

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

obor Ekonomika a řízení elektrotechniky



## Diplomová práce

**Analýza výrobních ukazatelů v podniku a jejich vliv na včasné dodání  
objednávek**

Praha 2019

Autor : Ing. Jana Kubištová  
Školitel : doc. Ing. Július Bemš, Ph.D.



### **Prohlášení o autorství**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci Analýza výrobních ukazatelů v podniku a jejich vliv na včasné dodání objednávek vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce a že jsem použila pouze dostupnou literaturu a podklady uvedené v seznamu použité literatury.

V Praze dne .....

.....  
Jana Kubištová

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat svému školiteli, doc. Ing. Júliu Bemšovi, Ph.D., za vedení této diplomové práce a za podnětné konzultace, které tuto práci obohatily.

Děkuji též svým kolegům z firem Simplementa a inSophy za pomoc se získáváním dat a za četné diskuze, které se mnou na téma plánování a řízení výroby vedli.

Mé poděkování patří i firmám, které se účastnily vyhodnocování. Vážím si otevřenosti, se kterou jsme detaily jejich procesů probírali, a oceňuji jejich nadšení pro neustálé vylepšování procesů.

V neposlední řadě děkuji své rodině a přátelům za jejich podporu, bez které by tato práce nemohla vzniknout.

Jana Kubištová

**Název práce: Analýza výrobních ukazatelů v podniku a jejich vliv na včasné dodání objednávek**

*Autor: Ing. Jana Kubištová*

*Školitel: doc. Ing. Július Bemš, Ph.D.*

*Abstrakt:*

Tato práce shrnuje historický vývoj výroby a jejích potřeb a mapuje historické milníky, které znamenaly změnu v získávání a sledování výrobních ukazatelů. Od nich plynule přechází do dnešní doby a ukazuje její potřeby vyhodnocování dat. Popisuje dnešní typické výrobní procesy a rámcově představuje zásadní používané metodiky řízení a plánování výroby a z nich plynoucí ukazatele, které mohou být využity jako klíčové ukazatele výkonnosti.

V experimentální části této práce jsou sledovány veličiny, které mají potenciální vliv na termínovou spolehlivost, tedy míru očekávaného dodání objednávek zákazníkům na čas, jakožto hlavní ukazatel úspěšnosti firmy. Pro pět výrobních firem jsou závislosti veličin detailně prověřeny a z je nich vybráno celkem 10 klíčových ukazatelů výkonnosti, které s termínovou spolehlivostí úzce souvisí.

Závěrem jsou vybrané klíčové ukazatele představeny managementu těchto firem a je zjištěna jejich zpětná vazba na možnost reálného využití těchto ukazatelů v každodenní praxi.

*Klíčová slova:* ukazatele výkonnosti; plánování a řízení výroby; štíhlá výroba; termínová spolehlivost.

**Work title: Analysis of production indicators and their impact on the on-time delivery of customer requests**

*Author: Ing. Jana Kubištová*

*Supervisor: doc. Ing. Július Bemš, Ph.D.*

*Abstract:*

This work summarizes the historical development of production and its aspects and maps historical milestones, which caused changes in the acquisition and monitoring of production indicators. Afterwards, it mentions the actual needs of production planning and shows its needs for data evaluation. Typical manufacturing processes and essential planning and managing methodologies are described in general together with the resulting indicators that can be used as key performance indicators.

In the experimental part of this work, variables with potential impact on the customer reliability (rate of customer orders on-time delivery) are monitored as the main indicator of the company's success. For five manufacturing companies, the dependencies of variables are examined in detail resulting in the selection of 10 key performance indicators closely related to the customer reliability.

Finally, the chosen key indicators are introduced to the management of the companies and their feedback on the possibility of everyday use of these indicators is found.

*Keywords:* performance indicators; production planning and scheduling; lean production; customer reliability.



## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kubištová** Jméno: **Jana** Osobní číslo: **353648**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**  
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**  
Studijní obor: **Ekonomika a řízení elektrotechniky**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Analýza výrobních ukazatelů v podniku a jejich vliv na včasné dodání objednávek.**

Název diplomové práce anglicky:

**Analysis of production indicators and their impact on the on-time delivery of customer requests**

Pokyny pro vypracování:

1. Co jsou to KPI a jaké se ve výrobních podnicích používají nejčastěji s ohledem na měření zákaznické spolehlivosti.
2. Výběr konkrétních výrobních podniků, ve kterých budou sledovány klíčové ukazatele pro zavedení nových KPI. Bude popsán stav těchto podniků s ohledem na jejich výrobní portfolio, případně výrobní strategii.
3. Zvolení klíčových ukazatelů, které mají potenciál na tvorbu nových KPI. Vzájemná souvislost klíčových ukazatelů bude vyhodnocována pro zvolené výrobní podniky.
4. Na základě klíčových ukazatelů budou vyhodnocena KPI s nejvyšším vlivem na zákaznickou spolehlivost. Tyto KPI budou zvoleným podnikům doporučeny ke sledování a bude zjištěna zpětná vazba podniků na zvolená KPI.

Seznam doporučené literatury:

Parmenter, D., Klíčové ukazatele výkonnosti: rozvíjení, implementování a využívání vítězných klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI), Česká společnost pro jakost, 2008, 1. vyd.  
Farris, Paul W.; Neil T. Bendle; Phillip E. Pfeifer; David J. Reibstein, Marketing Metrics: The Definitive Guide to Measuring Marketing Performance, Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc., 2010, ISBN 0-13-705829-2

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**doc. Ing. Július Bemš, Ph.D., FEL ČVUT v Praze, K 13116**

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

Datum zadání diplomové práce: **20.09.2018** Termín odevzdání diplomové práce: **24.05.2019**

Platnost zadání diplomové práce: **19.02.2020**

doc. Ing. Július Bemš, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomantka bere na vědomí, že je povinna 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 studentky

Motto:

Kde nejsou standardy, nemůže být kaizen.

*-Taiichi Ohno*



# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>11</b>
<b>I Historický vývoj výroby a ukazatelů výkonnosti</b>	<b>12</b>
<b>2 Změna prostředí výrobních firem z pohledu průmyslových revolucí</b>	<b>12</b>
2.1 První průmyslová revoluce . . . . .	12
2.2 Druhá průmyslová revoluce . . . . .	13
2.3 Třetí průmyslová revoluce . . . . .	14
2.4 Čtvrtá průmyslová revoluce . . . . .	15
<b>3 Vývoj měření výkonnosti</b>	<b>15</b>
3.1 Moderní vývoj ukazatelů výkonnosti . . . . .	16
3.2 Finanční měřítka . . . . .	16
3.2.1 Klasické finanční ukazatele . . . . .	16
3.2.2 Moderní finanční ukazatele . . . . .	16
3.3 Vývoj nefinančních měřítek . . . . .	17
3.4 Výhody využití nefinančních měřítek . . . . .	17
3.5 Informační věk a touha po měření KPI . . . . .	18
<b>4 Historie systémů pro počítačové řízení výroby</b>	<b>19</b>
4.1 MRP . . . . .	19
4.2 MRP II . . . . .	20
4.3 ERP . . . . .	20
4.4 APS systémy a výrobní moduly . . . . .	20
<b>II Dnešní metody vyhodnocování efektivity výroby</b>	<b>21</b>
<b>5 Plánování a řízení výroby</b>	<b>21</b>
5.1 Logické dělení výrobních procesů . . . . .	21
5.2 Potřeba standardizace a centralizace dat . . . . .	23
5.3 Nové provozní prostředí a jeho výzvy . . . . .	23
<b>6 Ukazatele výsledků a výkonnosti</b>	<b>25</b>
6.1 Definice výkonnosti a její ukazatele . . . . .	25
6.1.1 Klíčové ukazatele výsledků . . . . .	25
6.1.2 Ukazatele výkonnosti . . . . .	26
6.1.3 Klíčové ukazatele výkonnosti . . . . .	27
6.2 Charakteristiky KPI . . . . .	28
6.3 Volba KPI . . . . .	28
6.4 Implementace KPI . . . . .	29
<b>7 Metody, které se zabývají zvyšováním výkonnosti</b>	<b>30</b>
7.1 Balanced scorecard (BSC) . . . . .	31
7.2 Štíhlá výroba (Lean production) a Toyota Production System (TPS) . . . . .	32
7.2.1 Zásadní prvky štíhlé výroby . . . . .	33
7.3 Systém řízení úzkých míst (Optimized Production Technology) . . . . .	35

7.4 (Lean) Six Sigma . . . . .	36
<b>8 Úskalí špatně zvolených KPI</b>	<b>37</b>
<b>III Hledání ukazatelů výkonnosti v konkrétních firmách</b>	<b>39</b>
<b>9 Cíl a způsob měření výkonnosti</b>	<b>39</b>
9.1 Účel práce a zvolení hlavního cíle . . . . .	39
9.2 Popis problematiky a měření . . . . .	39
9.3 Kritéria výběru dat pro dlouhodobé sledování . . . . .	41
9.4 Způsob získávání a ukládání dat . . . . .	41
9.5 Kandidáti na PI . . . . .	41
9.5.1 Oblasti sledovaných dat . . . . .	42
<b>10 Vyhodnocení získaných dat</b>	<b>45</b>
10.1 Způsob vyhodnocení sledovaných údajů . . . . .	45
10.2 Firma MOTO . . . . .	47
10.2.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin . . . . .	47
10.2.2 Porovnání hodin výroby ve výhledu . . . . .	49
10.2.3 Porovnání chybějících kapacit ve výrobě . . . . .	52
10.2.4 Shrnutí pozorování ve firmě MOTO . . . . .	52
10.2.5 Zpětná vazba firmy MOTO na uvedená zjištění . . . . .	53
10.3 Firma Autodílna . . . . .	53
10.3.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin . . . . .	54
10.3.2 Shrnutí pozorování ve firmě Autodílna . . . . .	57
10.3.3 Zpětná vazba firmy Autodílna na uvedená zjištění . . . . .	58
10.4 Firma TRAM . . . . .	59
10.4.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin . . . . .	59
10.4.2 Shrnutí pozorování ve firmě TRAM . . . . .	61
10.4.3 Zpětná vazba firmy TRAM na uvedená zjištění . . . . .	62
10.5 Firma Lisovna . . . . .	63
10.5.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin . . . . .	64
10.5.2 Shrnutí pozorování ve firmě Lisovna . . . . .	66
10.5.3 Zpětná vazba firmy Lisovna na uvedená zjištění . . . . .	66
10.6 Firma LABtest . . . . .	66
10.6.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin . . . . .	67
10.6.2 Shrnutí pozorování ve firmě LABtest . . . . .	69
10.6.3 Zpětná vazba firmy Lisovna na uvedená zjištění . . . . .	69
<b>11 Závěr</b>	<b>70</b>

# 1 Úvod

Všechny firmy používají nějaké typy ukazatelů, které jim umožňují zjistit, jak si stojí oproti konkurenci, oproti předchozím letům, či například v nějaké konkrétní oblasti. I firma, která by teoreticky žádné ukazatele měřit a vyhodnocovat nechtěla, pravidelně vypočítává základní finanční ukazatele ve své účetní závěrce (zejména např. obrat a zisk).

Měřit a vyhodnocovat se dá spousta veličin, ať už je to spokojenost zákazníka, čistý zisk před zdaněním, včasnost dodávek, efektivnost využití výrobních časů a další. Ty nejdůležitější ukazatele, mapující hlediska výkonosti organizace, která jsou nejkritičtější pro současný a budoucí úspěch firmy, nazýváme klíčové ukazatele výkonosti (KPI) či klíčové ukazatele výsledků (KRI) [1].

Rozvoj ukazatelů výkonosti je záležitostí zejména posledního století, ovšem v posledních pár desítkách let díky elektronizaci dat a jejich on-line vyhodnocování významně vzrostly možnosti jejich vypočítávání a využití. Velkým vývojem prošly také přístupy k plánování a řízení výroby. Zatímco v době první a druhé průmyslové revoluce šlo především o dosažení maximální produktivity, snížení variability a minimalizaci složitých úkonů, po 2. světové válce začaly být tyto přístupy příliš marnotratné (vyžadovaly obrovské skladové zásoby) a přestávaly stačit požadavkům na rozmanitost sortimentu.

V dnešní době, kdy je výroba maximálně prozákaznická a výrobní firmy čelí tlaku na minimalizaci dodacích lhůt, neustálým změnovým požadavkům, širokému portfoliu výrobků a malosériové výrobě, jsou fordovské přístupy k řízení výroby přežitě. Firmy musí mít dlouhodobý výhled pracovní náplně, aby mohly výrobu správně poskládat, ale zároveň musí být připraveny pružně reagovat na jakékoliv změny. Aby toho mohly dosáhnout, potřebují mít o všech procesech ty nejpřesnější údaje.

Nutným předpokladem pro možnost správné reakce na procesní změny i pro zaznamenávání a vyhodnocování ukazatelů je perfektní údržba firemních dat. Znamená to jak jejich naprostou standardizaci (zadávaní stejných údajů ihned a stejným způsobem), tak jejich centralizaci (jejich uchovávání na jednom místě a sdílení mezi všemi odpovědnými pracovníky). Vyhodnocování ukazatelů z nepřesných nebo nekompletních dat může být velice zavádějící, naopak ukazatele vytvořené z pravdivých informací mohou ve firmách odhalit netušené možnosti úspor a dalšího rozvoje.

Hlavním cílem výrobních firem 21. století je mít spokojené zákazníky. Spokojenost zákazníka je zárukou, že se znovu vrátí a případně firmu doporučí i dalším potenciálním klientům. Málokterá firma na dnešním trhu nabízí tak unikátní produkty a má tak specifické know-how, aby si své zákazníky nemusela hýčkat. Velká část českých výrobních firem je součástí dodavatelského řetězce automobilek a v takovém prostředí není možné přímo pracovat s finálními zákazníky a mít vysokou ziskovost. To, co firmě zajišťuje výdělek, je míra efektivity výroby a zvládnutí jejího řízení, nikoliv nějaká unikátní znalost. Dalším důvodem pro neustálé měření a zjišťování zákaznické spokojenosti je, že většina firem přesně neví, co bude za rok a jakým způsobem se změní portfolio produktů, požadavky na dodací lhůty, spolupráce s dodavateli atd. Ví ale, že spokojení zákazníci se k ní budou vracet dále.

Výrobní firmy, které budou představeny v experimentální části, sledují různé ukazatele, kterými měří úspěšnost svého podnikání. Většinou se ale nejedná o ukazatele výkonosti, tj. ukazatele, které umožňují rychlé zorientování v aktuálním stavu a včasnou reakci na problém. Cílem této práce bude těmto firmám říci, které snadno měřitelné veličiny jsou pro ně zásadní a mají přímý vliv na termínovou spolehlivost, jež je úzce spojena se spokojeností zákazníků.

## Část I

# Historický vývoj výroby a ukazatelů výkonnosti

## 2 Změna prostředí výrobních firem z pohledu průmyslových revolucí

Přechod k moderní výrobě tak, jak ji známe dnes, můžeme mapovat pomocí velkých změn, které znamenaly převrat ve způsobu práce, řízení procesů a obecně změny v přemýšlení o tom, co výroba je. Největší převraty v rychlosti výroby, míry a způsobu využití lidské síly, a tím pádem i v jejím řízení a vyhodnocování, se označují jako průmyslové revoluce.

Jejich společným znakem je pokrok doprovázený celkovou změnou uvažování, která nastala s nějakou velkou technologickou změnou/změnami. Fungování a uskutečnění těchto změn bylo vždy podmíněno vznikem nového řádu a pravidel, což znamenalo přijetí nové logiky technických standardů. Ty vytvořily stabilitu v technologických systémech a umožnily učinit z nových myšlenek běžné všední postupy a adaptovat je v globálním měřítku. [13]

Ve výrobě je důležitým revolučním znakem to, že všechny zúčastněné strany přijmou podobné technologické standardy a na těch staví. Vytváření standardních postupů není důležité samo o sobě, ale díky němu vzniká globálně konsenzus ve výrobních technologiích, to, jak mají vypadat, fungovat, vzájemně se koordinovat a komunikovat spolu.

Nedochází jen ke standardizaci dílů a procesů, ale i ke standardizaci lidí [13]. Příkladem je provádění stejných úkonů stejným způsobem v období první průmyslové revoluce, založení firemních fordovských škol během 2. revoluce, automatizace v řídicích a procesních úkonech během 3. revoluce. Přesto se i dnes, v průběhu 4. průmyslové revoluce, můžeme setkat s tím, že standardizace funguje hlavně v rovině fyzické (nutnost vyrobit konkrétní díl konkrétním způsobem stanoveným požadavky zákazníka, legislativy apod.), ale ne vždy i v rovině řídicí a procesní.

### 2.1 První průmyslová revoluce

Zásadní změnou byla první průmyslová revoluce, která započala ve Velké Británii v 18. století, a odtud se rozšířila do dalších částí světa. Znamenala přechod od ekonomiky postavené na ruční práci a zemědělství k hospodářství a strojové výrobě, což v sobě předznamenalo změny technologické, socioekonomické i kulturní. Po technologické stránce došlo k využívání nových materiálů (hlavně oceli), nových energetických zdrojů (uhlí, elektřiny, petroleje) a k vynálezu nových strojů, jako byly parní stroj, stroj na spřádání vláken nebo mechanizovaný tkalcovský stav. Kombinace těchto vynálezů umožnila mechanizaci produkce (doba páry), zvýšení produktivity s nižším vynaložením lidské síly a vznik nového způsobu organizace práce v nově vznikajících továrnách, kde docházelo k dělbě práce a specializaci funkcí<sup>1</sup>. Technologický pokrok se projevoval nejen vznikem dalších vynálezů a rozvojem celých odvětví jako např. komunikace, dopravy či mezinárodního obchodu, ale znamenal i zvyšující se uplatnění vědy přímo ve výrobě. Změny vedly k obrovskému zvýšení využitelnosti přírodních zdrojů (snížení plýtvání) a k masové produkci vyráběného zboží. Za prvních sto let od zavedení strojů se v Anglii zvýšila produktivita práce pětikrát [52].

Pracovníci nově nebyli zodpovědní za vznik celého produktu, který by nesl jejich „značku“, otisk jejich práce. Místo toho se po nich začalo vyžadovat, aby uměli rychle a bez chyb zvládnout tu konkrétní fázi výroby, na které pracovali. Z řemeslníků se stali operátoři strojů.

Je zarážející, že ačkoliv průmyslová revoluce začala před zhruba 250 lety, mnohé její aspekty týkající se výroby jsou stále vysoce aktuální. Zmíňme například několik zajímavých myšlenek z práce ekonoma a filozofa

<sup>1</sup>Nutno dodat, že průmyslová revoluce nebyla umožněna jen novými vynálezy, ale i otroctvím, kolonizátorstvím a dětskou prací. [13]

Adama Smithe, konkrétně z jeho díla Bohatství národů (The Wealth of Nations):

- Zlepšení lze dosáhnout zvýšením zručnosti, ušetřením času, který se ztrácí přechodem od jedné činnosti ke druhé, a vynálezem velkého počtu strojů, které zastanou práci mnoha lidí.
- Zvýšení výkonnosti je dosaženo tím, že dělník zastává svoji jednu konkrétní práci. Nutnost měnit práci a potřebná nářadí každou půlhodinu snižuje jeho koncentraci a produktivitu.
- Pracovníci mnohem spíše objeví snazší metody pro zvládnutí své práce, když celou pozornost věnují jedinému objektu, než když ji rozdělují mezi spoustu věcí.
- Dělbá práce a vysoká míra specializace je nežádoucí na malém trhu. Tesař musí být i truhlář, řezbář, obráběč atd., jinak neuspěje.
- Existuje hranice, pod kterou již nelze dělníkovu mzdu snížit. Člověk se musí uživit prací a jeho mzda musí být dostatečná. [8]

V dnešním světě výroby můžeme Smithovo tvrzení převést obecně na problém snížení plýtvání (nastavení dávek, kanban, SMED, kaizen – viz kapitola 7.2). Smithovo přesvědčení o tom, že člověk díky své přirozené lenosti sám objeví snazší a rychlejší cesty k dosažení výsledku se zase odráží v moderních snahách podpořit pracovníky i celé týmy k tomu, aby se pokusili vylepšit svoje procesy, protože právě oni je znají nejlépe (např. kroužky kvality a obecně lean – viz kapitola 7.2). Zajímavá je i myšlenka diverzifikace práce pro malé trhy, která je stále platná ve výrobních firmách, jak bude ukázáno v praktické části této práce. A konečně myšlenka o minimální mzdě je velice aktuální v dnešním prostředí českých firem, kdy při minimální nezaměstnanosti je náročné pracovníky udržet. Dělníci, kteří ve firmách pracují za nízkou mzdu, nemají velkou motivaci si práci udržet a dělat ji kvalitně, což se ve finále odráží i na vyšší zmetkovosti. [8]

## 2.2 Druhá průmyslová revoluce

Jelikož první průmyslová revoluce trvala ve světě téměř dvě století [7], už v jejím průběhu se začaly ozývat signály další revoluce, a to na přelomu 19. a 20. století. Moderní výroba začala ve velkém využívat nové přírodní i syntetické zdroje jako lehčí kovy, nové slitiny, plasty a také nové zdroje energie (ropa, elektřina) [10].

Změny nastaly i ve vlastnictví produkce. Zatímco v první polovině 19. století ovládali výrobu velcí hráči (oligarchové), později došlo rozměňování a distribuci vlastnictví spolu s tím, jak bylo možné nakupovat a přeprodávat běžné zboží, a také se vznikem pojišťoven. Docházelo i ke změně náhledu na volnost trhu a obecně ke změně politických teorií. Na rozdíl od prvoundustriálního důrazu na volnou ruku trhu (laissez-faire [8]) v polovině 20. století mnohé evropské země socializovaly základní pilíře své ekonomiky, aby vyšly vstříc novým komplexním potřebám industriální společnosti. [7]

Spolu s dalším rozvojem strojů a zvýšeným využíváním elektřiny docházelo k rozvoji sériové a hromadné výroby, automatizaci výroby, vzniku montážních linek a v průběhu 20. století k automatizaci provozu. Klád se větší důraz na kontrolu a sledování kvality, kde se hojně využívala statistika, a panoval tlak na maximální snížení variability, které má za následek zlepšení produktivity (Walter A. Shewart, [9]). Všechny tyto výdobytky byly umožněny centralizací výzkumu a kapitálu u velkých továren a organizací produkce po způsobu Taylora a Forda.[10]

Fordovský koncept montážní linky byl ve své době ohromně úspěšný a ve 40. letech umožnil i dosažení výroby „jednoho bombardéru za hodinu“[34]. Ford zdůrazňuje význam vytvoření nepřetržitého toku materiálu celým výrobním procesem, standardizaci procesů a odstraňování ztrát [59]. Klíčovým prvkem, který umožnil úspěch hromadné výroby, byly nástroje přesného obrábění, zaměnitelné díly a také metody Taylorova vědeckého řízení výroby, které se opírá o časové studie, vysokou specializaci úkolů jednotlivých dělníků a o důsledné oddělení plánování (které vykonávali kvalifikovaní pracovníci) a práce (kterou vykonávali dělníci). [59]

Po druhé světové válce ale tento systém přestával vyhovovat požadavkům rozmanitosti (viz známý výrok Henryho Forda „Zákazník může mít jakoukoliv barvu auta si přeje, pokud to bude černá.“ [35]) a hlavně vyžadoval obrovské zásoby materiálu a tak velké objemy výroby, jaké si jiné firmy a odvětví nemohly ani zdaleka dovolit [36]. Jak poukazují manažeři firmy Toyota, systém hromadné výroby podle Forda neuplatňoval vždy dostatečně tlak na nepřetržitý tok. Ve skutečnosti využíval rozmařilé dávkové metody, jejichž výsledkem byly ohromné zásoby rozpracované výroby mezi jednotkami, které znamenají plýtvání a vázání finančních prostředků. Systém byl funkční jedině díky tomu, že Ford vyráběl v podstatě jediný model auta. [59] V dnešní době se Fordem nastavené řízení a ukazatele výkonnosti dají použít částečně u firem s velkým objemem hromadné výroby.

Čím se ale lze u Forda inspirovat, je například jeho pravidlo pro továrníky: Vyrábějte nejvyšší kvalitu zboží s nejnižšími možnými náklady a nejvyššími mzdami pracovníků. Ford přistoupil ke zdvojnásobení mzdy dělníků v roce 1914, když zjistil, že náklady na nábor nových lidí jsou velmi významným výdajem, protože unavující a jednotvárná práce u montážní linky si vybírá svou daň a vede k velké fluktuaci zaměstnanců. [8]

Se závratným nárůstem objemu a rozmanitosti produkce po 2. světové válce rostla náročnost řízení výrobních a souvisejících procesů. Na výrobní firmy doléhal zákaznický tlak, který požadoval násobně rychlejší dodávky výrobků, širší portfolio výrobků a pružnou reakci na změny v objednávkách. První systematickou reakcí na tyto požadavky byl produkční systém firmy Toyota [32], který nahradil do té doby převratný systém řízení firmy Ford [33].

Zajímavým ukazatelem může být i v dnešní době sledování produktivity a zmetkovosti výroby v souvislosti s finančním ohodnocením zaměstnanců (výší platu, bonusy za vyšší produktivitu, příplatky za odhalení procesních chyb apod.), ale dnešní zaměstnanci hledají v práci uspokojení nejen po stránce platové. Jak ukazuje studie Princetonské univerzity, vyšší příjem zvyšuje spokojenost zaměstnanců jen do určité výše. Vyšší plat již nevede ke zvýšení spokojenosti a zaměstnanci musí být motivováni jinými faktory [49]<sup>2</sup>. Podrobněji jsou klíčové ukazatele využívané v této době rozepsány v kapitole 3.1).

## 2.3 Třetí průmyslová revoluce

Třetí revoluce nastala ve druhé polovině 20. století a je spojována s velkou produkcí elektroniky (vznik tranzistoru a mikroprocesoru), rozmachem telekomunikací a počítačů, který umožnil vznik vesmírného výzkumu a celých nových vědeckých odvětví. Ve výrobě znamenala tato revoluce automatizaci produkce díky využívání elektroniky a informačních a výpočetních technologií (konkrétně například vznikem programovatelných ovladačů umožňujících řídit výrobní procesy a vznikem robotů). Na těchto základech v kombinaci s digitální revolucí, která nastává zhruba od poloviny 20. století, staví 4. průmyslová revoluce. [10, 48]

Pro řízení výrobních procesů, jejich plánování a vyhodnocování výkonnosti výroby bylo poprvé možné použít počítač, a v souvislosti s novými programy pro vypočítávání materiálových potřeb ve výrobě (viz kapitola 4.1) tak mohly vznikat ukazatele zaměřené na včasnost dodávek materiálu, materiálovou bilanci, skladové ceny atd., a to na výrazně kratší časové úrovni než kdy dříve. Takové ukazatele jsou aktuální i dnes a zejména ve firmách, kde výroba znamená kompletaci velkého počtu nakupovaných dílů, jsou nanejvýš užitečné. Dnešní možnosti rychlé reakce na změny plánu a také vysoká integrace všech složek podílejících se na vzniku finálních produktů mají svůj původ právě ve třetí průmyslové revoluci.

Hranice třetí a čtvrté revoluce není úplně jasná a někteří autoři dokonce mluví v dnešní době o tom, že v souvislosti s internetem věcí stojíme na prahu 3. průmyslové revoluce [51].

<sup>2</sup>Nutno poznamenat, že výše ročního platu zmiňovaná ve studii je 75 000 \$. Pokud by plat dělníka v ČR vzrostl na asi 1,7 mil. Kč v superhrubé mzdě, což je zhruba pětinašobek dnešní průměrné mzdy v dělnické profesi [50], je pravděpodobné, že by produktivita práce byla mnohem větší.

## 2.4 Čtvrtá průmyslová revoluce

Relativně nový pojem čtvrtá revoluce je charakterizován slučováním technologií, které smývá hranice mezi fyzikální, digitální a biologickou sférou. [10]

Kořeny této revoluce leží na počátku třetího milénia a souvisí s rozmachem internetu. Je to první průmyslová revoluce, která souvisí s novým technologickým fenoménem digitalizace spíše než se vznikem nového typu energie. Průmysl cílí na propojení všech výrobních prostředků, aby umožnil jejich interakci v reálném čase. Komunikace ve firmách propojuje pracovníky, připojuje dodavatelský i zákaznický řetězec nebo třeba přidává aktuální výrobní informace díky fenoménům jako cloud, analýza velkých dat, počítačová simulace a virtualizace, rozšířená realita (augmented reality) nebo internet věcí, služeb a lidí [10, 11]. Možnosti aplikace v průmyslovém sektoru jsou obrovské, patří mezi ně např. prediktivní údržba, vylepšené rozhodování v reálném čase, vypočítávání budoucího stavu skladů založené na produkci, zvýšená koordinace jednotlivých pracovníků atd. [10]

Každý den umožňují tato vylepšení další optimalizaci výrobních nástrojů a odhalují budoucnost průmyslu 4.0 jako předchůdce propojeného globálního systému.

Iniciativy reagující na čtvrtou průmyslovou revoluci, ať již ta německá pod názvem Industrie 4.0, Industrial Internet Consortium nebo Smart Manufacturing Leadership Coalition v USA či obdobné programy Japonska i Číny, jsou především zcela novou filosofií systémového využívání, integrace a propojování nejrůznějších technologií při uvažování jejich trvalého a velice rychlého rozvoje. Iniciativa Průmysl 4.0 není pouhou digitalizací průmyslové výroby, je to komplexní systém změn spojený s řadou lidských činností, a to nejen v průmyslové výrobě. [11, 48]

Jelikož čtvrtá průmyslová revoluce teprve probíhá, je těžké hodnotit její dopady, a i když jsou známy vize, kam by měla vést (zmiňované propojené globální systémy, vytvoření malých továrních jednotek vyznačujících se všestranností a využívajících obnovitelné zdroje energie, změny způsobu komunikace mezi člověkem a strojem atd.), jsou to zatím jen předpoklady.

Tato práce se zabývá pouze některými konkrétními aspekty průmyslu 4.0, jako třeba právě výrobní simulace a propojení aktuálních informací z různých výrobních systémů, které umožňují nastavení a sledování ukazatelů, jež dříve nebylo možné získávat tak často a rychle, či je dokonce měřit on-line. Tyto ukazatele jsou detailně popsány v experimentální části práce.

## 3 Vývoj měření výkonnosti

Historické doklady o měření výkonnosti či úspěšnosti se týkají například hodnocení rozpočtování územních celků či vojenských útvarů [1], výběru daní [18] nebo i měření úspěšnosti různých pověřených osob [19]. Známe je i příklad benátských kupců ze 13. století, kteří hodnotili výkonnost posádek obchodních lodí pomocí finančních měřítek – výkon každé obchodní výpravy byl měřen jako poměr přivezených peněz a nákladů na nákup zboží [19].

Ve spojitosti s výrobou začalo měření výkonu nabývat na důležitosti se vznikem manufaktur, zhromadňováním výroby, dělbou práce a výrobou vzájemně zaměnitelných součástí, kdy bylo nutné vyhodnocovat práci jednotlivých dělníků nebo jejich malých skupin, od níž se odvíjela i mzda. [20, 21].

Kolem roku 1900 vzrostla potřeba armády i průmyslu využívat efektivnější hodnocení výkonu, a to především v souvislosti s nutností měření souhrnného výkonu osob místo výkonu jednotlivců. Již v této době se začaly rozvíjet moderní KPI, jak je známe dnes. Hlavním účelem těchto KPI bylo měřit, jak se pracovníkům daří dosahovat vytyčených cílů, což ale nejprve nebylo propojeno s celkovým výkonem společnosti. [19]

### 3.1 Moderní vývoj ukazatelů výkonnosti

Využití pravidelně aktualizovaných KPI k monitorování chodu společnosti se pomalu začalo využívat s rozvojem účetnictví a managementu, protože výkon obchodních procesů se zpravidla měří podle jejich úspěšnosti, což se nejnáze dělá využitím finančních KPI postavených na účetnictví. Již počátkem 20. století začala být měřena i celková výkonnost řízení společnosti pomocí vyhodnocování jednotlivých procesů. Původní metody byly stále založené na mapování výkonu jednotlivých pracovníků (pracovní studie), postupně ale velké společnosti přešly k vyhodnocování decentralizovaných struktur, z čehož se časem vyvinul i např. dnešní finanční ukazatel ROI. [72]

Po druhé světové válce nastal rozmach metod a přístupů podporujících rychlost, efektivnost, ziskovost a kvalitu výroby – koncepce six sigma, štíhlá výroba (lean manufacturing), ISO a TQM, teorie úzkých míst, agilní metodiky a další, které byly částečně umožněné i rozvojem počítačových programů zpracovávajících velké množství dat (např. MRP). [21]

Velký rozvoj využívání KPI nastal v 90. letech 20. století, kdy poprvé spatřila světlo světa metodika Balanced Scorecard (česky systém vyvážených ukazatelů výkonnosti, viz kap. 7.1) vytvořená Kaplanem a Nortonem ke sledování výkonnosti, která není provázána pouze s finančním vývojem, ale měří výkonnost podniku i z hlediska interních obchodních procesů, zákazníků, učení se a růstu. [19]

V dnešní době jsou KPI používány ve všech společnostech, i když ne vždy jsou správně zvoleny a používány. Tam, kde se využívají aktivně, se jedná o sady ukazatelů výsledků, ukazatelů výkonnosti a klíčových ukazatelů výkonnosti (KRI, PI, KPI), které se na rozdíl od svých předchůdců mění v čase a často se vyhodnocují nepřetržitě. [1, 6]

### 3.2 Finanční měřítko

#### 3.2.1 Klasické finanční ukazatele

Klasické finanční ukazatele výkonnosti firmy jsou orientované na výkonnost a jsou postavené na maximalizaci zisku, který cílem podnikání. V dnešní podobě se používají zhruba od 80. let 20. století, ale samotné ukazatele ziskovosti jsou mnohem starší. [22]

Finanční analýza v dnešní podobě vznikla v USA v 19. století, rozvahy ale byly prováděny bez hlubší úvahy a šlo především o zobrazování rozdílů v absolutních účetních ukazatelích. [23]

Po první světové válce začaly být v rámci finanční analýzy sledovány účetní výkazy, zejména za účelem hodnocení schopnosti velkých firem splácet úvěr. Systematický rozvoj finanční analýzy a jejích nástrojů začal v průběhu Velké hospodářské krize, kdy se stala likvidita nutnou součástí analytických úvah. Po ukončení 2. světové války rozvoj finanční analýzy pokračoval a všeobecně panoval trend zohledňovat výkonnost firem. K výraznému posunu možností tohoto druhu řízení firem došlo díky rozvoji počítačů. [24]

V souvislosti s rozvojem informačních technologií byly ve velkých společnostech vyvinuty systémy finanční kontroly, které urychlovaly a sledovaly efektivní využití finančního i fyzického kapitálu. Sumární finanční měřítko jako ROCE mohla napomáhat k nejproduktivnějšímu využití kapitálu a zároveň monitorovat efektivitu, se kterou divize využívají finanční a fyzický kapitál za účelem vytváření hodnot pro akcionáře. [2]

Mezi nástroje finanční analýzy patří zejména absolutní hodnoty zisku (EAT, EBT, EBIT, EBITDA), ukazatele rentability (ROA, ROE, ROS, ROI a další) a ukazatele hotovostních toků (různé druhy cash-flow). Velká nevýhoda těchto měřítek pro řízení podniku spočívá zprvu v jejich zaměření na minulost, za druhé pak v tom, že nezohledňují inflaci, riziko, obětované příležitosti, rozdílné účetní politiky a další. [22]

#### 3.2.2 Moderní finanční ukazatele

Moderní přístupy se zabývají analýzou výkonnosti podniku pomocí tvorby hodnoty pro akcionáře (shareholder value) a snaží se ji sjednotit se strategií managementu – tento přístup je nazýván řízení orientované na hodnotu



(Value Based Management). Na vznik těchto přístupů měla velký vliv globalizace a působení kapitálového trhu v 80. letech 20. století, kdy začalo být nutné pro hodnocení podniku využívat časovou hodnotu peněz a míru rizika, které klasické ukazatele zanedbávají. [25, 72]

### 3.3 Vývoj nefinančních měřítek

Koncem 80. let 20. století sílil mezi manažery firem názor, že finanční ukazatele nejen nepřispívají k celkovému rozvoji podniku, ale dokonce „ochromují schopnost firmy vytvářet budoucí ekonomickou hodnotu“ [2]. Na základě tohoto přesvědčení vytvořili Kaplan a Norton studii, ve které analyzovali desítky podniků na území USA. Jedním z nich byla společnost Analog Devices, která k měření výkonnosti využívala nástroj nazvaný Corporate Scorecard (firemní výsledková karta), který kromě několika tradičních finančních metrik obsahoval i výkonnostní metriky vztažené k dodacím lhůtám zákazníkům, kvalitě, počtu cyklů ve výrobním procesu a efektivitě vývoje nových produktů. Na základě tohoto nástroje vznikla zmiňovaná metodika Balanced Scorecard (BSC). Přímým předchůdcem této metodiky je nicméně francouzskými inženýry vytvořená Tableau de Bord využívaná v 50. letech ve společnosti General Electric, což byla jakási „palubní deska“ pro manažery a výkonné pracovníky k záznamům provozních výkonů. [2, 19, 26]

### 3.4 Výhody využití nefinančních měřítek

Ačkoliv jsou ve firmách velmi rozšířené finanční ukazatele a existují celá finanční oddělení, které se jimi zabývají, finanční údaje nejsou dostatečně často aktualizované na to, aby se jimi dal řídit podnik na operativní bázi, navíc už ze své podstaty jsou to ukazatele, které se dívají dozadu, ale neumožňují výhled do budoucnosti [27].

