



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

Fakulta stavební

Katedra technologie staveb

**STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ ROZBOR S NÁVRHEM  
POSTUPU ŘÍZENÍ VÝSTAVBY –  
– BYTOVÝ KOMPLEX MODŘANSKÝ HÁJ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

Vedoucí práce: Ing. Karel Polák, Ph.D.

Autor práce: Bc. Jaroslav Šedivec

---

Praha 2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Šedivec Jméno: Jaroslav Osobní číslo: 423752  
Zadávací katedra: K122 – Katedra technologie staveb  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Stavebně technologický rozbor s návrhem postupu řízení výstavby – Bytový komplex Modřanský háj

Název diplomové práce anglicky: Construction Technological Analysis with a Proposal of the Construction Management Procedure – Apartment Complex Modřanský háj

Pokyny pro vypracování:

1. Zpracování STP typových bytových domů dle přílohy "Členění STP"
2. Seminární část – porovnání variant postupu výstavby bytových objektů k dosažení optimalizace postupu řízení výstavby projektu

Seznam doporučené literatury:

Járský Č. a kol. Technologie staveb II, Příprava a realizace staveb. CERM Brno: 2003. ISBN 80-7204-282-3.

Kočí B. a kol. Technologie pozemních staveb I, Technologie stavebních procesů. FAST VUT BRNO: 1996. ISBN 80-214-0354-3

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Karel Polák, PhD.

Datum zadání diplomové práce: 25.9.2020 Termín odevzdání diplomové práce: 03.01.2021  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně a veškeré informační zdroje jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů a literatury.

V Praze dne 3. 1. 2021

-----  
Bc. Jaroslav Šedivec

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Karlovi Polákovi, Ph.D. za jeho odborné rady a cenné připomínky při konzultacích během zpracování mé diplomové práce. Dále bych rád poděkoval své rodině a své přítelkyni za ohromnou podporu po celou dobu mého studia.

## **Abstrakt**

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí. Náplní první části je provedení stavebně technologického projektu pro čtyři vybrané bytové objekty, které jsou složeny ze dvou variant. Stavebně technologický projekt nejprve ověřuje správnost projektové dokumentace. Následně je řešena prostorová, technologická a časová struktura. V konečné fázi STP je řešeno zařízení staveniště. V druhé části diplomové práce jsou porovnány metody postupu výstavby čtyř řešených objektů z několika aspektů. Na závěr jsou metody vyhodnoceny.

## **Klíčová slova**

Stavebně technologický projekt, bytový dům, časoprostorový graf, řádkový harmonogram, zařízení staveniště, metody výstavby

## **Abstract**

The Master thesis is divided into two parts. The first part includes the construction technology project of four apartment buildings, which are composed of two variants. First, the construction technology project verifies the correctness of the project documentation. Moreover, the spatial, technological and chronological structure is created. In the final construction technology project phase the construction plant and equipment is proposed. The second part includes the comparison of construction procedure of four objects and several aspects are considered. Finally, these methods are appraised.

## **Keywords**

Construction technology project, apartment building, space-time graph, line time schedule, construction plant and equipment, construction methods

## Obsah:

1	Úvod .....	3
2	Stavebně technologický projekt.....	4
3	Seminární část .....	5
3.1	Úvod do seminární části.....	5
3.2	Metody postupu výstavby .....	6
3.2.1	Postupná metoda.....	6
3.2.2	Souběžná metoda.....	7
3.2.3	Proudová metoda.....	8
3.2.4	Porovnání metod .....	9
3.3	Proudová metoda .....	10
3.3.1	Základní podmínky pro proudové metody.....	10
3.3.2	Základní principy .....	10
3.3.3	Základní pojmy proudového stavění.....	13
3.3.4	Zvýšení efektivity proudové metody .....	15
3.4	Porovnání variant postupu výstavby řešených bytových objektů .....	16
3.4.1	Popis variant.....	16
3.4.2	Porovnání metod z hlediska doby trvání a nasazení pracovníků .....	17
3.4.3	Porovnání metod z hlediska vedlejších rozpočtových nákladů .....	18
3.4.4	Vyhodnocení metod postupů výstavby .....	21
4	Závěr .....	24
5	Seznam zdrojů a použité literatury .....	26
6	Seznam obrázků.....	26
7	Seznam tabulek.....	27
8	Seznam příloh .....	27

# 1 Úvod

V případě vyhrané zakázky přechází dodavatel stavby z předvýrobní přípravy do fáze výrobní přípravy. V této fázi dodavatel stavby pracuje se vstupy, na kterých se v předvýrobní přípravě dohodnul se stavebníkem, a s podklady, které si zpracoval. Z nabídkového rozpočtu, který je založen na normativní základně vytvoří výrobní kalkulaci, která odpovídá očekávaným nákladům a zahrnuje zisk. Z výkazu výměr a projektové dokumentace (nejčastěji DSP) vytvoří stavebně technologický projekt (STP), který je podkladem pro realizační dokumentaci a slouží k celkové analýze stavby.

Diplomová práce je v první části zaměřena na tvorbu stavebně technologického projektu čtyř bytových objektů C1, C2, D1 a D2. Tyto objekty společně tvoří dvě varianty – Variantu "C" a Variantu "D". Obě varianty jsou podrobně rozebrány ve stavebně technologickém projektu, který je rozčleněn do pěti příloh. Nejprve jsou objekty popsány a je zkontrolována správnost získané projektové dokumentace. Následně je vytvořena prostorová, technologická a časová struktura. Všechny tyto struktury jsou nápomocné k podrobné analýze variant. V závěrečné části STP je řešeno zařízení staveniště pro celý výstavbový celek.

Při realizaci investičních celků je nutné provést ve výrobní přípravě, kromě podrobné analýzy jednotlivých objektů, komplexní návrh postupu výstavby výstavbového celku. Dodavatel stavby musí při návrhu zohlednit omezující podmínky, kterými může být například časové hledisko, požadavky stavebníka nebo maximální dostupnost zdrojů. Zároveň musí být návrh zvolen tak, aby došlo k naplnění cílů dodavatele.

Druhá část diplomové práce se zabývá porovnáním metod postupu realizace výstavbového celku, který je tvořen řešenými objekty v STP. Porovnání je provedeno mezi třemi základními metodami postupu výstavby – metoda postupná, metoda souběžná a metoda proudová. Tyto metody jsou porovnány z časového hlediska, z hlediska počtu nasazených pracovníků v čase a z hlediska zjednodušených vedlejších rozpočtových nákladů.

Cílem práce je zanalyzovat dvě řešené varianty v podobě STP a na závěr navrhnout vhodný postup realizace čtyř řešených objektů.



## 2 Stavebně technologický projekt

Stavebně technologický projekt je vytvořen na základě dohodnuté osnovy s vedoucím diplomové práce, která byla stanovena v počáteční fázi vývoje této práce. Toto členění je uvedeno níže.

### Členění STP

Stavebně technologický projekt se zabývá dvěma typovými domy, které jsou obsaženy ve stavebním celku (v diplomové práci uvedeno jako Modřanský háj II. etapa). Konkrétně se jedná o objekty C2 a D2 neboli varianty C a D.

#### 0. Zadávací dokumentace

- Seznam předané dokumentace (výkresy, texty, rozpočty)
- Znázornění všech typových domů – půdorysy, řezy a popis konstrukčního systému

#### 1. Posouzení předané projektové dokumentace (pro provádění stavby) a její doplnění

- Posouzení úplnosti a správnosti projektové dokumentace
  - formální – soulad se zákonnými předpisy
  - chybná či nevhodná řešení z hlediska technického, technologického či ekonomického
  - chybějící podklady

#### 2. Řešení prostorové struktury

- Technologické schéma: rozdělení na objekty, úseky, záběry, technologické etapy, stanovení směrů postupů výstavby etapových procesů, (technol. schéma – odpovídá prostorové ose časoprostorového grafu)
- Soupis hlavních konstrukcí v jednotlivých technologických etapách pro všechny typové domy
- Stanovení hlavních součinitelů pracovní fronty
- Návrh a posouzení zdvihacích prostředků

#### 3. Řešení technologické struktury

- Technologický rozbor (s výpočtem doby procesu dle pracnosti), včetně rozhodujících mechanismů, návrhu pracovních čt s určením jejich velikosti, rozhodující materiály (pro dopravu) v úrovni dílčích stavebních procesů
- Rozbor dopravních procesů
- Kontrolní a zkušební plán
- Environmentální plán

