

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2020

**MIROSLAV
KOVAŘÍK**

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kovařík** Jméno: **Miroslav** Osobní číslo: **426431**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Stavební management**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Modifikace časových plánů staveb

Název diplomové práce anglicky:

Modification of construction schedules

Pokyny pro vypracování:

V rámci práce autor provede rešerši literatury na téma časového plánování.

V praktické části provede analýzu časových plánů několika staveb (včetně jejich aktualizací) s ohledem na opakující se činnosti s velkou časovou odchylkou.

Následně navrhne úpravy postupů pro zpřesnění časových odhadů.

Seznam doporučené literatury:

ROSENAU, Milton D. Řízení projektů. Vyd. 3. Brno: Computer Press, c2007. Business books. ISBN 9788025115060.

DOLANSKY, Václav, MĚKOTA, Vladimír, NĚMEC, Vladimír. Projektový management. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-287-5.

BASL, Josef, MAJER, Pavel, ŠMÍRA, Miroslav. Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroj TOC. Praha: Grada, 2003. Management v informační společnosti. ISBN 802470613x.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Václav Tatýrek, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **27.09.2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **05.01.2020**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Ing. Václav Tatýrek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne _____

Bc. Miroslav Kovařík

**Modifikace časových
plánů staveb**

**Modification of construction
schedules**

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Václavovi Tatýrkovi, Ph.D., za vstřícný přístup a poskytnutí cenných rad při zpracování mé diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval firmě Metrostav a.s. za poskytnutí podkladů a všem svým kolegům.

Anotace

Tato diplomová práce má za cíl čtenáře obeznámit s metodikami tvorby časových plánů a jejich zobrazením, se sestavováním časových norem a jejich promítnutím do praxe. V práci se také promítají rozdílné pohledy zúčastněných stran na výstavbový projekt. Těmito stranami jsou investor, generální zhotovitel a inženýr projektu.

Dále práce popisuje tvorbu časových plánů k vybraným etapám u několika typově podobných zakázek ze soukromého sektoru, analyzuje jejich časový průběh, problematické činnosti a poukazuje na vzniklé odchylky mezi teorií a stavební praxí.

Klíčová slova

Harmonogram, časové plánování, výstavbový projekt, projektový management, stavební management, technologické etapy, tvorba a metodika sestavování časových norem, metodiky tvorby časových plánů a jejich zobrazení

Annotation

This diploma thesis aims to familiarize the reader with methodologies of creation of time plans and its visualization, with time standards creation and its reflect in practice. In the diploma thesis are also reflected different points of view of the stakeholders on construction project. These stakeholders are the investor, the general contractor and the main engineer of the project.

It also describes creation of time plans for chosen stages of several type similar contracts in the private sector, it analyzes its time course, problematic activities and it points on caused differences between theory and building practice.

Keywords

Schedule, time planning, construction project, project management, construction management, technological stages, creation and methodology of time standards creation, methodologies of creation of time plans and its visualization

Obsah:

1. Časové plánování bytových projektů	8
1.1 Členění stavby a činností	8
1.1.1 Počáteční technologické etapy	9
1.1.2 Hlavní technologické etapy	9
1.1.3 Dokončující technologické etapy	9
1.2 Časový plán ze stran jednotlivých účastníků výstavby	10
1.2.1 Časový plán ze strany investora	10
1.2.2 Časový plán ze strany zhotovitele.....	12
1.2.3 Časový plán ze strany projektanta	14
1.2.4 Personální plánování	15
1.3 Stupně časových plánů	19
1.3.1 Časový plán 1. stupně – souhrnný (koordinační)	19
1.3.2 Časový plán 2. stupně – realizační	19
1.3.3 Časový plán 3. stupně – skupinový harmonogram.....	20
1.3.4 Časový plán 4. stupně – podrobný harmonogram pro sledování procesů 20	
1.4 Aktualizace časových plánů	20
2. Normování a sběr dat	21
2.1 Metody přímého měření spotřeby času.....	21
2.2 Metody nepřímého měření spotřeby času.....	22
2.3 Rozborové metody.....	23
2.4 Souhrnné metody	23
2.5 Pragmatické odhadování časů.....	24
3. Nástroje časového plánování	25
3.1 Řízení harmonogramu	30
3.2 Využití počítače v plánovacím procesu.....	30
4. Časové plánování v praxi	33
4.1 Popis zakázek.....	33
4.2 Časové plány výstavby	36
4.3 Rozbor konkrétních etap z harmonogramu.....	38
4.3.1 Zemní práce a zakládání	38
4.3.2 Nosná konstrukce 1.NP	48
4.3.3 Nosná konstrukce 2.NP	57
Závěr	72
Zdroje a použitá literatura	74
Seznam obrázků	76

Seznam tabulek.....	77
Zkratky	78
Seznam příloh	79

Úvod

S pojmem časového plánování se setkáváme dnes a denně v každodenním životě. Je naší neodmyslitelnou součástí, obzvláště v dnešní urychlené době a s vědomím, kolik je toho třeba zařídit a jak mála času na to vše je. Dobře rozvržený a sestavený časový plán nám umožňuje zvládat čas efektivněji a vypořádat se s více úkoly.

Nejen v životě, ale i ve stavebnictví je časový plán, dá se říci, základním vodítkem pro provádění všech činností souvisejících se stavebními pracemi. I stavebnictví jako takové je třeba dnešní době přizpůsobovat, pracovat s novými postupy, mechanizací či hledat nové postupy z důvodu urychlení výstavby, na níž se neustále zvyšuje nárok a pro investora je při výběru zhotovitele v soukromém sektoru prioritní právě co nejkratší doba výstavby.

S pomocí odborně sestaveného časového plánu je koordinována celá stavba a stává se tak její neodmyslitelnou součástí. Odvíjí se od něj také plnění potřeb a požadavků zúčastněných stran na realizované zakázce. Zhotovitel na něj navazuje plány zásobování stavby materiály, plány subdodavatelských činností či nasazení mechanismů. Pro investora je rozhodující zejména kvůli čerpání finančních prostředků, případné finanční úspoře a kvůli uvolňování peněz zhotoviteli na základě plnění smluvně dohodnutých milníků. Projektant je v zásadě klíčový a na plnění jeho povinností záleží jak plány zhotovitele, tak finance investora.

Toto téma autor zvolil zejména kvůli těmto faktorům v kombinaci s úvahami, co vše může mít vliv na odchýlení se od časového plánu a jak tomu lze zamezit.

Cíle diplomové práce

Cílem této diplomové práce je poukázat na odchylky vznikající při tvorbě časových plánů na základě teoretických znalostí oproti praktickým zkušenostem. K analýze autor vybral několik konkrétních zakázek ze soukromého sektoru bytové výstavby, k nimž vytvořil harmonogramy opírající se o teoretické poznatky jakožto argument, oproti dostupným harmonogramům stavebních zakázek, při jejichž tvorbě se využívá spíše odhadu a letitých zkušeností tvůrce. K porovnání tak poslouží předběžné a aktualizované časové plány zakázek, kde budou vyhledány problematické položky s největšími odchylkami.

Dále také navrhnout postupy a opatření, díky nimž by se dal uspořít čas nebo naopak, proč by čas na realizaci měl být delší.

1. Časové plánování bytových projektů

Při provádění činností souvisejících se stavebními pracemi je základním vodítkem časový neboli kalendářní plán. Časový plán je zásadní součástí každého projektu, protože spojuje mnoho navazujících pracovních postupů a musí zohledňovat spoustu faktorů. Podle tohoto schváleného dokumentu je koordinována celá stavba a navazují na něj další plány, zejména zásobování stavby materiály, výrobky a zajišťování subdodavatelů. Plánování napovídá postupům, jakými lze naplnit dané cíle projektu včas, ve smluvené kvalitě a dohodnutém rozpočtu. Skutečně potřebný čas pro realizaci projektu nejde téměř nikdy přesně stanovit a v plánech dochází k odchýlkám. Pokud je zřejmé, že určité činnosti se potýkají s nejistým časovým rámcem, začleňuje se do časového plánu časová rezerva.

Kvůli odlišným pohledům na průběh projektu ze strany investora, generálního zhotovitele nebo projektanta je zapotřebí rozdělit tvorbu a práci s časovými plány dle potřeb zmiňovaných účastníků.

1.1 Členění stavby a činností

Investiční celek propojuje množství konstrukčních, technologických a organizačních vazeb, které ovlivňují právě časovou strukturu komplexního stavebního procesu. Základním a prvním krokem v procesu tvorby časového plánu by tedy mělo být vymezení objektu do určitých částí, či meziproductů, které budou postupně vznikat. Tyto části se nazývají stupně rozestavěnosti a v pozemním stavitelství se obvykle rozeznávají čtyři procesy těchto stupňů. Jsou to: [2]

Spodní stavba, vrchní stavba včetně zastřešení, hrubé vnitřní práce, dokončovací práce.

Stupně rozestavěnosti se dále dělí na technologické etapy. V tzv. technologických etapách se seskupují práce, které lze realizovat v jednom časovém úseku nebo je možno k jejich provádění využít stejných mechanismů.

V praxi se stavba člení nejvýše do deseti technologických etap označujících se číslicí. V pozemním stavitelství při výstavbě obytných domů to mohou být etapy následující:

0+1 Zemní práce + bourání; 2 základy; 3 spodní stavba; 4 hrubá vrchní stavba; 5 zastřešení; 6 provádění příček a hrubých instalací; 7 provádění vnitřních omítek, potěrů a podkladních vrstev podlah, 8 provádění podlah, kompletace povrchů a technologie; 9 vnitřní kompletace a kompletace rozvodů instalací; 10 vnější úpravy. V konečné fázi nastává kontrola kvality a převjímká, jenž se dále do těchto etap nezapočítávají. [2]

1.1.1 Počáteční technologické etapy

Při počáteční fázi projektu se do jednoho celku sdružují etapy bouracích a zemních prací. Ty jsou navíc jako jediné charakterizovány postupem výstavby horizontálně nebo vertikálně sestupně. V nulté etapě, jak název napovídá, se provádí případné demolice stávajících objektů, je tu ale také nezbytné provést přeložky inženýrských sítí procházejících stavenišťem a zpravidla zajistit přívod vody a elektřiny. Při první etapě probíhá vytyčování, hloubení stavební jámy, pažení, případně čerpání vody ze zajištěných výkopů. [2]

1.1.2 Hlavní technologické etapy

O významu hlavních etap vypovídají jednoznačně jejich názvy. Je jen třeba upozornit, že do etapy zakládání se řadí i vodorovné izolace proti vodě a do hrubé spodní stavby svislé izolace s jejich přízdívkami. Hlavní fáze zakončují zastřešení a provedení příček, ve kterých jsou zakotveny všechny potřebné rozvody.

Vedoucí etapový proces v oboru pozemního stavitelství je vznik nosné konstrukce, tedy hrubá vrchní stavba. Díky tomuto procesu se utváří výrobní prostor pro následující výstavbové procesy či etapy a jsou na něj navázány další konstrukce. Jedná se také mnohdy o nejnáročnější a nejnákladnější stavební proces, jelikož jsou na něj vztaženy náklady např. na stavební jeřáby, jeřábové dráhy, lešení apod. [2]

1.1.3 Dokončující technologické etapy

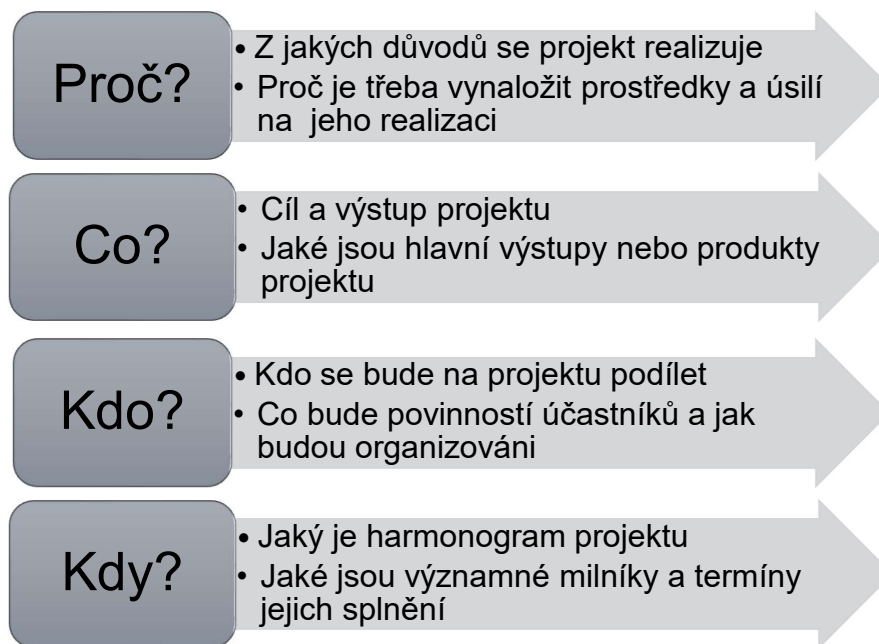
Dokončení hlavní fáze podmiňuje zahájení poslední, dokončující fáze. V ní je snahou co nejdříve dokončit finální povrchové úpravy jako jsou malby nebo pokládka nášlapných vrstev podlah. Do těchto procesů spadá realizace omítek a hrubých podlah, taktéž souhrnně nazvané mokré procesy. Z technologických důvodů je snahou neprovádět tyto procesy v zimním období, jelikož obecně vyžadují minimálně teplotu o hodnotě $+5^{\circ}\text{C}$. Možnost provádění v zimě se nevylučuje, nicméně je třeba počítat s tím, že práce budou nejen technologicky náročnější, ale i finančně nákladnější. Rovněž při vnějších úpravách jako jsou například sadové úpravy, fasáda apod. je třeba na tyto hodnoty brát zřetel a práce se jim snažit přizpůsobit. [2]

1.2 Časový plán ze stran jednotlivých účastníků výstavby

Časový plán projektu je třeba vnímat z pohledu několika zainteresovaných osob, poněvadž každý pohlíží na průběh projektu odlišně a každý vstupuje do procesu časového plánování v jiný okamžik. K těm nejdůležitějším patří samozřejmě investor, následně zhotovitel a projektant.

1.2.1 Časový plán ze strany investora

Klíčovou roli ve stavitelství zastává investor neboli objednatel stavby, který svým investičním záměrem podněcuje zhotovitele k realizaci. Investor pohlíží na časové plánování v horizontu několika desítek let, od samotné úvahy o investici, až po užívání a provoz stavby, s určitou vizí o budoucím stavu, kterého by chtěl dosáhnout. Na tento horizont událostí zpracovává jednotlivé implementační plány, kde je zodpovězeno co, kdo, kdy, jak, čím a za kolik bude realizovat. [12]



Obr. 1 – Schéma implementačního plánu investora
Zdroj: [12] a vlastní úprava

Projekt se během svého životního cyklu systematicky vyvíjí a ze strany investora zahrnuje tři základní fáze: [6]

Fáze předinvestiční

Fáze investiční, která se dále dělí na 1. a 2. fázi

Fáze provozu (užívání).

Předinvestiční fáze zahrnuje časový horizont od prvotní myšlenky na investici, definice výstavbového projektu, až po rozhodnutí, jestli projekt je nebo není výhodné realizovat. Proto by se této fázi měla věnovat zvýšená pozornost, neboť informace získané v rámci předprojektových analýz poukážou na to, zda bude daný projekt úspěšný nebo ne a zdali má smysl se jím i nadále zabývat. Pro tento účel se zpracovává tzv. studie proveditelnosti, což je zásadní dokument, kde je zpracována ekonomická analýza či analýza návratnosti a jsou zde zhodnoceny veškeré realizační alternativy. Navazuje na studii příležitosti a předinvestiční studii, lišící se od sebe detailností zpracování popsanou v odstavcích níže.

Studie příležitosti je dokument pokládající základ předinvestiční fázi. Definuje reálné možnosti potencionálních investic a podrobuje je dalšímu zpracování. Tyto případné investice se pak selektují do jednoho souboru, který je výstupem této studie. Obsahem jsou nejpodstatnější získané informace a předpoklady pro vývoj projektu. Například výskyt přírodních zdrojů a jejich další zpracování, poptávku na trhu v dané lokalitě, konkurence a další.

Předinvestiční studie se de facto strukturou neliší od studie proveditelnosti a je jakýmsi mezistupněm mezi ní a studií příležitosti. Jejím tématem je strategie projektu, technické řešení a technologie, jakož i personální a organizační plánování. Investor by se měl na základě této studie rozhodnout, zda uvolní další finance na vypracování studie proveditelnosti. [6]

Pokud se v předinvestiční studii u zakázky v soukromém sektoru ukáže investiční záměr jako ekonomický výhodný, přistupuje se k I. Investiční fázi. Zde je hlavním cílem uzavírání smluv a shromažďování vyjádření ke stavebnímu záměru od jednotlivých orgánů, zejména pak těch, jejichž stanoviska jsou podmíněna časem a příkládají se k žádosti o stavební povolení. Patří mezi ně Krajská hygienická stanice, Krajská hasičská organizace, Technická státní správa komunikací (TSK), magistrát nebo obec, případně odbory zastávající danou lokalitu. Po získání výše zmíněných dokumentů lze přistoupit k zajištění stavebního povolení, k organizaci projektu, ke zdrojům financování a k vypracování kontrolního rozpočtu stavby.

Jakmile dojde k obstarání všech potřebných dokladů, lze se přesunout do II. Investiční fáze – výrobní. V té se ze strany investora zpracovává zadávací dokumentace pro spuštění výběrového řízení na zhotovitele stavby. V soukromém sektoru může zadavatel pro tento účel přejímat postupy popsané v Zákoně o veřejných zakázkách č. 134/2016 Sb. nebo si je může na základě svých požadavků a dle vlastního uvážení upravit. Záleží pak jen, pro jaký dodavatelský systém se investor rozhodne. V soukromé sféře se nejčastěji setkáme s tradičním systémem jednoho dodavatele DBB (Design Bid Build), ve kterém uzavírá investor smlouvu s dvěma subjekty (projektant, generální dodavatel) nebo s alternativním systémem CMAR (Construction management at risk), kde jsou všechny povinnosti a rizika spojená se stavbou převedena na správce stavby (dodavatele). [6]

Po výběru zhotovitele se konečně dospěje k etapě realizace, započnutou předáním staveniště zhotoviteli a doprovázenou zápisem do stavebního deníku. Investiční fáze je završena předáním a převzetím díla mezi investorem a zhotovitelem, jenž se stvrzuje zápisem, tzv. předávacím protokolem. Součástí protokolu je soupis evidovaných vad a nedodělků se stanovenými termíny odstranění. V případě, že investor nezařizoval stavební povolení, se předání a převzetí díla se uskutečňuje na základě řádné a úspěšné kolaudace. V opačném případě, pokud investor stavební povolení zařizoval, je také jediný, kdo může žádat o kolaudaci. [6]

Konečná fáze užívání pro investora znamená především naplnění poslání a účelu stavby, pro kterou byla budována, očekávaný zisk a vypořádání se s finančními závazky vzniklými v průběhu realizace. Nastává uzavírání smluv s dodavateli energií, vod, odpady aj., reklamní propagace za účelem získání perspektivních kupců či nájemců a startuje záruční servis s plánovanými revizemi. [6]

Z výše popsaného jsou tedy pro investora stěžejní zejména následující uzlové body:

- Vyhodnocení investičního záměru
- Získání územního rozhodnutí a vydání stavebního povolení/souhlasu
- Výběr zhotovitele nebo v případě CM více zhotovitelů
- Realizace stavby
- Kolaudační řízení
- Předání stavby uživatelům

1.2.2 Časový plán ze strany zhotovitele

V návaznosti na kapitolu 1.2.1, zhotovitel vstupuje do dlouhodobého plánu investora v investiční fázi. Jeho hlavní cíl je zakázku získat a díky kvalitní realizaci vytvořit zisk. Sám posléze zpracovává vlastní časový plán, s ohledem na reálnost jednotlivých počátečních a koncových milníků, ke kterým se zavazuje ve smlouvě o dílo. Od investora proto zhotovitel přejímá technické a obchodní podklady, jakožto prostředek pro vlastní korekci a přizpůsobení časového plánu dle svých časových možností. Na ty může mít například vliv situace na trhu, technologické možnosti nebo finanční náklady, které musí být v souladu s danou technologií výstavby.

Zatímco pro investora je podstatné zejména plnění milníků, zhotovitel musí k časovému plánu projektu přistupovat důsledněji. Časový plán je pro něj prostředkem pro strategické řízení zakázky a lze ho obecně rozdělit na následující části: [8]

- Nabídková příprava
- Předvýrobní příprava
- Výrobní příprava a realizace
- Dokončovací proces

Proces plánování pro zhotovitele začíná účastí ve výběrovém řízení na dodavatele stavby vypsané investorem. S ohledem na veřejný nebo soukromý sektor může být účast ve výběrovém řízení podmíněna uhrazením poplatku. Stvrzením účasti ve výběrovém řízení nastává fáze nabídkové přípravy. V soukromé sféře začíná nabídková příprava převzetím dokladů od zadavatele a končí předáním nabídky zadavateli. Zhotovitel by měl v této fázi brát zřetel především na kvalitu zpracování cenové nabídky, jejíž míra značně ovlivňuje získání zakázky. Před samotným zpracováním nabídky bývá vhodné prověřit vystupování a spolupráci investora s přehlednutím v minulosti realizovaným zakázkám a referencím na trhu.