Právě z tohoto důvodu firmy stále častěji hledají ukazatele nefinanční, které je možné vyhodnocovat neustále a na základě aktuálních dat odhadovat budoucí vývoj. Ukazatele výkonnosti je potřeba nastavit v každé firmě individuálně, neexistuje tedy jakási sada klíčových ukazatelů, která by byla přenositelná podobně jako sada finančních ukazatelů. Firma musí výběru svých ukazatelů výsledků i výkonnosti věnovat velkou péči, což je fakt, který firmy často od implementace těchto ukazatelů odrazuje. Správně zvolené KPI a zmocnění pracovníků, aby jednali za účelem zlepšení KPI, vykazuje lepší výsledky než klasická tvorba rozpočtu.

Pokud shrneme hlavní přednosti nefinančních ukazatelů oproti finančním, budou sem patřit zejména:

- orientace na dlouhodobou strategii a cíle včetně schopnosti definovat faktory ovlivňující celkovou úspěšnost organizace
- schopnost vyjádření podílu duševního vlastnictví na celkovém výsledku činnosti firmy
- citlivější reakce na vnější změny.

Naopak nevýhody nefinančních měřítek jsou:

- finanční i časová náročnost sběru a vyhodnocování dat
- nesourodost výchozích podmínek, kvůli které jsou těžko využitelné pro mezifiremní srovnávání. [29]

Časová náročnost sběru dat a požadavky na jejich neustálé vyhodnocování jsou jedním z hlavních důvodů, proč se i přes svou výhodnost využití nefinančních měřítek teprve rozvíjí, zatímco využití finančních ukazatelů se děje ve většině firem, i když často chybí spojitost s konkrétními opatřeními navázanými na ukazatele. Cílem této práce je ukázat provázanost výrobních ukazatelů zejména s ohledem na termínovou spolehlivost, proto se výčtem a využitím finančních ukazatelů nebudeme dále zabývat.

### 3.5 Informační věk a touha po měření KPI

V dřívějších dobách, zhruba mezi lety 1850 a 1975, byl úspěch výrobní firmy založen na vlastnictví technologií a jejich přeměně do fyzických aktiv, která jim umožňovala efektivní hromadnou výrobu standardizovaných produktů [2]. Dnes jsme ale na přechodu od industriálního věku k věku informačnímu. Včasnost a správnost informací z vnějšího prostředí firmy (vývoj trhu, odhad poptávky, průzkum trhu apod.) i z vnitřního prostředí (informace poskytované mezi odděleními) jsou naprosto nezbytné pro úspěšné fungování firmy a významem začínají převažovat nad důležitostí technologií.

Některé základní předpoklady industriálního věku začínají být v éře informací přežitě. Společnosti už nemohou získat udržitelnou konkurenční výhodu rychlým využíváním nových technologií a excelencí v řízení finančních aktiv a pasiv. Vliv důležitosti informací je mnohem patrnější u firem specializujících se na služby než u výrobních podniků, ty totiž dříve existovaly v podstatě v nekonkurenčním prostředí a mohly snáze pronikat na nové trhy a měly větší volnost v nastavení cenové politiky.

V dnešní době potřebují všechny organizace získat zcela nové schopnosti pro zajištění konkurenčního úspěchu. Schopnost společnosti mobilizovat a plně zužítkovávat svá hmotná či nehmotná aktiva je daleko více rozhodující než investování a řízení hmotných aktiv. Nehmotná aktiva umožňují dále společně rozvíjet zákaznické vztahy, které vedou k:

- Podpoře loajality existujících zákazníků a umožnění efektivního a výkonného obslužení nových zákaznických segmentů a trhů.
- Vývoji inovativních produktů a služeb žádaných úzce zaměřenými zákaznickými segmenty.
- Produkci zakázkových vysoce kvalitních produktů a služeb při nízkých cenách a s krátkými dodacími lhůtami.
- Mobilizaci zaměstnaneckých dovedností a jejich motivaci pro neustálé zlepšování procesů, kvality a rychlosti odezvy.
- Spouštění a implementaci informačních technologií, databází a systémů. [2]

Naprostá většina výrobních společností projevuje zájem o měření KPI, což je patrné jak z rostoucí poptávky po konzultačních službách na toto téma, tak množství metod, které se ve firmách uplatňují a přímo či nepřímo s klíčovými ukazateli souvisí (např. cyklus PDCA, certifikace ISO, SWOT analýza a mnohé další). České výrobní firmy se snaží držet krok s aktuálními trendy, ať už z vlastní vůle po optimalizaci procesů, nebo donucením vnějšími okolnostmi. Působením globalizace firmy konkurují stále většímu trhu, spolupracují s mezinárodními dodavateli i odběrateli a rozšiřují portfolio svých výrobků, což klade obrovské nároky na zvyšování výkonnosti a efektivity firem. [7]

Nejbližší okolí firem (mikroprostředí) přináší neustálé změny, na které firmy musí pružně reagovat, tedy vyhodnotit možnosti, provést úpravu, zkontrolovat správnost úpravy a případně přijmout další opatření. Tento proces se ve firmách děje mnohokrát za den a každé špatné rozhodnutí může mít fatální následky. Tento stav je historicky naprosto unikátní a zejména v České republice byly ještě před pár desítkami let firmy v situaci, kdy vyráběly úzké portfolio výrobků na sklad, což vyžadovalo nejen nižší nároky na kvalitu procesů, ale zejména umožňovalo využívat pro řízení firmy ukazatele výsledkové (nefinanční).

Správně nastavená sada nefinančních ukazatelů podpořená těmi finančními umožní ve firmách dosáhnout takového zlepšení výkonnosti, které bohatě pokryje úsilí k nalezení a udržování správných ukazatelů. To je jednoznačně důvod, proč se české firmy nyní o zlepšování své výkonnosti zajímají nejvíce v historii. [30]

## 4 Historie systémů pro počítačové řízení výroby

Rozvoj možností využívání ukazatelů výkonnosti a jejich převedení do každodenní praxe úzce spjato s vývojem využívání počítačů pro plánování a řízení výroby, jak blíže popisuje kap. 2.3. Velkou většinu ukazatelů, které můžeme považovat za ukazatele výkonnosti (detailnější popis ukazatelů viz kap. 6.1), můžeme sledovat právě jen z informačních systémů firem, protože jejich ruční shánění a zpracování nelze dělat s takovou časovou frekvencí, jaká je pro jejich využití potřeba. Tato kapitola pojednává o informačních systémech, které se dnes běžně pro správu a dat a výpočty nad daty využívají, a o jejich historii, která je důležitá z hlediska pochopení potřeb výroby.

Rozmach počítačů akcelerovaný využitím polovodičové techniky umožnil již počátkem 50. let 20. století jejich komerční nasazení a v druhé vlně v polovině 50. let se počítače dostaly i do soukromého sektoru [37]. Ve stejné době rostly v západním světě u výrobních firem požadavky na rozmanitost sortimentu, výrobu na zakázku, rychlé dodací lhůty a špičkovou kvalitu provedení (rychle, levně, kvalitně), které znamenaly pro výrobní firmy obrovské nároky na plánování a logistiku, které byly v této době řízené „ručně“, tj. s pomocí papírových podkladů a bez použití počítačů. [40]

Velké objemy dat, neustále se měnící požadavky, výpadky zdrojů a spousta dalších vlivů kladly a stále kladou na plánování obrovské nároky, i když je prováděno softwarově, natož ručně. Proto začala být myšlenka využití počítačů pro plánování výroby nejen zřejmá, ale dokonce nezbytná. Ruku v ruce s řízením a plánováním jde i vyhodnocování KPI, které s možností rychlého ukládání a analýzy dat získalo nový rozměr.

### 4.1 MRP

Rozmachu počítačů se rozhodl pro plánování materiálových potřeb počátkem 60. let 20. století využít český emigrant Joseph Orlicky, který je považován za duchovního otce Plánování potřeby materiálu (užívá se zkratka MRP z anglického Material Requirements Planning) [38]. Historicky první firmou, která vyvinula automatizovaný systém pro materiálové plánování byla IBM a její tým vedený J. Orlickym pro potřeby výrobce zemědělských strojů Case Corporation [47].

Princip fungování MRP je založen na provázání hlavního plánu výroby, kusovníku, číselníku materiálů a zásob (skladů). Podnikové vedení určí v rámci hlavního plánu výroby, jaké výrobky se budou v příštím období vyrábět, kolik jich bude a kdy musí být hotové, aby je bylo možno expedovat k zákazníkům. Při pravidelném přepočtu plánovací algoritmus MRP prochází položky v hlavním plánu výroby jednu po druhé a vytvoří si seznam všech položek potřebných pro splnění daného plánu výroby. Po kontrole materiálových bilancí vydá MRP soupis doporučení, co, v jakém množství a kdy je třeba objednat. Zjednodušeně řečeno tedy na základě spotřeby dochází ke stanovení potřeby. Zároveň na základě průběžné doby vydá soupis zakázek, které je třeba uvolnit do výroby, a to včetně množství kusů a data uvolnění. [38]

MRP samo ovšem nemá všechny relevantní informace (souběh výroby, priority zakázek, informace o zaplnění výrobních kapacit, šarže materiálu apod.) a samo o sobě k řízení výroby nestačí. Podmínkou uplatnění tohoto systému je disciplína uživatelů, zejména v tom, že jsou stanoveny realistické operativní plány výroby [12].

Cílem MRP a jeho časově fázovaného plánování je zajistit, aby vše bylo hotovo včas, ale zároveň pokud možno „až na poslední chvíli“. Správné využívání MRP proto vede ke snížení zásob ve skladech i v rozpracované výrobě, které jinak podniku vážou značné finanční prostředky. [41]

Až v roce 1975 díky Orlického knize Material Requirements Planning dostaly zásady materiálového plánování k širší veřejnosti. Tou dobou už mělo MRP jako software implementováno asi 700 podniků na světě [39].

Pojmem MRP v dnešním pojetí se zjednodušeně myslí časový materiálový rozpad, materiálová bilance. Spojují se s ním tedy logicky dnešní materiálové ukazatele jako (časové) stavy skladů, objem zásob + jejich

cena, potřebné nastavení pojistných zásob apod.

## 4.2 MRP II

Princip MRP byl později rozšířen o moduly jako jsou finance, majetek nebo personalistika, a hlavně byl rozšířen o plánování zdrojů souvisejících s výrobou (stroje, lidi, přípravky), tedy obecně o kapacitní plánování. Tento přístup/software se nazývá MRP II, jako odkaz na systém MRP, který stále zůstal jeho klíčovým prvkem, zkratka ale znamená Manufacturing Resource Planning neboli plánování výrobních zdrojů. MRP II je i součástí dnešních systémů plánování výroby [38].

Výrobní strategie vyžaduje procesní kontrolu, nejmodernější výrobní přístupy i důraz na redukci nadbytečných nákladů. V rámci MRP II bylo vytvořeno detailní plánování, vylepšený výrobní reporting, propojení termínovaného plánování výroby a materiálového zásobení včetně detailních cenových propočtů a další úpravy, což vedlo ke všeobecnému přijetí tohoto konceptu. Už samotná idea integrovaného softwarového balíčku, kde prodejní, skladové a nákupní transakce ovlivňovaly skladové i účetní informace byla inovativní a byla navržena k nahrazení několika samostatných systémů, které firmy v té době používaly. [40]

## 4.3 ERP

V průběhu 80. let dochází k doplnění původní („výrobní“) koncepce MRP o systémy pro řízení finančních a lidských zdrojů, které umožnily rozšíření plánování i do nevýrobních odvětví, jako je např. bankovníctví, zdravotnictví, velko- i maloobchod atd. Tento přístup je shrnut pojmem podnikové plánování zdrojů (Enterprise resource planning, ERP), který byl poprvé použit počátkem 90. let společností Gartner Group. [40]

Podle aktuální definice je ERP označení systému, jímž podnik (nebo jiná organizace) za pomoci počítače řídí a integruje všechny nebo většinu oblastí své činnosti, jako jsou plánování, zásoby, nákup, prodej, marketing, finance, personalistika, atd. Každý organizační útvar (oddělení) typicky potřebuje svou vlastní aplikaci schopnou plnit jeho potřeby. S ERP každý útvar takovou vlastní aplikaci dostane, ale je to navíc aplikace, která umí komunikovat a sdílet informace se všemi ostatními v rámci celé organizace. Pojmem ERP se současně označuje i software, který toto vše zajišťuje. [42, 43]

Rozvoj ERP ovšem neznamenal pouze další zpřesňování materiálového a kapacitního plánování, jak o tomu bylo u jeho předchůdců MRP a MRP II. Úspěšná implementace a užívání ERP totiž pro firmu znamená přizpůsobit své procesy tak, aby vyhovovaly modelům, pro které je ERP optimalizováno, což je naprosto převratný přístup, který má bohužel i své negativní stránky. Bez důkladného nastavení a proškolení neumí firmy využít všechny funkčnosti systému a jsou nuceny si vypomáhat prostředky, které jdou proti samotné koncepci ERP, jako například krátkodobé uložení dat v Excelu. Na druhou stranu, ERP má oproti neintegrovaným systémům, které se v podnicích dříve používaly (a někde stále používají), dvě hlavní přednosti: sjednocený celopodnikový pohled na vše, co se v různých útvarech odehrává, a společnou podnikovou databázi, sdružující a uchováující veškerá podniková data, která se do ní zaznamenávají formou prováděných transakcí. [44]

ERP umožňuje sledování všech možných ukazatelů napříč celou firmou, od personalistiky po výrobu. Díky tomu je možné vytvářet provázané ukazatele výsledků, sledovat jejich historii po mnoho let zpátky, a částečně také vytvářet ukazatele výkonnosti, i když ERP systémy jsou silnější v analýze historických dat než ve vytváření ukazatelů dopředných.

## 4.4 APS systémy a výrobní moduly

Jelikož ERP systémy si kladou za cíl integrovat všechny oblasti činnosti podniku, od financí přes výrobu až po marketing, je jasné, že důraz na podporu plánování výroby oproti 60. letům 20. století poněkud upadl. Řešením jsou buď samostatně vyvíjené výrobní moduly získatelné jako volitelná součást ERP systému, nebo profesionální systémy, které se specializují přímo na plánování a řízení výroby bez snahy o uchování dat

nebo zpracování jiných - nevýrobních - údajů. Tyto profesionální systémy, vznikající zejména po roce 2000, se nazývají systémy pokročilého plánování výroby (APS, Advanced Planning and Scheduling) a navrací se k principům Toyota Production System, tentokrát podpořeným pokročilými matematickými algoritmy a logikou za účelem optimalizace nebo simulace plánování a rozvrhování s omezenými zdroji. Tyto techniky respektují zadaná omezení a podniková pravidla, provádějí plánování a rozvrhování v reálném čase a poskytují podporu pro rozhodování a propočty toho, co je možné zákazníkům slíbit.

Zjednodušeně jsou systémy pokročilého plánování jak software, tak proces používaný ve výrobním podniku k optimalizovanému přidělování výchozích materiálů a výrobních kapacit nutných k zajištění poptávky. [45]

Nespornou výhodou systémů APS jsou techniky zabývající se analýzou a krátkodobým, střednědobým i dlouhodobým plánováním logistiky a výroby, které umožňují manažerům více pohledů na situaci a její detailnější analýzu.

APS systém je vynikající pomůckou jak pro vytváření, tak pro sledování ukazatelů výkonnosti, protože vycházejí z dat uložených v ERP systému (obecně v jakémkoliv výrobním systému) a provádějí nad nimi automatické analýzy, které jsou typicky dopředné. To znamená, že na základě nahrané „konfigurace“ firmy (směnnost, kusovníky, postupy, normočasy, seznam vyráběných produktů a materiálů. . .) a při zohlednění aktuálního stavu výroby (informace o zákaznických objednávkách, výrobních zakázkách, úpravách postupů, odpisech výroby. . .) umí vypočítat budoucí vývoj a jeho možné komplikace. Pro účely ukazatelů výkonnosti lze z těchto údajů vybrat informace o budoucí spolehlivosti dodávek (termínová spolehlivost), potřebách kapacit, vývoji zakázek apod.

## Část II

# Dnešní metody vyhodnocování efektivity výroby

## 5 Plánování a řízení výroby

Abychom mohli plně porozumět možnostem ukazatelů výkonnosti v dnešních výrobních firmách, popíšeme v této kapitole stručně to, co si firmy představují pod pojmem plánování a řízení výroby. Jedná se o souhrn procesů, které mají za cíl co nejefektivněji dodat zboží zákazníkovi (ať už se pod pojmem efektivní rozumí rychlou, včasnou, levnou nebo třeba efektivně využívající zdroje – záleží na optice konkrétní firmy).

### 5.1 Logické dělení výrobních procesů

Na výrobu lze obecně nahlížet jako na řízenou přeměnu vstupů (dále označované jako zdroje) na materiálové výstupy, která se děje pomocí výrobního procesu. Výstupy (produkty), které jsou předmětem výroby, vzniknou přidáním hodnoty ke zdrojům, a jejich produkce by měla odpovídat tržní poptávce [12].

Pokud mluvíme o plánování a řízení výroby, nejedná se jen o samotný proces fyzické přeměny, ale o koordinaci všech procesů a činností, které se na výrobě podílí nebo ji ovlivňují. Plánování výroby má za cíl stanovení dlouhodobějšího výhledu činností všech složek, stanovení požadovaných výstupů, omezujících podmínek, rozsahu výkonů atd. V našem pojetí se jedná hlavně o plánování operativní, které vychází z reálných, plně poznávaných a ohodnocených zdrojů daného období, zpravidla časově krátkého. Toto plánování není na rozdíl od koncepčního založeno na vytváření dlouhodobých opatření, ta jsou pro něj již operacionalizovanou směrnicí, a vychází při jejím uskutečňování z již zhodnocených taktických alternativ. [12]

Řízení výroby přeměňuje tento plán v realitu, rozpracovává konkrétní postupy, operativně reaguje na překážky a měří odchylky od cílů. Zpětnou vazbu reportuje pomocí systémových informací plánování. Činnosti

podílející se na plánování a řízení výroby můžeme rozdělit do několika oblastí:

### 1. Příjem objednávky

Výrobu ovlivňuje už samotný příjem objednávek od zákazníků. Jaké produkty zákazníci požadují, v jakém množství a termínu. Pokud se neuřídí vstup objednávek do firmy, tj. jejich správné termínování, není možné optimalizaci samotné výroby tyto požadavky uspokojit. Požadavky zákazníků typicky rozdělujeme na

- Poptávku: Požadavek zákazníka na realizaci nějaké zakázky. Zákazníkovi je nutné poslat informaci o možném termínu a ceně, ale není jisté, zda zákazník objednávku zrealizuje. Řízení míry volných kapacit, které si firma ve výrobě drží právě na možnost překlopení poptávky v objednávku, je velice důležitým prvkem řízení výroby.
- Výhledy/forecasts: tyto dva pojmy často ve firmách splývají; jedná se o pravidelně aktualizované odhady požadavků od zákazníka na nějaké delší období.
- Objednávky: Jedná se o konkrétní závazné požadavky zákazníka na výrobu.

### 2. Zajištění zdrojů

Kontrola dostupnosti zdrojů by měla být prováděna již před příjmem objednávky, po jejím potvrzení by se měly jen aktualizovat požadavky na zdroje a zajistit chybějící. Za zdroje označujeme typicky:

- Materiály: Jedná se o materiálové vstupy, které se nakupují u externího dodavatele a mají svou dodací lhůtu.
- Polotovary: Jednoduché vyráběné produkty, které se dále opracovávají podle požadavků konkrétní objednávky. Výroba polotovarů váže zdroje, ale umožňuje rychlejší dodání zákazníkovi.
- Výrobní kapacity: Již při fázi poptávky je nutné ověřit dostupnost výrobních kapacit v požadovaném množství a čase (může se jednat i o externí výrobní kapacity realizované jako kooperace) a po příjmu objednávky je fixovat ve výrobě (objemově, nikoliv časově).
  - Kapacity rozdělujeme na lidské a strojní podle toho, zda je omezujícím prvkem jejich využití samotný stroj, nebo lidská obsluha. Ve firmách představených v experimentální části této práce se vyskytují omezení kapacit obou druhů, jsou ale v každé firmě přepočteny tak, aby byly porovnatelné.

Zajištění zdrojů v sobě integruje i zajištění dalších požadavků a poznatků potřebných pro výrobu - zajištění pracovníků, vytváření postupů, technologická příprava výroby, fungování skladů, zajištění podpory výroby (výkresy, nástroje, přípravky, metrologie... ) apod.

### 3. Řízení zdrojů

Po zajištění zdrojů je potřeba je správně uřídit. To v praxi znamená:

- Vydávat zdroje dle plánu: Zajistit, aby se na pracoviště nedostala jiná než plánovaná zakázka. Zabránit vydání materiálu jiné zakázce. Zabránit příliš brzkému spuštění zakázky do výroby (minimalizace rozpracovanosti).
- Zohlednit schopnosti pracovníků při zpracovávání zakázek.
- Zohlednit poměr seřizování a rozhodnout o rozdělení nebo naopak shluknutí zakázek za účelem minimalizace nevýrobních časů.
- Rozhodnout o poměru výroby na sklad/pro zákazníka.
- Provádět operativní evidenci výroby, tj. sledovat aktuální stavy skladů, rozpracovanost výroby (odpisy), evidenci neshod a zmetků.

#### 4. Komunikace se zákazníkem

Plán je potřeba neustále poměřovat s realitou a upravovat dle aktuálního stavu. Proto probíhá kontrola, zda se objednávky stíhají, či zda je třeba upozornit zákazníka na problém a domluvit s ním další postup. V této fázi by mělo též probíhat rozhodnutí, které objednávky budou v případě kapacitních problémů odsunuty s ohledem na zákaznické vztahy a finanční výhodnost.

Jak je vidět, plánování a řízení výroby není možné bez integrace dalších činností a účastníků, jako jsou zákazníci, dodavatelé, obchodní oddělení, nákupní oddělení, technologická příprava výroby, logistika.

Jakkoliv vypadá shrnutí základních požadavků na prováděné činnosti jednoduše, v málokteré firmě takto plánování skutečně vypadá. Vše totiž funguje dobře za předpokladu, že jsou veškeré prováděné kroky ihned aktualizovány v informačním systému (typicky se jedná o ERP systém – viz kapitola 4.3), aby byli všichni účastníci včas informováni o nových potřebách a úkolech. Při dnešní složitosti výroby, rychlosti, malosériovosti a neustálých změnách již není možné určit výrobu od určité velikosti firmy ručně.

### 5.2 Potřeba standardizace a centralizace dat

Plánování a řízení výroby, které bylo popsáno výše, stojí na potřebě funkční a aktuální datové základny. Bez odrazu reálných procesů a stavu v informačním systému není možné včas zachytit a zohlednit neustále se dějící změny v celém procesu a včas na ně reagovat.

Cílem standardizace je obecně snížení rozmanitostí, nahodilostí v řízeném procesu, stejně tak jako zajištění jednoznačnosti výkladu přijatých rozhodnutí, přístupů a prvků [12]. Výsledkem standardizačního procesu ve smyslu informačním stabilní, závazný předpis pro zachycení a popsání stejných skutečností stejným způsobem – nemůže tedy dojít k dezinterpretaci významu dat. Standardizace jde ruku v ruce s potřebou centralizace dat, tedy jejich uchováváním na jednom místě (nebo několika málo místech k tomu speciálně určených) a zajištěním jejich aktuálnosti a dostupnosti všem odpovědným pracovníkům.

Zvláště při volbě a nastavování vhodných KPI pro řízení firmy je potřeba získat nejprve naprostou jistotu v tom, že sledovaná a vyhodnocovaná data říkají přesně to, co si myslíme, a podávají co nejuplněnější výpověď o aktuálním stavu (někdy se nemusí jednat o realitu, ale její nejlepší odhad, např. odhad dodání materiálu před potvrzením objednávky dodavatelem).

### 5.3 Nové provozní prostředí a jeho výzvy

Dříve společnosti získávaly konkurenční výhodu pomocí specializace dovedností – ve výrobě, nákupu, distribuci, marketingu i technologii. Tím sice získávaly dílčí výhody, ale časem tyto lokální specializace vedly k enormní neefektivitě, propastem mezi odděleními a pomalým odezvám. Dnes panuje snaha procesy integrovat a zmenšovat rozdíly mezi různě efektivními procesy, protože ani nejefektivnější proces sám o sobě nemůže správně fungovat, pokud není napojen na zbytek systému. Propojení procesů se děje na různých úrovních [2]:

#### 1. Propojení se zákazníky a dodavateli

V industriálním věku měly společnosti se svými dodavateli a zákazníky poměrně vzdálené vztahy. Zákazník i dodavatel byly jakési nedosažitelné entity ve vnějším prostředí firmy, s nimiž je možná pouze omezená komunikace a jimi nastavené podmínky jsou neměnné.

Dnes technologie umožňují organizacím integrovat nákupní, výrobní a expediční procesy tak, že potřebné dílčí úkony jsou automaticky odstartovány příjmem či změnou zákaznické objednávky, nikoliv vytvořením vnitřního výrobního plánu, který tlačí produkty a služby hodnotovým řetězcem. Integrovaný systém, kde tah probíhá od zákaznických objednávek přes výrobu k dodavatelům surového materiálu, umožňuje všem organizačním jednotkám v rámci hodnotového řetězce realizovat enormní zlepšení nákladů, kvality a doby odezvy.

## 2. Zákaznická segmentace

Dříve společnosti prosperovaly nabídkou levných a standardizovaných produktů a služeb. Jakmile zákazníci nasýtí své základní potřeby týkající se obecně ošacení, přístřeší, jídla a dopravy, chtějí více individualizovaná řešení šitá jim na míru. Dnes se společnosti musí naučit nabízet zakázkové produkty a služby rozličným zákaznickým segmentům, aniž by zvyšovaly náklady za zvýšení počtu variant a snížení objemu.

## 3. Globální měřítko

Hranice země již nejsou bariérou pro konkurenci více efektivních a pružných zahraničních společností. Firmy v každém státě dnes běžně soutěží s nejlepšími firmami na světě. Velké investice plánované pro nové produkty a služby mohou být ospravedlněny jen při odpovídající návratnosti od zákazníků po celém světě. Společnosti musí kombinovat efektivitu a preciznost globálních procesů s marketingovým zaměřením na lokální zákazníky.

## 4. Inovace

Životní cyklus produktů se nadále zkracuje. Konkurenční výhoda v jedné generaci produktu není zárukou prodejnosti produktu novější generace. Společnosti soutěžící v oborech, kde dochází k rapidním technologickým inovacím, musí být mistři v předvídání budoucích přání zákazníka, vymýšlení nabídky převratných nových produktů a služeb a v rychlém zapojování nových technologií do účinných procesů a celkové dodávky služeb. I pro společnosti pohybující se v oborech s relativně dlouhými životními cykly produktů je neustálé vylepšování procesů a funkčnosti produktů klíčové pro dlouhodobý úspěch.

## 5. Znalosti pracovníků

Dříve spadali pracovníci ve firmách velmi zjednodušeně do dvou kategorií. Intelektuální elita (manažeři, inženýři) využívala analytické znalosti k vytváření produktů a procesů, výběru a řízení zákazníků a dohledu nad každodenními operacemi. Dělníci byli ti, kdo skutečně vyráběli produkty nebo dodávali služby, a vykonávali úkoly a procesy pod přímým dohledem inženýrů a manažerů. Na konci 20. století automatizace a produktivita zredukovala procento lidí, kteří v organizacích zastávali tyto tradiční pracovní funkce, zatímco konkurenční nároky zvýšily počet lidí vykonávajících analytické funkce – inženýrství, marketing, management a administraci. Dokonce i pracovníci zahrnutí v přímé produkci a dodávce služeb jsou vybízeni ke zlepšování procesů a jsou ceněni pro své návrhy na zlepšení kvality, snížení nákladů a snížení výrobních časů. Jak řekl manažer z firmy Ford: „Stroje jsou vytvářeny za účelem, aby fungovaly samostatně. Úkolem lidí je přemýšlet, řešit problémy a zajistit kvalitu, nikoliv sledovat součástky na pásu. Na lidi pohlížíme jako na řešitele problémů, nikoliv jako na variabilní náklady. [2]“

Dnes musí všichni zaměstnanci přidávat hodnotu tím, co znají a umí, a informacemi, které mohou poskytnout. Investice, řízení a zvyšování znalostí každého zaměstnance je zásadní pro úspěch společnosti v dnešní informační době. Jak se organizace pokoušejí transformovat, aby v budoucnu úspěšně čelily konkurenci, obracejí se k množství zlepšovacích iniciativ, které budou dále podrobněji rozepsány. Cílem těchto programů není postupné zlepšování nebo přežití, ale nárazový velký výkon, který organizaci umožní uspět v informačním věku [2]. Bohužel jsou tyto programy často neúplné a roztříštěné, takže nemohou být spojeny se strategií organizace ani s dosažením specifických finančních a ekonomických výsledků. Průlom ve výkonu vyžaduje velké změny, které zahrnují změny v měřících a řídicích systémech společností. Zvýšení konkurenceschopnosti, dovedností a technologického náskoku nemůže být dosaženo jen monitorováním a kontrolováním finančních měřítek z minulosti.



## 6 Ukazatele výsledků a výkonnosti

### 6.1 Definice výkonnosti a její ukazatele

Existuje spousta metod měření výkonnosti podniku, které měří výkonnost z hlediska různých ukazatelů podle toho, jak je pro danou metodu výkonnost definována. Obecněji je dnes výkonnost popisována jako „závěrečný test jakékoliv organizace“ [14], „schopnost podniku zhodnocovat vložený kapitál“ [15], „výsledek organizované činnosti konkrétních lidí, kteří spojili své síly a prostředky k dosažení jasně definovaných cílů“ [16], nebo například „míra dosahovaných výsledků jednotlivci, skupinami, organizací i procesy“ [62]. Měření výkonnosti pak znamená porovnání aktuálně dosaženého stavu se stavem cílovým, jehož dosažení jsme si předsevzali.

**Existují tři typy měřítek výkonnosti:**

- Klíčové ukazatele výsledků (key results indicators, KRI) reportují dosažené výsledky
- Ukazatele výkonností (performance indicators, PI) sdělují, co je potřeba udělat
- Klíčové ukazatele výkonnosti (key performance indicators, KPI) sdělují, co je potřeba udělat pro dramatické zvýšení výkonnosti [1]

Nejběžněji se výkonnost měří pomocí finančních ukazatelů, protože finanční stránka bývá ve firmách nejlépe zmapovaná pomocí účetních dokladů, výkazů a zpráv. Jedná se o ukazatele jako obrat, zisk, poměrové ukazatele (rentabilita, likvidita, aktivita a zadluženost), porovnání s konkurencí v daném odvětví, velikost tržního podílu a další.

Finanční ukazatele jsou jednoznačné, jasně definované a umožňují rychle odhadnout celkový stav a výkonnost firmy z vnějšího pohledu, avšak nejčastěji se v jejich případě jedná o ukazatele výsledků. Ukazují minulé výsledky, které lze spolu porovnávat a zjistit, zda současná strategie vede k jejich zlepšení nebo zhoršení. [1, 72]

Měřítka, mapující hlediska výkonnosti organizace nejkritičtější pro současný a budoucí úspěch firmy, nazýváme klíčové ukazatele výkonnosti [1, 17, 3]. Jsou to ukazatele více zaměřené na hodnocení procesů a ukazují na místa, která jsou klíčová jak pro celkové výsledky (např. celkový počet dodaných produktů), tak pro lokální optimalizaci vnitřních procesů (např. rozpracovanost výroby).

Nutno poznamenat, že ne všichni autoři se shodují na významu finančních měřítek pro měření výkonnosti procesů. Zatímco Parmenter [1] říká, že pokud je ukazatel finanční, není to ukazatel výkonnosti. Naopak např. Nenadál [62] radí pro větší srozumitelnost převádět měřené hodnoty na peníze. Mluví ale o aktuálních finančních ukazatelích měřitelných na denní bázi - například poměr dosavadních nákladů na zpracování zakázky ku celkovým odhadovaným nákladům - kdy je možné operativním zásahem průběh situace ještě změnit.

Při měření výkonnosti se v této práci zaměříme na výrobní ukazatele, a to takové, které mají souvislost se včasným dodáním objednávek zákazníkům, což je pro nás klíčovou metrikou úspěšnosti firmy. Podrobněji se tomu budeme věnovat v kapitole 9.1.

#### 6.1.1 Klíčové ukazatele výsledků

Tato měřítka řadíme mezi zpětná, jsou výsledkem mnoha činností. Ukazují výsledky z minulosti, které lze spolu porovnávat a zjistit, zda současná strategie vede k jejich zlepšení nebo zhoršení. Neříkají ale nic o tom, co je třeba udělat, aby došlo ke zlepšení výsledků. Informace, které klíčové ukazatele výsledků poskytují, lze s úspěchem použít pro rychlé představení vývoje a aktuálního stavu představenstvu, protože pokrývají delší časový úsek a jsou přezkoumávány v měsíčních až čtvrtletních cyklech. Neposkytují však detailní informace nutné pro kompletní porozumění aktuálnímu stavu. [1]

Příkladem může být ukazatel spokojenosti zákazníka. Jedná se určitě o ukazatel výsledku na základě výše uvedeného popisu, ale sám o sobě je nedostačující pro provedení opatření. Pokud byla například minulý

měsíc spokojenost zákazníků 80 % a celkový počet zákazníků byl 5 (4 spokojeni, 1 nespokojen), zatímco tento měsíc je spokojenost 0 % a počet zákazníků 1 (1 nespokojen), je třeba se zaměřit i na ukazatel počtu zákazníků a nevyvozovat závěry z propadu spokojenosti o 80 %. Jakkoliv zní tento příklad triviálně, s jeho obměnami se lze ve výrobních firmách často setkat.

V řízení výroby se setkáváme se standardními ukazateli normativní základny (normy spotřeby času, průběžné doby výroby, výrobní takt a rytmus...), nákupními ukazateli (množství nakupovaného materiálu, náklady na pořízení...), ukazateli jakosti (počet neúplných dodávek, četnost škod v materiálovém toku, podíl zásob v nedokončené výrobě).

Ačkoliv výrobní ukazatele slouží k hodnocení úrovně systému řízení výroby a fyzického toku výrobního procesu, úskalí v použití výrobních ukazatelů je podobné jako u ukazatelů výsledků celkově:

- Existence příliš mnoha ukazatelů, jejichž vypovídající schopnost je nízká nebo vede k jejich překrývání.
- Chybně vytvořené ukazatele, které neumožňují jednoznačné stanovení a požadované srovnání.
- Nedostatečná konzistentnost ukazatelů, která nevyklučuje jejich protikladnost. Jestliže jsou použity veličiny, mezi kterými neexistuje žádná závislost, může být negativně ovlivněno vlastní rozhodování tam, kde jsou využívány.
- Ovlivnitelnost ukazatelů a možnost zkreslení. [1]

### 6.1.2 Ukazatele výkonnosti

Ukazatele výkonnosti jsou měřítka, která nějak zohledňují budoucí vývoj. Na rozdíl od ukazatelů výsledků jsou sledovány mnohem častěji, a to denně nebo dokonce on-line. Liší se i svým použitím, zatímco ukazatele výsledků jsou důležité zejména pro představenstvo a investory, řídicí management potřebuje mnohem jemnější informace pro denní řízení a rozhodování [1]. Měření výkonnosti slouží k získání informací, které jsou žádoucí pro operativní řízení procesů. Informace, které pracovníci řídicí proces dostanou pozdě, nemají žádnou hodnotu (na rozdíl od ukazatelů výsledků, které výpovědní hodnotu mají pořád, ale nelze je použít k operativnímu řízení).

