



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

REVIZE A IMPLEMENTACE SYSTÉMU 5S VE VÝROBNÍM PROCESU SPOLEČNOSTI BOSCH REXROTH, SPOL.S.R.O

REVISION AND IMPLEMENTATION OF THE 5S SYSTEM IN THE PRODUCTION PROCESS OF BOSCH
REXROTH, SPOL.S.R.O

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Weidenhöfer

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	Bc. Jan Weidenhöfer
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce:	Ing. Marek Štroner, Ph.D.
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Revize a implementace systému 5S ve výrobním procesu společnosti Bosch Rexroth, spol.s.r.o

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Předmětem diplomové práce je proces revidování a implementace systému 5S ve výrobní oblasti průmyslového podniku Bosch Rexroth. Stěžejním tématem je popis současného stavu ve výrobní oblasti včetně analýzy odchylek a z nich vyplývající nastavení nových standardů dle metodiky 5S a zavedení nového interního konceptu BPS (Bosch Production System). Nedílnou součástí práce je dále rešerše z oblasti historie a portfolia firmy a také seznámení se současnými metodikami a koncepcemi v oblasti organizace a operativního řízení výroby.

Cíle diplomové práce:

1. Představení zvoleného průmyslového podniku a jeho produktového portfolia.
2. Přehled současných metodik a koncepcí organizace a řízení výrobního procesu.
3. Popis aktuálního stavu ve výrobní oblasti zvoleného podniku, analýza odchylek.
4. Návrh nových standardů 5S do výrobní oblasti.
5. Nastavení kontrolních mechanismů.
6. Zhodnocení navržených změn.

Seznam doporučené literatury:

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publishing, 2016. 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště. Brno SC end C Partner, 2009. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.

HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.

RUMÍŠEK, P. Technologické projekty. 1.vyd. Brno: VUT-FSI, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.

ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá procesem revize a implementace jednoho z mnoha nástrojů štíhlé výroby – 5S – ve výrobním prostředí zvoleného průmyslového podniku Bosch Rexroth, spol. s r. o. Úvodem je čtenář stručně seznámen s historií a oblastí působnosti mateřského koncernu Bosch i společnosti Bosch Rexroth. Následující rešeršní část je věnována teoretickému úvodu do problematiky současných koncepcí organizace a řízení výrobního procesu s důrazem na popis filozofie štíhlé výroby a jejích jednotlivých nástrojů a součástí, zvláště podrobně pak nástroje 5S. Stěžejní částí práce jsou kapitoly zabývající se popisem aktuální situace ve zvoleném průmyslovém podniku, analýzou odchylek od nynějších standardů 5S a návrhem nových standardů 5S včetně definice nových kontrolních mechanismů. Závěrem práce je provedeno technicko-ekonomické zhodnocení návrhu.

Klíčová slova

štíhlá výroba, 5S, plýtvání, standardizace, vizualizace, Kaizen, PDCA

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the process of revision and implementation of one of the many tools of lean manufacturing – 5S – in the production environment of the selected industrial enterprise Bosch Rexroth, spol. s r. o. In the introduction, the reader is briefly acquainted with the history and scope of the parent company Bosch and Bosch Rexroth. The following research part is devoted to a theoretical introduction to the current concepts of organization and management of the production process with emphasis on the description of the philosophy of lean manufacturing and its individual tools and components, especially in detail the 5S tool. The main part of the work are chapters dealing with the description of the current situation in the selected industrial enterprise, analysis of deviations from the current 5S standards and the proposal of new 5S standards, including the definition of new control mechanisms. At the end of the work is a technical and economic evaluation of the proposal.