Spolu s převzetím podkladů a důkladné kontrole projektové dokumentace přebírá zhotovitel také výkaz výměr, na který zpracuje výrobní kalkulaci a předává zadavateli nabídkovou cenu, jež je mnohdy pro zadavatele hlavním aspektem při posuzování. Za tu je zodpovědný manažer projektu spolupracující s technologi, přípravníci, ekonomy, právníky a marketingovými poradci, s nimiž zpracovává i návrh smlouvy o dílo, tzv. SoD. Zhotovitel nemůže daný výkaz výměr jakkoliv měnit. Má pouze možnost ho okomentovat, upozornit na rozpor ve výměře nebo přidat nové položky pod čarou.

Je vhodné zmínit, že nabídka musí být zpracována v poměrně krátkém čase, v řádech pouze několika týdnů. Na místě je tedy fungující kooperace smluvních stran za účelem vytvoření co nejpříjemnější nabídkové ceny, platebních podmínek a přijatelnými termíny realizace. Celková doba nabídkové řízení u standardního projektu se orientačně pohybuje maximálně v horizontu šesti měsíců.

Zároveň může být podmínkou výběrového řízení vypracování plánu organizace výstavby POV, který obsahuje jednoduchý časový plán a rozvržení zařízení staveniště. Zařízení staveniště se řeší jednak z důvodu technologických a časových souvislostí, ale také zahrnuje náklady pro jeho vybudování, které se promítají do nabídkové ceny. [8]

V případě výhry výběrového řízení na zhotovitele následně navazují činnosti předvýrobní přípravy. Je to moment, kdy buď již byla uzavřena smlouva o dílo nebo se stále jedná o její podobě. V tuto chvíli se také stavba s ohledem na organizaci firmy přiděluje do režie vedoucímu subjektu. Tím může být divize, hlavní stavbyvedoucí nebo manažer stavby.

Probíhá také rozsáhlá administrativní opatření k tomu, aby se mohlo začít stavět. Zajišťují se povolení nutných záborů, na základě vypracovaného dopravně inženýrského opatření (DIO) se vydává dopravně inženýrské rozhodnutí (DIR), staveniště se napojuje na zdroje energií a zároveň se buduje sociální zařízení staveniště, zajišťují se hlavní zdroje pro provádění stavby (pracovníci, stroje) a v neposlední řadě se zpracovává podrobný časový plán výstavby s upřesňujícími termíny jednotlivých etap a s návaznostmi mezi jednotlivými činnostmi. [8]

Časový úsek od převzetí staveniště od investora až po kolaudační řízení, respektive předání stavby k užívání, se nazývá fáze realizační. Lze říci, že předchozí, předvýrobní fáze, je z velké části součástí fáze realizace, které se společně s fází dokončení u standartních staveb pohybují v průměru 22-26 měsíců. Primárním vstupem je zde pro zhotovitele projektová dokumentace podepsaná investorem, stejně tak jako podepsaná smlouva o dílo a kompletní podklady z předchozí fáze. Předním úkolem je pro zhotovitele zajištění všech potřebných zdrojů (pracovníci, materiál, mechanizace), dostupných v ten správný čas, v potřebném množství a v požadované kvalitě. Snahou je respektovat a držet se zasmluvněného časového plánu z předchozí fáze, avšak téměř u každé zakázky dochází k odchylkám od plánu. Počítá se tak s vydáváním operativních plánů, které ovlivní jednotlivé výrobní faktury a promítnou se do výsledné kalkulace. Nastalé odchylky je třeba na přímo řešit s investorem, nejen z důvodu odsouhlasení aktualizace harmonogramu, ale také kvůli řízení chodu faktur, na jejichž základě lze sledovat cash flow stavební zakázky.

Hlavními příčinami změn jsou obvykle nepředvídatelné změny počasí nebo také nedodržování termínů ze stran subdodavatelů. Je zde proto nutná co nejlepší koordinace a kooperace jednotlivých subjektů. Do odchylek časového plánu se taktéž promítají dodatečné změny a požadavky ze strany investora nebo jeho klientů. Požadavek na klientskou změnu je ovšem taktéž časově ohraničený a musí být v souladu s plynulým chodem stavby. Důležitým bodem ve smlouvě je proto jednak finanční vypořádání za klientské změny, ale také termíny jejich vydání a schvalování. [8]

Dokončené dílo nakonec zhotovitel předává investorovi. O tomto aktu se sepisuje protokol o předání a převzetí stavby, kde je nejdůležitějším bodem prohlášení investora o tom, že stavbu jako takovou přijímá. Současně přijímá seznam podkladů a dokumentů, jako jsou doklady materiálů o jakosti, stavební deníky, revizní zprávy a dokumentaci skutečného provedení včetně soupisu vad a nedodělků. Počínaje tímto momentem zároveň probíhají záruky a s tím se úzce pojí vypořádávání se s reklamacemi.

Po aktu předání díla sestavuje manažer spolu s ekonomickým úsekem závěrečné vyhodnocení stavby. To v budoucnu slouží jako podklad pro výrobní kalkulaci dalších zakázek. Slouží také pro zpětnou kontrolu předpokládaných nákladů v porovnání se skutečností. [8]

1.2.3 Časový plán ze strany projektanta

Proces časového plánování zahajuje projektant. Právě on je první, kdo stanoví předběžný čas výstavby investorovi, který v návaznosti na to časový plán upraví dle svého předběžného uvážení a dále s ním pracuje. Zároveň je třeba si uvědomit, že projekt stavby sestává mimo jiné z návrhu projektanta a architekta. Plánování času ostatních profesí může začít až po kompletním vypracování architektonického návrhu. V zásadě lze říci, že hlavní náplň projektanta v tomto ohledu je vypracování základní úvahy o průběhu projektu.

Zpracovává také dokument zásady organizace výstavby (ZOV), někdy nazývaný jako plán organizace výstavby (POV), kterýžto pojem však dle vyhlášky 499/2006 Sb. není legislativně definovaný. Podrobnost zpracování ZOV je důležitým kritériem pro kvalitní práci koordinátora BOZP. Je pak navíc povinností projektanta s koordinátorem BOZP spolupracovat, zejména při přípravě plánu BOZP. [9]

ZOV se dle jednotlivých stupňů projektové dokumentace mírně liší ve stupni podrobnosti jednotlivých informací. Na základě dokumentace pro územní rozhodnutí (DUR) je udělováno povolení k umístění stavby. DUR zejména definuje účel stavby a informace o napojení staveniště na dopravní a technickou infrastrukturu. V případě dokumentace pro stavební povolení (DSP) rozšiřují ZOV informace o médiích, odvodnění staveniště, odpadech, zásadách ochrany životního prostředí a rozhodujících dílčích termínech. Zde již projektant přikládá časový plán obsahující především termíny hlavních prací, jako například dokončení základů nebo dokončení hrubé stavby.

V jednotlivých úrovních dokumentace, jako je dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby, pro ohlášení a provádění stavby, má projektant termíny stanoveny ve Smlouvě o dílo s investorem. Tyto termíny je projektant nucen dodržet, avšak smlouva musí pamatovat i na prodloužení termínů vlivem událostí, které nemůže projektant ovlivnit. Tím je myšlena především doba reakce správních orgánů, kterou sice stanovují zákony, avšak v praxi je naprosto běžné její prodlužování. [9]

Ať už generální zhotovitel či investor, oba by měli brát na vědomí a pro výkon své práce kalkulovat s pracovními silami. Po těch se neustále zvyšuje poptávka, zejména ve stavebnictví, ale zároveň narůstá jejich nedostatek.

1.2.4 Personální plánování

Smyslem personálního plánování je to, aby byli v organizaci zastoupeni jak kvalitativně, tak kvantitativně potřebné lidské zdroje nezbytné pro dosažení určité individuální strategie organizace. Nynější stav na trhu s dělnickými a technickými kapacitami je velice omezený a o schopné, kvalifikované pracovníky je nouze. Jak vyplývá ze statistických údajů úřadu práce k říjnu 2019, největší personální nedostatky ve stavebnictví a z nich vyplývající nabídky práce od zaměstnavatelů se týkají především zedníků nebo betonářů a k nim přidružených řemesel. [5][13]

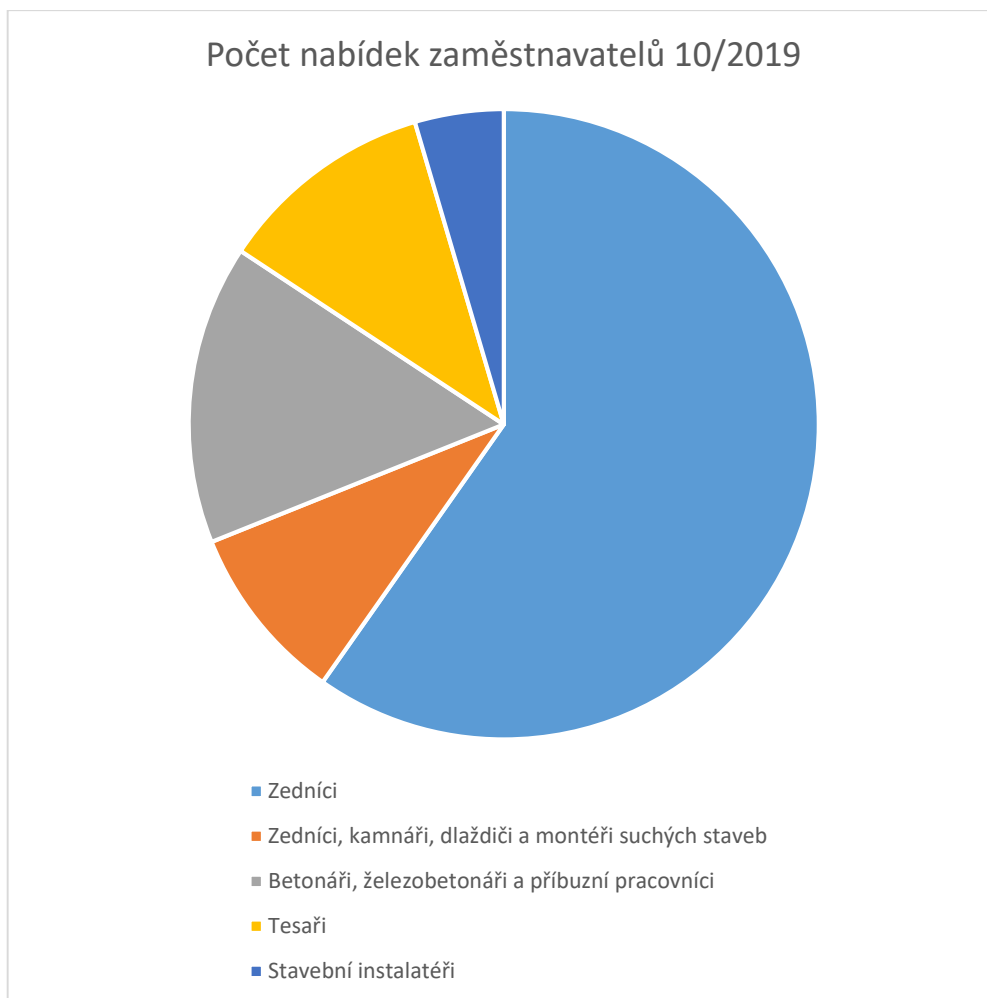
Zedníci (kromě zedníků ohnivzdorného zdiva) – 1376

Zedníci, kamnáři, dlaždiči a montéři suchých staveb – 211

Betonáři, železobetonáři a příbuzní pracovníci – 354

Tesaři – 257

Stavební instalatéři – 105



Obr. 2 - Graf nabídek zaměstnání ve stavebnictví
Zdroj: [13] a vlastní úprava

I tento fakt by měl být promítnut do časového plánu a pamatovat na dostatečnou rezervu, pokud by o pracovníky byla skutečně nouze.

Proces personálního plánování by nemělo být izolované, ale spíše být integrální součástí všech personálních činností. Navíc je lze považovat za těžiště podnikových plánovacích činností, protože člověk se považuje za nejdůležitější zdroj fungování každé organizace. Kvalita plánování však závisí především na kvalitě prognóz, které se odrážejí v kvalitě a hloubce odpovídajících analýz. [4]

V ideálním případě by měly všechny organizace sestavovat dlouhodobé plány (strategické a obecné) a krátkodobé plány (taktické a specifické). [3]

Dlouhodobé plány identifikují potřeby a rezervy lidských zdrojů na 2, 3, 5 a více let dopředu a jsou východiskem pro plány vzdělávání a rozvoje. Berou v úvahu poptávku po práci, potencionální nabídku pracovní síly a vnější prostředí, tj. demografický vývoj, hospodářskou a sociální politiku státu, legislativu, pracovní vztahy aj. [3]

Krátkodobé plány vymezují volná pracovní místa, která mají být obsazena zpravidla během následujícího roku. Z celkové potřeby pracovníků se odvozují plány získávání zaměstnanců nebo snižování nadbytečných zaměstnanců. Organizace spíše sestavují krátkodobé plány, protože buď nemají experty pro odhady v oblasti lidských zdrojů, anebo charakter organizace vylučuje plánovat na období delší než jeden rok. [3]

V tabulce níže, na straně 18, je kupříkladu znázorněno navržení počtu pracovníků na realizaci fasády menšího rozsahu. Údaje v tabulce jsou uvedeny pro dobrou přehlednost a případné lepší zapracování změn po dnech.

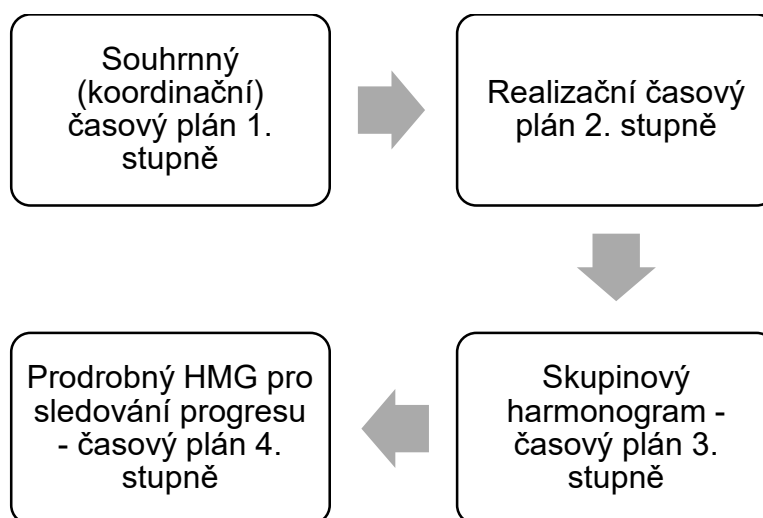
PLÁN LIDSKÝCH ZDROJŮ - FASÁDA	DNY																					
NÁZEV ČINNOSTI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Montáž lešení řadového rámového lehkého zatížení do 200kg/m2 š. do 0,9 m v. do 10 m	■	■																				
Montáž a demontáž shozu suti v. do 10 m			■																			
Otlučení vnějších omítek MV nebo MVC průčelí v rozsahu do 100%				■	■	■																
Zakrytí výplní otvorů a svislých ploch fólií přilepenou lepicí páskou							■															
Výměna oken a repase vrat (vybourání a nové EURO výplně)								■	■													
Montáž zakládacích soklových lišt zateplení										■												
Montáž ostatních lišt zateplení											■	■										
Montáž zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl. do 120 mm												■	■	■	■	■						
Montáž zateplení vnějšího ostění hl. špalety do 200 mm z polystyrénových desek tl. do 40 mm																		■				
Odvoz suti a vybouraných hmot na skládku nebo na meziskládku do 1 km se složením					■	■																
Oplechování parapetů Al tl. 0,8 m rš. 330 mm včetně rohů																			■	■		
Demontáž lešení řadového rámového lehkého zatížení do 200kg/m2 š. do 0,9 m v. do 10 m																					■	■
SOUPIS PRACOVNIKŮ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Lešenář	4	4																			4	4
Zedník										2	2	2	2	2	2	2						
Strojník																	1	1				
Stavební dělník HSV			2	2	2	2	2	4	4			2	2	2	2	2				4	4	
SOUČET PRACOVNIKŮ V JEDNOTLIVÝCH DNECH	4	4	2	2	2	2	2	4	4	2	2	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4

Obr. 3 - Krátkodobý plán lidských zdrojů
Zdroj: vlastní

1.3 Stupně časových plánů

Již během rozhodování o realizaci investičního záměru se v přípravné fázi na úrovni studií zpracovávají první časové plány vztahující se především k hlavním milníkům jednotlivých fází přípravy a realizace projektu. Na ně později ve fázi zadávání projektu navazují další, podrobněji zpracované časové plány, vyhotovené i v několika úrovních.

Počet úrovní se liší s ohledem na rozsah a složitost staveb, avšak ve většině případů se jedná o tři až čtyři úrovně, pro něž je vypracován časovým plán.



Obr. 4 - Schéma stupňů časových plánů
Zdroj: [6] a vlastní úprava

1.3.1 Časový plán 1. stupně – souhrnný (koordinační)

V souhrnném plánu jsou zahrnuty všechny fáze projektu s orientačně vyznačenými návaznostmi a zároveň možnostmi vzájemného překrytí. Jde tedy o rámcový obraz celého projektu sloužící především stavebnímu managementu, protože pro užití v realizační fázi postrádá vazby mezi činnostmi, které jsou pro tuto fázi zásadní. Formují se podle nich začátky a konce hlavních činností, k nimž se dospěje pomocí zaslavněných milníků dohodnutých se zhotovitelem stavby. Patří sem většinou úsečkové grafy. [6]

1.3.2 Časový plán 2. stupně – realizační

Druhý stupeň se povětšinou řeší u projektů s větším množstvím stavebních objektů nebo rozsáhlejších provozních souborů. Zachycuje prvotní podrobné informace o realizaci, získané z příslušných smluv s hlavními účastníky výstavby. Zahrnuje obvykle úsečkové grafy nebo prosté síťové grafy. [6]

1.3.3 Časový plán 3. stupně – skupinový harmonogram

Obsahuje stavební objekty či provozní soubory z druhého stupně, které se zde dále podle potřeby rozpracovávají do menších stavebních konstrukcí nebo skupin. Tvorba harmonogramu v tomto stupni je celkem časově náročná. Pro jednotlivé činnosti lze totiž vytvářet samostatné harmonogramy, které se až následně seskupí v jeden celek, a to zejména při velkém počtu činností, kdy by bylo složité kalkulovat se všemi naráz. Výstupem jsou úsečkové grafy. [6]

1.3.4 Časový plán 4. stupně – podrobný harmonogram pro sledování procesů

Činnosti ze třetího stupně jsou zde rozvedeny do prvků, které lze ohodnotit časem, financemi nebo počtem pracovních sil. Jako takový slouží k průběžnému sledování a vyhodnocování plnění milníků projektu. Pro tento účel ho obvykle nelze sestavit pro kompletní harmonogram, jelikož při zahájení plánování není dostatek informací napomáhajících ke zpracování. Detailní plány se vypracovávají postupně s časovým horizontem šedesáti až devadesáti dnů. [6]

1.4 Aktualizace časových plánů

Součástí harmonogramu jsou mimo jiné i významné, smluvně dohodnuté termíny – milníky. Ty představují buď bod kontroly, rozhodnutí nebo přejímky a v harmonogramu jsou obvykle uváděny s nulovou délkou trvání. Milníků se následně dotýká aktualizace, která se uskutečňuje na základě nově zjištěných nebo předpokládaných skutečností v průběhu realizace zakázky.

V případě aktualizace je nezbytné nově vzniklý harmonogram odsouhlasit, následně ji zúčastněnými stranami potvrdit a podchytit smluvním dodatkem. Je důležité počítat i s tím, že změny se nedotýkají pouze jednotlivých etap výstavby, ale vyžadují také určitou dobu pro získání informací, schválení navrhovaných změn, jak nákladových, tak personálních, zpracování a kontrolu nového plánu. Zároveň je nezbytné stanovit pořadí důležitosti jednotlivých atributů stavění jako je rychlost výstavby, cena, kvalita nebo proveditelnost. Všechny tyto aspekty se optimalizace harmonogramu dotýkají.

Dnes se časové plánování stává součástí informačního modelování budovy (BIM) snižující riziko kolizí při navrhování a realizaci jednotlivých konstrukcí. BIM umožňuje modelovat řadu variantních možností časového postupu výstavby a dosáhnout tak optimalizace postupů spolu se zajištěním vysoké kvality stavění.