Při měření výkonnosti procesů vycházíme z jejich charakteru a lze jen těžko paušalizovat, jak by takové měření mělo vypadat. Přesto lze definovat společné základy pro měření různých procesů [62]:

- Když chceme změnit výstupy procesu, musíme změnit jeho výkonnost. A abychom mohli výkonnost změnit, musíme ji znát.
- Měření výkonnosti procesů nemá význam samo o sobě, musí být navázáno na stanovené cíle. Stanovený cíl není měřen jen aktuálním stavem příslušného procesu a mírou jeho přiblížení stanovenému cíli. V návaznosti na tento cíl jsou stanoveny dílčí ukazatele výkonnosti pro jednotlivé útvary, tedy jejich vlastní „malé“ cíle, které podporují hlavní vytyčený cíl organizace.
- Aby bylo měření výkonnosti procesů efektivní, musí splňovat požadavky na:
  - validitu (ve smyslu důvěryhodnosti informací)
  - úplnost - postihnout všechny významné aspekty průběhu a realizace procesů
  - dostatečnou podrobnost - měřit nejen výstupy procesů, ale i jejich dílčí prvky
  - dostatečnou frekvenci - nízká četnost měření může vést ke zkreslení údajů
  - požadovanou přesnost - nejde ani tak o absolutní přesnost jednotlivých měření, jako o poznání skutečných trendů ve vývoji
  - možnost odhalení mezer výkonnosti - pokud v měření výkonnosti dochází k odchylkám, je nutné umět vysvětlit aspoň 80 % těchto odchylek

- správné načasování měření - důležitá je rychlost, s jakou se informace dostanou k vlastníkovi procesu
- stálost dat v čase - hodnoty ukazatelů nesmí být závislé např. na změně sortimentu, objemu produkce, cen apod. a musí existovat možnost porovnání aktuálních hodnot s předchozími.
- snadná srozumitelnost informací - musí být lehce interpretovatelné
- odpovědnost za výsledky měření - existuje konkrétní pracovník, který procesy měří, má za měření zodpovědnost a má pravomoc vstupovat do jejich realizace

Některé ukazatele samozřejmě souvisí s jedinečnými procesy, jejichž výkonnost měří. Existují ale i univerzálnější ukazatele, které se dají využít pro různá měření. Patří sem například:

- Počet spuštěných zakázek ve výrobě
  - Dává managementu přehled o tom, jakou zásobu práce výroba má. Pokud je počet spuštěných zakázek příliš velký, nemá cenu spouštět nic dalšího a naopak je potřeba zvýšit rychlost jejich zpracování. Pokud je počet zakázek příliš nízký, na pracoviště nedotéká potřebný objem práce a výroba takzvaně vyhladoví. Cílem vedení je tedy udržovat tuto hladinu na optimální úrovni, nikoliv toto číslo absolutně zvyšovat či snižovat.
- Průběžná doba procesu
  - Je to doba, která uplyne od přijetí vstupů do procesu až po odvedení výstupů.
- Efektivní využití doby procesu
  - Jedná se o poměr skutečného času potřebného k vykonání procesu a celkového času. Jeho ekvivalentem ve výrobě je třeba index přidané hodnoty (VAI, value added index), který vypočítává celkovou potřebnou náročnost výroby produktu ku celkovému času od spuštění výroby až po její ukončení.
- Celkové náklady na proces
  - Vyjadřují podíl neshod v procesu nebo efektivitu využití nákladů vzhledem k neshodám.

### 6.1.3 Klíčové ukazatele výkonnosti

Měřítka mapující hlediska výkonnosti organizace, která jsou nejkritičtější pro současný a budoucí úspěch firmy, nazýváme klíčové ukazatele výkonnosti. Jsou podmnožinou ukazatelů výkonnosti, kterých je typicky několiknásobně více. [3, 1, 2]

Tyto ukazatele mají operativní povahu (jako ukazatele výkonnosti obecně) a slouží k pochopení, sledování, předvídání a zlepšování klíčových výsledků společnosti. [62]

Některé „typické“ ukazatele výkonnosti a požadavky na ně jsou uvedeny v kapitole 6.1.2. Cílem této práce bude z vybraných ukazatelů výkonnosti vybrat ty klíčové s ohledem na hlavní cíl - zvýšení termínové spolehlivosti (která je pro nás hlavním klíčovým ukazatelem zdraví firmy). Nelze jednoduše paušalizovat, které z uváděných ukazatelů jsou ty klíčové, nebo které by se ve firmách měly časov využívat. Označení konkrétních ukazatelů jako klíčových se brání i autoři, kteří jejich důležitost popisují (např. [1, 28, 4, 12, 26, 3, 2, 61, 59, 62]). Domníváme se, že jsou pro to dva hlavní důvody:

- Každá firma je natolik jedinečná, že nemůže jednoduše přejmout KPI jiné firmy, byť podobné. Drobné odchylky v procesech mohou způsobit, že volba KPI bude nejen nevhodná, ale přímo škodlivá, viz kap. 8.
- Důležitější než získání KPI je cesta k jejich nalezení. Díky ní totiž dojde ke zmapování firemních procesů a hledání kořenových příčin problémů v souladu se strategiemi popsány v kapitole 7.2.

V následujících odstavcích se budeme KPI věnovat detailněji a popíšeme způsob, jak je hledat.

## 6.2 Charakteristiky KPI

Pro správný výběr KPI je třeba určit mantinely, ve kterých má smysl o nich uvažovat, aby nedošlo k záměně s ukazateli výsledků, volbě špatně měřitelných ukazatelů a podobně. Parmenter definuje 7 charakteristik, které musí klíčové ukazatele výkonnosti splňovat [1].

1. KPI nesmí být finančním měřítkem (v takovém případě se velmi pravděpodobně jedná o ukazatel výsledků)
2. KPI musí být měřeno opakovaně v předem určených intervalech, a to v rozmezí od sekund do jednoho týdne. Méně časté vyhodnocování zamezuje rychlé a efektivní reakci a pouze zpětně ukazuje stav nějakého parametru. KPI jsou naopak orientovaná na současnost nebo budoucnost.
3. Měření ukazatele musí být neustále na očích a pravidelně vyhodnocovány. Jsou klíčové pro celé vedení a soustředí se na ně i neustálá pozornost generálního ředitele, který okamžitě kontaktuje příslušného pracovníka v případě, že se nějaké KPI nevyvíjí podle jeho představ.
4. Je vyžadováno, aby význam zvoleného měřítka a příslušných nápravných opatření chápali všichni pracovníci.
5. Každé KPI se váže ke konkrétní osobě či týmu, kteří jsou za něj zodpovědní. KPI týmu rovnou napovídá, jaká opatření je třeba provést (např. ukazatel zpoždění u konkrétní objednávky napovídá oddělení expedice, že je pro tuto objednávku potřeba sehnat urgentní dopravu). Pokud je nějaký ukazatel výsledkem práce mnoha lidí nebo týmů, nemůže být klíčovým ukazatelem – příkladem je ukazatel výnosu z vloženého kapitálu.
6. KPI má značný dopad. Ovlivňuje většinu hlavních kritických faktorů úspěchu a více než jedno hledisko balanced scorecard (viz kap. 7.1).
7. Dopad KPI je pozitivní, zlepšení daného KPI pozitivně ovlivní všechna ostatní měřítka výkonnosti. Například zajištění včasnosti dodávek mateřského materiálu pozitivně ovlivní i zákaznickou spolehlivost.

## 6.3 Volba KPI

Pokud má dojít ke zlepšení kvality, doporučuje Parmenter [1] měřit řadu iniciativ (akcí), které proběhnou v reálném čase v blízké budoucnosti (do jednoho měsíce), například počet jednání s klíčovými zákazníky v příštím týdnu.

Metoda Balanced Scorecard doporučuje nejvýše 10 KPI [2]. Ukazatelů výkonnosti by mělo být samozřejmě více, v závislosti na organizační struktuře firmy, odlišnosti odvětví apod. Parmenter doporučuje pravidlo 10/80/10, tedy 10 KRI, 80 PI a 10 KPI. KRI sledují několik základních parametrů a vypovídají o tom, jak si v nich společnost dlouhodobě vede. PI ukazují, co je potřeba udělat. KPI jsou výběrem těch nejdůležitějších PI a ukazují, co je třeba udělat pro dramatické zvýšení výkonnosti (kam se především zaměřit). [1]

KPI je potřeba měřit ve správnou dobu a vyhodnocovat pravidelně. Nemá význam snažit se dnes interpretovat několik dní staré KPI, jak plyne i z jeho definice. Naopak je potřeba je připravovat a vyhodnocovat v reálném čase, a to i v případě, že jsou měřena v hrubších intervalech (např. při týdenním vyhodnocování počtu zpožděných zakázek je potřeba mít k dispozici i denní přehled, aby bylo v případě potřeby možné včas reagovat).

Do KPI je vhodné zařadit i měřítka výkonnosti zaměřená na dokončování, například počet a seznam projektů probíhajících se zpožděním, neprovedených výrobních operací apod. Už jen samotné vědomí, že jsou tato data managementem denně či týdně prověřována, způsobí převrat v dokončování projektů (ať už ve smyslu lepšího dodržování termínů nebo třeba v prověření zadávání nesmyslně krátkých termínů).

## 6.4 Implementace KPI

Více než na podstatě samotné strategie změny je při vývoji a využití KPI na pracovišti zásadní, jak je tato změna zavedena a implementována. Pokud je na iniciativy v oblasti měření pohlíženo jako na manažerský řídicí aparát určený výhradně pro vedení, mají zaměstnanci tendenci reagovat na implementaci měřítek výkonnosti s nedůvěrou a měření může dokonce skončit nepříznivě, pokud se zaměstnanci plánovaným výstupům vyhýbají (zejména v případě drastických sankcí při neplnění KPI). Je třeba zvolit přístup k měření výkonnosti, který je konzultační, podporuje partnerství a uvádí v soulad schopnosti a odpovědnost pracovníků.

Pro úspěšný vývoj a využití KPI na pracovišti jsou třeba čtyři základní kameny [1]:

### 1. Partnerství

Zlepšení výkonnosti vyžaduje vybudování efektivního partnerství mezi vedením, představiteli místních zaměstnanců, odborovými svazy, hlavními zákazníky a hlavními dodavateli. Je nutné, aby všechny zainteresované strany uznaly, že:

- Organizační a kulturní změna vyžaduje vzájemné pochopení, akceptování nutnosti provést změnu a akceptovat způsob její implementace (shoda na problému a jeho řešení).
- Proces implementace změny musí být podpořen udržováním efektivních konzultačních programů zejména mezi zaměstnanci a jejich představiteli.
- Vývoj strategie pro zavádění nejlepších praktik a KPI musí být společný.

### 2. Přesun moci do přední linie

Ke zlepšení výkonnosti významně napomáhá větší autonomie zaměstnanců a jejich zmocňování pro zlepšování KPI. Zejména to platí u zaměstnanců v operativní „přední linii“. Pro tento krok je důležité následující:

- Zajištění efektivní komunikace směrem nahoru i dolů a snadná dosažitelnost informací.
- Zmocňování zaměstnanců v přední linii k provádění opatření dle svého uvážení za účelem zlepšení KPI.
- Přenesení odpovědnosti na týmy, aby si mohly zvolit a vypracovat vlastní měřítka výkonnosti.
- V organizaci podporovat a zajišťovat školení týkající se zlepšování.

### 3. Integrace měření, vykazování a zlepšování výkonnosti

Pro měření výkonnosti a vykazování výsledků o výkonnosti musí být vyvinuta integrovaná struktura, která bude umožňovat pravidelné vypracování výkazů o událostech. Výkazy musí podporovat kritické faktory úspěchu a vést k nějakému konkrétnímu opatření.

Kritické faktory úspěchu (z anglického Critical Success Factors, CSF) jsou klíčové faktory, které mohou znamenat selhání či naopak úspěch. Jde o jednoduchou analytickou techniku, která se používá v modelování organizace a jejího fungování a je výrazně analogická Paretovu pravidlu (20 % příčin způsobuje 80 % výsledků) či pravidlu úzkého hrdla (viz kapitola 7.3) [12, 56].

V souladu s pojetím CSF je plně postačující vymezit a vybrat pouze ty fenomény (faktory), které jsou nejpodstatnější pro úspěch organizace nebo nějakého konkrétního záměru či plánu. [55]

Naprostě zásadní je zajistit pozitivní vnímání měření výkonnosti zaměstnanci podniku, zejména důrazem na zvyšování dlouhodobé spokojenosti zaměstnanců. Pro integraci zlepšovacích procesů je důležité:

- Akceptovat, že vývoj strategií pro zlepšování výkonnosti a jejich měřítek je dlouhodobý iterační proces. Strategie je neustále usměrňována podle poznatků pověřených týmů.

- Vylepšovat vykazování výsledků tak, aby bylo stručné, včasné, s malou náročností zpracování a bylo zaměřené na rozhodování.

#### 4. Propojení KPI se strategií

Aby měla měřítka výkonnosti význam, je potřebné jejich propojení s aktuálními kritickými faktory úspěchu a se strategickými cíli organizace. Dle Parmentera je zásadní věnovat více času sdělování vize, poslání a hodnot organizace, a definovat je tak, aby na nich vedení i kolektiv pracovníků každý den instinktivně pracovali. Kromě toho musí mít organizace propracovanou strategii, která navazuje na 6 hledisek metody balanced scorecard (která je detailněji popsána v kap. 7.1), a definované kritické faktory úspěchu, které identifikují oblasti rozhodující o prospěchu a dynamičnosti organizace.

Správně stanovené kritické faktory úspěchu významně usnadňují nalezení správných KPI, protože ty na nich spočívají.

Propojení strategie organizace a měřítek výkonnosti vyžaduje následující:

- Měřítka výkonnosti jsou odvozena z kritických faktorů úspěchu (ty jsou tedy určeny dříve).
- Metodika balanced scorecard musí být náležitě pochopena všemi interesovanými osobami.
- KPI, PI a KRI, které organizace používá, by měly být skloubeny a měly by existovat zjevně společné souvislosti mezi nimi, které se dokumentují a sdělují interesovaným stranám. Poté, co organizace promyslí a případně upraví znění svého poslání, vize a strategie, definuje své kritické faktory úspěchu a na jejich základě vytvoří svá vítězná KPI, měla by dle Kaplana a Nortona implementace vítězných KPI trvat 16 týdnů [2].

## 7 Metody, které se zabývají zvyšováním výkonnosti

Podniky na celém světě si uvědomují, že stávající postupy sestavování rozpočtu, které se používají již od dob starých Římanů, jsou nevyhovující. Postup sestavování rozpočtu je vnímán spíše jako brzda managementu než jako něco prospěšného, jak potvrdil i mezinárodní průzkum vedoucích finančních oddělení v roce 1998 [4]. Jak uvádějí Hope a Fraser v rámci své strategie Beyond Budgeting [3], rozpočtování je velmi nákladný proces s malou hodnotou, který navíc limituje fungování organizace. Správně zvolené KPI a zmocnění pracovníků, aby jednali za účelem zlepšení KPI, vykazuje lepší výsledky než klasická tvorba rozpočtu. To samozřejmě neznamená, že by organizace neměla rozpočet vytvářet vůbec. Parmenter například doporučuje na základě strategie Beyond budgeting nastolit režim čtvrtletně aktualizovaného plánování, kdy vedení předkládá své výdajové požadavky na příštích 18 měsíců a usiluje o schválení výdajů na příští tři měsíce [1]. I tento režim je ale potřeba doplnit o denní a týdenní hlášení, aby mělo vedení možnost pružně reagovat na nastalou situaci.

Mnohem efektivnější než proces ročního plánování je strategie sledování KPI a její osvojení a podpora napříč všemi pracovníky firmy. Bez správných ukazatelů výkonnosti si nemůže ani sebelepší manažer být jist tím, že firmu řídí tím nejlepším možným způsobem. Stejně jako pilot letadla potřebuje celou sadu ukazatelů, které vyhodnocuje a pomocí nich dokáže úspěšně dostat letadlo z bodu A do bodu B, tak i manažer potřebuje sadu nástrojů, která je úplná a která mu umožní úspěšně expedovat objednávky zákazníkům. Přesto není neobvyklé, že si manažeři z celé baterie ukazatelů vyberou jeden, na který se zaměří (např. množství materiálu na skladech) a ostatní opomíjejí. A někdy si dokonce vyberou ukazatele, které se cíle týkají nepřímo nebo vůbec - řídit se loňskou výsledkovou může být podobné jako řídit letadlo pomocí informace o počtu prodaných letenek.

Přehled metod uvedených v této kapitole slouží k orientaci v přístupech, s jakými se dnes typicky ve výrobě setkáváme. Ačkoliv některé z metod jsou již starší a mají kořeny v polovině 20. století, jsou díky stálé inovaci pořád vysoce aktuální. Při vyhodnocování ukazatelů, jejichž hodnoty jsou v praktické části měřeny pro

několik firem, se zaměříme právě na odchylky od přístupů zmiňovaných v této kapitole. Mnohé podniky se snaží filozofií těchto metod řídit s větším či menším úspěchem, ale často se orientují spíše na jejich jednotlivé body než na celou strategii, což vede k fatálním chybám v plánování a řízení výroby.

## Dnešní požadavky na ukazatele výkonnosti

Výrobní úloha průmyslu záleží v řešení dvou spjitých funkcí: co nejkratší průběžné doby výrobku a co nejvyššího využití výrobních zdrojů (lidí, techniky, materiálu atd.). V tržní kapitalistické ekonomice se k tomu přidávají ještě dvě další funkce, a to co nejlepší využití pojítka trhu a zvyšování hodnoty výrobního aparátu jakožto kapitálu. [52]

Má tedy smysl hledat takové ukazatele výkonnosti, které popisují míru dosažení výše uvedených cílů. V posledních několika málo letech je v českých firmách v souvislosti s velkým ekonomickým růstem velkou poptávkou zvýšený tlak na protažení co největšího objemu výroby v co nejkratším čase a ostatní cíle leží trochu v pozadí. Dá se ovšem očekávat, že v souvislosti pravděpodobným budoucím poklesem trhu [54] získají opět ukazatele popisující využití zdrojů a propojení s trhem opět na významu.

### 7.1 Balanced scorecard (BSC)

Na základě frustrace z nedostatečnosti finančních měřítek pro řízení firmy a absenci jiných (nefinančních) ukazatelů vznikla v roce 1990 iniciativa, kdy zástupci různých společností napříč odvětvími pracovali na vzniku nového systému měření výkonu. Domnívali se, že závislost na finančně-výkonnostních měřeních potlačuje schopnost firmy vytvořit budoucí ekonomickou hodnotu [2]. Využívané ukazatele jsou užitečné pro zpětný pohled, ale brání aktivnímu podnikání rychlých strategických kroků.

Navíc většina organizací překvapivě neprovazuje měření se strategií. Snaží se sice zlepšit výkon stávajících procesů (snížení nákladů, zvýšení kvality, kratší reakční doby), ale neumí/nesnaží se identifikovat procesy, které jsou opravdu strategické a zajišťují úspěch společnosti. Volba správných měřítek je ale pro úspěch strategie firmy nezbytná. [5]

Základem vyvinuté metody byla tzv. Corporate scorecard (volně přeloženo karta pro měření výkonu společnosti) používaná společností Analog Devices, která obsahovala kromě tradičních finančních měřítek také výkonnostní měřítka vztahující se k zákaznickým dodacím lhůtám, kvalitě a opakování výrobních procesů a efektivitě vývoje nových produktů. Tato karta byla postupně rozšířena na „balanced scorecard“ (volně přeloženo vyváženou kartu pro měření výkonu).

Název metody (balanced) se odkazuje na vyváženost mezi krátko- a dlouhodobými cíli, mezi finančními a nefinančními měřítky, vůdčími indikátory zpoždění a mezi externími a interními hledisky výkonnosti. Nejde jen o systém měření, ale i o sdělování nových strategií společnosti, tedy odhlédnutí od krátkodobého soustředění na snížení nákladů a cenovou konkurenci a naopak zvýšené soustředění na vytváření nových příležitostí růstu pomocí nabídky customizovaných produktů a služeb s přidanou hodnotou pro zákazníka. [2]

Kaplan a Norton uvádějí ve své práci [2] celkem 6 hledisek uceleného měření výkonnosti:

- Finanční hledisko
- Hledisko zákazníka
- Hledisko životního prostředí
- Interní hledisko
- Hledisko spokojenosti zaměstnanců
- Hledisko učení se a růstu

Těmito hledisky měření výkonnosti balanced scorecard pokrývá i všechny otázky finanční rozvahy [1, 2].

Balanced scorecard umožňuje strategii nejen vyjasnit a dobře sdělovat, ale i řídit. Strategie stanovuje směr, kterým se má firma ubírat, i cíle, kterých má dosáhnout. Z těchto cílů jsou následně odvozeny dílčí cíle, a to až na úroveň jednotlivých oddělení, které se na dosažení cílů a dílčích cílů budou podílet. Posledním krokem je stanovení metrik, pomocí kterých se vyhodnocuje, zda a jak moc se společnost blíží dosažení stanovených cílů a z toho vyvodit závěry a potřebné změny ve strategii. [26]

Jakkoliv původně vznikla jako vylepšený systém měření, stalo se z ní jádro systému používaného managementem. Využívá se jako organizační rámec pro manažerské procesy (stanovení cílů jednotlivců i týmů, kompenzace, přiřazení zdrojů, rozpočtování, plánování, strategická zpětná vazba a učení).

## 7.2 Štíhlá výroba (Lean production) a Toyota Production System (TPS)

Po 2. světové válce nastala velká poptávka po americkém zboží. Přes vysoký výkon produkce ale nevedlo zvýšení poptávky ke zvýšení kvality a fordovská uniformní pásová výroba neumožňovala zvládnout zvýšené nároky. Místo toho další zlepšování výroby stagnovalo a dokonce došlo k poklesu kvality. Jiná situace byla v Japonsku, které bylo po válce zdevastované a pokoušelo se o znovuoživení své výroby. Za účelem postavení výroby na nohy byl v roce 1947 poslán do Japonska W. E. Deming, který tam přijel s myšlenkou statistické kontroly produkce a později na ní vystavil proces, který upozornil manažery na nutnost zásahu do výrobního procesu v případě problému. Japonské kultuře velmi vyhovoval důraz na kvalitu, odbornost a princip učení se a rozšířili Demingovu myšlenku daleko za hranice statistické kontroly produktů. Vznikla celá nová koncepce plánování a řízení výroby s ohledem na její „štíhlost“, čímž se myslí jak redukce všech nadbytečných potřeb fyzických i procesních a zamezení plýtvání. [9, 52, 8]

Inženýři firmy Toyota vypracovali mezi lety 1948 a 1975 systém prvků, které dohromady tvoří páteř celého systému, v 70. letech pojmenovaného Toyota Production System (TPS), a které jsou dodnes ctěny a implementovány (nejen) výrobními firmami po celém světě. Systém TPS, z něhož se později vyvinul Lean Production System, vznikl jako snaha napodobit úspěšný americký průmysl a dosáhnout jeho síly. Reprodukovat úspěchy hromadné výroby Ford Motor Company ale nebylo v podmínkách zničeného poválečného Japonska myslitelné, zejména z důvodu základního předpokladu tohoto systému – počáteční investice do ohromných skladových zásob. Toyota se proto rozhodla přizpůsobit fordovské principy svým možnostem, což v oblasti materiálových zásob způsobilo naprostý převrat – místo držení skladových položek omezila své sklady téměř na nulu. Materiály a polotovary potřebné pro výrobu a montáž začala objednávat od dodavatelů tak, aby dorazily přesně v okamžik potřeby (strategie známá jako Just-in-Time). Spolu se systémem Kaizen, v překladu „neustálé zlepšování“, tvoří strategie Just-in-Time dva základní pilíře štíhlé výroby (Lean). [31]

Zásady koncepce firmy Toyota lze řadit do 4 oddílů [59]:

- **Dlouhodobá filozofie** cílí na neustálé dodávání hodnoty zákazníkům, adaptaci prostředí a zlepšování se. Musí být podkladem pro manažerská rozhodnutí i na úkor krátkodobých finančních cílů.
- **Správný proces** přinese správné výsledky. Má klíčový význam pro dosažení nejlepší jakosti s nejnižšími náklady, vysokou bezpečností a morálkou. Právě proces je klíčem k odstraňování ztrát a obecně plýtvání (japonsky muda).
- **Přidávání hodnoty organizaci** pomocí rozvíjení vlastních lidí a partnerů pomáhá vychovávat osobnosti, které žijí filozofií firmy.
- **Nepřetržitě řešení nejhlubších problémů** podněcuje organizační učení prostřednictvím kaizen. Rozhodnutí je potřeba přijímat pomalu na základě široké shody, implementovat se ale musí rychle.

Některé prvky plynoucí z filozofie TPS jsou vysoce neintuitivní a obzvláště v kritických obdobích, kdy je nutné operativně zachraňovat situaci ve výrobě, se mohou jevit kontraproduktivní. Ve spoustě případů prezentova-



ných v experimentální části na vybraných firmách by ale důsledné dodržování štíhlosti procesů zajistilo lepší termínovou spolehlivost.

Příklady neintuitivních opatření jsou [59]:

- Někdy je tím nejlepším opatřením zastavit stroj a přestat vyrábět díly. Předejde se tím nadvýrobě, která je považována za plýtvání.
- Nejlepším krokem může být vytvoření zásoby hotových výrobků, aby se vyrovnal harmonogram výroby, než vyrábět podle rozkolísaných objednávek zákazníků.
- Výběrovým způsobem zvyšovat režijní náklady a nahradit jimi přímé náklady práce. Znamená to poskytnout dělníkům ten nejvyšší servis pro výkon jejich práce - stejným způsobem, jako je zajištěna podpora nejlepších chirurgů.
- Nemusí být prioritou vyrábět díly co nejrychleji, ale pouze tempem, které odpovídá poptávce zákazníků. Nadvýroba opět znamená plýtvání.
- Je dobré zvážit využití informačních technologií. Nejprve musí fungovat manuální procesy, teprve při jejich standardizaci je možné je nahradit automatizací. Není-li proces efektivní, není jasné, kde by ho automatizace měla podpořit.

### 7.2.1 Zásadní prvky štíhlé výroby

Princip štíhlé výroby je založen na orientaci na zákazníka, neustálém zlepšování a vysoké kvalitě (produktů i procesů), čehož se dosahuje pomocí snižování plýtvání, a dále na úzké integraci dopředných a zpětných procesů jakožto součásti hodnotového řetězce lean. Tuto strategii se dnes snaží napodobit většina firem včetně nevýrobních. [53]

Všechny prvky tvořící systém lean míří k jedinému cíli, minimalizovat časy, které nepřinášejí hodnotu pro zákazníka a zisk pro firmu. Štíhlost ale neznamena pouze šetření (času a peněz), tím ještě nikdo nezbohatl. Štíhlost ve smyslu lean znamená zvyšovat výkonnost firmy tím, že se na dané ploše vyprodukuje více než u konkurence, vyrobí se větší přidaná hodnota při menším množství pracovníků, vyřídí se více objednávek apod. Být štíhlý znamená vydělat více peněz, vydělat je rychleji a s vynaložením menšího úsilí. [61]

V každé publikaci o štíhlé výrobě dočteme, že se jedná o celou filozofii a ne o seznam zlepšovacích technik. Podle Fujio Cho, prezidenta Toyota Motor Company, „Klíčový význam pro celou koncepci firmy Toyota (...) nemá žádný z jednotlivých prvků... Co je důležité, je mít všechny prvky pohromadě jako systém. Musí být prakticky uplatňován každý den velice důsledným, shodným způsobem - nikoliv nárazově“ [59]. Přesto si pro lepší představu rozepíšeme základní pilíře a prvky štíhlé výroby pro získání lepší představy o ukazatelích výkonnosti, které jsou s ní spjaty [59, 61].

- genchi genbutsu (gemba) = jdi a přesvědč se na vlastní oči, abys důkladně poznal situaci
  - hledání zdrojů k nalezení skutečného stavu nezbytného pro správná rozhodnutí
- heijunka = vyrovnávání pracovního zatížení
  - Např. nastavit takové výrobní dávky, které vytvářejí mírnou zásobu hotových výrobků a umožňují zkrátit neproduktivní časy.
- jidoka = zastavit proces, když se objeví problém s jakostí
  - Někdy bývá interpretován jako předcházení chybám či navrhování činností a zařízení tak, aby dělníci měli prostor na práci přidávající hodnotu.

- 5S = úsilí o zlepšení (zeštíhlení) konkrétního pracoviště
  - Pět „S“ je zkratkou pro 5 japonských slov začínajících S. Je to organizace pracoviště, která snižuje plýtvání, zvyšuje produktivitu i bezpečnost na pracovišti. 5S vyjadřuje následující procesy:
    1. Definovat potřebné pomůcky a zařízení na pracovišti.
    2. Odstranit z pracoviště vše zbytečné.
    3. Přesně definovat místa pro uložení potřebných pomůcek na pracovišti.
    4. Udržovat na pracovišti čistotu a pořádek.
    5. Dodržovat disciplínu, pořádek a rozvoj myšlení a kultury 5S.
- 5 proč = jednoduchý způsob vyhledání kořenové příčiny problému pomocí opakování otázky proč namísto opravování zdroje problému
- nemawashi = budování základů, hledání konsensu, doslova chůze kolem kořenů
- jednokusový tok = vyrábět jen to, co chce zákazník
  - Inženýři firmy Toyota doporučují nastavit jednokusový tok všude, kde je to možné, protože zajišťuje optimální tok výrobou (samozřejmě záleží na druhu výroby a uspořádání pracovišť). Součástí se pohybují operacemi krok za krokem bez mezizásob a s minimálními přesunovými dávkami. Zjednodušeně to znamená, že jakmile je první kus zakázky hotový na první operaci, může bez čekání pokračovat na další operaci. Pokud je ale následující operace rychlejší, musí se odstoupit od jednokusového toku a výrobu lokálně řídit tahem.
- Poka-Yoke = minimalizace neúmyslných chyb (z nepozornosti)
  - Zajišťuje, že operace může probíhat jen jedním způsobem.
- hansei = uvědomění si vlastní chyby a touha po vylepšení

Tento výčet technik a přístupů zdaleka není kompletní a detailní. Jeho účelem je navození pocitu, co všechno TPS a lean obsahují a kam směřují. Důležitější techniky, které jsou zajímavé z hlediska této práce, popíšeme nyní detailněji:

### **Kaizen**

Kaizen znamená touhu po neustálém zdokonalování procesů a týká se všech lidí ve firmě, manažerů i dělníků. Je projevem důrazu na kvalitu produktů, která je podmíněna kvalitou procesů. Zdokonalování zabraňuje tomu, aby firma stagnovala a její procesy zůstávaly beze změny. Základním sdělením této strategie je, že ani jeden den by neměl proběhnout bez toho, aby v nějaké části firmy došlo ke zlepšení.

Počátečním bodem zdokonalení je vždy schopnost vidět jeho potřebu, tedy schopnost vidět a uvědomovat si problémy. Jestliže problémy nevidíme, nevnímáme ani potřebu zdokonalení. Součástí strategie kaizen jsou i rady pro identifikaci problémů a různé nástroje pro jejich řešení. [73]

### **TPM (Total Productive Maintenance, totálně produktivní péče o zařízení)**

Tento prvek štíhlé výroby cílí na péči o pracoviště, na jeho udržování v optimálních podmínkách a na prevenci poruch. Zvyšuje produktivitu zařízení tím, že se systematicky redukuje všechny čas, který ubírá danému stroji kapacitu (výroba zmetků, přestavby, poruchy, neefektivita výroby apod.). Pro rychlou změnu výrobního sortimentu využívá typicky metodu SMED (Single Minute Exchange of Die, česky Metoda na zkracování časů přetypování výrobních zařízení), která odstraňuje plýtvání časem, které se děje při seřizování pracoviště na jiný typ výroby. Cílem je tedy maximálně zkrátit seřizování a ideálně ho převést mimo hlavní směnu. [61]

## Kanban

Systém KANBAN zavedený firmou Toyota podporuje účinné utváření toku ve výrobě. Vytváří samoregulační okruh mezi vyrábějícím a odebírajícím místem, který funguje na principu tahu, tedy odebírající místo požádá vyrábějící místo v případě potřeby o doplnění zásob, a to pomocí materiálové karty (japonsky kanban = karta). [59]

Cílem je dodávat pohotově na pracoviště a co nejvíce snížit vázanost obrátového kapitálu. Systém lze s úspěchem použít ve velkosériové až hromadné výrobě, která je organizovaná proudově, protože pro úspěšné fungování vyžaduje nízký stupeň variant vztahů mezi pracovišti a nízkou (nulovou) zakázkovost. [12]

Kanban vede k minimalizaci rozpracovanosti a výše výrobních skladů mezi pracovišti. Jelikož firmy, vybrané v experimentální části, až na jednu výjimku nemají velkosériovou výrobu, nemá smysl u nich sledovat rozpracovanost z hlediska materiálového, ale spíše z hlediska počtu aktuálně spuštěných zakázek a jejich objemu. U poslední firmy funguje pro vydávání materiálů kombinace systémů push a pull: do první výrobní etapy jsou materiály vydávány ve velkém množství a výroba zajišťuje doplnění skladových zásob polotovarů (tzv. supermarket). Do vyššího výrobního patra, montáže, jsou materiály a polotovary taženy podle požadavků objednávek. [70, 69]

## Just-in-time

Podobně jako kanban, i systém just-in-time (=právě včas, dále JIT) vychází z filozofie firmy Toyota. V původním pojetí se jedná o nastavení takové materiálové bilance mezi dodavatelem a odběratelem, aby u odběratele nevznikaly téměř žádné zásoby. Odběratel vydává harmonogram požadavků na množství a provedení požadovaných dílů a na základě krátkodobých odvolávek realizuje materiálové požadavky. Dodavatel naopak vyrábí podle harmonogramu díly tak, aby byly použitelné přímo ve výrobě, a podle odvolávek je expeduje. Výhodou pro odběratele je minimalizace zásob, zvýšení obrátu kapitálu a pro dodavatele je to jistota výrobního programu za cenu zvýšení vázanosti kapitálu v zásobách. Výhodou pro oba účastníky je zjednodušení operací mezi dodavatelem a odběratelem, které stačí provádět jen jednou (kontrola, skladování, kompletování atd.) Pojem JIT se běžně využívá i uvnitř firmy mezi jednotlivými pracovišti, kde ho lze chápat jako kanban. [12, 69, 70]

Systém tedy funguje na základě tahu a vychází ze zásady, že zákazníkem je následující proces. Předcházející proces musí vždy dělat to, co říká proces následující. [59]

Podle charakteru spolupráce můžeme JIT rozdělit na tržní a kooperační. V prvním případě není úzká vazba mezi dodavatelem a odběratelem, odběratel si dle své aktuální materiálové potřeby vybírá nejvhodnějšího (např. nejlevnějšího) dodavatele a nijak se s ním na svých potřebách nesynchronizuje. Systém JIT zde znamená, že v případě potřeby nákupu odběratel poptává materiál u předem vytipovaných dodavatelů. Naopak kooperační strategie znamená propojení dodavatele s odběratelem, synchronizaci potřeb a podílnictví na vývoji produktu a řízení výroby. Mezi partnery probíhá aktivní výměna informací. [71]

V moderním pojetí je JIT charakterizován celkovou úsporou času v průběžné době výrobku, což znamená zvýšení produktivity práce, snížení nákladů a další benefity. Jedná se o aplikaci JIT při seřizování ve výrobě, snížení velikosti dávek, snížení dopravních dávek, zvýšení variability výroby apod. [12]

V experimentální části budeme sledovat míru adresnosti výroby (poměr práce na konkrétní zákaznické objednávky a na sklad), míru velikosti skladových zásob (poměrem výhledu spolehlivosti dodávek a neadresné výroby)

## 7.3 Systém řízení úzkých míst (Optimized Production Technology)

Tento systém klade důraz na maximální vytěžení úzkých míst, která mají podstatný vliv na průběh výroby. Pokud si představíme výrobu jako složité potrubí, pak celou výrobou proteče jen tolik zakázek, kolik jich proteče úzkým místem. Jedna hodina práce ztracená na úzkém místě proto znamená jednu hodinu ztráty celého

systemu, kterou již nelze dohnat. Naopak urychlení práce na neúzkém pracovišti je podle [12] bezvýznamné<sup>3</sup>. Systém tedy (celkem převratně) necílí na maximální využití kapacit, ale na plynulý a hladký tok výrobou [57]. Identifikací a optimálním využitím úzkých kapacit lze zajistit lepší využití všech ostatních pracovišť a především snížení průběžných dob (zvýšení průtočnosti).

