

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2023**

**KILASOV TAMIRLAN**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kilasov** Jméno: **Tamirlan** Osobní číslo: **484579**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Manažerské metody a nástroje ke zvýšení efektivity ve stavebnictví**

Název diplomové práce anglicky:

**Managerial methods and tools to increase efficiency in construction**

Pokyny pro vypracování:

Efektivita řízení stavebního projektu. Porovnání používaných metod a nástrojů, zejména Lean, Six Sigma, teorie omezení. Možnosti a praxe jejich aplikace ve stavebnictví (v tuzemsku a zahraničí).

Seznam doporučené literatury:

- Aziz, R. H., Hafez, S. M., Applying lean thinking in construction and performance improvement. Alexandria Engineering Journal, 2014.
- Goldratt E.M., Cox J.: The Goal: A Process of Ongoing Improvement, North River Press, 2014
- Sproull B., Hutcheson M.: The New Beginning: A Business Novel on How to Successfully Implement the Combination of The Theory of Constraints, Lean, and Six Sigma to Drive Profit Margins, Productivity Press, 2021

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Radan Tomek, MSc., 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: **27.09.2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **08.01.2024**

Platnost zadání diplomové práce: \_\_\_\_\_

Ing. Radan Tomek, MSc., 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

# **Manažerské metody a nástroje ke zvýšení efektivity ve stavebnictví**

### **Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „Manažerské metody a nástroje ke zvýšení efektivity ve stavebnictví“ vypracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Radana Tomka, Ph.D. Dále prohlašuji, že použitá odborná literatura a další informační zdroje jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 6.01.2024

Tamirlan Kilasov

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval Ing. Radanovi Tomkovi, Ph.D. za pomoc, vstřícnost a cenné rady, bez kterých bych tuto diplomovou práci nedokončil.

## **Anotace**

Předložená diplomová práce bude věnována manažerským metodám a nástrojům ke zvýšení efektivity a jejich aplikaci ve stavební sféře. V rámci dané práce budou prozkoumány manažerské metody Teorie omezení, Lean a Six Sigma, navíc s ohledem na jejich kompatibilitu v rámci metody TLS. Budou navrženy modifikace těchto metod pro potřeby stavebnictví. Poté bude provedena případová studie, ve které budou tyto nově upravené metody řízení použity v rámci stavebního projektu, aby byl analyzován a demonstrován dopad těchto nástrojů. Na základě výzkumu a případové studie bude předloženo doporučení či nedoporučení pro použití metody TLS ve stavebnictví.

## **Abstract**

The thesis will be devoted to management methods and tools to increase efficiency and their application in the construction sector. Within the framework of the given thesis, the management methods of Theory of Constraints, Lean and Six Sigma will be examined, in addition to their compatibility within the TLS method. Modifications to these methods for the needs of the construction industry will be proposed. A case study will then be conducted in which this newly adapted management method will be used within a construction project to analyse and demonstrate the impact of these tools. Based on the research and the case study, a recommendation or non-recommendation for the use of the TLS method for the construction industry will be made.

## **Klíčová slova**

Lean, Six Sigma, Teorie omezení, manažerská metoda, DMAIC.

## **Keywords**

Lean, Six Sigma, Theory of Constraints, Management Method, DMAIC.

## Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce.....	12
3	Metodika práce.....	13
4	Teoretická část.....	14
4.1	Theory of constraints – Teorie omezení.....	14
4.1.1	The Goal: A Process of Ongoing Improvement.....	14
4.1.2	Rozvoj teorie omezení.....	16
4.1.3	Teorie omezení ve světě a v České republice.....	27
4.2	Six Sigma.....	30
4.2.1	Six Sigma ve stavebnictví.....	36
4.3	Lean.....	39
4.3.1	Lean construction.....	48
4.4	Společná implementace manažerských metod.....	54
4.4.1	Teorie omezení a Lean.....	55
4.4.2	Teorie omezení a Six Sigma.....	58
4.4.3	Six Sigma a Lean.....	60
4.4.4	Teorie omezení, Lean a Six Sigma – TLS.....	62
5	Praktická část.....	71
5.1	Efektivita řízení stavebních projektů.....	71
5.2	Teorie omezení – reinterpretace a modifikace metody pro stavebnictví.....	72
5.3	TLS – reinterpretace a modifikace metody pro stavebnictví.....	75
5.4	Případová studie.....	79
5.4.1	Informace o stavebním projektu.....	79
5.4.2	Implementace adaptované TLS.....	82
5.5	Výsledné zhodnocení a přínosy práce.....	90
6	Závěr.....	92
7	Bibliografie.....	94
8	Seznam zkratk.....	99
9	Seznam obrázků.....	101
10	Seznam tabulek.....	102



## 1 Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na využití manažerských metod a nástrojů ke zvýšení efektivity ve stavebnictví.

V oblasti managementu se manažerské metody nebo nástroje využívají zcela standardně a víceméně neustále. Tyto metody a nástroje jsou ve skutečnosti šablony, kterých se dá využít během různých manažerských aktivit a činností, a při jejich využití správným způsobem, se dá dosáhnout významných výsledků z hlediska výrobní a finanční efektivity.

Manažerských metod existuje veliké množství, obecně se dají rozdělit například na: manažerské nástroje rizikového managementu, metody strategického plánování, metody a nástroje pro zvýšení efektivity u výrobních činností a procesů apod.

V této diplomové práci se soustředím na posledně zmíněný typ manažerských metod a nástrojů, tj. na ty, které zvyšují efektivitu výroby. Tyto metody a nástroje jsou velmi podstatné a důležité pro téměř všechny organizace a obory, ať už pro dopravní či průmyslové podniky, nebo veškeré organizace a podniky ve stavebnictví. V takových firmách a oborech je velké množství různých procesů a činností, které jsou velmi těsně vázány jedna na druhou, buď přímo nebo nepřímo. Úspěšnost projektů, a tedy i samotných podniků, se může výrazně lišit kvůli poměrně malým změnám v těchto procesech, protože dokonce takové malé neočekávané a nepředpověditelné události/jevy, kterým nebylo včas zabráněno, mohou vést k narušení celého výrobního procesu, který byl předem stanoven. Důsledkem toho jsou pak změny v rámci jednotlivých naplánovaných procesů, z toho plynoucí snížení efektivity organizace procesů/spolupráce/výroby, vedoucí až k případnému zpoždění celých projektů a finanční ztrátě.

První část této diplomové práce bude věnována literární rešerši manažerské metody jménem Theory of constraints, která je v tuzemsku známá jako Teorie omezení. Na začátku bude prozkoumán vznik této metody a její hlavní principy. Podrobně se bude rozebírat kontext a pravidla jejího využití, její cíl a výhody zavedení. Poté bude analyzován rozvoj a potenciál Teorie omezení: vznik, doplňky, nové součásti apod. Také budou porovnány jednotlivé státy a části světa, jak hodně je tato metoda využívána, včetně porovnání s mírou využití v ČR, po čemž budou nabídnuty důvody těchto rozdílů a jejich zdůvodnění.

Další podkapitoly diplomové práce budou pokračováním literární rešerše, a tato část diplomové práce bude věnována jiným manažerským metodám. První z těchto metod se nazývá Six Sigma. Tato metoda bude prozkoumána z různých hledisek, včetně její celkové filozofie, způsobů zavádění, strategie aplikace apod. Kromě toho bude proveden výzkum, věnovaný využití metody Six Sigma ve stavebnictví, včetně analýzy využití zvolené manažerské metody ve stavebních firmách v zahraničí a v České republice. Podobná rešerše bude provedena i u jiné metody, která se nazývá Lean, v tuzemsku známé jako štíhlá výroba. Taktéž bude analyzován její vznik, rozvoj, principy atd. Podobným způsobem jako u rešerše metody Six Sigma, první část podkapitoly „Lean“ bude věnována Lean Manufacturing, a potom bude provedena analýza Lean Construction, což je adaptací štíhlé výroby pro stavebnictví. Zároveň bude porovnána míra využití Lean Construction ve světových a českých stavebních organizacích. Potom bude proveden výzkum současné/společné aplikace uvedených manažerských metod: Teorie omezení, Six Sigma a štíhlá výroba, nejprve vzájemně po dvojicích, a poté všech tří dohromady. Tomuto se věnuje závěrečná podkapitola této části diplomové práce, které je zaměřená na takzvanou metodu TLS, která je propojením všech třech uvedených manažerských nástrojů najednou. U tohoto „syntetického“ nástroje taky budou prozkoumány vznik, principy a výhody využití, spolu s tím, v jakých organizacích a při jakých podmínkách se nejlépe dá tuto metodu zavádět.

Další kapitola této diplomové práce je praktickou částí. Nejdříve bude popsán pojem efektivity řízení stavebních projektů, podle kterého se dají kontrolovat a posuzovat manažerské metody a jejich výkon ve stavebních firmách. Potom bude provedena analýza všech hlavních prvků a principů Teorie omezení a nástroje TLS, a možnosti jejich adaptace ve stavební firmě, zejména na úrovni realizace stavebních projektů. Všechny součásti TLS, které se dají přímo zavést ve stavebním projektu, budou ponechány beze změn, ale prvky a principy, které nevyhovují jakýmkoliv požadavkům stavebních firem nebo stavebních projektů, anebo součásti TLS, které nejsou nejvhodnější pro stavebnictví, budou zlepšeny autorem diplomové práce pro dosažení nejvyšší úspěšnosti zvolené manažerské metody a nejlepších výsledků po její zavádění.

Další podkapitola diplomové práce bude věnována praktické aplikaci manažerské metody TLS u stavebního projektu ve formě případové studie. Bude zvolen skutečný, v současnosti prováděný tuzemský stavební projekt, u kterého jsou k dispozici alespoň

základní informace jako technická zpráva, harmonogram, výkresy apod. Tento projekt bude nahlížen prizmatem metody TLS, aby bylo možné najít prvky neefektivity, jejichž odstranění je věnována tato metoda. Tyto prvky budou adaptovány dle požadavků nástroje TLS a pak budou prozkoumány efekty těchto změn, zejména organizační a časové. Po provedení této analýzy stavebního projektu bude vyjádřen názor autora diplomové práce, je-li nástroj TLS pro stavební firmu přínosný a na co by měl být při jejím zavádění kladen důraz.

Závěrem diplomové práce bude provedeno shrnutí provedeného výzkumu manažerských metod a analýzy stavebního projektu a výsledné zhodnocení výsledků a přínosů práce.

## 2 Cíle práce

Mým prvním cílem v této diplomové práci je prostudování manažerské metody Theory of constraints, která se poměrně široce využívá v zahraničí, ale je velmi neznámou v České republice. Dalším cílem je prozkoumání a analýza spojení této metody s dvěma jinými nástroji (Six Sigma a Lean – TLS) a implementace takové komplexnější manažerské metody ve stavebních projektech a firmách. Kromě toho si v diplomové práci autor klade za cíl provést případovou studii metody TLS na skutečném stavebním projektu, aby bylo možné vytvoření doporučení nebo nedoporučení tohoto nástroje, které bude založeno na praktické analýze.

### 3 Metodika práce

Teoretická část práce bude psána formou klasické literární rešerše: budou zkoumány důležité knihy a články. Informace z nich pak budou strukturovaně a logicky prezentovány v rámci diplomové práce pro podrobné seznámení s daným tématem.

Praktická část diplomové práce se skládá ze dvou součástí. První z nich je adaptací manažerských metod Teorie omezení a TLS. V rámci těchto metod budou vybrány prvky a komponenty, které nejsou z hlediska stavebnictví nejvhodnější. Tyto nedokonalosti budou modifikovány podle cílů, potřeb a specifických prvků stavební výroby. Druhá polovina praktické části práce bude sepsána formou případové studie, ve které budou adaptované manažerské nástroje aplikovány v rámci skutečného stavebního projektu. Pro vybraný projekt musí být k dispozici všechny potřebné dokumenty: výkresy, projektová dokumentace, technická zpráva a harmonogram. Dopad manažerských nástrojů v rámci případové studie bude analyzován z hlediska zlepšení výrobní efektivity. Na základě této případové studie bude vydáno doporučení či nedoporučení k zavedení upravené metody řízení TLS ve stavební organizaci.

## 4 Teoretická část

### 4.1 Theory of constraints – Teorie omezení

Teorie omezení (Theory of constraints) je manažerská metoda, která je využívána v průmyslových a jiných procesech pro zvýšení efektivity a dosažení lepších výsledků: finančně a z hlediska účelů a potřeb výrobního procesu. Hlavní inovace této metody je zavedení pojmu „bottleneck“ – nejužší místo procesu (hrdlo), kde výrazně klesá objem produkce. Teorie omezení je zaměřena na zjištění a analýzu těchto hrdel, po čemž se může provádět vylepšení této části procesu, a tím i procesu jako celku. Základní krédo teorie omezení je: řetěz je tak silný, jak silný je jeho nejslabší článek (1).

Teorii omezení využívá přes 5,000 firem po celém světě, včetně takových mezinárodních organizací jako Ford, Cadillac, Mazda, Intel, Nestley, Samsonite, Pratt&Whitney a jiné (2).

#### 4.1.1 The Goal: A Process of Ongoing Improvement

V roce 1984 byla publikována kniha „The Goal: A Process of Ongoing Improvement“. Autorem této knihy a zároveň vynálezcem Teorie omezení je doktor Eliyahu M. Goldratt. Tato kniha je napsána jako beletrie, jejíž hlavním hrdinou je Alex, manažer ve firmě UniCo. Tato kniha bude prozkoumána jenom z důvodu jejího přesahu a významu pro profesionální sféru, kterého zcela nečekaně dosáhla.

V daném románu je několik příběhových linií, týkajících se Alexova osobního života, ale v rámci této knihy je v rámci dané diplomové práce podstatná pouze pracovní činnost hlavního hrdiny, jež spočívá v řízení různých výrobních a jiných procesů v továrně. Na začátku knihy se zjistilo, že továrna, za kterou Alex má zodpovědnost, má řadu problémů, kvůli nimž efektivita výrazně poklesla. Podobné problémy má celá divize továren, kvůli kterým je její stav velmi nestabilní: jestli se situace nezmění během příštího roku a efektivita továren nebude zlepšena, divize bude prodána.

Během celé knihy Alex spolu se svými kolegy a se svým bývalým profesorem fyziky diskutuje o různých prvcích efektivity, cíli hospodářství apod. Po těchto diskuzích postavy dorážejí k způsobům zlepšení efektivity továrny, které se implementují a skutečně vedou ke zlepšení jejího stavu.

Efektivita je definována v knize velmi jednoduše: všechno, co vede firmu k jejímu cíli, je produktivní; cokoliv, co nevede firmu ke jejímu cíli, je neproduktivní. Přitom hlavním cílem jakékoliv firmy je vydělávání peněz. Přesně toto je názvem dané knihy – The Goal, což znamená „cíl“ (3).

Pro zlepšení finanční efektivity byly v knize nabídnuty tři ukázky (4):

- Propustnost je rychlost, kterou systém skrze prodej generuje peníze.
- Inventář jsou všechny peníze, které systém investoval do nákupu věcí, které chce prodat.
- Provozní výdaje jsou všechny peníze, které systém vynakládá, aby z inventáře vytvořil průchodnost.

Je hodně způsobů, jak se dají tyto tři ukázky implementovat v praxi. Například, roboti, kteří se využívají v továrně, zvyšují provozní výdaje, ale přitom vůbec nesnižují náklady, jako pracovní náklady, protože pracovníci po zavedení robotů byli jenom převedeni do jiných částí továrny. Kvůli tomu, že inventář zůstal stejný a propustnost se nezměnila, dá se stanovit, že kvůli zavedení robotů do továrny produktivita klesla (3).

Kromě toho tyto tři ukázky byly představeny v zjednodušené formě, jak to nabídl účetní v této knize (3):

- Propustnost jsou přicházející peníze;
- Inventář jsou peníze, které jsou aktuálně uvnitř systému;
- Provozní výdaje jsou peníze, které se musí zaplatit, aby byla zajištěna propustnost.

Ovšem pořád existuje nutnost zvýšit i výrobní efektivitu. Z těchto důvodů je nabídnut specifický přístup k úzkým místům, nebo omezením procesu (bottlenecks – hrdla). „Úzké místo je jakýkoli zdroj, jehož kapacita je stejná nebo menší než poptávka po něm. Neúzkým místem je jakýkoli zdroj, jehož kapacita je větší než poptávka po něm.“ Proto není na místě snažit se vyrovnávat kapacitu s poptávkou, ale naopak je třeba vyvažovat tok produktů procesem s poptávkou na trhu (4).

Ale když se produktivita některého úzkého místa zlepšuje, může se zdát, že se začínají objevovat nová úzká místa, však ve skutečnosti žádná nová úzká místa neexistují. Problém spíše může být neúmyslně způsoben dosavadní praxí, kdy se upřednostňují části procesu, které nejsou úzkými místy, aby se na nich pracovalo jako na prvních. Další část procesu, která je nutná pro jeho dokončení, nevyžaduje žádnou práci u úzkého místa. Proto byly tyto části procesu prováděny s nejnižší prioritou, což vedlo k jejich nedostatečné výrobní efektivitě (3).

Řešením by mohlo být přepracování systému priority na různých částech procesu, aby se vytvořil rovnoměrný proud po celém procesu. Zaměření se v takovém systému rozšiřuje na sladění výroby dle úzkého místa, tak, aby byl zajištěn rovnoměrný výrobní proud i na místech, které nejsou omezení procesu. Pokud se to podaří, mohlo by to také snížit hromadění výsledných prvků úzkého místa v zásobách procesu (které se obvykle objevují, zatímco se čeká na příslušné odpovídající prvky z procesů bez úzkého místa) (3).

Postupně se v knize formuluje pětistupňový proces neustálého zlepšování (POOGI – Process Of On-Going Improvement) (3):

Krok 1: Identifikace úzkých míst systému.

Krok 2: Rozhodnutí o tom, jak tato úzká místa využít.

Krok 3: Podřízení každého dalšího rozhodnutí "rozhodnutí druhého kroku".

Krok 4: Vylepšení úzkého místa systému.

Krok 5: Pokud bylo v předchozím kroku prolomeno úzké místo, následuje návrat na začátek (krok 1).

Tento pětistupňový proces je jedním z hlavních prvků Teorie omezení, však její rozvoj tímto neskončil.

#### 4.1.2 Rozvoj teorie omezení

Rozvoj teorie omezení se dá uspořádat do pěti fází (5):



1. Fáze optimalizované výrobní technologie (Optimized Production Technology – OPT) (cca 1979–1984)
2. Fáze „The Goal“ a „The Race“ – OPT jako filozofie neustálého zlepšování (cca 1984-1990)
3. Fáze syndromu kupky sena (Haystack Syndrome) – průběžné účetnictví (cca 1990-1994)
4. Fáze „It’s Not Luck“ – Myšlenkové procesy (cca 1994-1997)
5. Fáze kritického řetězce – teorie omezení aplikovaná na projektový management (po roce 1997)

První fáze je ve skutečnosti předchůdcem plnohodnotné teorie omezení, její hlavní prvek je optimalizovaná výrobní technologie, nebo OPT (Optimized Production Technology), vymyšlená, vynalezená a popsána Goldrattem (5).

OPT byl plánovací algoritmus představený v roce 1980, a je v něm jasně vidět předchůdce Teorie omezení, protože tento algoritmus plánoval zdroje na základě identifikace hrdel, tedy nejužších míst procesu. Goldratt poskytuje podrobné vysvětlení algoritmu a myšlení za ním. Podle článku z Harvard Business Review algoritmus OPT, který byl prodáván za 2 miliony dolarů, v té době používalo více než 100 společností (6). Zdá se však, že OPT nebyla úspěšná (7) a po prozkoumání chyb implementace měl Goldratt pocit, že k jejímu neúspěchu přispívá nedostatečné pochopení metodiky OPT (8). Takto přistoupil k propagaci devíti principů OPT (5):

1. Vyvažte průtok, nikoli kapacitu (systém „buben-nárazník-lano“).
2. Využití míst, které nejsou úzká místa procesu, je určeno omezením v systému (hrdlem).
3. Využití a aktivace vstupu nejsou stejné. Provozování stroje, který není úzkým místem procesu, při své kapacitě (aktivaci) produkuje pouze zbytečné zásoby.
4. Jakákoli ztráta výstupu na úzkém místě procesu se promítne do ztráty celého systému.

5. Pokusy o zvýšení produktivity by se měly nejprve zaměřit na úzká místa procesu, protože ty hrdla omezují celý systém.

6. Úzká místa určují propustnost (rychlost dokončení produkce) a úroveň zásob.

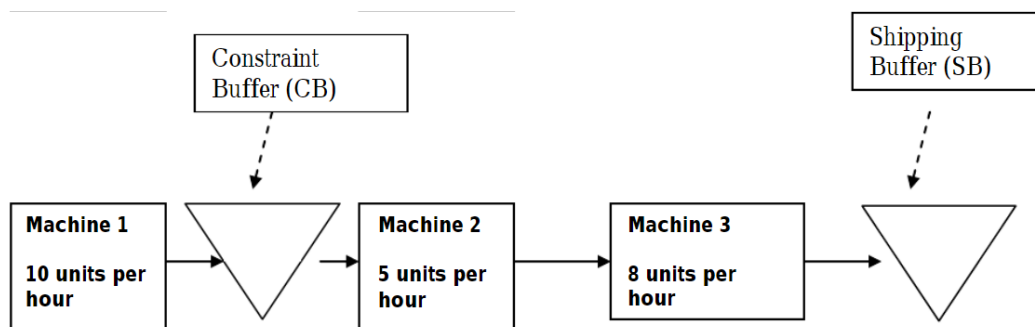
7. Pro optimalizaci se přenosové dávky nemusí rovnat procesním dávkám. Například pokud nějaká dávka obsahuje 100 jednotek, může být užitečné převést dílčí dávky na rychlost propustnosti nebo na udržování nárazníku.

8. V návaznosti na předchozí bod velikost procesních dávek přes systém by neměla být fixní.

9. Harmonogramy by měly být stanoveny po vyhodnocení všech omezení současně.

Avšak ani po zveřejnění těchto zásad neobjevil se velký praktický zájem. Proto Goldratt rozhodl použít inovativní metodu k šíření svých myšlenek a idejí. V roce 1984 spolu s Jeffem Coxem napsal „The Goal“, román, popsaný autorem této diplomové práce v předchozí kapitole. Tím se začala druhá fáze rozvoje teorie omezení. Jak už bylo zmíněno výše, hlavním záměrem knihy „The Goal“ je řízení výroby, a v ní Goldratt přepracoval a očistil myšlenky OPT do pětistupňového procesu neustálého zlepšování, který již byl popsán v předchozí kapitole 4.1.1. Tento proces podporuje správu systému tím, že se zaměřuje na omezení, nebo hrdla, v systému. Tato omezení mohou být fyzická, jako je kapacita stroje, nebo to mohou být některé zásady řízení, jako je cena (5).

V tomto procesu neustálého zlepšování, jež se nazývá Teorie omezení, se používá několik technik, jako je buben-nárazník-lano (DBR – drum-buffer-rope), kterou Goldratt vysvětlil ve své další knize „The Race“, anebo techniky „Evaporating cloud“ (Odpařující se oblak) a „Cause-and-effect analysis“ (Analýza příčin a následků). Tyto dvě techniky se objevili později, a proto budou níže popsány podrobněji (5).



Obrázek 1: Plánování drum-buffer-rope (5)

Z pohledu Operations Managementu je metoda plánování DBR důležitým aspektem Teorie omezení. V Theory of Constraints je nejpomalejším strojem (stroj 2 v příkladu na obrázku 1) buben (anglický „drum“), což je de-facto hrdlo procesu, nebo úzké místo procesu, nebo omezení, protože omezuje výstup systému. Aby se zabránilo hromadění zásob, měl by systém běžet na bubnu. To se dá porovnat s tím, jak ve skupině všechny nástroje mají cíl porovnání se s rytmem, zadávaným bubeníkem. V tomto příkladu je rytmus bubnu 5 jednotek za hodinu, což je rychlost nejpomalejšího stroje, nebo propustnost systému. Pokud tedy systém produkuje rychlostí 5 jednotek za hodinu (rytmus, nebo propustnost), nebude se hromadit žádný inventář a ze stroje 3 bude každou hodinu vycházet 5 jednotek. To je dokonalý stav. Protože v daném případě každou jednotku produktu zpracovávají všechny tři stroje, jsou tyto stroje propojeny virtuálním lánem (dle anglického slova „rope“). Stroj spojený takovým provazovým vedením by měl vše při rytmu bubnu, tedy dle nejvýkonnější propustnosti systému (5).

Však ve všech systémech existují nejistoty a nedokonalosti. Například se mohou porouchat stroje, dodavatel nemusí dodat včas, pracovníci mohou chybět a podobně. Jak je znázorněno na obrázku 1, aby nedošlo k odstavení stroje 2 (úzké místo procesu) a následné ztrátě výroby v důsledku nejistoty v dodávkách, když propustnost procesu je 5 jednotek za hodinu, udržují se před bubnovým strojem určité zásoby. Toto se nazývá vyrovnávací paměť omezení (CB – constraint buffer). Teorie omezení také navrhuje, aby se přepravní nárazník, nebo vyrovnávací paměť přepravy (SB – shipping buffer) hotových výrobků reagoval na nejistotu poptávky (5).

Avšak metoda Teorie omezení pořád měla svoje překážky, jednou ze kterých byla tradiční metoda nákladového účetnictví. Tyto metody považovaly nečinné stroje za ztrátu produktivity. Tradiční účetnictví vůbec nemělo zaměření na problematiku úzkých míst. Kromě toho, z hlediska Teorie omezení využití strojů, které nejsou úzkým místem procesu, je vytváření zbytečného inventáře.

Tyto problémy se musely vyřešit, a proto se Goldratt zaměřil na opravu nákladového účetnictví. Součástí toho byla i kniha *The Haystack Syndrome*, publikovaná v roce 1990. Tím se začala třetí fáze rozvoje Teorie omezení (5).

Účetní metoda, vytvořena Goldrattem, jež byla mnohem vhodnější pro potřeby Teorie omezení, byla pojmenována *Throughput Accounting*, nebo *Účetnictví Propustnosti*. Již dříve Goldratt a Cox zavedli tři měřítka výkonnosti: průchodnost, zásoby a provozní náklady (5).

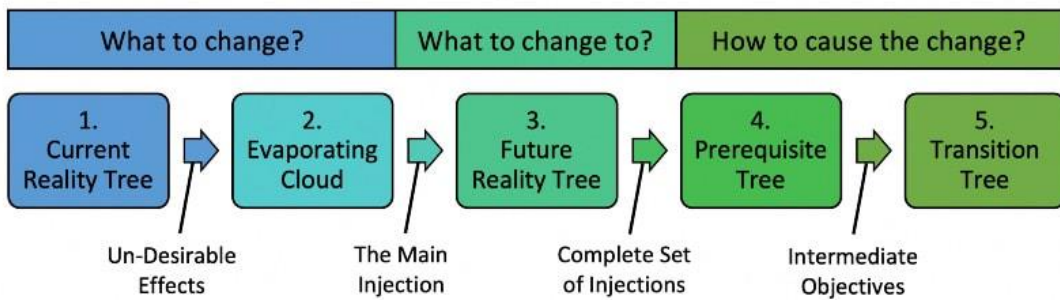
Kritérium příspěvku na minutu omezení (CPCM – contribution per constraint minute) implementované v Teorii omezení je důležitým aspektem účtování propustnosti. Tato ukázka vyjadřuje příspěvek, který vznikne, když úzký zdroj přispěje jednou minutou ke zpracování produktu. Dané kritérium se používá k určení priority produktů, které mají být vyrobeny, nebo služeb, které mají být v systému poskytnuty. V Teorii omezení je úzkým místem zdroj, který má největší využití, když se předpokládá uspokojení tržní poptávky. Místo tradičních účetních měřítek rentability se tedy v účetnictví propustnosti používá měřítko příspěvku na minutu omezení (5).

Dalším Goldrattovým zaměřením byly myšlenkové procesy (*Thinking Processes*, TP). V roce 1994 byl publikován román „*It's Not Luck*“, jehož autorem je zase Goldratt. Tím se začala čtvrtá fáze rozvoje Teorie omezení (5).

Myšlenkové procesy jsou nástroje pro řešení problémů, které v podstatě využívají diagramy příčin a následků (*cause-and-effect diagrams*) a některé jiné metody. Hlavním postupem myšlenkových procesů je odpovídání na tři otázky (5).