2. Normování a sběr dat

Časový plán samotné výstavby se utváří z jednotlivých stavebních procesů. Je tedy třeba znát jednotlivé výrobní časy neboli spotřebu práce na provedení těchto procesů. Spotřeba času se odvíjí od normovatelného času, který se jako celek dělí na čas práce, čas obecně nutných přestávek a čas podmíněčně nutných přestávek. [1]

Čas práce souvisí s výkonem činností nezbytných pro splnění procesu. Čas obecně nutných přestávek plyne z fyziologických a hygienických potřeb. Čas podmíněčně nutných přestávek souvisí s dobou, při které zaměstnanec například čeká, než stroj dokončí určitou operaci nebo když musí při navazujících činnostech vyčkávat na svého spolupracovníka. Tento čas se nelze plést s prostoji zaměstnance nebo technickoorganizačními ztrátami.

Jako vedlejší faktor je také vhodné zmínit zbytečný čas, u něhož vznikají ztráty a má vliv na čas procesů. Může být zapříčiněn osobními ztrátami, které způsobil vlastní vinou zaměstnanec, technickoorganizačními ztrátami, které nezpůsobil zaměstnanec, ale vznikly z důvodu nedostatečného zajištění pracoviště nebo ztrátami způsobené vyšší moci, což jsou nepředvídatelné zásahy přírodních sil.

Pro zjištění hodnot těchto údajů se využívá přímé měření dat nebo stanovení samotných norem spotřeby práce za pomoci několika metod, které jsou popsány níže a opírají se hlavně o teoretické poznatky. Není také od věci zmínit kvalifikované odhadování časů zastávající praktické znalosti a získané zkušenosti tvůrce časového plánu, využívané především v praxi.

2.1 Metody přímého měření spotřeby času

Princip přímého měření spočívá v měření času stopkami se současným záznamem naměřených hodnot do vhodných formulářů. Formulář může představovat i prostá tabulka, kterou si pozorovatel vytvoří na základě svých potřeb nebo je mu poskytnut univerzální z předešlých měření. Data se následně přenáší do elektronické podoby. Patří mezi ně: [1]

Momentové pozorování

Principem této metodiky je pozorování dělníka nebo stroje a zápisu všeho, co se v průběhu činností dělá. Typicky se zapisuje výčet všech činností a ztrát, které se postupně za sebou udály. Metodikou se dá zjistit poměr času práce a ztrát nebo poměr mezi opakující se či neopakující se složkou práce. Při dosažení dostatečného počtu pozorování lze získat vcelku přesný čas a brát ho jako skutečný stav. Výhodou je na jednu stranu menší časová a tím i finanční náročnost, na druhou stranu nevýhodou je nižší přesnost oproti snímku pracovního dne. [1]

Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne je, dá se říci, univerzální metoda, s jejíž pomocí se zjišťuje skutečná spotřeba času pracovníka nebo skupiny pracovníků během celé pracovní směny. Hlavním cílem je zjistit, kolik z celkového času pracovní směny zabírá čas přestávek a čas ztrát.

Vypracování snímku pracovního dne je vcelku prosté. V první etapě se auditovaní pracovníci zaměřují na to, co nebo koho mají pozorovat a určí se období, ve které pozorování proběhne. V následném měření se veškeré činnosti zapisují do předem připraveného pozorovacího protokolu a uvádí se k nim naměřené časy, zpravidla zaokrouhlené na celé minuty. Ze všech časů se nakonec vypočte čas jednotlivý, zhodnocený z hlediska spotřeby času pro dané činnosti. [1]

Snímek operace

Přímo se jím měří skutečná spotřeba času při opakujících se operacích, na základě čehož se přímo stanovují normy času a normativy. U metody snímku se rozlišuje plynulá chronometráž, která sleduje pracovní operace s předem známým a pravidelným sledem jednotlivých částí operace; výběrová chronometráž, která se zaměřuje jen na určité, předem vybrané, části operace; snímková chronometráž, která se zabývá operacemi s předem neznámým a nepravidelným cyklem. [1]

2.2 Metody nepřímého měření spotřeby času

Cílem je rozbor jednotlivých činností na základní pohybové prvky, kterým je následně přidělen index odpovídající určité spotřebě času, a to na základě jejich náročnosti.

MTM

Je asi nejznámějším systémem z metod předem určených časů. MTM je dnes propracovaným systémem pro hodnocení spotřeby času lidské práce zakládajícím se na důkladném rozboru pracovního postupu, v zásadě rozkladu práce do základních pohybů. Každý pohyb je pak ohodnocen tabulkovým časem a ze vzniklých hodnot se poté skládají normy spotřeby času pro operaci. MTM se využívá zejména u prací s opakujícími se činnostmi. Mimo jiné však skýtá také jednu nevýhodu. Nezohledňuje totiž prostředí, ve kterém se práce vykonává. [1][8]

MOST

MOST se soustředí na přesun objektů s využitím různých modelů sekvence aktivit. Lze využít čtyři možnosti pro přesun a jsou jimi všeobecné přemístění, řízené přemístění a použití ručního nástroje nebo ručního jeřábu. Na základě činnosti se zvolí vhodná sekvence a přiřadí se k ní časově

nezávislé pořadové indexy. Na konci se už jen určí spotřeba času dané operace. [1][8]

2.3 Rozborové metody

U rozborových metod se provádí nejprve rozklad pracovního úkonu na dílčí úseky, zjistí se jejich čas a podmínky za jakých probíhají, stanoví se čas nutných a podmíněčně nutných přestávek, ze kterých se ve finále vypočte norma času na jednotku úkolu. Řadí se sem: [1]

Metoda rozborově výpočtová

Postup spočívá v soupisu částí a složek pracovní činnosti, pro které se vyhledá příslušný normativ a ohodnotí se jím jednotlivé pohyby či úkony. S metodou lze počítat při libovolné četnosti práce.

Metoda rozborově chronometrážní

Využívá pro určení času jednotlivých pracovních úkonů kromě normativů také snímkování průběhu práce neboli chronometráž. Hlavním požadavkem pro použití této metody je dostatečná praxe, tedy práce s již zapracovaným subjektem, nikoliv s někým v zácvičku.

Metoda rozborově porovnávací

Neboli metoda typových norem pracuje s tvarově nebo technologicky podobnými produkty, u kterých lze pro zjištění normy využít porovnání s již existujícími normami.

2.4 Souhrnné metody

Normy získané ze souhrnných metod jsou oproti těm získaných z metod rozborových značně nepřesné a užívají se proto pouze dočasně, zpravidla u činností s malou opakovatelností. Souhrnné metody se nezabývají dílčími složkami pracovní operace, ale pouze jedinou souhrnnou hodnotou. Patří sem: [1]

Metoda sumárních empirických vzorců

Spočívá ve vyjádření závislosti normy jednotkového času na hlavním činiteli trvání jednoduchým empirickým vzorcem: [1]

$$t_A = a * x^n$$

kde: t_A – norma jednotkového času

a – součinitel složitosti, určitého tvaru nebo pro určité rozmezí činitele x

x^n – hlavní činitel trvání času

n – mocnitél

Metoda sumárně porovnávací

Čas normy se na rozdíl od rozborově porovnávací metody určuje jako celek. Obdobně se ale činnosti, pro které se má stanovit norma času, porovnávají technologicky nebo konstrukčně podobnými pracovními činnostmi, u kterých je již norma času zpracována.

Metoda statistická

Vychází opět z obdobných činností, na nichž se již v minulosti dosáhlo určitého výkonu a o nichž je vedena evidence. Z ní se vychází při zjišťování spotřeb času.

Metoda sumárních odhadů

Tento nejprostší způsob má základ pouze na osobních zkušenostech. Trpí tak ale riziky značných chyb, jelikož se zde nevychází z toho, jak by se normovatelná operace měla provádět, avšak jen z dřívějších zkušeností. V těch jsou zahrnuty doposud zjištěné nedostatky a další faktory, které mají na vývoj práce vliv.

2.5 Pragmatické odhadování časů

Odhadování časů by se mělo stanovovat především na základě zkušeností a kolektivních posudků, či konzultací, které spadají zejména pod manažera projektu a zodpovědného stavbyvedoucího, který jednotlivé úkony plánuje a řídí.

Tento postup je však u větších projektů dosti časově náročný, a tak manažera na těchto jednáních zastupuje několik zástupců. Schůzky jsou zacíleny na to, aby se dosáhlo vzájemné shody v názorech na dobu trvání úkolu za předpokladu, že činnosti budou probíhat dohodnutým způsobem.

Pro odhadnutí doby trvání se v závislosti na daných podmínkách prostředí mnohdy používají různé přístupy. V první řadě je ale třeba logicky postupovat v několika bodech:

Na základě předchozích zkušeností s podobným úkolem u v minulosti prováděných projektů se určí, jak dlouho tento úkol trval a kolik pracovníků k němu bylo přiděleno.

Je třeba určit koeficient, který uvede, o kolik přechází projekt byl nebo nebyl složitější a doba trvání spolu s počtem pracovníků se jím upraví.

Ve finále se určí nově vzniklé náklady na jednu hodinu. Ty je třeba do budoucna uchovat, aby při dalším odhadování dob trvání bylo možné s nově vzniklými údaji kalkulovat a pracovat. [7]

3. Nástroje časového plánování

Časové plány nabývají různé formy, kterou jejich zpracovatel volí na základě zvyklostí a potřeb uživatelů. Využití nástrojů časového plánování se také odvíjí s ohledem na rozsah a odlišný charakter projektu. Úlohou nástrojů časového plánování je přidělení logické časové vazby mezi jednotlivé činnosti. Tyto časové plány by měly být přehledné a flexibilní, a proto jsou obecně zpracovávány pomocí grafických diagramů a harmonogramů. Pro jejich vyhotovení je nutné znát zejména termíny určené investorem, posloupnost časů a jejich závislosti, či potřebné zdroje pro splnění lhůt činností. Pro časové plány je také určující, zda jsou stavební práce limitovány pracovními dny nebo jestli je možnost provádění těchto prací i o víkendech. Existují totiž i překážky, jako jsou klidové zóny nebo případné přání investora, které neumožňují ve dnech pracovního volna pracovat.

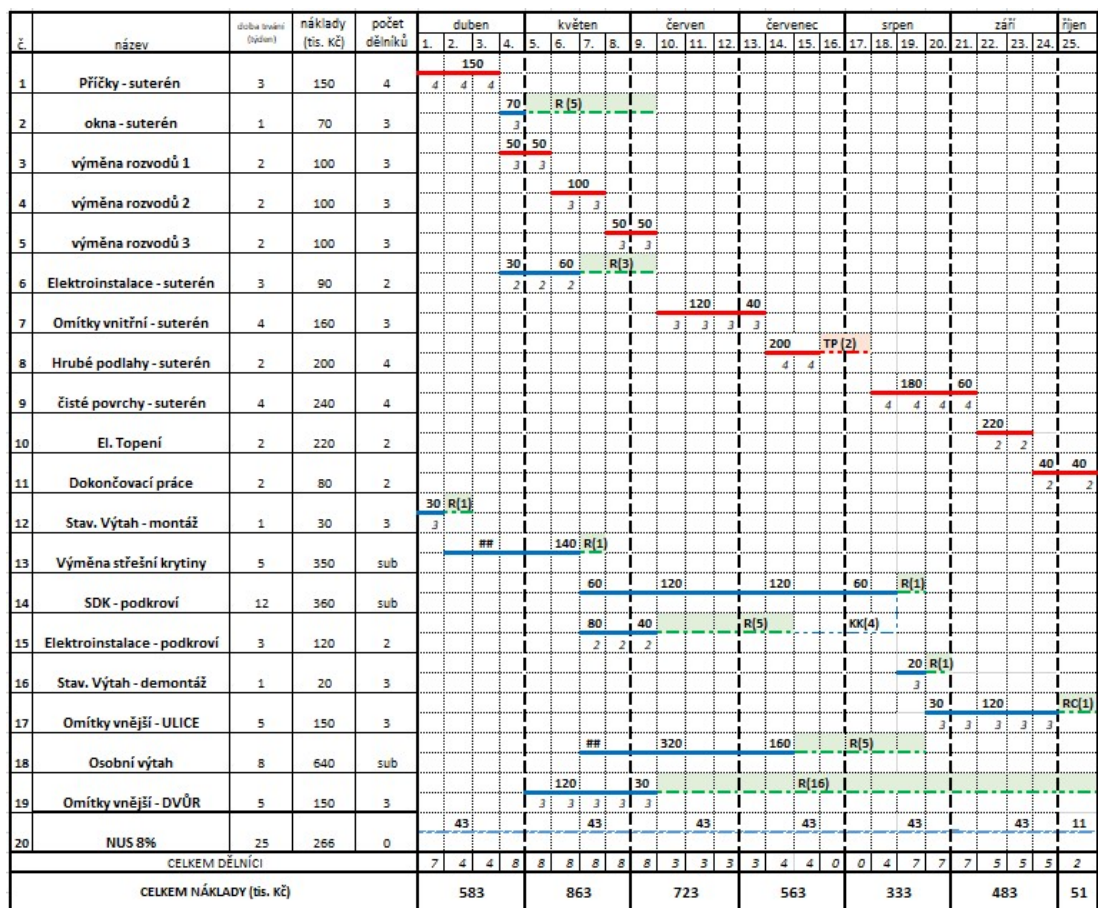
Nejjednodušší metodou je termínová listina. Ta uvádí pouze seznam činností a smluvně stanovené termíny jejich provedení – milníky, zpravidla po týdnech až měsících. Termínové listiny postrádají jakékoliv vazby, jsou proto pouze orientační. Nedochozí u nich k přenosu a návaznosti informací mezi jednotlivými činnostmi. Z tohoto důvodu se užívají pouze u menších, velmi jednoduchých staveb nebo slouží jako hrubý časový plán u větších staveb. Vždy je totiž důležité, aby jednotliví účastníci výstavby měli přehled o tom, jak se projekt časově vyvíjí nebo stagnuje. [8]

Pořadí	Odsouhlasené milníky	Termín
1	Převzetí staveniště	11/2018
2	Dokončení přípravy v rámci speciálního zakládání	1/2019
3	Dokončení stropů 1PP	4/2019
4	Dokončení hrubé stavby objektů	12/2019

Obr. 5 - Termínová listina

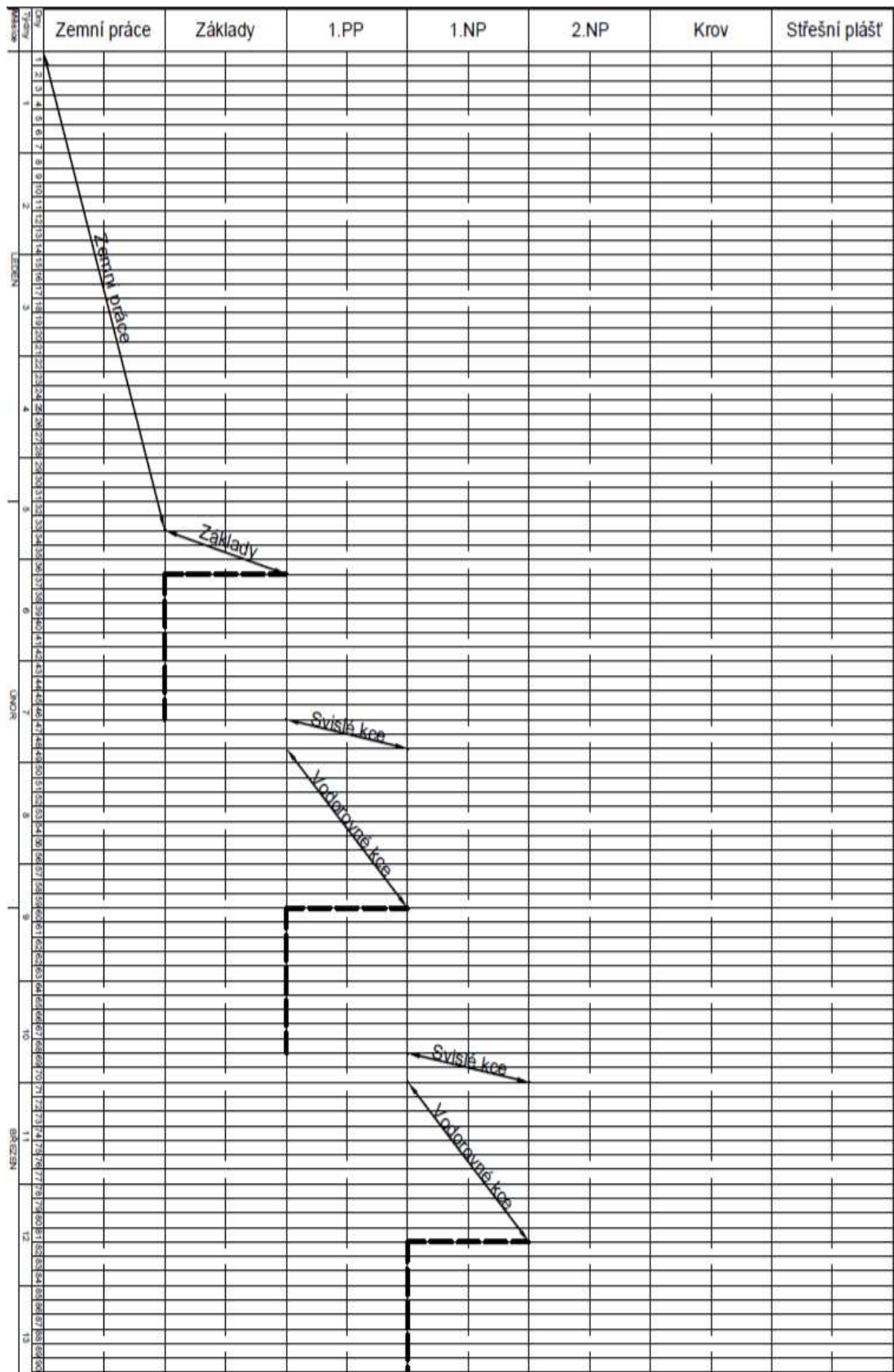
Zdroj: vlastní

Další možnou, nejužívanější metodou jsou úsečkové neboli Ganttovy diagramy, kde jsou ke každé činnosti přidělené potřebné zdroje včetně nákladů. Nejčastěji užívanými jsou díky své jednoduchosti a snadné tvorbě, kdy je může tvořit i člověk bez zvláštního zaškolení a softwarové podpory. Bohužel i tato metoda ve svém základním vzhledu postrádá vazby mezi jednotlivými činnostmi. Nicméně, toto už v dnešní době řeší několik softwarových produktů zaměřených na časové plánování, které Ganttovy diagramy o vazby doplňují. Mezi nejvíce rozsáhle a univerzální softwary patří Microsoft project, který je více v kapitole 3.1. [8]



Obr. 6 – Ganttův diagram
Zdroj: vlastní

Pro uživatele náročnější na tvorbu a výsledné editování jsou časoprostorové grafy neboli cyklogramy. Ty zvyšují názornost úsečkového diagramu tím, že jej rozšiřuje o prostorové zobrazení. Graf tvoří dvě osy, osa času a osa prostoru. Do oblasti vymezené těmito osami se vnášejí úsečky, které značí začátky a konce činností. Úsečky mají různý sklon, ten udává rychlost jednotlivé činnosti. Právě díky těmto osám je snadné odhalit kritická místa přiblížení, tedy místa s případnými kolizemi. Práce s nimi je jednodušší při použití agregovaných položek, a proto je jejich užití vhodné spíše u liniových staveb nebo u typových objektů, jelikož vyjadřuje práce opakující se na stejných záběrech. [8]



Obr. 7 - Časoprostorový graf
Zdroj: vlastní

V neposlední řadě je využívána metoda síťové analýzy, která vyjadřuje znázornění a řešení komplikovaně návazných činností. V současné době je nejvhodnějším nástrojem pro časové plánování. Její výhodou je určení časového průběhu včetně zjištění a využití časové rezervy, návaznost jednotlivých činností a stanovení optimálního průběhu z hlediska času. [6][8]

Síťová analýza je založena na dvou matematických přístupech, deterministických (jednoznačně určených) nebo stochastických (náhodných).

Nejznámějším deterministickým přístupem je Metoda kritické cesty (CPM), jejíž princip spočívá v určení doby trvání projektu na základě kritické cesty. Kritická cesta je sled činností, kde časová rezerva nabývá hodnoty nula a jedná se tak o nejdéle časově možnou cestu od počátku do konce grafu. Pakliže dojde ke zpoždění u činnosti, která je součástí některé z dalších, dochází k celkovému prodloužení projektu.

Stochastická metoda PERT využívá stejných principů jako metoda CPM s tím rozdílem, že pracuje s průměrnou dobou trvání činností. Průměrná doba se určí na základě odborného odhadu z podkladů předešlých projektů a skládá se ze tří různých dob trvání – nejpravděpodobnější, optimistické, tj. nejkratší předpokládaná doba trvání činnosti a pesimistické, tj. nejdelší uvažovaná doba trvání činnosti.