- Plán rizik BOZP

#### 4. Řešení časové struktury

- Model postupu výstavby formou síťového grafu
- Časový plán – harmonogram ve struktuře dílčích stavebních procesů s hlavními vazbami síťového grafu a s vyznačením celkových rezerv u nekritických procesů a ve struktuře etapových a objektových procesů
- Operativní (podrobný) časoprostorový graf ve struktuře dílčích stavebních procesů
- Komplexní časoprostorový graf ve struktuře etapových procesů
- Grafy nasazení pracovníků a potřeby určených materiálů v čase, graf potřeby rozhodujících strojů a mechanismů

#### 5. Řešení zařízení staveniště

- Dimenzování sociálního a provozního ZS
- Výkresy zařízení staveniště včetně technické zprávy v úrovni projektové dokumentace pro stavební povolení (část ZOV) a dimenzování na určené fáze výstavby

**Veškeré části stavebně technologického projektu jsou obsaženy v přílohách této diplomové práce:**

Příloha č. 0 – Zadávací dokumentace

Příloha č. 1 – Posouzení předané projektové dokumentace

Příloha č. 2 – Řešení prostorové struktury

Příloha č. 3 – Řešení technologické struktury

Příloha č. 4 – Řešení časové struktury

Příloha č. 5 – Řešení zařízení staveniště

## 3 Seminární část

### 3.1 Úvod do seminární části

Cílem seminární práce je porovnat metody postupu výstavby čtyř stavebních objektů, přičemž se jedná o dvě podobné varianty objektů. Obě varianty jsou řešeny ve stavebně technologickém projektu, kde je na základě položkových rozpočtů navržena prostorová, technologická a časová struktura.

V případě plánování realizace výstavbových celků je potřeba provést, kromě podrobné analýzy jednotlivých částí (stavebních a inženýrských objektů), komplexní návrh postupu výstavby tohoto celku. Do návrhu vstupuje několik faktorů, které je potřeba zohlednit. Ať už

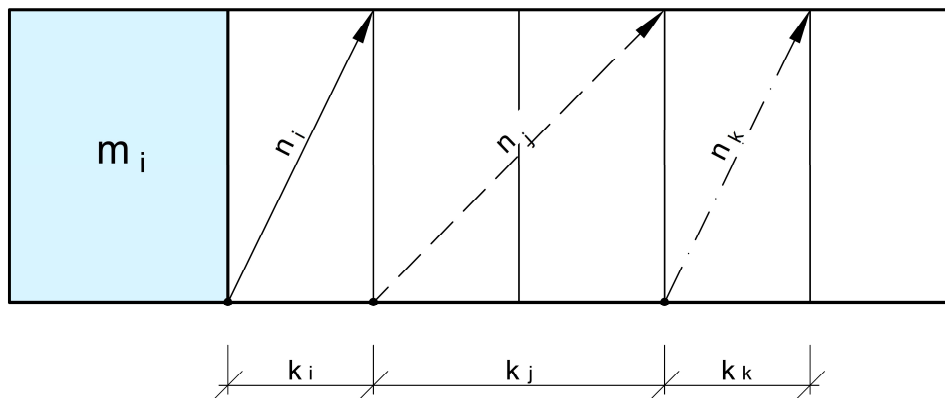
se jedná o nejčastější důvody jako časové hledisko a s tím i často související ekonomické hledisko nebo omezující parametry jako maximální počet zdrojů (pracovníků, strojů, zařízení, materiálu) či předpokládané klimatické podmínky. Generální dodavatel pak musí zvolit nejvhodnější postup vývoje investičního celku, tak aby naplnil své cíle a cíle stavebníka.

Zhotovit stavby může využít několik metod a jejich kombinací, ale mezi základní tři využívané metody patří **metoda postupná**, **metoda souběžná** a **metoda proudová**. Každá z těchto metod dokáže naplnit jiné požadavky a cíle.

V této kapitole dochází k porovnání těchto výše zmíněných metod při realizaci čtyř stavebních objektů C1, C2, D1 a D2. Porovnání je z hlediska časového a ekonomického.

### 3.2 Metody postupu výstavby

Metody jsou vysvětleny na příkladu realizace tří shodných stavebních objektů označených jako Objekt A, Objekt B a Objekt C. Každý z těchto objektů je složen ze tří etap. První etapa je dlouhá 1 časovou jednotku, druhá etapa 2 časové jednotky a třetí etapa 3 časové jednotky.



Obrázek 1 Ukázka postupu etap objektu na jednoduchém cyklogramu

$m_i$  ... objekt (záběr)

$n_{i-k}$  ... etapa (proces)

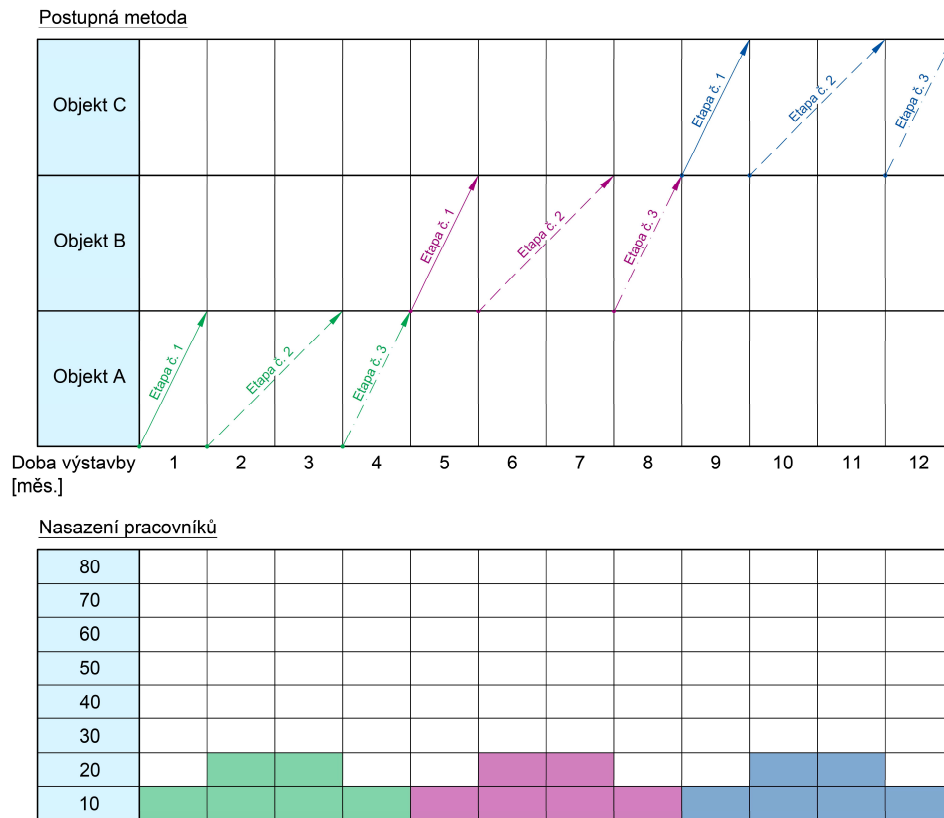
$k_{i-k}$  ... doba trvání etapy (procesu)

#### 3.2.1 Postupná metoda

V případě postupné metody výstavby je zahájení následujícího objektu závislé na dokončení předcházejícího objektu. Tudiž po kompletním dokončení objektu A dojde k zahájení objektu B a po dokončení objektu B dojde k zahájení posledního objektu C. Jednotlivé objekty se tedy realizují samostatně, a tudíž není potřeba nasazovat více pracovních čt současně. Zároveň ale dochází k tomu, že pracovní čety a stroje nejsou plně využity, protože

nemohou plynule navázat na objekt následující, ale musejí počkat, než dojde k jeho zahájení. Tím dochází i k prodloužení realizace výstavbového celku.

Tento postup se volí u realizací, kde jsou odlišné objekty s odlišnou technologií provádění v případě nedostatečného množství zdrojů a v případech kde stavební prostory neumožňují nasazení více pracovních čt současně.