Základní principy OPT lze shrnout do 10 pravidel, z nichž pro tuto práci je nejzajímavější to, že výrobní tok nevyvažuje kapacity. Kvůli objemu přijímaných zakázek, jejich skladbě a časovosti a také kvůli neustálým změnám v materiálové a kapacitní potřebě není možné jednorázově nastavit poměr kapacit na jednotlivých pracovištích a ten udržovat. Na nadcházející kapacitní potřeby je nutné včas a pružně reagovat, což znamená zajistit jejich navýšení/ponížení ve správném čase. Cílem je maximalizace připravených vstupů před úzkým místem (aby nevyschlo) a správné dodržování fronty práce (aby se zakázky zpracovávaly ve správném pořadí). Při odstranění úzkého místa nebo změně nějakého aspektu výroby se úzké místo začne přelévat, což klade velký důraz na jeho včasné řízení a zásobení.

Pro účely této práce se zaměříme na kontrolu úzkých míst ze dvou pohledů: evidence úzkých míst a evidence nevyužití úzkých míst. Budeme sledovat jejich vliv na termínovou spolehlivost objednávek (tj. výhled dodání zákazníkovi na termín).

## 7.4 (Lean) Six Sigma

Six Sigma je manažerská metodologie určená ke zvýšení kvality, výkonnosti a zákaznické spokojenosti při současném snížení nákladů. Jejimi hlavními úkoly jsou systematicky odstraňovat plýtvání ze všech firemních procesů a zachovávat pouze aktivity, které mají skutečnou hodnotu pro zákazníka. Zlepšovací cíle Six Sigma jsou krátkodobé a mají přispět k naplnění určitého strategického záměru organizace. Soustředí se na zlepšování těchto procesů a na odhlnění zdroje problémů. Tím ideálně doplňuje koncepci štíhlosti, která vyladuje vazby mezi procesy. Přestože Six Sigma vznikala ve společnosti Motorola a brzy byla přejata společností GE, její uplatňování se rozšířilo i do sektoru služeb. [59, 51, 62]

Tato filozofie využívá širokou paletu statistických nástrojů při implementaci tohoto přístupu a vyhledávání prostoru ke zlepšení a soustavně využívá data a jejich analýzy. Sigma v názvu metodiky odkazuje na směrodatnou odchylku od požadované střední hodnoty. Úroveň „šest sigma“ odkazuje k cíli 3,4 zmetku na milion vyrobených jednotek<sup>4</sup>. [59, 9]

Aby mohla být Six Sigma v podniku využita, musí ve firmě panovat poznání, že navýšení kvality o pár procent podstatně sníží náklady na defekty a zvýší spokojenost zákazníka, a připravenost zaměřit se na tento cíl. [64]

Jednou z metod filozofie Six Sigma je například DMAIC, která je vlastně jakousi adaptací Demingova PDCA cyklu, který se v systému TPS označuje jako kazien [59]. DMAIC je akronym pro následující činnosti:

- Define: definovat problém; zmapovat proces, který chceme vylepšit, a vytyčit jeho cíle.
- Measure: Změřit problém, např. sehnat údaje o defektech a odchylkách. Eliminovat odhady, ale sehnat reálná data z co nejvíce zdrojů.
- Analyze: analyzovat kořenovou příčinu problému. Zpracovat data a hledat jejich pomocí příležitosti a hrozby analyzovaného procesu.
- Improve: zlepšit proces, např. implementovat protiopatření a analyzovat jejich výsledky. Vytvořit seznam zjevných i kreativních řešení problémů a z nich vybrat to, které se skutečně implementuje.

<sup>3</sup>Autorka se domnívá, že urychlení práce na neúzkém místě není zcela bez významu. Urychlení práce za úzkým místem znamená zkrácení aktuální průběžné doby několika konkrétních zakázek (i když pak může dojít k vyschnutí pracoviště). Urychlení práce před úzkým místem může být někdy přímo nežádoucí (chrlení polotovarů, které není možné dále zpracovat a které znepřehledňují výrobu), do určité míry je ale nutné (před úzkým místem musí být vždy dostatečná zásoba práce, aby nevyschlo).

<sup>4</sup>Tuto hodnotu stanovila firma Motorola. Původně vycházelo ze statistiky maximálně jednoho zmetku na 5 milionů kusů, což je rozsah pokrytí tolerančního pole parametru aspoň v rozsahu 12 sigma.

- Control: řídit a kontrolovat proces tak, aby byla udržena nově dosažená míra zlepšení. K tomu se dají využít různé nástroje jako třeba statistická kontrola procesů, k institucionalizaci řešení je zase dobré vytvořit procesní dokumentaci. [9, 63]

Zajímavé je, že firma Toyota, která je průkopníkem štíhlé výroby, a která se drží na špičce ziskovosti v porovnání se všemi světovými výrobci automobilů [60], uplatňuje systém Six Sigma jen v zanedbatelné míře. Její úspěch leží v detailním zkoumání procesů, problémů a jejich příčin a hlavně v neúnavné snaze vše vylepšovat. Za tím neleží žádné složité nástroje, pouze hloubka pochopení procesů. Systém Six Sigma se opírá o nástroje složité statistické analýzy, ty mohou být nanejvýš užitečné při řešení konkrétních vymezených problémů. [59]

Přestože metoda Six Sigma do Japonska nepronikla, systémy TPS, lean i Six Sigma částečně splývají, všechny jsou zaměřeny na zabraňování plýtvání a přidávání hodnoty pro zákazníky. Proto se dnes hovoří o Lean Six Sigma. [64]

## 8 Úskalí špatně zvolených KPI

Nejdůležitějším aspektem každého měření je odpověď na otázku, co chceme měřit a proč. Nemá smysl měřit veličiny jen proto, aby byly měřeny, i když jsou základním stavebním prvkem nějaké metodiky, kterou se firma snaží řídit. Navíc se kromě kompletních metod či programů, které byly vyvinuté v různých částech světa a každá z nich je proslulá svými přínosy, k řízení a mapování stavu firem používají pouze části těchto metod. Případně nejsou vždy tyto metody správně implementovány či se využívá jen jejich metrik, aniž by byly patřičně zpracované odpovídající procesy.

Ve firmách v České republice se lze setkat s tím, že jsou k hodnocení firmy využívána hodnotící kritéria nějaké metody, aniž by se někdo zabýval tím, zda tato metoda na firmu „sedí“ a zda jsou splněny její výchozí předpoklady. Stává se i to, že část firmy se řídí nějakou metodou/ukazatelem, který zbytek firmy nesdílí, případně pro něj může být i škodlivý. Zlepšení hodnoty takového ukazatele neříká nic o zlepšení výkonnosti firmy, ta se dokonce může i zhoršovat.

Všechny programy, iniciativy a procesy řízení změny jsou dnes implementovány v prostředí řízeném čtvrtletními a ročními finančními reporty. Takový finančně-reportingový proces zůstává připoután k účetnímu modelu, který byl vyvinut před staletími pro účely transakcí mezi nezávislými entitami. Tento uznávaný model je stále v oblibě společností i v dnešním informačním věku, když se pokoušejí sestavit interní aktiva (přínosy) a schopnosti a vytvořit spojení a strategické aliance s externími stranami. [6]

Ideálně by měl být stávající účetní model rozšířen a zahrnout ocenění nehmotných aktiv společnosti (vysoce kvalitní produkty a služby, motivovaní a zkušení zaměstnanci, pohotové vnitřní procesy, spokojení zákazníci. . .) Tato aktiva jsou pro firmy v informačním věku mnohem důležitější než tradiční fyzická a hmotná aktiva. Kdyby tato nehmotná aktiva šlo nějak ocenit, získali bychom skvělou možnost, jak o zlepšování informovat zaměstnance, podílníky, věřitele a komunitu. Naopak když společnosti spotřebují svůj sklad nehmotných aktiv, negativní efekt se projeví okamžitě ve výsledovce [2]. Je velmi těžké ocenit tato aktiva finanční hodnotou, což zabraňuje, aby byly zahrnuty do rozvahy organizace. Přesto se jedná o aktiva a schopnosti, které jsou zásadní pro úspěch v dnešním konkurenčním prostředí.

Při použití jakékoliv metodě řízení výkonnosti firmy je potřeba důkladně projít veškeré firemní procesy a postupy a veškerá měřítka a ukazatele vybrané metody podrobit zkoumání, zda jejich lokální optimalizace nepovede ke globálnímu zhoršení výsledků.

Existují i ukazatele nebo spíše cíle, které lze vytyčit a monitorovat jejich plnění. Může se stát, že snahou o plnění těchto cílů se podaří spravit ostatní dílčí procesy. Příklad uvádí David Parmenter v knize [1]: Letecká společnost zvolila jako cíl svého snažení snížení počtu zpožděných letadel. Tento cíl je sám o sobě dobře kvantifikovatelný a poslouží i jako ukazatel zlepšení. Maximálním důrazem na tento cíl začalo postupně docházet k lepší přípravě pracovníků, kteří včas zahajovali potřebné postupy a hlídali bezchybnost odletových

příprav. Spolu s tím došlo i k významnému snížení nákladů, a to nejen za zpožděné lety, ale i za urgentní opravy apod.

Neznamená to ovšem, že nastavením jednoho správného ukazatele se vždy všechny procesy automaticky samy spraví, jak napovídá i seznam častých špatně zvolených ukazatelů v českých firmách. Je ale určitě možné volbou správných ukazatelů lépe porozumět potřebám firmy a postupně zvýšit její výkonnost.

#### **Příklad nejčastějších ukazatelů, se kterými se setkáme v českých firmách:**

##### **1. Nákup: udržování co nejnižší hladiny skladových zásob**

Jasným požadavkem managementu na nákupní oddělení firmy může být například udržování co nejnižší hladiny skladových zásob. Tento požadavek zřejmě vychází z metody Just-In-Time, která je jednou z technik metodiky LEAN a která radí snížit vázání kapitálu ve skladových zásobách a nahradit ho větší pružností celého nákupního procesu (viz kap. 7.2). Jakkoliv tento požadavek zní velmi rozumně, bez úprav procesů ve zbytku firmy může skončit katastrofou. Výrobě bude chybět materiál, plánování nemusí správně rozhodnout, kam materiál přednostně vydat, a obchod nedokáže zákazníkům vysvětlit, proč dříve běžné dodací lhůty nyní nelze stihnout.

##### **2. Obchod: odměny za příjem co největšího počtu (objemu) zákaznických objednávek**

V dnešní době bojují firmy spíše s nadbytkem objednávek než s jeho nedostatkem. Manažeři mají v paměti hubenější léta v období krize před 10 lety a snaží se zákazníkům vycházet co nejvíce vstříc. To dnes bohužel vede jak k neúměrnému rozšiřování sortimentu (snaha šít výrobky zákazníkům přímo na míru, aniž by byla odpovídajícím způsobem navýšena cena), tak k uzavírání dlouhodobých rámcových smluv se zákazníky. V době, kdy se práce špatně shání a je nutné dát zaměstnancům práci, představují rámcové smlouvy zajištění stálého výdělků, ale v době konjunktury svazují ruce, drží ceny nízko a vylučují odmítání nevýhodných zakázek. Tato situace typicky vede k obrovskému nárůstu operativy ve výrobě a plánování, protože dodržením běžných postupů není možné objednávky expedovat včas, a situace se stává dlouhodobě neudržitelnou.

##### **3. Výroba: maximalizace produktivního času**

Manažeři, kteří rozhodnou o nákupu nového drahého výrobního zařízení mají vcelku oprávněný požadavek, aby bylo zařízení využíváno co nejvíce a finanční výdaj na jeho nákup se firmě rychle vrátil. V praxi to znamená, že stroj musí vykazovat co největší podíl produktivního výrobního času oproti času nevýrobnímu (např. údržba, seřizování) a minimalizaci prostojů. V podmínkách úzkého sortimentu a dlouhých dodacích lhůt, resp. V podmínkách blížících se hromadné výrobě, může být tento požadavek velmi rozumný, i tam ale vede ke zvýšení rozpracovanosti výroby či zvýšení meziskladů, protože se vyrábí i produkty, o které zrovna není zájem. V dnešních podmínkách výroby, které zahrnují krátké dodací lhůty, vysokou rozmanitost a kusovníkovou i technologickou náročnost, ale tento požadavek vede ke slučování dávek z různých výrobních zakázek, což je v přímém rozporu se včasným dodáním zákazníkovi.

##### **4. Výroba: včas rozpracovat („rozpíchnout“) zakázky**

Výrobní firmy často zahajují výrobu daného produktu ve chvíli, kdy je potvrzena objednávka. Cílem je často i zvýšit efektivitu výroby, jak bylo uvedeno v předchozím bodě. To ale vede k tomu, že je ve výrobní hale rozpracováno velké množství zakázek, které se kupí u strojů, překáží výrobě a může snadno dojít k záměně dílů, nemluvě o tom, že se v tomto množství nesystematicky uložených zakázek špatně vyhledává. Pro vedoucí pracovníky je nicméně velmi náročné čekat se spuštěním zakázky až do poslední chvíle, aby pak rychle protekla výrobou, protože i menší překážka pak může vést ke zpoždění výroby a logické otázce obchodu, proč se s výrobou začalo až tak pozdě.

##### **5. Výroba: snížit rozpracovanost**

Ani opačný přístup, tedy snížení rozpracovanosti, není sám o sobě jednoznačně správný. Pokud má firma velmi krátké dodací lhůty a široký sortiment, potřebuje se předzásobit množstvím polotovarů, ze kterých pak bude vytvářet jednotlivé finální produkty. Snížením množství těchto zásob snižuje firma své možnosti pružně reagovat na zákaznické požadavky a stává se velmi citlivou na plynulost výrobního toku.

## Část III

# Hledání ukazatelů výkonnosti v konkrétních firmách

## 9 Cíl a způsob měření výkonnosti

### 9.1 Účel práce a zvolení hlavního cíle

Účelem experimentální části této práce je najít vhodná KPI pro několik vybraných výrobních firem. Všechna KPI by měla podporovat jediný cíl, který pro nás představuje výkonnost celé firmy, a tím je termínová spolehlivost objednávek. Termínová spolehlivost je měřena v procentech a počítá se jako poměr objednávek, které stihnu dokončit včas, ku všem objednávkám, a to v nějakém konkrétním období.

Výkonnost firmy je samozřejmě možné měřit i jinými způsoby, jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách. Velice zajímavé by bylo měření objemu peněz, které dokáže firma v čase vygenerovat - tj. neměřit spolehlivost pomocí poměru splněných objednávek v čase (termínově), ale pomocí poměru peněz ve zpožděných objednávkách. Cílem každé firmy je maximalizovat zisk, což znamená stihnout vyrobit co nejrychleji co největší počet objednávek s velkým ziskem a minimalizovat ztráty způsobené např. platbou penále za nedodání objednávky včas. Hlavní důvody pro volbu termínové spolehlivosti jakožto hlavního ukazatele výkonu místo volby nějakého finančního ukazatele jsou dva:

1. Není snadné získat od firem finanční údaje (jsou citlivé, nebo těžko exportovatelné z informačních systémů). Navíc nejsou jediným měřítkem úspěšnosti. Firmy se snaží vyrábět včas pro velké zákazníky, pro zákazníky, se kterými má dobré vztahy, nebo u kterých očekává navýšení prodejů, pro nespokojené zákazníky atd.
2. Úspěšnost (výkonnost) výroby se dá měřit různými způsoby, lze třeba hodnotit spolehlivost dodávek počtu kusů na čas nebo počtu normohodin na čas (tj. jak se stíhají dodávky objednávek náročných na výrobu), ale opět narážíme na to, že velikost/náročnost objednávky nevypovídá nic o její ceně. Proto byla jako hlavní KPI zvolena termínová spolehlivost jako schopnost výroby dodat požadované produkty v požadovaném termínu.

Účelem práce naopak není sledovat jednotlivé poučky pro řízení výroby a snažit se je na firmy aplikovat. Každá firma je specifická a její potřeby se vyvíjejí v čase. Nedává tedy smysl pro ně stejným způsobem vyhodnocovat optimální nastavení výrobní dávky, výši optimální pojistné zásoby nebo třeba míru efektivního využití pracovišť. Lze ale měřit hodnoty, které mají ve všech firmách stejný význam. Podrobněji se jim budeme věnovat v kapitole 10.1.

### 9.2 Popis problematiky a měření

Vybrané firmy podnikají v různých oborech, detailněji budou představeny níže. Jedná se o firmy, jejichž systém řízení a plánování výroby autorka zná a pomáhá nastavovat. Každá firma sleduje různé ukazatele (výsledků

i výkonnosti) podle toho, kde cítí své největší slabiny či potenciál pro rozvoj. Každá z těchto firem se také dlouhodobě zabývá zlepšováním svého plánování a řídí či monitoruje své činnosti pomocí APS systému, do kterého denně zasílá aktuální data za účelem provedení analýz, jejichž cílem je zjištění, zda bude firma schopna dodat zákazníkům jejich objednávky včas, případně co pro to bude muset udělat.

Údaje, které se v těchto firmách v rámci experimentu zaznamenávají, jsou měřeny podle jednotné metodiky, díky čemuž bude možné porovnat, zda je pohyb některých ukazatelů ve firmě a jejich souvislost s výsledkem firmy ojedinělá, nebo lze vypožorovat ve více případech.

Výstupy APS jsou zpravidla zaměřeny na usnadnění práce pracovníků firmy, podporu již fungujících procesů a na provedení konkrétních opatření pro zvýšení zákaznické spolehlivosti. Poskytované informace slouží jako podklad pro rychlé operativní rozhodnutí v případě problému. Je možné je využít i jako podklady pro strategická rozhodnutí (např. analýza přetížených pracovišť pomáhá určit, do které technologie je potřeba investovat), ale v tomto ohledu nejsou informace firmami využívány stejně a rozhodně nejsou využívány plnohodnotně.

V tak velkém objemu zpracovávaných dat může ležet informace, která upozorní na problém ještě dříve, než nastane. Pokud by se včas podařilo zachytit nepříznivé trendy v časových řadách dat nebo v jejich vzájemné souvislosti, bylo by možné vytvořit KPI, který by upozornil na nutnost změn v plánování a řízení výroby ještě dříve, než se jejich dopady negativně projeví.

S tímto záměrem byla denně ukládána a posléze analyzována vybraná aktuální data od různých firem a byly sledovány jejich trendy a vzájemné závislosti.

Samotná příprava experimentu trvala několik měsíců, a to z následujících důvodů:

#### 1. Výběr firem pro sledování.

(a) Ačkoliv má autorka práce teoreticky přístup k údajům od cca 40 firem, chtěla vyhodnocovat hlavně data od firem, které osobně zná. Důvody jsou následující:

- i. snazší a jednoznačnější interpretace výsledků
- ii. znalost přesného důvodu rapidních změn v datovém trendu (např. rozhodnutí firmy sjednotit termíny vývozních dnů na čtvrtek)
- iii. bezprostřední možnost implementace vzniklých KPI v těchto firmách a sledování reakce firem na tuto změnu

(b) Důležitá je aspoň částečná podobnost firem ve způsobu plánování a sledování podobných údajů. Existují např. firmy, které neřeší výrobu a plánování pro ně znamená pouze proaktivní kontrolu včasné dostupnosti všech materiálů. Jiné firmy zase většinu roku vyrábějí na sklad podle zákaznických forecastů a výhledu vývoje trhu a pak v sezoně během pár měsíců tyto zásoby rozprodají. Důležitým aspektem výběru tedy bylo, aby firmy řešily podobné problémy, i když třeba vzniklé z různých příčin.

#### 2. Výběr vhodných kandidátů na zaznamenávané údaje.

Z pohledu experimentu je potřebné vybrat pouze takové údaje, které mají ve všech vybraných firmách podobnou definici<sup>5</sup>.

#### 3. Získání souhlasu ke sledování údajů.

#### 4. Vytvoření SQL dotazů pro vytažení potřebných údajů z databází firem.

<sup>5</sup>Většinou je definice údaje u všech firem stejná, např. počet přijatých objednávek. Může docházet k menším obměnám významu údajů, jako je tomu třeba u pojmu kapacita pracoviště, která může být někde dána kapacitou lidskou (např. svářeč pracuje 40 hodin týdně), jinde kapacitou zařízení (např. průtočnost linky) a někde může být ještě upravena podle norem, plánovaných dovolených, nemocností apod. Důležité ale je, že tento údaj se v rámci jedné firmy v průběhu experimentu nemění a neporovnává se jeho absolutní hodnota napříč firmami.



### 9.3 Kritéria výběru dat pro dlouhodobé sledování

Na základě dlouhodobějších pozorování bylo pro hledání optimálních KPI vybráno několik hlavních oblastí sběru dat.

Kritéria pro výběr byla následující:

#### 1. Data musí být jednoznačně interpretovatelná

Jde o to, aby význam dat byl jednoznačný jak v konkrétní firmě, tak napříč firmami. Např. ukazatel efektivity zařízení vyhodnocuje každá firma jinak a i si ho trochu jinak definuje.

#### 2. Data musí být snadno dostupná ve všech zkoumaných firmách a snadno dostupná i v každé další firmě

(a) Účelem je porovnat datové trendy ve více firmách a ověřit závěry měření v jedné firmě i u ostatních firem. Vzhledem k velké různorodosti firem se ale neočekává, že by se datové závislosti měřitelné v jedné firmě objevily ve stejném měřítku i u firem ostatních. Bude nicméně zajímavé rozdíly v trendech sledovat a vyhodnotit pro další firmy.

(b) Nalezené závislosti a vytvořená KPI mohou být rovnou bez jakýchkoliv omezení nasazena v dalších firmách, které se experimentu neúčastnily, a lze okamžitě sledovat jejich dopad.

#### 3. Data nesmí být vysoce citlivá

Ačkoliv by bylo zajímavé sledovat vývoj např. finančních ukazatelů, tato data bývají většinou citlivá a umožnění jejich analýzy třetí osobou vyžaduje větší schvalování.

#### 4. Data musí být měřitelná a porovnatelná

Zajímají nás jen údaje, které lze vyjádřit číselnou hodnotou a je smysluplné sledovat jejich trendy.

### 9.4 Způsob získávání a ukládání dat

Jak bylo zmíněno výše, každá ze sledovaných firem denně (někdy vícekrát denně) zasílá své údaje do APS systému za účelem provedení analýz. U všech osmi firem běží APS systém na cloudu, tedy vzdáleném serveru, který je jedinečný a customizovaný pro každou jednotlivou firmu. V pravidelných časových intervalech jsou potřebné údaje z interních systémů firmy zabaleny a odeslány do APS systému, kde proběhne jejich přepočítání a analýza. Pro získání výstupu analýz se pracovníci firmy mohou připojit přímo na vzdálený server, nebo si nechat výsledky zaslat zpět do svých informačních systémů; to ale pro naše účely není podstatné.

Ačkoliv každá ze sledovaných firem je specifická a sleduje trochu jiné údaje, existuje dostatečně velký průnik v základních údajích, které jsou pro analýzy a vyhodnocování v rámci APS systému potřeba. Se souhlasem firem bylo autorce umožněno se do databáze jejich APS systémů připojit a zobrazovat jak zasílaná vstupní data, tak data vzniklá analýzou těchto vstupů v kombinaci s dalšími údaji, která jsou specifická pro výrobní model konkrétní firmy (například úpravy norem technologických časů, slučování pracovišť do větších skupin apod).

Kvůli obrovskému množství údajů, které by bylo nutné denně vyhledávat a ukládat z 8 různých serverů, byl vytvořen skript, který se každý den v 8:00 postupně připojí do všech SQL databází, položí 50 dotazů a jejich výsledky uloží do počítače.

### 9.5 Kandidáti na PI

Na základě výše uvedených kritérií bylo vybráno celkem 50 údajů, které se zaznamenávaly v 8 firmách po dobu 4 měsíců. Jedná se o výčet nejzajímavějších údajů popisujících stav výroby a vývoje objednávek.

Všechny použité veličiny byly zvoleny a zaznamenávány v souladu s požadavky na měření výkonnosti procesů, jak byly definovány v kapitole 6.1.

Data můžeme rozčlenit z několika hledisek:

#### 1. Z pohledu původu dat:

- (a) Data získatelná z informačních systémů firmy.
- (b) Data vypočtená APS systémem na základě vytvořeného modelu výroby. Jedná se například o výpočet chybějící kapacity, tedy počtu normohodin, které výrobě chybí, aby mohla zakázky včas dokončit a expedovat.

#### 2. Z pohledu získávání dat:

- (a) Data evidovaná – jedná se o údaj, který se měří automaticky, ať už v informačním systému firmy, nebo jako automatizovaně vypočítávaný údaj. Sem spadá například počet všech zákaznických objednávek.
- (b) Data vypočítaná – sem spadají data, která se získají kombinací několika evidovaných údajů získaných zpravidla z různých systémů. Příkladem je počet týdnů, po které je výroba na různých pracovištích přetížená.

#### 3. Z pohledu kombinace hodnot dat:

- (a) Data vyjádřená jednou hodnotou jsou přímo interpretovatelná pomocí jediného zaznamenávaného údaje v rámci jednoho měření. Např. počet zpožděných objednávek.
- (b) Data komplexní dávají smysl sama o sobě, ale zajímavějšího údaje lze dosáhnout jejich kombinací a sledováním jejího trendu. Jedná se o seznam 5 nejvíce přetížených pracovišť při každém měření.

### 9.5.1 Oblasti sledovaných dat

#### 1. Počet objednávek v časovém období

Jedná se o počet objednávek přijatých (nebo také zákaznických objednávek), tedy přímých požadavků od zákazníka na výrobu konkrétního produktu/produktů na konkrétní termín. Předmětem objednávky je vždy jen jeden výrobní artikl, tj. pokud by zákazník v jedné objednávce objednal např. 5 hrušek a 10 jablek, budou v záznamech figurovat jako dvě objednávky.

Počet objednávek byl zaznamenáván ve výhledu na různě dlouhá časová období, a to ze dvou důvodů. Za prvé jde o sledování trendu, jak se pohybuje vývoj objednávání (např. na nejbližší období je objednávek málo, ale v období za 90 dnů jich je hodně kvůli nastávající sezoně). Za druhé je u každé firmy rozumné sledovat její typický lead time (průběžnou dobu výroby<sup>6</sup>) a vyhodnocovat informace speciálně s ohledem na něj.

V některých firmách může být čas mezi objednáním a expedicí velice krátký, např. v řádu jednotek dnů, takže za několik dnů se celá firma z pohledu zákaznických požadavků kompletně obmění. Naopak u firem s několikaměsíčními dodacími lhůtami lze vyzorovat mnohem větší rigidnost a trendy v datech jsou dlouhodobé.

Počet objednávek byl sledován v těchto obdobích:

- celkový počet objednávek v systému (na libovolný termín)
- v minulosti (všechny objednávky, které měly být expedované před dnešním dnem)

<sup>6</sup>Lead time bývá v literatuře definován různě, viz např. [65, 66, 67, 68, 63]. Záleží, jestli se do něj zahrnuje i čas na expedici. V dalším textu ho budeme uvažovat jako čas od přijetí objednávky po jeho dokončení ve výrobě.

- v budoucím období ode dneška do: 1 dne, 1 týdne, 1 měsíce, 3 měsíců
- v budoucím období ode dneška do: 1 dne, 1 týdne, 1 měsíce, 3 měsíců u objednávek, které se nestíhají

## 2. objem normohodin (Nh) práce

Zákaznické objednávky mohou být různě časově náročné na výrobu podle typu vybraného artiklu a počtu jeho kusů. Samotný údaj o počtu objednávek tedy nemusí být směrodatný, zajímavá je jeho kombinace s informací o náročnosti výroby v normohodinách.

Ve výrobních firmách nemusí automaticky náročnost výroby souviset s požadovanou časovou náročností objednávky, typickým příkladem je výroba v dávkách, které kumulují více zákaznických požadavků, nebo vykrývají skladové hladiny. Objemově by spolu ale normohodiny požadované zákaznickými objednávkami a normohodiny v založených výrobních zakázkách měly souviset. Je-li objem normohodin ve výrobních zakázkách výrazně vyšší, ukazuje to na velký podíl výroby na sklad. Nižší podíl normohodin ve výrobě je v pořádku, pokud budou výrobní zakázky ještě založeny před započítáním výroby. Objem normohodin je měřen přes výrobní zakázky, nikoliv přes zákaznické objednávky, a to z důvodu odstranění duplicitních informací o založené výrobě např. právě kvůli výrobním dávkám, které mohou sloučit několik objednávek.

Objem normohodin práce byl měřen následovně:

- objem normohodin práce na sklad
- objem normohodin práce celkem napříč zakázkami (jen zbývající hodiny)
- objem normohodin práce v minulosti (zakázka již měla být expedována)
- objem normohodin, který se má stihnout v časovém období: 1 den, 1 týden, 1 měsíc, 3 měsíce
- objem normohodin, které se nestihnou dokončit včas, ale měly by se stihnout v časovém období: 1 den, 1 týden, 1 měsíc, 3 měsíce
- objem adresných normohodin práce
  - Jedná se o údaj, který uvádí, kolik hodin práce je ještě potřeba udělat, aby byly uspokojeny všechny zákaznické požadavky. Nespadá sem ani výroba na sklad, ani hodiny práce, které už byly na zakázce odvedeny.

## 3. počet kusů od zákaznických objednávek

Obdobně jako počet zakázek a počet normohodin je zaznamenáván i počet kusů v objednávkách od zákazníků. Tato informace je spíše doplňková, slouží ke sledování vývoje počtu objednaných kusů najednou v rámci nějakého období a ukazuje na změny v průměrné velikosti objednávky. Počty kusů jsou měřeny v těchto časových intervalech:

- Počet kusů od všech zákaznických objednávek celkem
- Počet kusů od všech zákaznických objednávek v minulosti
- Počet kusů od všech zákaznických objednávek s termínem: dnes, do 1 týdne, do 1 měsíce, do 3 měsíců
- Počet kusů od všech zákaznických objednávek s termínem: dnes, do 1 týdne, do 1 měsíce, do 3 měsíců, které se nestíhají

## 4. Počet výrobních zakázek

Výrobní zakázky jsou v pojetí této práce vnímané jako výrobní příkazy. Jedná se o pokyn k výrobě konkrétního dílu v potřebném množství kusů a s předem známou výrobní náročností (technologické

postupy a časy, kusovník). Počet výrobních zakázek a počet zákaznických objednávek spolu nemusí nutně souviset, ale poměr zakázek a objednávek bývá pro konkrétní firmu charakteristický. Výrobní firmy, které vyrábí složitější produkty, budou mít typicky počet zakázek výrazně větší než počet objednávek, protože ke každému vrcholovému produktu figurujícímu v objednávce existuje více výrobních příkazů na výrobu dílů a polotovarů.

Počty výrobních zakázek jsou měřeny pro tyto oblasti:

- Počet zakázek celkem
- Počet zakázek v návrzích celkem
  - Počet zakázek, které systém navrhuje založit, tj. existuje potřeba na výrobu z důvodu požadavku od nějaké objednávky nebo kvůli doplnění skladového množství, ale zakázky ještě nebyly založeny v informačním systému)
- Počet zakázek v návrhu (zakázky, které by se dnes měly vyrábět, ale nejsou založené) na výhled období 1 den, 3 dny, 7 dní, 1 měsíc, 3 měsíce
- Počet zakázek založených příliš brzy
  - Jedná se o zakázky, které sice potřeba jsou, ale budou se vyrábět až více než za 1 měsíc. Důvodem může být odsun zákaznické objednávky, přetížení výroby nebo zakládání zakázek zbytečně dopředu.
- Počet spuštěných zakázek (zakázky, na kterých se již začalo pracovat, ale ještě nejsou hotové a naskladněné, tj. jsou rozpracované)
- Počet plánovaných zakázek (zakázky, které jsou založené, ale ještě se na nich nepracuje)

## 5. Údaje o kapacitním vytížení a zpoždění

Do této oblasti spadají údaje, které vyjadřují přetížení pracovišť, nevyužití výrobní kapacity, průměrné zpoždění objednávek a další.

- Průměrné zpoždění objednávek na 7 dnů.
  - Tento údaj vezme balík všech objednávek, které by se měly expedovat v intervalu ode dneška do jednoho týdne, a vybere z nich ty, kterým hrozí zpoždění. Ze všech hodnot zpoždění se napočítá průměr.
- Chybějící kapacita
  - U každého pracoviště, které se jeví jako přetížené (je potřeba na něj dodat kapacitu, aby se stihla výroba na všechny zákaznické objednávky včas), byl vypočten poměr chybějící kapacity ku průměrné týdenní kapacitě pracoviště. Pokud na pracovišti např. chybí 200 hodin a pracoviště funguje v jednosměnném režimu 40 hodin týdně, bude přetížení pracoviště  $200/40=500\%$ . Ze všech přetížených pracovišť je denně vybráno 5 nejhorších.
- Chybějící kapacita u nejdéle přetížených pracovišť
  - Výpočet přetížení se provádí podobně jako v předchozím případě, ale je omezen jen na pracoviště, které má nejdéle kritické období. Pokud existuje více pracovišť se shodně dlouhým kritickým obdobím, je vybráno opět 5 nejhorších. Kritické období označuje časové období, ve kterém je pracoviště přetížené.
  - Hodnoty naměřené v tomto případě mohou být nižší než u chybějící kapacity, a to z důvodu, že může existovat pracoviště, které je velmi dlouho mírně přetížené.
- Nevyužitá kapacita pracoviště

- Tento údaj hodnotí míru využití pracoviště v časových obdobích, kdy je pracoviště přetížené. Pokud je nějaké pracoviště velmi málo vytížené a nezpožďuje žádné objednávky, není potřeba jeho kapacitu sledovat<sup>7</sup>.
- Velice důležitá je naopak informace, že pracoviště je velice přetížené a je potřeba jeho kapacitu navýšit např. pomocí přesčasů, ale práce se na toto pracoviště stejně nedostane, tj. jeho vytíženost je nižší než 100 %. Příkladem může být čekání na materiál, který ještě nedorazil, ale pracoviště už by ho mělo zpracovávat, aby bylo reálné stihnout termín zakázky.
- Hodnota je měřena v jednotce týdnů, tj. existují-li dvě přetížená pracoviště a u jednoho nastává velké přetížení a nízká využitelnost ve dvou týdnech a u druhého ve třech, bude výsledná hodnota  $2+3=5$  problematických týdnů.
- Výhled zaplnění pracoviště
  - Sečtením kapacitních požadavků na všechna pracoviště od všech výrobních zakázek získáme počet normohodin, které je potřeba zpracovat.
  - Hodnota „výhled zaplnění pracoviště“ je daná podílem počtu těchto normohodin na konkrétním pracovišti a jeho týdenní kapacitou. Udává tedy počet týdnů, po jaký bude pracoviště vytíženo již plánovanou výrobou. Hodnota je každý den měřena pro 5 nevytíženějších pracovišť.
- Velikost zásoby práce před úzkým místem
  - Cílem každé firmy by mělo být vytvořit před přetíženým pracovištěm, neboli úzkým místem, zásobu práce, aby pracoviště tzv. nevyschlo
  - Velikost zásoby je měřena jako podíl připraveného objemu práce k týdenní kapacitě pracoviště. Je měřena jen pro 5 nejpřetíženějších pracovišť, a to ještě takových, které mají aspoň týdenní kapacitní dluh, tedy jsou prokazatelně úzkými místy.
- Medián zpoždění zákaznických objednávek
  - Hodnota vybírá medián zpoždění pro všechny zákaznické objednávky. Je měřena v hodinách.
- Směrodatná odchylka zpoždění
  - Pro všechny zpožděné objednávky napočte průměr a od něj odvodí směrodatnou odchylku zpoždění ve dnech.

## 10 Vyhodnocení získaných dat

### 10.1 Způsob vyhodnocení sledovaných údajů

Naměřené údaje byly převedeny do spojnicových grafů a dynamicky aktualizovány s každým nahráním nových dat. Bylo vytvořeno 46 datových řad ve formátu závislosti měřené veličiny na datumu (přímé zobrazení měřené hodnoty). U 4 veličin, kde se zaznamenávalo více hodnot pro různá pracoviště, byly vybrány hodnoty jen pro jedno vybrané pracoviště, které bylo zvoleno na základě četnosti výskytu, sumární nejhorší hodnoty a také na základě posouzení závažnosti dopadu tohoto pracoviště na celkový výkon procesu. Například pokud vycházelo jako přetížené pracoviště svařování (zhruba uprostřed výrobního procesu) a balení (na konci procesu), bylo vybráno vyhodnocování pracoviště svařování, a to podle posouzení následujících důvodů:

- Výše přidané hodnoty vznikající na pracovišti.
- Ovlivnění následujících pracovišť v procesu.