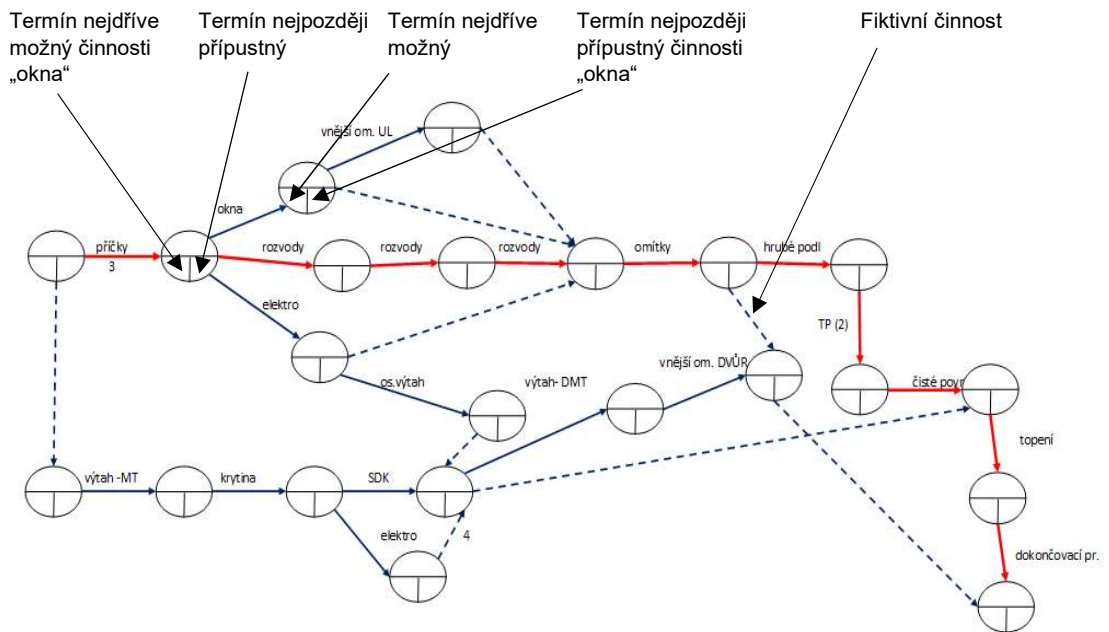
Síťová analýza se uplatňuje pomocí síťových grafů, jejichž základními grafickými prvky jsou tzv. uzly (obdélníky nebo kruhy) a jejich spojnice, tzv. hrany. Pomocí těchto prvků se v grafu spojují činnosti a dochází k vyobrazení jejich vzájemné závislosti. Podle způsobu znázornění se síťové grafy člení na uzlově definované a hranově definované.

U hranově definovaných síťových grafů jsou činnosti vyjádřeny prostřednictvím orientovaných hran (šipek) a uzly vyjadřují začátek a konec činností. U uzlově orientovaných síťových grafů činnosti reprezentují uzly a hrany návaznosti mezi nimi. Návaznosti jsou vyjádřeny čtyřmi druhy vazeb: [6]

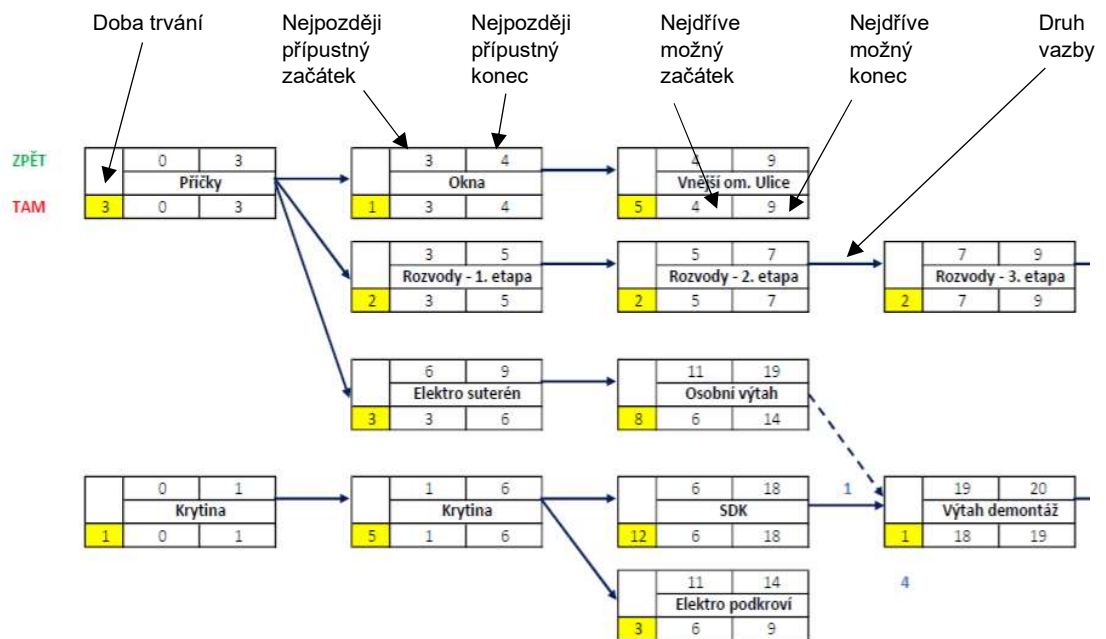
- KZ (vazba konec – začátek)
- ZZ (vazba začátek – začátek)
- KK (vazba konec – konec)
- ZK (vazba začátek – konec)

Pokud je v těchto vazbách třeba zkrátit celkovou dobu realizace, postupuje se za pomoci určení co nejdříve možných začátků a ukončení všech činností. Zkrácení lze nejjednodušeji dosáhnout změnou logiky vazeb, přeskupením vnitřních zdrojů nebo nasazením dodatečných zdrojů. [6][7]

Jedním z nejdůležitějších cílů při použití těchto metod je identifikovat a zaměřit se na tzv. kritické činnosti, protože jejich zpoždění přímo vyvolá zpoždění celého projektu. [6]



Obr. 8 - Hranově definovaný síťový graf
Zdroj: vlastní



Obr. 9 - Uzlově definovaný síťový graf
Zdroj: vlastní

3.1 Řízení harmonogramu

Úkolem řízení harmonogramů je sledování vzniklých odchylek oproti tzv. řídicímu harmonogramu, který je smluvně závazný a je přílohou SoD. V případě zjištění, že se projekt bude potýkat se zpožděním, se ke kritickým činnostem přiřadí dodatečné zdroje za účelem zvýšení produktivity práce a tím pádem k eliminaci zpoždění. Principiálně se využívají čtyři metody. [7]

Nejpoužívanější metodou je sledování všech činností, během níž se činnosti zaznamenávají dle skutečné hodnoty zjištěné přímo na stavbě. Logicky je snazší zaznamenávat činnosti již proběhlé než činnosti, které probíhají a u kterých je neznámá doba ukončení. V těchto případech se musí jednat operativně například na základě informací od dodavatele.

U složitějších projektů většího rozsahu a s větším množstvím činností se využívá metoda sledování milníků. Tato metoda počítá se stanovením několika milníků, jenž jsou následně využívány jako nástroj pro komunikaci při jednání s dodavateli.

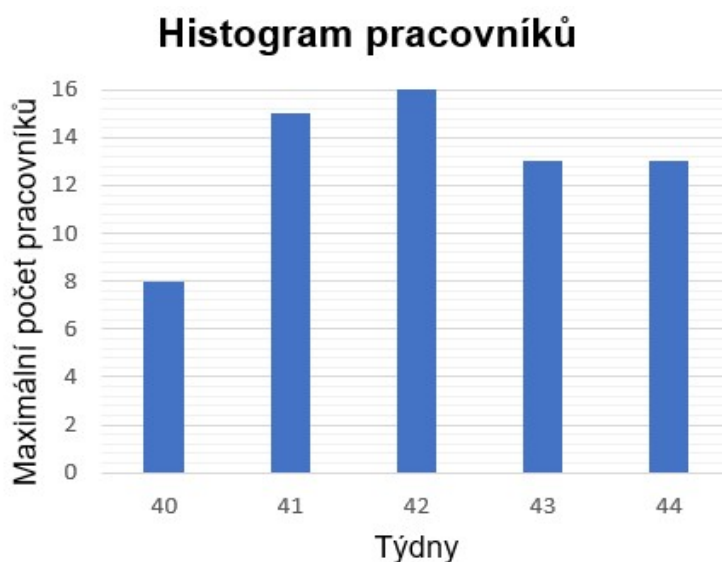
K celkovému přehledu o stavu stavby slouží metoda řízení času podle součtu provedených prací. Principem metody je porovnat skutečné a plánované náklady se současnou predikcí nákladu budoucích a termínů dokončení. Optimální časová jednotka pro sledování nákladů je měsíc, za který se sumarizují všechny náklady za jednotlivé činnosti.

Další metodou je metoda procentuálního plnění využívaná u menších projektů, kde je definováno maximálně 50 činností, u kterých se sleduje vždy jedno kritériální hledisko. Postrádá však závislost mezi jednotlivými činnostmi nebo činnostmi a projektem jakožto celkem, což má za následek absenci informací o celkovém stavu projektu.

3.2 Využití počítače v plánovacím procesu

Pro usnadnění práce je pro proces časového plánování ve stavebnictví k dispozici několik softwarů popsanych níže.

Pro specifické počítačové programy není problémem analyzovat a sestavit v grafické i numerické podobě různé přehledy potřeb zdrojů (materiálových, lidských, strojových) a nákladů, tzv. histogramy, které umožňují sledovat jejich čerpání a hledat eventuální náhradní možnosti jejich zabezpečení. [2]



Obr. 10 – Histogram
Zdroj: vlastní

Mezi nejznámější a nejvyužívanější softwary pro časové plánování patří bezpochyby Microsoft project. Při vytváření plánu projektu MS Project vypočítává a vytváří na základě zadaných informací pracovní plán pro úkoly, které je třeba provést, pracovníky, kteří na nich budou pracovat, materiál, který bude ke splnění těchto úkolů potřeba a s tím spojené náklady. Pomocí konečných termínů lze nastavit data, do kterých by měly být jednotlivé úkoly dokončeny. Kalendáře úkolů umožňují plánovat dobu, kdy lze na úkolech pracovat, a dobu, kdy na nich pracovat možné není, například z důvodu poruchy či odstavení výrobního zařízení.

K plánování úkolů je však nutná stavební praxe autora, jelikož v programu není zahrnut princip stavebně technologické analýzy, což je jeho velkou slabinou. Výhodou je naopak pro uživatele přívětivé pracovní prostředí a dobrá spolupráce se sadami Office, Office 365, SharePoint či Lync. Dále jsou tu rozšířené nástroje, například plánovač týmu umožňující sledovat a okamžitě opravovat potenciální problémy na síti, které by mohly mít vliv na časový plán. [2]

Dalším hojně využívaným, čistě stavebním a na českém trhu vytvořeným softwarem je CONTEC. Jeho zakladatelem je pan Prof. Ing. Čeněk Jarský DrSc., FEng. Systém CONTEC obsahuje dva druhy dat. Prvním druhem jsou data obsažená v databázi normativních údajů o procesech, dále v databázi kontrol kvality a v číselníku zdrojů. Druhým druhem dat jsou typové síťové grafy, jakožto typové postupy stavění jednotlivých druhů objektů. [2]

Všechny databáze i soustava typových síťových grafů jsou naplněny objektivizovanými hodnotami příslušných položek převzatých cca od 10ti českých stavebních firem. Údaje jsou podloženy více než 500 nejen kalkulovanými, ale i již realizovanými objekty. Databáze i typové síťové grafy se pravidelně půlročně aktualizují.

V databázi normativních údajů o procesech (činnostech) jsou obsaženy základní údaje o stavebních procesech v technologické struktuře dílčích stavebních procesů – řemesel, pracovních čet, nebo etapových procesů, procesů stupňů rozestavěnosti a objektových procesů, popř. skupin stavebních dílů a řemeslných oborů pro tisk rozpočtových sestav. Tyto údaje jsou vztažené na měrnou jednotku produktu stavebního procesu.

Databáze kontrol kvality obsahuje všechny popisné údaje sloužící k řízení a kontrole kvality stavebního díla. Velice úzce navazuje na databázi normativních údajů o procesech. V databázi kontrol kvality jsou uloženy pouze kontroly k těm procesům, které jsou uloženy v databázi procesů. Jiné kontroly se zde nevyskytují.

Číselník zdrojů se do systému zavádí z důvodu úspory místa v souborech jednotlivých stavebně technologických projektů. V číselníku zdrojů je obsažen název zdroje, číselný kód zdroje, slovní zkratka zdroje (klíč), měrná jednotka zdroje, hlavní náklady na měrnou jednotku zdroje v Kč/m.j. a další náklady na měrnou jednotku v Kč/m.j.. [2]

Díky metodě stavebně technologického síťového grafu je možné využívat pro sestavení všech dokumentů předem připravených typových síťových grafů, které jsou modifikovatelné dle prostorové struktury konkrétních objektů. Při výpočtu síťových grafů se automaticky provádí jejich optimalizace z hlediska maximálního využití pracovního prostoru. Pokud klient trvá na výstupu v programu MS Project, systém CONTEC mu i toto umožní, neboť má možnost exportu síťového grafu přes Excelovský soubor. Po přenosu do MS Projectu však uvedené výhody systému CONTEC mizí.

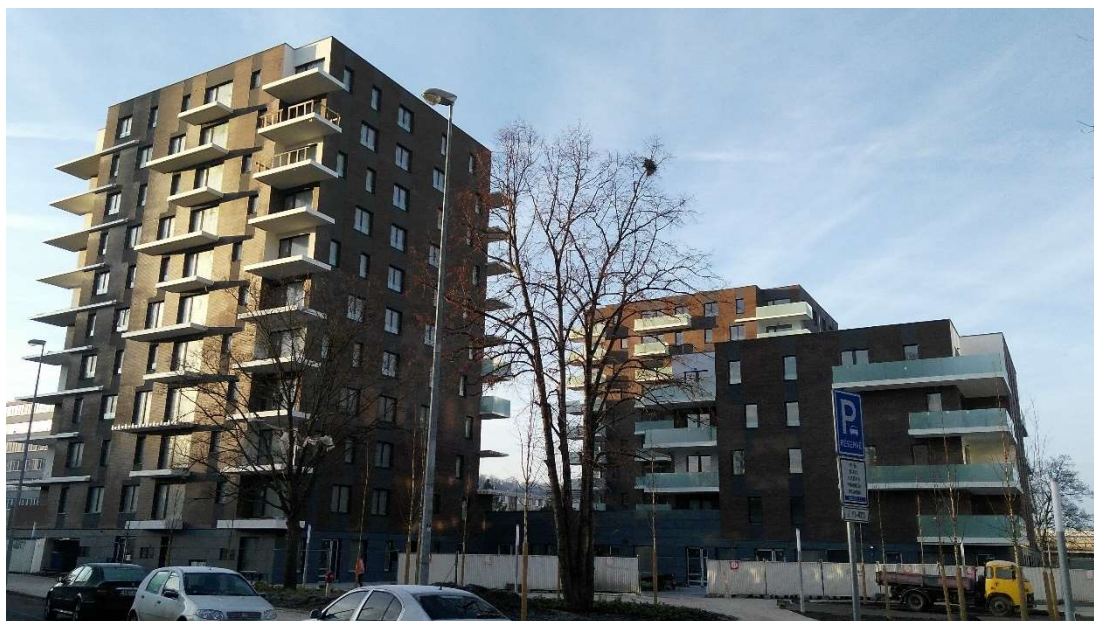
Dalšími alternativami je na poli českého trhu například Instant team, na poli zahraničním Time-Line, Primavera aj. Jejich vizuální stránka a práce s nimi je obdobná jako u zmiňovaného MS Project, záleží už jen na uživateli, jaký z nich preferuje.

4. Časové plánování v praxi

Ačkoliv je každá stavba jedinečná, výrobní časy jednotlivých etap by u typově podobných objektů neměly výrazně kolísat. V kapitolách níže jsou porovnány vybrané etapy zrealizovaných zakázek, které lze porovnávat na základě jejich obdobných ploch a objemů. Z dostupných časových plánů se následně rozebírají odchylky, které vznikly a čas, který by se případně dal uspořit.

4.1 Popis zakázek

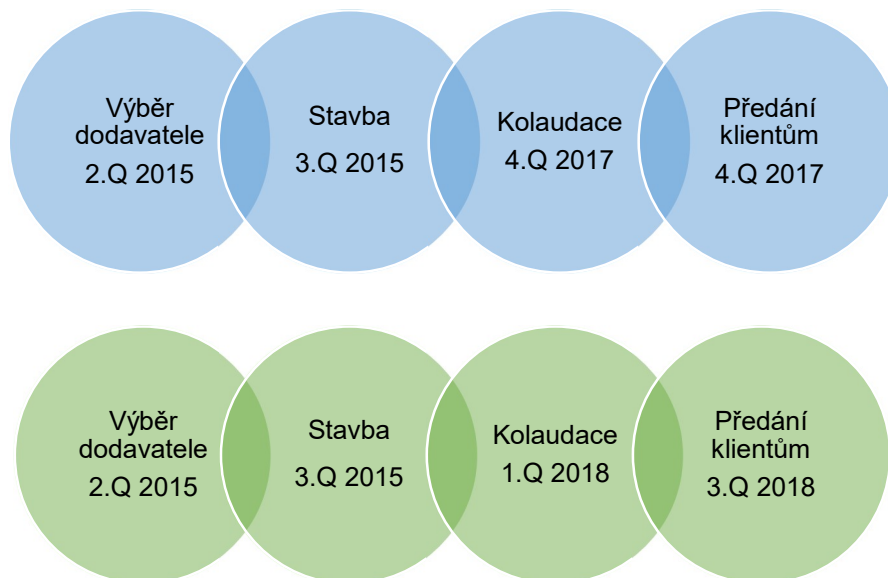
Polyfunkční dům Kindergarten



Obr. 11 - Pohled na Polyfunkční dům Kindergarten
Zdroj: vlastní

Kindergarten je soustava tří objektů (A, B, C) skládajících se ze dvou podzemních a až jedenácti nadzemních pater. Objekt „A“ tvoří 5 nadzemních podlaží, objekt „B“ 10 nadzemních podlaží a objekt „C“ 11 nadzemních podlaží.

Nosnou konstrukci tvoří kombinace monolitického svislého systému (2.PP-1.NP) a stěnový systém (2.NP-11.NP). Stavba je založena na velkopřůměrových pilotách vetknutých do únosného skalnatého podloží. Dům je navržen jako polyfunkční, s bytovými jednotkami od 2.NP až 11.NP s celkovým počtem 135 o rozloze 8086,8 m² a s komerčními prostory v 1.NP o rozloze 1888,2 m². Objekty ve 2.NP spojuje privátní park se zelení. V podzemních patrech se nachází garáže se sklepními kóji.



Obr. 12 - Data plánovaných a skutečných termínů dokončení
Zdroj: [11] a vlastní úprava

	Počet bytů v objektu				Celková plocha bytů [m ²]	Počet sklepních kójí
	1kk	2kk	3kk	4kk		
Objekt A	7	7	9	-	648	86
Objekt B	-	34	19	-	3538,2	54
Objekt C	-	48	10	1	3900,6	-
Celkem bytů					Celková plocha	
136					8086,8	
Komerční prostory					1888,2	
Zastavěná plocha					3176,7	

Tabulka 1 – Počty a plochy užitných prostor projektu Kindergarten
Zdroj: [14] a vlastní úprava



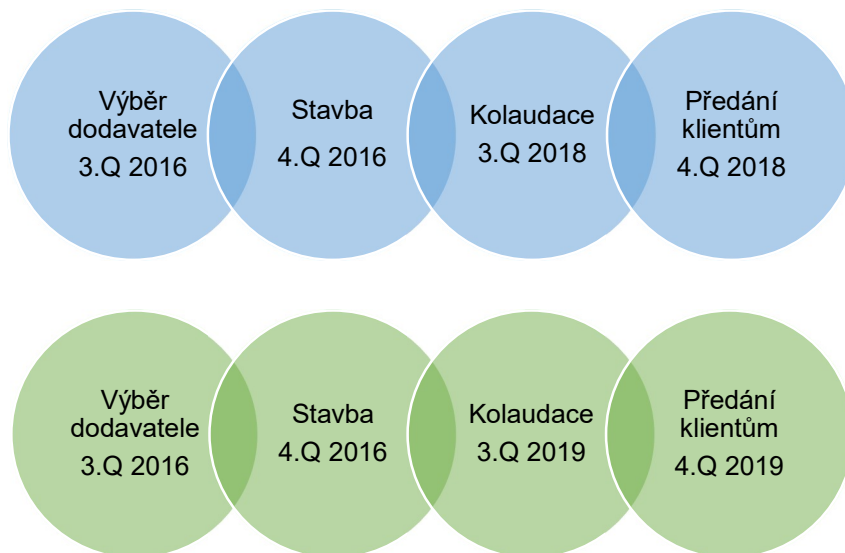
Obr. 13 - Pohled do atria
Zdroj: vlastní

Rezidence Vitality



*Obr. 14 - Pohled na Rezidenci Vitality
Zdroj: [10]*

Rezidence Vitality tvoří pět stejně vysokých věží (A, B, C, D, E) s jedním podzemním podlažím a čtyřmi nadzemními se součástí zděné střešní nástavby. Nosná konstrukce je kombinace monolitického sloupového systému (1.PP) a monolitického stěnového (1.NP-4.NP). Stavba je založená na pilotách. Objekt je navržený jako dům pro seniory s bytovými jednotkami od 2.NP až po 4.NP v počtu 49 s rozlohou 6053,4 m² a komerčními plochami v 1.NP o rozloze 1714,7 m², kde se nachází například zázemí pro seniory, ordinace nebo restaurace.