Obrázek 2 Postupná metoda

Celková doba výstavby  $T_1 = m * (k * n) = 3 * (1 * 2 + 2 * 1) = 12$  měsíců

Maximální počet pracovníků  $P_1 = 20$

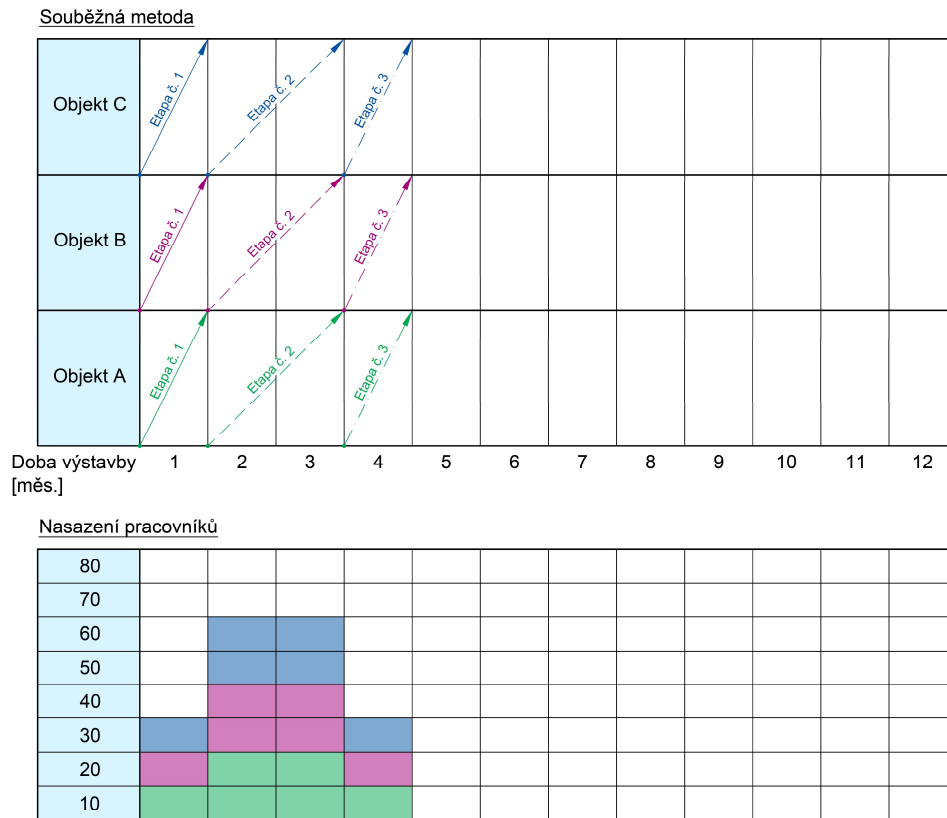
### 3.2.2 Souběžná metoda

V souběžné metodě dochází k zahájení všech objektů současně. To znamená, že objekt A, objekt B a objekt C začnou s výstavbou ve stejný okamžik, a tudíž i ve stejný okamžik skončí. Čety jsou na všech objektech nasazeny současně a po dokončení práce odcházejí. V řešeném příkladu tří objektů je tedy nutné zajistit trojnásobný počet pracovních čt.

Nasazení čt současně na všech objektech vyžaduje potřebu více zdrojů (pracovníků, strojů, materiálu). Nebo může dojít k rozložení zdrojů z jednoho objektu do jednotlivých objektů, ale tím vznikne i razantní prodloužení realizace kvůli nízké produktivitě práce.

Tato metoda najde využití převážně u liniových staveb a u investičních celků, kde je realizační firma schopna zajistit dostatek zdrojů a dokáže správně organizovat zásobování a postup prací.

Při dostatku zdrojů je tato metoda nejrychlejší.



Obrázek 3 Souběžná metoda

Celková doba výstavby  $T_2 = k * n = 1 * 2 + 2 * 1 = 4$  měsíce

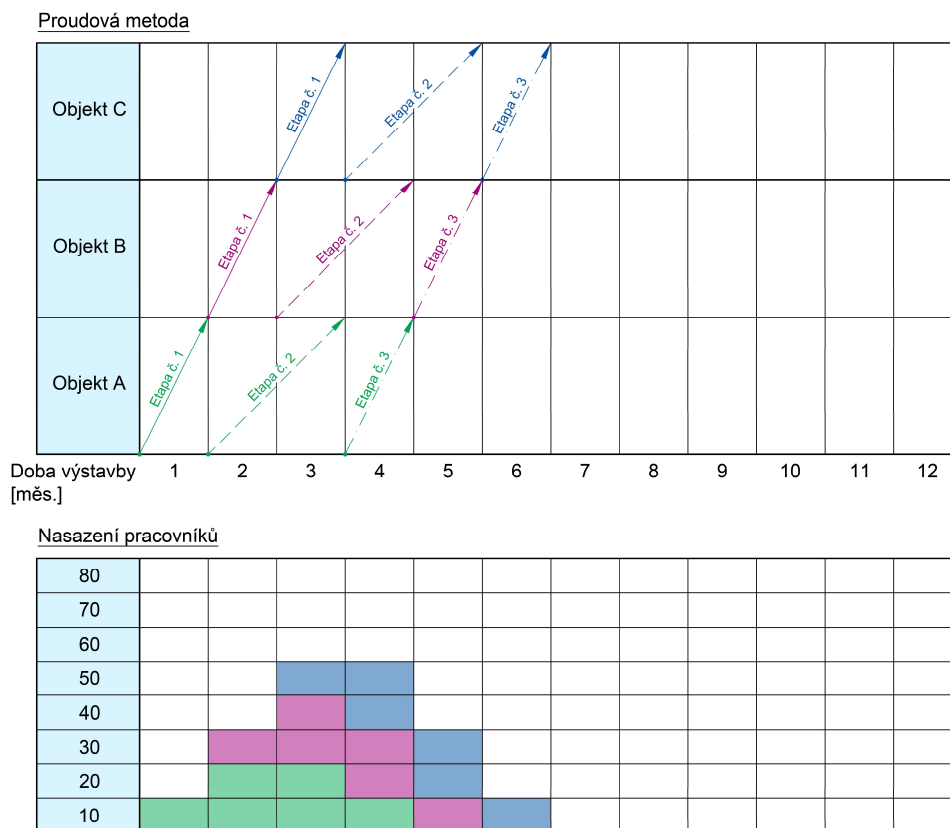
Maximální počet pracovníků  $P_2 = 60$

### 3.2.3 Proudová metoda [1]

V této metodě se přesouvají čety plynule z jednoho objektu na objekt následující. To zajišťuje, že pracovní čety jsou plně využity. Výstavba investičního celku postupuje plynuleji i bez potřeby nasazení více pracovních čet najednou. Rozložení zdrojů je rovnoměrné.

V případě tří vzorových objektů je možné plynule navázat etapu 1 a etapu 3. U druhé etapy se bude také postupovat plynule, ale na třetí a čtvrtý měsíc bude nutné nasadit dvojnásobný počet pracovních čet.

Využití této metody je vhodné u sourodých i nesourodých objektů, ale také i u výstavbových celků. Svou plynulostí je nejbližší pásové výrobě využívané v továrnách. Rozdíl od pásové výroby v továrnách je v tom, že se nepohybuje výrobek, ale pohybují se čety.



Obrázek 4 Proudová metoda

Celková doba výstavby  $T_3 = 6$  měsíců

Maximální počet pracovníků  $P_3 = 50$

### 3.2.4 Porovnání metod

**Celková doba trvání**  $T_2 = 4 < T_3 = 6 < T_1 = 12$

Celková doba výstavby je nejrychlejší u metody souběžné, ale na úkor potřeby trojnásobného množství zdrojů. Metoda postupná je nejdelší.

**Maximální počet pracovníků**  $T_2 = 60 > T_3 = 50 > T_1 = 20$

Jak již bylo zmíněno, tak nejvíce pracovníků současně na stavbě vyžaduje metoda souběžná. Nejméně pracovníků současně bude využito při realizaci dle metody postupné.

Doba trvání i počet pracovníků se současně promítnou do nákladů stavby. Čím delší realizace, tím déle narůstající náklady spojené se zařízením staveniště. Naopak čím více

pracovníků pohybujících se současně na stavbě, tím musí být zajištěno více provozních a sociálních a hygienických zařízení. Také musí být na stavbě přítomno více pracovníků managementu tak, aby zajistili správnou koordinaci zdrojů a dokázali mít kontrolu nad velkým objem práce.