Key words

Lean Manufacturing, 5S, waste, standardization, visualization, Kaizen, PDCA

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

WEIDENHÖFER, Jan. *Revize a implementace systému 5S ve výrobním procesu společnosti Bosch Rexroth, spol.s.r.o* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-17]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/131967>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marek Štroner.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Revize a implementace systému 5S ve výrobním procesu společnosti Bosch Rexroth, spol.s.r.o.** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

17. května 2021

Datum

.....
Bc. Jan Weidenhöfer

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval společnosti Bosch Rexroth, spol. s r. o. za možnost zpracování této diplomové práce, stejně jako všem zaměstnancům závodu, kteří svými praktickými zkušenostmi, poznatky a poskytnutými podklady přispěli k jejímu dokončení. Děkuji také vedoucímu práce, panu Ing. Marku Štronerovi, PhD., za ochotu a cenné rady při zpracování práce. V neposlední řadě patří velké poděkování za neúnavnou a trpělivou podporu během celého vysokoškolského studia také mé přítelkyni i celé rodině.

OBSAH

ABSTRAKT	3
PROHLÁŠENÍ.....	4
PODĚKOVÁNÍ	5
OBSAH.....	6
ÚVOD.....	9
1 ÚVODNÍ PŘEDSTAVENÍ ZVOLENÉHO PRŮMYSLOVÉHO PODNIKU	10
1.1 Bosch Group.....	10
1.1.1 Historie společnosti.....	10
1.1.2 Struktura společnosti a její produkty	11
1.2 Bosch Rexroth.....	12
1.2.1 Historie společnosti.....	12
1.2.2 Struktura společnosti a její produkty	12
1.2.3 Bosch Rexroth v České republice	13
2 SOUČASNÉ METODY ŘÍZENÍ A ORGANIZACE VÝROBY	15
2.1 MRP II	16
2.2 OPT.....	17
2.3 Štíhlá výroba – Lean Manufacturing	19
2.3.1 Historický kontext.....	19
2.3.2 Tři základní typy ztrát ve výrobním procesu	22
2.3.3 Struktura filozofie štíhlé výroby	24
2.3.4 Just-in-time	25
2.3.5 Kanban	27
2.3.6 Heijunka.....	28
2.3.7 SMED	29
2.3.8 TPM	31
2.3.9 VSM.....	32
2.3.10 Jidoka	32
2.3.11 Kaizen	34
2.3.12 Metoda 5S	35
3 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU VE VÝROBNÍ OBLASTI PODNIKU.....	42
3.1 BPS Project 2020/2021	42
3.2 Aktuální výrobní portfolio	43
3.3 Aktuální rozvržení výrobního provozu.....	44
3.3.1 Sektor předmontáže	45

3.3.2	Sektory montáže M1, M2	45
3.3.3	Sektor stacionární montáže M3	45
3.3.4	Elektromontáž E1	46
3.3.5	Zkušebny L1 a L2	46
3.3.6	Lakování – myčka, lakovna, sušička	46
3.3.7	Svařovna	46
3.4	Standardy 5S nastavené do spuštění BPS Project 2020/2021.....	47
3.5	Analýza odchylek v oblasti 5S v rámci BPS Project 2020/2021	47
3.5.1	Odchytky v oblasti alokace materiálu.....	48
3.5.2	Odchytky v oblasti strojů a zařízení	51
3.5.3	Odchytky v oblasti náradí a nástrojů	53
3.5.4	Odchytky v oblasti dokumentace.....	57
3.5.5	Další identifikované odchylky	58
3.6	Zavedení dílčích úprav dle 5S před spuštěním BPS Project 2020/2021.....	59
4	NÁVRH NOVÝCH STANDARDŮ 5S DO VÝROBNÍ OBLASTI	61
4.1	Návrh nového dispozičního řešení výrobního provozu pro standardy 5S	61
4.1.1	Výpočet potřebného množství stacionárních montážních pracovišť	62
4.1.2	Výpočet využití stacionárních montážních pracovišť.....	63
4.1.3	Výpočet ploch stacionárních montážních pracovišť	65
4.1.4	Popis preferovaného návrhu layoutu pro nové standardy 5S	66
4.2	Nové standardy barevného značení	68
4.3	Nové standardy v oblasti alokace materiálu	71
4.3.1	Plochy pro umístění palet s materiálem	71
4.3.2	Pojízdné vozíky na materiál.....	72
4.3.3	Boxy na drobný materiál a chemické látky	72
4.4	Nové standardy v oblasti strojů a zařízení	73
4.4.1	Uspořádání strojů.....	73
4.4.2	Uspořádání mobilního vybavení	74
4.5	Nové standardy uspořádání náradí a nástrojů	76
4.5.1	Standardizace závěsné skříně s náradím	76
4.5.2	Standardizace zásuvek stolů a mobilních nárad'ových vozíků	79
4.5.3	Standardizace skříně s náradím.....	81
4.5.4	Standardizace uspořádání úklidových a čisticích pomůcek.....	84
4.6	Nové standardy v oblasti dokumentace	85
5	NASTAVENÍ MECHANISMŮ KONTROL A ŠKOLENÍ.....	87