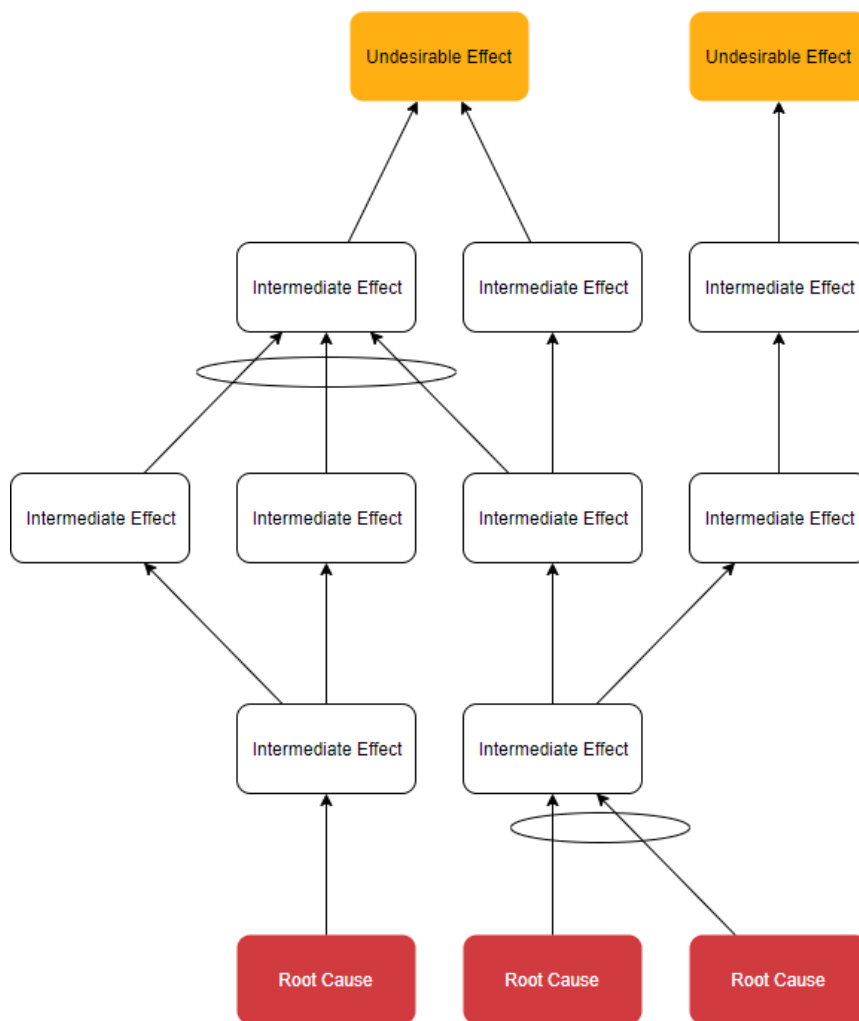
- 1) Co změnit?
- 2) Na co změnit?
- 3) Jak změnu provést?

## TOC Thinking Process Toolkit



Obrázek 2: Sada nástrojů myšlenkových procesů Teorie omezení (9)

Prvním krokem je identifikace základních a klíčových problémů, které se musí změnit pro zlepšení efektivity procesu. Je k tomu nabízen nástroj zvaný Strom současné reality (Current Reality Tree – CRT) (5). Strom současné reality se sestavuje pro výzkum všech "nežádoucích účinků" (Undesirable Effects). Každý z nich vystupuje z přechodných účinků (Intermediate Effects), které jsou ve skutečnosti odůvodněním pro vzniknutí nežádoucích účinků. Všechny ty přechodové účinky vycházejí z jedné nebo z několika kořenových příčin (Root Cause), která se musí správně identifikovat (10).

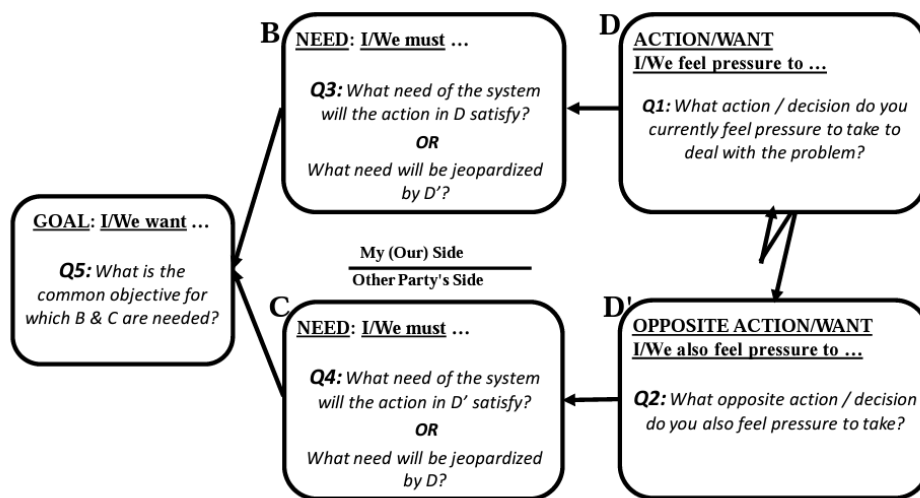


Obrázek 3: Obecný strom současné reality (10)

Dalším diagramem, který se využívá v myšlenkových procesech Teorie omezení je Odpařující se oblak (EC – Evaporating Cloud). Odpařující se oblak jasně formuluje jádro konfliktu a odhaluje jeho skryté předpoklady tak, aby bylo možné je vyvrátit (11).

Odpařující se oblak se skládá z pěti strukturovaných entit. Na většinu problémů, s nimiž se manažeři potýkají, lze nahlížet jako na konflikty, a to buď mezi dvěma stranami (lidmi nebo odděleními), nebo často a co je důležité, jako vnitřní konflikty, se kterými se setkává projektový manažer (nebo kterýkoli zaměstnanec organizace). To, co chce jedna strana v konfliktu, je entita D a to, co chce druhá strana, je entita D'. Tyto dvě entity musí být v konfliktu buď proto, že se vzájemně vylučují, nebo kvůli sporu o zdroje, to znamená, že si organizace nemůže dovolit dělat obojí. Struktura cloudu ukazuje, že přání každé strany je nezbytné k uspokojení konkrétní potřeby označené entitami B a C. Kromě toho musí být obě

potřeby splněny, aby bylo dosaženo společného cíle stran, označeného entitou A. jinými slovy, tyto dvě potřeby jsou nezbytnými podmínkami pro dosažení společného cíle (12).



Obrázek 4: Obecné odpařující se oblak (12)

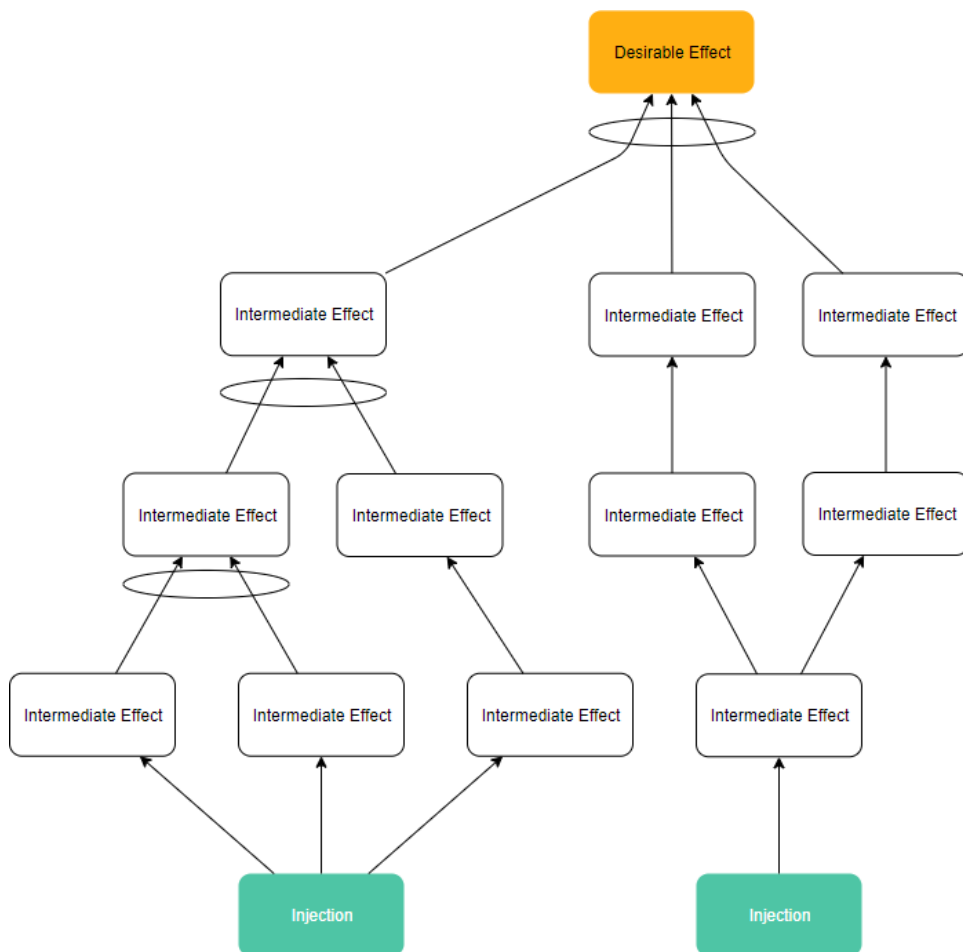
Odpařující se oblak staví na dobře známých přístupech řešení konfliktů (např. styly zvládání konfliktů a principiální metody vyjednávání), které projektoví manažeři používali v praxi. Tento strom se dá využít k efektivní komunikaci a řešení každodenních konfliktů, kterým manažeři čelí, nekonfliktním a rychlým způsobem (12).

Druhou otázkou je „Na co změnit?“, a tento krok je určen k vytvoření praktických metod řešení dané problému. Pro tyto účely byl navržen nástroj Strom budoucí reality (Future Reality Tree – FRT) (5).

Struktura Stromu budoucí reality je podobná stromu současné reality (CRT), ale jejich rozdílem je to, že strom budoucí reality navrhuje opatření, politiky a změny chování "injektované" do současného stavu (nebo současné reality), které mají vést k budoucímu stavu (13).

- Při sestavování stromu současné reality na začátku jsou soubory nežádoucích účinků a postupuje se až k hlavní příčině, od které se vymýšlí řešení (které se taky nazývají injekce).

- Chceme-li vytvořit strom budoucí reality, začněte potenciálním řešením (injekcí) a postupujte směrem nahoru k souboru žádoucích účinků (Desirable Effect).



Obrázek 5: Obecný strom budoucí reality (13)

Poslední otázkou je „Jak změnu provést?“. využívá nástroje jako strom předpokladů (PRT – PreRequisite Tree) a strom přechodů (TT – Transition Tree) (5).

Strom předpokladů se využívá k vytváření prováděcích plánů (road map). Tyto stromy jsou užitečné zejména tehdy, když je konečné řešení jasné, ale cesta vpřed se zdá být zablokována překážkami, výmluvami a/nebo obecným zmatkem (9).

Strom předpokladů se vytváří v následujících krocích (9):

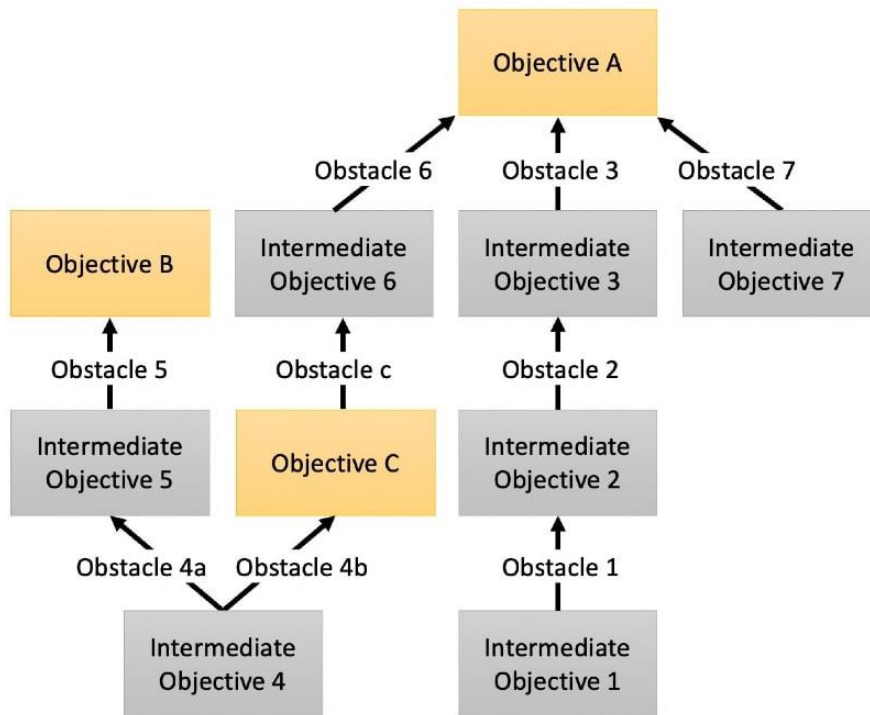
- 1) Definování cílů (Objectives)
- 2) Provedení brainstorming překážek (Obtacles) bránících dosažení každého cíle



3) Obracení každé překážky a vytvoření její průběžné cíli (Intermediate Objectives)

4) Seřazení průběžné cíle ve správném pořadí

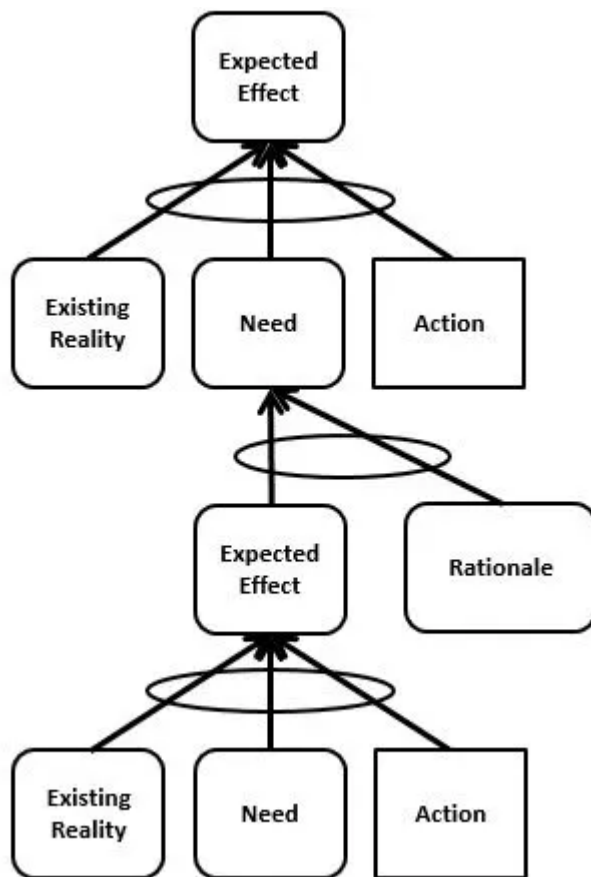
### Generic Prerequisite Tree



Obrázek 6: Obecný strom předpokladů (9)

Posledním stromem je strom přechodů. Strom přechodů seřazuje kompletní souboru akcí, které vedou z výchozího bodu ke konečnému cíli (11).

Strom přechodu v podstatě kombinuje strom současné reality, problémy a jejich řešení (injekce) pro vytvoření nové reality (očekávaný efekt). Tato základní struktura se opakuje od nejnižšího nebo nejvzdálenějšího stavu ke změně až k nejbližšímu cíli na vrcholu Stromu přechodu (14).



Obrázek 7: Obecný strom přechodů (14)

Ale tím se rozvoj Teorie omezení nedokončil. V roce 1997 se začala pátá fáze: Goldratt aplikoval principy Teorie omezení na projektové řízení v románu, který byl pojmenován „Kritický řetězec“. Koncepty drum-buffer-ropo se používají pro plánování projektů. Kritický řetězec je kritická cesta (úzké místo) omezená zdroji. Projekt je chráněn časovou projektovou rezervou, která je koncepčně podobná přepravní rezervě. Nekritická cesta v síti, která se napájí na činnost kritického řetězce, má napájecí rezervu, takže zpoždění nekritických cest nezpožďuje kritický řetězec. Zdroje mohou mít určitou volnou kapacitu nebo mít časovou rezervu, aby byly připraveny pracovat na kritickém řetězci, až to bude potřeba. V metodě kritického řetězce se používají také myšlenkové procesy (5).

Kritický řetězec není novou koncepcí pro stavebnictví, ale její využití se všemi zmíněnými metody, stromy a nástroje je docela přínosné pro jakoukoliv organizaci, protože takový přístup k managementu pomáhá nejefektivněji využívat zdroje firmy a neoptimálněji sestavovat harmonogramy.

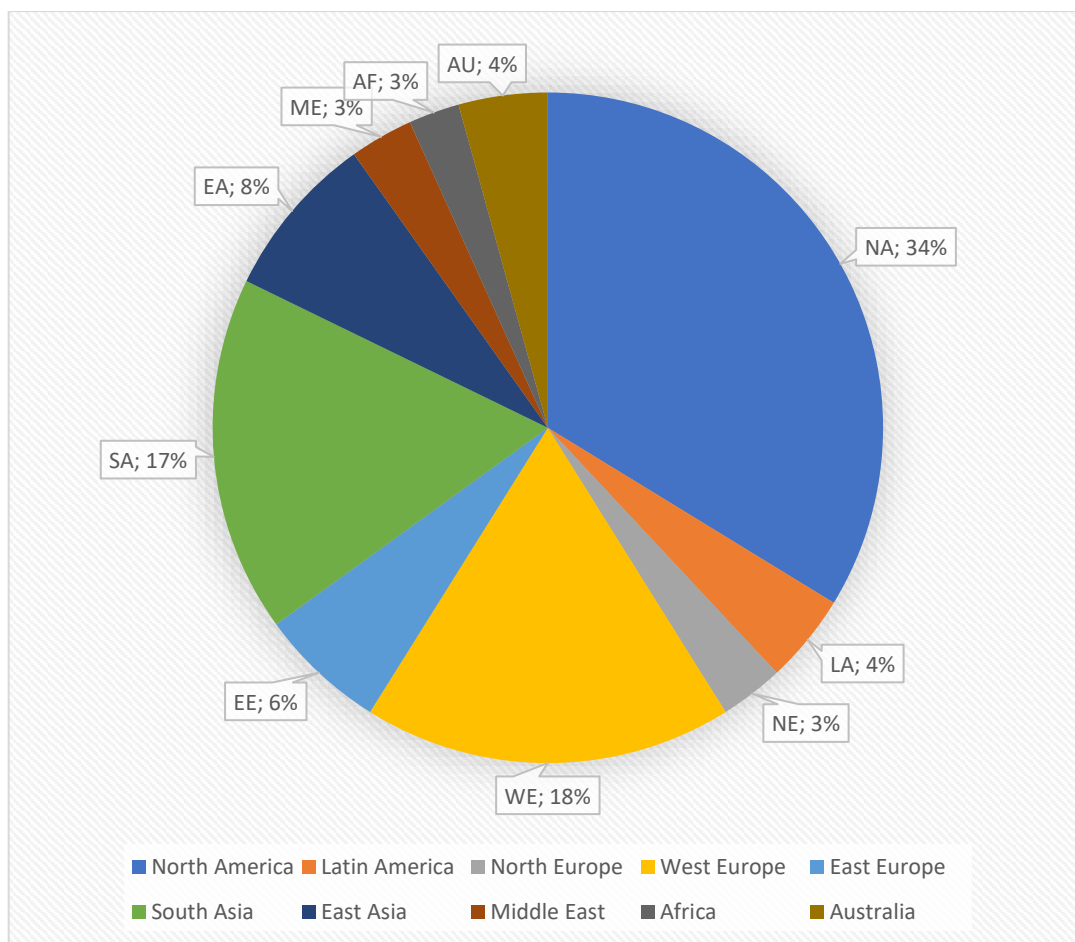
#### 4.1.3 Teorie omezení ve světě a v České republice

Jak už bylo zmíněno výše, teorii omezení využívá přes 5,000 firem po celém světě, včetně velkých mezinárodních organizací (2).

Dozvědět, kolik přesně podniků využívá Teorii omezení úplně nebo částečně není možné, avšak jsou jiné způsoby měření vlivu dané manažerské metody.

Například, existuje takzvaná Mezinárodní certifikační organizace Teorie omezení (The Theory of Constraints International Certification Organization – TOCICO), která je celosvětovou neziskovou certifikační organizací pro firmy, odborníky z praxe, konzultanty a akademiky, která vyvíjí a spravuje certifikační standardy a usnadňuje výměnu nejnovějších poznatků o Teorii omezení (15).

The Theory of Constraints International Certification Organization veřejně publikuje data o certifikovaných osobách, ze kterých se dá odvodit, ze kterých států jsou (16). Tyto informace jsem využil pro vytvoření statistiky, která je představena níže.



Obrázek 8: Poměr množství osob s certifikací TOCICO podle skupin

V dané statistice jsou všechny státy rozděleny do skupin:

- NA – North America (Severní Amerika): Spojené Americké státy a Kanada.
- LA – Latin America (Latinská Amerika): Mexiko, Brazílie, Chile, Kolumbie.
- NE – North Europe (Severní Evropa): Finsko, Švédsko.
- WE – West Europe (Západní Evropa): Spojené Království, Německo, Nizozemsko, Belgie, Švýcarsko, a kromě toho státy Jižní Evropy, jako Španělsko a Itálie.
- EE – East Europe (Východní Evropa): Rusko, Litva, Estonsko, Slovenská republika, Polsko, Slovinsko.
- SA – South Asia (Jižní Asie): hlavně Indie, ale taky Thajsko a Singapur.
- EA – East Asia (Východní Asie): Čína, Japonsko, Jižní Korea, Taiwan, Hong Kong, a kromě toho Kyrgyzstán.
- ME – Middle East (Blízký Východ): hlavně Izrael.

- AF – Africa (Afrika): Mauritius, Jižní Afrika a Mosambik.
- AU – Australia (Austrálie): Austrálie, ale taky Nový Zéland

Celkem v dané statistice jsou představeny data o 163 participantech, a zajímavé je, že ani jeden z nich není z České republiky, přitom že jsou lidi ze Slovenské republiky, Polska, Slovinska atd.

Jiný způsob, jak provést analýzu využití manažerské metody Teorie omezení ve světě a v České republice a vytvořit porovnání je přes množství článků, vědeckých prací, diplomových a bakalářských prací a jiných studií.

Pro provedení porovnání byly využity dva vyhledávače. První z nich, jehož účelem bylo vyhledání dostupných studií v českém jazyce, je takzvaný Summon. Vyhledávač Summon umožňuje vyhledávání ve všech dostupných informačních zdrojích na ČVUT – katalog ÚK ČVUT, odborné databáze, open access informační zdroje atd. Díky němu se také dá dostat přímo k plným textům článků a knih (17).

Druhý vyhledávač, který poskytuje zdroje v anglickém jazyce, je Mendeley. Mendeley je bezplatný správce odkazů, který nabízí služby ukládání, organizování, zaznamenávání, sdílení a citování odkazů a výzkumných dat (18).

Pomocí těchto dvou vyhledávačů byly vyhledány články a studie o Teorii omezení. Ve vyhledávači Summon byla využita fráze „Teorie omezení“. Množství výsledků je sedm, ale dva z nich jsou překlady knih Eliyahu M. Goldratta: „Co nemám, neprodám!“ (z anglického originálu „Isn't It Obvious“, 2010), a „Jak vzniká zisk manažerský román o tom, že moderní technologie samy úspěch nezaručí“ (z anglického originálu „Necessary But Not Sufficient“, 2000).

Po něm byl využit vyhledávač Mendeley, kde byla vyhledána fráze „Theory of constraints“. Podle daného vyhledávače, v anglickém jazyce je 3,470 výsledků, které odpovídají tomuto výrazu.

Pro spravedlivější porovnání výsledků, musím využít podobný přístup pro nějaké jiné manažerské metody a nástroje, například Six Sigma a Lean.

Vyhledávač Summon má čtyřicet jedna výsledky v češtině podle fráze „Six Sigma“, přitom že Mendeley našel 16 763 výsledky podle stejného výrazů. Při využití frázi „Lean“,

vyhledávač Summon nabídl dvě stě dvacet výsledky, a množství výsledků z vyhledávače Mendelej je 173 639. Vyhledávání bylo provedeno 21. listopadu 2023.

Přehledné porovnání těchto výsledků je vidět v tabulce níže.

*Tabulka 1: Porovnání množství studií věnovaných manažerským metodám v češtině a angličtině*

	Čeština	Angličtina	Poměr (%)
Theory of constraints	5	3470	0,144
Six Sigma	41	16763	0,245
Lean	220	173639	0,127

Podle dané statistiky je vidět, že Teorie omezení je nejméně populární v České republice, ale stejný trend existuje v celém světě. Kromě toho, je vidět, že poměr studií věnovaných Teorii omezení v češtině ke studii angličtině není nejnižší: je 0,14 %, když poměr studií věnovaných manažerské metodě Lean v češtině ke studii v angličtině je 0,13 %, což znamená, že z hlediska poměru studií v češtině ke studii v angličtině Teorie omezení se efektivněji přesouvá ze světových informační, akademické a vědecké sfér do českých analogů než metoda Lean.

Po prozkoumání těchto faktorů se dá stanovit, že nevysoký zájem o Teorii omezení v České republice může být jednoduše odůvodněn poměrně nízkým zájmem o ní v celém světě.

## 4.2 Six Sigma

Six Sigma je metoda, která poskytuje organizacím nástroje ke zlepšení způsobilosti jejich podnikových procesů. Toto zvýšení výkonnosti a snížení variability procesů pomáhá vést ke snížení počtu vad a zlepšení zisku, morálky zaměstnanců a kvality výrobků nebo služeb (19).

Pro Six Sigma byly navrženy různé definice, které jsou uvedeny níže, ale všechny mají některé společné rysy (19):

- Sigma Six má několik společných významů: využití týmů, kterým jsou přiděleny přesně definované projekty, které mají přímý dopad na hospodářský výsledek organizace.
- Školení v oblasti "statistického myšlení" na všech úrovních a poskytování rozsáhlého školení klíčovým osobám v oblasti pokročilé statistiky a řízení projektů. Tito klíčoví lidé jsou označováni jako "Black Belts". Přehled různých pásů Six Sigma, úrovní a rolí.
- Důraz na přístup DMAIC k řešení problémů: definuj, měř, analyzuj, zlepšuj a kontroluj.
- Manažerské prostředí, které podporuje tyto iniciativy jako obchodní strategii.

**Filozofie:** Filozofický pohled Six Sigma vnímá veškerou práci jako procesy, které lze definovat, měřit, analyzovat, zlepšovat a řídit. Procesy vyžadují vstupy (x) a produkují výstupy (y). Pokud budete kontrolovat vstupy, budete kontrolovat i výstupy. Obecně se to vyjadřuje jako  $y = f(x)$  (19).

**Soubor nástrojů:** Odborník na Six Sigma používá k řízení zlepšování procesů kvalitativní a kvantitativní techniky nebo nástroje. Mezi tyto nástroje patří statistická kontrola procesů (statistical process control – SPC), regulační diagramy, analýza způsobů a následků poruch (failure mode and effects analysis – FMEA) a mapování procesů. Odborníci na Six Sigma se zcela neshodnou na tom, které nástroje přesně tvoří tuto sadu (19).

**Metodika:** Tento pohled na Six Sigma uznává základní a přísný přístup DMAIC. DMAIC definuje kroky, které by měl praktik Six Sigma dodržovat, počínaje identifikací problému a konče implementací dlouhodobých řešení. Ačkoli DMAIC není jedinou používanou metodikou Six Sigma, rozhodně je nejrozšířenější a nejuznávanější (19).

**Metriky:** Zjednodušeně řečeno, výkonnost v oblasti kvality podle Six Sigma znamená 3,4 závady na milion příležitostí (při započtení posunu průměru o 1,5 sigma) (19).

Strategie implementace Six Sigma se mohou v jednotlivých organizacích výrazně lišit v závislosti na jejich odlišné kultuře a strategických obchodních cílech. Po rozhodnutí zavést Six Sigma má organizace dvě základní možnosti (19):

#### 1) Implementovat program nebo iniciativu Six Sigma

Při tomto přístupu se určití zaměstnanci (praktici) čas od času učí statistické nástroje a jsou požádáni, aby v případě potřeby daný nástroj použili při práci. Praktici se pak mohou poradit se statistikem, pokud potřebují pomoc. V rámci organizace může dojít k úspěchům; tyto úspěchy však na sebe nenavazují a nepodněcují tak další a lepší využívání nástrojů a celkové metodiky (19).

Když organizace zavedou Six Sigma jako program nebo iniciativu, často se zdá, že pouze nestrukturovaně přidaly několik nových nástrojů do své sady nástrojů prostřednictvím školení. Jedním z rozšíření tohoto přístupu je použití nástrojů podle potřeby na přidělených projektech. Je však důležité si uvědomit, že výběr, řízení a realizace projektů obvykle nejsou nedílnou součástí organizace (19).

Zavedení programu nebo iniciativy Six Sigma může představovat jedinečnou výzvu. Protože tyto projekty často vznikají na nízké úrovni organizace, nemusí mít podporu vyššího vedení, což může vést k odporu ostatních skupin, kterých se iniciativa týká. Kromě toho obvykle neexistuje nikdo, kdo by byl pověřen prosazováním projektů napříč organizačními hranicemi a usnadňováním změn (19).