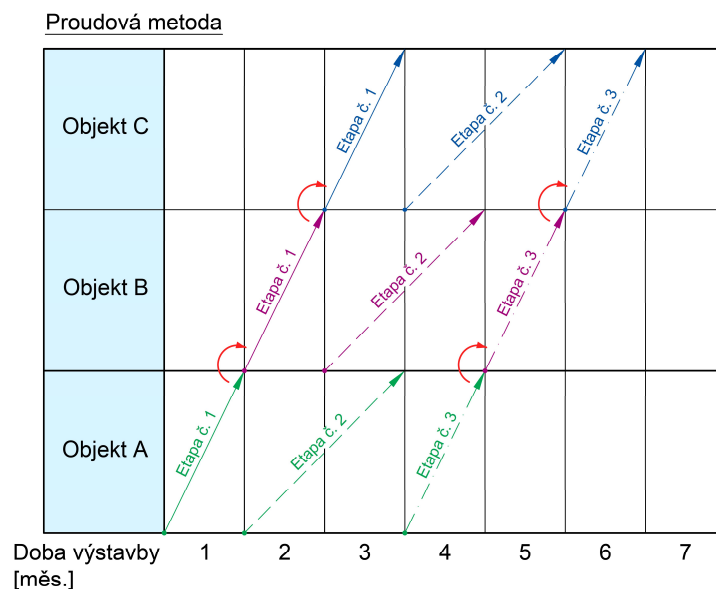
### 3.3 Proudová metoda [1]

#### 3.3.1 Základní podmínky pro proudové metody

- ve výstavbovém celku se musí nacházet více podobných či stejných objektů (etap),
- výrobní proces je možné rozdělit do procesů dílčích dle technologie provádění nebo dle specializace pracovního kolektivu,
- průběh dílčích stavebních procesů je možné sladit časově i prostorově tak, aby každý předcházející proces vytvořil volnou pracovní frontu pro proces následující,
- dílčí stavební procesy na jednotlivých objektech (etapách) musejí mít vzájemný rytmus.

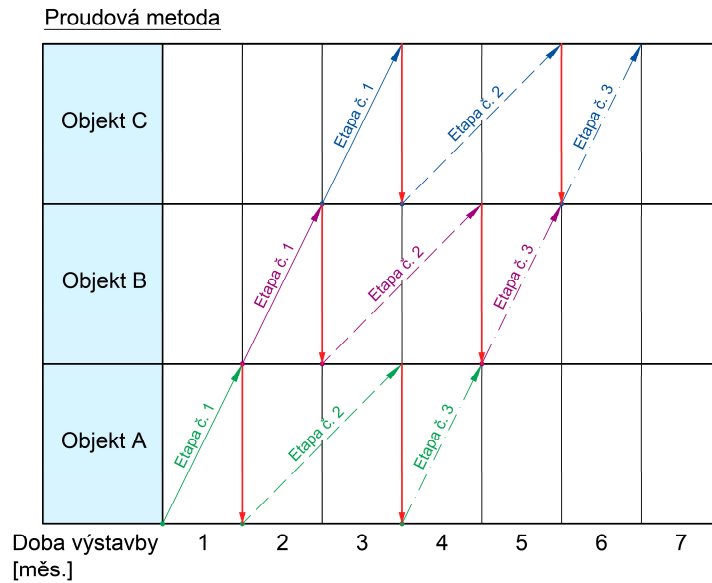
#### 3.3.2 Základní principy

- **plynulost práce** – jednotlivé čety přecházejí plynule bez přestávek z jednoho výrobku na další,



Obrázek 5 Plynulost práce

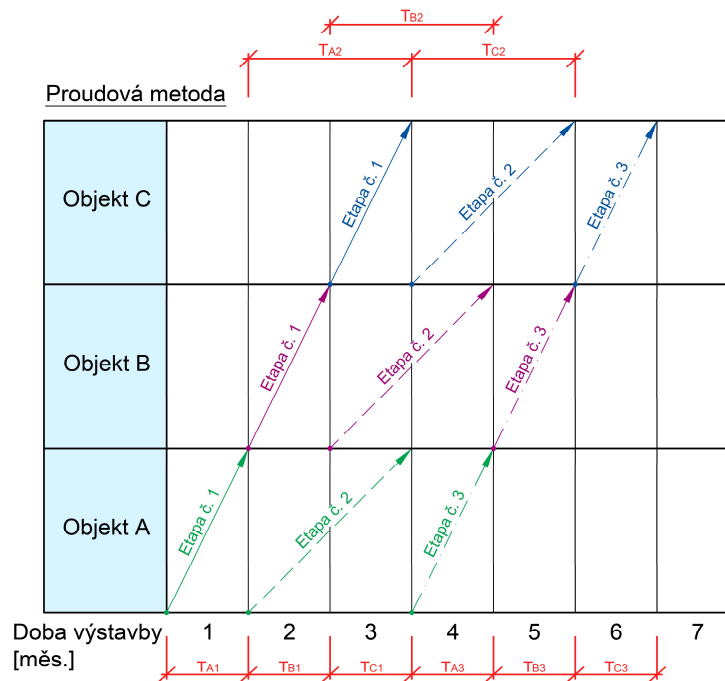
- **plynulost výroby** – výrobky stejného druhu jsou vyráběny plynule (se zohledněním technologických a organizačních přestávek),



Obrázek 6 Plynulost výroby

- **rovnoměrnost práce** – každá četa pracuje stejně dlouho na každém výrobku,

$$T_{A1} = T_{B1} = T_{C1}; T_{A2} = T_{B2} = T_{C2}; T_{A3} = T_{B3} = T_{C3}$$

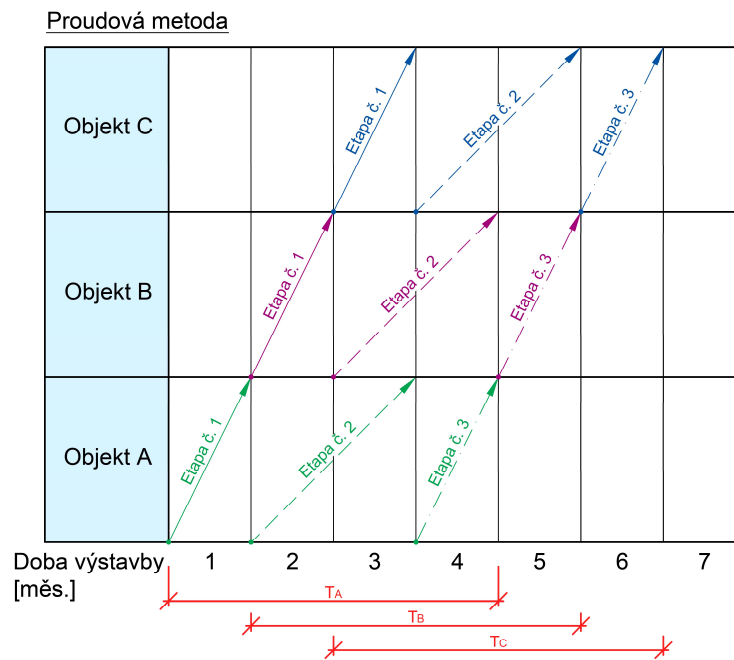


Obrázek 7 Rovnoměrnost práce



- rovnoměrnost výroby – každý výrobek je vyráběn stejně dlouhou dobu.

$$T_A = T_B = T_C$$

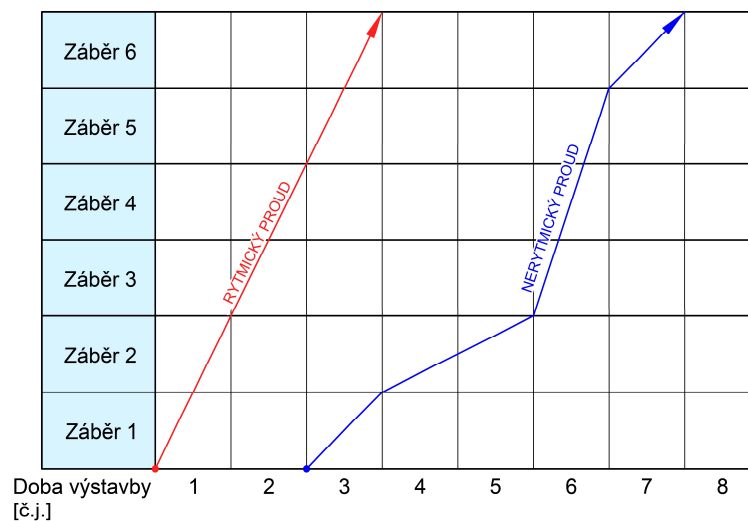


Obrázek 8 Rovnoměrnost výroby

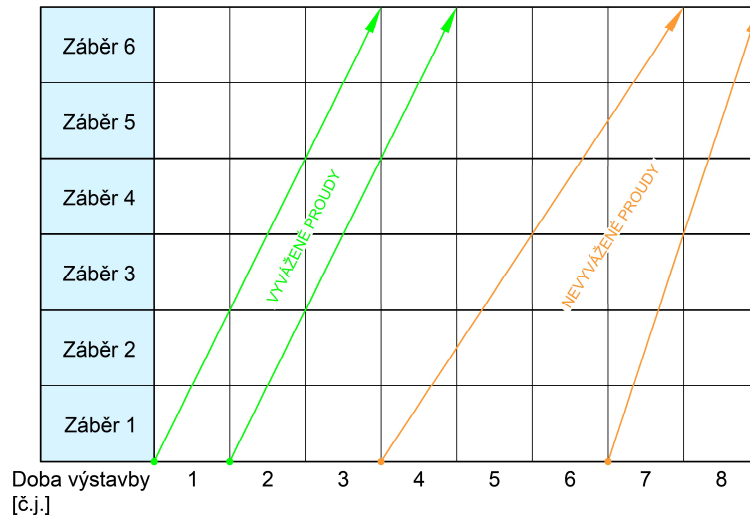
Podle toho, které principy proudového stavění jsou naplněny, se rozlišují proudy:

- rytmické, ●
- nerytmické, ●
- vyvážené, ●
- nevyvážené. ●

Pouze proud vyvážený splňuje všechny čtyři základní principy.



