448	18 809 374	20 387 154	21 802 770	25 401 050	26 488 598	26 538 899	26 560 565
Rozdíl [Kč]	-2 461 638	-2 405 691	-2 696 706	-2 993 396	-5 013 896	-4 595 274	-1 087 548	-50 301	-13 002	0



Obrázek 21 Průběh kumulovaných výdajů a příjmů v čase [vlastní tvorba]

5.10 Porovnání metod časového plánování

V jednoduchosti je krása – to platí i pro milníkový plán. Pomocí této metody se dá jasně a stručně říct, čeho má být kdy dosaženo. Avšak postrádá jakoukoliv koncepci pro řízení nebo sledování časového vývoje projektu. V podstatě odpovídá na otázku časového plnění projektu ano nebo ne, resp. splněno nebo nesplněno. V momentu, kdy plán není dodržen, nezvládá jakoukoliv korekci a následné kroky.

Metoda Ganttových diagramů je účinná pro sledování průběhu projektu. Jedná se o jednoduchý a přehledný nástroj, který dokáže vytvořit nebo číst i osoba bez značných zkušeností projektového plánování, popř. řízení. Díky jednoduchému konceptu dvou os, kde na jedné leží rozdělení času do menších částí, a na druhé seznam činností, které je potřeba splnit, metoda nevyžaduje žádných speciálních softwarů. Dalo by se říct, že si člověk vystačí jen s tužkou a čtverečkovaným papírem. Nicméně hlavním nedostatkem metody je absence logických vazeb mezi úkoly. Pokud úkoly nejsou seřazeny sériově za sebou, ale překrývají se, může být při větším počtu obtížné vyčíst návaznosti.

Uzlově orientované síťové grafy jsou jako nástroj opakem Ganttových diagramů. Jejich předností je určení návazností mezi úkoly. K tomu se váže i určení kritické cesty a podle toho stanovení priorit. Chybí jim ale potenciál sledovat plnění úkolů, proto se Ganttovy diagramy a síťové grafy používají při plánování a sledování projektů současně. Další nevýhodou této metody je chaotický první dojem při snaze porozumět již naplánovanému grafu. Toho lze snadno dosáhnout, pokud se jedná o rozsáhlý projekt.

Poslední metodou, kterou jsem v praktické části použil, byly Ganttovy grafy v MS Projectu. Tento software si hrdě může nasadit korunu, protože využívá to nejlepší ze všech zmíněných metod. Základní koncept jsou Ganttovy diagramy, díky tomu je snadné sledovat plnění projektu. Program tuto vlastnost ještě rozšiřuje do dalších úrovní, a sice porovnávat skutečný stav od plánovaného – a při výchylnkách poskytovat nástroje pro jejich řízení. Ze síťových grafů přebírá možnost vkládat všechny druhy vazeb, k tomu nabízí v rámci paralelního souběhu činností funkci vzájemných posunů. Do harmonogramu je možné vkládat i milníky. To všechno zastřešuje schopnost programu provázat časové plánování na zdrojové, popř. nákladové plánování. Stejně jako mince má dvě strany, tak i tato metoda má své nevýhody. Program v jeho základních funkcích vypadá a funguje relativně snadně, ale pro komplexní využívání MS Projectu je potřeba zaškolení. Další nevýhoda vychází z jeho silné výhody: možnost si všechno nastavit a automaticky propočítávat se snadno vymstí, pokud dojde k nesprávnému nastavení. Poslední nevýhodou je samozřejmě cenovka licence na používání.

6 Závěr

V rámci bakalářské práce jsem se věnoval vysvětlení, použití a porovnání jednotlivých metod časového plánování. Teoretická část je zaměřena na principy a výhody těchto metod. V praktické části jsem jejich použití demonstroval na konkrétním případě stavby a následně jsem je porovnal mezi sebou.

Psaní práce takového rozsahu a charakteru bylo pro mě výzvou. Nikdy jsem se nesetkal s ničím podobným, ale i přes nepříznivé podmínky pandemie, za pomoci mé vedoucí práce a oponentky, se mi podařilo bakalářskou práci dokončit.

Největším přínosem pro mě osobně bylo pročítat technické zprávy a prohlížet výkresy praktického příkladu. Snažit se pochopit výkresy od projektantů komunikací a zároveň vidět podobu takové dokumentace, jak se v praxi běžně používá. Dále využití MS Projectu, se kterým jsem se během školního semestru již setkal, ale při vytváření bakalářské práce jsem měl možnost se tomu podrobněji věnovat.

Vytváření této práce bylo časově i psychicky velmi náročné. Jsem rád, že jsem tento proces absolvoval a odnesl si vědomosti ohledně časového plánování projektu a řízení projektu jako takového, které snad budu v následujících letech dále rozšiřovat.