5.1 Metodika měření a evidence odchylek od standardů 5S.....	87
5.2 Školení zaměstnanců, seznámení se standardy 5S, proces neustálého zlepšení.....	88
6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ZMĚN.....	89
ZÁVĚR.....	91
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	93
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	100
SEZNAM PŘÍLOH.....	102

ÚVOD

Pokrok. Slovo, které provází lidstvo odnepaměti, a to prakticky ve všech myslitelných oblastech a odvětvích jeho působení. Člověk má neustálou touhu a potřebu se zlepšovat, zdokonalovat známé technologie, zpříjemňovat a zjednodušovat si svůj život. Po dlouhou řadu staletí byl pokrok poměrně pomalým procesem. Zásadním historickým milníkem byla v tomto ohledu průmyslová revoluce v 18. a 19. století, která přinesla rozsáhlou a dynamickou industrializaci a zavedení velkovýroby v továrnách za použití strojů (tehdy samozřejmě převážně parních) [1].

Od těch časů technologie a způsoby výroby postoupily ještě mnohem dále a jejich zdokonalování se stále zrychluje. Symbolem první poloviny 20. století se stala sériová výroba, kterou jako první úspěšně aplikoval americký podnikatel Henry Ford při výrobě legendárních automobilů Ford typ T. Pro jeho výrobní systém byla typická hromadná produkce unifikovaných automobilů na pohyblivých páslech s využitím specializovaných jednoúčelových strojů. [1, 2].

Již zanedlouho, konkrétně po druhé světové válce, se však v tehdejší válkou zničeném Japonsku začal rodit nový – ještě vyšší – druh výrobního systému, nazvaný Lean Manufacturing – princip štíhlé výroby. Tento způsob, poprvé zavedený firmou Toyota jako tzv. TPS (Toyota Production System), který dále zdokonaluje Fordovu myšlenku a jehož hlavní podstatou je odstraňování veškerého plýtvání z výrobního procesu, se od té doby rozšířil do celého světa [2].

Důvod jeho masového nasazení je nasnadě: dnešní do velké míry globalizovaný a propojený svět je typický svými velmi dynamickými proměnami – z ekonomického hlediska jde zejména o časté střídání období hospodářských krizí s obdobími hospodářské konjunktury. K velmi rychlému postupu dochází také v oblasti vývoje nových technologií. Na všechny podniky je tedy vyvíjen poměrně velký tlak – pro úspěch v silné konkurenci na trhu je vyžadována vysoká flexibilita, nízké ceny, krátké dodací termíny a maximální možná kvalita výrobků. Cestou pro splnění těchto náročných požadavků je právě zavedení štíhlé výroby, která obsahuje několik základních metod a principů, pomocí kterých je možné snižovat náklady na výrobu a účinně ji zefektivňovat – odstraňovat tedy zejména plýtvání finančními zdroji a plýtvání časem při zbytečných prostojích.

Se silnou konkurencí na trhu se potýká také česká pobočka německé společnosti Bosch Rexroth, která se proto rozhodla do svých provozů zařadit vlastní korporátní systém štíhlé výroby BPS – Bosch Production System, založený na principech původní koncepce TPS firmy Toyota. Právě proces zavedení jednoho z jeho nástrojů – konkrétně metody 5S – do výroby v brněnské pobočce výše zmíněné společnosti bude předmětem této diplomové práce.