Obrázek 9 Rytmický a nerytmický proud



Obrázek 10 Vyvážené a nevyvážené proudy

**Rytmický proud** má shodné takty všech záběrů, ale **nerytmický proud** má takty odlišné (pojmy takt a proud jsou vysvětleny níže).

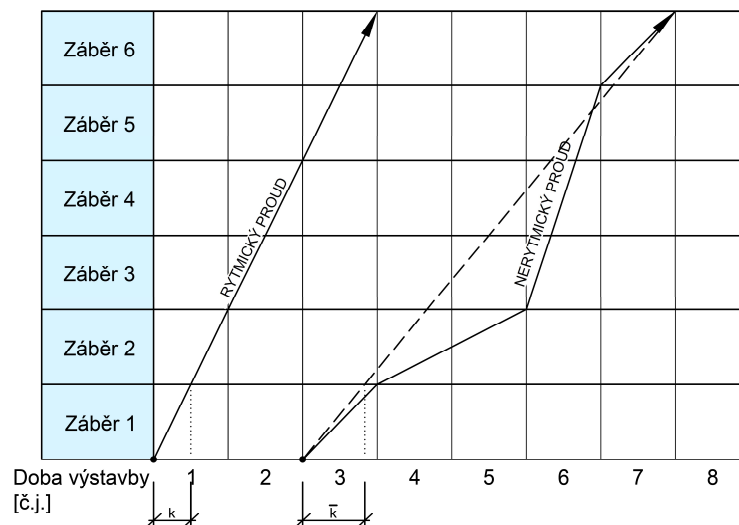
### 3.3.3 Základní pojmy proudového stavění

**Proud** – vyjadřuje stavební proces s vlastnostmi proudu, jedná se o postup pracovní čety v prostoru a čase (může být objektový proud, proud stupně rozestavěnosti, etapový proud, dílčí proud)

**Řídicí proud** – jedná se o etapový nebo dílčí stavební proces, který určuje tempo ostatním proudům (nejčastěji se jedná o proud hrubé vrchní stavby)

**Takt [k]** – označuje dobu dílčího proudu na jednom záběru (výrobku)

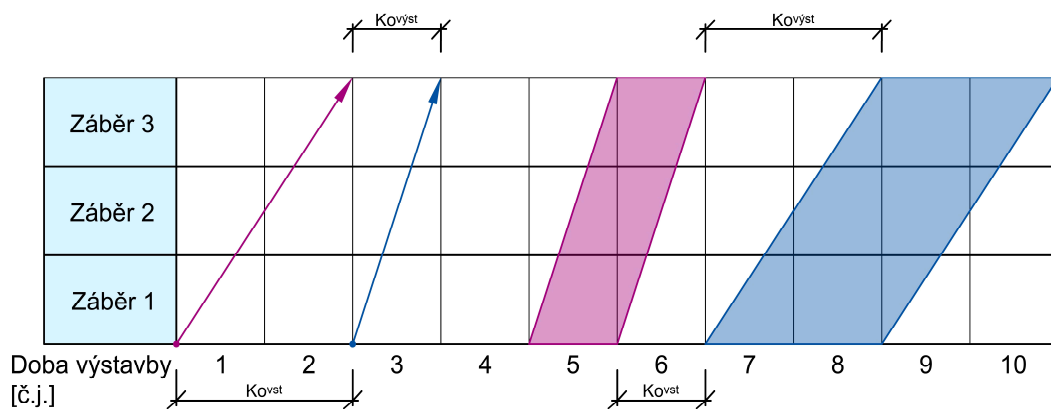
**Ekvivalentní takt  $\bar{k}$**  – jedná se o průměrný takt nerytmického proudu



Obrázek 11 Ekvivalentní takt

**Krok vstupní [ $Ko^{vst}$ ]** – jedná se o časový interval mezi začátkem předcházejícího proudu a začátkem následujícího proudu. V případě nulové doby rozvinutí se jedná o vazbu začátek - začátek. U etapových proudů se jedná o interval mezi začátkem posledního dílčího proudu předcházejícího etapového proudu a začátkem prvního dílčího proudu následujícího etapového proudu.

**Krok výstupní [ $Ko^{výst}$ ]** – jde o časový interval mezi koncem předcházejícího proudu a začátkem následujícího proudu. V případě nulové doby rozvinutí se jedná o vazbu konec - konec. U etapových proudů se jedná o interval mezi koncem posledního dílčího proudu předcházejícího etapového proudu a koncem prvního dílčího proudu následujícího etapového proudu.



Obrázek 12 Krok vstupní a krok výstupní

**Časový modul proudu [ $K_{mod}$ ]** – největší společný dělitel taktů skupiny dílčích proudů

**Rychlost proudu [ $v_p$ ]** – jedná se o finální množství produkce proudu za časovou jednotku

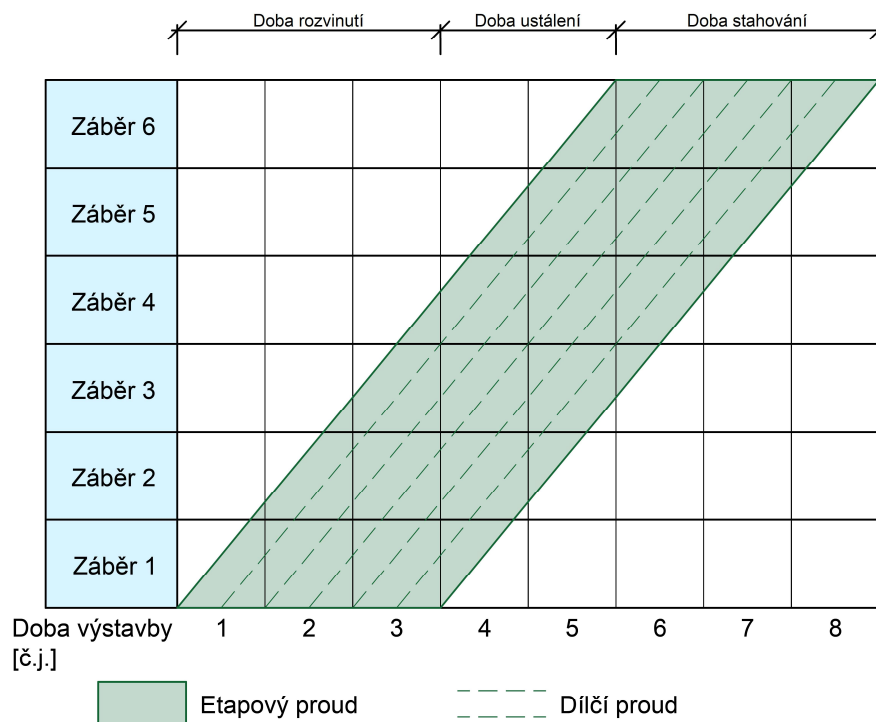
#### Doba rozvinutí, doba ustálení a doba stahování proudu

Stěmito pojmy se setkáváme u proudů etapových, u proudů stupně rozestavěnosti a u objektových proudů.

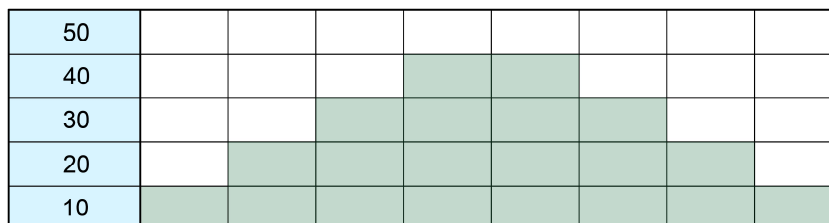
Doba rozvinutí je časový úsek mezi začátkem prvního dílčího proudu a začátkem posledního dílčího proudu. V tomto úseku roste počet nasazených pracovníků.