Obr. 15 - Data plánovaných a skutečných termínů dokončení
Zdroj: [11] a vlastní úprava

	Počet bytů v objektu				Celková plocha bytů [m ²]	Počet sklepních kójí
	1kk	2kk	3kk	4kk		
Objekt A	9	9	6	-	2841,7	37
Objekt B	2	2	1	-	691,3	
Objekt C	1	3	-	1	687,7	
Objekt D	2	2	1	-	702,5	
Objekt E	4	4	2	-	1130,2	
Celkem bytů					Celková plocha	
49					6053,4	
Komerční prostory					1714,7	
Zastavěná plocha					2813,4	

Tabulka 2 – Počty a plochy užitných prostor projektu Vitality
Zdroj: [15] a vlastní úprava

4.2 Časové plány výstavby

Výše zmíněné stavby realizovala jako generální dodavatel firma Metrostav a.s.. Z důvodů vyvíjeného tlaku na rychlost podání cenové nabídky, jejíž součástí je i časový plán výstavby, firma využívá při jejich sestavování především své dlouholeté praxe v oblasti bytové výstavby, odborné kvalifikace svých zaměstnanců a předpoklad udržení stejného či obdobného způsobu výstavby.

Právě díky těmto pilířům, si může dovolit sestavovat časové plány tímto způsobem a upozadit dostupnou teorii. Nicméně zda je toto adekvátní způsob, se dále zabývá kapitola 4.3.

Správné načasování výstavby je samozřejmě klíčové pro úspěšné uvedení stavby do provozu, často však nezáleží pouze na chodu samotné výstavby, nýbrž na plnění legislativních povinností spojených se stavbou. Pokud se před nebo v průběhu výstavby objeví potřeby důležitého chybějícího dokumentu, kam spadá například vyjádření dotčených orgánů stavby (DOS), správní lhůty navyšují časovou ztrátu mnohdy až o týdny. Časové prostoje způsobené následnou organizací výstavby mnohdy spojují problémy technické, technologické, ale i problémy spojené se zásahy nepříznivých klimatických podmínek, se kterými se stavba nečekaně musí potýkat. Na všechna tato rizika musí být v harmonogramu brán zřetel a zásadní milníky plánovat pečlivě, s dostatečnou rezervou a zásadně pouze pro činnosti, které se budou během výskytu těchto podmínek provádět.

Faktem je, že na počátku výstavby, při předání a převzetí staveniště, měly obě stavby časově téměř shodný časový plán, čehož si lze povšimnout v termínových listinách v kapitole 4.1. Ani jedna ze staveb však nepředala objekt ve stanoveném termínu a u projektu Rezidence Vitality se doba výstavby prodloužila až o jeden rok. Probírané stavby jsou navíc prozřetelně kombinací výše zmíněných problémů týkajících se legislativy a nepříznivých klimatických podmínek. Zatímco Kindergarten se potýkalo s živelným problémem, Rezidence Vitality řešila problémy právního charakteru. U obou však tyto problémy nastaly až při dokončování projektu, kdy už odchylky od časového plánu dávno vznikly. Předzvěstí skluzu byly již rozsáhlé etapy na počátcích výstavby.

Pro přehled na úvod autor zpracoval seznam nejčastějších příčin vzniku odchylek, které předpokládá, že se projeví i při rozbořech konkrétních etap této diplomové práce:

- Špatná organizace procesů
- Nereálně stanovené cíle
- Nepředvídatelné externí vlivy
- Organizační změny
- Jiné technologické postupy

4.3 Rozbor konkrétních etap z harmonogramu

V rámci výstavby bylo u obou projektů investorem stanoveno 8 milníků, mezi něž patří například dokončení pilot, dokončení monolitických stropních konstrukcí 1PP nebo dokončení fasádního pláště. S ohledem na téměř totožný zastavěný prostor autor s analýzou časových plánů cílí na zemní práce se zakládáním a na vznik nosné konstrukce, kde se podobá plocha nadzemních prostor.

Tyto činnosti navíc z velké části ovlivní návaznosti přidružených činností, jelikož pokud nastane zpoždění v průběhu zemních prací, nelze realizovat nosnou konstrukci. Nosná konstrukce dále podněcuje začátek profesí na objektech apod.

Zároveň se časy uvedené v harmonogramech obou projektů navzájem liší v řádech desítek dnů, což lze brát jako znatelný rozdíl a je to další podnět pro analýzu těchto činností.

Při sestavování harmonogramů byl využit rozpočtový program KROS, odkud byly převzaty hodnoty normohodin.

4.3.1 Zemní práce a zakládání

Obor zemních prací a zakládání staveb prošel za uplynulá desetiletí mohutným rozvojem v důsledku pokroku především v oblasti technologií. V současné době lze díky tomu řešit i nebývale složité úkoly v poměrně krátkém časovém horizontu a ušetřit tak spoustu času hned na počátku.

V případě zakládání se stavba Kindergarten potýkala s rizikovou situací, jelikož její zájmové území leží v zářezích řeky Vltavy, kde hrozil únik spodní vody do základů stavby. Pokud by tato situace nastala, vyvolala by zpoždění harmonogramu a drahé odvodnění stavební jámy. Kvůli tomuto faktoru se ve stavební jámě využilo záporového pažení s milánskými stěnami, které měly hrozbě úniku spodní vody zabránit. Záporové pažení zároveň představovalo jeden z neekonomičtějších způsobů, jak stavební jámu ochránit před únikem podzemní vody a efektivně využít milánské stěny pro zakládání hlubších podzemních podlaží pod hladinou spodní vody.



Obr. 16 - Stavební jáma Kindergarten při zakládání
Zdroj: vlastní

2.fáze - Realizace Kindergarten (zahájení 2.fáze od 4.4.2016)	636 dny	4.4. 16	30.12. 17
Převýkop, zajištění jámy, výkopy, kotvení stěn, pilotové založení	98 dny	4.4. 16	10.7. 16
Zřízení zařízení staveniště a staveništních přípojek	35 dny	4.4. 16	8.5. 16
Zajištění stavební jámy, výkopy na pilotovací rovinu, čerpací studně	65 dny	9.4. 16	12.6. 16
Pilotové založení a postupné dočištění na základovou spáru, podkl.betony, zemnění, ochrana před blud.proudy - vodorovná	35 dny	6.6. 16	10.7. 16
1. Mílník MTS (dokončení pilot v 2.PP)	0 dny	10.7. 16	10.7. 16

Obr. 17 - Výrobní harmonogram zemních prací a zakládání Kindergarten
Zdroj: [11]

Naproti tomu se realizace stavební jámy u Rezidence Vitality obešla díky přívětivým geologickým podmínkám a pouze jednomu podzemnímu podlaží bez speciálního zakládání a pažení, což v porovnání projektů znamená velkou časovou úsporu. Je však zajímavé, že i přes to se stavba ve fázi zajištění stavební jámy a výkopových prací dostala časově téměř totožně na úroveň Kindergarten, což značí harmonogram níže s uvedenými 66ti dny.

U tohoto projektu bylo zároveň výhodou to, že byl již druhou etapou sousedící stavby. Tvůrci časového plánu tak znali zdejší geologické poměry, třídy těžitelnosti zemin a nemuseli se detailně zabývat dodatečnými geologickými průzkumy.



Obr. 18 - Stavební jáma Rezidence Vitality
Zdroj: vlastní

Zemní práce	511 dny	18.11. 16	12.4. 18	
Skrývka omíče	7 dny	18.11. 16	24.11. 16	17
Realizace zajištění stavební jámy	21 dny	9.12. 16	29.12. 16	19FS+14 dny
Výkopové práce, příprava pro pilotovací rovinu	45 dny	16.12. 16	29.1. 17	20FS-14 dny
Demolice skrytých překážek	21 dny	9.1. 17	29.1. 17	21FF
Výkopové práce, příprava základové spáry	14 dny	25.2. 17	10.3. 17	26
Zásypy vč. realizace drenáže	60 dny	29.7. 17	26.9. 17	49FS-21 dny
Realizace HTÚ	60 dny	12.2. 18	12.4. 18	26FS-21 dny
Speciální zakládání piloty	40 dny	16.1. 17	24.2. 17	21FS-14 dny

Obr. 19 - Výrobní harmonogram zemních prací Rezidence Vitality
Zdroj: [11]

Objem zeminy z odtěžené stavební jámy byl u Kindergarten přibližně 19306 m³ a u Rezidence Vitality zhruba 12135 m³. Dalo by se tedy předpokládat, že práce u Rezidence Vitality budou vzhledem k objemu stavební jámy a technologii provádění minimálně o třetinu kratší. Z výše dostupných harmonogramů od zhotovitele jednotlivých staveb je ale vidno, že se celková doba provádění zemních prací liší až o 400 dní, což už představuje rapidní rozdíl.

S ohledem na tvorbu časových plánů na základě odborných odhadů, je vhodné při těchto zjištěních, podložit a porovnat uvedené časy výpočty. Pro tento účel se využijí normy času a předepsaný počet nutných pracovníků, který bude alespoň z části simulovat skutečnost, s níž tvůrci časových plánů počítali. Činnosti jsou v obou harmonogramech čitelně a jasně popsány, díky čemuž je rozboru lze podrobit.

U zemních prací autor, i s ohledem na realitu, kalkuloval s nasazením dvou čt a pracemi pouze v jednom záběru. Na základě toho jím byly vytvořeny vlastní časové plány v programu MS Project, jakožto srovnání s časovými plány staveb.

Při tvorbě harmonogramu autor uvažuje s osmihodinovou pracovní dobou a pracemi pouze ve všední dny. S tímto pracovním intervalem uvažuje především z důvodu legislativy, kterou stanovuje Zákoník práce, ale také proto, že stavba je situována v zastavěné městské části a docházelo by k omezování zdejších obyvatel nadměrným hlukem a prašností.

Spotřeba času u projektu Kindergarten:

Skrývka ornice s přemístěním na vzdálenost do 50 m → uložení na deponii, využije se při zasypání objektů

$$352,9 * 0,097 = 34,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{24,2}{8*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Hloubení jam zapažených do 5000 m³

$$5000 * 1,012 = 5060 \text{ Nh} \rightarrow \frac{5060}{12*8} = 53 \text{ dní} * 3 = 158 \text{ dní}$$

$$4306 * 1,012 = 4358 \text{ Nh} \rightarrow \frac{4358}{12*8} = 47 \text{ dní}$$

Celkem 205 dní

Zřízení pažení

$$2371,5 * 0,262 = 621,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{621,3}{4*8} = \mathbf{19 \text{ dní}}$$

Nakládání výkopku z hornin tř. 1-4 přes 100 m³

$$17747 * 0,097 = 1721,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{1721,5}{8*8} = \mathbf{27 \text{ dní}}$$

Svislé přemístění hloubky výkopu do 6 m

$$9653 * 0,626 = 6042,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{6042,8}{12*8} = \mathbf{63 \text{ dní}}$$

Svislé přemístění hloubky výkopu do 4 m

$$9653 * 0,519 = 5009,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{5009,9}{4*8} = \mathbf{157 \text{ dní}}$$

Odvoz zeminy bude směřován na deponii vzdálenou pouhé 4 km od místa stavby. Cesta zabere přibližně 15 minut. Zeminu bude odvážet nákladní automobil s navršeným objemem korby 12 m³. Když se vezme v úvahu základní objem lžice rypadla 1,1 m³ a čas na naložení nákladního automobilu, který je zhruba 4 minuty, bude nutné pro vytížení rypadla nasadit 4 nákladní automobily.

Čas na naložení nákladního automobilu byl zjištěn autorem této diplomové práce na základě měření jednoho pracovního cyklu přímo na stavbě. Tento čas se skládá z rozpojování horniny s následným přemístěním, odhozu a návratu do počáteční pozice při rozpojování horniny.

Část zeminy vytěžené ze stavební jámy o objemu 1558,4 m³ bude použita na pozdější zásypy kolem objektů společně s objemem skrývky ornice. Obě tyto položky budou dočasně uloženy na deponii stavby.

Vodorovné přemístění do vzdálenosti 50 m

$$1558,4 * 0,074 = 115,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{115,3}{8*8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Vodorovné přemístění do vzdálenosti 5000 m

$$17747 * 0,062 = 1100,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{1100,3}{8*8} = \mathbf{17 \text{ dní}}$$

Uložení sypaniny na skládky

$$17747 * 0,009 = 159,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{159,7}{4*8} = \mathbf{5 \text{ dní}}$$

Zásypy kolem objektů se zhutněním

$$1911,3 * 0,299 = 571,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{571,5}{12*8} = \mathbf{6 \text{ dní}}$$

Z vytvořeného časového plánu je očividné, že se doba trvání neshoduje s harmonogramem generálního zhotovitele, který uvádí na realizaci zemních prací pouhých 98 dní. To je rozdíl 112 dní. Při uvážení hloubky v kombinaci s rozsahem stavební jámy a složitosti zajištění stavební jámy vlivem okolních podmínek, lze tvrdit, že harmonogram generálního zhotovitele je značně podhodnocený. Samotné hloubení jam by se teoreticky mělo pohybovat okolo 200 dnů, včetně uvážení vodorovných a svislých přesunů zeminy. Generální zhotovitel však uvádí pouze 65 dnů.

Kromě časového podhodnocení harmonogramu generálního zhotovitele, je zároveň možné si u něj povšimnout nadměrné agregace položek. Neuvádí zásadní procesy, jako již zmíněné vodorovné a svislé přesuny odtěžené zeminy, nakládání výkopku a uložení sypaniny na skládky. Vzhledem k objemu odtěžované zeminy jsou právě tyto činnosti, které jsou, co se času týče, stěžejní.

Spotřeba času u projektu Rezidence Vitality:

Skrývka ornice s přemístěním na vzdálenost do 50 m → uložení na deponii, využije se při zasypání objektů

$$413,3 * 0,097 = 40,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{40,1}{8*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Hloubení jam zapažených do 5000 m³

$$5000 * 1,012 = 5060,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{5060,2}{12*8} = 53 \text{ dní} * 2 = 106 \text{ dní}$$

$$2135 * 1,012 = 2160,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{2160,6}{12*8} = 23 \text{ dní}$$

Celkem 129 dní

Svislé stěny stavební jámy se mohou obejít krátkodobě bez pažení, ale pouze do výšky 1,2. Stěny hloubené stavební jámy projektu Vitality ovšem dosahovaly na výšku až 6 m. Bylo tak na místě stěny zajistit proti sesunutí. S přihlédnutím na dostatek okolního prostoru se pro zajištění stavební jámy jeví jako nejideálnější využít svahování.

Zajištění stavební jámy

$$916 * 0,261 = 239,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{239,1}{4 * 8} = \mathbf{10 \text{ dní}}$$



Obr. 20 - Panorama zajištění stavební jámy Rezidence Vitality
Zdroj: vlastní

Nakládání výkopku z hornin tř. 1-4 přes 100 m³

$$12135 * 0,097 = 1177,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{1177,1}{8 * 8} = \mathbf{18 \text{ dní}}$$

Svislé přemístění hloubky výkopu do 6 m

$$12135 * 0,626 = 7596,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{7596,5}{12 * 8} = \mathbf{79 \text{ dní}}$$

Pro zásypy kolem objektů bude při dokončení spodní stavby využita ornice a část výkopu stavební jámy, uložené na deponii stavby.

Zásypy kolem objektů se zhutněním

$$1911,3 * 0,299 = 571,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{571,5}{12 * 8} = \mathbf{6 \text{ dní}}$$

Zemina z výkopu bude odvážena ze staveniště na nejbližší možnou deponii, což v případě Rezidence Vitality je deponie vzdálená 7 km. Zeminu bude taktéž odvážet nákladní automobil s navršeným objemem korby 12 m³ a rypadlo s objemem lopaty 1,1 m³. Vzhledem k předpokládanému provozu na komunikacích cesta na deponii zabere přibližně 25 minut. Z tohoto důvodu bude pro vytížení rypadla zapotřebí nasadit alespoň 6 nákladních automobilů.

Vodorovné přemístění do vzdálenosti 50 m

$$1640,1 * 0,074 = 121,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{121,4}{8 * 8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Vodorovné přemístění do vzdálenosti 10 000 m

$$10494,9 * 0,083 = 871,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{871,1}{8 * 8} = \mathbf{14 \text{ dní}}$$

Uložení sypaniny na skládky

$$10494,9 * 0,009 = 94,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{94,5}{4 * 8} = \mathbf{3 \text{ dní}}$$

Realizace HTÚ

$$500 * 0,416 = 208 \text{ Nh} \rightarrow \frac{208}{4*8} = 7 \text{ dní} * 2 = 14 \text{ dní}$$

$$227 * 0,416 = 94,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{94,4}{12*8} = 1 \text{ den}$$

Celkem 15 dní

Výsledná doba u autorem vytvořeného harmonogramu na projekt Vitality představuje ani ne poloviční čas oproti projektu Kindergarten. Rozchází se ale o něco málo přes 400 dní od časového plánu zhotovitele.

Je vhodné si všimnout, že zhotovitel, na rozdíl od autora diplomové práce uvádí návaznost zásypů až po dokončení vodorovných konstrukcí posledních pater. V tom případě dojde k tomuto bodu až po uplynutí 139 dní, které sice stále nevybalancují takto zřetelný časový rozdíl, ale časovou úsporu znamenají. Bylo by tak vzhledem k tomuto faktu vhodné navázat zásypy, stejně jako to udělal autor, kontinuálně za další činnosti a uspořit tím značný čas. Práce na železobetonových konstrukcích by toto řešení nikterak nelimitovalo a časově by se vše plynule pokrylo.

Zároveň realizace HTÚ je podmíněna dokončením speciálního zakládání pilot, které autor v diplomové práci neuvažuje a znamená to pak další odchylku v době trvání zhruba 105 dní.

24	Zásypy vč. realizace drenáže	60 dny	29.7. 17	26.9. 17	49FS-21 dny
25	Realizace HTU	60 dny	12.2. 18	12.4. 18	26FS-21 dny
26	Speciální zakládání piloty	40 dny	16.1. 17	24.2. 17	21FS-14 dny
27	Železobetonové a betonové konstrukce	487 dny	11.3. 17	10.7. 18	
28	Spodní stavba	35 dny	11.3. 17	14.4. 17	
29	Realizace podkladních betonů _provedení bílá vana	14 dny	11.3. 17	24.3. 17	23
30	Realizace základové desky	21 dny	25.3. 17	14.4. 17	29
31	Hlavní monolitické konstrukce RSCIII_Vitality	126 dny	15.4. 17	18.8. 17	
32	1.PP	28 dny	15.4. 17	12.5. 17	
33	Svislé konstrukce	21 dny	15.4. 17	5.5. 17	30
34	Vodorovné konstrukce	14 dny	29.4. 17	12.5. 17	33FS-7 dny
35	1.NP	28 dny	6.5. 17	2.6. 17	
36	Svislé konstrukce	21 dny	6.5. 17	26.5. 17	34FS-7 dny
37	Vodorovné konstrukce	14 dny	20.5. 17	2.6. 17	36FS-7 dny
38	2.NP	28 dny	27.5. 17	23.6. 17	
39	Svislé konstrukce	21 dny	27.5. 17	16.6. 17	37FS-7 dny
40	Vodorovné konstrukce	14 dny	10.6. 17	23.6. 17	39FS-7 dny
41	3.NP	28 dny	17.6. 17	14.7. 17	
42	Svislé konstrukce	21 dny	17.6. 17	7.7. 17	40FS-7 dny
43	Vodorovné konstrukce	14 dny	1.7. 17	14.7. 17	42FS-7 dny
44	4.NP	28 dny	8.7. 17	4.8. 17	
45	Svislé konstrukce	21 dny	8.7. 17	28.7. 17	43FS-7 dny
46	Vodorovné konstrukce	14 dny	22.7. 17	4.8. 17	45FS-7 dny
47	5.NP	21 dny	29.7. 17	18.8. 17	
48	Svislé konstrukce	14 dny	29.7. 17	11.8. 17	46FS-7 dny
49	Vodorovné konstrukce vč. atiky	14 dny	5.8. 17	18.8. 17	48FS-7 dny

*Obr. 21 - Návaznost zásypů a dokončení vodorovných konstrukcí
Zdroj: vlastní; vytvořeno v MS Project*

V tuto chvíli se tak rozdíl eliminoval na přibližně 150 dní, jejichž přebytek už se dá odvodit prostým nahlédnutím do harmonogramu autora a generálního zhotovitele. Obecně se totiž jednotlivé časy liší v řádech týdnů, což může mít na svědomí několik příčin.

Tou nejzásadnější bude rozdílný počet pracovníků v pracovních čtách. Autor totiž kalkuluje s teoretickou hodnotou, která bývá v praxi málokdy využívána a generální zhotovitel přiděluje čtám počty pracovníků v závislosti na časových a dalších možnostech.