Program nebo iniciativa Six Sigma obvykle nevytváří infrastrukturu, která by vedla k přínosům pro konečné výsledky prostřednictvím projektů spojených se strategickými cíli organizace. Nemusí proto získat podporu, která je nutná k tomu, aby se investice do školení výrazně vrátila (19).

Pro skutečný úspěch je nutná podpora na úrovni vedení a zapojení managementu. To může pomoci vést k aplikaci statistických nástrojů a dalších metodik Six Sigma napříč hranicemi organizace (19).

#### 2) Vytvoření infrastruktury Six Sigma



Namísto zaměření na jednotlivé nástroje je nejlepší, když školení Six Sigma poskytuje procesně orientovaný přístup, který učí odborníky metodiku pro výběr správného nástroje ve správný čas pro předem definovaný projekt. Školení Six Sigma pro praktiky (Black Belts) využívající tento přístup se obvykle skládá ze čtyř týdnů výuky v průběhu čtyř měsíců, přičemž studenti pracují na svých projektech během tří týdnů mezi jednotlivými sezeními (19).

Nasazení Six Sigma jako obchodní strategie prostřednictvím projektů namísto nástrojů je efektivnější způsob, jak využít čas a peníze investované do školení Six Sigma (19).

Musí se zvážit následující přínosy nasazení Six Sigma prostřednictvím projektů, které mají podporu výkonného managementu (19):

- Nabízí větší dopad prostřednictvím projektů vázaných na výsledky hospodaření.
- Využívá nástroje cíleněji a produktivněji.
- Poskytuje proces/strategii pro řízení projektů, které lze studovat a zlepšovat.
- Zvyšuje komunikaci mezi vedením a odborníky prostřednictvím prezentací projektů
- Usnadňuje detailní pochopení kritických podnikových procesů
- Poskytuje zaměstnancům a managementu pohled na to, jak mohou být statistické nástroje pro organizace významným přínosem
- Umožňuje pracovníkům Black Belts získat zpětnou vazbu o jejich projektovém přístupu během školení
- Zavádí Six Sigma s uzavřeným přístupem, čímž vytváří čas pro audit a začlenění získaných zkušeností do celkové obchodní strategie.

Přístup založený na projektech se do značné míry opírá o řádný proces výběru projektů. Měly by se vybírat projekty, které splňují cíle obchodní strategie organizace. Six Sigma pak může být využita jako plán pro efektivní splnění těchto cílů (19).

Zpočátku mohou mít společnosti projekty, které jsou příliš rozsáhlé nebo třeba nejsou vybrány kvůli jejich strategickému dopadu na hospodářský výsledek. Frustrace z první sady projektů může být zásadní zkušeností, která motivuje ke zlepšení v druhé fázi (19).

Six Sigma je dlouhodobý závazek. Zacházení s nasazením jako s procesem umožňuje objektivní analýzu všech aspektů procesu, včetně výběru a stanovení rozsahu projektu. Využití získaných zkušeností a jejich začlenění do dalších vln implementačního plánu vytváří uzavřenou smyčku zpětné vazby a skutečné dramatické přínosy, pokud organizace investuje čas a energii vedení potřebnou k implementaci Six Sigma jako obchodní strategie (19).

Zavádění Six Sigma ve firmě je komplexním a důležitým procesem. Podle Petera S. Pande probíhá aplikace metody Six Sigma v následujících pěti krocích (20):

#### 1) Definování důležitých zákazníků a procesů

První krok přispívá k lepšímu porozumění struktury celého podniku, což je nezbytné k osvětlení detailů ve struktuře podniku a k následné správné aplikaci Six Sigma. Tento krok napomáhá získat celkový obraz o podniku či našich zákaznících a je jeden z nejdůležitějších, neboť nesprávné pochopení nebo dokonce nevědomost toho, co naši zákazníci požadují od podniku, může vést k neefektivní aplikaci metody (20).

**Cíl:** Najít nejproblematictější místa v podniku.

**Způsob dosažení:** Zhotovení seznamu činností, které jsou pro podnik prospěšné (20).

#### 2) Správné pochopení požadavků zákazníka

Zde se jedná o nejnáročnější krok při aplikaci Six Sigma. Nejedná se o průzkum, analýzu či jiné matematické metody, které mají vždy jasný výsledek, nýbrž o psychologii. K pochopení, jak lidé či naši zákazníci přemýšlejí a uvažují, což je jeden z nejnáročnějších úkolů, lze dojít nejpoužívanější metodou, a to průzkumem trhu. Právě tato metoda nám dokáže přiblížit myšlenkové pochody různých věkových kategorií, jejich zaměřenost a priority (20).

**1. cíl:** Začít se věnovat analýzám výkonnosti, které nám prozradí potřeby daného zákazníka. Analýza by měla sloužit jak k efektivitě celého procesu, tak ke zvýšení konkurenceschopnosti.

**2. cíl:** Zaměřit se na sběr dat o zákaznících. Snaha o získání zpětného ohlasu a na základě toho dále postupovat.

**Způsob dosažení:** Snaha získat informace o tom, jaké faktory nejvíce ovlivňují spokojenost zákazníka. Na jejich základě lze upravit požadavky vstupující do celého procesu, které jsou přímo vnímány zákazníkem (20).

### 3) Analýza aktuální výkonnosti

Druhým krokem je spíše analýza zákazníka a získávání poznatků k jeho požadavkům. Na druhé straně krok třetí je zaměřen na současnou výkonnost podniku. Zabývá se otázkou, do jaké míry byly požadavky splněny a zda je podnik schopen nároky plnit i v budoucnu. Třetí krok má za úkol zachytit kromě jiného i výkonnost vnitřních procesů, například cenu zboží na výstupu, náklady na energie, materiál spotřebovaný na jednotku výrobku či počet reklamovaných výrobků. Sledováním těchto procesů je zajištěno, že podnik bude stále rentabilní a zároveň zákazníci spokojeni. V případě nesledování vnitřních procesů by mohlo dojít k tomu, že zákazníci by sice byli spokojeni, ale některé procesy by mohly být příliš nákladné a podnik by tak neprosperoval (20).

**Cíl:** Zajistit, aby spokojenost zákazníka nešla na úkor rentability podniku. Sledovat výkonnost procesu na základě požadavků od zákazníka.

**Způsob dosažení:** Je třeba vytvořit měřící infrastrukturu, která je schopna efektivně sledovat výkonnost podniku a v případě potřeby rychle zareagovat na nové požadavky. Dále je nutné stanovit si priority, což přináší usnadnění v rozhodovacím procesu. Je nutné vybrat tu nejvhodnější metodu pro dosažení cíle či zlepšení (20).

### 4) Návrh možností zdokonalení a zavedení do praxe

Po provedení prvního, druhého a třetího kroku je možné zavést metodu Six Sigma do praxe a začít využívat jejích výhod. Jak Peter S. Pande uvádí, správné a efektivní zavedení této metody do podniku závisí na správně stanovených prioritách. Inovování je pro podnik výhodné, jelikož vychází z předem ověřených metod či technik. Nástroje Six Sigma jsou hojně využitelné v celém spektru problémů, ať už jsou jednodušší či náročnější (20).

**Cíl:** Podpořit procesní řešení, které je založené na konkrétní analýze. Využít nových procesů v praxi, jimiž lze dosáhnout radikálního zlepšení a udržení podniku na vyšší úrovni.

**Způsob dosažení:** Ohodnocení projektů či procesů, které jsou založené na metodě Six Sigma. Teprve poté lze určit, zda je proces proveditelný a jaký by měl v budoucnu pro podnik přínos. „Probereme a připravíme řešení zaměřené na specifické příčiny. Tento způsob zlepšení se občas nazývá specifické neboli přípustkové zlepšení“ (20).

#### 5) Udržování a šíření metodiky Six Sigma podnikem

Metoda Six Sigma je metoda, která dokáže zlepšit různé procesy v řadě podniků. Ovšem jen na úkor neustálého udržování a rozšiřování metody v celé organizaci. Právě v tomto kroku je nejdůležitější neusnout na vavřínech. Tím by firma mohla přijít o své zákazníky, kteří by s největší pravděpodobností přešli ke konkurenci. Aby tomu firma zabránila, musí zajistit efektivní systém zpětné vazby, díky kterému jsou známý požadavky zákazníků. Dále je důležité sledovat rentabilitu procesů a jejich nedostatky. V případě jakýchkoli problémů je třeba rychlá reakce a nutnost zjistit příčinu problému. Poté, díky předem stanovených priorit, vybrat nejvhodnější řešení problémů (20).

**Cíl:** Zavést podnikové standardy, jež podniku budou průběžně vypomáhat k šíření a zlepšení jednotlivých procesů. Tímto pátým a posledním krokem organizace započne cestu ke vzniku instituce, založené na metodě Six Sigma.

**Způsob dosažení:** Neustálé vylepšování výkonnosti procesu pomocí měrných ukazatelů. Správné vyhodnocení zpětné vazby od zákazníka. Požadavky zákazníka by měly být posuzovány větším počtem lidí, kvůli menšímu zkreslení výsledku. Následně je významné, dát zákazníkům rychlou odezvu na jejich požadavky. Hodnotné je také nezůstávat pouze u jedné techniky. Six Sigma disponuje celou řadou technik a je nutné, v případě neefektivnosti právě využívané metody, metodu či techniku změnit tak, aby bylo dosaženo maximální možné efektivnosti a výkonnosti (20).

#### 4.2.1 Six Sigma ve stavebnictví

Six Sigma je metodika, která využívá statistické nástroje a techniky k identifikaci a eliminaci vad a snížení variability procesů. Ve stavebnictví ji lze použít ke zlepšení klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI), jako jsou náklady, časový plán, bezpečnost a kvalita. Využitím metody Six Sigma k identifikaci a eliminaci neefektivity mohou stavební organizace snížit náklady, zlepšit harmonogramy projektů a zajistit, aby byly projekty dodány včas a v rámci rozpočtu, a zároveň zajistit vyšší úroveň kvality a bezpečnosti. Six Sigma může také zlepšit komunikaci a spolupráci mezi zúčastněnými stranami projektu, což může dále zlepšit celkovou výkonnost stavebních projektů (21).

Klíčové ukazatele výkonnosti (Key Performance Indicators – KPI) jsou metriky používané k měření výkonnosti podniku nebo organizace. Například ve stavebnictví lze KPI použít k měření výkonnosti stavebních projektů a společností. Mezi příklady KPI ve stavebnictví patří například (21):

**Plnění harmonogramu:** Tento klíčový ukazatel výkonnosti měří pokrok stavebního projektu v porovnání s harmonogramem projektu. Obvykle se měří jako procento plánovaného a skutečného pokroku.

**Výkonnost nákladů:** Tento klíčový ukazatel výkonnosti měří pokrok stavebního projektu v porovnání s rozpočtem projektu. Obvykle se měří jako procento plánovaných a skutečných nákladů.

**Výkonnost v oblasti bezpečnosti:** Tento klíčový ukazatel výkonnosti měří výkonnost stavební společnosti nebo projektu v oblasti bezpečnosti. Obvykle se měří jako počet incidentů nebo nehod za stanovené období.

**Výkonnost v oblasti kvality:** Tento klíčový ukazatel výkonnosti měří kvalitu stavebního projektu nebo společnosti. Obvykle se měří jako počet závad nebo nutných přepracování za stanovené období.

**Výkonnost produktivity:** Tento klíčový ukazatel výkonnosti měří produktivitu stavební společnosti nebo projektu. Obvykle se měří jako množství dokončené práce za stanovené období.

**Využití zařízení:** Tento klíčový ukazatel výkonnosti měří využití zařízení ve stavebním projektu. Obvykle se měří jako procento plánovaného a skutečného využití.

**Využití pracovní síly:** Tento klíčový ukazatel výkonnosti měří využití pracovní síly na stavebním projektu. Obvykle se měří jako procento plánovaného a skutečného využití.

Nástroj DMAIC se nejčastěji využívá ve stavebnictví ku zvýšení výkonnosti procesů. Výkonnost procesů ve stavebnictví se vztahuje k efektivitě a účinnosti, s jakou je stavební projekt plánován, realizován a dokončen. Jedná se o důležitý aspekt řízení výstavby, neboť rozhoduje o úspěšnosti projektu z hlediska nákladů, času a kvality. Měření výkonnosti procesů ve stavebnictví zahrnuje posouzení následujících klíčových oblastí: doba trvání projektu, náklady, kvalita, bezpečnost, dodržování předpisů, spokojenost zákazníků (21).

K analýze dat a identifikaci hlavních příčin závad lze provést následující kroky: shromažďování dat, jejich analýza, identifikace kořenových příčin, monitorování. Je důležité si uvědomit, že analýza kořenových příčin je nepřetržitý proces a měla by být prováděna pravidelně, aby bylo zajištěno dodržování standardů kvality projektu. Navíc zapojení všech zúčastněných stran do tohoto procesu a jejich povzbuzování k tomu, aby hlásily všechny závady, na které narazí, může rovněž pomoci při identifikaci závad a jejich prevenci (21).

Jakmile jsou na základě analýzy dat identifikovány hlavní příčiny vad a problémů, lze provést následující kroky k implementaci řešení: vypracování plánu, komunikace, školení, implementace řešení, neustálé zlepšování, přijetí technologie. Zavádění řešení pro zlepšení výkonnosti procesů je trvalý proces, který vyžaduje odhodlání a zdroje od všech zúčastněných stran. Navíc zapojení všech zúčastněných stran do procesu a jejich povzbuzování k poskytování zpětné vazby k řešením pomůže zajistit jejich úspěch (21).

Monitorování a řízení výkonnosti procesu zahrnuje pravidelné měření a vyhodnocování výkonnosti procesu, porovnávání se stanovenými cíli nebo standardy a přijímání nápravných opatření, pokud je to nutné k udržení nebo zlepšení výkonnosti. To může zahrnovat provádění změn procesu, školení zaměstnanců nebo využívání analýzy dat k identifikaci a řešení problémových oblastí (21).

Existuje několik příkladů úspěšných implementací Six Sigma ve stavebnictví. Mezi nejvýznamnější příklady patří (21):

- 1) Fluor Corporation: Fluor, přední inženýrská a stavební společnost, zavedla Six Sigma v roce 2001 a od té doby zaznamenala výrazné zlepšení kvality, bezpečnosti a úspory nákladů na projekty.
- 2) Turner Construction: Společnost Turner Construction, jedna z největších firem v oblasti řízení staveb ve Spojených státech, začala zavádět Six Sigma v roce 2004 a od té doby zaznamenala zlepšení v oblasti řízení projektů, přidělování zdrojů a kontroly nákladů.
- 3) Whiting-Turner Contracting Company: Společnost Whiting-Turner, přední firma v oblasti řízení staveb a generálního dodavatelství, zavedla Six Sigma v roce 2005 a od té doby zaznamenala zlepšení v oblasti bezpečnosti, kvality a úspor nákladů.
- 4) Bechtel: Společnost Bechtel, globální inženýrská a stavební společnost a společnost zabývající se řízením projektů, zavedla Six Sigma v roce 2002 a od té doby zaznamenala zlepšení v oblasti řízení projektů, bezpečnosti a úspor nákladů.
- 5) Skanska: Skanska, jedna z předních světových skupin v oblasti vývoje a výstavby projektů, zavedla Six Sigma v roce 2000 a od té doby zaznamenala zlepšení v oblasti úspor nákladů, dodržování harmonogramu a bezpečnosti.

Však vyhledávání informací o využití metody Six Sigma v českých stavebních firmách nebyla úspěšná. Je možné, že některé firmy mají tuto metodu zavedenou ve své výrobě a nezveřejňují tuto informaci, ale je to nepravděpodobné.

### 4.3 Lean

Základní ideály štíhlé výroby pravděpodobně existují již po staletí, ale ve skutečnosti se upevnily až se zápisem Benjamina Franklina o snižování plýtvání v jeho Almanachu chudého Richarda (22), kde napsal, že zamezení zbytečných nákladů může přinést větší zisk než zvýšení prodeje (23).

Franklin tuto myšlenku a další koncepty uvedl ve svém eseji "Cesta k bohatství" (24), který pak rozvinul strojní inženýr Frederick Winslow Taylor ve své knize "Principy vědeckého řízení" z roku 1911 (25). Taylor tento proces kodifikoval, nazval jej vědeckým řízením a napsal:

"Kdykoli pracovník navrhne zlepšení, mělo by být zásadou vedení podniku provést pečlivou analýzu nové metody a v případě potřeby provést řadu pokusů, aby se přesně určila relativní výhodnost nového návrhu a starého standardu. A kdykoli se ukáže, že nová metoda je výrazně lepší než stará, měla by být přijata jako standard pro celý podnik" (23).

Američtí průmyslníci té doby, včetně Henryho Forda, považovali štíhlou výrobu za opatření proti přílivu levné pracovní síly ze zahraničí. Prezident Americké společnosti inženýrů Henry Towne v předmluvě ke knize Fredericka Winslowa Taylora "Řízení výroby" (26) napsal: "Jsme právem hrdí na vysoké mzdové sazby, které panují v celé naší zemi, a žárlíme na jakékoli jejich narušování produkty levnější pracovní síly z jiných zemí. Abychom tento stav udrželi, posílili naši kontrolu nad domácími trhy, a především rozšířili naše možnosti na zahraničních trzích, kde musíme konkurovat výrobkům jiných průmyslových zemí, měli bychom vítat a podporovat každý vliv směřující ke zvýšení efektivity našich výrobních procesů" (23).

Byli to však Shigeo Shingo a Taiichi Ohno z Toyota Motor Corporation, kdo tyto názory skutečně rozvinul do podoby, která byla později nazvána štíhlou výrobou. Shingo prozradil, že na něj "udělalo velký dojem, že se studium a praxe vědeckého řízení staly jeho životním dílem" poté, co si v roce 1931 přečetl knihu Fredericka Taylora "Principy vědeckého řízení" (23).

Toyota se dříve zabývala textilní výrobou, v roce 1934 přešla na výrobu automobilů a v roce 1936 získala od japonské vlády zakázku na výrobu nákladních automobilů. Když však Kiichiro Toyoda, zakladatel společnosti Toyota Motor Corporation, řídil práce na odlévání motorů, zjistil problémy s jejich výrobou, včetně plýtvání prostředky na opravy nekvalitních odlitků. Toyoda provedl studii každé fáze výrobního procesu a vytvořil týmy pro zlepšování "Kaizen", které měly problémy řešit. Výsledky týmů Kaizen shrnul Taiichi Ohno a vytvořil výrobní systém Toyota (Toyota Production System – TPS) (23).

V poválečném období na konci 40. let 20. století byla úroveň poptávky v japonské ekonomice nízká, takže Ohno určil, že pracovní plány by se měly řídit skutečným prodejem, a nikoli prodejními nebo výrobními cíli. To znamenalo vyhnout se nákladné nadvýrobě a vedlo společnost Toyota k zavedení "pull" (nebo build-to-order), nikoliv cílově řízeného "push" plánování výroby (23).

TPS, která byla v 80. letech známá jako výroba "just-in-time" nebo JIT, se později v 80. a v 90. letech vyvinula v štíhlou výrobu. Inženýr kvality John Krafcik poprvé použil termín štíhlá



výroba ve svém článku "Triumf štíhlého výrobního systému" z roku 1988 (27) poté, co pracoval na společném podniku Toyoty a General Motors v Kalifornii (23).

Krafčík uvedl, že závody štíhlé výroby mají vyšší úroveň produktivity/kvality než závody, které štíhlou výrobu nevykonávají, a "úroveň technologie závodu má zřejmě jen malý vliv na provozní výkonnost". Dále dodal, že rizika spojená se zaváděním štíhlých procesů lze snížit "vytvořením dobře vyškolené, flexibilní pracovní síly, návrhy výrobků, které se snadno vyrábějí ve vysoké kvalitě, a podpůrnou, vysoce výkonnou sítí dodavatelů" (23).

Termín štíhlá výroba podrobněji rozvedli James Womack, Daniel T. Jones a Daniel Roos v knize "The Machine that Changed the World" (Stroj, který změnil svět) z roku 1990 (28). Womack a Jones jej dále definovali ve své knize z roku 1996 "Lean Thinking: Vyžehňte plýtvání a vytvořte bohatství ve vaší společnosti" (29) uvedli pět klíčových zásad: "Přesně specifikujte hodnotu podle konkrétního produktu, určete hodnotový tok pro každý produkt, zajistěte, aby hodnota proudila bez přerušení, nechte zákazníka, aby si od výrobce vytáhl hodnotu, a usilujte o dokonalost" (23).

Štíhlá výroba zahrnuje zefektivnění procesů a postupů s cílem odstranit plýtvání a tím maximalizovat produktivitu. Štíhlou výrobu se dá definovat jako "způsob, jak dělat stále více a více se stále menšími náklady – méně lidské práce, méně zařízení, méně času a méně prostoru – a zároveň se stále více přibližovat k tomu, abychom zákazníkům poskytli přesně to, co chtějí" (23).

Základním principem při zavádění štíhlé výroby je eliminace plýtvání za účelem neustálého zlepšování procesu. Snižováním plýtvání, které vede ke zlepšování procesu, štíhlá výroba trvale přináší hodnotu zákazníkovi (23).

Mezi druhy plýtvání patří procesy, činnosti, výrobky nebo služby, které vyžadují čas, peníze nebo dovednosti, ale nevytvářejí hodnotu pro zákazníka. Mohou zahrnovat nedostatečně využitá talenty, nadbytečné zásoby nebo neefektivní či nevhodné procesy a postupy (23).

Odstranění těchto neefektivních činností by mělo zefektivnit služby, snížit náklady a v konečném důsledku přinést úspory u konkrétního výrobku nebo služby prostřednictvím dodavatelského řetězce až k zákazníkovi (23).

Plýtvání v průmyslu, ať už se jedná o nečinné pracovníky, špatné procesy nebo nevyužitý materiál, snižuje produktivitu a cílem štíhlé výroby je tyto odpady eliminovat. Motivy, které k tomu vedou, se liší v závislosti na názoru, od zvyšování zisku až po poskytování výhod zákazníkům. Ať už jsou však hlavní motivy jakékoli, existují čtyři hlavní výhody štíhlé výroby (23):

**Eliminace plýtvání:** Plýtvání negativně ovlivňuje náklady, termíny a zdroje. Nepřináší žádnou hodnotu výrobkům ani službám

**Zlepšení kvality:** Zlepšení kvality umožňuje společností udržet si konkurenceschopnost a uspokojovat měnící se potřeby a přání zákazníků. Navrhování procesů tak, aby tato očekávání a přání splňovala, vás udrží před konkurencí, protože zlepšování kvality zůstane v popředí zájmu

**Snížení nákladů:** Nadprodukce nebo vlastnictví většího množství materiálu, než je potřeba, vytváří náklady na skladování, které lze snížit pomocí lepších procesů a řízení materiálů

**Snížení času:** Plýtvání časem neefektivními pracovními postupy je také plýtváním penězi, zatímco efektivnější postupy zkracují dodací lhůty a umožňují rychlejší dodání zboží a služeb.

Základ štíhlosti se často překládá do pěti základních principů (23):

1. Hodnota: Hodnota se určuje z pohledu zákazníka a souvisí s tím, kolik je ochoten za výrobky nebo služby zaplatit. Tuto hodnotu pak vytváří výrobce nebo poskytovatel služeb, který by se měl snažit eliminovat plýtvání a náklady, aby dosáhl optimální ceny pro zákazníka a zároveň maximalizoval zisk.

2. Zmapování hodnotového toku: Tento princip zahrnuje analýzu materiálů a dalších zdrojů potřebných k výrobě výrobku nebo služby s cílem identifikovat plýtvání a zlepšení. Hodnotový tok zahrnuje celý životní cyklus výrobku, od surovin až po likvidaci. V každé fázi výrobního cyklu je třeba prověřit, zda nedochází k plýtvání, a odstranit vše, co nepřidává hodnotu. Jako prostředek k dosažení tohoto kroku se často doporučuje sladění řetězců.

Moderní výrobní toky jsou často komplexní a vyžadují společné úsilí inženýrů, vědců, designérů a dalších, přičemž vlastní výroba fyzického výrobku je jen jednou částí širšího pracovního toku.

3. Vytvoření toku: Vytvoření toku znamená odstranění funkčních bariér pro zlepšení doby realizace. Tím se zajistí plynulý tok procesů, které lze provádět s minimálním zpožděním nebo jiným plýtváním. Přerušované a nejednotné výrobní procesy přinášejí náklady a vytvoření toku znamená zajištění stálého toku pro výrobu nebo poskytování služeb.

4. Zavedení systému Pull: Systém pull funguje tak, že se práce zahajuje pouze tehdy, když existuje poptávka. Jedná se o opak systémů push, které se používají v systémech plánování výrobních zdrojů (Manufacturing Resource Planning – MRP). Push systémy určují zásoby předem s tím, že výroba je nastavena tak, aby splňovala tyto prognózy prodeje nebo výroby. Vzhledem k nepřesnosti mnoha předpovědí však může dojít k tomu, že se vyrobí buď příliš mnoho, nebo naopak málo výrobku, aby byla uspokojena poptávka. To může vést k dodatečným nákladům na skladování, narušení harmonogramů nebo k nízké spokojenosti zákazníků. Systém pull působí pouze tehdy, když existuje poptávka, a jeho úspěšné dosažení závisí na flexibilitě, komunikaci a efektivních procesech.

Systém pull může zahrnovat týmy, které přejdou k novým úkolům až po dokončení předchozích kroků, což umožňuje týmu přizpůsobit se výzvě, jakmile se objeví, s vědomím, že předchozí práce je většinou stále použitelná pro dodání výrobku nebo služby.

5. Zdokonalení: Snaha o dokonalost prostřednictvím neustálého zlepšování procesů je také známá pod názvem "Kaizen", který vytvořil zakladatel společnosti Toyota Motor Corporation Kiichiro Toyoda (viz výše "Kdy a kdo vynalezl štíhlou výrobu?"). Štíhlá výroba vyžaduje průběžné hodnocení a zlepšování procesů a postupů s cílem neustále eliminovat plýtvání ve snaze najít dokonalý systém pro tok hodnot. Aby se dosáhlo smysluplné a trvalé změny, měla by být myšlenka neustálého zlepšování integrována do kultury organizace a vyžaduje měření ukazatelů, jako jsou doby realizace, výrobní cykly, průchodnost a kumulativní tok.

Je důležité, aby kultura neustálého zlepšování pronikla do všech úrovní organizace, od členů týmů a projektových manažerů až po výkonnou úroveň, a vytvořila tak kolektivní odpovědnost za zlepšování a vytváření hodnot (23).

Výrobní systém Toyota původně podrobně popisoval sedm plýtvání, která nepřinášejí hodnotu zákazníkovi. Těmito plýtváními byly (23):

- Zbytečná doprava
- Nadměrné zásoby
- Zbytečný pohyb lidí, zařízení nebo strojů
- Čekání - buď lidí, nebo nečinného zařízení
- Nadměrná výroba výrobku
- Nadměrné zpracování nebo přidávání zbytečných funkcí do výrobku
- Vady, které vyžadují nákladnou opravu

Na osmé plýtvání od té doby upozorňuje mnoho odborníků na štíhlou výrobu:

- Nevyužitý talent a vynalézavost

Tyto druhy plýtvání lze obecně rozdělit do tří specifických typů (23):

**Mura:** Nerovnoměrnost nebo plýtvání v důsledku kolísavé poptávky, ať už v důsledku požadavků zákazníků nebo nových služeb (a tím i další práce), které organizace přidává.

**Muri:** Přetížení nebo plýtvání v důsledku snahy dělat příliš mnoho. Týká se přidělování zdrojů a zahrnuje lidi, po kterých se žádá, aby toho dělali příliš mnoho. Může docházet k plýtvání časem, protože lidé mění úkoly nebo dokonce ztrácejí motivaci kvůli přetížení.

**Muda:** Jedná se o plýtvání související s procesy a prací, která nepřináší žádnou přidanou hodnotu. Pokud činnost nepřidává hodnotu nebo přímo nepodporuje činnost, která hodnotu přidává, je zbytečná a měla by být odstraněna.

Štíhlá výroba s sebou nese několik výhod a nevýhod v závislosti na tom, jak a kde je implementována (23):

Výhody:

#### 1. Šetří čas a peníze

Úspora nákladů je nejzjevnější výhodou štíhlé výroby. Efektivnější pracovní postupy, alokace zdrojů, výroba a skladování mohou být přínosem pro podniky bez ohledu na jejich velikost nebo produkci. Úspora času umožňuje zkrátit dodací lhůty a zlepšit služby při rychlém poskytování výrobků zákazníkům, ale může také pomoci ušetřit peníze tím, že umožní zefektivnit práci zaměstnanců.

#### 2. Šetrnost k životnímu prostředí

Snížení plýtvání časem a zdroji a odstranění zbytečných procesů může ušetřit náklady na spotřebu energie a pohonných hmot. To má zřejmý přínos pro životní prostředí, stejně jako používání energeticky účinnějších zařízení, což může rovněž přinést úsporu nákladů.