Doba ustálení je časový úsek mezi začátkem posledního dílčího proudu a koncem prvního dílčího proudu. V tomto úseku je počet nasazených pracovníků konstantní.

Doba stahování je časový úsek mezi koncem prvního dílčího proudu a koncem posledního dílčího proudu. V tomto úseku klesá počet nasazených pracovníků.



#### Nasazení pracovníků



*Obrázek 13 Doba rozvinutí, doba ustálení, doba stahování proudu*

### 3.3.4 Zvýšení efektivity proudové metody

#### Vyvažování proudů

Proudy etapové jsou nevyvážené v okamžik, kdy jejich dílčí proudy jsou rytmické, ale mají odlišný takt.

Jak dosáhnout vyvážení proudu:

- úpravou rychlosti dílčích proudů (zvýšením nebo snížením produkce),
- přerušováním proudů s kratším taktem,
- u proudů s delším taktem zavést více směn,
- nasazením souběžných čt u dílčích proudů s delším taktem.

#### Kloubení dílčích proudů

Zde je velmi důležité sledovat volnou minimální pracovní frontu neboli sledovat místo kritického přiblížení. To je situace, kdy jsou si dva proudy nejbližší v čase.

Pro úspěšnou funkci proudů je nutné stanovit minimální vstupní krok záběru tak, aby nedošlo k narušení minimální pracovní fronty na záběrech následujících a zároveň aby nevznikaly zbytečné prostoje. Proto se stanoví místo kritického přiblížení, které je vyjádřeno úsekem, kde by mohlo docházet k narušení pracovní fronty. V tomto místě se upraví návaznost dílčích proudů. Díky tomu je možné stanovit hodnotu vstupního kroku následujícího proudu na prvním záběru.

### 3.4 Porovnání variant postupu výstavby řešených bytových objektů

Porovnání metod je provedeno na čtyřech objektech řešených v rámci stavebně technologického projektu. Tyto čtyři objekty se skládají ze dvou variant, které jsou v STP označovány jako varianta "C" a varianta "D".

#### 3.4.1 Popis variant

Z hlediska technologie provádění, dispozičního řešení a materiálového řešení jsou varianty stejné a liší se pouze v objemu práce. Obestavěný prostor varianty "C" činí 9476 m<sup>3</sup> a obestavěný prostor varianty "D" činí 7328 m<sup>3</sup>.

Jedná se o jednopodlažní objekty s plochou střechou obdélníkového půdorysu s jedním suterénním podlažím. Objekty jsou složeny ze dvou částí, které jsou zrcadlově shodné a jsou sdruženy společným suterénem, který slouží jako kryté parkoviště. Střecha nad 1.PP (nad prostory kryté garáže) je využita jako střešní zahrada bytových jednotek v 1.NP. Zahrady pro suterénní byty jsou umístěny na rostlém terénu.

Obě varianty jsou založeny na základových pasech a patkách, svislé konstrukce jsou převážně tvořeny ze zděných konstrukcí, které jsou částečně doplněny ŽB monolitickými stěnami a sloupy. Vodorovné konstrukce jsou plně ŽB monolitické desky doplněny o ŽB monolitické průvlaky. Pro svislou komunikaci slouží přímá jednoramenná ŽB prefabrikovaná schodiště. Prostory zahrádek bytových jednotek v 1.PP jsou od veřejného prostranství odděleny ŽB monolitickými opěrnými stěnami.

Na schématické situaci jsou zvýrazněny řešené varianty – oranžovou barvou je varianta "C" a zelenou barvou je varianta "D".



Obrázek 14 Schématická situace se zvýrazněnou variantou "C" a variantou "D"

### 3.4.2 Porovnání metod z hlediska doby trvání a nasazení pracovníků

Porovnání je provedeno v časoprostorovém grafu v příloze č. 6 – **Porovnání metod – doba trvání a nasazení pracovníků**. Vychází se ze stavebně technologického projektu, kde v části časové struktury byly vytvořeny cyklogramy na obě varianty. Pro lepší přehlednost je cyklogram vytvořen na úrovni etapových procesů a časovou jednotkou je týden. Počet pracovníků v čase je uveden ve sloupcovém grafu a vždy se jedná o maximální hodnotu současně působících pracovníků v určitou dobu (určitým týdnem).

#### **Metoda postupná**

V metodě postupné jdou objekty ve zvoleném postupu za sebou.

#### **Metoda souběžná**

V metodě souběžné má každá z variant jednotlivé etapy prováděné současně, a proto je v některých okamžicích nutné nasadit čtyřnásobný počet čt.

## Metoda proudová

V metodě proudové je zajištěna plynulost přechodu pracovních čet z předcházejícího objektu na objekt následující. Aby byl zajištěn minimální pracovní prostor a nedocházelo ke křížení činností, které na sebe navazují, bylo zahájení etap uzpůsobeno nastavením minimálního vstupního kroku.

Některé krátké etapy (zastřešení) byly ponechány odděleně bez plynulosti chodu mezi objekty. Neprovedlo se jejich proudové navázání, protože v opačném případě by zbytečně prodlužovaly dobu realizace, nebo zvyšovaly náklady stavby.

### 3.4.3 Porovnání metod z hlediska vedlejších rozpočtových nákladů

Porovnání vedlejších rozpočtových nákladů je provedeno ve zjednodušené formě. Účelem porovnání je zobrazit rozdíly v nákladech odvíjející se od doby trvání realizace a rozdíly v nákladech spojené s odlišným obdobím provádění určitých činností. Porovnání je zobrazeno v příloze č. 7 – **Porovnání metod – vedlejší rozpočtové náklady**.

Celková cena stavby se člení na základní rozpočtové náklady (ZRN) a vedlejší rozpočtové náklady (VRN). V části ZRN jsou obsaženy náklady na mzdy, na stroje, na hmoty, na výrobní a správní režii a také je zde započítán zisk. Náklady vztažené k VRN jsou vypsány v tabulce č. 1 níže.

Tabulka 1 Vedlejší rozpočtové náklady

Vedlejší rozpočtové náklady		
Inženýrská a projektová činnost	Náklady spojené s umístěním stavby (NUS)	Finanční a ostatní náklady
<ul style="list-style-type: none"><li>• Průzkumné práce</li><li>• Geodetické projektové práce</li><li>• Dozory</li><li>• Posudky</li><li>• Zkoušky</li><li>• Revize</li><li>• Kompletační činnost</li><li>• Rozpočtování</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Příprava staveniště</li><li>• Zařízení staveniště</li><li>• Přeložky konstrukcí</li><li>• Územní vlivy</li><li>• Provozní vlivy</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pojistné</li><li>• Finanční rezerva</li><li>• Záruka</li><li>• Kauce a zádržné</li><li>• Náklady spojené s pozemkem</li><li>• Poplatky</li><li>• Záloha</li></ul>

Zdroj: Vlastní zpracování dle [2]

## Zařízení staveniště

Porovnání je provedeno bez položek, které jsou shodné pro všechny metody. Z toho důvodu ani není dodržena struktura dle TSKP a spíše se jedná o výčet jednotlivých nákladů, tak aby byl patrný jejich rozdíl mezi metodami.

Dle TSKP (třídníku stavebních konstrukcí a prací) jsou náklady na zařízení staveniště členěny následovně.