1 ÚVODNÍ PŘEDSTAVENÍ ZVOLENÉHO PRŮMYSLOVÉHO PODNIKU

Tato práce, jak již naznačuje její samotný název, se bude zabývat zdokonalením výrobního procesu ve společnosti Bosch Rexroth. Jelikož jde o součást nadnárodního konglomerátu – skupiny Bosch – bude na následujících řádcích představena jak mateřská skupina, tak samotná divize Bosch Rexroth.

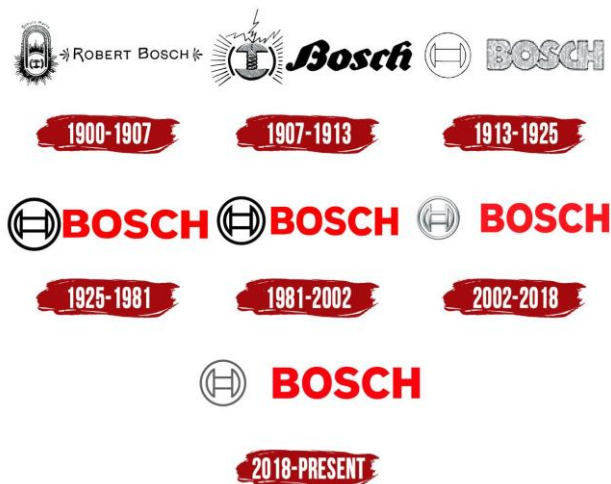
1.1 Bosch Group

Společnost Bosch, oficiálně Robert Bosch GmbH, je nadnárodní korporace se sídlem v německém městě Stuttgart. Předmětem jejího podnikání je obecně strojírenství, elektrotechnika a elektronika, přičemž konkrétní příklady produktů a produktových odvětví jsou uvedeny v podkapitolách 1.1.2 a 1.2.2 této práce [3].

1.1.1 Historie společnosti

Podnik byl založen ve Stuttgartu dne 15. listopadu roku 1886 německým technikem, vynálezcem a pozdějším úspěšným průmyslníkem Robertem Boschem. Původně se jednalo pouze o malou dílnu pro jemnou mechaniku a elektrotechniku, ale u ní nezůstalo dlouho. Ve své dílně Robert Bosch zahájil výrobu magnetoelektrických zapalovacích systémů (tzv. magneta) pro spalovací motory – nejprve samozřejmě pro ty stacionární (využívané v továrnách), zanedlouho ale také pro první vznikající motocykly a automobily. Stylizované magneto se také stalo součástí úplně prvního loga společnosti, později bylo nahrazeno symbolem kotvy elektromotoru, který je v drobných obměnách používán ve znaku podniku dodnes (viz Obrázek 1). Již na přelomu 19. a 20. století byla firma celosvětovým lídrem v oblasti výroby součástek pro zapalování spalovacích motorů, čemuž zcela jistě dopomohl také vynález a brzy následující zahájení hromadné výroby zapalovacích svíček v roce 1902. Rozvoj podniku nezastavily ani obě světové války nebo úmrtí zakladatele firmy v roce 1942. Postupem času byly do sortimentu přidávány další patentované díly – světlomety, stěrače pro automobily (patentovány firmou v r. 1926), automobilová houkačka, domácí spotřebiče, nářadí, ale třeba také hydraulické motory a tepelná čerpadla [3, 4].

V současné době (k roku 2020) je společnost Robert Bosch GmbH zastoupena formou 440 dceřiných firem a poboček ve více než 60 zemích světa [4].



Obrázek 1: Vývoj loga společnosti Bosch [5].

1.2 Bosch Rexroth

Jak již bylo uvedeno v předešlé kapitole, společnost Bosch Rexroth svým oborem působení pokrývá ve skupině Bosch oblast průmyslové techniky.

1.2.1 Historie společnosti

Prvopočátky firmy Rexroth se datují až k roku 1795, kdy zakladatel Georg Ludwig Rexroth uvedl v německé obci Elsavatal do provozu kovárnu s vodním hamrem. V roce 1850 pak firma zakoupila slévárnu v německém městě Lohr am Main, kde se sídlo podniku nachází dodnes. Roku 1952 firma přeorientovala svůj výrobní program na produkci standardizovaných hydraulických komponentů a hydraulických systémů – v počátcích šlo zejména o zubová hydraulická čerpadla pro mobilní pracovní stroje (například traktory, bagry, jeřáby atp.) a hydraulické ventily [4, 7].