<sup>7</sup>Samozřejmě pro firmu není výhodné mít na výrobní hale pracoviště, které většinu času stojí. To je ale spíš výjimečná situace, u většiny firem se jedná o pomocná pracoviště s nízkými fixními i provozními náklady, jako je například vrtačka. Velká kapacita pracoviště bývá nastavena z důvodu, že nechceme, aby toto pracoviště nějakou zakázku zpožďovalo – zakázka ho může využít kdykoliv.

V ojedinělých případech byly z datových řad odstraněny chybné hodnoty, které se řádově lišily od naměřených hodnot. Chyby byly způsobeny nahráním špatných dat do APS systému. Pokud data obsahují závažné syntaktické chyby, například duplicitní hodnoty, přepočítání v APS systému neproběhne a v momentě ukládání dat se uloží data z posledního správného přepočtu. Pokud ale chybu způsobí uživatel a v informačním systému např. omylem vygeneruje tisíc výrobních zakázek, software nepozná, že se jedná o chybu, a je nutné naměřené údaje vyhodnotit a upravit manuálně. Tam, kde to bylo možné, chybná data v řadách zůstávají a budou patřičně komentována.

Dále bylo z naměřených údajů jejich kombinací vytvořeno 13 dalších veličin, jejichž trendy se porovnávaly s termínovou spolehlivostí. Zmíňme jen ty z nich, které byly skutečně využity:

- Průměrná chybějící kapacita (průměr naměřených hodnot chybějící kapacity pro 5 pracovišť)
- Spolehlivost zákaznických objednávek na 91 dní (podíl objednávek, které se stihnou včas, a všech objednávek, obojí v horizontu 91 dní)
  - V jednom případě je vyhodnocována spolehlivost na 30 dní
- Maximální chybějící kapacita (Chybějící kapacita pro jedno vybrané pracoviště - to nejpřetíženější a nejdůležitější. Výběr pracoviště byl proveden specificky pro každou firmu na základě znalosti jejich procesů.)

Hodnocení dat a hledání vhodných kandidátů na KPI se děje v několika rovinách, protože jednotlivých datových řad může být přes 500, a k tomu se přidává hodnocení všech jejich kombinací. Hledání souvislostí v datech bylo tedy omezeno do níže uvedených oblastí:

1. Sledování absolutních hodnot i trendů jednotlivých měřených veličin a jejich porovnávání napříč firmami.
  - Cílem je hrubá orientace v datech a možnost rychlého vyloučení chybných údajů.
2. Porovnávání trendů (zde normovaných hodnot) různých veličin pro jednu firmu.
  - Cílem je pomocí trendu měřených hodnot vysvětlit chování termínové spolehlivosti.
3. Vytvoření nových veličin kombinací zaznamenávaných veličin a sledování jejich trendů pro jednu firmu.
4. Porovnávání vybraných trendů různých veličin mezi různými firmami.

V průběhu experimentu byly u 3 z 8 sledovaných firem zjištěny potíže s vyhodnocováním dat. Dvě firmy nevyužívají standardní reporty, ze kterých se generují zaznamenávané hodnoty, a i když se podařilo část informací získat, jsou zatíženy velkými odchylkami, které znemožňují interpretaci hodnot. U třetí firmy došlo v průběhu měření k velmi zásadní změně řízení výroby a hodnoty zaznamenané před touto změnou a po ní jsou neporovnatelné. Tyto odchylky jsou v rozporu s požadavky na měření výkonnosti, jak byly definované v kapitole 6.1, a proto nejsou ukazatele u těchto firem dále vyhodnocovány.

U zbylých 5 firem byly podrobně prozkoumány průběhy všech zaznamenávaných či vypočítaných veličin a byl analyzován jejich samostatný nebo kombinovaný vliv na termínovou spolehlivost (typicky v 91denním výhledu objednávek). Kvůli enormnímu množství údajů neuvádíme v záznamech průběhy všech veličin, ale pouze těch, jejichž souvislost s termínovou spolehlivostí byla prokázána. U veličin souvisejících se spolehlivostí jsou podrobně rozebrány jejich průběhy a jejich využitelnost jakožto ukazatelů výkonnosti pro konkrétní firmu.

Níže uvedené výsledky vychází ze skutečně zaznamenaných a ověřených údajů pěti českých firem. Jména firem jsou pozmeněna, v případě citlivých údajů byl mírně upraven i předmět podnikání těchto firem. Ostatní údaje (obrat, popis firmy, řešené problémy a lead time) odpovídají skutečnosti.

Hodnoty všech měřených veličin, které byly vybrány pro srovnání a jsou zobrazeny v níže uvedených grafech, jsou normovány. Tento krok má tři důvody:

- V souladu s požadavky na měření výkonnosti nejde tolik o absolutní přesnost (a zde tedy ani absolutní hodnoty) jednotlivých měření jako o poznání skutečných trendů ve vývoji, viz kap. 6.1.
- Měřené veličiny mají rozdílné jednotky a dává tedy smysl porovnávat pouze jejich průběh.
- Jednotky některých veličin jsou relativně komplikované. Např. u hodnoty přetížení pracoviště je zvolená jednotka pracovním označovaná jako „pracovištotýdny“, která udává, na kolika pracovištích nastala měřená událost a v kolika týdnech. Měření přetížení má význam právě z pohledu trendu (přetížení roste či klesá), ale absolutní hodnota přetížení např. 5 „pracovištotýdnů“ sama o sobě nic neznamená a už vůbec ne v mezifirmním porovnání.

Tam, kde je to pro popis stavu důležité, uvádíme konkrétní naměřené hodnoty.

## 10.2 Firma MOTO

**Předmět podnikání:** Výroba příslušenství pro motocykly

**Obrat:** 182 mil. Kč (údaje z roku 2017)

**Popis:** Firma MOTO vyrábí příslušenství pro motocykly pro různé zákazníky. Od největšího zákazníka dostává výhledy a může se na výrobu připravit dopředu, od menších zákazníků dostává klasické objednávky. Výroba je lineární, prochází pevně danými technologiemi, z nichž nejužším místem je svařovna. Firma se proto snaží svařovnu správně vytížit a zajistit, aby byla její kapacita vždy využita na maximum.

V průběhu měřeného období firma navyšovala pojistné zásoby<sup>8</sup> několika polotovarů, které potřebuje pro často opakovanou výrobu. Cílem je dobrá využitelnost úzkého místa a rychlejší dodávka zákazníkovi.

**Problémy:**

- Firma často řeší neshodné produkty a zmetky, které je potřeba ihned opravit, což neplánovaně navýší potřebu výrobních kapacit.
- Pokud se nepodaří vytížit nejužší místo svařovny, je výrobní kapacita ztracena. Viz kapitola 7.3.

**Výhody:**

- U poloviny portfolia zasílá zákazník výhledy, a je tedy možné se na výrobu připravit dopředu.
- Sortiment výrobků je široký, ale většina produktů je do velké míry podobná. Nedochozí tedy k velkým přestavbám pracovišť a náročnému seřizování.

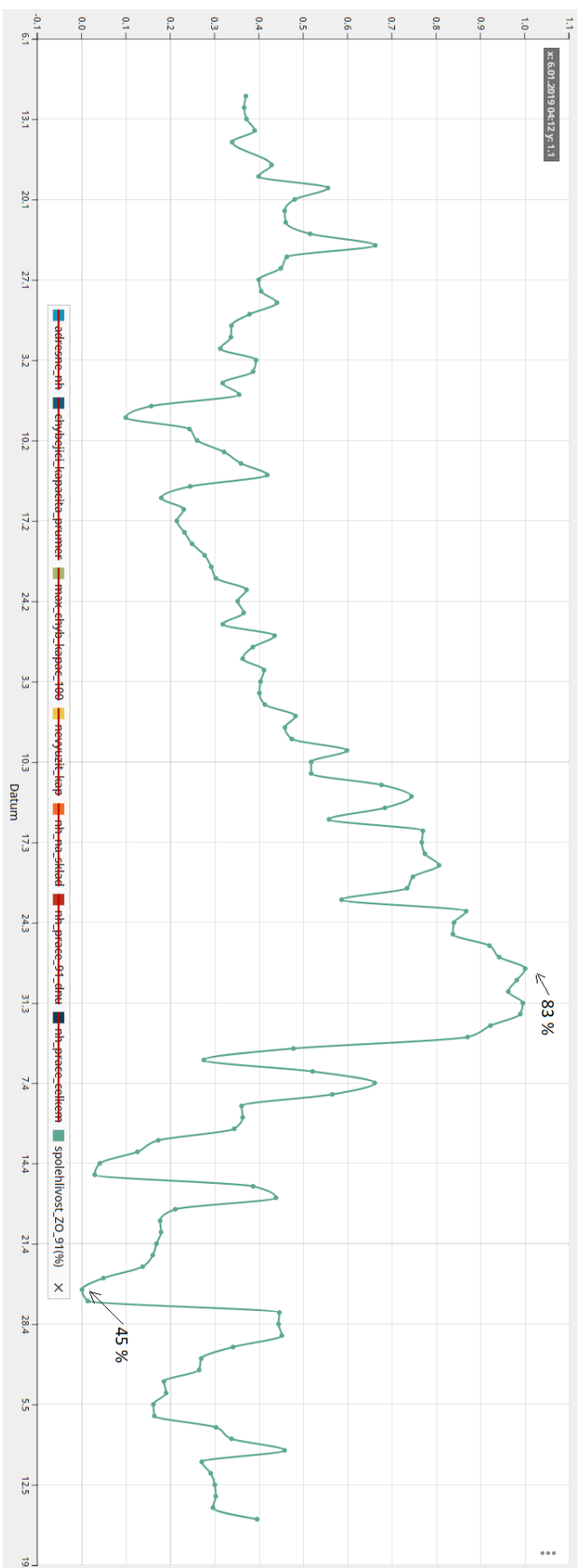
**Lead time:** asi 1 měsíc

### 10.2.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin

V měřeném období prochází termínová spolehlivost v období 3 měsíců velkým vývojem, jak je vidět na obrázku 1. K vysvětlení jejího průběhu byly podrobně prozkoumány její korelace se všemi ostatními měřenými veličinami včetně několika nově vytvořených, které budou popsány v dalším textu.

Kvůli možnosti porovnání trendů byly hodnoty všech křivek normovány.

<sup>8</sup>Pojistná skladová zásoba je množství materiálu/produktu, které firma chce mít vždy na skladě. Při poklesu skladu se pojistná zásoba ihned doplňuje.



Obrazek 1: Průběh termínové spolehlivosti objednávek na 91 dní v čase od 11.1. do 15.5.2019 ve firmě MOTO. Hodnoty jsou normovány. Absolutní hodnoty termínové spolehlivosti se pohybují mezi 45 % a 83 %.



## 10.2.2 Porovnání hodin výroby ve výhledu

Na obrázku 2A jsou kromě termínové spolehlivosti zobrazeny 3 další křivky, které ukazují podíl hodin ve výrobě:

- Křivka `adresne_nh` (světle modrá) udává absolutní počet hodin výroby, které se přímo vztahují k nějaké zákaznické objednávce. Uvažují se všechny objednávky, které jsou v systému (tj. jsou přijaté).
- Křivka `nh_na_sklad` (oranžová) naopak udává, kolik hodin práce se dělá na sklad, tj. neexistuje k nim žádná zákaznická potřeba.
- Křivka `nh_prace_91_dnu` (červená) udává, kolik hodin práce máme před sebou v období ode dneška do tří měsíců. Jedná se o hodiny práce, které jsou aspoň částečně zákaznické, tj. celá zakázka nebo její část se vyrábí na konkrétní objednávku.

Abychom dokázali komentovat průběh termínové spolehlivosti (světle zelená křivka), je třeba uvažovat vliv tří výše uvedených křivek zároveň.

V období označeném na obrázku 2A jako ① (kolem 20.1.) vidíme nárůst u všech tří křivek. Firma MOTO přijala větší množství objednávek na období delší než tři měsíce, protože absolutní nárůst křivky `adresne_nh` je mnohem větší než nárůst `nh_prace_91_dnu` (2300 hodin vs. 200 hodin). Nárůst `nh_na_sklad` v tomto období činí asi 500 hodin a lze ho vysvětlit nastavením výrobních dávek. Lokální minimum veličiny `adresne_nh` dne 20.1. není doprovázené znatelným poklesem ostatních dvou křivek, což interpretujeme tak, že zákaznické objednávky byly zrušeny (resp. vymazány ze systému do doby, než se rozhodne o jejich termínech). Část výroby už byla ale založená, jak dokazuje růst `nh_na_sklad` v období, kdy `adresne_nh` již klesá (18.1.-19.1.).

V průběhu týdne od 20.1.-27.1. se o objednávkách lícitovalo, jak dokládá růst `adresne_nh` i `nh_prace_91_dnu` a pokles `nh_na_sklad` v období 21.1.-23.1. následovaný poklesem `adresne_nh` i `nh_prace_91_dnu`. `Adresne_nh` neklesnou až na původní hodnotu, což nás vede k závěru, že v tomto období se přijímaly objednávky na období zhruba +3 měsíce a více. Termínová spolehlivost vykazuje lokální nárůst po nárůstu `nh_prace_91_dnu` a ukazuje tedy na správné termínování nových objednávek - nejsou přijímány tak, aby zhoršily spolehlivost již přijatých objednávek.

Opačný trend se objevuje v období 24.1.-8.2. (nejhorší propad spolehlivosti v oblasti ⑩), kdy se naopak jedná o špatné termínování objednávek, viz obrázek 2A.



Obrázek 2: Porovnání hodnot různých měřených veličin a jejich vlivu na termínovou spolehlivost ve firmě MOTO v období od 11.1. do 15.5.2019. Hodnoty jsou normovány pro lepší porovnání. Absolutní hodnoty termínové spolehlivosti se pohybují mezi 20 % a 94 %. Grafy ve větším měřítku jsou uvedeny v příloze. Obrázek A porovnává objem adresné a skladové práce, obr. B výhled práce v období 30 a 91 dní a obr. C chybějící a nevyužitá kapacita.

V období ② je patrný velký nárůst adresne\_nh následovaný nárůstem nh\_na\_sklad bez významnějšího dopadu na nh\_prace\_91\_dnu. Termínová spolehlivost v tom období vykazuje nárůst (spíše tedy návrat k původním hodnotám), který lze od 11.2. vysvětlit nárůstem nh\_prace\_91\_dni (to znamená správné termínování zakázek). Děje se i velký nárůst zakázek na sklad, což je rozhodnutí firmy a může souviset se snahou o předvýrobu na vzdálenější objednávky. Na termínovou spolehlivost by neměl mít jejich nárůst vliv, protože systém nejprve uspokojuje objednávky na nejbližší období, a teprve na konci umožňuje zpracovávat neadresnou výrobu.

V období 15.2.-1.4. termínová spolehlivost roste. Dochází k poklesu adresne\_nh, který je zpočátku provázen stagnací nh\_prace\_91\_dnu. To znamená, že výroba si udržuje dobrý rytmus zpracování objednávek - do období +91 dní padá velký objem práce, který stíhám dobře zpracovat (pokles adresne\_nh), ale přitom výhled práce na toto období je stále zhruba stejný. Tzn. firma zpracovává zakázky rychleji, než přitékají. Lokální nárůst nh\_na\_sklad ③ opět nemá na termínovou spolehlivost vliv. Ve druhé polovině tohoto období je většina zakázek zpracovaná, klesá podíl hodin ve výrobě (adresne\_nh i nh\_prace\_91\_dnu) a termínová spolehlivost dále roste.

V období ④ dojde k prudkému nárůstu nh\_na\_sklad, jedná se o vědomé rozhodnutí firmy v reakci na potřebu zkrácení dodacích lhůt zákazníkovi (jednodušší součásti se vyrábějí na sklad a až při příjmu objednávky probíhá následné zpracování a montáž). V tomto období opět dojde k navýšení zákaznických objednávek, viz růst červené i modré křivky, který ale nemá na spolehlivost vliv - je to zřejmě proto, že výroba je dost prázdná (9000 hodin práce 23.1. vs. 7300 hodin práce 22.3. u veličiny nh\_prace\_91\_dnu, tj. pokles o 20 %). Velmi pravděpodobně to souvisí s poklesem skladových normohodin - skutečně přišla část objednávek na věci, které se vyráběly na sklad.

Teprve v období ⑤ termínová spolehlivost prudce klesne spolu s růstem normohodin na 91 dní. Lze se domnívat, že objednávky byly přijaté moc brzy (špatně otermínované), jak ukáže obr. 2B.

Veškeré objednávky, které jsou přijaty v týdnu od 7.4. do 14.4. (adresne\_nh) požadují polotovary, na které jsou již založeny zakázky na sklad (na\_na\_sklad). Jen malá část jich ale padne do období +91 dní.

V období ⑥ spolehlivost úzce souvisí s vývojem nh\_prace\_91\_dnu - při nárůstu objemu práce spolehlivost klesá a naopak.

V období ⑦ se do systému krátce dostalo velké množství špatně potvrzených objednávek (první nárůst je v sobotu 4.5. ráno, což znamená, že někdo objednávky v pátek špatně přijal a mohl to opravit až v pondělí). V období ⑧ byly objednávky ze systému skutečně odstraněny a lépe otermínovány, ale po domluvě se zákazníkem musela být většina z nich stejně přijata, jak je vidět v navýšení nh\_prace\_91\_dnu v období ⑨. Termínová spolehlivost v období ⑦-⑨ roste a klesá s poměrem hodin ve výrobě dle očekávání.

Lokální poklesy spolehlivosti koncem týdne (pátek ráno) jsou dané vývozními dny. V průběhu týdne se věci dodávají na sklad a zvyšují spolehlivost. Při odvozu zakázek ve čtvrtek odpoledne se tak zvýší poměr nedokončené výroby, a tím klesne spolehlivost.

Detailnější vysvětlení průběhu termínové spolehlivosti nabízí porovnání s počtem normohodin práce na 30 dnů. Vzrůst objemu této práce (obr. 2B, žlutá křivka nh\_prace\_30\_dnu) nemusí sám o sobě nic znamenat, může se jednat o objednávky, které byly přijaty již dávno a teprve nyní se dostaly do 30denního okna ode dnešního dne. Pokud se ale nárůst děje zároveň s nárůstem veličiny nh\_prace\_91\_dnu, je pravděpodobné, že byly přijaty objednávky s termínem bližším než za 30 dnů, což se typicky projeví poklesem spolehlivosti. Šipkami jsou na obrázku označena všechna místa, která se projevují nárůstem normohodin na 30 dnů i 90 dnů a zároveň poklesem spolehlivosti. Jak je vidět, dobře se tím vysvětluje i propad spolehlivosti mezi 24.1. a 8.2. (nejhorší propad v oblasti ⑩, viz obr. 2B).

Nárůst spolehlivosti od 15.4. lze vysvětlit správným termínováním nově přijímaných objednávek (je patrné zvýšení normohodin ve výrobě).

### 10.2.3 Porovnání chybějících kapacit ve výrobě

Vysvětlení dalších jevů nabízí obr. 2C, který dává do souvislosti termínovou spolehlivost, chybějící kapacitu na nejpřetíženějším pracovišti (zde se jedná o svařování, veličina je označena max\_chyb\_kapac\_100, zelená křivka) a nevyužitou kapacitu (napříč všemi přetíženými pracovišti, veličina je označena nevyuzit\_kap a je vyznačena žlutě).

V oblasti označené jako ① vidíme vysokou hodnotu nevyuzit\_kap a jí odpovídající nízkou termínovou spolehlivost. Jelikož jsou hodnoty normohodin relativně nízké, považujeme tuto hodnotu za dobré vysvětlení nízké termínové spolehlivosti. Jedná se o situaci, kdy firma nedokáže využít výrobní kapacity, které má k dispozici a které brzdí výrobu. Důvodem může být například nedodání materiálu potřebného pro výrobu. Částečným důvodem může být i nevhodná skladba produktů ve výrobě, protože i hodnota max\_chyb\_kapac\_100 je relativně vysoká.

V oblasti označené ② je patrný skokový nárůst chybějící kapacity, který si vysvětlujeme nekonzistencí mezi expedicí objednávek ve čtvrtek a jejich uzavřením v pátek, která vygeneruje velkou jednorázovou potřebu kapacity.

Zajímavá je i oblast ③, kde dochází k prudkému nárůstu jak chybějící kapacity, tak nevyužité kapacity, což je provázáno poklesem spolehlivosti. Podobně je tomu v oblastech ⑤ a ⑧ (ve dnech předcházejících oblasti ⑧, tj. po 5.5., je růst termínové spolehlivosti při současné velké chybějící kapacitě vysvětlen snížením objemu normohodin, viz obrázek 2C).

V oblastech ④, ⑥ a ⑦ je patrný velký pokles termínové spolehlivosti související s velkou nevyužitou kapacitou. Protože při něm nedochází k nárůstu chybějících kapacit, vysvětlujeme ho chybějícími předpoklady pro výrobu (materiály, přípravky apod.).

### 10.2.4 Shrnutí pozorování ve firmě MOTO

Z celkových 62 přímo měřených či vypočítaných hodnot bylo vybráno 6, které dobře popisují vývoj termínové spolehlivosti ve firmě MOTO.

Pokud při pravidelném sledování aktuálního stavu termínové spolehlivosti zaznamenáme její pokles, doporučujeme provést následující kroky:

- **Je nutné správně termínovat nově přijímané objednávky.** V opačném případě dojde k dalšímu poklesu termínové spolehlivosti.
- **Přestat pracovat na výrobě, která jde na sklad.** Samotné navyšování objemu výroby na sklad nevede, ale na příslušných zakázkách lze pracovat jen v případě, že ostatní ukazatele včetně termínové spolehlivosti ukazují příznivé hodnoty.
- **Zkontrolovat přetíženost pracovišť a míru chybějící kapacity, a to především na úzkých místech.** Je potřeba rozhodnout o tom, jak chybějící kapacitu dodat do výroby: po domluvě se zákazníkem přetermínovat objednávky, zajistit přesčasy na úzkých pracovištích, upravit technologické postupy, zkusit část zakázek kooperovat mimo firmu... Důležité je vyřešit situaci včas, jinak se bude dále zhoršovat.
- **Ujistit se, že všechna úzká místa využívají svou dostupnou kapacitu na 100 %.** Pokud tomu tak není, je potřeba rychle zjistit příčinu nevyužití kapacit, která může souviset jak s celkovou přetížeností výroby, tak s absencí důležitých materiálů.
- **Problémy řešit ihned.** Každý den, kdy se uvedené problémy neřeší, způsobuje propad termínové spolehlivosti, který je s postupem času čím dál náročnější dohnat.

Jakkoliv mohou znít výše uvedená doporučení triviálně, mají naprosto zásadní dopad na termínovou spolehlivost. Dobrá zpráva pro firmu MOTO je, že není potřeba detailně sledovat další z prověřovaných ukazatelů (např. objem zakázek ve výrobě, počty normohodin či kusů v objednávkách, průměrné zpoždění apod.)

### 10.2.5 Zpětná vazba firmy MOTO na uvedená zjištění

Závěry pozorování byly představeny pracovníkům firmy MOTO, kteří se s nimi dobře ztotožnili. Jejich reakce na konkrétní doporučení uvádíme pro jednotlivá KPI doporučená ke sledování:

#### 1. Správné termínování nových objednávek - KPI termínová spolehlivost

Tam, kde to jde, se firma snaží nové objednávky správně termínovat. Bude sledovat, zda při přijetí nových objednávek předchozí den neklesla termínová spolehlivost, a teprve poté potvrdí zákazníkům termín.

Problém je s velkými zákazníky, kteří na termín tlačí z pozice síly, a se zákazníkem, který posílá výhledy a překlápá je v objednávky. Změna požadovaného termínu je většinou nemožná, reakce musí vycházet z oddělení plánování (přesčasy, úpravy dávek, externí kooperace apod.)

#### 2. Práce na výrobě na sklad - KPI počet normohodin vyráběných na sklad

Jak upozornili pracovníci firmy MOTO, některá skladová výroba se zakládá na reálných výhledech či informacích od zákazníků, které ale ještě nejsou v systému. Příprava některých frekventovanějších dílů na sklad navíc zajistí větší flexibilitu při kompletaci zakázek.

Budou nicméně sledovat výši skladových hodin v kombinaci s přetížením výroby a v případě poklesu spolehlivosti reagovat úpravou velikosti dávek a skladových položek.

#### 3. Chybějící kapacita a přetížení výroby - KPI poměr chybějící kapacity

Pracovníci si uvědomují, že potíže s chybějící kapacitou musí řešit. Někdy je ale vyřeší ústně (domluví sobotní směnu), nebo s nějakým řešením počítají, ale nezařadí ho do systému. Ten má pak neaktuální údaje a může situaci zkreslovat.

Je potřeba vyžadovat rychlé skutečné i datové vyřešení situace.

#### 4. Nevyužitá kapacita úzkého místa - KPI nevyužitá kapacita

Příčina nevyužití kapacit je většinou ve špatné skladbě výroby. Tu neumíme dobře ovlivnit (kvůli krátkým termínům nemůžeme zakázky dobře kumulovat), a proto ji musíme řešit navýšením kapacity před úzkým místem, abychom vždy zajistili, že na úzké místo (zde na svařovnu) doteče práce. Firma dostala k dispozici ukazatel efektivity využití pracoviště svařování, pokud efektivita klesá, je potřeba navýšit kapacity předchozích technologií.

## 10.3 Firma Autodílna

**Předmět podnikání:** Výroba přesných prototypů navrhovaných dílů pro nově vyvíjené vozy

**Obrat:** asi 80 mil. (odhad z údajů roku 2017)

**Popis:** Firma Autodílna přijímá zakázky na výrobu zcela nových prototypů, typicky se jedná o plechové díly do aut. Spolu s objednávkou dostane 3D výkres požadovaného dílu a jejím úkolem je vyrobit lisovací nástroj (1. část výroby) a na tomto nástroji posléze odlisovat potřebný počet konkrétních objednaných dílů (2. část výroby). Každá objednávka tak v sobě skrývá jednu větší objednávku na výrobu nástroje + několika prvních dílů a několik menších objednávek na následné lisování dalších dílů dle potřeby.

**Problémy:**

- Zákazníci posílají někdy málo práce a někdy hodně. Neumíme řídit poptávku.
- Nemáme dobrou informaci o přetížení výroby.
- Zákazník často požaduje opravy, což znamená rychlé přednostní přepracování zakázky.

**Výhody:**

- Zákazník zpravidla nelpí na původním termínu objednávky. Chápe, že se jedná o vývoj prototypu, a proto často akceptuje i velký posun termínu (v řádu měsíců).
  
- Neřešíme materiály, ty základní se objednávají na pojistnou zásobu a nezpůsobují ve výrobě problém.

**Lead time:** Liší se podle toho, zda se vyrábí nástroj, nebo se lisují díly na hotovém nástroji. V prvním případě je asi 2-3 měsíce, ve druhém cca 1-2 týdny.

### 10.3.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin

Ve firmě Autodílna byly v průběhu měření sledovány velké výkyvy jak ve spolehlivosti, tak v celkové potřebě kapacit. Na začátku měření měla firma relativně málo práce a aktivně sháněla nové zakázky, které se jí ve druhé polovině našeho měření skutečně podařilo sehnat a potvrdit. Bohužel termínování zakázek nebylo úplně šťastné, jak ukazuje následující interpretace hodnot. Celý průběh situace rozeberme detailně podle kritických bodů 1-19 na obrázku 3. Pro vyhodnocování maximální chybějící kapacity bylo zvoleno pracoviště „zámečníci“.



Obrázek 3: Porovnání hodnot různých měřených veličin a jejich vlivu na termínovou spolehlivost ve firmě Autodílna v období od 11.1. do 15.5.2019. Hodnoty jsou normovány pro lepší porovnání. Absolutní hodnoty termínové spolehlivosti se pohybují mezi 20 % a 94 %. Grafy ve větším měřítku jsou uvedeny v příloze.

1. Nárůst normohodin práce celkově i na období 91 dní doprovázený poklesem práce na 30 dní znamená správné otermínování nově přijatých objednávek, které je doprovázeno navýšením termínové spolehlivosti. Lze se domnívat, že kdyby se podařilo lépe využít výrobní kapacity, vzrostla by spolehlivost ještě více.
2. Nárůst práce na 30 dnů je zřejmě způsoben překlopením práce z delšího výhledu do tohoto období. Současný pokles celkových hodin ve výrobě ukazuje, že se hodiny daří dobře zpracovávat. Nárůst práce na 30 dní je větší než pokles práce na 91 dní (300 hodin vs. 600 hodin). Velmi pravděpodobně došlo ke zjednodušení výrobních postupů (zákazník nepožaduje práci v plném rozsahu).
3. Nárůst práce v nejbližším období doprovázený nárůstem chybějící kapacity ukazuje na přijetí nových

objednávek se špatnými termíny. Může se jednat o reklamace nebo urgentní úpravy. Kvůli tomu dochází k propadu spolehlivosti.

4. Významný nárůst normohodin na 30 dnů a nárůst chybějící kapacity není doprovázen poklesem kapacity, což ukazuje na dobré termínování nově přijímaných objednávek. Vzrůst práce celkový je stejný jako vzrůst práce na 30 dní, to znamená, že celá přijatá práce je lokalizována v nejbližších 30 dnech. Tyto hodiny jsou rychle zpracovány a přispívají k termínové spolehlivosti.
5. Po 17.2. došlo ke zjednodušení technologických postupů, typicky se jedná o to, že zákazníci nepožadují provedení všech prací uvedených v objednávce. Počet objednávek se nemění, přetížení (chybějící kapacita) klesne a termínová spolehlivost vzroste.
6. V tomto období dojde k expedici zpracovaných objednávek projevující se snížením termínové spolehlivosti. Následně se část práce z období 91 dní překloupí do období 30 dní, termínové spolehlivosti se to nijak nedotkne.
7. V období 7 jsou přijaty nové objednávky na blízké období (30 dnů), projeví se to dramatickým pádem termínové spolehlivosti. Od 1.3. je část hotových objednávek expedována, a to dále zhoršuje spolehlivost.
8. V období od 3.3. do 10.3. je patrný nárůst práce na 91 dní i nárůst chybějící kapacity. V reakci na tento problém 8.3. dojde k posunu zákaznických termínů na později (pokles práce na 30 dní) a souvisejícímu nárůstu spolehlivosti.
9. Významný nárůst počtu objednávek, pokles chybějící kapacity a pokles práce způsobený velkými expedicemi a správným otermínováním velkého počtu nových objednávek s malou náročností vede k nárůstu termínové spolehlivosti.
10. Malý nárůst práce 18.3. nemá vliv na spolehlivost, objednávky jsou dobře otermínované a nezpůsobí pokles chybějící kapacity. 20.3. jsou drobné objednávky expedovány, ale spolehlivost se nezhorší. Ve firmě je sumárně málo práce a je dobře otermínovaná; kapacity nejsou přetížené.
11. 29.3. dojde k příjmu velkého množství objednávek s velkou výrobní náročností. Celkový počet normohodin ve firmě se zvýší z 1651 na 5903 hodin, tj. 3,5násobný nárůst objemu! V termínové spolehlivosti se to zatím neprojeví, protože příslušné objednávky se mají expedovat v období pozdějším než 91 dnů. Nárůst se naštěstí neprojeví zvýšením chybějící kapacity, ale ihned se projeví v nárůstu nevyužití kapacity - znamená nemožnost využití kapacity úzkých míst, které je způsobeno buď špatnou skladbou produktů ve výrobě, nebo chybějícími výrobními vstupy (materiály). V tomto týdnu je také patrný nárůst počtu normohodin v období 30 dnů, které je ale jen důsledkem posunu v čase a překlopení správně otermínované práce do tohoto období.
12. Pokles termínové spolehlivosti je způsoben expedicí hotových objednávek a špatným otermínováním nově přijatých. Projeví se to drobnou změnou průběhu veličiny  $nh\_prace\_91\_dnu$ .
13. Důvodem pro vzrůst termínové spolehlivosti je zřejmě domluva se zákazníky a přetermínování stávajících objednávek, protože nedojde k žádné velké změně jiných sledovaných veličin. Vzápětí (10.4.) je ale přijato velké množství nových objednávek. Razantní je nárůst především u počtu normohodin na nejbližších 30 dnů, kde se objem práce zvedne o 902 hodin (z 564 na 1466), na jejichž výrobu chybí kapacita. Ve stejném období vzroste i objem celkové práce, ovšem jen o 700 hodin. Je možné, že část práce, která byla přijata v období 11, byla teprve nyní otermínována. Roste také objem práce na 91 dní, a to o 1111 hodin. Je pravděpodobné, že část dříve přijatých objednávek se nyní překloupila do výhledu 91 dní a dále přispěla ke zhoršení spolehlivosti.



Jelikož objem práce na 30denní období vzápětí znovu klesne asi o 600 hodin, je zřejmé, že dojde k přetermínování nově přijatých objednávek. Klesne tím míra přetížení, ale práce se jen posune do dalších období a přibude k ní ještě další, jak je patrné z navýšení celkového počtu objednávek a počtu hodin ve výrobě. Jelikož ve stejném období 12.4.-18.4. klesne počet normohodin na 30 dní o 600, počet normohodin na 91 dní vzroste o 1260 a počet celkových normohodin vzroste o 600, znamená to, že část práce byla úspěšně převedena z 30denního okna do 91denního, ale přijetí nových špatně otermínovaných objednávek spolehlivost opět zhorší. Problém by možná nemusel nastat, kdyby se podařilo lépe využít kapacity, ale nárůst již tak vysoké nevyužitelné kapacity spolehlivost ještě zhorší.

Nedostatek datových bodů v této oblasti byl způsoben špatným zadáváním kalkulací (tzn. zatím nepotvrzených objednávek) do systému, kvůli čemuž nebyly nové požadavky několik dní vidět. Hodnoty proto byly z vyhodnocení odstraněny.

14. Úbytek práce ve 30denním okně beze změny ostatních veličin znamená přetermínování objednávek, které vyústilo v očekávané zvýšení spolehlivosti.
15. 23.4. nastala druhá vlna velkého přijímání nových objednávek (vznik kalkulací). Dramaticky rostou jak objemy hodin na nejbližší období 30 i 91 dnů, tak počet objednávek a bohužel roste i ukazatel chybějící kapacity. Jednoznačně se jedná o nepromyšlené přijímání nových objednávek do výroby.
16. Pokles práce na období 30 i 91 dní je zhruba stejný (656 vs. 785 dní), ale celkový počet objednávek mírně poklesne. To znamená, že v tomto období se podaří část práce dohotovit a odeslat a část posunout na později. Není to ovšem ta práce, která dělá kapacitní problém, jak je vidět z dalšího vzrůstu chybějící kapacity a poklesu spolehlivosti. Dobře míněné rozvolnění práce tedy nepřineslo očekávané výsledky.
17. Nárůst objemu hodin ve výhledu na 91 dní je vzhledem k neměnnému počtu objednávek vysvětlitelný přeléváním práce z předchozích období. V období 11 a 15 došlo k velkému nárůstu celkových hodin ve výrobě, které pravděpodobně až nyní spadly do 91denního výhledu (např. v období 15 byl nárůst celkových hodin 2300 a nárůst hodin v 91denním období pouze 1812). Na spolehlivost to nemá velký vliv - vzhledem k tomu, že byly objednávky přijímány s velkým předstihem, byly pravděpodobně dobře otermínovány. Koncem tohoto týdne, ze 3.5. na 4.5., je hodně objednávek expedováno, což zhorší průměrnou spolehlivost ostatních objednávek v systému.
18. Ze dne 10.5. nemáme relevantní údaje, protože systém nevyexportoval žádná data.
19. V posledním týdnu od 12.5. se termínová spolehlivost konečně zvedá. Pokles hodin ve výrobě a nárůst počtu objednávek znamená lepší termínování nových objednávek a úspěšné zpracovávání těch již přijatých. To dokazuje i ukazatel chybějící kapacity, který velmi významně poklesl.

### 10.3.2 Shrnutí pozorování ve firmě Autodílna

Pro pozorování vlivu měřených veličin na termínovou spolehlivost bylo vybráno 6 veličin, které jsou vyobrazeny v grafech na obrázku 3). V pozorování byly zahrnuty i 4 další veličiny, jedná se o termínovou spolehlivost na 30 dní, objem normohodin na 30 dní, objem na 7 dní a průměrnou chybějící kapacitu. Zkoumání těchto veličin sloužilo jen k ověření správnosti výše popsané interpretace.