#### 3. Větší spokojenost zákazníků

Zlepšení dodávky výrobku nebo služby zákazníkovi za správnou cenu zvyšuje jeho spokojenost. To je pro obchodní úspěch zásadní, protože spokojení zákazníci se s větší pravděpodobností vrátí nebo doporučí váš výrobek či službu ostatním.

Nevýhody:

### 1. Bezpečnost a pohoda zaměstnanců

Kritici štíhlosti tvrdí, že může ignorovat bezpečnost a pohodu zaměstnanců. Zaměřením se na odstraňování plýtvání a zefektivňování postupů je možné přehlížet zátěž zaměstnanců, kteří mají na pracovišti jen malý prostor pro chyby. Štíhlý management je přirovnáván k vědeckým metodám řízení z 19. století, proti nimž bojovaly dělnické reformy a které byly ve 30. letech 20. století považovány za zastaralé.

### 2. Brání budoucímu rozvoji

Přirozené zaměření štíhlé výroby na snižování plýtvání může vést management k omezování oblastí podniku, které nejsou považovány za podstatné pro současnou strategii. Ty však mohou být důležité pro odkaz společnosti a její budoucí rozvoj. Štíhlá výroba může způsobit přílišné zaměření na současnost a přehlížení budoucnosti.

### 3. Obtížná standardizace

Někteří kritici poukazují na to, že štíhlá výroba je spíše kultura než pevně stanovená metoda, což znamená, že není možné vytvořit standardní model štíhlé výroby. To může vyvolat dojem, že štíhlá výroba je spíše volnou a vágní technikou než robustní.

Obecným smyslem štíhlé výroby je identifikace a eliminace plýtvání, díky čemuž lze zlepšit kvalitu a výrobní časy a snížit náklady. To je jedna z metod přístupu ke štíhlé výrobě, ale lze k ní přistupovat také pomocí "Toyota Way", která se zaměřuje spíše na zlepšování pracovních postupů než na plýtvání (23).

Obě metody mají stejné cíle, ale u metody Toyota Way se plýtvání odstraňuje přirozeně, nikoliv se na něj zaměřuje pozornost. Stoupenci této metody zavádění tvrdí, že se jedná o systémový pohled, který může být přínosem pro celý podnik, nikoliv pouze pro odstraňování konkrétních plýtvání. Toyota Way se snaží zjednodušit provozní strukturu organizace, aby bylo možné pochopit a řídit pracovní prostředí. Tato metoda také využívá mentoring známý jako

"Senpai a Kohai" (Senior a Junior), který pomáhá podporovat štihlé myšlení přímo v organizační struktuře (23).

Navzdory rozdílným přístupům však obě metody sdílejí řadu zásad, mezi něž patří například (23):

- Automatizace
- průběžné zlepšování
- Flexibilita
- vyrovnávání zátěže
- Dokonalá kvalita výroby nebo služeb na první pokus
- Průběh výroby a vizuální kontrola
- Zpracování tažením
- Vztahy s dodavateli
- Odstraňování odpadu

Existuje celá řada nástrojů, které lze použít k zavedení systému štihlého řízení (23):

- Kontrolní diagramy – ke kontrole pracovních postupů
- Kanbanové tabule – k vizualizaci pracovních postupů
- 5S – metodika pro organizaci pracoviště
- Víceprocesní manipulace
- Zajištění chyb (známé také jako "Poka-Yoke")
- Shlukování pořadí – na pomoc při analýze výrobních toků
- Plánování v jednom bodě
- Single-Minute Exchange of Die (SMED) - metoda rychlého přechodu mezi výrobními procesy
- Total Productive Maintenance – ke zlepšení integrity a kvality výroby
- Mapování hodnotového toku
- Redesign pracovních buněk

#### 4.3.1 Lean construction

Efektivita/produktivita práce ve stavebnictví se snížila, zatímco efektivita práce ve všech ostatních nezemědělských odvětvích se od 60. let 20. století zdvojnásobila nebo zvýšila. V současné době je 70 % projektů nad rámec rozpočtu a jsou dodávány se zpožděním. V tomto odvětví stále dochází k přibližně 800 úmrtím a tisícům úrazů ročně (30).

Sila vytvořená kolem architektů, inženýrů, generálních dodavatelů, obchodních dodavatelů a specializovaných dodavatelů vnesla do systému dodávek značné plýtvání. Nedostatek důvěry vytvořil systémy kontrol, dvojích kontrol a nadměrných specifikací, které mají pokrýt skutečné i domnělé právní důsledky. To jsou problémy, které se snaží vyřešit Lean construction. Důkazy ze tří výzkumných zdrojů financovaných Lean Construction Institute ukazují, že projekty, které zavádějí nástroje a techniky Lean construction, dosahují mnohem lepších výsledků v celé řadě měřítek (30).

Termín "Lean Construction" byl oficiálně zaveden až v roce 1993. Od té doby stavební projekty po celém světě využívají postupy Lean construction (30).

V roce 2011 byl s využitím nástrojů a metod štíhlé výroby postaven hotel T-30 v Číně. Třicetipodlažní budova byla postavena za pouhých 15 dní a zahrnovala řadu inovativních prvků včetně pětinasobku standardní odolnosti proti zemětřesení v dané oblasti. Působivé je, že při stavbě budovy neutrpěla žádná osoba pracovní úraz (30).

To je standard, který se snaží nastavit štíhlé řízení stavební výroby. Cílem štíhlé výstavby je prostřednictvím neustálého zlepšování postupů a metod maximalizovat hodnotu pro zúčastněné strany a zároveň minimalizovat plýtvání a zvyšovat efektivitu ve všech oblastech (30).

U naprosté většiny stavebních projektů se používají smlouvy typu "design-bid-build" nebo "design-build", které rozdělují jednotlivé strany projektu na menší samostatné projekty, na něž se uzavírají samostatné smlouvy (30).



To vede k tunelovému vidění jednotlivých stran, kdy se každá skupina zajímá pouze o úspěch své části procesu. Pokud se vyskytne problém, ukazují se prsty všemi směry a nikdo se ve skutečnosti nepokouší daný problém vyřešit. Tyto metody realizace projektů dusí inovace, protože nikdo nemá finanční motivaci ke zlepšení výsledků (30).

Postupy Lean construction využívají systém integrované dodávky projektu (Integrated Project Delivery – IPD), který umožňuje sladit vlastníka, projekční tým a stavební tým (stejně jako případné další dodavatele) do jedné smlouvy. Při podpisu smlouvy se dohodnou finanční cíle a strany si rozdělí zisky (a úspory), čímž se všichni podílejí na zlepšování výsledků (30).

Sjednocením různých stran v jedné smlouvě se každá strana smluvně zapojí do každého kroku procesu projektování a výstavby. Stavební tým bude přítomen ve fázi návrhu a projektanti zůstanou zapojeni po celou dobu výstavby projektu (30).

Důvěra a spolupráce jsou nezbytnými složkami pro vytvoření prostředí, ve kterém se může dařit inovacím, a tým, který spolupracuje na společném cíli, bude s větší pravděpodobností hledat nové způsoby řešení problémů. To nakonec vytváří větší hodnotu pro zúčastněné strany (30).

V roce 2016 americká společnost ConstructConnect shrnula principy štíhlé výroby pro stavebnictví. Tyto principy mohou být pro firmy návodem a pomoci jim dosáhnout nižších nákladů, zkrácení doby výstavby, vyšší produktivity, efektivního řízení projektů a jiných přínosů Lean Construction (31).

#### 1) Identifikace hodnoty z pohledu zákazníka

To, co klient skutečně oceňuje ve stavebním projektu, jde obvykle ruku v ruce s plány a specifikacemi. Hodnota pro zákazníka se netýká pouze kvality provedení projektu, dokončení projektu včas a v rámci rozpočtu. Vyžaduje přístup zaměřený na zákazníka, kterého lze nejlépe dosáhnout budováním vztahu s klientem. V případě štíhlé výstavby by to mělo zahrnovat všechny zúčastněné strany: vlastníky, architekta, inženýry, generálního dodavatele, subdodavatele a dodavatele. Identifikace hodnot klienta by měla začít již v rané fázi koncepčního plánování projektu a pokračovat v průběhu výstavby. Jde o to pochopit nejen to,

co klient chce, ale i proč to chce, aby projektový tým mohl řídit očekávání a co nejlépe klientovi poradit (31).

## 2) Identifikujte procesy, které přinášejí hodnotový tok

Hodnotový tok znamená to, čeho si klient cení. Hned po identifikaci hodnoty z pohledu klienta je nutné identifikovat procesy potřebné k dodání hodnotového toku. Všechny kroky procesu je třeba pečlivě zmapovat a určit, o jaké činnosti se jedná. Měla by být zohledněna práce, informace, materiály a vybavení potřebné pro každou činnost. Všechny kroky procesu, které nepřidávají hodnotu, by měly být eliminovány (31).

## 3) Eliminace plýtvání

Štíhlá konstrukce se vyznačuje odstraňováním plýtvání. Plýtvání představuje osm hlavních druhů ve stavebním procesu. Všechny z nich vedou k prostojům (31).

- Vady

Vady jsou vše, co není provedeno správně napoprvé, což vede k přepracování. Tím se ztrácí čas nutností provádět opravy a materiál potřebný k opravě díla.

- Nadprodukce

Ve stavebnictví dochází k nadprodukci, když je úkol dokončen rychleji, než bylo plánováno, nebo dříve, než je připraven k zahájení další úkol v pořadí.

- Čekání

Jedná se o plýtvání časem, kdy pracovníci musí čekat na práci, protože se nepodařilo dodat materiál nebo předchozí práce nejsou dokončeny podle plánu. Dochází k narušení pracovního procesu.

- Nevyužití talentů

To znamená, že pracovní síly s určitými dovednostmi a zkušenostmi jsou přiřazeny k nesprávné práci. Je to naprosté plýtvání jejich talentem, dovednostmi a znalostmi.

- Přeprava

K tomuto plýtvání dochází například tehdy, když jsou zařízení, materiál nebo pracovníci přepraveni/dodáni na pracoviště dříve, než je potřeba. Může se také týkat zbytečného předávání informací.

- Zásoby

Ve štíhlém stavebnictví znamenají zásoby pouze plýtvání časem, penězi a lidskými zdroji. Smyslem je přejít na zásoby "just-in-time".

- Pohyb

Plýtvání pohybem vzniká zbytečným pohybem, například vzdáleností mezi pracovníky a nástroji nebo materiály.

- Nadměrné zpracování

Nadměrné zpracování je většinou způsobeno tím, že firma se zabývá příliš mnoha funkcemi nebo činnostmi, které nemají pro klienta žádnou hodnotu, např. podniká kroky k odstranění jiných druhů odpadu.

#### 4) Dosažení plynulosti pracovních procesů

Myšlenkou skrytou za přístupem štíhlého stavitelství je dosažení nepřetržitého pracovního procesu, který je spolehlivý, předvídatelný a nepřerušovaný. Celý proces výstavby by měl být rozdělen do jednotlivých etap jdoucích za sebou. Aby bylo dosaženo plynulosti, musí spolu všechny strany komunikovat a spolupracovat, aby nedocházelo k plýtvání (zásada 3). Zhotovitelé si pomáhají tím, že si rozdělením projektu na jednotlivé výrobní zóny zajistí, že budou mít kapacitu dokončit jednotlivé úkoly podle plánu. Pokud se některá fáze výroby dostane do zpoždění nebo předstihu oproti plánu, je důležité komunikovat a provést úpravy, aby pracovníci nemuseli čekat na práci (31).

#### 5) Využití plánování a rozvrhování pull

Plánování nebo rozvrhování pull znamená, že práce je uvolňována na základě následné poptávky, aby se vytvořily spolehlivé pracovní postupy. Protože práce probíhá postupně a

úkoly jsou prováděny jeden po druhém, vyžaduje to začít od určitého milníku nebo cílového data dokončení a plánovat práci zpětně. Subdodavatelé jsou nejvhodnější pro určení jejich kapacity pro provedení daného úkolu. Aby bylo dosaženo hladkého postupu, měly by spolu všechny strany výslovně komunikovat a předávat si práce, aby koordinovaly harmonogramy (31).

#### 6) Zdokonalování procesu prostřednictvím neustálého zlepšování

Pojem neustálé zlepšování vysvětluje samotný princip. Jak se dokončují staré projekty, přicházejí nové a v průběhu času se získává mnoho zkušeností. Uvědomit si chyby, které byly spáchány dříve, je velmi důležité. To umožňuje společně provádět úpravy, lépe identifikovat a snižovat plýtvání, ale také neustále inovovat nové způsoby zavádění štihlého myšlení (31).

Lean construction využívá stejné principy jako štihlá výroba ke snížení plýtvání a zvýšení produktivity a efektivity stavebních prací. Předpokládá se, že nejdůležitějšími determinanty výstavby jsou spolehlivost práce a pracnost, ale štihlá výstavba změnila tradiční pohled na projekt jako na transformaci a zahrnuje koncept pracnosti a tvorby hodnot. Podobně sdílí stejné cíle štihlé výroby, např. zkrácení doby cyklu, eliminaci plýtvání a snížení variability. Průběžné zlepšování, tažné řízení výroby a kontinuální flow jsou směrem k implementaci štihlé konstrukce. Štihlá výstavba se skládá z následujících technik (32) (33):

- 1) Souběžné inženýrství: Souběžné inženýrství lze označit jako paralelní provádění různých úkolů multidisciplinárními týmy s cílem získat co nejvýhodnější produkty z hlediska funkčnosti, kvality a produktivity. Pomocí souběžného inženýrství lze dosáhnout mnoha zlepšení. Plánování by mohlo být obnoveno analýzou sítě. Mnoho dalších příležitostí lze dosáhnout překrýváním činností, rozdělením činností a zkrácením doby přenosu mezi jednotlivými činnostmi. Důležitými parametry plánování pro rozvrhování souběžných činností jsou čas, množství a riziko při nejednoznačnosti. Souběžné inženýrství se

zaměřuje na týmové úsilí; klíčem k objevování nových nápadů je komunikace a sdílení informací. Zatímco partnerství se subdodavateli a dodavateli může být také dobrou změnou týkající se souběžného inženýrství, úspěch štíhlé výroby závisí na zapojení všech účastníků v raných fázích návrhu;

- 2) Lastplanner: Poslední plánovač je osoba nebo skupina osob zodpovědná za řízení výrobní jednotky, což znamená plnění jednotlivých úkolů na operativní úrovni. Poslední plánovač nezbytně kontroluje pracovní flow, zjišťuje tok dodávek, konstrukce a montáže v rámci výrobních jednotek. Toho lze dosáhnout pouze pomocí look-ahead plánu, který určuje postup a tempo prací. Rozřezává hlavní harmonogram na mnoho balíčků, určuje techniky kontroly kapacity, provedení a vytváří zásobu vyčkávacích prací. Rozsah look-ahead harmonogramu se pohybuje od 2 do 6 týdnů a měl by být uveden do pořádku týmovou prací;
- 3) Schůzky Dailyhuddle: Denní porady poskytují členům týmu platformu pro sdílení názorů a informací o tom, čeho bylo dosaženo, a zároveň pro diskusi o problémech, se kterými se potýkají během výrobního procesu.
- 4) Systém Kanban: Strategie systému Kanban je založena na klíčových komponentech, tj. na tržišti, dodavatelských kanbanech, sběrném vozidle, satelitních skladech a systému řízení zásob. Tržní místa jsou skladiště, která přidělují pracovníkům různé materiály a drobné náradí. Podobně jsou na místě umístěny satelitní sklady, které získávají výrobky z tržišť. Sběrné vozidlo sváží materiály od preferovaných dodavatelů do provozovny. Kanban používá plastové zásobníky jako signál pro stahování materiálů z dodavatelů na staveniště s využitím konceptu Just In Time. Jako signály kanbanu mezi tržištěm a satelitními sklady se obvykle používají poptávkové formuláře. Systém kanban začíná normálně otevřenými dveřmi, takže staveniště může odebírat materiál od dodavatele až do určitého obvodu. Následně se materiál požadovaný od dodavatele dostane na trh a výrobky jsou později vyzvednuty ze skladů, které jsou obvykle řízeny pomocí záznamových míst;

- 5) Plán podmínek a pracovního prostředí ve stavebnictví (Plan Conditions and Work Environment in the Construction Industry – PCMAT): Účelem je zavést plán bezpečnosti a ochrany zdraví při práci do realizace projektu, tzv. "Plán podmínek a pracovního prostředí". Tyto bezpečnostní činnosti mohou vytvářet omezení pro plánované úkoly, a proto by měly být přijaty jako součást zadání. Všechny bezpečnostní postupy jsou proto sloučeny v krátkodobém plánování, které lze analyzovat prostřednictvím každodenní zpětné vazby od posádky, respektive subdodavatelů;
- 6) Nástroje pro řízení kvality: Sloučení nástrojů řízení kvality ve štíhlé výstavbě je založeno na změně kvality založené na konformitě na kvalitu u zdroje. K vyhodnocování provádění plánovaných kontrol se obvykle používá bodový systém, který pomůže pracovníkům dodržovat plánované kontroly namísto korekcí kvality;
- 7) Vizuální kontrola: Vizuální kontrola ukazuje nerovnoměrný charakter konstrukce a vede k použití vizuálních nástrojů pro materiál, práci a informační flow atd. Identifikace materiálů může urychlit opakující se procesy a snižuje riziko výběru nesprávného výrobku. Grafy postupu a harmonogramy mohou implementovat věnování se dokončení úkolů. Informace a technologie mohou také zlepšit komunikaci mezi rozhodovatelem a vykonavatelem a mohou také urychlit proces.

Lean construction se široce využívá po celém světě. Například, Planet Lean uvádí hodně případů využití Lean v různých firmách, včetně stavebních organizací, například brazilská firma Andrade Gutierrez, a hodně jiných (34). Ale kromě toho, principy Lean Construction se taky využívají i v českých firmách, například v známé firmě Strabag, a uplatňování těchto principů jim nejenom šetří čas a peníze, ale také činí jejich práci udržitelnější (35).

#### 4.4 Společná implementace manažerských metod

Před analýzou společného využití všech třech metod je taky důležitá analýza implementace manažerských nástrojů po dvou z důvodů lepšího pochopení jejich rozporů a spolupůsobení.

#### 4.4.1 Teorie omezení a Lean

Studie Dettmera (36) poukázala na následující podobnosti mezi oběma přístupy: mají společný cíl zvýšit zisk, hodnota je definována zákazníkem, faktor kvality je v obou případech zásadní, prosazují výrobu v menších sériích, usilují o plynulý tok a zvýšení kapacity, snaží se minimalizovat zásoby a účast pracovníků hraje významnou roli při úspěšném nasazení metody a nástrojů. Některé počítačové simulační studie srovnávající JIT (která je jednou ze součástí metody Lean, jež se jmenuje „just-in-time manufacturing“) a TOC provedli Miltenburg (37), Chakravorty & Atwater (38), Cook (39) a Watson & Patti (40). Miltenburg (37) ukázal, že JIT pracuje s nižšími zásobami a dobou realizace, zatímco Teorie omezení generuje vyšší produktivitu. Chakravorty & Atwater (38) dospěli k závěru, že Teorie omezení je vhodná pro systémy s relativně vysokou variabilitou a prostoji, zatímco JIT je vhodnější pro systémy s nízkou variabilitou a prostoji. Cook (39) dospěl k závěru, že výkonnost TOC je lepší a že JIT by musel ze systému odstranit prakticky veškerou variabilitu, aby byla výkonnost podobná TOC. Průzkum, který provedli Sale & Inman (41), ukázal, že kombinované použití JIT a TOC může vést k vyššímu výkonu než použití jednoho z obou přístupů samostatně. Watson & Patti (40) dospěli k závěru, že Teorie omezení je tolerantnější k variabilitě, má kratší dobu realizace a vyžaduje v průměru o 50 % nižší zásoby než JIT při stejné produktivitě (42).

Antunes Junior (43) zase při hledání obecného modelu uvádí, že logiky navržené TOC a štíhlou výrobou vykazují vysokou míru shody, neboť navrhují pohled na výrobní systém jako celek. Autor se zabýval konvergencemi, divergencemi a nezávislými body, které existují v jednom přístupu a nejsou přítomny v druhém. Hlavní zjištěné shody byly: i) TOC a STP (jiný nástroj štíhlé výroby – Straight-through processing) vycházejí z otevřeného systémového pohledu, pokud jde o navrhování výrobních systémů; ii) TOC a STP jsou spojeny s paradigmatem zlepšování procesů; iii) využívají vědeckou metodu a aplikují ji při řešení různých problémů spojených s řízením výroby; iv) používají deduktivní logiku k vývoji konkrétních technických řešení pro zlepšování výrobních systémů. Na základě základní znalosti principů, na nichž obě teorie spočívají, je možné vytvořit řadu konkrétních řešení

přizpůsobených konkrétním případům analyzovaných společností; (v) používaly a používají dialektickou logiku, na rozdíl od lineární formální logiky, k nalezení originálních řešení problémů vyskytujících se ve výrobních systémech; (vi) zaměřují se na řízení ze subsystémů zlepšování, jinými slovy, kladou prioritní důraz na subsystémy řízení zlepšování a řízení inovací. Ústředním cílem obou návrhů je snaha o neustálé zlepšování ukazatelů, přičemž v TOC se tak děje sledováním globálních a místních ukazatelů a v STP pomocí logiky cílových nákladů a nákladů-kauz; (vii) v TOC a STP je nejvyšší prioritou logika synchronizace výroby. Zlepšovací úsilí navržené TOC a STP přímo souvisí s neustálým zlepšováním se zaměřením na zlepšení synchronizace výroby; (viii) výrobní systémy jsou vnímány jako řetězec událostí nebo procesů. V TOC je kladen důraz na řízení nejslabšího článku řetězce prostřednictvím pěti kroků TOC, zatímco řízení řetězce v STP se provádí prostřednictvím kanbanu, který průběžně ukazuje slabé články řetězce. V tomto smyslu rozhodnutí mezi vyvažováním kapacity výrobních zdrojů na základě logiky TOC a úzkých míst ve srovnání s vyvažováním toku logiky Lean naznačuje, že vyvažování kapacity je efektivnější (42).

Hlavní shody v logistickém přístupu pro Antunese Juniora (43) jsou: (i) mají dva hlavní problémy: potřebu synchronizace výroby a zavedení systematického procesu neustálého zlepšování; (ii) mají specifické techniky pro řešení problému synchronizace, v TOC logiku buben-nárazník-lano (DBR) a ve štíhlé výrobě kanban; (iii) zabývají se neustálým zlepšováním výrobních systémů. V TOC se to objevuje v kroku 4 (zvyšování kapacity omezení) na základě analýzy provedené již v kroku 1 TOC (identifikace omezení). Naproti tomu STP je systém zcela orientovaný na zlepšování, neboť vznikl na základě systematického odstraňování ztrát; (iv) existuje možnost synergického využití logistiky teorie omezení a subsystémů a technik STP k zavádění účinných zlepšení v podnicích, podporují význam překonávání setrvačnosti pro zavádění nových myšlenek, systematicky kritizují využívání tradičního nákladového účetnictví pro účely rozhodování, zdůrazňují význam překonávání setrvačnosti pro zavádění nových myšlenek, využívají společný vědecký základ prostřednictvím vztahů příčina-následek a dialektického myšlení k identifikaci, analýze a řešení problémů (42).

A hlavní shody z hlediska řešení problémů pro Antunese Juniora (43) jsou: (i) používání společného vědeckého základu prostřednictvím vztahů příčina-následek; (ii) používání dialektického myšlení při řešení problémů, tj. myšlení, které odmítá kompromisní řešení problémů a postuluje potřebu vytvořit řešení, která lze realizovat (42).



Podle Scheinkopfa a Moorea (44) jsou styčnými body mezi TOC a Lean: (i) vnímání hodnoty z pohledu zákazníka: v Lean je hodnota jasně definována zákazníkem a v TOC je vnímání hodnoty zákazníkem určujícím faktorem pro zvýšení zisku z produktu; (ii) tok hodnoty: Lean přejímá termín hodnotový tok a TOC termín přidaná hodnota, aby bylo zřejmé, že hodnota vnímaná zákazníkem je definována řetězcem vzájemných závislostí mezi výrobním závodem a dodavateli; (iii) tok a pull výroba: nabízejí techniky řízení toku pomocí konceptu pull poptávky na trhu. Štíhlá výroba táhne sekvenčně, protože zdroj nesmí vyrábět, dokud nedostane signál (kanban) od navazujícího zdroje. Podstatou DBR je pulling, který má synchronizovat úzké místo s tržní poptávkou a podpořit uvolnění materiálu do systému; iv) snaha o dokonalost: bude podnik prosperovat pouze ze změny, z neustálého zlepšování. Tato myšlenka je vyjádřena v kroku 5 procesu TOC focussing a ve filozofii kaizen v rámci Lean (42).

Antunes Junior (43) také zdůraznil nezávislé body v TOC, které nejsou přítomny v STP, a to: i) klasifikaci uspořádání V-A-T, která umožňuje hloubkovou analýzu výrobních systémů nejen z hlediska synchronizace výroby, ale také stanovení priorit výrobních technik postavených na STP; ii) přijetí souboru globálních ukazatelů závodu (čistý zisk, návratnost investic a hotovost) propojených s provozními ukazateli TOC: zisk, provozní náklady a zásoby. To umožňuje kontrolovat, zda je dané lokální rozhodnutí správně sladěno s globálním optimum systému; iii) metoda TOC nemá podobnost s jinými metodami, pokud jde o systematické a tvůrčí hledání řešení, a to díky technice vypařování mraků, která formalizuje použití dialektické metody v metodách řešení problémů. Na druhé straně nezávislémi body STP, které se v TOC nevyskytují, by byly: iv) základní principy budování štíhlých systémů a důsledek toho, tj. soubor subsystémů a technik výrobního inženýrství. A konečně rozdíly a rozpory jsou: (i) v STP se zdá být obsah transformace nebo změny jasný, zejména z prvků jeho struktury, jako jsou: základní předpokladové subsystémy (standardní operace, rychlá výměna nástrojů, uspořádání), subsystém nulové vady (5S a TPM – Total Productive Maintenance), subsystém nulové vady (schopnost stroje, autonomie, poka-yoke). V TOC však tato diskuse není formalizována. Je tomu tak proto, že TOC diskutuje o prostředcích, nikoli o obsahu, prostřednictvím myšlenkového procesu formulovat transformační strategie (42).

Podle Dettmera (36) se TOC a Lean vyvinuly v systémově orientovanou filozofii a navrhuje, že hybridní model obou přístupů je robustnější, produktivnější a snadněji implementovatelný. Dettmer (36) navrhuje následující shodné body: jedná se o systémové

metodiky, zásadní je neustálé zlepšování a kontinuální tok, tok hodnoty přesahuje rámec výroby, zásadní je kvalita, výroba v malých sériích, pull production (výroba na zakázku, nikoli výroba na sklad) a uvolňují skryté kapacity Dettmer (36) však navrhuje, že největší rozdíly spočívají ve dvou aspektech: jak každý z nich zachází s variabilitou a nejistotou a jak zachází s náklady. Zatímco cílem štíhlé výroby je snížit fixní a variabilní náklady, v TOC je snížení nákladů omezeno, ale tvorba zisku nikoli, takže snížení nákladů je druhotným cílem. TOC akceptuje variabilitu a nestabilitu poptávky a operací pomocí strategických plí (fyzických, časových, kapacitních), zatímco Lean se neustále snaží variabilitu snižovat. Obecně se Dettmer (36) domnívá, že paradigma štíhlého myšlení a TOC se značně překrývají, přičemž TOC nabízí rámec, kterým se řídí úsilí v oblasti štíhlosti, a zároveň se vyhýbá úskalím jejich aplikace tam, kde nejsou nutné (42).

Antunes Junior (43) rovněž představil hlavní shody z hlediska výkonnostních systémů. Jinými slovy, oba kritizují používání tradičního nákladového účetnictví pro rozhodování, což vedlo k potřebě vybudovat nové výkonnostní systémy. V případě TOC se jedná o logiku globálních ukazatelů (čistý zisk, návratnost investic a hotovost) a provozních ukazatelů (zisk, provozní náklady a zásoby); u Toyoty byl navržen systém výkonnostních ukazatelů, jehož primárním cílem je snižování nákladů (a tím zvyšování zisku), nikoliv kalkulace nákladů. Tento systém je založen na tzv. cílových nákladech a cost-kaizenu. Ústředním aspektem, který byl zdůrazněn jako mezera ve zkoumaných modelech integrujících TOC a Lean a který by měl být zohledněn při zdokonalování nových modelů, je koncept ztrát způsobených špatně definovaným sortimentem výrobků, který Pergher a dalších (45) definují jako "pergas" (42).