Mezi lety 1968 a 1975 došlo k postupnému odprodeji 100 % podílu ve firmě tehdejšímu německému strojírenskému konglomerátu Mannesmann AG a název společnosti se tak změnil na Mannesmann Rexroth. V 70. – 90. letech letech 20. století byl dále rozšiřován a doplňován výrobní program jak v oblasti hydrauliky (například o nová axiální pístová čerpadla a motory), tak i v oblasti elektroniky (např. první bezúdržbový střídavý servomotor v historii) nebo tzv. velkých projektů (jevištní a divadelní technika, hydraulika pro loď Solitaire na pokládku plynovodů aj.) [7].

Zcela zlomovým se v moderní historii firmy stal rok 2001, kdy po krachu mateřské společnosti Mannesmann AG byla dceřiná firma Rexroth odprodána společnosti Robert Bosch GmbH. Došlo k další změně názvu, tentokrát na Bosch Rexroth AG. Pod tímto jménem potom podnik vystupuje na světových trzích dodnes [3, 7].

1.2.2 Struktura společnosti a její produkty

Ve výrobním programu této obchodní divize koncernu Bosch se nachází rozmanité portfolio produktů z následujících oblastí [4, 8]:

- průmyslová hydraulika (hydraulická čerpadla a motory, hydraulické agregáty, válce, ventily, bloky a další komponenty pro průmyslové nasazení),
- mobilní hydraulika (hydraulická čerpadla a motory, rozvaděče, ventily a jiné prvky pro použití v mobilních zemědělských nebo pracovních strojích),
- elektrické pohony a řídicí systémy (servomotory, měniče, řídicí systémy pro hydrauliku atd.),
- lineární a montážní technika (dopravníkové systémy, kolejnicové profily aj.),
- šroubovací technika,
- převodové technologie,
- svařovací technologie,
- technologie lisování a odlévání.

Dle údajů z roku 2019 společnost Bosch Rexroth na celém světě celkem zaměstnávala přibližně 31 tisíc pracovníků, z toho jen v Evropě 22,4 tisíce. Celkový úhrn prodeje v témže roce činil 6,2 miliardy €. Výrobními podniky je potom firma zastoupena ve 20 státech na světě a své obchodní oddělení má v 80 zemích světa [9].

1.2.3 Bosch Rexroth v České republice

První zastoupení tehdejší společnosti Mannesmann Rexroth na území dnešní České republiky bylo založeno v roce 1990 v Brně. Do té doby byla ČR (potažmo celé tehdejší Československo) obsluhována v omezené míře rakouským zastoupením firmy. Aktuálně má Bosch Rexroth v tuzemsku 3 pobočky, ve kterých dohromady pracuje přibližně 270 zaměstnanců [4].

Hlavní sídlo českého zastoupení se dosud nachází v Brně. Zde byl v roce 2008 na západním okraji průmyslové zóny Černovická terasa vybudován zcela nový výrobní závod, který sestává z výrobní haly o rozloze 4000 m² a z kancelářských prostor s obchodním oddělením a dalším zázemím firmy o rozloze 5200 m² (viz Obrázek 3 níže). Pobočky obchodního oddělení společnosti se potom dále nachází také v Praze na ulici Radlická a v Ostravě na ulici Ruská, kde je navíc situováno specializované školicí středisko [10].