V ten samý okamžik, co je k dispozici požadovaný počet dopravních prostředků, k nim nemusí být přidělen dostatečný počet rypadel. Nebo je naopak možné, že se stroje v jednu chvíli pokryjí v takovém rozsahu, že čas na nakládku a vykládku zeminy ztlačí uspoří.

V neposlední řadě je v časovém plánu generálního zhotovitele uvažována položka „demolice skrytých překážek“, se kterou autor neuvažuje a dává mu to tak několik týdnů další časovou úsporu.

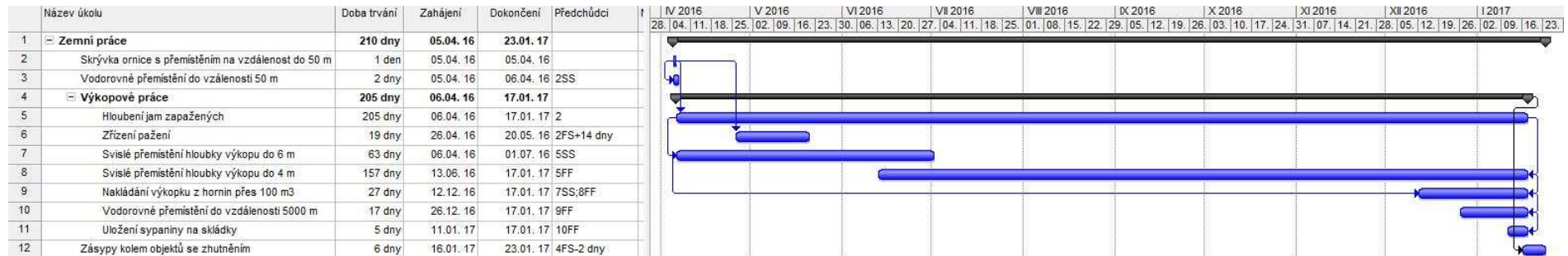
Je zde zároveň odchylka v položce „hloubení jam“, kterou ovšem zhotovitel ve svém harmonogramu uvádí o několik týdnů kratší než autor. Autor však při hloubení jam počítá i se svislým a vodorovným přemístěním odtěžené zeminy, což by ale naopak v časovém plánu zhotovitele při započtení znamenalo spíše nárůst doby trvání, nikoliv její snížení.

Pro zajímavost autor níže přikládá aktualizovaný harmonogram generálního zhotovitele na projekt Vitality. V tom už se promítá skutečně nastalý stav projektu Vitality a mění se návaznosti na přidružené činnosti. Svědčí o tom procenta plnění, ze kterých je díky hodnotě 100% jasné, že harmonogram se aktualizoval až po dokončení výkopových prací. Jak je vidno, původní doba se ponížila o celou polovinu. Právě předělané návaznosti činností mají za následek úsporu času, společně s ponížením potřebného času například u výkopových prací na hlavní úroveň, zásypů nebo realizace HTÚ.

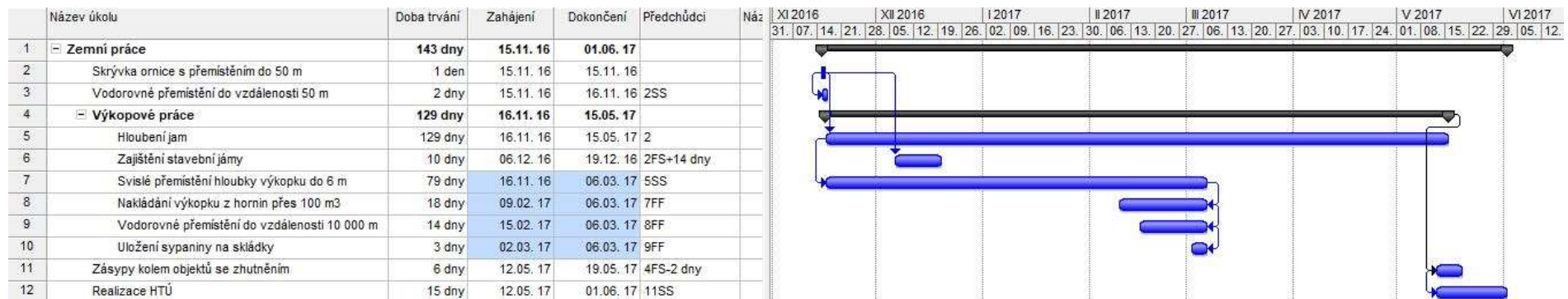
Výkopové práce se díky těmto skutečnostem dostaly na předpokládaných 200 dní. Tato doba spíše odpovídá časovému plánu autora.

29	Výkopové práce, příprava pro pilotovací roviny	237 dny	12.11. 16	06.07. 17	100%	
30	Výkopové práce, příprava pilotovací roviny	45 dny	12.11. 16	26.12. 16	100%	23SS
31	Těžení v okolí tunelové routy vč. realizace zátěžového valu	10 dny	27.02. 17	08.03. 17	100%	39,28FS-10 dny
32	Vytěžení zátěžového valu	18 dny	19.06. 17	06.07. 17	100%	27FS-5 dny
33	Příprava základové spáry II. fáze	3 dny	04.07. 17	06.07. 17	100%	32FF
34	Demolice skrytých překážek	21 dny	06.12. 16	26.12. 16	100%	30FF
35	Výkopové práce hl. úroveň	14 dny	20.01. 17	02.02. 17	100%	39
36	Příprava základové spáry I. fáze	10 dny	18.04. 17	27.04. 17	100%	57:35
37	Zásypy vč. realizace drenáže	30 dny	02.07. 17	31.07. 17	100%	-21 dny;75,32FS-5 dny
38	Realizace HTÚ	45 dny	01.09. 17	16.10. 17	100%	223SF-200 dny
39	Speciální zakládání piloty SoD	14 dny	06.01. 17	19.01. 17	100%	30FS+10 dny

Obr. 22 - Aktualizace harmonogramu zemních prací projektu Vitality
Zdroj: [11]



Obr. 23 - Autorem vytvořený harmonogram zemních prací projektu Kindergarten
Zdroj: vlastní; vytvořeno v MS Project



Obr. 24 - Autorem vytvořený harmonogram zemních prací projektu Vitality
Zdroj: vlastní; vytvořeno v MS Project

4.3.2 Nosná konstrukce 1.NP

Další fáze výstavby, kterou je možné podrobit rozboru a lze u ní očekávat alespoň minimální odchylky při provádění je výstavba hlavní nosné konstrukce. V tomto etapovém procesu se práce zaobírá pouze konstrukcí 1.NP a 2.NP. Je tomu tak z důvodů odlišnosti počtu podzemních podlaží jednotlivých domů, které tato práce řeší.

Na svislé konstrukce 1.NP při ploše 2353 m² bylo u domu Kindergarten použito 261 m³ betonu a na vodorovné konstrukce 579 m³ betonu. U Rezidence Vitality bylo použito na svislé konstrukce 1.NP 284 m³ betonu při ploše 2755 m² a na vodorovné konstrukce 668 m³ betonu.

Objemu prací u svislých konstrukcích odpovídají i podobné doby trvání uvedené v příložených časových plánech, s rozdílem pouze několik dní. S odlišným objemem se ale potýká betonáž stropu nad 1.NP u projektu Kindergarten, která kromě potřeby menšího množství betonu než u projektu Vitality, není v časovém plánu u projektu Kindergarten zahrnuta. Dá se pouze předpokládat, že by se měla od projektu Vitality lišit v řádech několika dní.

provádění ŽBK 1.NP - 11.NP	201 dny	26.9. 16	14.4. 17
2. Mílník MTS (dokončení betonáže stěn 1.NP ŽBK na objektech A, B,C) - možnost zaměření geodetem do KN	0 dny	20.10. 16	20.10. 16
2. Mílník INV (předání změn na ŽBK 4.NP - 11.NP statika)	0 dny	25.10. 16	25.10. 16
3. Mílník MTS (dokončení ŽBK na objektu A)	0 dny	2.1. 17	2.1. 17
4. Mílník MTS (dokončení ŽBK komplet - bez odstojkování)	0 dny	24.4. 17	24.4. 17

Obr. 25 - Časový plán železobetonových konstrukcí projektu Kindergarten
Zdroj: [11]

Hlavní monolitické konstrukce RSCIII_Vitality	126 dny	15.4. 17	18.8. 17	
1.PP	28 dny	15.4. 17	12.5. 17	
Svislé konstrukce	21 dny	15.4. 17	5.5. 17	30
Vodorovné konstrukce	14 dny	29.4. 17	12.5. 17	33FS-7 dny
1.NP	28 dny	6.5. 17	2.6. 17	
Svislé konstrukce	21 dny	6.5. 17	26.5. 17	34FS-7 dny
Vodorovné konstrukce	14 dny	20.5. 17	2.6. 17	36FS-7 dny
2.NP	28 dny	27.5. 17	23.6. 17	
Svislé konstrukce	21 dny	27.5. 17	16.6. 17	37FS-7 dny
Vodorovné konstrukce	14 dny	10.6. 17	23.6. 17	39FS-7 dny
3.NP	28 dny	17.6. 17	14.7. 17	
Svislé konstrukce	21 dny	17.6. 17	7.7. 17	40FS-7 dny
Vodorovné konstrukce	14 dny	1.7. 17	14.7. 17	42FS-7 dny
4.NP	28 dny	8.7. 17	4.8. 17	
Svislé konstrukce	21 dny	8.7. 17	28.7. 17	43FS-7 dny
Vodorovné konstrukce	14 dny	22.7. 17	4.8. 17	45FS-7 dny
5.NP	21 dny	29.7. 17	18.8. 17	
Svislé konstrukce	14 dny	29.7. 17	11.8. 17	46FS-7 dny
Vodorovné konstrukce vč. atiky	14 dny	5.8. 17	18.8. 17	48FS-7 dny

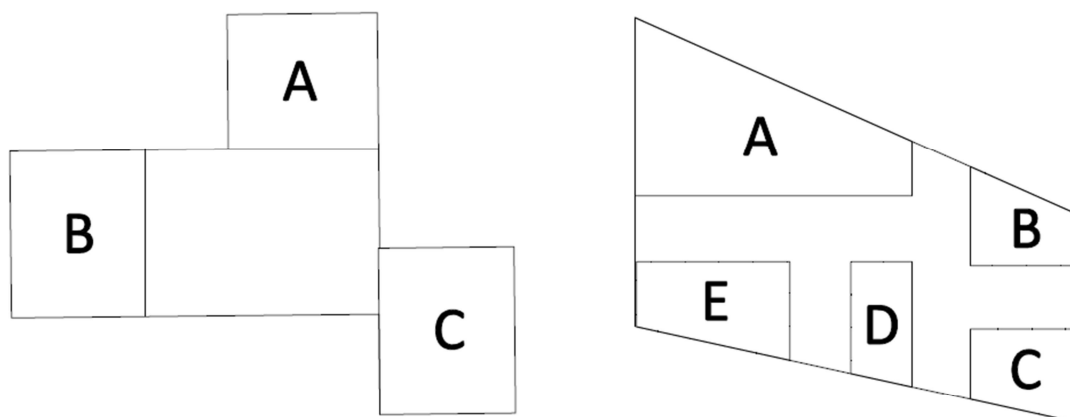
Obr. 26 - Časový plán železobetonových konstrukcí projektu Vitality
Zdroj: [11]

Monolitické konstrukce jsou v obou harmonogramech uvedeny agregovanou položkou, i proto bude zajímavé si konstrukci v jednotlivých patrech rozebrat detailně, tzn. bednění, zřízení podpěrné konstrukce, vázání výztuže, betonáže a odbednění. Složitější bude v závěru pátrání po časových odchylkách, jejichž původ bude muset autor vyvodit na základě předpokladů.

Časy ve vytvořených časových plánech, opírajících se o teoretické poznatky, budou v závěru podrobeny srovnání se skutečnými časy uvedenými v harmonogramech jak v projektu Kindergarten, tak u projektu Vitality, které jsou přiloženy výše.

U realizace nosných konstrukcí se stejně jako u zemních prací a zakládání znovu uvažuje s osmi hodinovou pracovní dobou a volnými víkendy.

Kvůli rozsáhlejším objemům monolitických konstrukcí je zapotřebí obě stavby rozdělit do dvou záběrů a s logickou návazností plynule postupovat v jednotlivých řemeslech. Je také důležité, aby bylo bráno v potaz dostatečné množství bednicích prvků, jejich obratovost a zejména dostatečná kapacita čtveřiček vazačů, či betonářů. Zároveň je snaha autora co nejpřesněji vystihnout skutečný stav počtu lidí při realizaci projektů. Vzhledem k těmto faktorům autor na monolitické práce 1.NP přidělil dvě čtveřičky vazačů, dvě čtveřičky tesařů, na svislé konstrukce dvě čtveřičky betonářů a vodorovné konstrukce šest čtveřiček betonářů.



Obr. 27 - Půdorysné schéma projektu Kindergarten (vlevo) a Rezidence Vitality (vpravo)
Zdroj: vlastní

Spotřeba času na jeden záběr u projektu Kindergarten – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$16,95 * 36,738 = 622,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{622,7}{12 * 8} = 7 \text{ dní}$$

Montáž bednění

$$617,7 * 0,45 = 278 \text{ Nh} \rightarrow \frac{278}{6 * 8} = 6 \text{ dní}$$



Obr. 28 - Bednění svislých konstrukcí
Zdroj: [14]

Betonáž

$$130,5 * 1,2 = 156,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{156,6}{8 * 8} = 3 \text{ dny}$$

Odbednění

$$617,7 * 0,17 = 105 \text{ Nh} \rightarrow \frac{105}{6 * 8} = 2 \text{ dny}$$

Spotřeba času na jeden záběr u projektu Kindergarten – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$1176,5 * 0,377 = 443,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{443,5}{6 * 8} = 9 \text{ dní}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$1176,5 * 0,2 = 235,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{235,3}{6 * 8} = 5 \text{ dní}$$

Vázání výztuže

$$33,3 * 38,118 = 1269,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{1269,3}{10 * 8} = 16 \text{ dní}$$

Na jeden záběr u vodorovných konstrukcí je zapotřebí 289,4 m³ betonu. Aby bylo reálné realizovat takové množství v jednom záběru, je zapotřebí nastavit dvousměnný provoz dělníků a dostatečnou kapacitu mixů. Jeden mix přepraví přibližně 8 m³ betonu. Za jednu hodinu, vzhledem ke vzdálenosti betonárky, jsou schopny na stavbu dorazit 3 mixy. Čili při dvousměnném provozu a zbylými údaji autor dospěl k závěru, že na stavbu jsou mixy schopny na jeden záběr zavést 384 m³ betonu, což je i s rezervou dostatečné množství.

V neposlední je zde uvažováno s faktem, že se beton, kvůli urychlení a menší technologické náročnosti, bude čerpat pumpou s dostatečným výkonem, nikoliv dopravovat bádií.

Betonáž

$$289,4 * 1,224 = 354,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{354,2}{18 * 16} = \mathbf{1 \text{ den}} \rightarrow 2 \text{ směnnost}$$

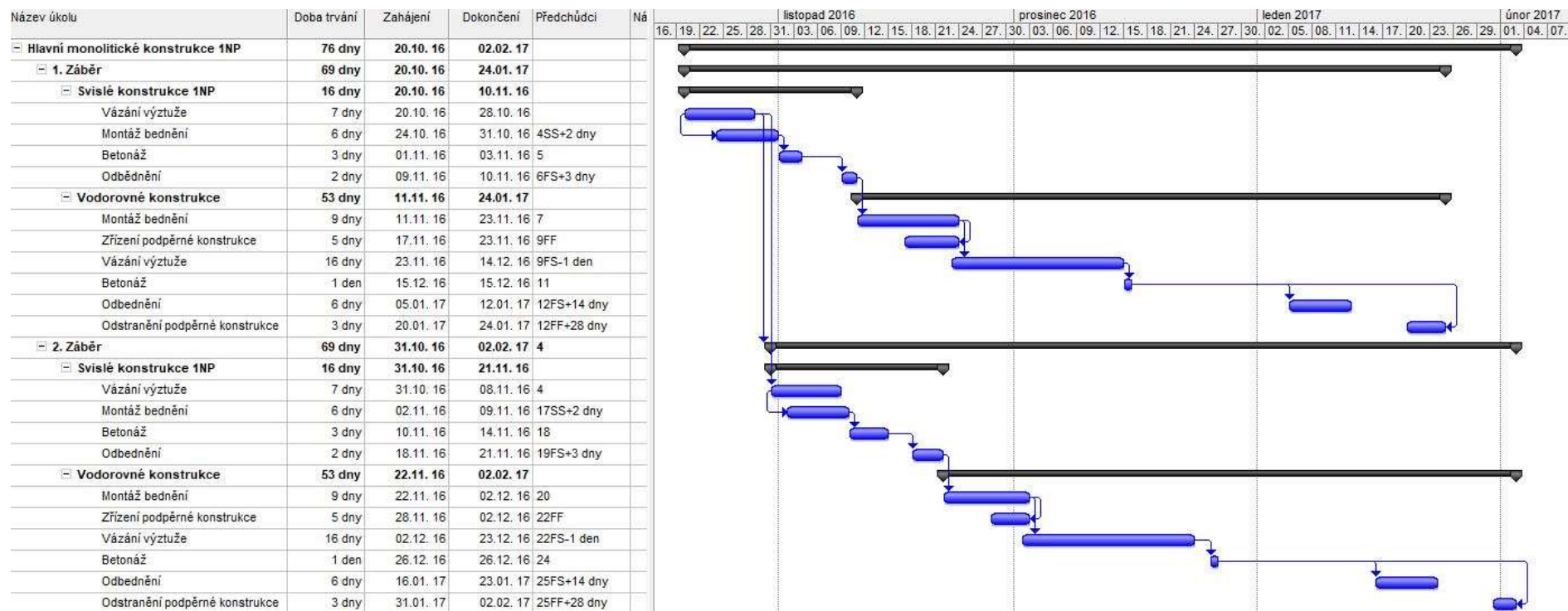
Po dokončení betonáže se standartně kalkuluje s odbedňováním nejdříve po 14ti dnech s tím, že většina podpěrné konstrukce zůstává na pozici. Postupně se počet stojek tvořící podpěrnou konstrukci redukuje. Definitivní odstranění podpěrné konstrukce je obvykle dokončeno 28 dní po dokončení betonáže stropu. Se stejným časovým intervalem a postupy uvažuje autor i u výpočtu 1.NP Rezidence Vitality a 2.NP obou projektů.

Odbednění

$$1176,5 * 0,225 = 264,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{264,7}{6 * 8} = \mathbf{6 \text{ dní}}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$1176,5 * 0,105 = 123,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{123,5}{6 * 8} = \mathbf{3 \text{ dny}}$$



Obr. 29 - Autorem vytvořený harmonogram železobetonových konstrukcí projektu Kindergarten
Zdroj: vlastní; vytvořeno v MS Project

Z harmonogramu postupu prací na 1.NP vyplývá celková doba obou záběrů na svislé konstrukce 32 dní. Avšak harmonogram zpracovaný generálním dodavatelem uvádí na tuto konstrukci, bez započtení víkendů, 18 dní. To je rozdíl 14ti dnů. Tento rozdíl se projeví při dokončení celého patra a lze vyzorovat, že celkově by mělo být na 1NP třeba 76 dní. Toto číslo ale bohužel nelze s časovým plánem generálního dodavatele vyhodnotit, jelikož s ním neuvažoval.

Pro vzniklé rozdíly u svislých konstrukcí 1.NP je hned několik odůvodnění. Prvním důvodem je především nastavení pracovní doby zaměstnanců. V MS Project se standartně počítá s pěti pracovními dny a osmihodinovou pracovní dobou. V praxi se však, kvůli plnění termínů a poptávce po práci, kalkuluje s prováděním prací mnohdy až napříč celým týdnem a s nastavenou pracovní dobou 12 hodin. Důvodem je nejčastěji fakt, že firmy zaměstnávají dělníky z jiných zemí, kteří takovouto pracovní vytíženost vítají. Zaměstnavatelé mohou na tuto pracovní dobu přistoupit s podmínkou, že po šesti hodinách dělníkům umožní alespoň půlhodinovou přestávku a je povinen rozvrhnout pracovní dobu tak, aby měl dělník mezi koncem jedné směny a začátkem té následující směny nepřetržitý odpočinek alespoň 12 hodin během 24 hodin po sobě jdoucích. Navýšení počtu pracovních dní a hodin by tak byl řešením pro značnou časovou úsporu a s největší pravděpodobností by se dosáhlo času generálního dodavatele.

Co dále ovlivňuje celkovou spotřebu času je autorova myšlenka o určitém počtu pracovníků. Stanovení vhodného počtu pracovníků je důležité zejména proto, aby čtyři byly stejně vytížené a nevznikaly pracovní prostoje. Tvůrci časových plánů obvykle počítají s udržením kontinuálního počtu pracovníků. V opačném případě je pak pro tvůrce harmonogramů tyto situace velice náročné balancovat a počty pracovníků někde kompenzovat.