Tabulka 2 VRN – Zařízení staveniště

Kód	Název
<b>031</b>	<b>Související přípravné práce</b>
0311	Projektové práce pro ZS
0312	Terénní úpravy pro ZS
<b>032</b>	<b>Vybavení staveniště</b>
0321	Náklady na stavební buňky, úpravy stávajících objektů
0323	Počítačové sítě, WIFI připojené apod.
0324	Provizorní komunikace
0325	Skládky na staveništi
0326	Mycí centrum
0328	Náklady na provoz a údržbu vybavení staveniště
<b>033</b>	<b>Připojení a spotřeba energie pro ZS</b>
0331	Náklady na připojení
0332	Energie pro ZS
<b>034</b>	<b>Zabezpečení staveniště</b>
0341	Oplocení staveniště
0342	Opatření na ochranu sousedních pozemků
0343	Dopravní značení na staveništi
0344	Osvětlení staveniště
0345	Informační tabule stavby
0346	Alarm, strážní služba
0347	Ochranné konstrukce
<b>035</b>	<b>Pronájem ploch, objektů</b>
0351	Pronájem ploch, objektů
<b>039</b>	<b>Zrušení zařízení staveniště</b>
0391	Rozebrání, bourání a odvoz zařízení staveniště
0392	Úprava terénu

Zdroj: Vlastní zpracování dle [3]



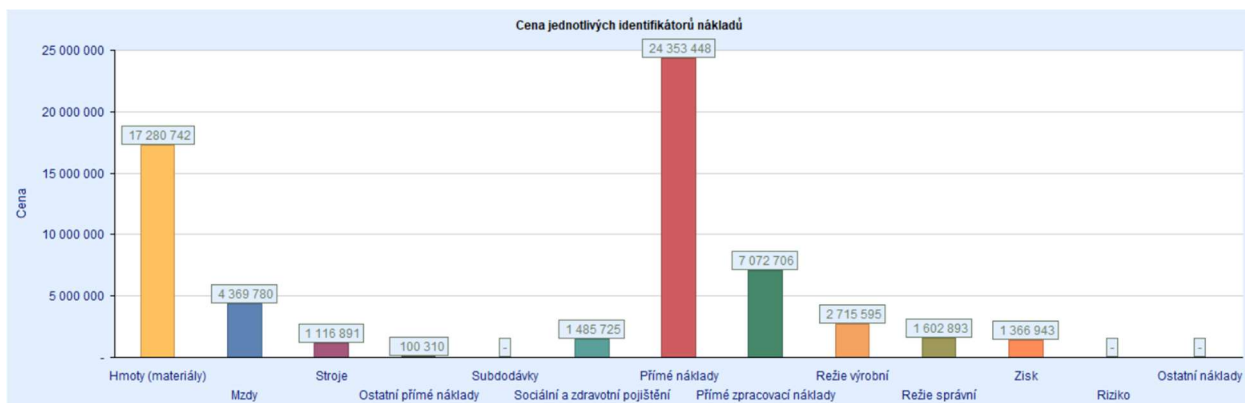
## Pojištění

Porovnání je provedeno stejným způsobem jako u ZS.

Pojistné vyplývá z výše základních rozpočtových nákladů. Hodnota ZRN byla převzata ze softwaru EuroCALC, kde byly při řešení STP objekty namodelovány.

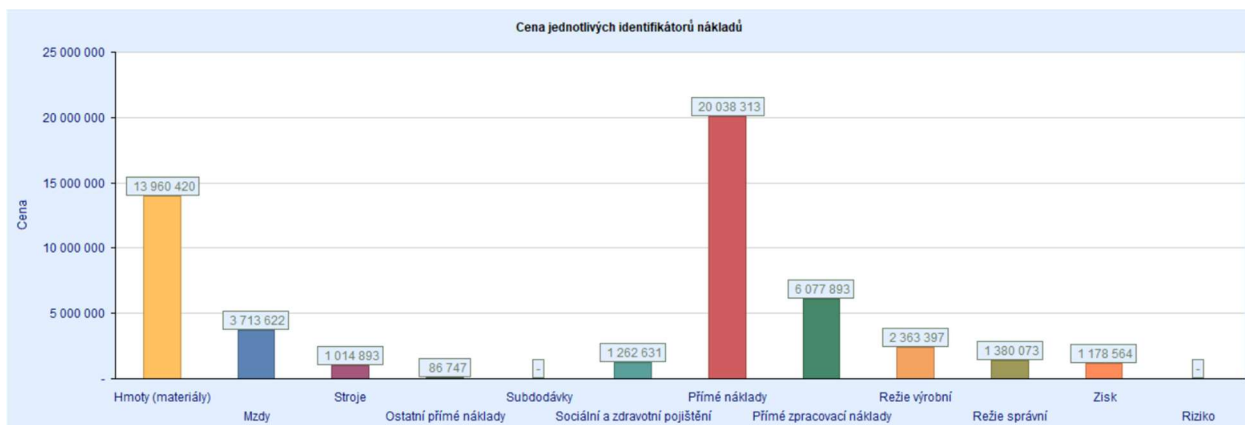
ZRN = Přímé náklady + Režie výrobní + Režie správní + Zisk

ZRN objektu C = 30,04 mil Kč



Obrázek 15 ZRN objekt C

ZRN objektu D = 24,96 mil Kč



Obrázek 16 ZRN objekt D

Tabulka 3 VRN – Pojištění

Kód	Název
051	Pojištění
0511	Pojištění proti vlivu vyšší moci
0512	Pojištění proti chybám v projektové dokumentaci
0513	Ostatní pojištění

Zdroj: Vlastní zpracování dle [3]

### 3.4.4 Vyhodnocení metod postupů výstavby

Tabulka 4 Doba trvání – porovnání metod

Doba trvání		
Pořadí	Metoda	Doba trvání [dny]
1.	Metoda souběžná	295
2.	Metoda proudová	590
3.	Metoda postupná	1 092

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 5 Průměrná hodnota maximálního počtu pracovníků – porovnání metod

Průměrná hodnota maximálního počet pracovníků		
Pořadí	Metoda	Průměrná hodnota max. počet pracovníků [prac./týden]
1.	Metoda postupná	20
2.	Metoda proudová	40
3.	Metoda souběžná	69

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 6 Vedlejší rozpočtové náklady – porovnání metod

Vedlejší rozpočtové náklady			
Pořadí	Metoda	Zařízení staveniště [mil Kč]	Pojištění [mil Kč]
1.	Metoda souběžná	8,861	0,162
2.	Metoda proudová	14,284	0,325
3.	Metoda postupná	16,435	0,600

Zdroj: Vlastní zpracování

#### **Metoda postupná**

##### **Pozitiva postupné metody**

+ Nejnižší počet nasazených pracovníků současně

Pokud dodavatel není časově tlačen, tak je tato varianta vhodná z důvodu nízké potřeby nasazení pracovníků. A realizace není tak náročná na koordinaci pracovních čt, jako tomu je u ostatních metod. Díky nižšímu počtu pracovníků není potřeba navrhovat více prostor pro provozní a hygienické zařízení.

## **Negativa postupné metody**

- Nejvyšší vedlejší rozpočtové náklady
- Nejdelší doba realizace

Tato metoda je nejméně vhodná, pokud je dodavatel tlačěn stavebníkem k co nejdřívějšímu dokončení realizace. Stavebník často vyžaduje co nejdřívější dokončení bytových objektů tak, aby mohl objekty co nejdříve předávat klientům a začaly se mu vracet peníze vložené do realizace.

Při delší realizaci vznikají vyšší náklady spojené s pronájmem zařízení a strojů – narůstají vedlejší rozpočtové náklady. A tím, že není zajištěna plynulost postupu činností, vzniká problém se zajišťováním odborných pracovníků, kteří nemusejí být v daném období dostupní. Nehledě na to, že při neočekávaném prodloužení provádění objektu předcházejícího, vznikne oddálení doby zahájení objektu následujícího, a pak mohou být účtovány penále za nepřipravenost pracoviště.

V důsledku návaznosti jednotlivých objektů za sebou není možné plánovat realizaci tak, aby se provádění mokrých procesů vyhnulo zimnímu období. Tím vznikají i vyšší náklady na zimní opatření.

## **Metoda souběžná**

### **Pozitiva souběžné metody**

- + Nejkratší doba provádění
- + Nejnižší vedlejší rozpočtové náklady

Velkou výhodou souběžné metody je doba provádění, díky které trvá realizace pouze 10 měsíců, a tudíž jsou i nižší náklady spojené s pronájmy zařízení a strojů.

Výhodou také je, že jednotlivé objekty na sebe nenasazují a případné zdržení činností na jednom objektu nezpůsobí odsunutí doby zahájení činností na objektu druhém.

### **Negativa souběžné metody**

- Nejvyšší počet nasazených pracovníků současně

Dostí zásadní nevýhodou souběžné metody je počet pracovníků současně se vyskytujících na staveništi. A to hlavně z hlediska koordinace pracovních čt a potřeby současného působení strojů, které bývá často omezené. Zároveň je nutné zajistit velmi dobře zpracovaný plán zásobování materiálu a mít dostatek příslušných skladovacích ploch.

S tak vysokým počtem pracovníků souvisí i zajištění dostatečného množství odborných technických pracovníků dodavatele stavby tak, aby byli schopni udržet řádnou kontrolu nad prováděnými pracemi.