#### 4.4.2 Teorie omezení a Six Sigma

Six Sigma identifikuje projekty zaměřené na snížení počtu vad v procesu a na provozní zlepšení. Nezahrnuje však plně operátory a nemá systémovou vizi, která by umožnila pochopit, jak tyto projekty ovlivní celkovou výkonnost systému. Podle Husbyho (46) může tento aspekt vést nejen k upřednostňování projektů bez finančního dopadu na podnik, ale také k eliminaci pozitivních dopadů na jiné procesy. Jako alternativu Husby (46) navrhuje, že tento nedostatek může doplnit pět kroků TOC focussingu. Autor však poukazuje na to, že proces myšlení TOC pro analýzu a řešení problémů používá složitý intelektuální jazyk, který

vyžaduje vyškolené odborníky pro jeho provádění a odlišný přístup pro operátory a management (42).

Podle Jina a dalších (47) je v centru pozornosti Six Sigma zákazník a v centru pozornosti TOC podnik, a přestože se jedná o odlišné filozofie, obě se používají v různých průmyslových odvětvích v procesech zlepšování; protože zatímco Six Sigma vyžaduje hloubková řešení, TOC může odhalit úzká místa a pozvednout je. Podle Navea (48) spočívá společná forma integrace mezi TOC a Six Sigma v identifikaci omezení společnosti a využití Six Sigma ke snížení jeho variability nebo vyřešení tohoto problému (42).

Podle Jina a dalších (47) jsou hlavními výhodami kombinace obou přístupů: (i) omezení je analyzováno, měřeno a kontrolováno pomocí souboru statistických nástrojů, což rozšiřuje chápání problému a rozhodnutí; (ii) úzké místo je prvním bodem, který je analyzován, čímž se generuje zvýšený finanční zisk pro společnost a projekt Six Sigma nebude vybrán podle jedné oblasti podnikání, ale podle globální vize TOC, která bude generovat výsledky projektu v celém systému. Nevýhody podle Jina a dalších (47) jsou: (i) snížení variability nezvýší vždy kapacitu omezení; (ii) když snížení variability zvýší míru výroby úzkého místa, mohou navazující procesy generovat vyšší míru zmetkovitosti, protože pozornost byla zaměřena pouze na úzké místo; (iii) nejistota mezi uplatněním principů TOC a následně projektu Six Sigma nebo naopak. Model integrující TOC a Six Sigma navržený Jinem a dalšími (47) předpokládá prostředí s omezeným rozpočtem na provádění zlepšení a aplikaci Six Sigma na zdroje za úzkým místem, aby byla zaručena kvalita a efektivita systému. Tento model byl replikován ve společnosti vyrábějící motory s uspokojivými konečnými výsledky (42).

Podle Ehie & Sheu (49) existují podobnosti mezi procesy zlepšování Six Sigma (DMAIC) a TOC (pět kroků zlepšování). Autoři navrhli integrovaný model, kde počáteční krok identifikace omezení je v obou přístupech stejný; další krok sleduje logiku TOC a zkoumá schopnost s využitím fází měření a analýzy Six Sigma jako podpory; další krok rovněž sleduje logiku TOC a zkoumá schopnost s využitím kroku Zlepšování Six Sigma a jeho statistických nástrojů k odstranění problémů a příčin, na které bylo poukázáno v předchozím kroku; čtvrtý krok využívá podřízený krok TOC a kontrolu Six Sigma, aby zajistil, že všechna dříve přijatá opatření budou aplikována na systém; v pátém kroku je vyvinuto úsilí o zvýšení kapacity omezení a poslední krok vyhodnocuje další omezení, aby se zabránilo setrvačnosti systému. Pro zdokonalení modelu autoři navrhuje začlenit proces myšlení TOC, aby bylo možné

pochopit interakce příčin a následků v systému, a také přidat další přístupy zaměřené na neustálé zlepšování (42).

#### 4.4.3 Six Sigma a Lean

Podle Arnheitera a Maleyeffa (50) Lean a Six Sigma zavádějí kulturu neustálého zlepšování na všech úrovních společnosti. A výhoda integrovaného využití spočívá ve vědeckém a kvantitativním přístupu ke kvalitě, který Six Sigma poskytuje ve vztahu k technikám Lean. Projekty Six Sigma zaměřují své úsilí na snižování odchylek od standardního návrhu, což může vést k tomu, že se nesoustředí na požadavky zákazníka, ale pouze na snižování nákladů. Proto se navrhuje paralelně přijmout vizi štíhlého toku (51). Podle Harrisona (52) nemusí být použití těchto přístupů izolovaně efektivní, protože by mohly ve firmě vzniknout dvě subkultury, které by soupeřily o stejné lidské a finanční zdroje (42).

Integrace má své meze, protože strategie použitá ke zlepšení závisí na problému, který je třeba vyřešit, a proto musí být oba přístupy sladěny, aby bylo dosaženo efektivních výsledků (53). Podle Sharmy (54) by Six Sigma měla být použita jako hnací síla pro implementaci úsilí v oblasti Lean. Pro Bendella (51) spočívá rovnováha v tvorbě hodnoty z pohledu zákazníka, aby bylo možné se zaměřit na trh a zároveň snížit odchylky na přijatelnou úroveň, čímž se sníží náklady. Bendell (51) také tvrdí, že obě paradigmaty jsou katalyzátory změn a mohou představovat mocný nástroj při sladění kulturních aspektů projektů Lean s projekty Six Sigma. Podle Bendella (51), integrace Lean a Six Sigma má obrovský potenciál pro udržitelný přístup k organizačním změnám a zlepšování procesů (42).

Podle Snee (55) se Six Sigma obvykle používá k řešení složitých problémů, jejichž řešení není známo. Je nutné si uvědomit, že cílem je najít příčiny nízké výkonnosti a nezaměřovat se pouze na symptomy. V tomto případě přispívá vize štíhlého toku k využití Six Sigma a navrhuje se, aby se tyto přístupy používaly současně. Snee (55) uvádí osm klíčových charakteristik, které přispívají k výkonnosti při synergickém použití Lean a Six Sigma: vytvářejí finanční výsledky, aktivují zapojení vrcholového managementu, používají disciplinovaný přístup (DMAIC), projekty jsou rychle dokončeny, jasná definice úspěchu, vytvořená lidská infrastruktura (pásky), zaměření na zákazníky a procesy a použití statistického přístupu (42).

Podle Montgomeryho (56) lze projekty štíhlého zlepšování řídit pomocí metody DMAIC. Montgomery (56) obhajuje použití Six Sigma a Lean jako modelu, který obnovuje filozofii

neustálého zlepšování a systém hlubokých znalostí. Dá se tvrdit, že Six Sigma je prováděna několika konkrétními jednotlivci ve společnosti, zatímco v případě Lean se do vzdělávání zapojují všechny úrovně společnosti s cílem identifikovat a eliminovat činnosti nepřidávající hodnotu. Naproti tomu Mika (57) zastává kritické stanovisko, že oba přístupy jsou neslučitelné, protože Six Sigma si nemůže osvojit průměrný výrobní pracovník, a tvrdí, že Lean je těmto pracovníkům přístupný tím, že podporuje týmovou práci prostřednictvím multifunkčních týmů a skupin pro zlepšování (42).

Na druhou stranu Arnheiter & Maleyeff (50) poukazují na následující aspekty mezi přístupy: štíhlé společnosti si musí osvojit používání kvantitativních údajů pro rozhodování a vědecký přístup ke kvalitě v rámci systému. Zatímco společnosti využívající Six Sigma potřebují širší systémový přístup, který zohledňuje dopady plýtvání na systém jako celek. Bendell (51) uvádí, že Lean a Six Sigma se staly špatně definovanými filozofiemi, což má za následek snížení efektivity, a často jsou prezentované metodiky sestaveny bez logického vysvětlení, bez jakéhokoli teoretického základu nebo vysvětlení výběru technik. Spector (58) poukazuje na to, že při zavádění metod Lean a Six Sigma mohou odborníci narazit na velké množství projektů s nedostatečnými výsledky za dobu potřebnou k jejich dokončení. Podle Bendella (51) je třeba oba přístupy upravit tak, aby mohly účinně řešit problémy, s nimiž se podnik potýká, a otázka se zužuje na to, jak je používat integrovaně. Podle Bendella (51), Six Sigma doplňuje filozofii Lean tím, že poskytuje nástroje a znalosti k řešení konkrétních problémů, které jsou identifikovány na cestě Lean (42).

Podle Peppera a Speddinga (59) a Bendella (51) jsou obavy z Lean a Six Sigma způsobeny krátkozrakým způsobem jejich zavádění. Například snižování úrovně zásob nelze aplikovat v prostředí s vysokou variabilitou, a proto je třeba přijmout systematický přístup k optimalizaci celého systému a soustředit správné strategie na správná místa. Lean a Six Sigma by měly být vnímány jako platforma pro zahájení kulturních a provozních změn, které povedou k celkové transformaci dodavatelského řetězce. Podle Bendella (51) mají tyto programy společnou vlastnost: zaměřují se na využití myšlení levého mozku, což může být jak velkou předností, tak i slabinou. Jinými slovy, autor si uvědomuje nedostatek myšlení pravou částí mozku, které souvisí s kreativitou a inovacemi, a navrhuje integrovaný holistický přístup, podobný praktikám skupin zlepšovatelů, které byly přítomny v počátcích výrobního systému Toyota. Bendell (51) uvádí, že tato praxe významně přispívá k zavádění Six Sigma a Lean (42).

Bendell (51) uvádí, že zásadním nedostatkem Six Sigma a Lean je častý nesoulad s firemní politikou. Navzdory tomu, že Six Sigma a Lean původně prosazují pouze spokojenost zákazníků, je mnoho projektů vybíráno kvůli nízkým nákladům na implementaci. Zaměřením se na kontrolu a snížení variability a plýtvání lze snížit náklady a zvýšit spokojenost zákazníků (51). Na druhou stranu podle Sneehe (55) povaha problému určuje volbu přístupu a nástrojů, které mají být použity. Six Sigma je vhodná pro změnu procesu nebo jeho variability, zatímco Lean je vhodný pro zlepšení toku procesů, informací, materiálů nebo snížení složitosti. Podle Sneehe (55) však lze oba postupy použít ke snížení ztrát, nepřidané hodnoty a doby cyklu. Alternativou kombinace obou metodik je podřízení jednoho přístupu a ponechání druhého jako dominantního. Podle Bendella (51), Řada velkých společností, které přijímají programy Six Sigma, řadí Lean do skupiny doplňkových nástrojů v rámci programu Six Sigma, ale opak není tak častý (42).

Při úvahách o vytvoření nového modelu integrujícího Lean a Six Sigma je podle Peppera a Speddinga (59) třeba analyzovat tyto hlavní faktory: model by měl být strategický a zaměřený na procesy, který by měl mít také rovnováhu mezi oběma filozofiemi a využívat uznávané výhody obou, měla by existovat rovnováha mezi komplexností a udržitelností a model by měl být strukturován podle typu problému, který se vyskytl. V tomto návrhu Lean posiluje filozofii struktury a poskytuje strategický směr zlepšování, řídí celkovou dynamiku systému a informuje o současném stavu provozu. Lean identifikuje klíčové oblasti pro zlepšení. Jakmile jsou kritické body identifikovány, jsou projekty Six Sigma využity k zaměření se na zlepšování a směřování systému k žádoucímu budoucímu stavu (42).

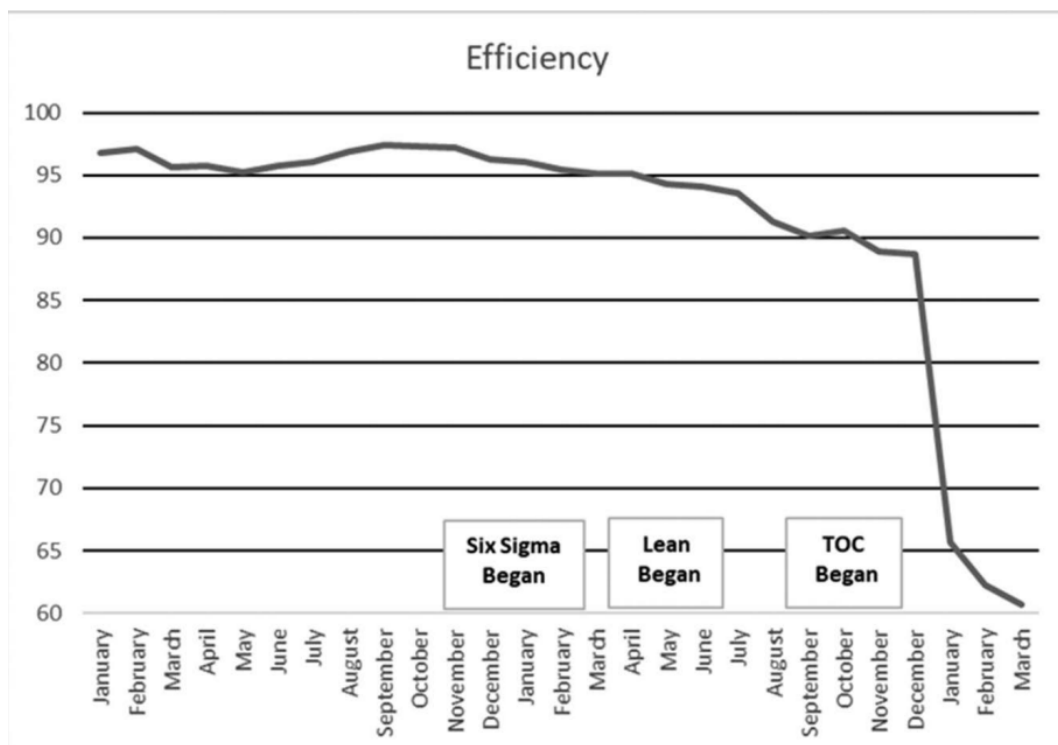
Z výše uvedených úvah lze shrnout, že: (i) oba přístupy se převážně doplňují a je možné uvažovat o integraci obou přístupů; (ii) při integraci je třeba sladit projektové řízení a podnikovou strategii, aby se zabránilo vzniku oddělených systémů mezi přístupy Lean a Six Sigma; (iii) bylo také zjištěno, že pokud je Lean implementován samostatně, chybí specifické nástroje pro využití jeho plného potenciálu podle složitosti analyzovaného problému. Stejně tak pokud je projekt Six Sigma aplikován bez systémové vize Lean, zapomíná se na zaměření na celkový tok a výkonnost projektu zlepšování je ohrožena (42).

#### 4.4.4 Teorie omezení, Lean a Six Sigma – TLS

V roce 2021 byla publikována kniha „Nový začátek“ („The New Beginning“), jejíž autory jsou Bob Sproull a Matt Hutcheson. Tato kniha je pokračováním obchodního románu „Tajemství maximalizace ziskovosti – Obchodní román o tom, jak úspěšně kombinovat Teorii omezení, štíhlou výrobu Lean a Six Sigma, abyste zvýšili ziskovost na novou úroveň“ (z anglického originálu „The Secret to Maximizing Profitability – A Business Novel on How to Successfully Combine the Theory of Constraints, Lean, and Six Sigma to Drive Profit Margins to New Levels“). V knize „Nový začátek“ se Tom Mahanan, bývalý finanční ředitel společnosti Tires for All, který se naučil kombinovat Teorii omezení s metodami Lean a Six Sigma a následně je aplikoval ve společnosti Tires for All, snaží se dostat svou společnost na úroveň ziskovosti, kterou nikdy předtím nezažila (60).

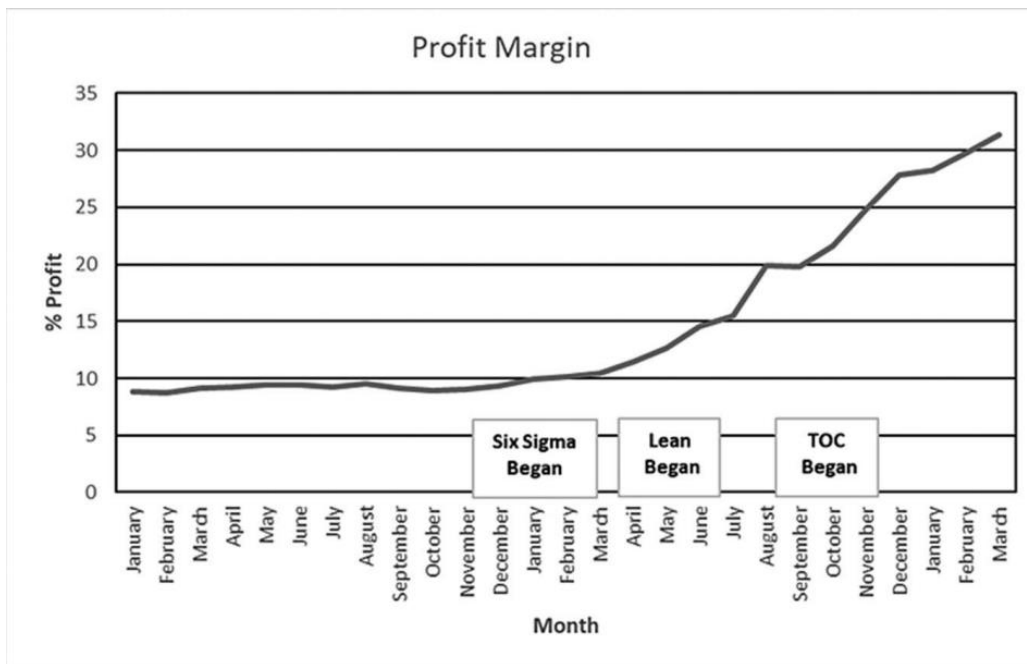
Tato kniha v podstatě čtenáře učí, jak úspěšně kombinovat a implementovat Teorii omezení, Lean a Six Sigma a dosáhnout výsledků, o kterých se mnoha firmám jen zdá. Pokrývá různé typy společností včetně výrobních a zdravotnických (60).

Na začátku knihy hlavní hrdina tvrdí, že po zavedení těchto třech metod účinnost ve firmě výrazně kleslá, jak je to vidět na obrázku níže (61).



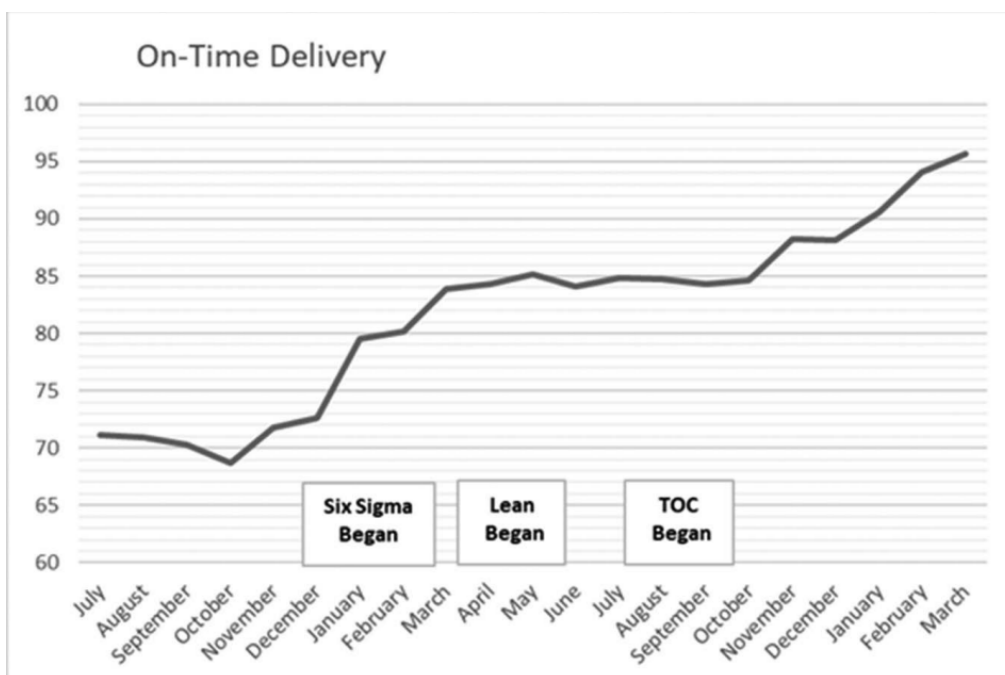
Obrázek 9: Metrika výkonu Účinnost % (61)

Avšak spolu s tím zisk ve firmě měl úplně opačný trend.



Obrázek 10: Zisky společnosti (61)

Hlavní hrdina odůvodnil to tím, že přestože se výrobní účinnost kleslá, díky novému přístupu k řízení po zavedení daných manažerských metod byl vylepšen pracovní proces, díky čemuž zakázky byly častěji dodávány včas.





*Obrázek 11: Včasné dodání v jednotlivých měsících (61).*

Jak to vysvětlil hlavní hrdina knihy „Nový začátek“, je to kvůli tomu, že „přesvědčení, že účinnost je dobrým měřítkem výkonnosti, je falešné“. Je to kvůli tomu, že „pokud každý krok provedete naplno, stane se jen jedna věc. Proces se jednoduše zaplní zásobami rozpracované výroby“ (61).

Místo toho, organizace by měla vytvořit robustní rámec, který řeší omezení, eliminuje plýtvání, snižuje počet vad a optimalizuje celkovou provozní efektivitu. Toto je možné pomocí integraci Teorie omezení, štíhlé výroby a Six Sigma (62).

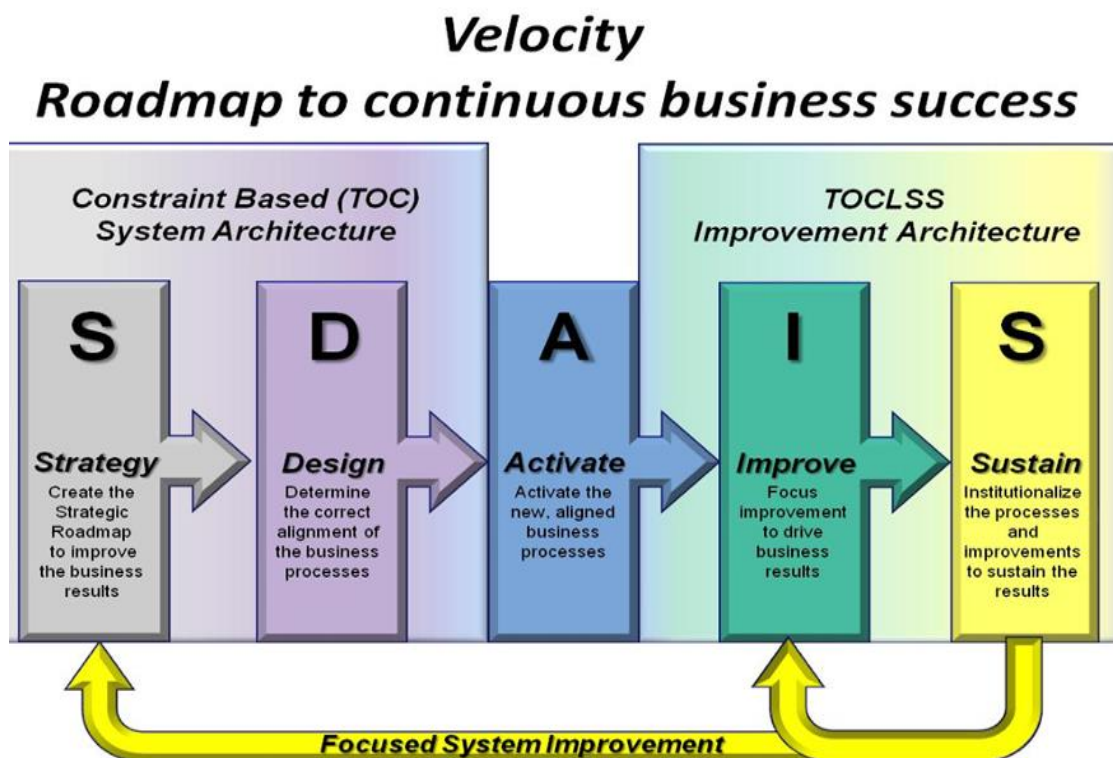
Existuje hodně různých způsobů praktických aplikací těchto metod ve firmě. Jedna z metod spočívá v zavedení nástroje Six Sigma nejdříve ze všech, poté se zavádí metoda Lean, a až na konci přichází Teorie omezení. Při takovém postupu se firma nejdříve snaží snížit variabilitu a odstranit vady procesu pomocí nástroje DMAIC, případně jiných nástrojů Six Sigma. Až to bude alespoň částečně dosaženo, zavádí se štíhlá výroba: procesy ve firmě se orientují na zákazníky a eliminují se zbytečné součásti procesů. Na konci se zavádí Teorie omezení, jejíž účelem je vyrovnání výrobního proudu po celém procesu. Takový postup se doporučuje pro průmyslové firmy nebo továrny, kde existuje hodně procesů najednou, z nichž skoro všechny jsou velmi komplexní a mají hodně různých součástí; protože v takové organizaci je nutno se nejdříve zbavit chyb a systematických vad procesů pomocí nástrojů Six Sigma, aby kvůli tímto nedokonalostem nevznikali zbytečné komplikace při zavádění štíhlé výroby a Teorie omezení.

Kromě toho je třeba dbát na to, co by mělo být zavedeno jako první: štíhlá výroba nebo Teorie omezení. Důležité je pochopit výkonnost celého procesu v organizaci. Pokud je výrobní produkt více variabilní nebo pokud se neprodávají všechny výsledky výroby, měla by se nejprve zavést štíhlá výroba. Jakmile je výroba přizpůsobena potřebám zákazníků, lze věnovat pozornost průběhu procesu, který bude řešen metodou Teorie omezení. Pokud však organizace vyrábí nevariabilní výrobek, po kterém je na trhu poměrně velká poptávka, kvůli které má podnik hodně nevyřízených objednávek a není schopen poptávku uspokojit, doporučuje se co nejdříve zavést Teorii omezení, aby podnik mohl co nejdříve splnit své stávající závazky, a pokud je možnost přizpůsobit své výrobní procesy potřebám zákazníků, je

vhodné zavést metodu Lean. Kromě toho pokud procesy v podniku fungují poměrně dobře, bez velkého množství vad a chyb, které by komplikovaly postupy zavádění nástrojů Lean a teorie omezení, je možné na závěr zavést metodu Six Sigma jako konsolidaci a konečné zlepšení výrobních procesů podniku s cílem dosáhnout maximální produktivity.

Z toho vyplývá, že integrace TLS je velmi složitý a proměnlivý proces, který se může v různých organizacích a za různých podmínek lišit. Přesto je vždy důležité před zavedením TLS určit strategii implementace a odpovědnosti.

Strategie, která nejčastěji má formu strategického plánu, udává směr pro ty oblasti organizace, které mohou být pro celý systém nejpřínosnější tím, že se nejprve uplatní zlepšení. Návrh systému v první oblasti zajišťuje předvídatelnou a stabilní výkonnost systému tím, že se zaměřuje na ochranu a řízení omezení celkového systému. Jakmile je toho dosaženo, lze cíleně aplikovat úsilí o zlepšování procesů, které organizaci přinese ještě lepší výsledky. Nakonec musí být zlepšení trvalé, aby organizace dosáhla skutečných výsledků v čase (63). Jeden z možných strategických plánů zavádění systému TLS je takzvaný SDAIS, který je představen na obrázku 12.



Obrázek 12: SDAIS: model integrace TLS (TOCLSS) (63)

Plán Velocity k trvalému obchodnímu úspěchu má dvě hlavní části: architekturu systému založenou na omezeních a architekturu zlepšování TLS. Abyste měli pevnou systémovou architekturu, potřebujete pochopený směr a sladěnou stabilní platformu, která poskytuje spolehlivou a konzistentní průchodnost, a to v jakémkoli prostředí (63).

**Strategie** – výstupem dobrého strategického jednání je jasný, dohodnutý plán na zlepšení obchodních výsledků. Strategický proces TOC zahrnuje použití logiky příčin a následků k pochopení základního konfliktu organizace, ověření konfliktu a následnému vytvoření budoucí reality, která konflikt rozbije a zároveň přidá další "injekce" potřebné ke zlepšení systému. Odstraňují se překážky a výsledkem je strategický plán do budoucna. K tomu se používá přísná logika příčin a následků, která ukazuje nejen posloupnost, ale také vzájemné závislosti v plánu. To se výrazně liší od většiny strategických plánů, které nakonec nejsou ničím jiným než izolovaným seznamem opatření jednotlivých oddělení. Důraz je kladen na optimalizaci výkonnosti celého systému oproti izolovanému zlepšování jednotlivých funkcí oddělení (63).

**Návrh** – vedoucí pracovníci provozních/funkčních útvarů a odborníci na danou problematiku navrhnou své činnosti tak, aby sladili své podnikové procesy s cílem dosáhnout strategických výsledků. Během procesu návrhu rekonfigurují politiky, měření, role a odpovědnosti a informační systémy v kontextu osvědčených řešení TOC a nástrojů pro řízení realizace (63).

**Aktivace** – během aktivačního procesu jsou nově definované politiky, měření, role a odpovědnosti, informační systémy a nástroje pro řízení realizace implementovány tak, aby byl návrh funkční (63).