7 Seznam použitých zdrojů

- [1] NOVÝ Martin, NOVÁKOVÁ Jana a WALDHANS Miloš. Projektové řízení staveb I. Brno, 2006. Studijní opora. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.
- [2] JEŽKOVÁ, Zuzana. Projektové řízení: jak zvládnout projekty. Kuřim: Akademické centrum studentských aktivit, 2013. ISBN 978-80-905297-1-7.
- [3] SVOZILOVÁ, Alena. Projektový management. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3611-2.
- [4] LINKESCHOVÁ, Dana. K otázkám managementu ve stavebnictví. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-7204-396-x.
- [5] DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO. Projektový management podle IPMA. 2., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4275-5.
- [6] Jednotná klasifikace stavebních objektů (JKSO) [online]. [cit. 2020-5-31] Dostupné z:
[http://www.stavebnistandardy.cz/default.asp?Typ=1&ID=8&Pop=0&IDm=8613339&Menu=Jednotn%E1%20klasifikace%20stavebn%EDch%20objekt%F9%20\(JKSO\)](http://www.stavebnistandardy.cz/default.asp?Typ=1&ID=8&Pop=0&IDm=8613339&Menu=Jednotn%E1%20klasifikace%20stavebn%EDch%20objekt%F9%20(JKSO))
- [7] Klasifikace stavebních objektů (KSO, JKSO) [online]. [cit. 2020-5-31]. Dostupné z: <https://www.cs-urs.cz/ciselniky-online/jkso/>
- [8] Sazebník pro navrhování nabídkových cen projektových prací a inženýrských činností. Kolín: UNIKA, 2010.
- [9] Mapy.cz [online]. [cit. 2020-5-31]. Dostupné z:
<https://mapy.cz/letecka-2006?x=15.6821482&y=49.7116374&z=19&q=chot%C4%9Bbo%C5%99>
- [10] Mapy.cz [online]. [cit. 2020-5-31]. Dostupné z:
<https://mapy.cz/letecka?x=15.6819916&y=49.7121814&z=19&source=traf&id=40463>
- [11] RTS, a.s. Základy rozpočtování a kalkulace stavebních prací [online]. [cit. 2020-31-5]. Dostupné z:
http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/manual_ceny.htm#_Toc98228820
- [12] Projektová dokumentace firmy SGJW Hradec Králové spol. s r. o.

8 Seznam obrázků

Obrázek 1 Trojimperativ projektu [zdroj [2], str. 51, vlastní tvorba]

Obrázek 2 Životní cyklus projektu [zdroj [1], str. 21, vlastní tvorba]

Obrázek 3 Schéma plánování projektu [zdroj [5], str. 177, vlastní tvorba]

Obrázek 4 Příklad MS Projectu [vlastní tvorba]

Obrázek 5 Činnosti v hranově orientovaném SG [zdroj [1], str. 104, vlastní tvorba]

Obrázek 6 Zápis v hranově orientovaném SG [zdroj [1], str. 107, vlastní tvorba]

Obrázek 7 Činnosti v uzlově orientovaném SG [zdroj [1], str. 104, vlastní tvorba]

Obrázek 8 Zápis v uzlově orientovaném SG [zdroj [5], str. 185, vlastní tvorba]

Obrázek 9 Příklad kritické cesty v SG [zdroj [5], str. 185, vlastní tvorba]

Obrázek 10 Princip výpočtu doby trvání činnosti [zdroj [5], str. 183, vlastní tvorba]

Obrázek 11 Zápis v uzlu metody PERT [zdroj [1], str. 110, vlastní tvorba]

Obrázek 12 Typy vazeb v PDM diagramu [zdroj [3], str. 141, vlastní tvorba]

Obrázek 13 Původní stav – před rekonstrukcí [9]

Obrázek 14 Současný stav – po rekonstrukci [10]

Obrázek 15 Strukturní plán [vlastní tvorba]

Obrázek 16 Ganttův diagram [vlastní tvorba]

Obrázek 17 Uzlově orientovaný síťový graf [vlastní tvorba]

Obrázek 18 MS Project – Ganttovy grafy [vlastní tvorba]

Obrázek 19 MS Project – průběh nákladů 1. část [vlastní tvorba]

Obrázek 20 MS Project – průběh nákladů 2. část [vlastní tvorba]

Obrázek 21 Průběh kumulovaných výdajů a příjmů v čase [vlastní tvorba]

9 Seznam tabulek

Tabulka 1 Příklad tabulky milníků [zdroj [3], str. 139, vlastní tvorba]

Tabulka 2 Příklad diagramu milníků [zdroj [3], str. 139, vlastní tvorba]

Tabulka 3 Příklad Ganttova diagramu [zdroj [3], str. 139, vlastní tvorba]

Tabulka 4 Rozdělení výstavby [vlastní tvorba]

Tabulka 5 Celkové náklady [vlastní tvorba]

Tabulka 6 Náklady inženýrské a projekční činnosti [vlastní tvorba]

Tabulka 7 Plán milníků [vlastní tvorba]

Tabulka 8 Finanční plán nákladů [vlastní tvorba]

10 Seznam použitých zkratek

aj.	A jiné
apod.	A podobně
AT	Autobusový terminál
CPM	Critical Path Method
ČD	České dráhy
DN	Vnitřní průměr
KM	Nejpozději přípustný začátek
KP	Nejpozději přípustný konec
ID	Identifikátor
k.ú.	Katastrální úřad
MS	Microsoft
NA	Nákladní automobil
NN	Nízké napětí
např.	Například
OA	Osobní automobil
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PDM	Precedence Diagram Method
P+R	Park and drive
p. č.	Popisné číslo
RC	Celková rezerva
RUSO	Rozpočtový ukazatel
RV	Volná rezerva
SG	Síťový graf
str.	Strana
T	Délka trvání
tzn.	To znamená
tzv.	Takzvaně
VRN	Vedlejší rozpočtové náklady
WBS	Work Breakdown Structure
WC	Water closet
ZM	Nejdříve možný začátek
ZP	Nejdříve možný konec
ZRN	Základní rozpočtové náklady