Na vzniklém časovém rozdílu se tak nejspíš odráží také zkušenosti generálního zhotovitele, zakládající se na praktických znalostech, oproti určité myšlence autora diplomové práce, v kombinaci s daty, podložených teorií, ze kterých vycházel.

V závěru je jistě vhodné zmínit i fakt, že jak již bylo několikrát popsáno výše, v časovém plánu u projektu Kindergarten je pro nosné konstrukce uveden milník pouze pro dokončení stěn 1.NP a kompletních železobetonů na objektu „A“. Patra u dalších objektů jsou zahrnuta v celkovém sumáři dnů pro monolitické konstrukce. K této situaci častokrát dochází po domluvě s investorem v případě, že nepožaduje pro plnění časového plánu jiné milníky a spoléhá se na konečný termín. Pro dodavatele je to výhodná situace, protože na něj není v průběhu prací vytvářen tlak s plněním jednotlivých termínů a v návaznosti na to mu díky uvedeným agregacím položek nehrozí možné sankce ze strany investora. Navíc si dodavatel pro svoji potřebu zpracovává vlastní interní harmonogram, na základě kterého, průběh prací kontroluje, a zjišťuje, jestli finální termín dokončení opravdu splňuje.

Spotřeba času na jeden záběr u projektu Vitality – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$18,3 * 36,738 = 670,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{670,5}{12 * 8} = 7 \text{ dní}$$

Montáž bednění

$$613,5 * 0,45 = 276,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{276,1}{6 * 8} = 6 \text{ dní}$$

Betonáž

$$142 * 1,2 = 170,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{170,4}{4 * 8} = 5 \text{ dní}$$

Odbednění

$$613,5 * 0,17 = 104,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{104,3}{6 * 8} = 2 \text{ dní}$$

Spotřeba času na jeden záběr u projektu Vitality – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$1377,5 * 0,377 = 519,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{519,3}{6 * 8} = 11 \text{ dní}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$1377,5 * 0,2 = 275,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{275,5}{6 * 8} = 6 \text{ dní}$$



Obr. 30 - Podpěrná konstrukce stropu 1.NP
Zdroj: vlastní

Vázání výztuže

$$45,85 * 38,118 = 1747,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{1747,7}{10 * 8} = 22 \text{ dní}$$

Pokud by autor uvažoval při betonáži se stejným počtem mixů, dopravujících beton, nedokázalo by se jimi v jednom záběru stavbu zásobit. Na betonáž stropu u Rezidence Vitality je totiž třeba 408,8 m³ betonu s tím, že při třech mixech za hodinu by bylo možné na stavbu dopravit 384 m³ betonu. To je o 3 mixy méně, než co by bylo třeba. V průběhu směn se tak musí do tří hodin rozdělit a vtěsnat 3 mixy navíc.

Betonáž

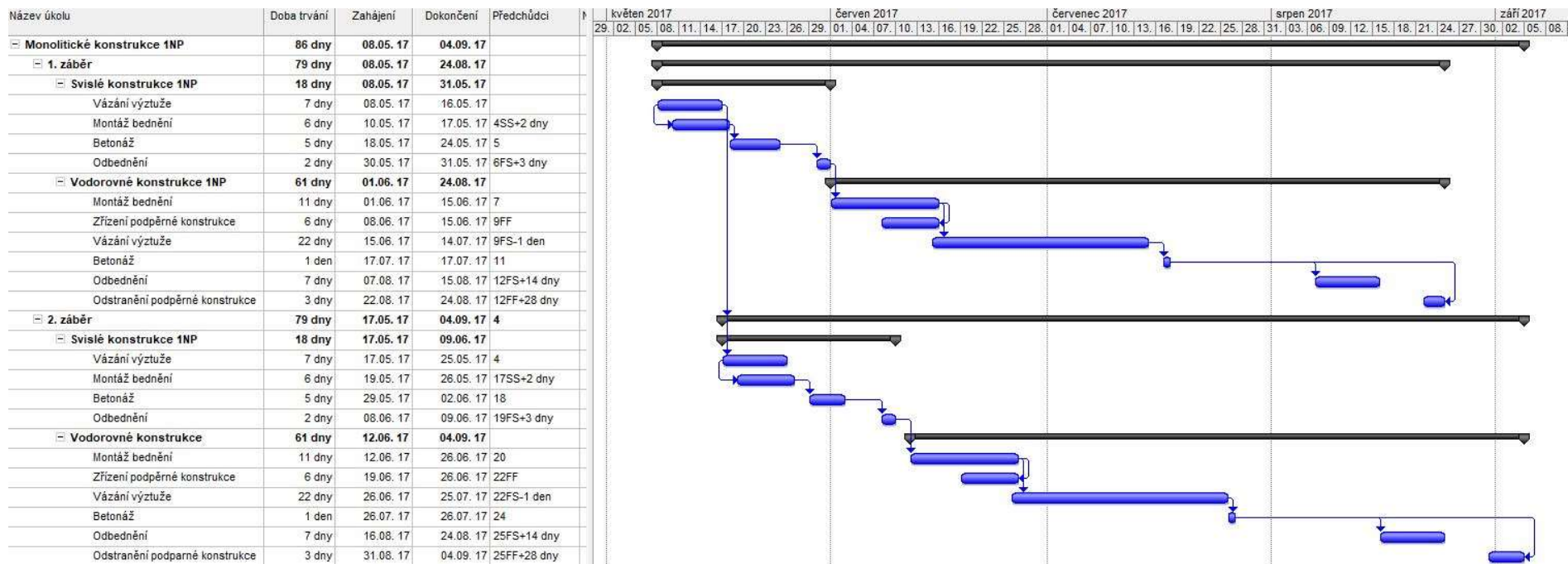
$$334 * 1,224 = 408,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{408,8}{18 * 16} = \mathbf{1 \text{ den}} \rightarrow 2 \text{ směnnost}$$

Odbednění

$$1377,5 * 0,225 = 309,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{309,9}{6 * 8} = \mathbf{7 \text{ dní}}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$1377,5 * 0,105 = 144,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{144,6}{6 * 8} = \mathbf{3 \text{ dny}}$$



Obr. 31 - Autorem vytvořený harmonogram železobetonových konstrukcí projektu Vitality
Zdroj: vlastní; vytvořeno v MS Project

Z obou vytvořených časových plánů je patrné, že se časově shodují s odchylkou pouhých 12 dnů. Vzniklý rozdíl byl způsoben, jak autor předpokládal, objemnější deskou nad 1NP u projektu Vitality.

Autorovi na 1.NP u projektu Vitality vyšla potřebná doba na realizaci 86 dní. Generální zhotovitel však uvádí pouze 28 dní, což je pouhá třetina toho, co vyšlo autorovi diplomové práce. Pokud by ovšem autor počítal i s pracovní dobou o víkendech, vznikl by mu rozdíl 34 dnů a tím pádem doba na realizaci 52 dnů. Nicméně i tak, v případě, že se zanedbá dvanácti hodinová pracovní doba, je v porovnání časových plánů odchylka.

Mnohdy totiž při realizaci na jeden záběr nezáleží jen na firmě, která monolitické konstrukce realizuje, ale i na místě odběru betonů a armovacího materiálu. Pakliže jsou betonárky a armovny vytíženy, například vlivem nadměrných objednávek obdobích jako jsou Vánoce a další svátky, nezaručí objednateli pohotovost a dodací lhůty narůstají. Narůstá potom i zpoždění realizace zakázky. Zároveň pokud nastane kupříkladu chyba ve statické části projektu, musí se nejprve vyčkat na dodatečné zapracování dokumentace a následnému doobjednání kolísajících prvků výztuže.

Při tomto zjištění by nebylo od věci nastavit činností alespoň déle trvající časové rezervy, které by pokryly případné odchýlení od domluvených milníků.

4.3.3 Nosná konstrukce 2.NP

U obou projektů tvoří 1.NP komerční prostory a od 2.NP dále bytové jednotky, kde se mění dispozice a objekty se dělí do jednotlivých věží. Čas na realizaci 2.NP je dle zhotovitele u projektu Vitality obdobný, jako u 1.NP. Vzhledem ke změně dispozice se dá tento čas rozporovat. Výpočet pro jednotlivé věže je doložen níže.

Vzhledem k plynulému postupování řemesel po objektech a členitosti pater, autor na realizaci 2.NP kalkuluje se dvěma četami vazačů, dvěma tesaři, dvěma betonáři na svislé konstrukce a pěti betonáři na vodorovné konstrukce. Stejně tak tomu bylo i při skutečném provádění a počet nasazených čet by tak měl vyhovovat.

2.NP	Polyfunkční dům Kindergarten			Rezidence Vitality				
	Věž A	Věž B	Věž C	Věž A	Věž B	Věž C	Věž E	Věž F
Plocha vodorovné kce. věží [m ²]	427	482	485	741	183	204	163	280
Plocha vodorovné kce. 2NP celkem [m ²]	1393			1572				
Objem vodorovné kce. věží [m ³]	91	107	110	148	37	41	33	56
Objem vodorovné kce. 2NP celkem [m ³]	308			315				
Plocha svislé kce. věží [m ²]	503	542	527	394	198	201	189	241
Plocha svislé kce. 2NP celkem [m ²]	1572			1223				
Objem svislé kce. věží [m ³]	91	89	90	90	28	36	33	49
Objem svislé kce. celkem [m ³]	270			236				

Tabulka 3 – Srovnání ploch a objemů projektů Kindergarten a Vitality
Zdroj: a vlastní úprava

Polyfunkční dům Kindergarten



Obr. 32 - Realizace monolitické konstrukce 2.NP projektu Kindergarten
Zdroj: [14]

Spotřeba času na 2.NP objektu „A“ – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$11,7 * 36,738 = 429,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{429,8}{12 * 8} = 5 \text{ dní}$$

Montáž bednění

$$503 * 0,45 = 226,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{226,4}{6 * 8} = 5 \text{ dní}$$

Betonáž

$$91 * 1,2 = 109,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{109,2}{8 * 8} = 2 \text{ dny}$$

Odbednění

$$503 * 0,17 = 85,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{85,5}{6 * 8} = 2 \text{ dny}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „A“ – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$427 * 0,377 = 160,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{160,9}{6 * 8} = 3 \text{ dny}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$427 * 0,2 = 85,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{85,4}{6 * 8} = 2 \text{ dny}$$

Vázání výztuže

$$10,7 * 38,118 = 407,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{407,9}{10 * 8} = 5 \text{ dní}$$

U jednotlivých věží, ať už u projektu Kindergarten nebo Rezidence Vitality, nebude třeba dvousměnného provozu. Přidělené čtyři s uvedenými počty pracovníků dokáží stropy v jednom záběru zrealizovat. Stejně tak dokáží 3 mixy za hodinu, potažmo za osm pracovních hodin, strop každé věže v jednom záběru zásobit betonem. Beton se bude na vylévání stropů dopravovat opět pumpou.

Betonáž

$$91 * 1,224 = 111,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{111,4}{15 * 8} = 1 \text{ den}$$

Odbednění

$$427 * 0,225 = 96,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{96,1}{6 * 8} = 2 \text{ dny}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$427 * 0,105 = 44,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{44,8}{6 * 8} = 1 \text{ den}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „B“ – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$11,5 * 36,738 = 422,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{422,5}{12 * 8} = 4 \text{ dny}$$

Montáž bednění

$$542 * 0,45 = 243,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{243,9}{6 * 8} = 5 \text{ dní}$$

Betonáž

$$89 * 1,2 = 106,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{106,8}{8 * 8} = 2 \text{ dny}$$

Odbednění

$$542 * 0,17 = 92,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{92,1}{6 * 8} = 2 \text{ dny}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „B“ – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$482 * 0,377 = 181,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{181,7}{6 * 8} = 4 \text{ dny}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$482 * 0,2 = 96,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{96,4}{6 * 8} = 2 \text{ dny}$$

Vázání výztuže

$$12,4 * 38,118 = 472,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{472,7}{10 * 8} = \mathbf{6 \text{ dní}}$$

Betonáž

$$107 * 1,224 = 131 \text{ Nh} \rightarrow \frac{131}{15 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odbednění

$$482 * 0,225 = 108,45 \text{ Nh} \rightarrow \frac{108,45}{6 * 8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$428 * 0,105 = 44,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{44,9}{6 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „C“ – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$11,7 * 36,738 = 429,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{429,8}{12 * 8} = \mathbf{5 \text{ dní}}$$

Montáž bednění

$$527 * 0,45 = 237,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{237,2}{6 * 8} = \mathbf{5 \text{ dní}}$$

Betonáž

$$90 * 1,2 = 108 \text{ Nh} \rightarrow \frac{108}{8 * 8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Odbednění

$$527 * 0,17 = 89,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{89,6}{6 * 8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „C“ – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$485 * 0,377 = 182,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{182,9}{6 * 8} = \mathbf{4 \text{ dny}}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$485 * 0,2 = 97 \text{ Nh} \rightarrow \frac{97}{6 * 8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Vázání výztuže

$$12,6 * 38,118 = 480,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{480,3}{10 * 8} = \mathbf{6 \text{ dní}}$$



Obr. 33 - 2.NP objektu "C" při bednění stropu
Zdroj: [14]

Betonáž

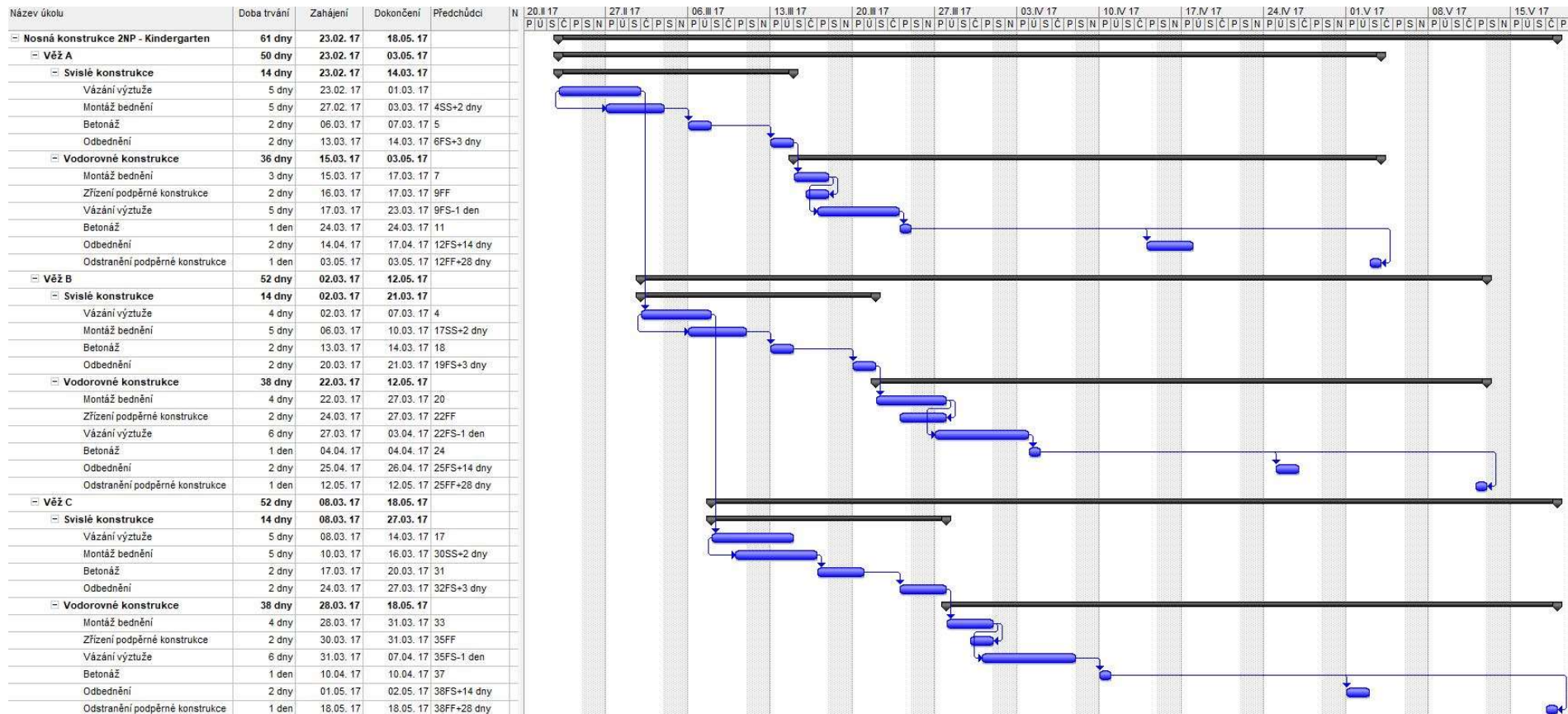
$$110 * 1,224 = 134,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{134,6}{15 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odbednění

$$485 * 0,225 = 109,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{109,1}{6 * 8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$485 * 0,105 = 50,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{50,9}{6 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$



Obr. 34 - Autorem vytvořený harmonogram monolitické konstrukce 2.NP projektu Kindergarten
Zdroj: vlastní; vytvořeno v MS Project

Pro další patra u projektu Kindergarten není v harmonogramu pevně stanovený termín dokončení, pouze milník pro dokončení objektu „A“ a celkových monolitických konstrukcí. Z dostupných údajů si tak lze alespoň ověřit, zdali je tento milník reálný. Díky podobné ploše a objemům s 2.NP se potřebný čas na realizaci dalších pater dá následně snadno, s relativně dobrou přesností, odvodit.

Na dokončení svislé a vodorovné konstrukce 2.NP věže „A“ je podle autorem vytvořeného harmonogramu třeba 50 dní. Na zbylá patra pak vychází celkem 150 dní. Celkem tedy 235 dní na dokončení železobetonů na objektu „A“, včetně času na 1. záběr 1.NP. Dle harmonogramu generálního dodavatele je oproti tomu na dokončení věže „A“ třeba 95 dní. To je o více jak jednu polovinu méně, než co vyšlo autorovi diplomové práce.

Vzniklý rozdíl byl stejně jako u 1.NP s největší pravděpodobností způsoben rozdílem dnů a hodin, které tvůrci harmonogramů počítali jako pracovní.

Je ale současně možné, že generální zhotovitel bral v úvahu rozsah objektu „A“. Ten je ze všech stávajících objektů nejmenší a zhotovitel měl v úmyslu na něj v počátcích realizace soustředit většinu pracovníků a upřednostnit jeho dokončení před ostatními, zejména také z důvodu splnění jednoho z mála smluvních milníků s investorem.

Věže na objektech „B“ a „C“ časem o polovinu převyšují objekt „A“. Na dokončení 2.NP je u nich potřeba 52 dní. Celkem tedy 416 dní na dokončení železobetonů na objektu „B“ a 468 dní na objektu „C“, bez 1.NP. Generální zhotovitel však uvádí dobu 208 dnů. To je opět o polovinu kratší doba, než co vyšlo autorovi diplomové práce.

Důvodem bude opět nastavení počtu pracovních dnů a hodin. Dalším faktorem je zmínka v harmonogramu generálního zhotovitele, který uvádí potřebnou dobu bez odstranění podpěrné konstrukce. Autor diplomové práce má v časovém plánu tuto činnost uvedenou a napříč patry z ní pak vznikne značný rozdíl, co se nárůstu počtu dnů týče. Především proto, že definitivní odstranění podpěrné konstrukce zabírá na jednom objektu v jednom patře 29 dní. Uvedené doba generálního zhotovitele je tak reálná, v rámci odchylky několika dnů.