Ze 4měsíčního pozorování lze učinit následující závěry (v závorce jsou uvedeny související oblasti na obrázku 3):

1. **Správné termínování nových objednávek je alfa a omega plánování.** Pokud jsou objednávky přijaty neuváženě, ve výrobě již tento hendikep nelze dohnat, nebo to stojí velké úsilí (sehnání agenturních pracovníků, navýšení přesčasů, zajištění kooperací, posun termínů) a tedy i hodně peněz. (7, 9, 11, 13, 19)

2. Při špatném otermínování objednávek nebo zhoršení jejich dodávek z důvodu problémů ve výrobě je velmi rozumné domluvit se zákazníky náhradní termíny dodání. I zde je ale potřeba jednat uvážene a posouvat ty objednávky, které výrobu ucpávají. Posun špatných objednávek nezlepší termínovou spolehlivost a nevede k lepšímu využití strojů. (16)
3. I když firma propadá nervozitě z nízkého počtu objednávek, je rozumné nepřijímat nové objednávky na blízké termíny, ale nechávat si ve výrobě aspoň 10 % - 20 % volných kapacit pro případ problému (neshody, zmetky, reklamace, výpadky kapacit apod.). V opačném případě vede i malý zádrhel ve výrobě k velkému negativnímu vlivu na termínovou spolehlivost dodávek. (3, 11, 15)
4. V případě poklesu spolehlivosti má smysl ihned zkontrolovat následující ukazatele:
  - Celkovou hodnotu chybějící kapacity (7, 13, 19)
  - Gradient chybějící kapacity (relativní změna v chybějící kapacitě může znamenat problém, i když v absolutní hodnotě je chybějící kapacita nízká) (7)
  - Zejména v případě nízké chybějící kapacity zkontrolovat velikost nevyužitých kapacit úzkého místa (vždy je samozřejmě žádoucí držet hodnoty nevyužitých kapacit co nejnižší, ale při celkově nízké chybějící kapacitě se na tento ukazatel snadno zapomíná, a přitom může být klíčový) (1, 11)
  - Zkontrolovat poměr růstu normohodin na 30 dnů a na 90 dnů a také počet nově přijatých objednávek. Jedná se o rychlý ukazatel špatného termínování nových objednávek.

Obrovskou výhodou výše uvedených zjištění je, že všechny ukazatele se dají velice snadno získat z již existujících dat firmy a lze z nich vytvořit rychlou přehledovou tabulku, která se nově načte při každé aktualizaci dat a včas upozorní na hrozící problém. Vedoucí pracovníci tak budou moci ihned reagovat například na zjištění, že se zrovna přijímají nové objednávky se špatnými termíny. Rychlé zabránění hrozícím problémům je mnohem levnější než jejich následné řešení.

### 10.3.3 Zpětná vazba firmy Autodílna na uvedená zjištění

Závěry pozorování byly představeny pracovníkům firmy Autodílna. Pracovníci si zmiňované problémy uvědomují, ale jejich řešení pro ně není hlavní prioritou. Shrňme reakce na konkrétní doporučení ohledně sledování a vývoje KPI:

#### 1. Správné termínování nových objednávek - KPI termínová spolehlivost

Firma uvádí, že kvůli velké nejistotě v přijímaných objednávkách není možné je správně termínovat. Určitě lze přihlédnout k objemu hodin ve výrobě, chybějícím kapacitám apod., ale zaprvé není jisté, že zákazníci objednávku neposunou nebo nezruší, a za druhé je téměř jisté, že když přijde oficiální papírová objednávka, množství objednané práce bude o něco nižší, než bylo domluveno. Termínovat tak, aby nebyly přetížené kapacity, by znamenalo násobně protáhnout lead time a nevytížit výrobu.

Výhoda firmy Autodílna spočívá i v tom, že zákazník ve většině případů akceptuje zpoždění dodávky. Cíl stoprocentní termínové spolehlivosti proto není maximálně důležitý.

#### 2. Chybějící a nevyužitá kapacita - KPI poměr chybějící kapacity, KPI nevyužitá kapacita

Vzhledem k předchozímu bodu nejsou KPI odrážející chybějící a nevyužitou kapacitu vypovídající. Má smysl měřit míru přetížení na nejbližší období např. dvou týdnů z důvodu zajištění kooperací. Přesto by byla co nejpřesnější znalost aktuálních chybějících a nevyužitých kapacit ve firmě velmi ceněná kvůli celkovému přehledu o naplnění výroby a pro vyhodnocování finančních KPI.

Domníváme se, že před vyhodnocováním chybějící kapacity a nevyužité kapacity jako ukazatelů výkonnosti si musíme položit otázku, co má vlastně smysl měřit. Ukázalo se, že příjem objednávky (nebo někdy jen „závazné poptávky“) nemá jasnou výpovědní hodnotu vůči alokaci kapacit (co do množství i času). Navrhujeme, aby se obchodníci více věnovali třídění objednávek podle několika kritérií, která budou odrážet pravděpodobnost uskutečnění objednávky. Pak můžeme zavést něco jako ukazatel virtuálního vytížení, který bude ukazovat průběh vytíženosti v čase podle míry pravděpodobnosti příjmu objednávky.

Porovnávání skutečného vytížení výroby (spuštěná výroby nebo jasně potvrzené objednávky) a virtuálního vytížení může být rozhodujícím ukazatelem pro obchodníky, kteří budou více tlačit na potvrzování objednávek, i pro výrobu, která díky přesnější informaci o budoucím vytížení včas upraví kapacity.

## 10.4 Firma TRAM

**Předmět podnikání:** Výroba kovových prvků pro automotive, výroba a oprava součástí pro kolejová vozidla

**Obrat:** 246 mil. Kč (rok 2017)

**Popis:** Firma TRAM má dvě hlavní třídy výrobků, jednoduché obrobky (jendopatrová výroba) a složitější montované součástky (dvoupatrová výroba z polotovarů). Tyto produkty jsou ve výrobě oddělené, jedná se zjednodušeně o dvě výrobní firmy pod jednou střechou. Zásadní je pro výrobu jak zajištění materiálu, tak včasné nasmalování výrobních kapacit, vytváření zásob polotovarů pro nejčastější produkty a nastavování výrobních dávek. Vzhledem k podmínkám plynoucím ze zákaznických smluv firma nemůže jednoduše odmítnout zakázky, které jdou nad limit výrobních kapacit. Řešení problému je tedy nutné hledat uvnitř firmy.

### **Problémy:**

- Zákazníci objednávají s malým předstihem. Ve dvoupatrové výrobě je tedy nutné držet zásobu polotovarů na nejčastěji vyráběné produkty, aby byla následná montáž co nejrychlejší.
- Existuje spousta variací vyráběných produktů, a to firmě zhoršuje možnost přípravy dopředu a celkově zesložituje proces zajištění zdrojů a řízení výroby.
- Zákazník často požaduje opravy, což znamená rychlé přednostní přepracování zakázky.
- Problém je i s nakupovaným materiálem, který dodavatel (hutě, slévárny) nedodávají na termín. Někdy je zpoždění až v řádu týdnů.

**Lead time:** U jednopatrové výroby 2 týdny, u dvoupatrové 4-6 týdnů.

### 10.4.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin

V průběhu zaznamenávání hodnot došlo ve firmě TRAM k velkému nárůstu termínové spolehlivosti. Je to částečně kvůli nižšímu počtu zákaznických objednávek, ale bylo toho dosaženo i zjednodušením náročnosti výroby, kdy nové technologické postupy umožňují vynechání několika výrobních operací. Tím došlo k významnému poklesu hodin práce ve výrobě.

Firma bohužel bojuje s nespolehlivostí dodavatelů materiálu, která způsobuje nemožnost využití přetížených pracovišť. V dlouhodobějším horizontu se to projeví mírným poklesem termínové spolehlivosti. Průběh měřených veličin je zobrazen na grafu 4. Pro vyhodnocování maximální chybějící kapacity bylo zvoleno multifunkční CNC centrum, které má tu vlastnost, že se na něm mohou potkat obě výrobní skupiny.



Obrázek 4: Porovnání hodnot různých měřených veličin a jejich vlivu na termínovou spolehlivost ve firmě TRAM v období od 11.1. do 15.5.2019. Hodnoty jsou normovány pro lepší porovnání. Absolutní hodnoty termínové spolehlivosti se pohybují mezi 42 % a 80 %. Grafy ve větším měřítku jsou uvedeny v příloze.

Na začátku měření a bezprostředně před ním je termínová spolehlivost nízká v reakci na opatření firmy zvýšit výrobní dávky. V průběhu ledna se ale spolehlivost zvyšuje a strategie navýšení dávek se ukazuje jako správná, protože firma přijme větší množství objednávek právě na část skladových položek. Projeví se to poklesem výroby na sklad (veličina `nh_na_sklad`, prostřední obrázek na grafu 4) a navýšením práce na 30 i 91 dnů, aniž by se zvýšil počet adresných normohodin ve výrobě (veličiny `adresne_nh` a `nh_prace_91_dnu`, prostřední obrázek na grafu 4, a dále veličina `nh_prace_30_dnu`, spodní obrázek na grafu 4). Díky dřívějšímu rozpracování skladových položek se práce stíhá rychle dokončovat, klesá hodnota průměrné chybějící kapacity a spolehlivost dále roste (oblast 1 na grafu 4).

K mírnému propadu spolehlivosti dojde v oblasti 2, je způsobena pouze expedicí již dokončených objednávek, a tím pádem zhoršením průměrné spolehlivosti těch zbývajících.

Začátkem února (oblast 3) dojde k několika protichůdným jevům, jejichž vliv na termínovou spolehlivost se navzájem vyruší. Klesne počet objednávek i hodin ve výrobě, což by mělo za následek růst spolehlivosti, ale zároveň kvůli zvýšené nemocnosti chybí výrobní kapacity nebo se je nedaří dobře využít (roste jak průměrná chybějící kapacita, tak ta maximální, a dokonce i nevyužitá kapacita, viz horní obrázek na grafu 4).

V průběhu první poloviny února se firmě podařilo realizovat významné zjednodušení výrobních postupů, které se projeví snížením počtu normohodin ve výrobě a zvýšením spolehlivosti. V průběhu celého února klesá počet objednávek i objem adresných normohodin, ale zejména právě v první polovině měsíce klesá objem normohodin výrazně rychleji (mezi 28.1. a 17.2. klesne počet objednávek o 9 %, zatímco objem adresné práce klesne o 13 %).

Začátkem března došlo k lokálnímu poklesu spolehlivosti objednávek (oblast 4). Dochází k přijetí nových objednávek a růstu maximální chybějící kapacity i nevyužití kapacity. Situaci se daří rychle vyřešit, takže se zřejmě jednalo o opravy a reklamace, které se podařilo záhy zpracovat nebo přetermínovat.

Růst spolehlivosti v oblasti 5 nastal opět díky přijetí nových objednávek na produkty, které se již předvyráběly na sklad, jak je patrné z navýšení objemu hodin v období na 30 dnů, které je provázáno snížením výroby na sklad.

Nejvyšší termínové spolehlivosti bylo v rámci měřeného období dosaženo 22.3. (oblast 6). Zatímco 12.1. byla spolehlivost 42 %, nyní je to již 80 % - to v reálu znamená dvojnásobek úspěšných objednávek zákazníkům. Ve výrobě je celkově málo práce, ale ukazatele chybějící a nevyužití kapacity jsou vysoké a hrozí, že se kvůli nim spolehlivost opět zhorší, což se stane vzápětí v období 7.

V období 8 firma TRAM přijme několik nových dobře otermínovaných objednávek, ale založí k nim výrobní zakázky na více kusů, než je potřeba. Cílem je pomocí větších výrobních dávek dodat díly rychle na sklad pro případné další objednávky. Díky krátkým jednotkovým výrobním časům se to rychle podaří, ale toto opatření je vykoupeno rapidním nárůstem chybějící kapacity a lokálním poklesem spolehlivosti v období 9.

V týdnu od 7.4. firma přijímá nové objednávky a správně je termínuje, proto se spolehlivost zvýší. Ještě v tom týdnu ale dojde k poklesu kapacity a opětovnému zhoršení spolehlivosti (oblast 10), které lze vysvětlit snížením výrobních kapacit v budoucím období (Velikonoce, květnové svátky).

Oblast 11 ukazuje obrovský nárůst přetížení výroby. Zároveň klesá objem práce ve výrobě a termínová spolehlivost se významně nemění, proto se domníváme, že dojde k přetížení pracovišť, která se buď netýkají velkého množství objednávek, nebo se vliv přetížení projeví až později.

V dalším týdnu je přijat velký počet objednávek na blízké období a je relativně správně otermínován (spolehlivost se nezhorší, ale ani nezlepší). Podaří se navýšit chybějící výrobní kapacitu, a to má zřejmě na spolehlivost ještě lepší vliv než správné otermínování (oblast 12).

Neustálý nárůst chybějící kapacity na konci měřeného období (13) je příčinou toho, že spolehlivost klesá, i když celkový počet objednávek ve výrobě je nejnížší v celém měřeném období (1556 oproti nejvyšší hodnotě 1926) a objem adresných hodin práce je též nízký (29 274 hodin oproti maximu 34 171 hodin). Z maximální hodnoty spolehlivosti 80 % došlo k pádu na 69 % dne 15.5.

Z porovnání průběhu ukazatelů termínové spolehlivosti (roste), hodin práce (klesá) a počtu objednávek (klesá) můžeme usoudit, že se podařilo i zkrátit lead time výroby. To nám firma potvrdila.

#### 10.4.2 Shrnutí pozorování ve firmě TRAM

Pro pozorování vlivu měřených veličin na termínovou spolehlivost bylo vybráno 8 veličin, které jsou vyobrazeny v grafech na obrázku 4. Závěry plynoucí z pozorování se do velké míry shodují se zjištěními z firem MOTO a Autodílna, proto níže shrneme jen nejdůležitější poznatky:

1. Výběr správných produktů (polotovarů), které se budou předvyrábět na sklad, dokáže nejen zkrátit celkové dodací lhůty, ale umožní i větší efektivitu výroby díky lepšímu poměru výrobních časů.
2. V každé firmě by mělo probíhat neustálé přemýšlení o procesech a možnosti jejich zjednodušení (kaizen, genchi genbutsu). Ve firmě TRAM bylo díky tomuto procesu dosaženo významného zjednodušení výroby, které se promítne nejen v kratší výrobě a větší momentální spolehlivosti dodávek, ale i ve větším zisku z těchto produktů.
3. Důležitý vliv má včasná příprava na nemocnost a svátky, které se projeví shodně výpadkem kapacit.
4. I když je spolehlivost vysoká a práce na blízké období málo, je nutné sledovat ukazatele chybějící kapacity a nevyužité kapacity. Problémy se nemusí projevit hned, ale mohou vést k postupnému snižování spolehlivosti, které je na rozdíl od skokového snížení mnohem těžší odhalit.

Za velice cennou považujeme snahu oddělení výroby a plánování o neustálé zlepšování, která je ve shodě s filozofií TPS. Ať už se jedná o zjednodušování procesů, propočty nastavení dávek, zjednodušování operativy nebo třeba nadstandardní využívání digitalizace. Vřele doporučujeme zavést podobný přístup i v ostatních odděleních, resp. v celé firmě.

### 10.4.3 Zpětná vazba firmy TRAM na uvedená zjištění

S uvedenými závěry měření se firma ztotožňuje, nejsou pro ni novinkou. Zajímavý je pro ni ukazatel nevyužité kapacity, který byl vždy skryt v pozadí ukazatele chybějící kapacity. Vyjádření k jednotlivým návrhům na KPI:

#### 1. Správné termínování nových objednávek - KPI termínová spolehlivost

Firma TRAM vnímá ukazatel termínové spolehlivosti jako velmi důležitý, protože část jejích zákazníků je součástí dodavatelského řetězce automobilek a další část tvoří zakázky pro státní firmu, která jim v případě prodlevy dá penále. Požadovaný lead time je u části produktů velice krátký a není možné v jeho průběhu produkt vyrobit, proto je udržování skladových zásob polotovarů životně důležité.

Termínovou spolehlivost by tedy bylo dobré měřit i zvlášť pro jednotlivé zákazníky. Výrobní kapacity jsou sice sdílené, ale u části portfolia výrobků nižší spolehlivost dodávek nevádí, zatímco jinde je kritická.

Když firma zjistí, že obchodníci předchozí den přijali objednávky, které zhoršují spolehlivost (tj. jsou špatně otermínované), může hledat prostor pro zlepšení v plánování a výrobě, ale ne v posunu termínů.

#### 2. Chybějící kapacita - KPI poměr chybějící kapacity

Tento ukazatel firma sleduje, obzvlášť na kritických pracovištích. V případě problému se snaží hlavně lepším slučováním zakázek ušetřit seřizovací časy, ne vždy je to ale z hlediska termínů zakázek možné. Další formou reakce jsou přesčasy a navyšování skladových zásob vybraných polotovarů.

#### 3. Nevyužitá kapacita - KPI nevyužitá kapacita

Nevyužitá kapacita je v části případů dána nedodáním potřebného materiálu. Je to něco, co firma nemůže ovlivnit, protože dodavatel (hutě) je příliš silný. Částečně funguje domluva se zákazníkem a podmínění dodávek dodávkou materiálu, ale je to jen v menšině případů. Firma TRAM nyní pociťuje zlepšení tohoto stavu pravděpodobně díky poklesu přetlaku v celém automotive řetězci.

Samotné výrobní kapacity se firma snaží využít na maximum, aby dělníci nestáli a bylo „z čeho je platit“. Tento náhled je správný v případě, že je dané pracoviště úzkým místem, kudy musíme práci protlačit. Pokud se to ale týká neúzkých míst, je to ukázkově špatný přístup, porovnáme-li ho se zásadami štíhlé výroby v kapitole 7.2. Pochopení, že některé pracoviště nemusí být plně vytížené a naopak by mu prospělo „vyhladovění“, během kterého by mohli dělníci vypomáhat na přetížených pracovištích, by firmě velice pomohlo.

Protiargumenty firmy TRAM:

- Dělníci jsou zaučeni jen na konkrétní práci a jejich přeškolení by trvalo několik měsíců, což by momentální problém nevyřešilo.
  - Tento argument ovšem nemůžeme přijmout, protože problémy s kapacitou se objevují v průběhu celého sledovaného období (4 měsíce). Pokud by se firmě podařilo dělníky po 3 měsících zaškolit na jinou práci, zjednodušila by si situaci na další měsíce/roky.
- Kvůli špatné situaci na trhu práce přijímá firma TRAM dělníky, kteří jsou nekvalifikovaní, a může je použít jen pro jednoduché činnosti. Není možné jejich přeškolení na jinou činnost.
  - Tento argument je bohužel pochopitelný. Alternativou k chybějící pracovní síle jsou multifunkční pracoviště, které zastanou práci několika lidí. Firma TRAM se snaží jít tímto směrem a investuje do moderních zařízení, je to ale běh na dlouhou trať.

#### 4. Objem hodin ve výrobě - několik různých KPI s objemem hodin (na sklad, na objednávky, ve výhledu X dní)

Jelikož je výroba v této firmě dostatečně „tekutá“, tedy zakázky jsou malé, nezaberou významný objem kapacity na jednom pracovišti a mají stejný průběh výrobou, má smysl stanovit maximální objem hodin, který může firma zpracovávat najednou v určitém období (týden, měsíc, 3 měsíce). Vyšší objem hodin již nezajistí vyšší průtočnost, naopak zvedne rozpracovanost a znepráhlední výrobu, což může termínovou spolehlivost samo o sobě zhoršit. Tento přehled firma nyní nezískává pomocí objemu hodin ve výrobě, ale sleduje počet zakázek, které jsou ve výrobě spuštěné najednou. Jelikož počet spuštěných zakázek nedodává jinou informaci, než kterou jsme již získali z obrázku 4, neuvádíme ho v hlavním srovnání, ale pro zajímavost je znázorněn v obrázku 5.

- výroba na sklad
  - Bez správného výběru předvýroby na sklad by firma nemohla fungovat. Doporučujeme ale trendy výroby na sklad a termínové spolehlivosti sledovat na denní úrovni, protože pokud dojde k problému, je potřeba objem skladové práce ihned snížit.

## 10.5 Firma Lisovna

**Předmět podnikání:** Lisování plechů (automobilových dílů)

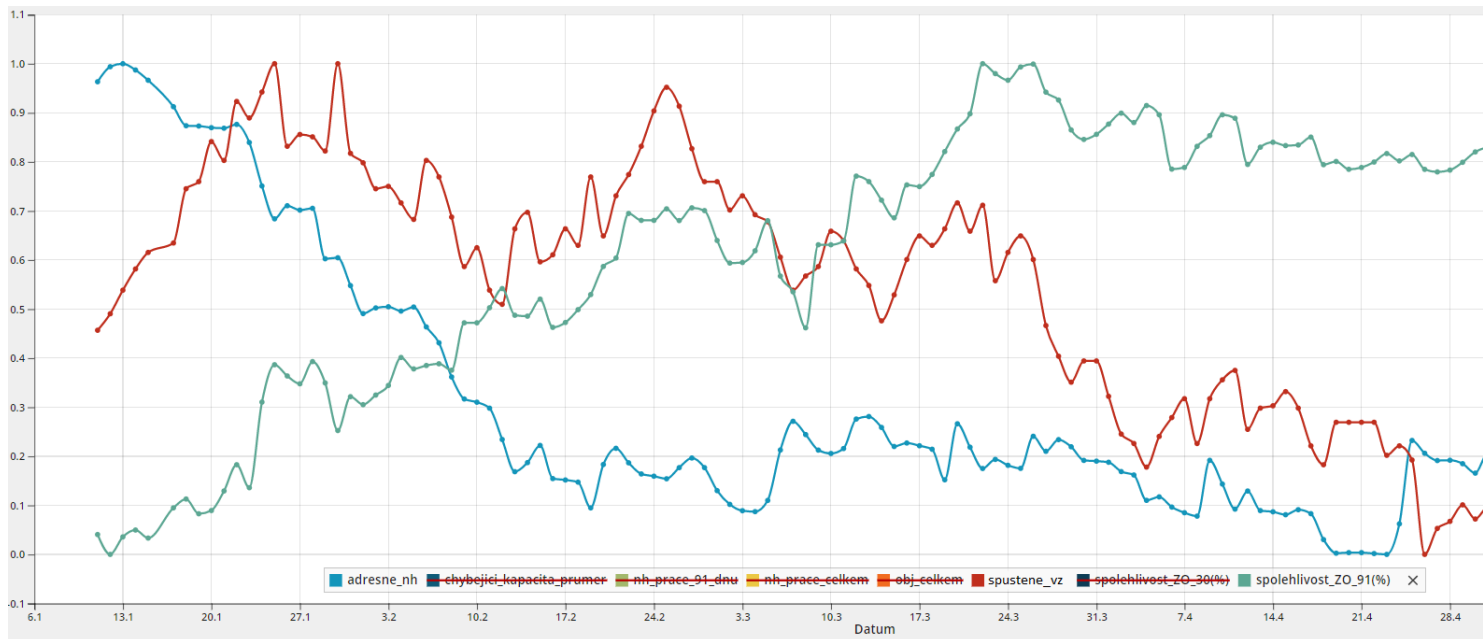
**Obrat:** 107 mil. Kč (rok 2017)

**Popis:** Firma Lisovna je součástí většího koncernu vyrábějícího různé díly pro automobilky. Její výroba je relativně jednoduchá, podle zákaznických požadavků lisuje z plechů tvary dle vybraného typu formy. Vstupem pro výrobu jsou tedy plechy a formy, obojí se udržuje skladem. Důležitým prvkem výroby je slučování objednávek do výrobních dávek, při kterém se bere v úvahu agregační horizont (časový výhled, ve kterém se objednávky ještě mohou sloučit), typ plechu a typ formy. Jelikož je firma součástí automotive řetězce, nemůže nové objednávky termínovat a domlouvat se zákazníkem posun termínů. Naopak musí být vždy připravena dodat na čas, část portfolia pro jistotu udržovat skladem a udržovat správný poměr slučování zakázek ve výrobě.

**Problémy:**

- Firma musí být velmi pružná a rychle reagovat na zákaznickou potřebu. V tom si částečně pomáhá udržování některých produktů skladem.
- Pokud se firma s výrobou zpozdí a dojde k zastavení výrobních linek v automobilce, která je na vrcholu dodavatelského řetězce, hrozí firmě finanční postihy v řádu tisíců Euro za každou minutu prostojů.

**Výhody:**



Obrázek 5: Vývoj spuštěných zakázek ve firmě TRAM (červeně). Hodnoty jsou normované.

- Naddimenzované výrobní kapacity
- Není potřeba řešit výrobní vstupy
- Výhledy zákaznických požadavků jsou známe na rok dopředu a lze se na ně připravit.

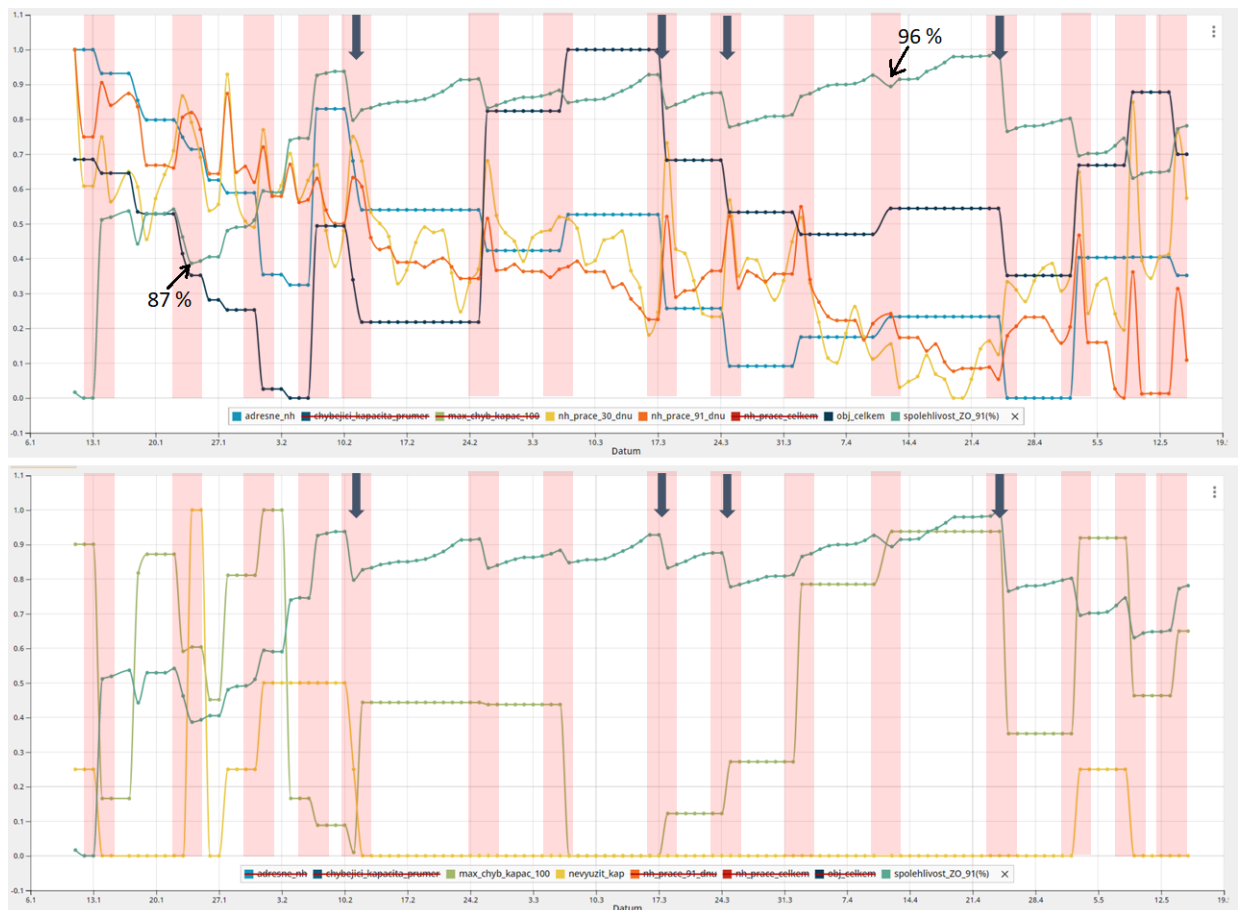
**Lead time:** Je těžké ho určit. Samotná výroba je rychlá (cca do týdne), ale hraje v ní velkou roli slučování dávek a dlouhé výhledy. Pokud by firma přijímala novou objednávku, mohla by ji slíbit cca za 1 měsíc, aniž by významně ohrozila ostatní dodávky. Proto určujeme lead time na 1 mšsíc.

### 10.5.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin

Firma Lisovna má obecně velmi vysokou termínovou spolehlivost, jak plyne i z jejích potřeb (delší nedodávka zákazníkovi by mohla být pro firmu likvidační). Nejnižší zaznamenaná hodnota spolehlivosti je 87 % a nejvyšší 96 %.

Jelikož má Lisovna celkem stabilní výrobní plány, stačí jí v případě běžného provozu zpravidla nahrávat nové informace do systému jednou týdně, mezi tím se plán nemění. Systém ovšem vyhodnocuje spolehlivost a ostatní informace každý den, což má při interpretaci výsledků tu výhodu, že vidíme rozdíl mezi tím, co si myslí systém, že se celý týden dělalo, a jak to nakonec dopadlo. Při interpretaci dat (obrázek 6) se zaměříme na jevy, které se liší od dříve popisovaných firem. Jako nejužší pracoviště pro vyhodnocování chybějící kapacity byl zvolen nejpřetíženější lis.





Obrázek 6: Porovnání hodnot různých měřených veličin a jejich vlivu na termínovou spolehlivost ve firmě Lisovna v období od 11.1. do 15.5.2019. Hodnoty jsou normovány pro lepší porovnání. Absolutní hodnoty termínové spolehlivosti se pohybují mezi 87 % a 96 %. Grafy ve větším měřítku jsou uvedeny v příloze.

Jelikož se ve firmě nepřepočítávají data každý den, ale systém APS je stejně denně vyhodnocuje, je třeba se nejprve zorientovat v obrázku 6 a zjistit, které hodnoty jsou ty skutečně nahrané z informačních systémů firmy. Tato data jsou označena svislými červenými pruhy na obrázku 6 a lze je poznat tak, že se vždy jedná o hodnoty příslušející datu, kdy se změní počet objednávek v systému (horní obrázek, tmavě modrá křivka `obj_celkem`).

Všechny datové body mezi těmito daty vycházejí z předpokladů systému, že výroba probíhá tak jak bylo nastaveno. Pokud tedy v termínové spolehlivosti dochází v těchto obdobích k poklesům (oblasti označené na obrázku 6 šipkami), znamená to, že došlo k odchylce oproti plánu, která se bohužel vždy projevuje zhoršením spolehlivosti, nikoliv zlepšením.

Všechny tmavé šipky na obrázku 6 označují zjištění, že při novém nahrání dat se snížilo množství práce v dlouhodobém výhledu, ale naopak vzrostl objem práce na blízké období 91 a dokonce i 30 dnů (horní graf na obrázku 6, křivky `adresne_nh`, `nh_prace_30_dnu` a `nh_prace_91_dnu`), aniž by se zvýšil počet objednávek ve výrobě. To znamená, že firma přednostně pracovala na objednávkách na vzdálenější období a nestíhala tak rychle zpracovávat objednávky na blízké období. To se děje kvůli slučování dávek ve výrobě ve snaze ušetřit seřizovací časy.

Lze říci, že toto chování firmy je velmi správné a nijak nesnižuje spolehlivost, protože ta je například ve všech zaznamenaných hodnotách v období od 3.2. do 28.4. téměř stejně vysoká (93 % - 96 %). Jeho výsledkem je tedy pouze žádané ušetření nevýrobních časů.

Problémem je pouze chybějící kapacita, kterou se navíc v některých obdobích nedaří dobře využít (viz zelená a žlutá křivka na spodním grafu obrázku 6). V období 27.1.-3.2. je termínová spolehlivost nízká, i když

se objem práce daří dobře zpracovávat. Je to právě kvůli vysoké hodnotě chybějící kapacity, která ukazuje na přetlak objednávek. 4.2. se problém s kapacitou podaří vyřešit a spolehlivost vystřelí až na 96 %. V období kolem 2.4. chybějící kapacita opět významně vzroste. Její vliv na termínovou spolehlivost zatím není patrný, ale pokud nebude řešen, začnou se dodávky zhoršovat. To se projeví 25.4. i v následujících obdobích.

### 10.5.2 Shrnutí pozorování ve firmě Lisovna

Pro pozorování vlivu měřených veličin na termínovou spolehlivost bylo vybráno 6 veličin, které jsou vyobrazeny v grafech na obrázku 6. Nejdůležitější poznatky můžeme shrnout do těchto bodů:

1. Nastavení správných výrobních dávek je základem plánování v oborech, kde jsou zákaznické požadavky známé dlouho dopředu, a kde by se kvůli velkým seřizovacím časům nestíhala výroba na samostatné nekumulované objednávky. Výrobní dávky si firma nastavuje interně, v námi pozorovaném období bylo pouze ověřeno, že dávky jsou nastavené správně.
2. Nejzásadnějším bodem řízení a hlavním KPI této výroby je sledování chybějící kapacity. Protože jsou dodávky dost dlouhé a již dnes vyhodnocujeme objednávky na červenec 2020<sup>9</sup>, může firma řešit kapacitní problémy s větší rozvahou a dovolit si pár dní s řešením počkat. Každé větší oddalování řešení ale vede k problémům, které je kvůli povaze automotive výroby opravdu náročné řešit.

### 10.5.3 Zpětná vazba firmy Lisovna na uvedená zjištění

Firma Lisovna nemá s plánováním problém, zejména díky dlouhodobě vysokým kapacitám, které jí dovolují vytvořit plán jen občas, pak se podle něj řídit a nekontrolovat, jestli nenastávají potíže. To je zároveň její slabinou, protože to firmu nenutí se zlepšovat.

#### 1. Správné termínování nových objednávek - KPI termínová spolehlivost

Termínová spolehlivost je velmi důležitý ukazatel, firma by si přála vidět ji v několika obdobích (např. 1 týden, 1 měsíc, vše). Termínování nových objednávek firma nemá možnost ovlivnit, ale aspoň se na ně může dopředu připravit a nastavit podle nich např. celozávodní dovolenou.

#### 2. Chybějící kapacita - KPI poměr chybějící kapacity

Chybějící kapacitu nelze řešit přesčasy, ve velké míře je dána kapacitou linek. Proto je nutné ji dopředu sledovat a v případě jejího zvýšení ihned reagovat (např. rozumnější slučování dávek - podle toho, v jakém období kapacita chybí). Domníváme se, že vzhledem k velkým celkovým kapacitám výroby je lokální chybějící kapacita projevem špatného plánování. Dobrým krokem vpřed by bylo sledování reportů na denní úrovni.

#### 3. Nevyužitá kapacita - KPI nevyužitá kapacita

Nevyužitelnou kapacitu firma údajně obvykle „využije“ tím, že vyrábí něco, co není přímo potřeba. Přesně podle definice plýtvání v kap. 7.2. Doporučujeme, aby se firma raději zamyslela nad optimalizací dodávek materiálu a návaznostmi technologických postupů. Problému by mohlo napomoci např. vytvoření výrobního meziskladu, který by absorboval nárazy ve využití linek.

## 10.6 Firma LABtest

**Předmět podnikání:** Provádění vývojových zkoušek na různých dílech pro automobilový průmysl

**Obrat:** asi 80 mil. Kč (odhad z údajů roku 2017)

<sup>9</sup>Nikoliv v termínové spolehlivosti na obrázku 6, ta je jen na období 91 dnů, ale například právě v objemu hodin, celkových požadavcích a chybějící kapacitě.

**Popis:** Firma LABtest je zkušební laboratoř, která se zaměřuje na podporu výrobní kvality převážně pro oblast automobilového průmyslu, a to hlavně v oblasti zkoušek vlivu prostředí a materiálových zkoušek. Zákazník si objedná konkrétní test, který typicky probíhá v jedné konkrétní komoře s parametry nastavenými dle požadavků, a před začátkem zkoušky doveze díly, které chce testovat. Plánování výroby ve firmě LABtest spočívá ve využívání komor tak, aby bylo možné najednou testovat co nejvíce dílů.

**Problémy:**

- Zákazník často pošle vzorky později, než slíbil. Tím se posune začátek testu a ve většině případů ohrozí následující testy.
- Testovací komory jedou non-stop. Pokud dojde k výpadku kapacity, není ho možné zachránit např. pomocí přesčasů, jako je tomu v jiných firmách.
- Je těžké naplánovat souběh využití komor, pokud má na jednom zaslaném dílu proběhnout více různých testů.
- Nízká míra překlápění poptávek v objednávky ztěžuje plánování na delší dobu dopředu (cca jeden měsíc a déle).