Tato architektura systému založená na omezeních vytvoří systém, v němž jsou obchodní procesy navrženy, sladěny a provozovány stabilním a předvídatelným způsobem. Jakmile je systém stabilizován a přináší stabilní předvídatelné výsledky, uplatňují se průběžná cílená zlepšení systému, která vedou ke zvýšení udržitelných výsledků. TLS využívá synergie TOC, Lean a Six Sigma k ucelenému dosažení cíleného zlepšování systému nad rámec toho, čeho by bylo možné dosáhnout aplikací každé metody zvlášť s tradičním přístupem neustálého zlepšování procesů (CPI – Continuous Process Improvement) (63).

**Zlepšování** – jakmile je provozní systém stabilnější, je třeba zaměřit energii na cílené úsilí o zlepšování provozního systému, aby bylo dosaženo požadovaných účinků a strategických cílů stanovených na zasedání o strategii organizace. Úsilí o zlepšování se hodnotí na základě jeho schopnosti zvýšit propustnost a snížit zásoby a provozní náklady a posunout celkovou výkonnost systému (64). Klíčové ukazatele výkonnosti (KPI) se zkoumají, aby se zjistily rozdíly mezi současnou a požadovanou úrovní výkonnosti. Tyto mezery jsou dále analyzovány a jsou vyhodnoceny příležitosti k zaměření úsilí o zlepšení na úrovni podnikových procesů, aby bylo dosaženo požadovaných výsledků. Odborníci na zlepšování určí, které techniky zlepšování jsou potřebné, a poté určí priority projektů zlepšování. Mezi užitečné techniky zlepšování patří systém 5S, standardní práce, rychlá redukce nastavení, eliminace plýtvání bez přidané hodnoty, celková preventivní údržba, skladování v místě použití, kontrola chyb (Poke Yoka), vizuální taktika, kontrolní diagramy, studie způsobilosti, návrh experimentů atd (63).

**Udržitelnost** – organizační paměť se vytváří a podporuje vytvořením dokumentace o detailech strategie, návrhu, aktivace, zlepšování a udržitelnosti. Organizace průběžně přezkoumává klíčové výsledky měření, aby vyhodnotila, řešila a institucionalizovala zásady, měření a chování, které zaručí, že výsledky budou udržitelné a nebudou se zhoršovat. Organizace zajišťuje, že má trvalé schopnosti pro dosažení nákupu a udržení odbornosti (63).

Dodržování procesu SDAIS eliminuje potřebu organizace "vybírat" si metodiku nebo náhodně používat přístup "toolbox". Organizace může využít plnou integraci TOC, Lean a Six Sigma, aby dosáhla cíleného zlepšování systému, které přináší skutečnou a udržitelnou průlomovou výkonnost (63).

Však kromě stanovení strategie je taky důležité stanovení zodpovědností za praktickou aplikaci systému TLS.

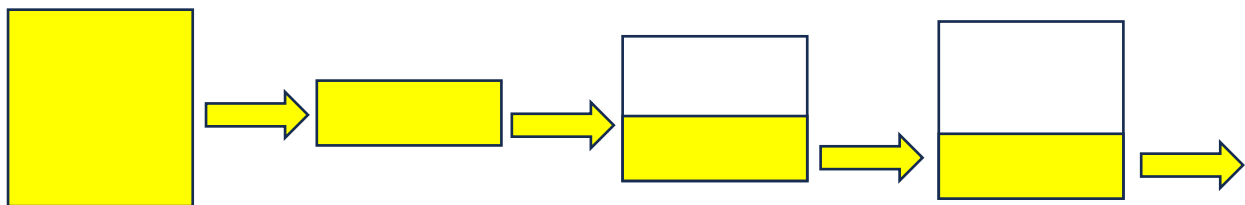
Six sigma vyžaduje zapojení vysoce kvalifikovaného personálu. Přichází někdo zvenčí a sbírá data. Pracovníci pracující v rámci procesu to mohou vnímat jako narušení. Řešení pak bude dodáno shora dolů a než bude přijato, může vzniknout odpor. Složitost metodiky může tento odpor dokonce podpořit (65).

Štíhlá výroba také zahrnuje externí odborníky, kteří provádějí analýzu hodnot, bude dodávat řešení přístupem shora dolů a může se setkat se stejným odporem jako řešení Six sigma (65).

Teorie omezení má zásadně odlišný přístup. Od počátku zapojuje operátory do identifikace problému a do návrhu řešení. Odborníci Teorie omezení mají k dispozici potřebné nástroje (sedm vrstev odporu), aby získali souhlas pracovníků pracujících v rámci procesu a vyhnuli se odporu během implementace. To umožňuje větší spolehlivost jednou použitého řešení, rychlejší implementaci a okamžitou zpětnou vazbu (65).

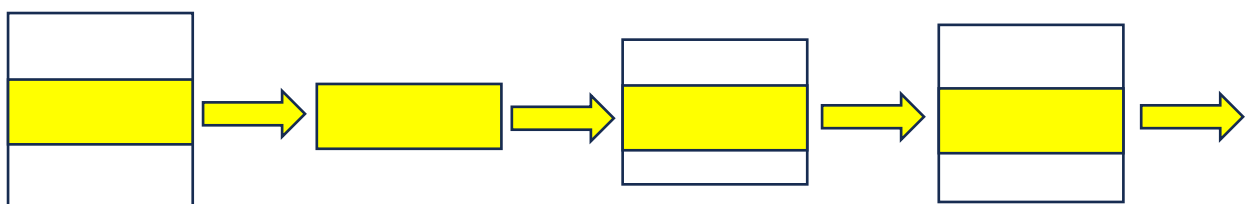
V této úvaze se Teorie omezení blíží agilnímu způsobu využívání rychlé zpětné vazby k rychlému ověření účinnosti svého řešení. Agilní TOC rychle prochází cyklem pěti hlavních kroků neustálého zlepšování. Tyto hlavní roky umožňují odborníkům Teorie omezení ukázat nejsložitější situaci jako jednodušší, kde výkonnost celého systému řídí pouze několik parametrů. To často umožňuje mnohem snadněji získat souhlas týmu (65).

Vizuálně se zavádění systému TLS dá představit tak: původně je představen obecný proces z několika součástí;



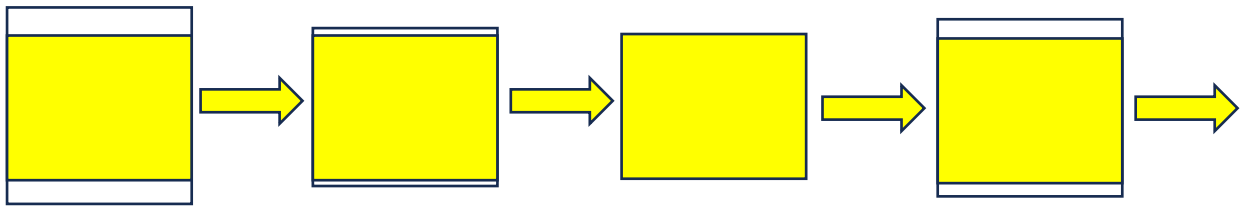
Obrázek 13: Původní proces

Teorie omezení vyrovná výrobní proud procesu;



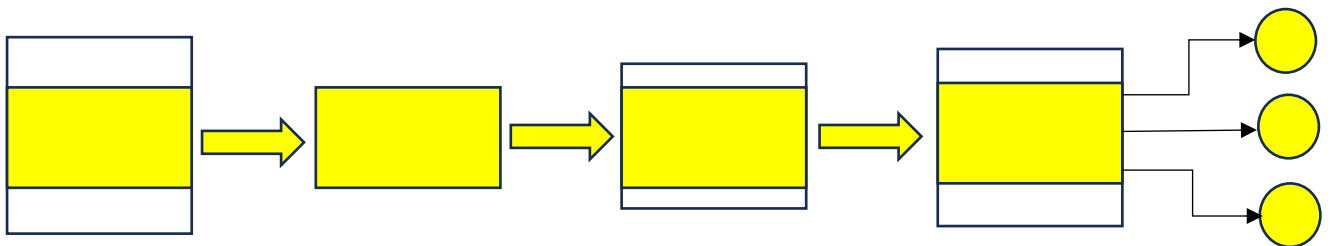
Obrázek 14: Proces po zavedení Teorie omezení – vyrovnání dle propustnosti úzkého místa

A potom zvětší tento proud pomoci zvětšení propustnosti úzkého místa;



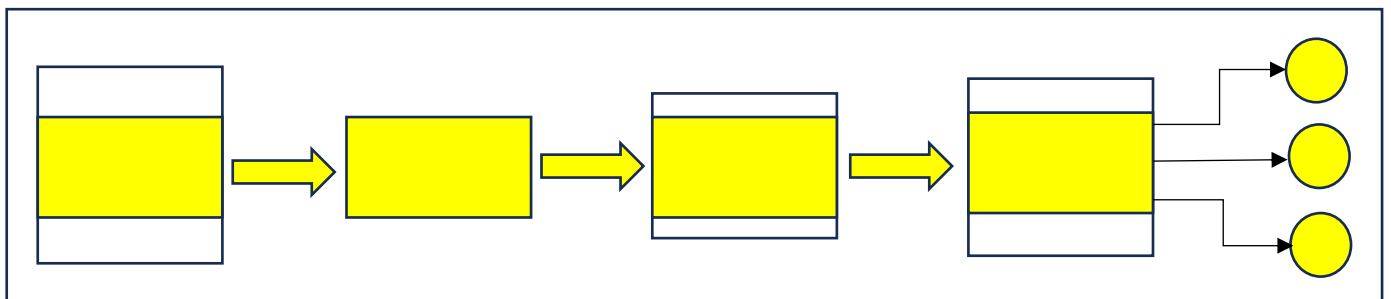
Obrázek 15: Proces po zavedení Teorie omezení – zvětšení propustnosti úzkého místa

Štíhlá výroba eliminuje plýtvání v procesu a určuje přesné výsledky pro potřeby zákazníků;



Obrázek 16: Proces po zavedení Teorie omezení a Lean

Six sigma odstraní vady a chyby, čímž zdokonalí proces.



Obrázek 17: Proces po zavedení TLS

## 5 Praktická část

### 5.1 Efektivita řízení stavebních projektů

Stavební výroba se výrazně liší od jiných typů průmyslů: výsledek výstavby je vždy jednotný a unikátní, výstavbový proces se trvá mnohem déle než většina jiných výrobních procesů atd. Proto je třeba při aplikaci manažerských metod ke zvýšení efektivity postupovat ve stavebnictví odlišně. Je třeba vzít v úvahu unikátní prvky a postupy stavební výroby, musí být správně stanoveny cíle a správně určeny metody měření efektivity.

Kromě toho, musí být správně pochopen pojem efektivity řízení stavebních projektů. Efektivita ve stavebnictví je určena třemi hlavními aspekty: doba trvání projektu, organizace a plynulost výstavby, zisk stavebního projektu. Finanční výsledek projektu je většinou určen typem smlouvy a kvalitou rozpočtu, ale může být ovlivněn vícepracemi a méněpracemi. Kromě toho, může být výrazně snížen nedodržováním určené doby projektu nebo špatnou organizací prací. Kromě toho špatná organizace stavby a nedostatečná plynulost taky vedou k prodloužení doby stavebních prací. Však jakékoliv negativní výsledky těchto třech parametrů, které byly vyvolány externími vlivy, které se nedálo předpovědět ani odvrátit (takzvaný force majeure), neznamenaají snížení efektivity řízení stavebního projektu, protože nejsou výsledkem řízení výstavby.

Všechny ty tři ukázky můžou být ovlivněny manažerskými metodami a nástroji, proto při jejich implementaci je třeba mít zaměření přímo na tyto kategorie projektu. Za zlepšení efektivity řízení stavebního projektu se považuje jakákoliv dovolená změna součástí řízení výstavby (například postupů stavebních prací, využití vlastních a externích zdrojů, využívaných materiálů a procesů atd.), která vede k lepší organizaci a plynulosti výstavby, anebo ke zkrácení doby stavebního projektu, anebo ke zvýšení zisku.

Důležité je taky pochopení toho, že aplikace těchto třech metod nesmí vypadat jako jejich jednotlivá aplikace najednou, protože v takovém případě můžou vzniknout rozpory. Například, po zvětšení propustnosti úzkého místa procesu, což je součástí Teorie omezení, může být využita metoda Lean, která znova tu propustnost zmenší, protože příliš velká propustnost může vést k zbytečné výrobě, která není zaměřená na zákazníka. Nebo při aplikaci

DMAIC, nebo jiných nástrojů Six Sigma, řešení vad procesu může spočívat v něčem, co bude eliminovat progres dosažený aplikací jiných metod.

Proto je důležité upozornit na to, že správná implementace těchto metod spočívá v jejich společné aplikaci; v aplikaci, při které jsou kompatibilní.

## 5.2 Teorie omezení – reinterpretace a modifikace metody pro stavebnictví

Jak už bylo řečeno, stavebnictví je velmi unikátní větví průmyslové výroby, a proto některé z principů a prvků Teorie omezení musejí být správně adaptovány, aby cíl a esence dané manažerské metody byly zachovány a aby její implementace skutečně zvyšovala efektivitu stavební výroby.

Zaprvé, musí být reinterpretována propustnost. V obvyklé průmyslové výrobě propustnost znamená množství výrobků, které prochází procesem (nebo jeho součástí) za určitou jednotku času. Tato ukázka je velmi pohodlná, protože takovým způsobem bylo možné seřadit všechny součásti procesu mezi sebou a jednoduše provést analýzu jejich provázanosti, například: v místě procesu  $x_1$  je zjevná vysoká propustnost, však v místě  $x_2$  je vidět její snížení, což znamená, že mezi  $x_1$  a  $x_2$  se nám budou vytvářet zbytečné zásoby.

Ve stavebnictví skoro nikdy neexistuje taková provázanost mezi procesy. Například, nestačí udělat 10 procent nosného zdiva, aby bylo možné provádění montáže 10 procent stropu nad tím zdivem. Nejčastěji procesy a jejich součásti jsou provázány jiným způsobem: strop 1.NP se montuje až po vyzdění nosného zdiva 1.NP; zaklopení sádkartonových příček se provádí až po dokončení montáže inženýrských sítí (rozvodů vody, kanalizaci, elektroinstalací) v příčkách atd.

Proto místo určení propustnosti jako podílu množství výrobku k jednotce času, je lepší ji definovat ve stavební výrobě jako poměr provedených záběrů stavební výroby k jednotce času.

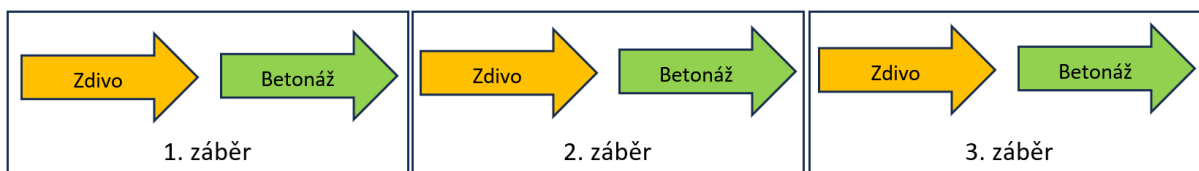
Stavební záběry jsou způsobem rozdělení stavebního projektu. Záběry mohou být svislé (například u bytového domu, který je rozdělen dle podlaží), nebo vodorovné (například u stavby s velkou plochou, která se rozdělí na několik vodorovných úseků).



Pro správnou aplikaci Teorie omezení ve stavebnictví je důležité správné určení stavebních záběrů. Například, jestli stavební projekt je budovou s velkou plochou, tvořenou z několika podlaží, bylo by chybou určit jenom svislé záběry. Kdyby se to udělalo, ve výrobě by vznikla situace, kdy jakýsi proces v určitém záběru by se začal bez toho, že by byl dokončen předcházející proces ve stejném záběru kvůli jejímu velkému rozměru. Například, jestli první nadzemní podlaží stavby je dostatečně velké, zaklopení sádrokartonových příček by se mohlo začít ještě předtím, než se dokončí provedení inženýrských sítí v těchto příčkách, protože stavbyvedoucí může rozhodnout, že instalace inženýrských sítí byla provedená v dostatečně velké ploše stavby, aby tyto práce mohli probíhat průběžně a najednou, hned po sebe.

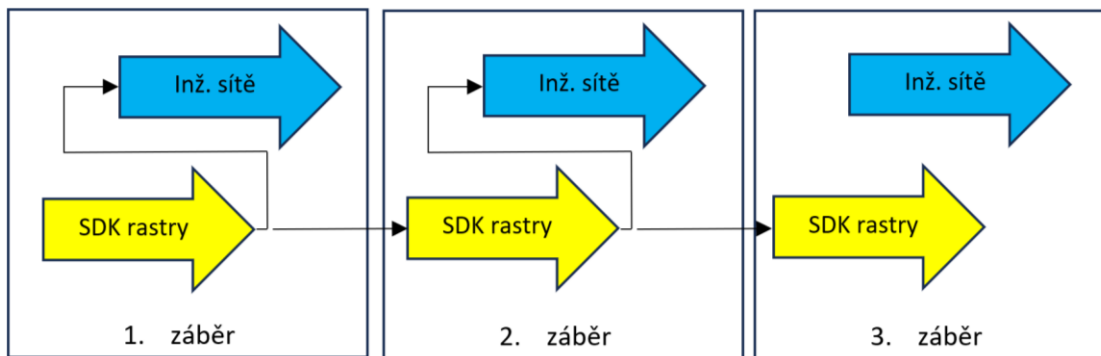
Kromě toho, návaznost procesů ve stavební výrobě se může lišit. Tyto typy návaznosti procesů mohou být popsány jako postupná návaznost a průběžná návaznost.

**Postupná návaznost** je taková, při které pro provedení předcházejícího procesu v dalším záběru je nutné plné dokončení navazujícího procesu v současném záběru. Pro demonstraci je vhodná analýza procesů montáže zdiva a betonáže stropu. Betonáž stropu je navazujícím procesem, protože betonáž se provádí až po plném dokončení montáže zdiva. Však pro provedení montáže zdiva ve druhém nadzemním podlaží, je třeba mít hotový strop prvního podlaží.



Obrázek 18: Postupná návaznost záběrů stavební výroby

**Průběžná návaznost** je taková, při níž se předcházející proces provádí bez ohledu na to, jak se provádí navazující. Vhodným příkladem je montáž sádrokartonových rastrů a provedení inženýrských sítí (pro demonstraci jsou zanedbany všechny jiné práce, které by mohli ovlivnit postup daných dvou zvolených procesů). Sádrokartonové rastry, které jsou v daném příkladě předcházejícím procesem, se budou provádět ve druhém nadzemním podlaží a v ostatních záběrech bez ohledu na to, jak byla provedena instalace inženýrských sítí v rastroch prvního nadzemního podlaží.



Obrázek 19: Průběžná návaznost záběrů stavební výroby

Dalším rozdílem stavební výroby vůči jiným větvím průmyslu, na který je třeba taky dávat pozor při zavedení Teorie omezení, je to, že úzké místo procesů ve stavebnictví místo zbytečných zásob inventáře vytváří prostoj ve výrobě.

V obecné výrobě pomalejší část procesu, nebo úzké místo, nemůže propustit všechny výrobky, vytvořené v předchozích součástech procesu, a proto těsně před úzkým místem vznikají zbytečné zásoby výrobků. Jak už bylo řečeno výše, podle přístupu drum-buffer-rope určité zásoby před úzkým místem by měli existovat, aby účinnost úzkého místa vždy byla stoprocentní, i kdyby se něco pokazilo v předchozích součástech procesu, protože snížení účinnosti úzkého místa vždy vede ke snížení výkonnosti celého procesu, na rozdíl od jiných míst procesu, které mohou být pozastaveny na nějakou dobu bez toho, že by byl ovlivněn samotný proces nebo jeho výsledky.

Podobné vzájemné vztahy existují i ve stavební výrobě, ale zásoby před úzkým místem nemají formu výrobků nebo interní produkce procesu. Ve stavebnictví vznikají časové zásoby. Jinak přístup je ten samý: musí se dodržovat určité časové zásoby před úzkým místem, aby ty práce se mohli pokračovat bez omezení i kdyby se něco pokazilo v předchozích procesech na stavbě, ale nesmí účinnost a rychlost provedení předchozích prací být příliš vysoká, aby nevznikal prostoj ve stavební výrobě.

Z toho je vidět, že průběžná návaznost procesů ve stavební výrobě je vždy lepší než postupná návaznost. Při postupné návaznosti procesu je vždy vytvářen prostoj: zedníci nemůžou začít zdít ve druhém nadzemním podlaží, jestli není hotov strop prvního podlaží, což

znamená, že celková doba montáže stropu 1.NP je prostojem skupiny zedníků, pokud nemají jiné práce v rámci daného projektu. Takové prostoje se dají eliminovat tím, že každý svislý záběr bude rozdělen na několik (nebo aspoň dva) vodorovné záběry. V takovém případě montáž stropu prvního nadzemního podlaží se může začít v prvním záběru, během čehož by se zdilo ve druhém záběru stejného podlaží. Pokud by se v podobném systému správně aplikovala Teorie omezení (a zejména nástroj drum-buffer-rope), byla by rychlost daných prací určena tak dokonale, že by procesy probíhaly nepřetržitě a bez zbytečných prostojů.

Využitím takového přístupu může stavební organizace výrazně zvýšit svou efektivitu a získat výraznou výhodu oproti ostatním firmám, například při zadávání veřejných zakázek, kde je doba výstavby nejčastěji jedním z nejdůležitějších faktorů při rozhodování o vítězi.

Toto jsou nejdůležitější úpravy, které musí být provedeny u Teorie omezení pro její adaptaci ke stavebnictví; ostatní prvky a postupy Teorie omezení, včetně drum-buffer-rope a pěti kroků procesu neustálého zlepšování POOGI, zůstanou bez esenciálních strukturních změn, ačkoliv ve skutečné stavební výrobě některé další součásti Teorie omezení taky můžou být změněny nebo úplně ponechány, jestli projektový manažer a stavbyvedoucí rozhodnou, že je to lepší pro zvýšení efektivity, z finančního hlediska, nebo z jakýchkoliv jiných důvodů.

Výzkum, věnovaný využití Teorie omezení ve stavebních firmách v tuzemsku a v zahraničí byl neúspěšný: nebylo zaznamenáno žádné využití Teorie omezení a její principů. Aplikace dané manažerské metody nebyla stavebními firmami zmíněna.

### 5.3 TLS – reinterpretace a modifikace metody pro stavebnictví

Jak už bylo řečeno výše, správná implementace třech manažerských metod spočívá v jejich společné aplikaci, při které nevznikají žádné rozpory a protipůsobení. Kromě toho, každá metoda musí doplňovat jinou a vyplňovat mezery, které budou vznikat při implementaci jenom jednoho z nástrojů.

Zprvce, štíhlá výroba a Teorie omezení. Teorie omezení nejenže vytváří plynulý a rovnoměrný tok výroby, ale také se snaží tento tok zvýšit, a to především zvětšením úzkého

místa procesu. Občas však může nastat situace, kdy štíhlá výroba chce naopak výrobní tok zúžit, protože zaměření na zákazníka vede k tomu, že část výrobního procesu je označena za nadbytečnou. Tím, že součástí štíhlé výroby je eliminace plýtvání v rámci procesu, může vzniknout protipůsobení mezi oběma metodami: Teorie omezení tvrdí, že výrobní tok je třeba zvýšit, zatímco štíhlá výroba chce někdy tok zúžit.

Nejlepším řešením je definovat rozsah štíhlé výroby. Hlavním zákazníkem je stavebník, který má tři požadavky: čas výstavby, náklady na projekt a kvalitu projektu. V tomto případě Teorie omezení zcela splňuje první požadavek: chce co nejvíce zkrátit dobu výstavby. Někdy však může nastat situace, kdy zvýšení průchodnosti (a tím i rychlosti výstavby) podle požadavků Teorie omezení vede ke zhoršení kvality nebo výraznému zvýšení ceny.

První problém by měl být řešen pomocí technického dozoru investora, který stanovuje požadavky na kvalitu provedení stavebních prací a průběžně kontroluje jejich dodržování. Druhý problém by se měl řešit osobně se stavebníkem nebo s jeho zástupcem, například během kontrolních dnů. V takovém případě je vidět, že implementace Teorie omezení vede ke zrychlení výstavby projektu, a štíhlá výroba sleduje spokojenost stavebníka, čímž se tyto dvě metody navzájem doplňují. Kromě toho, občas (například u design-build projektů, ve kterých generální dodavatel je zároveň projektantem) štíhlá výroba může změnit projekt takovým způsobem, že jeho zbytečné prvky budou buď vyměněny jinými, nebo odstraněny úplně, což je dalším benefitem z hlediska obou manažerských metod.

Však u některých staveb, například u bytových domů, stavebník není finálním zákazníkem, protože pronajímá nebo prodává bytové jednotky a komerční prostory dalším zákazníkům. V takovém případě štíhlá výroba bude mít další cíle, mimo už zmíněné.

Někteří developeři začínají prodávat bytové jednotky ještě během výstavby. V takových případech zákazník občas má právo požádat o interiérovou změnu. Je to výhodnější pro developera tím, že je to drahá služba. Kromě toho, je to výhodné pro generálního dodavatele, protože jsou to vícepráce, které dle smlouvy budou uhrazeny stavebníkem.

V takovém případě většina stavební výroby (včetně hrubé stavby, rozvodů inženýrských sítí, hydroizolace a tepelná izolace, klempířské práce atd.) nebudou dotčeny nástroji štíhlé výroby. Hlavní oblasti působení dané manažerské metody je interiér bytových jednotek, občas jsou taky dotčeny terasy, balkony apod. Proto z hlediska štíhlé výroby je výhodnější všechny

interiérové práce (včetně zdění příček a drážkování elektroinstalací) nechat na pozdější fáze výstavby, aby klientské změny mohly být prováděny co nejdéle. To je něco, co by bylo v rozporu s Teorií omezení, kdyby se zaváděla samostatně, ale tím, že se vytváří společná implementace metod, je to nezbytný pro jejich spolupůsobení.

Kvůli tomu je třeba soustředit nástroje Teorie omezení na jiných součástech stavební výroby: hrubá stavba, fasády, střecha a tak dále. Interiérové práce musí být posunuty na pozdější fáze, ale jenom takovým způsobem, aby zbytečně nezdržovaly výstavbu. Pro jejich správné posunutí je třeba využít metodu kritického řetěze. Pomocí tohoto nástroje se dá určit, zda posunutí stavebních prací přivede k prodloužení nebo posunutí jiných součástí stavební výroby. Kromě toho, součástí kritického řetěze je čerpaní zdrojů, včetně lidských. Díky tomu je vidět, jestli je třeba na stavbě mít zvýšený počet pracovníků, nebo, jestli to není možné, posunout stavební práce jiným způsobem.

Six Sigma se neprotíná stejným způsobem s jinými manažerskými metodami, které jsou součástí TLS, protože Six Sigma je soustředěna na zmenšení variability a na trvalém odstranění vad. Však při implementaci Six Sigma je taky třeba dávat pozor na její kompatibilitu s Teorií omezení a štíhlou výrobou pro zabránění vzniku rozporů a protipůsobení.

Zprvu, je nutná správná analýza vad před aplikací Six Sigma, protože může vzniknout situace, při které vada zanikne hned po správné implementaci jiné metody. Například, na stavbě pořád vzniká zpoždění betonáže. Využitím nástroje DMAIC, který je součástí metody Six Sigma, byla identifikována příčina daného problému: betonárka, z níž se objednává beton na stavbu, má příliš hodně zákazníků a poměrně malou kapacitu. Kvůli tomu bylo rozhodnuto o změnu dodavatele betonu. Však po provedení této změny byla využita Teorie omezení, a bylo zjištěno, že pro vytvoření průběžného výrobního proudu je třeba zmenšit propustnost několika prací, včetně betonáže. Tím množství betonu, který se objednává na stavbu z betonárky, bylo zmenšeno, a tímto změna dodavatele betonu byla identifikována jako zbytečná.

Aby nevznikali podobné situace je třeba provedení plnohodnotné strukturní analýzy chyb a variability procesů a správná identifikace následujících řešení a postupů.

Kromě toho, Six Sigma může fungovat i jako upevnění a zlepšení změn, provedených jinými metodami, protože při jejich implementaci se budou měnit postupy, na které pracovníci, včetně stavbyvedoucích a mistrů, už bývají docela zvyklí. Kvůli tomu, že ty „tradiční“ postupy se mění, vznikají určité chyby a vady, a právě pro jejich odstranění a zabránění se dá využít nástroje Six Sigma. V tom by se měla projevovat další kompatibilita těchto metod: při využití Six Sigma v takových případech je třeba dávat pozor na to, že ty chyby vznikly z důvodu zavedení nových postupů, a odstranění daných vad a chyb pomoci Six Sigma nesmí ty postupy vrátit k původnímu stavu nebo změnit znovu tak, aby principy metod Teorie omezení a štíhlá výroba byly porušeny. Kromě toho, nejvhodnější a nejlepší využití nástrojů Six Sigma nejenom neporuší principy jiných manažerských metod, ale i zlepší je zabráněním vzniku dalších vad a vyloučením zbytečné variability. K tomu je vždy nutné správné pochopení struktury Teorie omezení a štíhlé výroby, proto je taky důležité stanovení odpovědnosti a průběžná spolupráce mezi týmy, které odpovídají za zavedení a využití manažerských metod a nástrojů.