Při současném provádění více prací najednou vzniká i nutnost uvolňování většího množství nákladů v kratším časovém období, než je tomu u ostatních metod.

## **Metoda proudová**

### **Pozitiva proudové metody**

+ Etapové proudy na sebe plynule navazují

Tato metoda má ve všech porovnávacích hlediscích druhé umístění. Její velkou výhodou je plynulost přechodu pracovních čet z předcházejícího objektu na objekt následující. Tím nevzniká potřeba nasadit více odborných pracovníků současně a stačí jedna četa, která zahájí svou činnost na objektu prvním a plynule dojde až na objekt poslední, kde svou činnost na stavbě ukončí (vrátí se v případě vad a nedodělků nebo reklamací).

V případě strojů a zařízení je výhodné, že jsou plně využity a nevznikají zbytečné prostoje.

### **Negativa proudové metody**

- Složitější kloubení procesů

Tato metoda má nevýhody ve složitějším kloubení procesů a v provádění více různých činností na různých prostorech na staveništi. Tím je nutné zajistit řádnou koordinaci pracovních čet.

Aby etapové proudy byly plynulé, není možné se vyhnout provádění mokrých procesů v zimním období, a tím rostou i náklady na zimní opatření. Na prvním objektu vznikají delší přestávky mezi proudy tak, aby nedocházelo k narušování volného pracovního prostoru.

## 4 Závěr

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí. V první části je řešen stavebně technologický projekt čtyř bytových domů, které tvoří dvě varianty – Variantu "C" a Variantu "D". V druhé části je provedeno porovnání metod postupu výstavby těchto variant.

Podkladem pro stavebně technologický projekt byla cenová rekapitulace, kterou vytvořil dodavatel stavby. Tento dokument byl součástí výběrového řízení a na jeho základě byl vytvořen smluvní rozpočet se stavebníkem. V cenové rekapitulaci byly poskytnuty pouze výměry bez cenových ohodnocení, které si dodavatel nepřál zveřejnit. U několika položek chyběly výměry, protože je dodavatel uvedl jako kompletní dodávku. Z těchto důvodů bylo v rámci práce potřeba vypočítat několik položek a dohledat je u příslušných osob. Pro lepší práci s těmito daty byly vytvořeny strukturované položkové rozpočty v softwaru EuroCALC, které obsahují i cenové ohodnocení.

Před provedením technologické struktury byla provedena prostorová struktura, kde byly objekty zanalyzovány z hlediska prostorového řešení a provedl se návrh a posouzení zdvihacích prostředků.

Na základě strukturovaných rozpočtů byl vytvořen technologický rozbor pro obě varianty, který sloužil jako podklad pro tvorbu technologického normálu. Normohodiny pro výpočet pracnosti byly převzaty ze softwaru EuroCALC a v některých případech byly upraveny, aby odpovídaly skutečné výkonnosti pracovních čt. Následně byly objekty vymodelovány v automatizovaném softwaru CONTEC, který umožňuje vytvořit kontrolní a zkušební plán, environmentální plán a plán rizik BOZP. Dále byl proveden rozbor dopravních procesů pro rozhodující materiály.

Díky technologickým normálům a projektové dokumentaci se vytvořila časová struktura variant. Zde byly varianty promítnuty do řádkových harmonogramů a časoprostorových grafů na úrovni dílčích stavebních procesů a etapových procesů. Také se vytvořil síťový graf. Síťový graf a řádkový harmonogram byly vytvořeny v softwaru MSProject, časoprostorový graf byl vytvořen v softwaru AutoCAD.

V závěru STP se provedl návrh zařízení staveniště. Návrh je založen na všech třech strukturách stavebně technologického projektu. Výkres zásad organizace výstavby zobrazuje komplexní řešení zařízení staveniště a výkres zařízení staveniště je proveden pro konkrétní situaci, kdy se provádějí základové konstrukce na objektu C2.

Díky provedení STP pro obě varianty se mohlo provést porovnání metod postupu výstavby čtyř bytových objektů. Jako zvolené metody postupu výstavby byly zvoleny tři základní – metoda postupná, metoda souběžná a metoda proudová.

Každá z těchto metod má své kladné a záporné stránky. V rámci diplomové práce se metody porovnaly z hlediska doby trvání, maximálního počtu nasazených pracovníků v čase a zjednodušených rozpočtových nákladů.

Jako nejvýhodnější metodu bych zvolil metodu proudovou, protože je zde zajištěn plynulý přechod pracovních čt z objektu předcházejícího na objekt následující. Tím nedochází k zbytečným prostojům pracovních čt a strojů. Z hlediska porovnání tato metoda vyšla vždy jako druhá nejvýhodnější. Oproti postupné metodě má skoro dvojnásobně rychlejší realizaci i za předpokladu využívání pouze jedné pracovní skupiny pro danou činnost. Vedlejší rozpočtové náklady jsou sice o 5,4 mil Kč vyšší než u metody souběžné, ale aspoň se na staveništi nenachází současně tolik pracovníků, které je složitější zkoordinovat a zajistit jejich řádnou kontrolu. Také není potřeba nasadit současně čtyři pracovní skupiny, jako je tomu právě u metody souběžné.

Díky provedenému porovnání metod je možné si uvědomit, že každá metoda se může hodit pro jinou situace. Velmi záleží na dostupnosti zdrojů (pracovníků, strojů, materiálu). Zásadní jsou omezující podmínky stanovené stavebníkem či správním orgánem. Důležitým aspektem může být prostorové uspořádání staveniště a dostupnost z veřejných ploch. A v neposlední řadě záleží na stanovených cílech zhotovitele stavby.

Porovnání metod by bylo možné provést z více hledisek. Například pro danou situaci, kde může být omezením maximální dostupnost bednicích prvků nebo maximální dostupnost strojů. Porovnání z hlediska veřejných rozpočtových nákladů by bylo možné spočítat podrobněji, čímž by vznikl komplexnější přehled o rozdílech VRN v jednotlivých metodách.

## 5 Seznam zdrojů a použité literatury

- [1] Járský Č. a kol. (2008). *Příprava a realizace objektů a staveb, skriptum*. FSv ČVUT Praha.
- [2] Schneiderová Heralová R., Kadlčáková A., Kremlová L. (2009). *Kalkulace a nabídky 1*. FSv ČVUT Praha.
- [3] ÚRS CZ a.s. (2020). *Třídník stavebních konstrukcí a prací (TSKP)* [online]. [2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.cs-urs.cz/tridniky-a-ciselniky/tskp/?a0>

## 6 Seznam obrázků

Obrázek 1 Ukázka postupu etap objektu na jednoduchém cyklogramu .....	6
Obrázek 2 Postupná metoda .....	7
Obrázek 3 Souběžná metoda .....	8
Obrázek 4 Proudová metoda .....	9
Obrázek 5 Plynulost práce.....	10
Obrázek 6 Plynulost výroby .....	11
Obrázek 7 Rovnoměrnost práce .....	11
Obrázek 8 Rovnoměrnost výroby .....	12
Obrázek 9 Rytmičtý a nerytmičtý proud.....	12
Obrázek 10 Vyvážené a nevyvážené proudy .....	13
Obrázek 11 Ekvivalentní takt.....	13
Obrázek 12 Krok vstupní a krok výstupní .....	14
Obrázek 13 Doba rozvinutí, doba ustálení, doba stahování proudu .....	15
Obrázek 14 Schématická situace se zvýrazněnou variantou "C" a variantou "D" .....	17
Obrázek 15 ZRN objekt C .....	20
Obrázek 16 ZRN objekt D .....	20

## 7 Seznam tabulek

Tabulka 1 Vedlejší rozpočtové náklady.....	18
Tabulka 2 VRN – Zařízení staveniště .....	19
Tabulka 3 VRN – Pojištění.....	20
Tabulka 4 Doba trvání – porovnání metod.....	21
Tabulka 5 Průměrná hodnota maximálního počtu pracovníků – porovnání metod.....	21
Tabulka 6 Vedlejší rozpočtové náklady – porovnání metod .....	21

## 8 Seznam příloh

Příloha č. 0 – Zadávací dokumentace,

Příloha č. 1 – Posouzení předané projektové dokumentace,

Příloha č. 2 – Řešení prostorové struktury,

Příloha č. 3 – Řešení technologické struktury,

Příloha č. 4 – Řešení časové struktury,

Příloha č. 5 – Řešení zařízení staveniště,

Příloha č. 6 – Porovnání metod – doba trvání a nasazení pracovníků,

Příloha č. 7 – Porovnání metod – vedlejší rozpočtové náklady