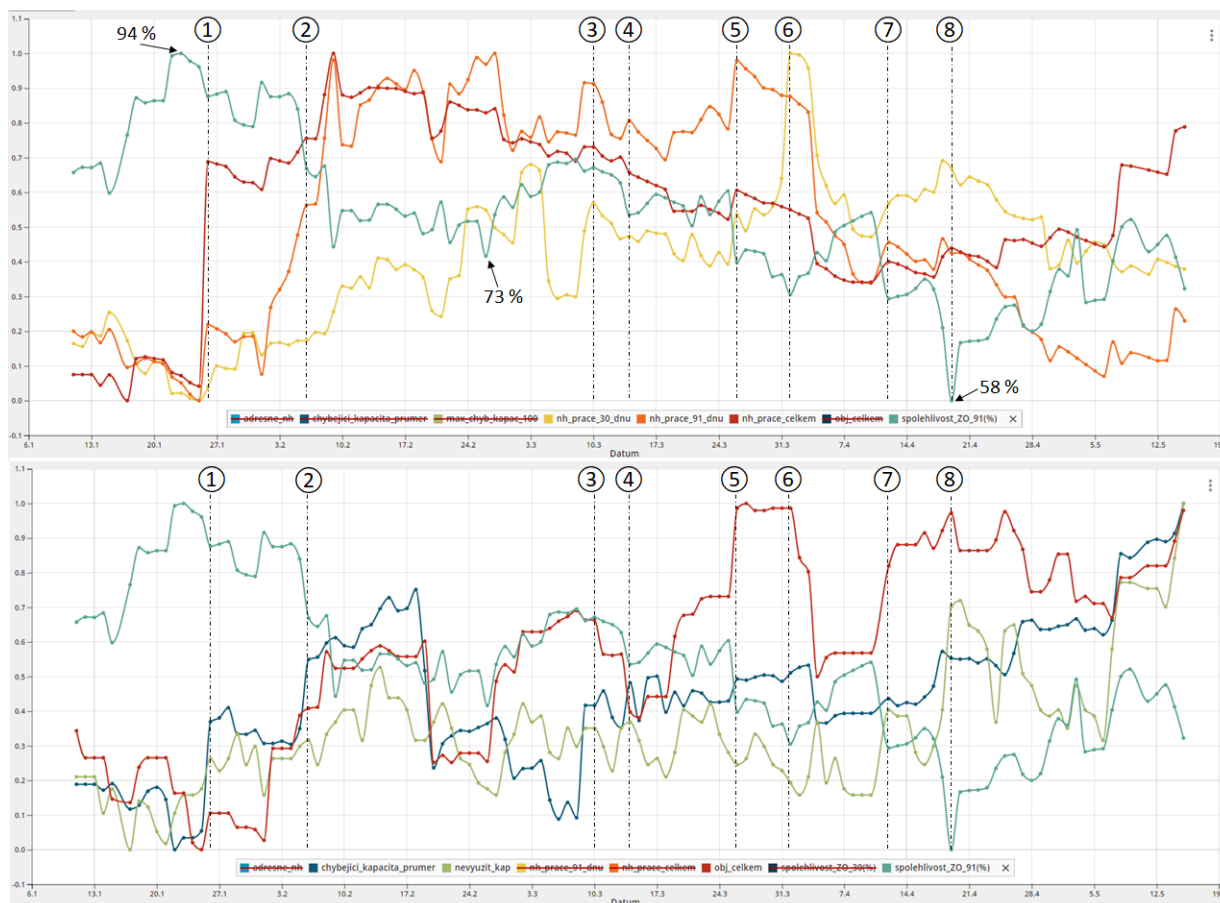
**Výhody:**

- Ve většině případů zákazník akceptuje až cca týdenní zpoždění dodávky
- Firma nezajišťuje nákup materiálu, pouze kontroluje dodání testovaných dílů

**Lead time:** Záleží na typu požadavku, některé testy trvají několik dní, jiné několik měsíců. Na přetížených komorách je čekání na spuštění zakázky cca jeden měsíc (tj. lead time = 1 měsíc + délka testu), na méně vytížených komorách se lead time rovná délce testu.

### 10.6.1 Interpretace zaznamenaných hodnot sledovaných veličin

Firma LABtest se z porovnávaných firem nejvíce potýká se změnami ve výrobě, které jsou způsobeny jak výpadky kapacit, tak změnami zákaznických požadavků a možnosti kumulace testů podle jejich typu. Je těžké stanovit plán na delší období a výhled výroby na delší dobu je značně nespolehlivý, proto vyhodnocované ukazatele nemají výpovědní hodnotu na dlouhou dobu dopředu. Umožňují ale rychlé posouzení aktuálního stavu a rychlou reakci na právě vzniklé problémy. Na obrázku 7 je vidět záznam měřených hodnot z firmy LABtest. U této firmy nevyhodnocujeme nejpretíženější pracoviště, protože výroba není lineární. Má tedy smysl hovořit o průměrné chybějící kapacitě.



Obrázek 7: Porovnání hodnot různých měřených veličin a jejich vlivu na termínovou spolehlivost ve firmě LABtest v období od 11.1. do 15.5.2019. Hodnoty jsou normované pro lepší porovnání. Absolutní hodnoty termínové spolehlivosti se pohybují mezi 58 % a 94%. Grafy ve větším měřítku jsou uvedeny v příloze.

U této firmy se nesetkáváme s projevy závislosti termínové spolehlivosti na ostatních veličinách, které by byly odlišné od již zmapovaných závislostí.

Zásadním bodem je termínování nových objednávek, které je nutné provádět velmi opatrně ze dvou důvodů:

- Ve výrobě je nutné držet část kapacity volné kvůli posunům termínů ze strany zákazníka (např. dodá vzorek o den později). Jelikož kapacity nelze nijak navýšit, každý malý výpadek kapacity v podstatě nelze zachránit.
- Objednávka, která musí absolvovat více testů, musí být správně otermínována na všech výrobních úrovních. Krátký čas mezi zkouškami může opět způsobit nenávratnou ztrátu kapacity a také významně zkomplikovat pořadí všech výrobních testů.

Na obrázku 7 vidíme několik oblastí, kdy byly objednávky termínovány neuváženě.

- V oblasti 1 dochází k příjmu obrovského množství objednávek a souvisejících výrobních hodin. Požadované časy výroby vzrostou z 50 000 na 94 000 hodin (křivka `nh_prace_celkem` na horním grafu na obrázku 7). Tento nárůst se ihned nepromítne do 91denní termínové spolehlivosti, protože objednávky jsou ve vzdálenější budoucnosti. Ihned je ale vidět nárůst chybějící kapacity (křivka `chybejici_kapacita_prumer`). Počet objednávek se dále zvyšuje a hlavně se začíná promítat i v 91denním výhledu, čímž klesne termínová spolehlivost (oblast 2 na obrázku 7) a nevyřešený kapacitní problém se dále zhoršuje. Velká část těchto hodin se posléze překlopí do 30denního výhledu (oblast 6 na obrázku 7), kde už sice nezpůsobí

znatelný pokles spolehlivosti, ale snižuje manévrovací možnosti výroby, protože termíny objednávek jsou již velice blízko.

- V oblasti 3 je vidět přijetí otermínování nových objednávek na období 30 dnů doprovázené velkým nárůstem chybějící kapacity. Termínová spolehlivost se nezhorší, ale je pravděpodobné, že při neřešeném problému s kapacitou se časem přestanou objednávky stíhat.
- Oblast 4 poukazuje na to, že se výroba nezpracovává tak rychle, jak by bylo potřeba. Hodiny ve výrobě klesají, ale spolehlivost bohužel také. Přetrvává problém s chybějící kapacitou a kapacity se také nedaří optimálně využít. V následujícím týdnu se navíc ve firmě objevilo podezření na epidemii spalniček, kvůli čemuž část pracovníků zůstala asi 2 týdny v karanténě a výrobní kapacity se tak nedařilo využívat.
- V oblasti 5 došlo opět k přijetí velkého počtu objednávek, většina z nich s dodáním do 30 dnů od objednávky. Termínová spolehlivost poklesne, ale do 10.4. se daří výrobu zpracovávat rychleji, než jsme očekávali (část poptávek se zruší se nepřeklopí v objednávku, část testů firma dokáže zjednodušit). K dalšímu propadu spolehlivosti dojde v oblasti 7, kdy se opět přijme hodně nových objednávek, 75 % z nich má datum dodání do 1 měsíce.
- Od oblasti 8 až do konce měření se projevuje rostoucí nedostatek kapacit a jejich špatná využitelnost (nevhodná skladba zakázek). Samotný propad spolehlivosti v oblasti 8 má na svědomí zadání výrobních odstávek (Velikonoce, květnové svátky), které jsou ale po víkendu upraveny. Ke konci měřeného období rapidně roste objem naslibované práce, který se zatím promítá pouze v chybějících kapacitách a není zatím vidět v 91denním okně výroby. V této souvislosti se dá očekávat další velký pokles spolehlivosti, na který by firma měla již nyní reagovat posouváním objednávek, zjednodušováním testů (kde je to možné) a hlavně snahou o lepší využitelnost cenných výrobních kapacit.

### 10.6.2 Shrnutí pozorování ve firmě LABtest

Pro pozorování vlivu měřených veličin na termínovou spolehlivost bylo vybráno 6 veličin, které jsou vyobrazeny v grafech na obrázku 7. Nejdůležitější poznatky můžeme shrnout do těchto bodů:

1. Špatné termínování objednávek na vzdálenější období se nemusí projevit hned. Pokud nejsou ukazatele přetížení výroby denně sledovány, může uběhnout několik dní, než si firma uvědomí, že hrozí problém. Každá ztracená hodina práce je ale ve firmě LABtest velmi cenná, protože kapacity nelze navyšovat tak jako v jiných firmách.
2. I špatné termínování na blízké období má velké následky. Projeví se sice hned a zvyšuje tlak na to, aby byla situace ve výrobě řešena okamžitě (může se jednat o vědomý závazek pracovníků firmy, že maximálně zkrátí přípravné časy a pokusí se práci v přetíženém období stíhat rychleji, než ji plánuje systém), ale při jakémkoliv zadrhnutí vznikne neřešitelný problém. Epidemie spalniček pro firmu LABtest dopadla ještě velice dobře, protože firma nemusela být zavřena celá, ale i tak se projevila propadem spolehlivosti.

### 10.6.3 Zpětná vazba firmy Lisovna na uvedená zjištění

Firma LABtest nás upozornila, že část objednávek v systému jsou ve skutečnosti rezervace, tedy velmi pravděpodobně odhady toho, že zákazník poptávaný produkt objedná. O míře pravděpodobnosti rozhodují obchodníci a dle svého uvážení ji zadávají do systému. Zákazníci dále objednávky často mění, ne snad typ produktu či délku zkoušky, ale významně ji posouvají v čase. Nejlepší, čím se můžeme řídit, jsou aktualizované odhady pravděpodobnosti příjmu objednávky spojené s neúnavnou komunikací obchodníků se zákazníkem.

### 1. Správné termínování nových objednávek - KPI termínová spolehlivost

Z výše uvedených důvodů je termínování náročné. Přidávají se k němu ještě složitosti ve formě vysoce kvalifikovaného odhadu vedoucích pracovníků, kteří dokážou některé zkoušky ve výrobě sloučit, ale neumí to systému říct dopředu. Ten si pak mylně myslí, že se něco nestíhá.

Spolehlivost by bylo dobré rozdělit podle „stavu“ objednávky, např. spolehlivost objednávek je 90 %, spolehlivost rezervací 80 %, spolehlivost poptávek 20 %. Dále by bylo vhodné vytvořit termínovací nástroj, který by při generování možného termínu konkrétní poptávky rozlišoval všechny objednávky a pouze schválené objednávky.

### 2. Chybějící kapacita - KPI poměr chybějící kapacity

Chybějící kapacita je problém, který kvůli omezenému počtu komor nelze navýšit např. pomocí přesčasů. Doporučujeme sledovat její hodnotu na blízké i vzdálenější období oddeleně (cca 2 týdny a 6 týdnů) a reagovat kontaktováním zákazníků a možným posunem termínů. Podle firmy LABtest někteří zákazníci posun termínu neakceptují, ale většina ano.

### 3. Nevyužitá kapacita - KPI nevyužitá kapacita

Nevyužitá kapacita znamená problémy s testovanými vzorky, které dorazily pozdě, nebo nevhodnou skladbu technologického postupu. Aktivní spoluprací oddělení technologie a přípravy výroby s oddělením plánování by šlo v případě přetížení jedné komory vytvořit alternativní postup, kde bude pořadí operací prohozené, a využije se nejprve volná komora. Pracovníci firmy LABtest namítají, že na to nemají čas, nebo že to udělají rovnou, když takovou možnost vidí (ovšem neřeknou to systému). Zde vnímáme problém, protože dochází k rozevírání nůžek mezi skutečností a jejím datovým odrazem.

## 11 Závěr

Motivací k vypracování této práce bylo nalézt vhodné klíčové ukazatele výroby, které mají přímý vliv na včasné dodání objednávek, a které mohou pomoci firmám rychleji odhalovat a napravovat problémy s termínovou spolehlivostí.

Pro lepší představu o tom, jaké ukazatele jsou pro výrobu důležité, byla v části I stručně shrnuta historie moderní výroby a vývoje jejích potřeb. Je pozoruhodné, že některé teze jsou i po více než dvou staletích od první průmyslové revoluce stále vysoce aktuální.

V části II se detailněji věnujeme tomu, jak vypadá dnešní výroba, aby byly lépe patrné její potřeby a procesy, které jsou klíčové pro experimentální část III. Podrobně jsou zde rozebrány výrobní ukazatele výsledků i výkonnosti a je vyzdvížena jejich důležitost pro úspěšné fungování firem 21. století. V sekci o metodách zvyšování výkonnosti přibližujeme moderní metody plánování a řízení výroby, které mají své kořeny v Japonsku 50. let 20. století. Všechny dnešní přístupy k optimalizaci výroby a zvyšování výkonnosti (lean, Six Sigma, Total Quality Management, obecně operační management apod.) mají své kořeny právě v produkčním systému firmy Toyota (TPS). Velice zajímavé je porovnání dnešního přístupu českých firem střední velikosti k plánování (viz sekce 10) s 50 let starou a přesto málokde implementovanou filozofií štíhlé výroby.

Na základě rešerše těchto metod a znalosti prostředí českých výrobních firem bylo pro experiment vybráno celkem 50 ukazatelů, které mají potenciál být klíčovými ukazateli výkonnosti. V kapitole III jsou tyto ukazatele detailně popsány, a to včetně způsobu jejich získávání a zpracování. Vybrali jsme 8 firem, u kterých byla denně zaznamenávána potřebná výrobní data, bohužel z důvodu nekonzistence dat musely být 3 firmy na konci měření z vyhodnocení vyřazeny (podrobněji v sekci 10).

Cílem vyhodnocování získaných údajů bylo podrobně projít trendy 60 měřených či vypočítaných veličin a prokázat jejich souvislost s termínovou spolehlivostí. To se po důkladném vyhodnocení podařilo u celkem 10

veličin, jejich vliv na termínovou spolehlivost je vždy příslušně komentován u jednotlivých firem v experimentální části.

Zjištěné skutečnosti byly firmám představeny a veličiny, které mají bezprostřední vliv na termínovou spolehlivost, jim byly navrženy ke sledování jako KPI. Detailní reakce jednotlivých firem jsou zaznamenány v sekci 10. Některé ukazatele firmy převzaly, jiné potřebují ještě rozpracovat (např. rozlišovat spolehlivost pro různé zákazníky) a část z nich se firmám nehodí, protože dobře neodpovídá jejich výrobnímu modelu (což bohužel znamená, že jejich výrobní model neodpovídá svému datovému popisu).

## Shrnutí nejdůležitějších výstupů práce

- Správné termínování nových objednávek je alfou a omegou plánování. Pokud jsou objednávky přijaty neuváženě, ve výrobě se tento hendikep těžko dohání.
- I když firma propadá nervozitě z nízkého počtu objednávek, je rozumné nepřijímat nové objednávky na blízké termíny, ale nechávat si ve výrobě aspoň 10 % - 20 % volných kapacit pro případ problému (reklamace, výpadek stroje a další).
- Výroba polotovarů na sklad dává ve většině firem dobrý smysl, ale objem této výroby musí podléhat neustálé kontrole. Při zaznamenání prvních potíží se spolehlivostí musí být skladové položky a nastavené výrobní dávky rychle revidovány.
- Neustále je potřeba sledovat přetížení pracovišť a jeho vývoj v čase. Dle charakteru výroby musí každá firma najít hladiny přetížení, které jsou ještě únosné (lze je např. vyřešit pomocí malého množství přesčasů) a které již ukazují na počínající problém. Naprosto zásadní ale je přetížení řešit dříve, než se problém projeví v termínové spolehlivosti.
- Cenným poznatkem je zaměření na nevyužité kapacity úzkých míst. Zatímco přetížení firmy nějak sledují i dnes, nevyužité kapacity často leží mimo jejich zorné pole. Přitom platí, že každá ztracená hodina na úzkém místě je hodina ztracená v celé výrobě.
- Vybrané měřené ukazatele nutně neříkají, že jejich udržování na optimální úrovni bude mít za následek stoprocentní termínovou spolehlivost. Ta je daná souhrnou mnoha vlivů, které nelze stoprocentně podchytit. Říkají ale, že zhoršení hodnot ukazatelů výkonnosti téměř s jistotou povede ke zhoršení spolehlivosti.
- Nutnou podmínkou správného plánování je centralizace, konzistence a aktuálnost dat v informačních systémech. Bez nich je plánování slepé a řídí se pocity vedoucích pracovníků.
  - Nepořádek v datech je i důvodem, proč se nepodařilo prokázat vliv dalších veličin na termínovou spolehlivost a proč nebylo vůbec možné provádět statistické vyhodnocování dat (viz např. firma Autodílna 10.3, která ze dne na den zvýšila objem výroby 3,5x). Údaje zadávané do systémů jsou často nekompletní a neaktualizují se podle skutečnosti. Přitom žádná z firem není v plánování začátečník a všechny disponují informačními systémy na podporu výroby.
  - Zajímavé je porovnání českého a japonského přístupu k využití informačních technologií. Zatímco podle japonského přístupu musí nejprve fungovat manuální procesy a teprve při jejich standardizaci je možné je nahradit automatizací (viz kap. 7.2), v českých firmách panuje přesvědčení, že nefunkční procesy zachrání kvalitní software.
- V každé firmě by mělo probíhat neustálé přemýšlení o procesech a možnosti jejich zjednodušení (ve shodě s filozofií kaizen). Prostředí výrobních firem se neustále vyvíjí a procesy, které fungovaly loni, mohou být letos neefektivní či dokonce nefunkční.

- Poučení z celé práce by se dalo shrnout do jediné věty, která zní téměř banálně, ale je zcela zásadní: Problémy je potřeba řešit ihned.

Za nejdůležitější přínos celé práce považujeme to, že všech 5 vyhodnocovaných firem projevilo zájem o předložená KPI, rozumí jejich zásadnímu významu pro dosažení včasného dodávání objednávek zákazníkům a ve většině případů i přišlo s návrhem na jejich další rozpracování. Implementace klíčových ukazatelů výkonnosti do každodenního provozu firmy bude mít nepochybně pozitivní vliv na spokojenost jejich zákazníků.

## Reference

- [1] PARMENTER, David. *Klíčové ukazatele výkonnosti: rozvíjení, implementování a využívání vítězných klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI)*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. ISBN 9788002020837.
- [2] KAPLAN, Robert S. a David P. NORTON. *The balanced scorecard: translating strategy into action*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, c1996. ISBN 978-0-87584-651-4.
- [3] HOPE, Jeremy a Robin FRASER. *Beyond budgeting: how managers can break free from the annual performance trap*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, c2003. ISBN 978-1578518661.
- [4] *Throw out the budget process, or at least radically alter it* | ( be part of the Beyond Budgeting Movement) | (extract from "Pareto's 80/20 Rule for the Corporate Accountant" [online] published by John Wiley & Sons Inc ISBN: 978-0-470-12543-4) [cit. 21.05.2019]. Dostupné z: <http://davidparmenter.com/files/beyond-budgeting-throw-out-the-budget-process-or-at-least-radically-alter-it.pdf>
- [5] *Putting the Balanced Scorecard to Work*. Harvard Business Review - Ideas and Advice for Leaders [online]. Copyright © 2019 Harvard Business School Publishing. All rights reserved. Harvard Business Publishing is an affiliate of Harvard Business School. [cit. 1.9.2018]. Dostupné z: <https://hbr.org/1993/09/putting-the-balanced-scorecard-to-work>
- [6] ELLIOT, R.K. "The Third Wave Breaks on the Shores of Accounting," *Accounting Horizons* (June 1992): 61–85.
- [7] *Industrial Revolution* | Definition, Facts, & Summary | Britannica.com. Encyclopedia Britannica | Britannica.com [online]. Copyright ©2019 Encyclop [cit. 21.05.2019]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>
- [8] MCCREADIE, Karen a Adam SMITH. *Adam Smith's The wealth of nations: a modern-day interpretation of an economic classic*. Oxford: Infinite Ideas, 2009. ISBN 9781906821036.
- [9] LEVINE, Kenneth C., přednášky *Operations Management* [online], Georgia State University [cit. 12.4.2019]. Dostupné z <http://www2.gsu.edu/~wwwkcl/MBA8155/MBA8155Slides5.ppt>
- [10] *Industrial revolutions: the 4 main revolutions in the industrial world*. Sentryo - Cybersécurité pour l'Internet Industriel [online]. Copyright © 2019 Sentryo SAS, All rights reserved [cit. 21.05.2019]. Dostupné z: <https://www.sentryo.net/the-4-industrial-revolutions/>
- [11] *Národní iniciativa Průmysl 4.0* | BusinessInfo.cz. BusinessInfo.cz - Oficiální portál pro podnikání a export [online]. Copyright © 1997 [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/narodni-iniciativa-prumysl-40-71386.html#!&chapter=1>
- [12] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000. Expert (Grada). ISBN 8071699551.



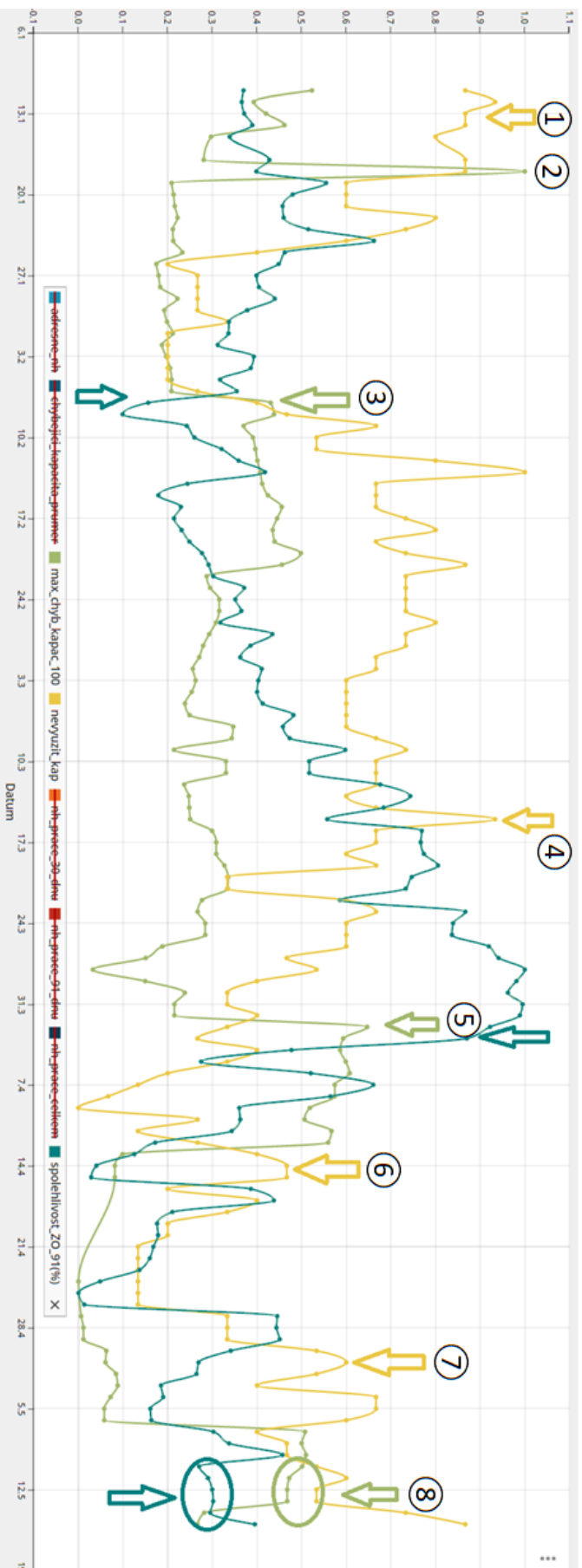
- [13] *A Brief History of Industrial Revolutions: Patrick McCray* - Patrick McCray | Open Transcripts. Open Transcripts [online]. Dostupné z: <http://opentranscripts.org/transcript/brief-history-industrial-revolutions-patrick-mccray/>
- [14] DRUCKER, P. F. *Managing the Non-Profit Organization: Principles and Practices*, New York: Collins, 1992, ISBN 0887306012.
- [15] HINDLS, R., HOLMAN, R. a S. HRONOVÁ. *Ekonomický slovník*, 1. vydání, Praha: C. H. Beck, 2003, ISBN 80-7179-819-3.
- [16] PITRA, Z. *Zvyšování podnikatelské výkonnosti firmy*, 1. vydání, Praha: Ekopress, s.r.o., 2001, ISBN 80-86119-64-5.
- [17] KAPLAN, R. S. a D. P. NORTON. *Transforming the Balanced Scorecard from Performance Measurement to Strategic Management: Part 1*, Accounting Horizons, 03/2001, Ročník 15, Číslo 1.
- [18] COLEMAN, Q. *History of taxation - World Taxation | Everything you want to know about world taxation but were afraid to ask*. [online]. [cit. 13. 2. 2018]. Dostupné z: <http://www.worldtaxation.com/uncategorized/history-of-taxation.html>
- [19] OFORI-BOATENG, CH., *The History Of KPIs And Their Rise To Popular Use Today*, ChristianSteven Business Intelligence Blog [online] upraveno 5. 4. 2017, Copyright © 2018 ChristianSteven Software. [cit. 2.2.2018]. Dostupné z <https://go.christiansteven.com/the-history-of-kpis-and-their-rise-to-popular-use-today>.
- [20] NENADÁL, J., NOSKIEVIČOVÁ, D., PETŘÍKOVÁ, R., PLURA, J. a J. TOŠENOVSKÝ. *Moderní management jakosti – principy, postupy a metody*, 1. vydání, Praha: Management Press, s.r.o., 2008, ISBN 987-80-7261-186-7.
- [21] CLARK, W. *The History of Operation & Production Management* [online] upraveno 26. 9. 2017, Copyright © 2018 Leaf Group Ltd. [cit. 2.2.2019] dostupné z <https://bizfluent.com/info-8043238-history-operation-production-management.html>
- [22] PAVELKOVÁ, D. a A. KNÁPKOVÁ. *Výkonnost podniku z pohledu finančního manažera*, 1. vydání, Praha: Linde nakladatelství, s.r.o., 2005.
- [23] PAZOUREK, J. *Bilance akciových společností*, Praha: Náklad spolku Merkur, 1906 [online] [cit. 12.2.2018]. Dostupné z <https://knihovna.vse.cz/zlatyfond/html/zf0008.htm>
- [24] *Finanční analýza*, heslo na Wikipedie otevřená encyklopedie, poslední editace 4. 10. 2017 [online] [cit. 12.2.2018]. Dostupné z [https://cs.wikipedia.org/wiki/Finan%C4%8Dn%C3%AD\\_anal%C3%BDza#cite\\_ref-5](https://cs.wikipedia.org/wiki/Finan%C4%8Dn%C3%AD_anal%C3%BDza#cite_ref-5)
- [25] MARTIN, John D. a J. William PETTY. *Value based management: the corporate response to the shareholder revolution*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, c2000. ISBN 978-0875848006.
- [26] KAPLAN, R. M. a D. P. NORTON. *Balanced Scorecard: strategický systém měření výkonnosti podniku*, 3. vydání, Praha: Management Press, 2007. ISBN 80-7261-063-5.
- [27] *Nový pohled na business*, rozhovor s Václavem Houserem, časopis Moderní řízení 2/2005 [online] [cit. 12.2.2018]. Dostupné z [http://www.inekon-systems.cz/files/inekon-systems/clanky/mr\\_0205\\_rozhovor.pdf](http://www.inekon-systems.cz/files/inekon-systems/clanky/mr_0205_rozhovor.pdf)

- [28] PARMENTER, David. *Pareto's 80/20 Rule for the Corporate Accountant* [online] Hoboken, N.J.: John Wiley, c2007. ISBN 978-0-470-12543-4 [cit. 12.2.2018]. Dostupné z <http://davidparmenter.com/files/beyond-budgeting-throw-out-the-budget-process-or-at-least-radically-alter-it.pdf>
- [29] MARINIČ, P. *Plánování a tvorba hodnoty firmy*, 1. vydání, Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. ISBN 978-80-247-2432-4.
- [30] KOMENDA, O. *Proč najednou všichni chtějí APS* [online], časopis System Online, IT SYSTEMS 9/2014 [cit. 12.2.2018]. Dostupné z <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/proc-najednou-vsichni-chteji-aps.htm>
- [31] SYED Ferhan. *Lean Production System, Total quality management*. [online] Napsáno 28.10. 2008 [cit. 18.5.2017]. Dostupné z <https://totalqualitymanagement.wordpress.com/2008/10/28/lean-production-system/#more-91>
- [32] *Toyota Production System* [online] [cit. 18.5.2017]. Dostupné z [https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_Production\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Production_System)
- [33] *Assembly line* [online] [cit. 18.5.2017]. Dostupné z [https://en.wikipedia.org/wiki/Assembly\\_line](https://en.wikipedia.org/wiki/Assembly_line)
- [34] *Production Miracle At Willow Run* [online] [cit. 18.5.2017]. Dostupné z [http://www.strategosinc.com/willow\\_run.htm](http://www.strategosinc.com/willow_run.htm)
- [35] *Why did Henry Ford say "A customer can have a car painted any color he wants as long as it's black"?* [online] [cit. 18.5.2017]. Dostupné z <https://www.quora.com/Why-did-Henry-Ford-say-%E2%80%9CA-customer-can-have-a-car-painted-any-color-he-wants-as-long-as-it%E2%80%99s-black%E2%80%9D>
- [36] ŌNO, Taiichi. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Cambridge, Mass.: Productivity Press, c1988. ISBN 9780915299140.
- [37] UNIVAC I [online] [cit. 18.5.2017]. Dostupné z [https://cs.wikipedia.org/wiki/UNIVAC\\_I](https://cs.wikipedia.org/wiki/UNIVAC_I)
- [38] *Plánování potřeby materiálu* [online] [cit. 18.5.2017]. Dostupné z [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD\\_pot%C5%99eby\\_materi%C3%A1lu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD_pot%C5%99eby_materi%C3%A1lu)
- [39] SNAPP, S. *The History of MRP and DRP*, 2012 [online] [cit. 10.5.2017]. Dostupné z <http://www.scmfocus.com/scmhistory/2012/08/the-history-of-mrp-and-drp/>
- [40] F. Robert JACOBS a F.C. 'Ted' WESTON. *Enterprise resource planning (ERP)-A brief history*, Journal of Operations Management 25 (2007) 357–363.
- [41] MAREŠ, J. *Podnikové informační systémy a DP* [vzdělávací kurz na CD-ROM, EBOOK\_Z]. Západočeská univerzita, Strojní fakulta. Plzeň : SmartMotion, 2012. ISBN 978-80-87539-05-7.
- [42] *Enterprise Resource Planning – ERP*, Investopedia. [online] [cit. 18.5.2017]. Dostupné online z <http://www.investopedia.com/terms/e/erp.asp#ixzz3Zpq0SBPt>
- [43] BASL, J. a R. BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*, Praha, Grada, 2008. S. 283.
- [44] *Plánování podnikových zdrojů* [online] [cit. 18.5.2017]. Dostupné z [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD\\_podnikov%C3%BDch\\_zdroj%C5%AF](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD_podnikov%C3%BDch_zdroj%C5%AF)

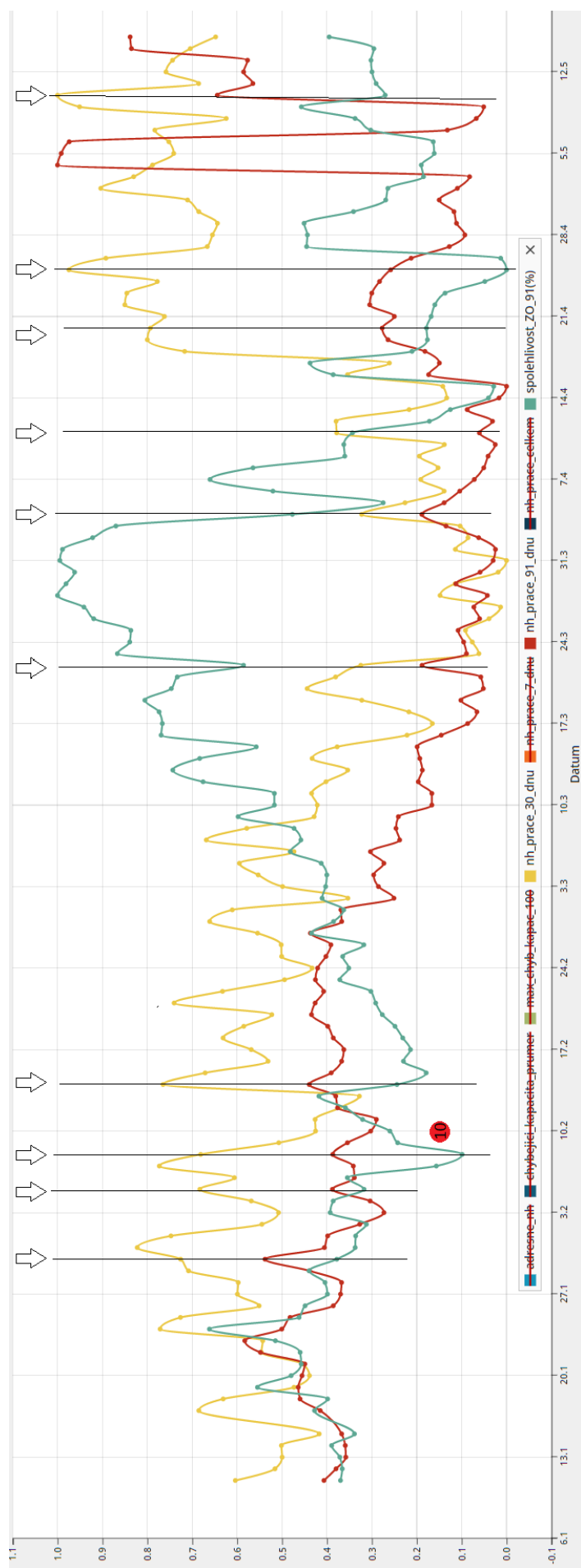
- [45] *Pokročilé plánování* [online] [cit. 18.5.2017]. Dostupné z [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pokro%C4%8Dil%C3%A9\\_pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pokro%C4%8Dil%C3%A9_pl%C3%A1nov%C3%A1n%C3%AD)
- [46] *Plantune, reference výrobních firem* [online] [cit. 10.5.2017]. Dostupné z <http://www.plantune.cz/o-plantune/reference/>
- [47] PAVEL, J. *Implementace informačního systému SAP v teorii a praxi* [online]. Bakalářská práce, Katedra informačních technologií, Bankovní institut vysoká škola Praha, Duben 2009 [cit. 18.5.2017]. Dostupné z [https://is.bivs.cz/th/6356/bivs\\_b/](https://is.bivs.cz/th/6356/bivs_b/)
- [48] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Průmysl 4.0 aneb Nikdo sám nevyhraje*, Professional Publishing s.r.o., Průhonice, I. Vydání, 2017, ISBN 978-80-906594-4-5.
- [49] LUSCOMBE, B. *Do We Need \$75,000 a Year to Be Happy?*, časopis Time [online], vydáno 6.9.2010, Copyright © 2019 TIME USA, LLC. All rights reserved. [cit. 12.05.2019]. Dostupné z: <http://content.time.com/time/magazine/article/0,9171,2019628,00.html>
- [50] Plat - Dělník, Pomocné práce - Platy.cz. Průzkum platů | přehled platů, průměrná mzda,... - Platy.cz [online]. Copyright © 1997 [cit. 12.05.2019]. Dostupné z: <https://www.platy.cz/platy/pomocne-prace/delnik>
- [51] RIFKIN, J. *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*, New York: Palgrave Macmillan, 2011. ISBN 978-0-230-11521-7.
- [52] JIRÁSEK, J. *Štíhlá výroba*, Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-394-4.
- [53] LIKER, Jeffrey K. a James M. MORGAN. *The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development*. Academy of Management Perspectives [online]. 2006, 20(2), 5-20 [cit. 2019-05-12]. DOI: 10.5465/amp.2006.20591002. ISSN 1558-9080. Dostupné z: <http://journals.aom.org/doi/10.5465/amp.2006.20591002>
- [54] Česká ekonomika letos poroste o 2,5 % | 2019 | Ministerstvo financí ČR. Ministerstvo financí ČR [online]. Copyright © 2005 [cit. 12.05.2019]. Dostupné z: <https://www.mfcr.cz/cs/aktualne/tiskove-zpravy/2019/ceska-ekonomika-letos-poroste-o-25-34176>
- [55] *CSF (Critical Success Factors) Kritické faktory úspěchu* - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/kriticke-factory-uspechu>
- [56] D.L. KIMBLER a W.G. FERREL. *TQM-based Project Planning*. New York: Chapman & Hall, 1997. ISBN 0412588609.
- [57] *What is optimized production technology (OPT)? definition and meaning* - BusinessDictionary.com. Online Business Dictionary - BusinessDictionary.com [online]. Copyright © 2019 [cit. 23.05.2019]. Dostupné z: <http://www.businessdictionary.com/definition/optimized-production-technology-OPT.html>
- [58] *Lean Six Sigma, Základní faktor pro úspěch pro výrobní i nevýrobní společnosti*. Copyright © [cit. 13.05.2019]. Dostupné z <https://www.pwc.com/cz/cs/the-academy/change-and-innovation-management/lean-six-sigma.html>
- [59] LIKER, J.K., *Jak to dělá Toyota, 14 zásad řízení největšího světového výrobce*, Management Press, Praha, 2008, ISBN 978-80-7261-173-7.