Poslední důležitá věc, která musí být zmíněna v dané kapitole, je určení strategie zavádění manažerských metod před začátkem. Tato strategie by měla mít alespoň tyto součásti: struktura zodpovědnosti, postup zavádění metod, způsob a doba kontroly zavedení.

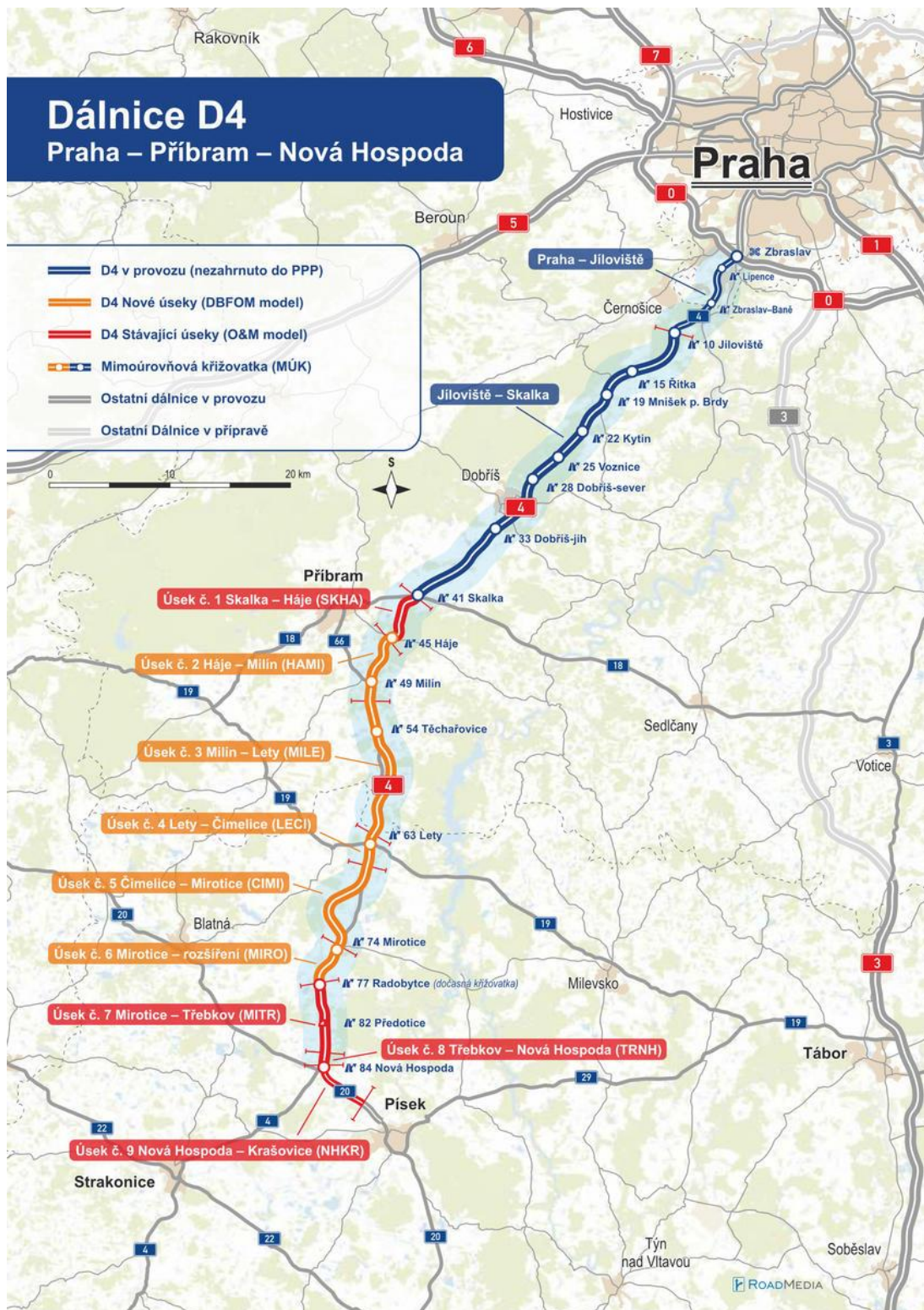
- 1) Jak už bylo zmíněno výše, je důležité správné určení zaměstnanců, které budou mít odpovědnost za zavedení a využití daných metod; podstatná taky je jejich průběžná spolupráce.
- 2) Dle situace ve firmě a v jednotlivých stavebních projektech musí být správně určen postup zavedení metod Six Sigma, Teorie omezení a štíhlá výroba: všechny najednou, nebo v určitém pořadí. Kromě toho, musí existovat postup zavedení každé jednotlivé metody.
- 3) Po nějaké určité době, která nesmí být příliš krátká ani dlouhá, musí být provedena kontrola každé ze třech metod (samostatně a společně), přitom správným způsobem a se správným pochopením jejich cílů a postupů. Po provedení této kontroly bude rozhodnuto buď o pokračování jejich implementace nebo o zrušení, a to v případě, jestli je zřejmé, že dané metody nemají dostatečný přínos nebo jestli jsou příliš nevýhodné.

## 5.4 Případová studie

Pro demonstraci s následným doporučením či nedoporučením implementace manažerské metody TLS bude provedena případová studie na skutečném stavebním projektu v České republice.

### 5.4.1 Informace o stavebním projektu

Ministerstvo dopravy a Státní fond dopravní infrastruktury úspěšně realizovali záměr vlády ČR vyjádření usnesením č. 4 ze dne 13.1.2016, kterým vláda uložila realizovat dostavbu a dlouhodobý provoz dálnice D4 mezi Příbramí a Pískem formou PPP projektu. 15.2.2021 byla podepsána Koncesionářská smlouva se společností DIVia D4 s.r.o., za kterou stojí společnosti Vinci a Meridiam. Dne 29.4.2021 bylo dosaženo finančního uzavření projektu a mohla tak být zahájena jeho realizační fáze (66).



Obrázek 20: Mapa úseků dálnice D4 (66).

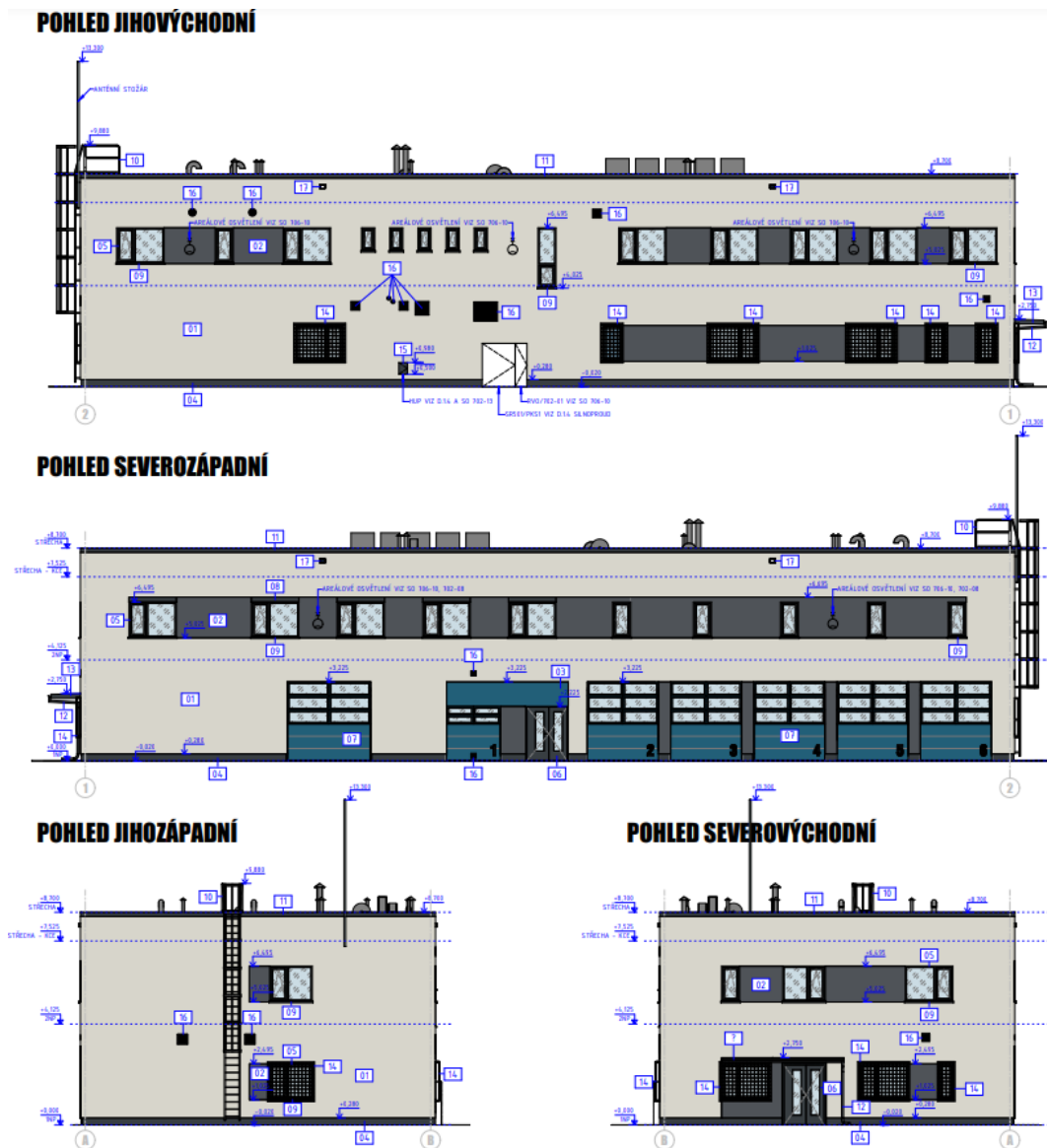
Součástí zvoleného projektu je výstavba areálů Správy silnic a údržby koncesionáře (SSÚK) a Dopravní policie (DP), které se nacházejí v úseku dálnice číslo 4 (Lety – Čimelice)



vedle obce Lety. Součástí těchto areálů je několik budov: provozní budova, sklad solí, mycí plocha, garáže atd. Hlavní budova na areálu dopravní policie ČR je provozní budova policie.

Z architektonického hlediska se jedná o objekt obdélníkového půdorysu, jednoduché formy. Velikost, tvar, barevné řešení i dispoziční členění je odvozeno od téměř identických budov umístěných v ostatních obdobných areálech SSUD v ČR. Budova je zděná, dvoupodlažní, nepodsklepená, obdélníkového půdorysu o rozměrech 14,5 m x 38,15 m a 8,7 m výšky, zastřešená plochou střechou.

Hlavní vstup do provozní budovy je ze severní strany, tento vstup slouží i pro veřejnost. Na západní straně budovy je pak provozní vstup pro zaměstnance, tento není volně přístupný veřejnosti, je z oplocené manipulační plochy. V 1.NP jsou umístěny garáže, technické zázemí, prostory pro dozorcího a návštěvy včetně sociálního zázemí, krátkodobá cela předběžného zadržení a sklady. Ve 2.NP jsou převážně administrativní prostory, dále zázemí zaměstnanců – denní místnost, šatny, sprchy, sociální zázemí a dvě ubytovací jednotky.



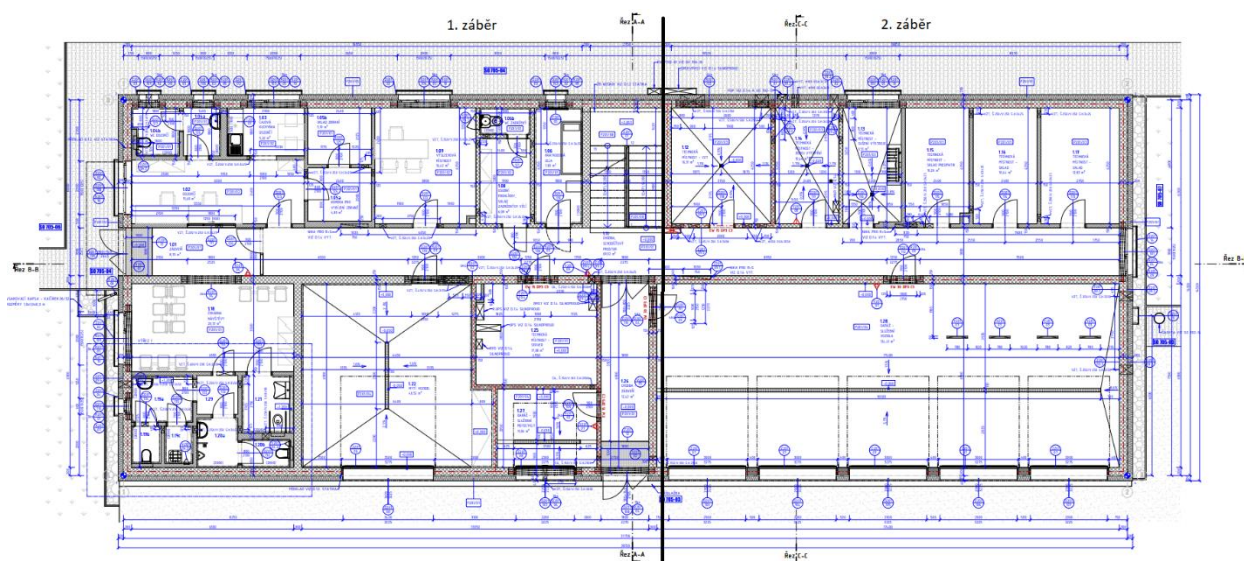
Obrázek 21: Pohledy provozní budovy policie

#### 5.4.2 Implementace adaptované TLS

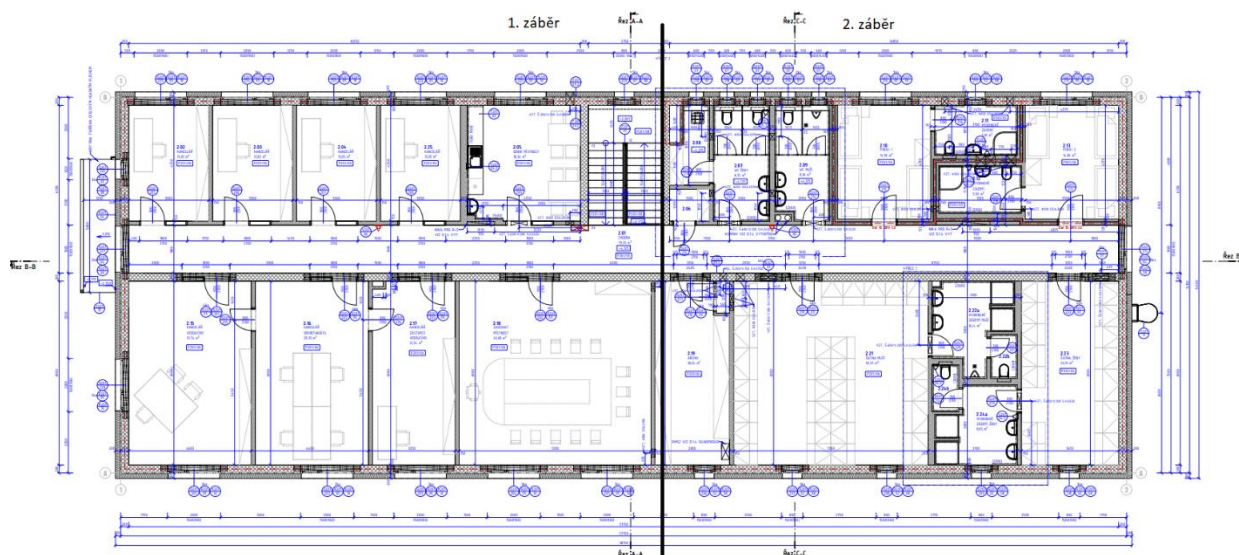
Prvním krokem implementace TLS v rámci daného objektu bude analýza harmonogramu pro identifikaci možných chyb a nedokonalostí. Při analýze harmonogramu provedení stavebních prací z hlediska Teorie omezení, jejíž hlavním účelem je vyrovnání výrobního toku a zajištění plynulosti výrobního procesu, byla zjevná postupná návaznost procesů, která byla definována v předchozí kapitole číslo 5.2. Problémem postupné návaznosti procesů je výskyt prostojů v průběhu celé doby provedení daných prací.

V rámci stavebního objektu 702-01 postupná návaznost vzniká mezi procesy zdění nosného zdiva a betonáže stropů v prvním a druhém nadzemních podlažích. Kromě toho, procesy betonáže podlahové desky a atiky jsou taky součástí této postupné návaznosti prací. Kvůli tomu vznikají prostoje: 16.11-02.12 a 15.12-15.01 probíhá zdění prvního a druhého nadzemních podlaží, což je prostojem z hlediska subdodavatele monolitu (celkem 33 dnů); a 4.12-14.12 se provádí montáž stropu prvního nadzemního podlaží, a tím vzniká prostoj z hlediska zedníků (10 dnů).

Řešením tohoto problému je změna způsobu dělení objektu na záběry: místo dvou svislých stavebních záběrů (první nadzemní podlaží a druhé nadzemní podlaží) budou vytvořeny čtyři stavební záběry, přičemž takovým způsobem, že v každém nadzemním podlaží se budou nacházet dva vodorovné záběry (například 1.NP.A, 1.NP.B, 2.NP.A, 2.NP.B). V takovém případě postup stavebních prací taky bude změněn tak, aby tyto procesy probíhali ne na celém podlaží, ale dle těchto nových záběrů. Takovým způsobem po vyzdění záběru 1.NP.A a posunutí skupiny zedníků do dalšího záběru (v daném případě do 1.NP.B), montážní práce stropu 1.NP.A (včetně bednění, armování a betonáže) by se mohli začít ještě před tím, než vyzdění celého prvního podlaží bude plně dokončeno. Touto změnou by se postupná návaznost procesů změnila na návaznost průběžnou, při které nevznikají zbytečné prostoje a časové zásoby, což je z hlediska Teorie omezení vyhovující.



Obrázek 22: Nabízené dělení 1.NP na vodorovné záběry



Obrázek 23: Nabízené dělení 2.NP na vodorovné záběry

Však je důležité upozornit na to, že v některých případech takového dělení stavebního objektu na záběry bude nutno částečně změnit projekt a jeho dokumentaci, například přidat železobetonový průvlak v místě styku vodorovných záběrů.

Kromě toho, pro zajištění úplně plynulého proběhnutí stavebních prací bude nutno je vyrovnat z hlediska jejich propustnosti. Například, je vidět, že vyzdění celého druhého nadzemního podlaží trvá 19 dnů, však montáž stropu v každém nadzemním podlaží podle harmonogramu bude provedena jenom během 10 dnů. Pro eliminaci daného časového rozdílu existují dva způsoby:

- 1) Zvětšení propustností (zrychlení) zdění
- 2) Snížení propustností (zpomalení) montáže stropů

Metodu, kterou lze pro daný stavební projekt použít, musí zvolit stavbyvedoucí společně se subdodavateli. Po implementaci daných změn je možné zmenšení doby výstavby objektu až o 33 dny.

Další prvek neefektivity, který bude prozkoumán v rámci tohoto stavebního projektu, vznikl v průběhu výstavby. Po betonáži základové desky a přípravě k provedení dalších stavebních prací, na stavebním objektu neprobíhali žádné procesy během několika týdnů,

protože vyzdění zdiva v prvním nadzemních podlaží se nezačalo. Takové významné a hmotné zpoždění je jednou z vad, které se řeší metodou Six Sigma. V tomto případě je vhodné využití nástroje DMAIC.

Prvním krokem nástroje DMAIC je Define – definovat problém. V daném případě problém je zřejmý: zdění se nezačalo a neprobíhalo během dlouhé doby.

Druhý krok DMAICu je Measure – měřit a shromažďovat informace o všem, co s problémem souvisí. V tomto případě je třeba shromáždit údaje z harmonogramu, informace o zdivu, a navíc klimatické podmínky v období, kdy mělo probíhat zdění prvního podlaží.

Dalším krokem je Analyze – analyzovat data a určit příčinu vzniku problému. Po prozkoumání všech informací byl identifikován hlavní důvod zpoždění stavebních prací: příliš nízká teplota. Zdivo Porotherm 30 Profi P15 se zdí na systémovou tenkovrstvou maltu, kterou lze z technických důvodů aplikovat při minimální teplotě +5 °C.

V tabulce níže je vidět průměrnou teplotu v období 16.11-10.12 v roce 2023 na meteorologické stanici Kocelovice, která se nachází přibližně 20 kilometrů od areálu SSÚK D4.

*Tabulka 2: Průměrné teploty na stanici Kocelovice (67)*

Den	16.11	17.11	18.11	19.11	20.11	21.11	22.11	23.11	24.11	25.11	26.11
Teplota (°C)	6,6	2,6	1,7	4,8	8,7	5,2	-0,3	2,5	3,1	-0,9	-1,5

27.11	28.11	29.11	30.11	1.12	2.12	3.12	4.12	5.12	6.12	7.12	8.12	9.12	10.12
1,5	-1,6	-3,5	-2,7	-2,8	-5,0	-8,1	-10,9	-4,9	-2,5	-2,9	-5,0	-1,3	2,4

Od 11. prosince byly teploty nad +5 stupňů Celsia téměř každý den, ale z tabulky vyplývá, že od 16. listopadu do 10. prosince byly pouze 3 dny, kdy teplota přesáhla +5 stupňů. Z tohoto důvodu se na staveništi během čtyř týdnů neprováděly žádné zednické práce a stavba byla de facto pozastavena.

Čtvrtým krokem nástroje DMAIC je Improve – zlepšit přístup k podobným situacím, aby chyby, které vznikly tentokrát, už se neobjevovali v budoucnosti. Zaprvé, jak už bylo řečeno v předchozí kapitole, při implementaci metody TLS její jednotlivé součásti jsou kompatibilní,

a je třeba to taky brát v úvahu. Například, předchozí změna, provedená podle metody Teorie omezení, posune stavební práce takovým způsobem, že zdění v prvním nadzemním podlaží v záběru A by se mohlo začít už kolem 9. listopadu. Podle takové změny, dále by se očekávat, že celý záběr 1.NP.A by byl vyzděn do 17. listopadu.

Však zdění v dalším stavebním záběru by muselo probíhat ve stejných dnech, což znamená, že pro eliminaci dalších zpoždění a následných posunutí stavebních prací musí být provedeny další změny.

Tím, že podlaží bylo rozděleno do dvou vodorovných záběrů, plocha jednoho záběru se zmenšila z 553,175 m<sup>2</sup> (celková půdorysná plocha budovy) na 276,5875 m<sup>2</sup> (přibližně polovina). Na takto relativně malé ploše lze první řadu cihel zazdít pod plachtou.

Plachty se využívají ve stavebnictví při nízkých teplotách, například za účelem betonáže. Celá plocha, na níž se bude zdít první řada cihel, bude pokryta specifickou plachtou, pod kterou se dávají ohřívače vzduchu. Díky tomuto postupu se dá dosáhnout teploty, při které může být provedeno zdění. Však vyzdění celého záběru 1.NP.B, kde výška zdiva je až 4 m, je problematictější.



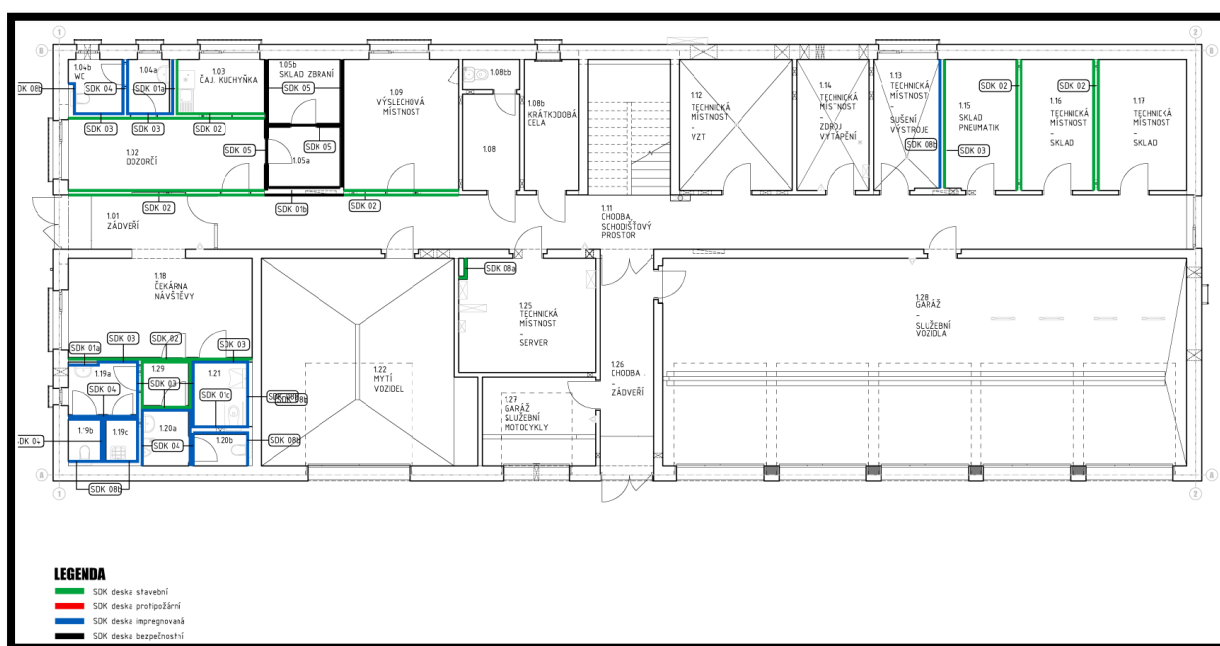
Obrázek 24: Zdění pod plachtou

Proto je nutné vrátit se k druhému kroku procesu DMAIC, který je věnován shromažďování informací, které lze využít při řešení problému. Z těchto informací lze zjistit, že zdivo z keramických bloků Porotherm 30 Profi P15, postavené na systémovou tenkovrstvou maltu, lze postavit i na zdicí pěnu. Výjimkou je první řada, která se musí stavět na maltu, ale tento problém je již vyřešen.

Zdicí pěna, například PUR-pěna Dryfix, se může nanášet při teplotách vyšších než -5 stupňů Celzia, díky čemuž vyzdění celého záběru 1.NP.B je možné bez významných zastávek a zpoždění, protože během celé doby byly jenom dva dny, ve kterých průměrná teplota vzduchu klesla pod -5 stupňů. Díky těmto změnám je možné předpokládat, že implementace metody Six Sigma spolu s metodou Teorie omezení v rámci TLS by odstranila 22denní zpoždění stavebních prací.

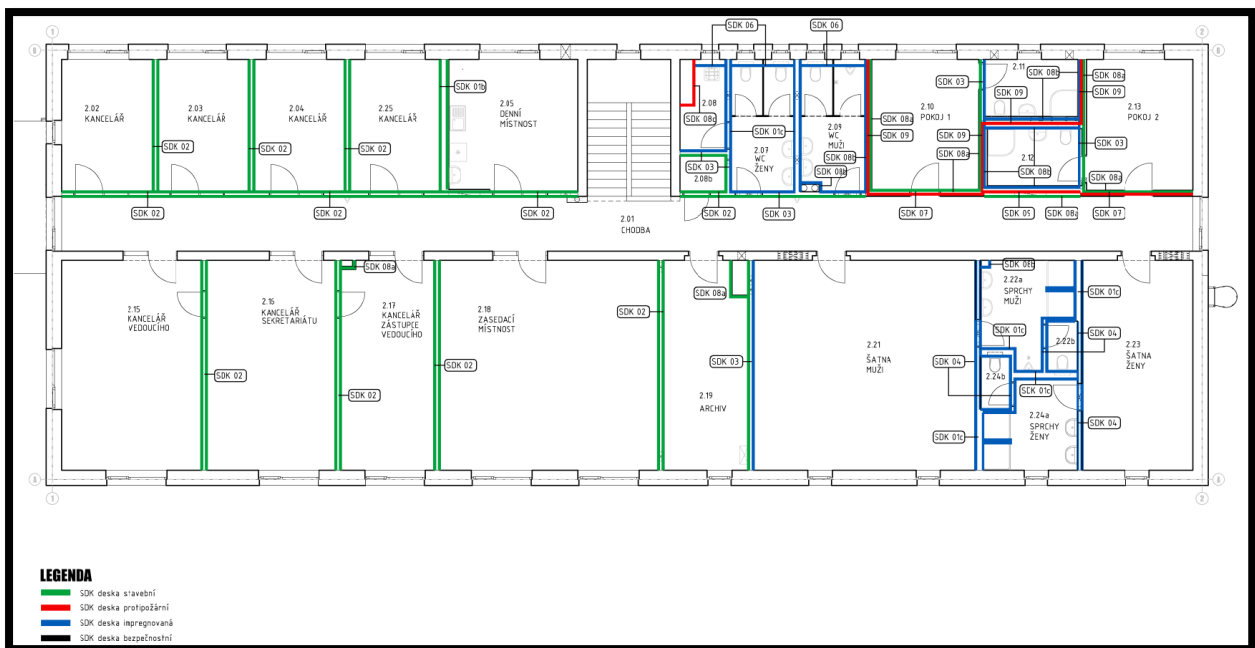
Posledním krokem nástroje DMAIC je Control – kontrola a zlepšení navrženého řešení. Tento krok je věnován především budoucím stavebním projektům, kde se mohou vyskytnout podobné chyby, které však mohou být odlišné (například pokud jejich projektová dokumentace navrhuje jiné typy zdiva). Proto se tentokrát navržené řešení nesmí slepě aplikovat na jakoukoli stavbu a za jakýchkoli podmínek, ale musí se doplňovat a měnit podle potřeb, kontextu a situace.