Rezidence Vitality

Spotřeba času na 2.NP objektu „A“ – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$12,8 * 36,738 = 470,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{470,2}{12 * 8} = 5 \text{ dní}$$

Montáž bednění

$$394 * 0,45 = 177,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{177,3}{6 * 8} = 4 \text{ dny}$$

Betonáž

$$90 * 1,2 = 108 \text{ Nh} \rightarrow \frac{108}{8*8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Odbednění

$$394 * 0,17 = 67 \text{ Nh} \rightarrow \frac{67}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „A“ – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$741 * 0,377 = 279,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{279,4}{6*8} = \mathbf{6 \text{ dní}}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$741 * 0,2 = 148,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{148,2}{6*8} = \mathbf{3 \text{ dny}}$$

Vázání výztuže

$$17 * 38,118 = 648 \text{ Nh} \rightarrow \frac{648}{10*8} = \mathbf{8 \text{ dní}}$$

Betonáž

$$148 * 1,224 = 181,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{181,2}{15*8} = \mathbf{4 \text{ dny}}$$

Odbednění

$$741 * 0,225 = 166,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{166,7}{6*8} = \mathbf{4 \text{ dny}}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$741 * 0,105 = 77,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{77,8}{6*8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „B“ – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$3,6 * 36,738 = 132,3 \text{ Nh} \rightarrow \frac{132,3}{12*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Montáž bednění

$$198 * 0,45 = 89,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{89,1}{6*8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Betonáž

$$28 * 1,2 = 33,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{33,6}{8*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odbednění

$$198 * 0,17 = 33,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{33,7}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „B“ – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$183 * 0,377 = 69 \text{ Nh} \rightarrow \frac{69}{6*8} = 1 \text{ den}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$183 * 0,2 = 36,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{36,6}{6*8} = 1 \text{ den}$$

Vázání výztuže

$$4,3 * 38,118 = 163,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{163,9}{10*8} = 2 \text{ dny}$$

Betonáž

$$37 * 1,224 = 45,288 \text{ Nh} \rightarrow \frac{45,288}{15*8} = 1 \text{ den}$$

Odbednění

$$183 * 0,225 = 41,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{41,2}{6*8} = 1 \text{ den}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$183 * 0,105 = 19,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{19,2}{6*8} = 1 \text{ den}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „C“ – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$4,7 * 36,738 = 172,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{172,7}{12*8} = 2 \text{ dny}$$

Montáž bednění

$$201 * 0,45 = 90,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{90,5}{6*8} = 2 \text{ dny}$$

Betonáž

$$36 * 1,2 = 43,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{43,2}{8*8} = 1 \text{ den}$$

Odbednění

$$201 * 0,17 = 34,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{34,2}{6*8} = 1 \text{ den}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „C“ – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$204 * 0,377 = 76,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{76,9}{6*8} = 2 \text{ dny}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$204 * 0,2 = 40,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{40,8}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Vázání výztuže

$$4,7 * 38,118 = 179,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{179,2}{10*8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Betonáž

$$41 * 1,224 = 50,2 \text{ Nh} \rightarrow \frac{50,2}{15*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odbednění

$$204 * 0,225 = 45,9 \text{ Nh} \rightarrow \frac{45,9}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$204 * 0,105 = 11 \text{ Nh} \rightarrow \frac{11}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „D“ – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$4,3 * 36,738 = 158 \text{ Nh} \rightarrow \frac{158}{12*8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Montáž bednění

$$189 * 0,45 = 85,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{85,1}{6*8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Betonáž

$$33 * 1,2 = 39,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{39,6}{8*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odbednění

$$189 * 0,17 = 32,1 \text{ Nh} \rightarrow \frac{32,1}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „D“ – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$163 * 0,377 = 61,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{61,5}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$163 * 0,2 = 32,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{32,6}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Vázání výztuže

$$3,8 * 38,118 = 144,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{148,8}{10*8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Betonáž

$$33 * 1,224 = 40,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{40,4}{15 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odbednění

$$163 * 0,225 = 36,7 \text{ Nh} \rightarrow \frac{36,7}{6 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$163 * 0,105 = 17,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{17,5}{6 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „E“ – svislé konstrukce:

Vázání výztuže

$$6,3 * 36,738 = 231,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{231,5}{12 * 8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Montáž bednění

$$241 * 0,45 = 108,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{108,5}{6 * 8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Betonáž

$$49 * 1,2 = 58,8 \text{ Nh} \rightarrow \frac{58,8}{8 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odbednění

$$241 * 0,17 = 41 \text{ Nh} \rightarrow \frac{41}{6 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Spotřeba času na 2.NP objektu „E“ – vodorovné konstrukce:

Montáž bednění

$$280 * 0,377 = 105,6 \text{ Nh} \rightarrow \frac{105,6}{6 * 8} = \mathbf{2 \text{ dny}}$$

Zřízení podpěrné konstrukce

$$280 * 0,2 = 56 \text{ Nh} \rightarrow \frac{56}{6 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Vázání výztuže

$$6,4 * 38,118 = 244 \text{ Nh} \rightarrow \frac{244}{10 * 8} = \mathbf{3 \text{ dny}}$$

Betonáž

$$56 * 1,224 = 68,5 \text{ Nh} \rightarrow \frac{68,5}{15 * 8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odbednění

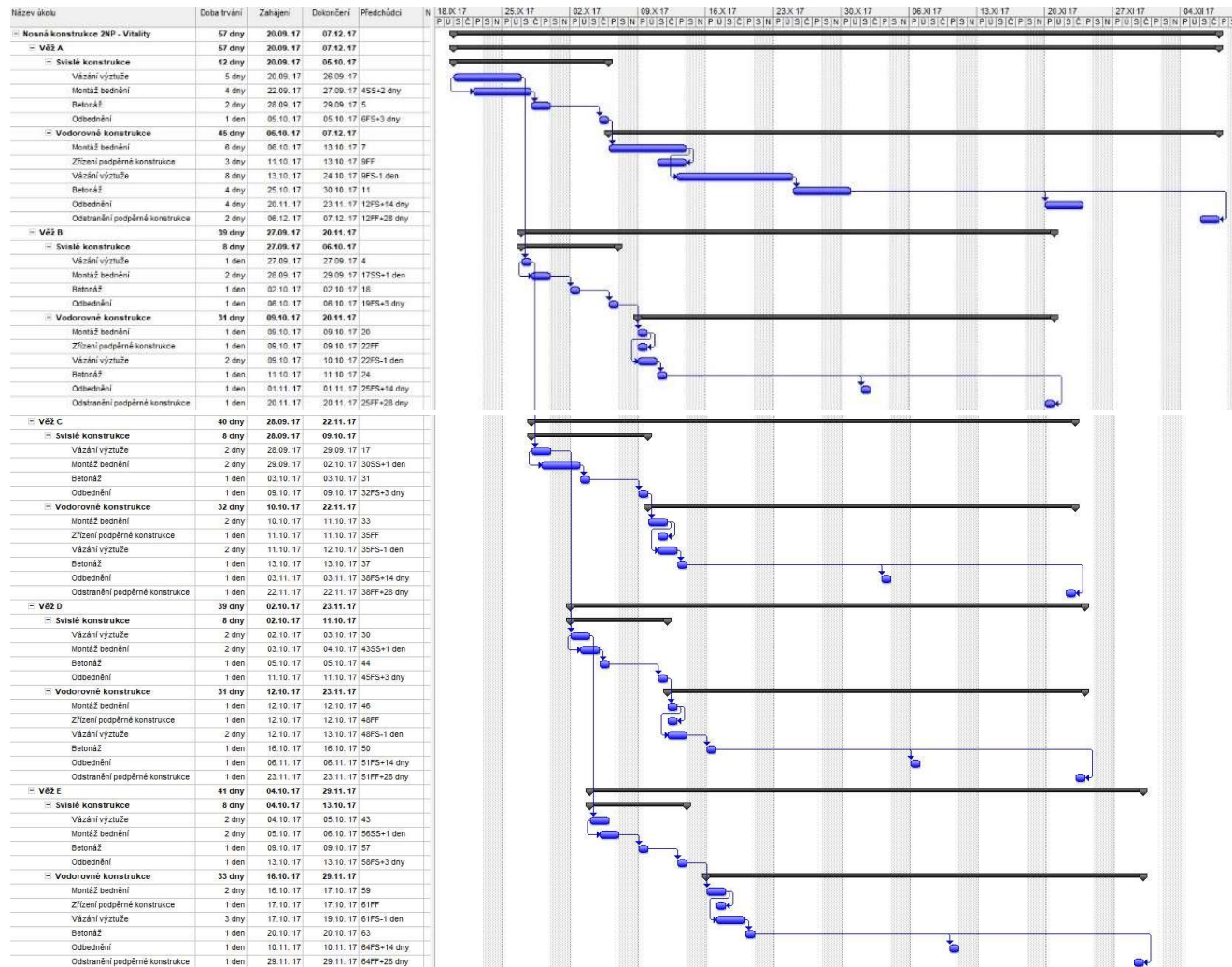
$$280 * 0,225 = 63 \text{ Nh} \rightarrow \frac{63}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$

Odstranění podpěrné konstrukce

$$280 * 0,105 = 29,4 \text{ Nh} \rightarrow \frac{29,4}{6*8} = \mathbf{1 \text{ den}}$$



*Obr. 35 - Pohled na realizaci monolitické konstrukce 2.NP projektu Vitality
Zdroj: vlastní*



Obr. 36 - Autorem vytvořený harmonogram monolitické konstrukce 2.NP projektu Vitality
Zdroj: vlastní; vytvořeno v MS Project

Na realizaci 2.NP generální zhotovitel stejně jako u 1.NP uvádí dobu 28 dní. To je znovu o polovinu zúžený čas, než co vyšel autorovi diplomové práce. Podíl na tom jistě budou mít započítané pracovní dny a hodiny. Na druhou stranu je na místě zamyslet se nad zhotovitelovo myšlenkou postupu prací a návaznostmi činností.

Kvůli agregovanému harmonogramu generálního zhotovitele není možné zjistit, s jakým časem a návaznostmi pracoval. Je ale pravděpodobné, že na rozdíl od autora diplomové práce, neuvažoval s plynulými přesuny jednotlivých pracovních čt, nýbrž s jejich nasazením na několika místech zároveň. Hrozí tak přetížení pracovních čt, na druhou stranu to není postup, s nímž by se za normálních okolností v praxi neuvažovalo. Generální zhotovitel v tomto případě využil znalostí a praktik z předešlých staveb, a i bez ohledu na teoretické výpočty, na ně bere zřetel.

Při těchto zjištěních by autor pouze navrhnul přidělit na samotná patra větší časové rezervy, aby se předešlo nepředvídatelným událostem, jako může být například oslabení pracovních čt a podobně. Časy na realizaci se pak mohou dostat do reálných hodnot podložených jak teoretickými poznatky, tak praktickými zkušenostmi.

Závěr

Využití teorie při tvorbě časových plánů je zajisté užitečné a prvotní vodítko, kterým se lze řídit. Avšak s ohledem na skutečně nastalé stavy probíraných stavebních zakázek je očividné, že se v praxi dostává do pozadí. Teorie totiž hovoří o jasných definicích a představách investora, včetně dílčích kroků, které je třeba učinit, o ideálních stavech a podmínkách na stavbách, spolu s kontinuálním a udržitelným stavem pracovníků, podílejících se na zakázce. Vše právě zmíněné je ale dle zjištění autora často základním kamenem úrazu při odchýlení se od doby trvání. Z předběžných a aktualizovaných harmonogramů autor vyzpozoval jako hlavní příčiny časových odchylek následující.

Požadavky investora pro naplnění představy o zakázce se mění, vyvíjí se a přibývají, zároveň je ale z jeho strany kladen důraz na brzké plnění milníků. Projekt Kindergarten je ale příkladem toho, jak lze se stanovováním milníků nakládat. Že není třeba tlačit na zhotovitele dlouhým seznamem termínů na každou konstrukci zvlášť, ale že postačí řešit zásadní části, jako celá patra nebo samostatné objekty. Zároveň pokud je tato varianta pro investora přijatelná, pro zhotovitele je i navíc výhodná, na což je odkazováno v kapitole nosných konstrukcí 1.NP u projektu Kindergarten.

Na stavbách se kvůli nedostatku pracovních sil a snižujícím se zájmu o manuální, řemeslné práce, zaměstnávají především řemeslníci z Ukrajiny, kteří paradoxně vyžadují delší pracovní dobu, avšak čas potřebný k dané činnosti se kvůli obtížné komunikaci a neodbornosti několikanásobně zvyšuje. Nemusí to však být dogmatem, a naopak lze díky vytíženější pracovní době řemeslníků získávat důležitý čas navíc. Tato konkrétní věc byla na obou výše probíraných stavbách hlavním faktorem, kvůli kterému se tak zásadně odchýlovali od vytvořených harmonogramů autora. Tvůrci totiž počítali s pracovní dobou 12 hodin a pracovními víkendy, kde naproti tomu autor uvažoval pouze 8 pracovních hodin a volné víkendy. Pro zefektivnění dne, obzvláště ve stavebnictví, není toto řešení příliš rozumné a autor by se tak spíše přikládal k myšlenkám tvůrců časových plánů staveb. Těm se časy u vybraných činnostech takřka shodovaly.

Kvůli požadavkům na urychlení doby výstavby mnohdy zhotovitel snižuje časové rezervy a technologické přestávky u jednotlivých činnostech, i za rizika následného nedodržení smluvního milníku a hájení svých postupů. Především kvůli výsledné kvalitě stavebního celku by ale zejména předepsané technologické přestávky měly být ctěny. Autor na toto ve své práci poukazuje v kapitolách nosných konstrukcí, kde v zásadě zjistil, že v praxi se například odbědňování svislých konstrukcí, či odstraňování podpěrné konstrukce uskutečňují zpravidla o několik dní dříve, než se doporučuje. V daný okamžik už samozřejmě nedojde ke kolapsu konstrukce, ale v budoucnu se může objevit problém s trhlinami nebo průhyby, kvůli čemuž by autor doporučil se předepsaných technologických přestávek držet.

Analyzované stavby, co se počtu dnů týká, se vesměs opět shodovaly, avšak autor je svými spočtenými časy převyšoval prakticky o polovinu.

Dostatečnou časovou rezervu je zapotřebí uvažovat i při zásobování stavby materiálem nebo jeho likvidaci. Firmy, které toto zajišťují bývají sice pohotové, ale může nastat situace, kdy vlivem vytížení nebude k dispozici potřebná mechanizace. Zejména při provádění monolitických konstrukcí a zemních prací, jak je z práce patrné, je na toto třeba brát zřetel. Tvůrci časových plánů při zemních pracích nezapočítávali čas potřebný ke svislým a vodorovným přesunům. Tyto časy jsou ale ve výsledku hlavními body, proč až několika týdenní odchylky od autorovo časových plánů při této činnosti vznikly. Autor by tak doporučoval s nimi v časových plánech pracovat, aby se předcházelo přetěžování strojů a jejich obsluhy. I tak ale vlivem rozdílných pohledů a dostupných možností není mnohdy možné se se stejnými objemy vytěžované zeminy dostat na stejné číslo. Důkazem toho je kapitola zemních prací, kdy se projekty i na úkor podobných objemů lišily časem o necelou polovinu.

Na základě vytvořených analýz konkrétních etap a konstrukcí je zřejmé, že se spotřebou času a jejím plánováním se dá mnohými způsoby manipulovat. Lze různě nastavit záběry, po kterých se postupuje. Může se navýšit počet odpracovávaných hodin, díky čemuž je možné dosáhnout efektivnějšího využití pracovního dne. Stejně tak lze díky přeskupení návazností pár činností uspořit další potřebný čas navíc.

Vzniklé odchylky jsou jen odrazem toho, jak je stavba vnímána z různých pohledů teorie a praxe. Každý, včetně autora této diplomové práce, do tvorby harmonogramu vnáší své myšlenky a předpoklady, které výsledný stav ovlivňují.

Na závěr je třeba opět zdůraznit, že každý projekt je složitý komplex mnoha účastníků, pracovních činností, rizik s nimi spojenými a je velmi těžké dodržet všechny naplánované cíle a projekt dokončit v daný čas a kvalitě. Proto je důležité umět skloubit získané znalosti a zkušenosti z praxe s teoretickými poznatky, které jsme se za ty roky studia naučily.

Zdroje a použitá literatura

- [1] J. HORNÝ a O. LHOTSKÝ, Metody zjišťování spotřeby času. Práce a mzda, 1998, roč. 46, č. 11
- [2] JÁRSKÝ, Čeněk, František MUSIL, Pavel SVOBODA, Petr LÍZAL, Vít MOTYČKA a Jaromír ČERNÝ. Technologie staveb II: Příprava a realizace staveb. Praha: CERM, s r.o., 2003. ISBN 80-7204-282-3
- [3] DVOŘÁKOVÁ, Zuzana. Management lidských zdrojů. Praha: C.H. Beck, 2007. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7179-893-4
- [4] TOMŠÍK, Pavel a Jiří DUDA. Řízení lidských zdrojů. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. ISBN 978-80-7375-556-0
- [5] URBAN, Jan. Řízení lidí v organizaci: personální rozměr managementu. 2., rozš. vyd. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2013. Vzdělávání dospělých. ISBN 978-80-7357-925-8
- [6] DOLANSKÝ, Václav a Vladimír NĚMEC. Projektový management. Vyd. 1. Praha: Grada, 1996. 372 s. ISBN 8071692875
- [7] ROSENAU, Milton D. Řízení projektů. Vyd. 3. Praha: Computer Press, c2007. ISBN 978-80-251-1506-0
- [8] TOMÁNKOVÁ, Jaroslava a Dana ČÁPOVÁ. Management staveb. Praha: B. Kadeřábková - FinEco, 2013. ISBN 978-80-86590-12-7
- [9] Vyhláška č. 499/2006 Sb.: Vyhláška o dokumentaci staveb. Zákony pro lidi [online]. [cit. 2018-11-24]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-499#p1a>
- [10] Fotogalerie - Satpo.cz. Satpo.cz [online]. Copyright © [cit. 02.01.2020]. Dostupné z: <https://www.satpo.cz/rezidencni-novostavby/rezidence-vitality/fotogalerie1>
- [11] Dokumenty firmy Metrostav, a.s., Divize 9
- [12] Nový, M. - Nováková, J. - Waldhans, M. Projektové řízení staveb I., Brno, 2006
- [13] Český statistický úřad | ČSÚ. Český statistický úřad | ČSÚ [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/domov>

- [14] Karlín Park, Nové byty Praha 8 - Daramis. Karlín Park, Nové byty Praha 8 - Daramis [online]. Copyright © 2016 Karlín park a.s, IČ 01517481. Dostupné z: <http://karlinpark.cz/cs/>
- [15] nabídka - Satpo.cz. Satpo.cz [online]. Copyright © [cit. 02.01.2020]. Dostupné z: <https://www.satpo.cz/rezidencni-novostavby/rezidence-vitality/nabidka1>

Seznam obrázků

Obr. 1 – Schéma implementačního plánu investora.....	10
Obr. 2 - Graf nabídek zaměstnání ve stavebnictví	16
Obr. 3 - Krátkodobý plán lidských zdrojů.....	18
Obr. 4 - Schéma stupňů časových plánů	19
Obr. 5 - Termínová listina.....	25
Obr. 6 – Ganttův diagram.....	26
Obr. 7 - Časoprostorový graf.....	27
Obr. 8 - Hranově definovaný síťový graf	29
Obr. 9 - Uzlově definovaný síťový graf	29
Obr. 10 – Histogram.....	31
Obr. 11 - Pohled na Polyfunkční dům Kindergarten	33
Obr. 12 - Data plánovaných a skutečných termínů dokončení.....	34
Obr. 13 - Pohled do atria	34
Obr. 14 - Pohled na Rezidenci Vitality.....	35
Obr. 15 - Data plánovaných a skutečných termínů dokončení.....	36
Obr. 16 - Stavební jáma Kindergarten při zakládání	39
Obr. 17 - Výrobní harmonogram zemních prací a zakládání Kindergarten	39
Obr. 18 - Stavební jáma Rezidence Vitality.....	40
Obr. 19 - Výrobní harmonogram zemních prací Rezidence Vitality.....	40
Obr. 20 - Panorama zajištění stavební jámy Rezidence Vitality	43
Obr. 21 - Návaznost zásypů a dokončení vodorovných konstrukcí.....	45
Obr. 22 - Aktualizace harmonogramu zemních prací projektu Vitality.....	46
Obr. 23 - Autorem vytvořený harmonogram zemních prací projektu Kindergarten.....	47
Obr. 24 - Autorem vytvořený harmonogram zemních prací projektu Vitality	47
Obr. 25 - Časový plán železobetonových konstrukcí projektu Kindergarten	48
Obr. 26 - Časový plán železobetonových konstrukcí projektu Vitality	48
Obr. 27 - Půdorysné schéma projektu Kindergarten (vlevo) a Rezidence Vitality (vpravo).....	49
Obr. 28 - Bednění svislých konstrukcí	50
Obr. 29 - Autorem vytvořený harmonogram železobetonových konstrukcí projektu Kindergarten.....	52
Obr. 30 - Podpěrná konstrukce stropu 1.NP	54
Obr. 31 - Autorem vytvořený harmonogram železobetonových konstrukcí projektu Vitality.....	56
Obr. 32 - Realizace monolitické konstrukce 2.NP projektu Kindergarten.....	59
Obr. 33 - 2.NP objektu "C" při bednění stropu.....	62
Obr. 34 - Autorem vytvořený harmonogram monolitické konstrukce 2.NP projektu Kindergarten.....	63
Obr. 35 - Pohled na realizaci monolitické konstrukce 2.NP projektu Vitality	69
Obr. 36 - Autorem vytvořený harmonogram monolitické konstrukce 2.NP projektu Vitality.....	70

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Počty a plochy užitných prostor projektu Kindergarten.....	34
Tabulka 2 – Počty a plochy užitných prostor projektu Vitality.....	36
Tabulka 3 – Srovnání ploch a objemů projektů Kindergarten a Vitality	58

Zkratky

BIM	Building information modeling
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CM	Construction Management
CMAR	Construction Management at Risk
CPM	Critical Path Method
ČSN	České technické normy
DB	Design Build
DBB	Design Bid Build
DIO	Dopravní inženýrské opatření
DIR	Dopravní inženýrské rozhodnutí
DOS	Dotčené orgány stavby
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DUR	Dokumentace pro územní rozhodnutí
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods Time Management
PERT	Program Evaluation and Review Technique
POV	Plán organizace výstavby
TSK	Třídník stavebních konstrukcí
ZOV	Zásady organizace výstavby

Seznam příloh

Příloha č.1 – Normohodiny zemních prací

Příloha č.2 – Normohodiny zakládání

Příloha č.3 – Normohodiny svislých konstrukcí

Příloha č.4 – Normohodiny vodorovných konstrukcí