- [60] *Toyota má větší zisk, ale Volkswagen byl ve čtvrtletí největší automobilkou podle odbytu i tržeb* - Aktuálně.cz. Zprávy - Aktuálně.cz [online]. Copyright © Economia, a.s. [cit. 21.05.2019]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/toyota-ma-vetsi-zisk-ale-volkswagen-byl-ve-ctvrtleti-nejvets/r~5f41fab0600a11e8a6cb0cc47ab5f122/>
- [61] KOŠTURIÁK, J. a Z. FROLÍK [et al.]. *Štíhlý a inovativní podnik*, Praha: Alfa Publishing, 2006, ISBN 80-86851-38-9.
- [62] NENADÁL, J. *Měření v systémech managementu jakosti*, 2. doplněné vydání, Management Press, Praha, 2004, ISBN 80-7261-110-0.
- [63] ARTHUR, Jay. *Lean six sigma demystified*. New York: McGraw-Hill, c2007. McGraw-Hill "Demystified" series. ISBN 0-07-148650-x.
- [64] TÖPFER, Armin [et al.]. *Six Sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. Brno: Computer Press, 2008. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1766-8.
- [65] *What is lead time? definition and meaning* - BusinessDictionary.com. Online Business Dictionary - BusinessDictionary.com [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <http://www.businessdictionary.com/definition/lead-time.html>
- [66] *Lead time*, Úvodní strana - LEAN-FABRIKA [online]. Copyright 2012 - ROI Management Consulting AG [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/lead-time#.XMiwIGgzY2w>
- [67] *Takt Time vs Cycle Time vs Lead Time*. Toggl - Free Time Tracking Software [online]. [cit. 22.05.2019]. Dostupné z: <https://toggl.com/takt-time-cycle-time-lead-time/>
- [68] GEORGE, Michael L., ROWLANDS Dave a Bill KASTLE. *Co je Lean Six Sigma?* Brno: SC&C Partner, c2005. ISBN 80-239-5172-6.
- [69] JUROVÁ, Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 9788026500599.
- [70] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. ISBN 8024812231.
- [71] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. ISBN 8024714795.
- [72] FARRIS, Paul W. *Marketing metrics: the definitive guide to measuring marketing performance*. 2nd ed. Upper Saddle River, N.J.: FT Press, c2010. ISBN 0-13-705829-2.
- [73] IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, c2007. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.

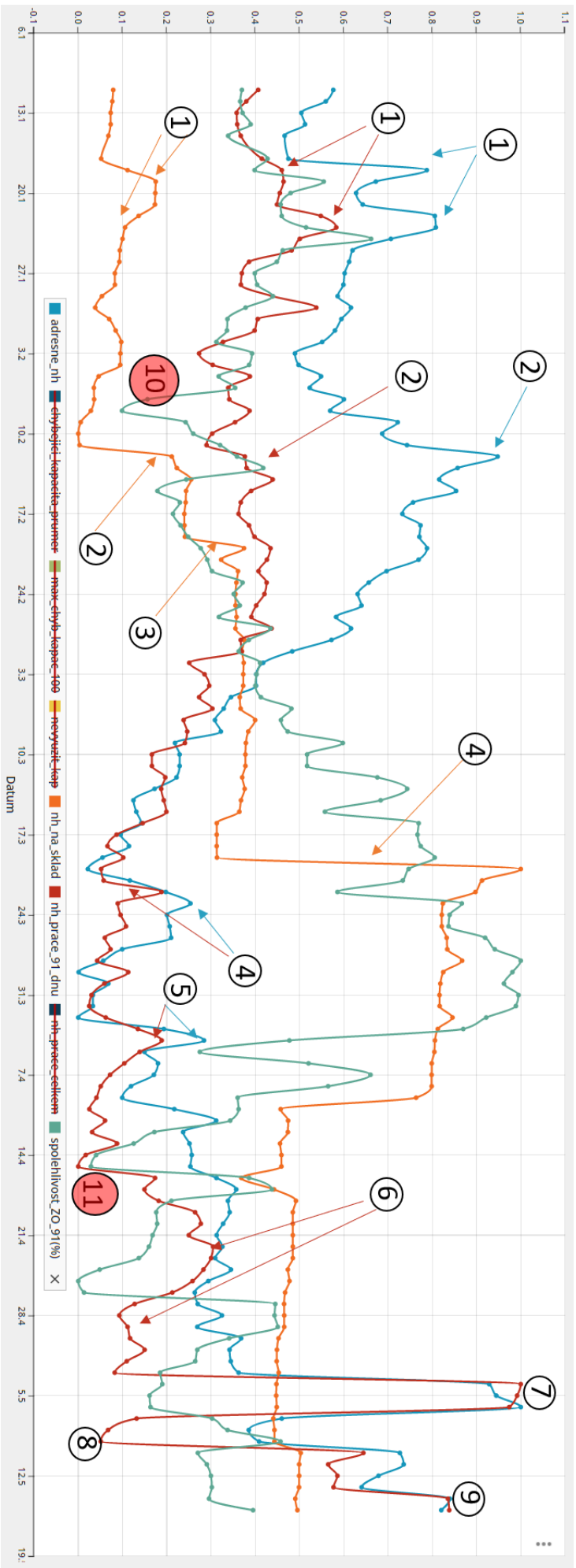
## **Přílohy - grafy**



Obrázek 1: Detaily naměřených hodnot ve firmě MOTO 1/3.

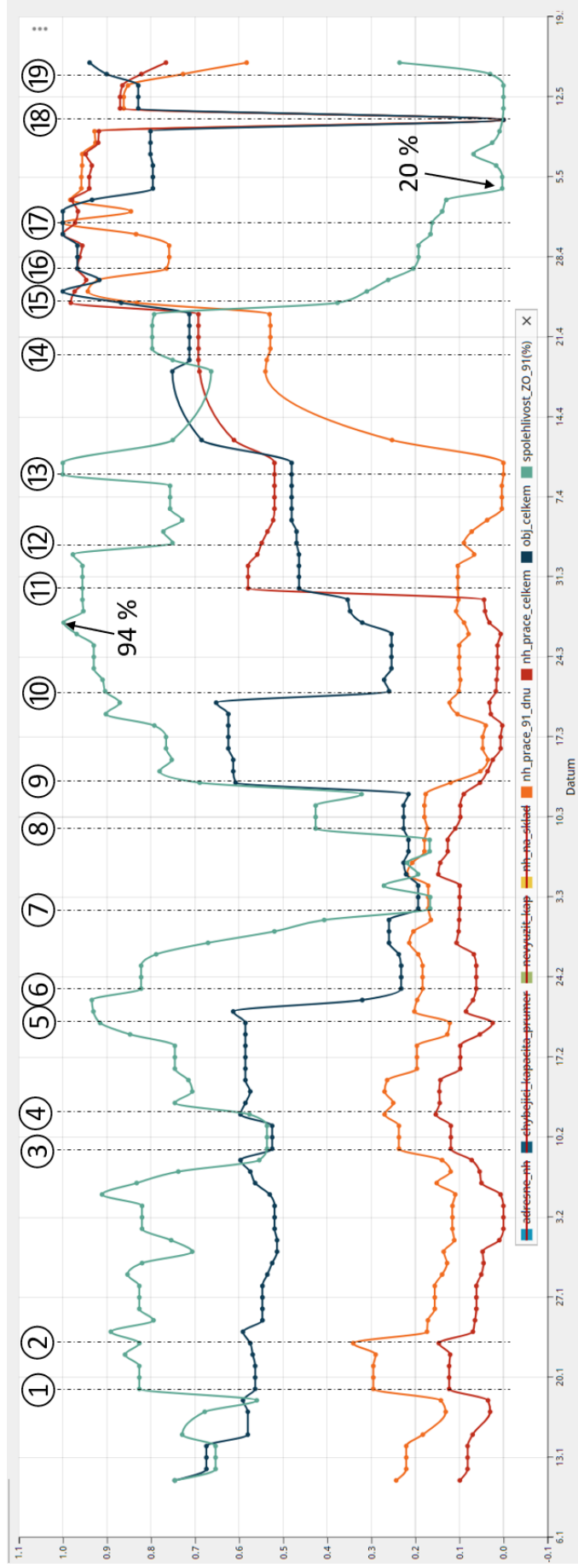


Obrázek 2: Detaily naměřených hodnot ve firmě MOTO 2/3.

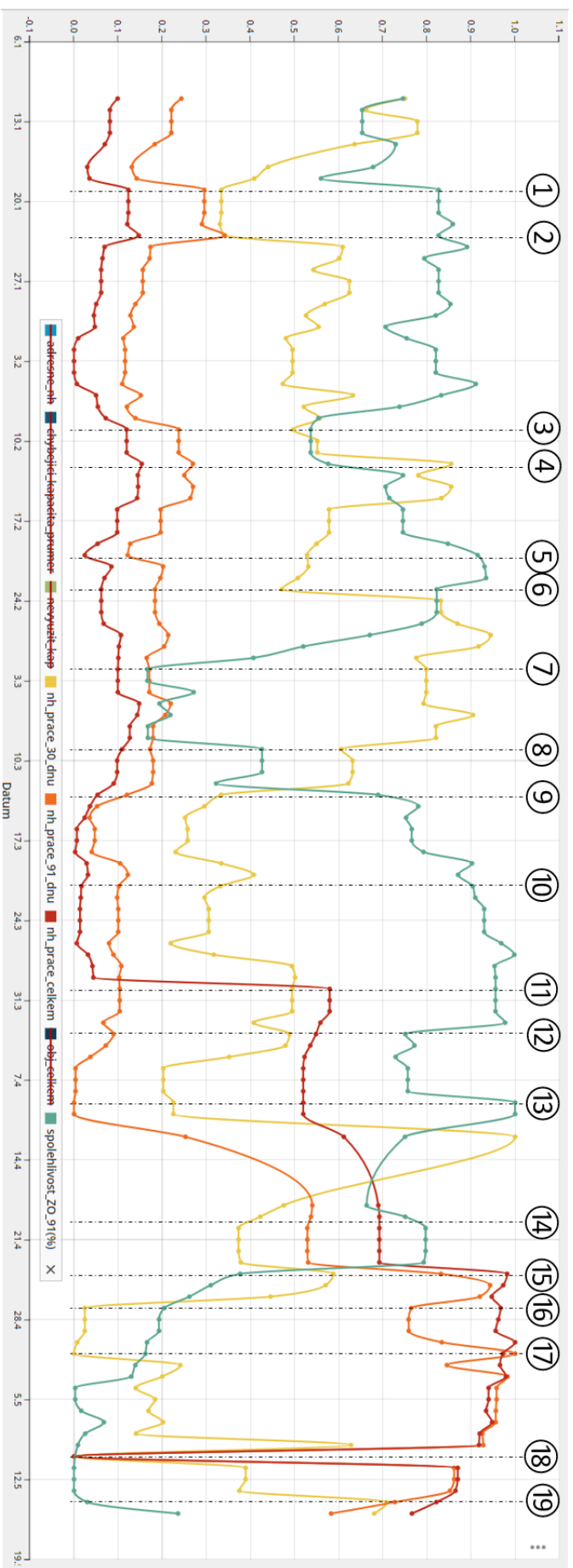


Obrázek 3: Detaily naměřených hodnot ve firmě MOTO 3/3.

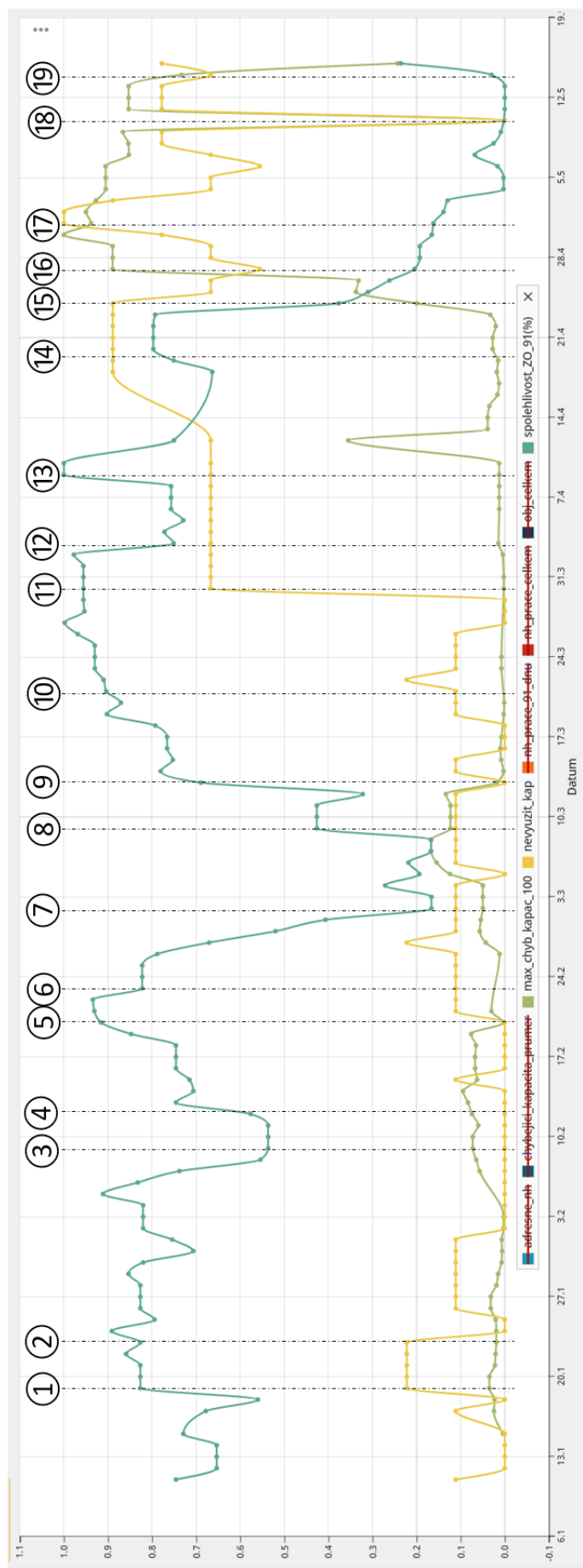




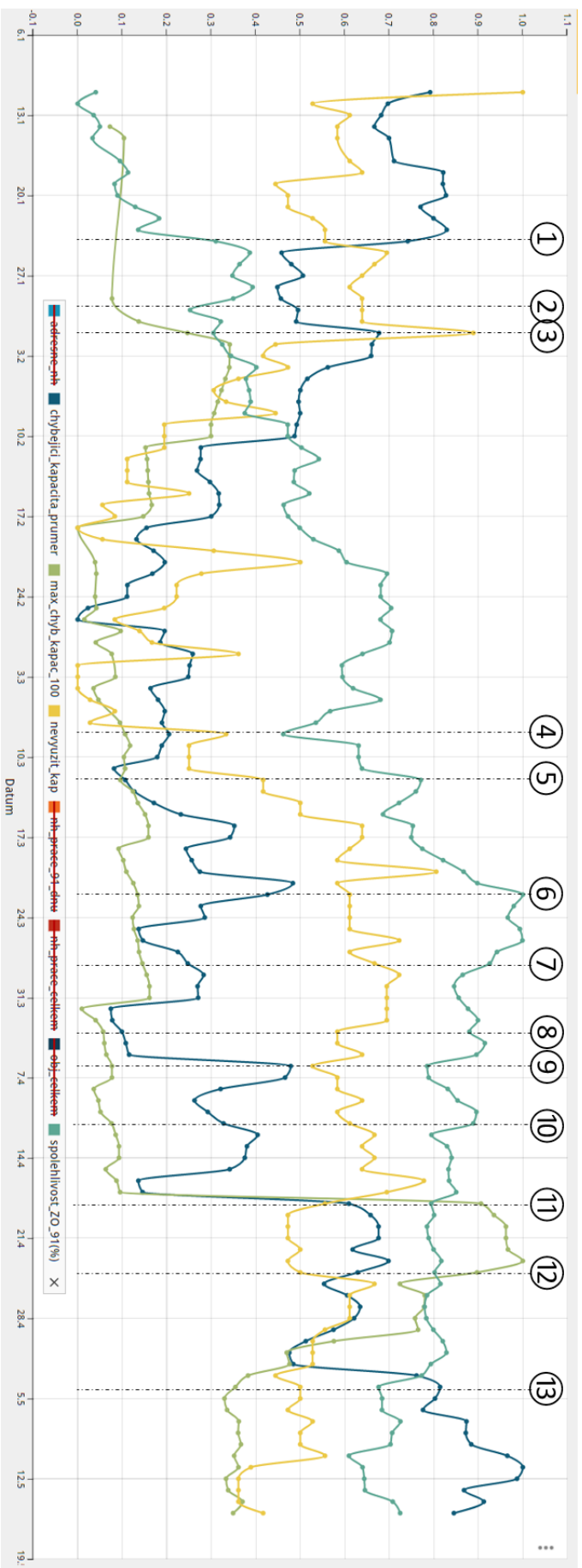
Obrázek 4: Detaily naměřených hodnot ve firmě Autodílna 1/3.



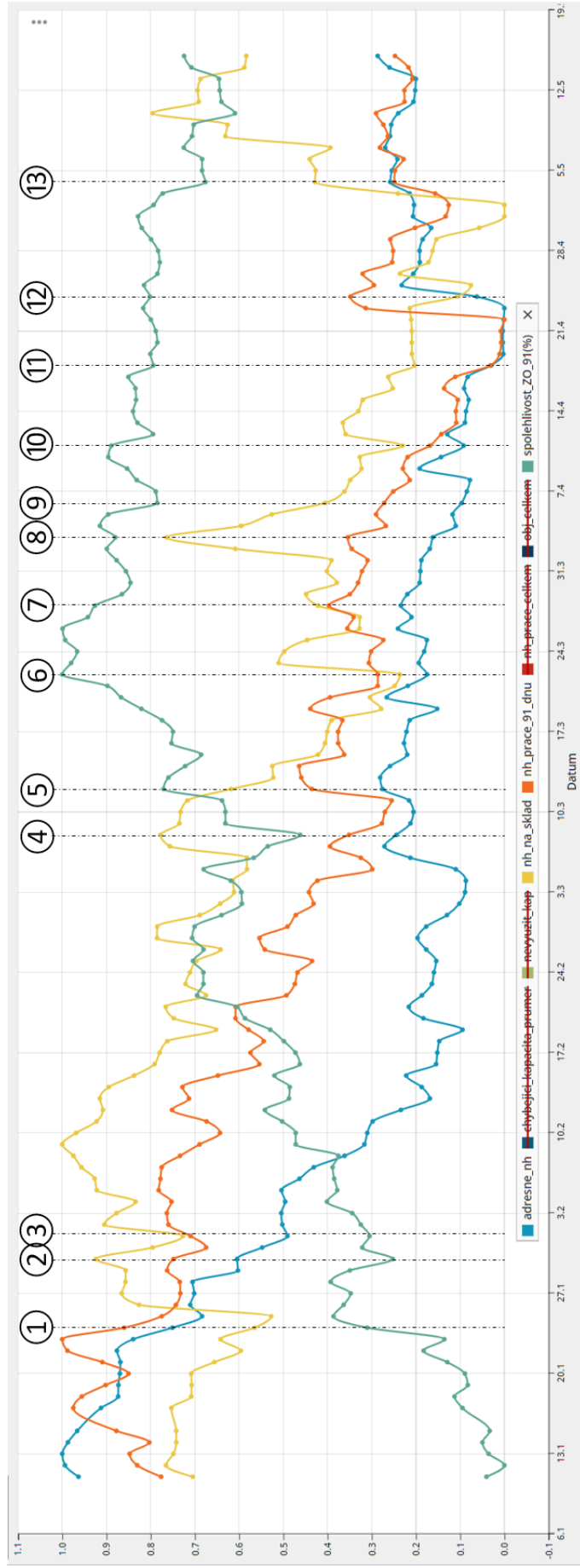
Obrázek 5: Detaily naměřených hodnot ve firmě Autodílna 2/3.



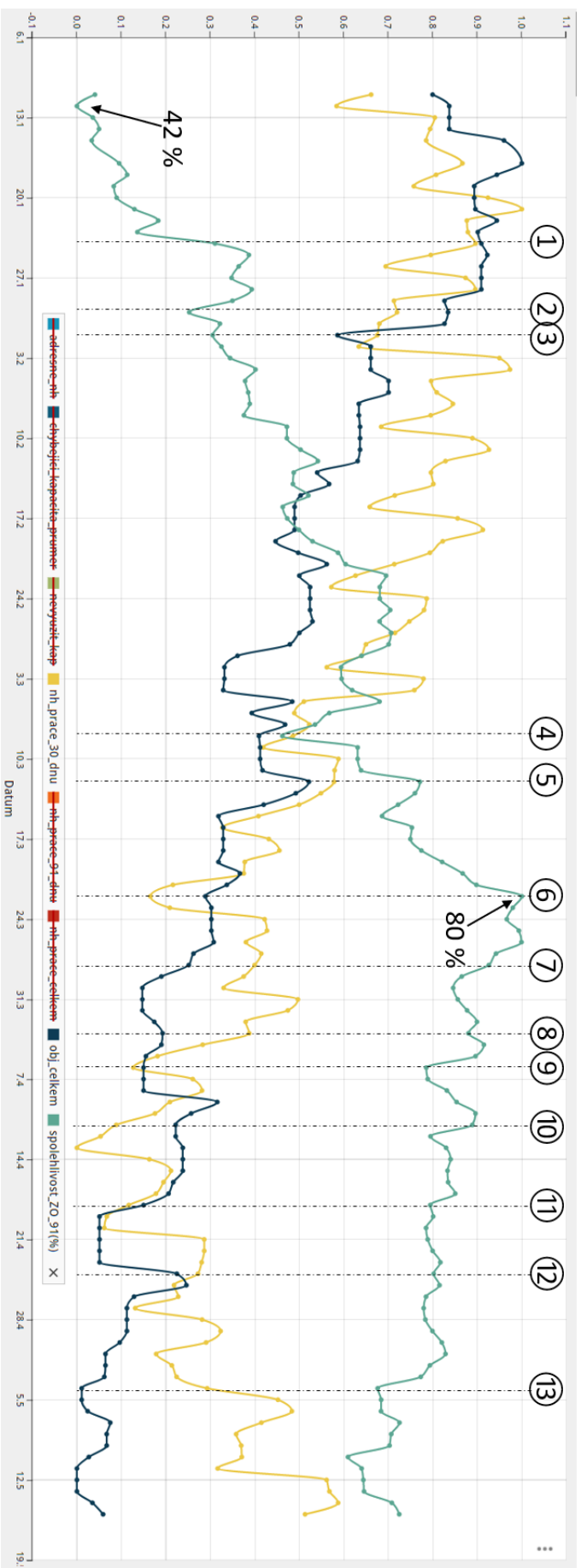
Obrázek 6: Detaily naměřených hodnot ve firmě Autodílna 3/3.



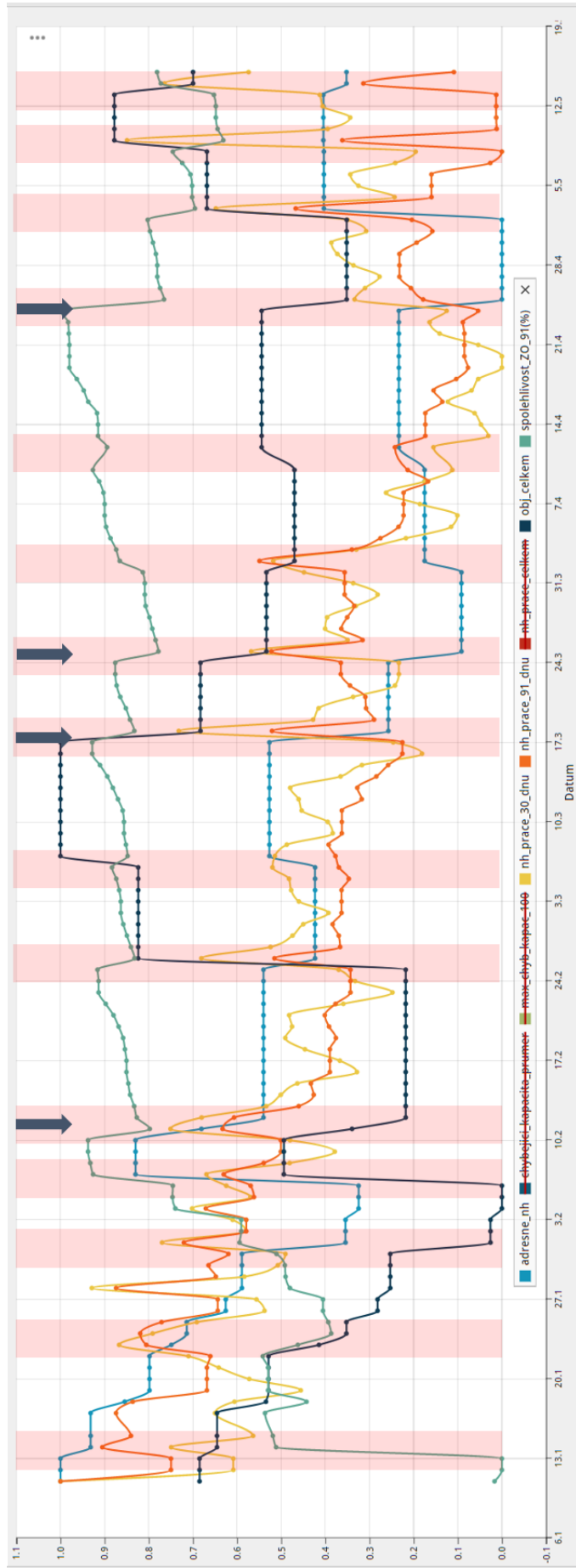
Obrázek 7: Detaily naměřených hodnot ve firmě TRAM 1/3.



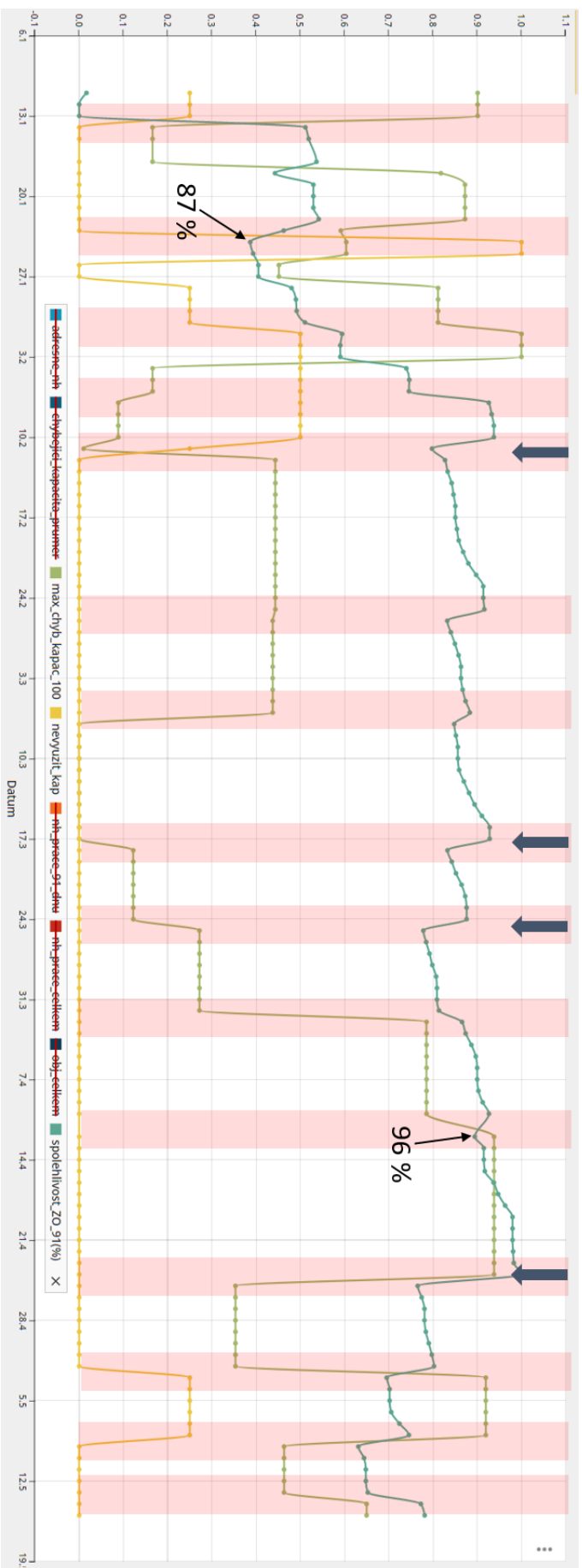
Obrázek 8: Detaily naměřených hodnot ve firmě TRAM 2/3.



Obrázek 9: Detaily naměřených hodnot ve firmě TRAM 3/3.

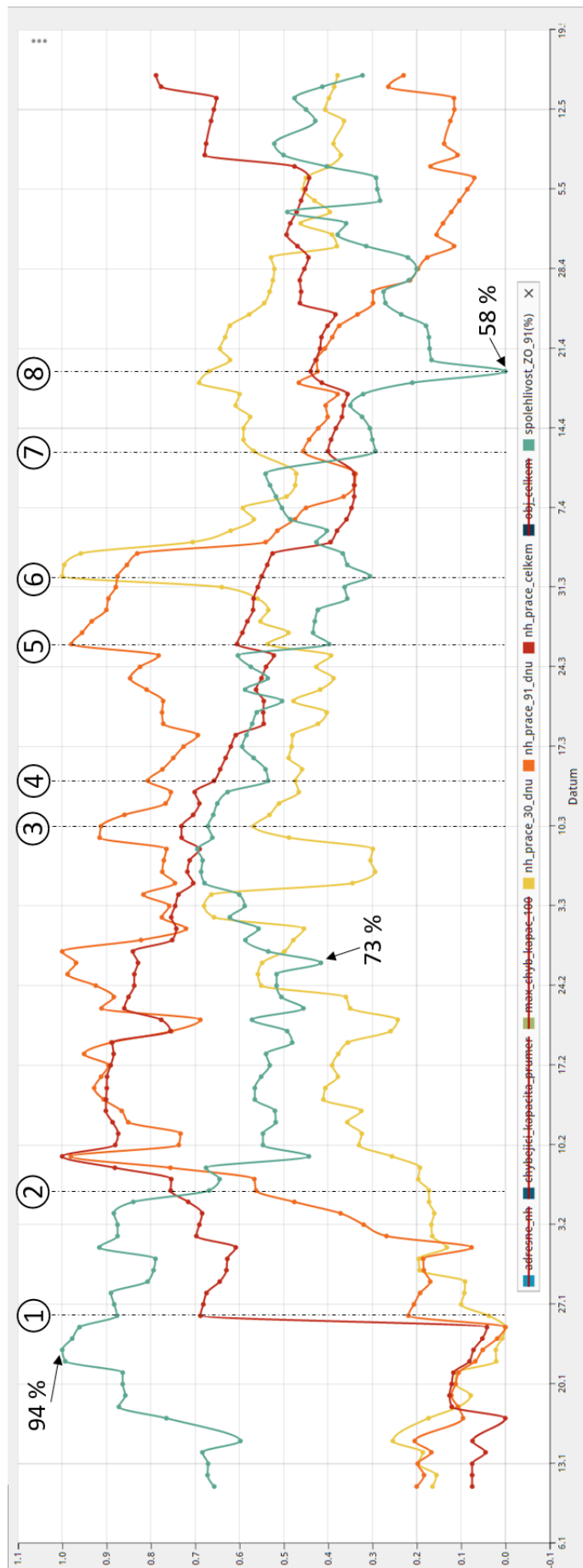


Obrázek 10: Detaily naměřených hodnot ve firmě Lisovna 1/2.

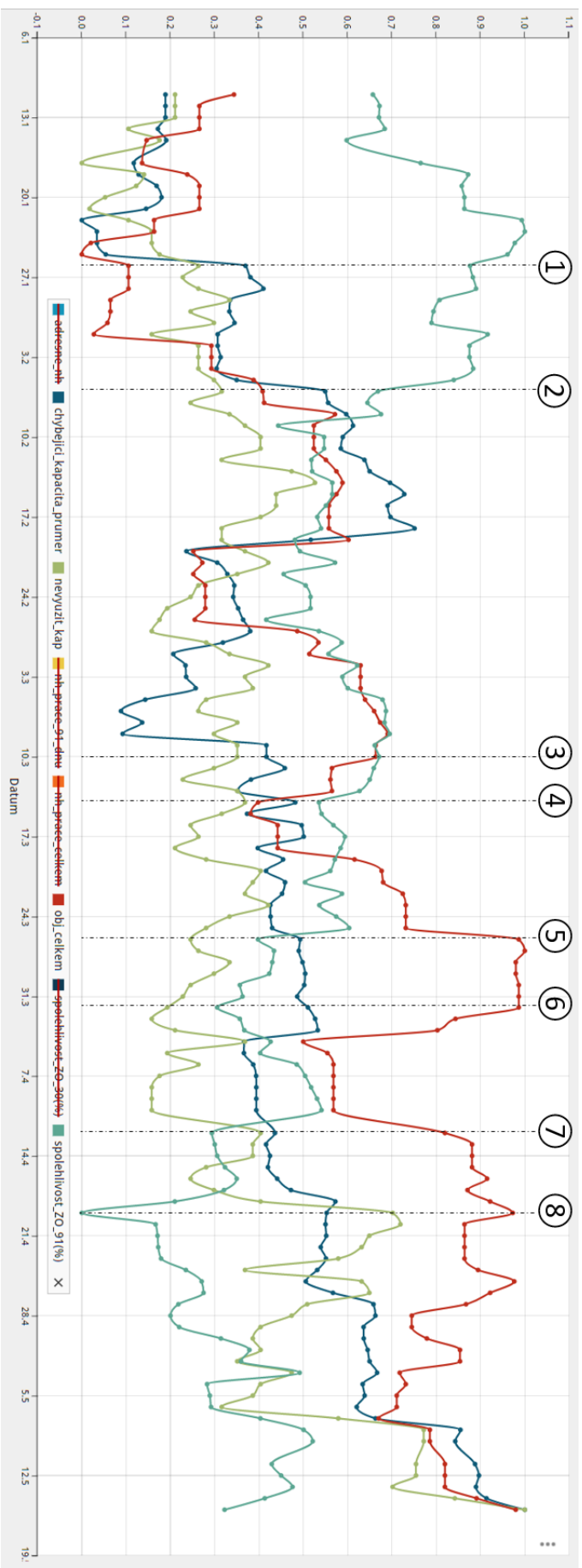


Obrázek 11: Detaily naměřených hodnot ve firmě Lisovna 2/2.





Obrázek 12: Detaily naměřených hodnot ve firmě LABtest 1/2.



Obrázek 13: Detaily naměřených hodnot ve firmě LABtest 2/2.