Poslední součástí metody TLS, která ještě nebyla v rámci této případové studie využita, je štíhlá výroba. Hlavním z principů daného manažerského nástroje je zaměření na zákazníka. Na první pohled se může zdát, že tuto metodu se nedá využít u daného stavebního objektu, protože budova 702-01, na níž se provádí tato případová studie, je budovou dopravní policie. Však po analýze projektové dokumentace jsem zjistil několik věcí, které se dá zlepšit pomocí štíhlé výroby. Níže jsou představeny půdorysy prvního a druhého nadzemních podlaží objektu, ve kterých jsou vyznačeny sádkrotonové příčky.



Obrázek 25: Půdorys 1.NP – Skladby SDK





Obrázek 26: Půdorys 2.NP – Skladby SDK

Z tohoto výkresu je vidět, že kromě obyčejných sádkartonových příček, například stavebních a impregnovaných, projektová dokumentace žádá o montáž protipožárních a bezpečnostních příček. Tyto požadavky jsou stanoveny specifikitou místností, u kterých jsou takové příčky navrženy: komora pro vybíjení zbraně a sklad zbraně v prvním podlaží jsou místnosti, u kterých jsou zvýšené požadavky na bezpečnost a prevenci proniknutí; ve druhém podlaží jsou dva pokoje s lůžky a příslušné hygienické zázemí, které musí být nejvíce zabezpečený v případě požáru, zejména jestli se to stane v noci.

Proto se navrhuje, aby se v rámci štlhlé realizace co nejdříve instalovaly bezpečnostní sádkartonové příčky a související podhledy, poté by se měly instalovat požární příčky a teprve poté by se mohly instalovat zbývající sádkartonové desky.

V takovém případě doba trvání projektu nebude zbytečně prodloužena při vzniku jakýchkoliv chyb a vad, což je docela pravděpodobné s ohledem na to, že bezpečnostní sádkartonové příčky se neinstalují velmi často, kvůli čemuž subdodavatel může nebýt seznámen s takovým typem prací. Kromě toho, vady a chyby při montáži klasických sádkartonů budou jednoduše identifikovány technickým dozorem, ale u bezpečnostních příček chyba může být rozpoznána později, až během kontrolního dne, nebo dokonce během

kontrolní prohlídky, protože technický dozor také nemusí mít s tímto speciálním typem příček dostatek zkušenosti. Jestli tyto vady budou identifikovány až na konci provedení sádkartonových příček, kvůli nutnosti tyto chyby opravit vznikne zpoždění těchto stavebních prací, a případně i navazujících procesů.

Ale jestli ty chyby se vyskytnou v době, kdy subdodavatel ještě provádí montážní práce jiných příček, bude možné tyto vady opravit bez jakýchkoliv prodloužení práce. V takovém případě by mohla být využita metoda Six Sigma pro správné pochopení příčiny daného problému a pro její odstranění, a pomocí metody Teorie omezení bude navrženo řešení, díky kterému kritický řetěz výstavby nebude dotčen, například subdodavatel bude požadován o zvýšení počtu pracovníků, díky čemuž zbývající práce a opravy chyb budou provedeny dostatečně rychle.

## 5.5 Výsledné zhodnocení a přínosy práce

V rámci této případové studie byly dosaženy docela hmotné a významné výsledky, které by mohli být skutečným přínosem pro daný stavební projekt a pro celou firmu.

Hlavním přínosem zavedení metody TLS je zefektivnění organizace prací. Je zjevné, že byla zkvalitněna plynulost stavebních prací, byly odstraněny zbytečné prostoje a zpoždění. Kromě toho, po provedení nabízených změn se dá očekávat i zlepšení spolupráce mezi jednotlivými subdodavateli a mezi jejich pracovníky.

Dalším přínosem je zkrácení celkové doby výstavby. Při správném provedení nabízených změn, doba výstavby by mohla být kratší až o 55 dnů, což vzhledem k tomu, že daný stavební objekt je poměrně malého rozsahu, představuje obrovskou časovou úsporu.

Po pečlivé analýze všech informací o manažerské metodě TLS a po její implementaci v rámci provedené případové studie lze zavedení této metody ve stavebních firmách jednoznačně doporučit. Je to komplexní a z hlediska zavádění relativně komplikovaná skupina nástrojů, která je však potenciálně velmi přínosná, a dokáže výrobní proces při správném postupu implementace a při průběžné kontrole a analýze všech dat výrazně zefektivnit.

Hlavním přínosem této diplomové práce je adaptace manažerských metod Teorie omezení a TLS do stavebnictví: autor provedl změny a reinterpretoval dané nástroje takovým způsobem, aby nejvíce vyhovovaly potřebám, cílům a unikátním prvkům stavební výroby. Po provedení takových úprav (tj. například změna definice propustnosti, nahrazení výrobních zásob časovými zásobami, určení oblasti působení metod v rámci TLS, navržení způsobů kompatibility atd.) je zavádění těchto metod ve stavebních firmách a organizacích jednodušší, což lze obecně v rámci managementu stavební výroby označit jako významný přínos.

## 6 Závěr

Cílem diplomové práce bylo: analýza potenciálu manažerských metod/nástrojů Teorie omezení, Six Sigma a Lean a jejich spojení ve formě jednotné metody TLS (Theory of constraints – Lean – Six Sigma), a kromě toho, provedení praktické implementace této manažerské metody ve stavebním projektu ve formě případové studie.

Obsahem první části byla zejména literární rešerše a zjištění skutečné současné aplikace výše zmíněných metod v průmyslové výrobě a specifik jejich využití ve stavebnictví. První podkapitola byla plně věnována metodě Teorie omezení, její vzniku a rozvoji, principům a pravidlům. Kromě toho, byla provedena analýza certifikace metody Teorie omezení a její popularity v zahraničí a v České republice. Další podkapitoly se soustředily na další manažerské metody – Six Sigma a Lean (štíhlá výroba) a na jejich společnou implementaci s Teorií omezení. Taky byla provedena rešerše, věnována metodě TLS, která je spojením všech třech manažerských nástrojů.

Následující kapitola byly praktickou částí diplomové práce. První část byla věnována reinterpretaci metody Teorie omezení a pak i nástroje TLS pro potřeby stavebního průmyslu: byl popsán pojem efektivity řízení, který je hlavním cílem a zaměřením zkoumaných manažerských metod. Jednotlivé prvky a principy Teorie omezení byly adaptovány tak, aby bylo možné její plnohodnotné využití ve stavebnictví. Kromě toho byla prozkoumána vzájemná kompatibilita manažerských metod v rámci TLS z hlediska stavební výroby, byly stanoveny cíle a požadované přínosy využití těchto metod a zohledněny specifické podmínky a potřeby stavebnictví.

V další podkapitole praktické části práce byla provedena případová studie: metoda TLS, adaptovaná dle potřeb a cílů stavebnictví, byla využita u skutečného tuzemského stavebního projektu. Prizmatem metody TLS byly identifikovány problémy a nedokonalosti ve stavebním projektu a bylo navrženo takové řešení, které podmínky této metody splňuje. Výsledky případové studie byly celkově pozitivní: **byla zkrácena doba trvání projektu, zajištěna vyšší plynulost procesů výstavby a celková organizace prací v rámci projektu byla výrazně zefektivněna.**

Na základě těchto výsledků lze jednoznačně zavedení a využití manažerské metody TLS ve stavebních organizacích doporučit. Zároveň je však nutné zdůraznit nutnost dodržení všech výše stanovených pokynů a požadavků (viz. předch. kap. 4.5).

Závěrem lze konstatovat, že ačkoliv je využití manažerských metod ve výrobní sféře průmyslu zcela standardně velmi úspěšně využíváno, ve stavebním sektoru tomu v takové míře není.

Lze jen doufat, že zlepšení, navrhovaná v rámci této diplomové práce, budou přínosná a užitečná při budoucím zavádění zkoumaných manažerských metod v našich stavebních podnicích.

## 7 Bibliografie

1. **Rattner, S.** What is the Theory of Constraints, and How Does it Compare to Lean Thinking? *Lean Enterprise Institute*. [Online] Lean Enterprise Institute, Inc., 8. Zář 2006. [Citace: 1. Leden 2024.] <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/what-is-the-theory-of-constraints-and-how-does-it-compare-to-lean-thinking/>.
2. **Theory of Constraints Institute.** Theory of Constraints Examples. *Theory of Constraints Institute*. [Online] Theory of Constraints Institute, 2021. [Citace: 6. Leden 2024.] <https://www.tocinstitute.org/theory-of-constraints-examples.html>.
3. —. The Goal Summary & Book Review. *Theory of Constraints Institute*. [Online] Theory of Constraints Institute, 2021. [Citace: 21. Listopad 2023.] <https://www.tocinstitute.org/the-goal-summary.html>.
4. **Goldratt, E.M. a Cox, J.** *The Goal: A process of Ongoing Improvement*. Great Barrington : North River Press, 2014. 9780884271956.
5. **Balakrishnan, J., Cheng, C.H. a Trietsch, D.** The theory of constraints in academia: its evolution, influence, controversies, and lessons. *ResearchGate*. [Online] Leden 2008. [Citace: 27. Ř 2023.] [https://www.researchgate.net/publication/228882726\\_The\\_theory\\_of\\_constraints\\_in\\_academia\\_its\\_evolution\\_influence\\_controversies\\_and\\_lessons](https://www.researchgate.net/publication/228882726_The_theory_of_constraints_in_academia_its_evolution_influence_controversies_and_lessons).
6. *MRP, JIT, OPT, FMS?* **Aggarwal, S.C.** 5, místo neznámé : Harvard Business Review, 1985, Sv. 63.
7. *Commentary on "An Exposition of Multiple Constraint Scheduling as Implemented in the Goal System"*. **Pinedo, M.** 1, New York : Production and Operations Management, 1997, Sv. 6.
8. *The evolution of a management philosophy: The theory of constraints*. **Watson, K. J., Blackstone, J. H. a Gardiner, S. C.** místo neznámé : Journal of Operations Management, 2007, Sv. 25.
9. **Theory of Constraints Institute.** Prerequisite Tree (PRT). *THEORY OF CONSTRAINTS INSTITUTE*. [Online] Theory of Constraints Institute, 2021. [Citace: 14. Listopad 2023.] <https://www.tocinstitute.org/prerequisite-tree.html>.
10. **Visual Paradigm.** What is Current Reality Tree? *Visual Paradigm Online*. [Online] Visual Paradigm, 2023. [Citace: 14. Listopad 2023.] <https://online.visual-paradigm.com/knowledge/problem-solving/what-is-current-reality-tree/>.
11. **Theory of Constraints Institute.** TOC Thinking Process (TP Tools). *Theory of Constraints Institute*. [Online] Theory of Constraints Institute, 2021. [Citace: 14. Listopad 2023.] <https://www.tocinstitute.org/toc-thinking-processes.html>.
12. *A Conflict Resolution Tool for Project Managers: Evaporating Cloud*. **Gupta, M. C. a Kerrick, S. A.** 3, San Bernardino : Journal of International Technology and Information Management Journal of International, 2014, Sv. 23. 1543-5962.
13. **Visual Paradigm.** What is Future Reality Tree? *Visual Paradigm Online*. [Online] Visual Paradigm, 2023. [Citace: 14. Listopad 2023.] <https://online.visual-paradigm.com/knowledge/problem-solving/what-is-future-reality-tree/>.
14. **Hohmann, C.** Thinking Processes – Transition Tree. *CHRIS HOHMANN*. [Online] WordPress, 13. Červenec 2015. [Citace: 14. Listopad 2023.] <https://hohmannchris.wordpress.com/2015/07/13/thinking-processes-transition-tree/>.

15. **Theory of Constraints International Certification Organization.** Who are we? *Theory of Constraints International Certification Organization*. [Online] Theory of Constraints International Certification Organization. [Citace: 21. Listopad 2023.] <https://www.tocico.org/page/AboutTOCICO>.
16. —. Member Search Results. *Theory of Constraints International Certification Organization*. [Online] Theory of Constraints International Certification Organization. [Citace: 21. Listopad 2023.] <https://www.tocico.org/search/newsearch.asp>.
17. **Nováková, T.** Vyhledávač SUMMON. *Ústřední knihovna ČVUT v Praze*. [Online] Ústřední knihovna ČVUT, 25. Leden 2023. [Citace: 21. Listopad 2023.] <https://knihovna.cvut.cz/katalogy-a-databaze/hledat-v/vyhledavac-summon>.
18. **Elsevier.** Mendeley. *Elsevier*. [Online] Elsevier, 2023. [Citace: 21. Listopad 2023.] <https://www.elsevier.com/products/mendeley>.
19. **American Society for Quality.** WHAT IS SIX SIGMA? *American Society for Quality*. [Online] American Society for Quality, 2023. [Citace: 28. Prosinec 2023.] <https://asq.org/quality-resources/six-sigma>.
20. **Pande, P. S., Neuman, R. P. a Cavanagh, R. R.** *Zavádíme metodu Six Sigma aneb, Jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti*. Brno : TwinsCom, 2002. 80-238-9289-4.
21. **Rodriguez, D.** Six Sigma in the Construction Industry. *Invensis*. [Online] Invensis Inc., 6. Únor 2023. [Citace: 29. Prosinec 2023.] <https://www.invensislearning.com/blog/construction-industry-six-sigma/>.
22. **Franklin, Benjamin.** *Poor Richard's Almanack*. 1732.
23. **TWI Ltd.** What is Lean Manufacturing? *TWI*. [Online] TWI Ltd, 2023. [Citace: 30. Prosinec 2023.] <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/faq-what-is-lean-manufacturing>.
24. **Franklin, Benjamin.** *The Way to Wealth*. 1758.
25. **Taylor, F. W.** *The Principles of Scientific Management*. New York : Harper & Brothers, 1911. 978-0486299884.
26. —. *Shop Management*. New York : McGraw-Hill, 1911. 9781414246598.
27. *Triumph Of The Lean Production System*. **Krafčík, J. F.** 1, Cambridge : Sloan Management Review, 1988, Sv. 30.
28. **Womack, J. P., Jones, D. T. a Roos, D.** *The Machine That Changed the World*. New York : Simon and Schuster, 1990. 9780892563500.
29. **Womack, J. P. a Jones, D. T.** *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York : Simon & Schuster, 1996. 9781439135952.
30. **Lean Construction Institute, Inc.** Lean Construction. *Lean Construction Institute*. [Online] Lean Construction Institute, Inc., 2023. [Citace: 30. Prosinec 2023.] <https://leanconstruction.org/lean-topics/lean-construction/>.
31. **Jones, K.** Breaking Down the Principles of Lean Construction. *ConstructConnect*. [Online] 4. Březen 2021. [Citace: 3. Leden 2024.] <https://www.constructconnect.com/blog/breaking-principles-lean-construction>.

32. *Applying lean thinking in construction and performance improvement*. **Aziz, R. F. a Hafez, S. M.** 4, Alexandria : Alexandria Engineering Journal, 2014, Alexandria Engineering Journal, Sv. 52, stránky 679–695.
33. *Moving from lean manufacturing to lean construction: Toward a common sociotechnological framework*. **Paez, O., a další.** 2, místo neznámé : Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, 2005, Wiley Periodicals, Human Factors and Ergonomics, Sv. 15, stránky 233-245.
34. **Conegundes, D., Picchi, F. A. a Mariz, R.** Building lean into our strategy. *Planet Lean*. [Online] Planet Lean, 19. Srpen 2021. [Citace: 30. Prosinec 2023.] <https://www.planet-lean.com/articles/lean-construction-andrade-gutierrez>.
35. **Strabag.** LEAN.Construction: Štíhlý způsob výstavby. *Strabag*. [Online] Strabag, 2023. [Citace: 30. Prosinec 2023.] <https://work-on-progress.strabag.com/cz/digitalizace-procesy-inovace/leanconstruction-2>.
36. **Dettmer, H.** Beyond Lean Manufacturing : Combining Lean and the Theory of Constraints for Higher Performance. *ResearchGate*. [Online] 2002. [Citace: 27. Listopad 2023.] [https://www.researchgate.net/publication/253840843\\_Beyond\\_Lean\\_Manufacturing\\_Combining\\_Lean\\_and\\_the\\_Theory\\_of\\_Constraints\\_for\\_Higher\\_Performance](https://www.researchgate.net/publication/253840843_Beyond_Lean_Manufacturing_Combining_Lean_and_the_Theory_of_Constraints_for_Higher_Performance).
37. *Comparing JIT, MRP and TOC, and embedding TOC into MRP*. **Miltenburg, J.** 4, místo neznámé : International Journal of Production Research , 14. Listopad 2010, Sv. 35. 1147-1169.
38. *A comparative study of line design approaches for serial production systems*. **Chakravorty, S. S. a Atwater, J. B.** 6, místo neznámé : International Journal of Operations & Production Management, 1. Červen 1996, Sv. 16. 0144-3577.
39. *A simulation comparison of traditional, JIT and TOC manufacturing Systems in a flow shop with bottlenecks*. **Cook, D. P.** 1, Alexandria : Production and Inventory Management Journal, 1994, Production and Inventory Management Journal, Sv. 35, stránky 73-78.
40. *A comparison of JIT and TOC buffering philosophies on system performance with unplanned machine downtime*. **Watson, J. K. a Patti, A.** 7, místo neznámé : International Journal of Production Research, 2008, International Journal of Production Research , Sv. 46, stránky 1869-1885.
41. *Survey-based comparison of performance and change in performance of firms using traditional manufacturing, JIT and TOC*. **Sale, M. L. a Inman, R. A.** 4, místo neznámé : International Journal of Production Research , 2003, International Journal of Production Research, Sv. 41, stránky 829-844.
42. *Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração*. **Pacheco, D. A. d. J.** 4, místo neznámé : Production, 2014, Production, Sv. 24, stránky 940-956.
43. **Antunes Junior, J. A. V.** *Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da Teoria das Restrições e a teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero*. Porto Alegre : Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
44. **Scheinkopf, L. a Moore, R.** *Theory of Constraints and Lean Manufacturing; Friend or Foes?* Tuscaloosa : Chesapeake Consulting., 1998.
45. *Theoretical discussion of the concept of wastes in the Toyota Production System: introducing the throughput logic of the Theory of Constraints*. **Pergher, I., Rodrigues, L. H. a Lacerda, D. P.** 4, místo neznámé : Gestão & Produção, 2010, Gestão & Produção, Sv. 18, stránky 673-686.



46. **Husby, P.** Competition or Complement: Six Sigma and TOC. *Material Handling & Logistics*. [Online] Endeavor Business Media, LLC, 1. Říjen 2007. [Citace: 5. Leden 2024.] <https://www.mhlnews.com/facilities-management/article/22043132/competition-or-complement-six-sigma-and-toc>.
47. *Integrating the Theory of Constraints and Six Sigma in Manufacturing Process Improvement*. **Jin, K. J., a další.** 1, místo neznámé : International Scholarly and Scientific Research & Innovation, 2009, Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, Sv. 3. 91950263.
48. *How to compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints*. **Nave, D.** 3, místo neznámé : Quality Progress, 2002, Quality Progress, Sv. 35, stránky 73-79.
49. *Integrating Six Sigma and Theory of Constraints for continuous improvement: a case study*. **Ehie, I. a Sheu, J.** 5, místo neznámé : Journal of Manufacturing Technology Management, 2005, Journal of Manufacturing Technology Management, Sv. 16, stránky 542-553. 1741-038X.
50. *The integration of Lean management and Six Sigma*. **Arnheiter, E. D. a Maleyeff, J.** 1, místo neznámé : The TQM Magazine, 2005, TQM Magazine, Sv. 17, stránky 5-18. 0954-478X.
51. *A review and comparison of Six Sigma and the Lean organization*. **Bendell, T.** 3, místo neznámé : The TQM Magazine, 2006, TQM Magazine, Sv. 18, stránky 255-62. 0954-478X.
52. *Six Sigma vs. Lean manufacturing: Which is right for your company?* **Harrison, J.** 7, místo neznámé : Foundry Management & Technology, 2006, Foundry Management & Technology, Sv. 13, stránky 31-32.
53. *Six Sigma or design for Six Sigma?* **Bañuelas, R. a Antony, J.** 4, místo neznámé : The TQM Journal, 2004, TQM Magazine, Sv. 16, stránky 250-263. 0954-478X.
54. *Implementing Lean principles with the Six Sigma advantage: How a battery company realized significant improvements*. **Sharma, U.** místo neznámé : Journal of Organizational Excellence, 9. Květen 2003, Sv. 22.
55. *Lean Six Sigma: getting better all the time*. **Snee, R. D.** 1, místo neznámé : International Journal of Lean Six Sigma, 2010, International Journal of Lean Six Sigma, Sv. 1, stránky 9-29. 2040-4166.
56. *A modern framework for achieving enterprise excellence*. **Montgomery, D. C.** 1, místo neznámé : International Journal of Lean Six Sigma, 26. Březen 2010, International Journal of Lean Six Sigma, Sv. 1, stránky 56-65. 2040-4166.
57. *Six Sigma isn't Lean*. **Mika, G.** 1, místo neznámé : Manufacturing Engineering, 2006, Manufacturing Engineering, Sv. 137.
58. *How constraints management enhances Lean and Six Sigma*. **Spector, R. E.** 1, místo neznámé : Supply Chain Management Review, 2006, Supply Chain Management Review, Sv. 10, stránky 42-46.
59. *The evolution of Lean Six Sigma*. **Pepper, M. P. J. a Spedding, T. A.** 2, místo neznámé : International Journal of Quality & Reliability Management, 2010, International Journal of Quality & Reliability Management, Sv. 27, stránky 138-155. 0265-671X.
60. **Taylor & Francis Group.** The New Beginning. *Taylor & Francis Group*. [Online] Taylor & Francis Group, 18. Květen 2021. [Citace: 22. Listopad 2023.] <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781003139263/new-beginning-bob-sproull-matt-hutcheson>.

61. **Sproull, B. a Hutcheson, M.** *The New Beginning: A Business Novel on How to Successfully Implement the Combination of The Theory of Constraints, Lean, and Six Sigma to Drive Profit Margins*. New York : Productivity Press, 2021. 9781003139263.
62. **Marris Consulting.** TLS - Theory of Constraints + Lean + Six Sigma : Combining the best of each approach. *Marris Consulting*. [Online] Marris Consulting. [Citace: 3. Prosinec 2023.] <https://www.marris-consulting.com/en/our-expertise/theory-of-constraints/tls-toc-lean-six-sigma>.
63. **AGI-Goldratt Institute.** Combining Lean, Six Sigma, and the Theory of Constraints to Achieve Breakthrough Performance. *AGI-Goldratt Institute*. [Online] Říjen 2013. [Citace: 4. Prosinec 2023.] <https://pmquality.files.wordpress.com/2013/10/combininglssandtoc.pdf>.
64. **Jacob, D., Bergland, S. a Cox, J.** *Velocity: Combining Lean, Six Sigma and the Theory of Constraints to Achieve Breakthrough Performance*. New York : Simon and Schuster, 2009. 9781439181218.
65. **Varlot, D.** Theory of constraints, six sigma and lean: are they playing in the same league? *Medium*. [Online] Thinking Logic, 15. Prosinec 2020. [Citace: 4. Prosinec 2023.] <https://medium.com/thinking-logic/theory-of-constraints-six-sigma-and-lean-are-they-playing-in-the-same-league-c54045a91e2e>.
66. **Ministerstvo dopravy ČR.** Dálnice D4 Projekt PPP. *Dálnice D4 Projekt PPP*. [Online] Ministerstvo dopravy ČR. [Citace: 23. Prosinec 2023.] <https://www.pppd4.cz/cs>.
67. **Meteocentrum.** Archiv počasí - Kocelovice. *Meteocentrum.cz*. [Online] Meteocentrum, 2023. [Citace: 25. Prosinec 2023.] <https://www.meteocentrum.cz/archiv-pocasi/114870-99999?country=czech-republic>.

## 8 Seznam zkratek

- CB – Constraint Buffer (Vyrovnávací paměť omezení)
- CPCM – Contribution Per Constraint Minute (Příspěvku na minutu omezení)
- CPI – Continuous Process Improvement (Neustálé zlepšování procesů)
- CRT – Current Reality Tree (Strom současné reality)
- DBR – drum-buffer-rope (buben-nárazník-lano)
- DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve, Control (Definování, měření, analýza, zlepšování, kontrola)
- DP – Dopravní policie ČR
- EC – Evaporating Cloud (Odpařující se oblak)
- FMEA – Failure Mode and Effects Analysis (Analýza způsobů a následků poruch)
- FRT – Future Reality Tree (Strom budoucí reality)
- IPD – Integrated Project Delivery (Integrované dodávky projektu)
- JIT – Just In Time (Právě včas)
- KPI – Key Performance Indicators (Klíčové ukazatele výkonnosti)
- MRP – Manufacturing Resource Planning (Plánování výrobních zdrojů)
- OPT – Optimized Production Technology (Optimalizovaná výrobní technologie)
- PCMAT – Plan Conditions and Work Environment in the Construction Industry (Plán podmínek a pracovního prostředí ve stavebnictví)
- PRT – PreRequisite Tree (Strom předpokladů)
- TLS – Theory of constraints – Lean – Six Sigma (Teorie omezení – štíhlá výroba – Six Sigma)
- TOC – Theory of constraints (Teorie omezení)
- TP – Thinking Processes (Myšlenkové procesy)
- TPS – Toyota Production System (Výrobní systém Toyota)
- SB – Shipping Buffer (Vyrovnávací paměť přepravy)
- SDAIS – Strategy, Design, Activate, Improve, Sustain model (Strategie, Návrh, Aktivace, Zlepšování, Údržitelnost)
- SMED – Single-Minute Exchange of Die (Jednominutová výměna raznice)
- SPC – Statistical Process Control (Statistická kontrola procesů)
- SSÚK – Správa silnic a údržba koncesionáře

STP – Straight-through processing (Přímé zpracování)

TOCICO – The Theory of Constraints International Certification Organization (Mezinárodní certifikační organizace Teorie omezení)

TPM – Total Productive Maintenance (Celková produktivní údržba)

TT – Transition Tree (Strom přechodů)

## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Plánování drum-buffer-rope (5) .....	19
Obrázek 2: Sada nástrojů myšlenkových procesů Teorie omezení (9) .....	21
Obrázek 3: Obecný strom současné reality (10) .....	22
Obrázek 4: Obecné odpařující se oblak (12) .....	23
Obrázek 5: Obecný strom budoucí reality (13) .....	24
Obrázek 6: Obecný strom předpokladů (9).....	25
Obrázek 7: Obecný strom přechodů (14).....	26
Obrázek 8: Poměr množství osob s certifikací TOCICO podle skupin .....	28
Obrázek 9: Metrika výkonu Účinnost % (61) .....	63
Obrázek 10: Zisky společnosti (61).....	64
Obrázek 11: Včasné dodání v jednotlivých měsících (61).....	65
Obrázek 12: SDAIS: model integrace TLS (TOCLSS) (63) .....	66
Obrázek 13: Původní proces .....	69
Obrázek 14: Proces po zavedení Teorie omezení – vyrovnání dle propustnosti úzkého místa.....	69
Obrázek 15: Proces po zavedení Teorie omezení – zvětšení propustnosti úzkého místa .....	70
Obrázek 16: Proces po zavedení Teorie omezení a Lean.....	70
Obrázek 17: Proces po zavedení TLS.....	70
Obrázek 18: Postupná návaznost záběrů stavební výroby .....	73
Obrázek 19: Průběžná návaznost záběrů stavební výroby .....	74
Obrázek 20: Mapa úseků dálnice D4 (66).....	80
Obrázek 21: Pohledy provozní budovy policie.....	82
Obrázek 22: Nabízené dělení 1.NP na vodorovné záběry.....	83
Obrázek 23: Nabízené dělení 2.NP na vodorovné záběry.....	84
Obrázek 24: Zdění pod plachtou .....	87
Obrázek 25: Půdorys 1.NP – Skladby SDK.....	88
Obrázek 26: Půdorys 2.NP – Skladby SDK.....	89

## 10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání množství studií věnovaných manažerským metodám v češtině a angličtině ....	30
Tabulka 2: Průměrné teploty na stanici Kocelovice (67).....	85