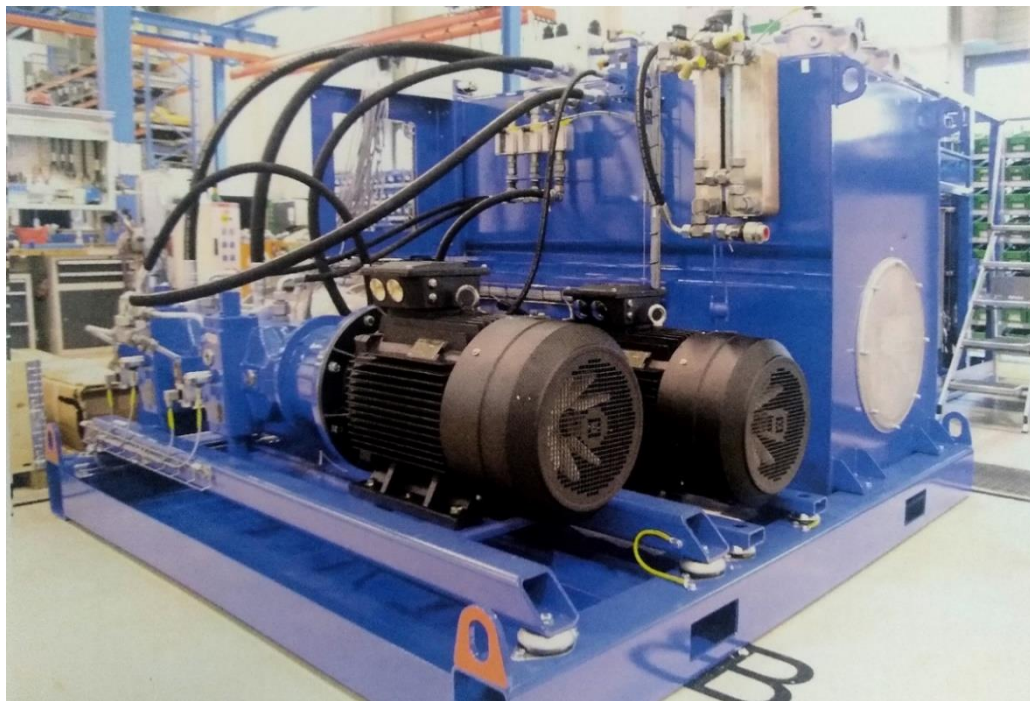
Obrázek 3: Brněnský závod Bosch Rexroth, foto autor.

Jak již bylo uvedeno na předchozích řádcích, výrobní kapacity společnosti v ČR jsou od roku 1990 umístěny v Brně. Zde konkrétně od téhož roku probíhá kusová výroba hydraulických agregátů dle konkrétních požadavků zákazníků pro různorodé průmyslové aplikace (použití například v obráběcích a tvářecích strojích, papírenském a chemickém průmyslu, v energetice, loďařském průmyslu atd.). V Brně zhotovované hydraulické agregáty jsou určeny nejen pro tuzemské, ale v posledních několika letech (přesněji od výstavby nové haly v roce 2008) již i pro zahraniční zákazníky – převážně ze zemí Evropské unie. Běžně se realizují projekty agregátů s nádržemi o objemu 400 až 4500 litrů hydraulické kapaliny, přičemž ve speciálních případech je pak možné sestavit i agregát s objemem nádrže až 100 000 litrů. Jeden z hydraulických agregátů z produkce brněnského závodu ukazuje Obrázek 4 na následující straně této práce [4, 11].

V menším rozsahu dále brněnský závod zajišťuje i montáž specializovaných zařízení, kterými jsou zejména zkušební zařízení (tzv. zkušební stolice) pro měření, nastavování a zkoušky hydraulických čerpadel, hydromotorů, ventilů i dalších součástí hydraulických systémů – viz Obrázek 5 na následující straně této práce [11].

Mimo vše výše zmíněné je výrobní podnik v Brně schopen zajistit také kompletní servisní služby, a to buď v profesionálně vybavené servisní a zkušební dílně, nebo přímo u zákazníka [11].

Nezanedbatelnou roli hraje v činnosti brněnské pobočky oddělení tzv. velkých projektů, které se věnuje zejména konstrukčním a projekčním činnostem v oblastech divadelní a jevištní techniky (např. projekty pro Národní divadlo v Praze, Státní operu Praha aj.) i jiných speciálních aplikací (např. vodní díla) [4].



Obrázek 4: Hydraulický agregát z produkce brněnského závodu Bosch Rexroth [4].



Obrázek 5: Stolice pro zkoušky a nastavení hydraulických čerpadel [12].

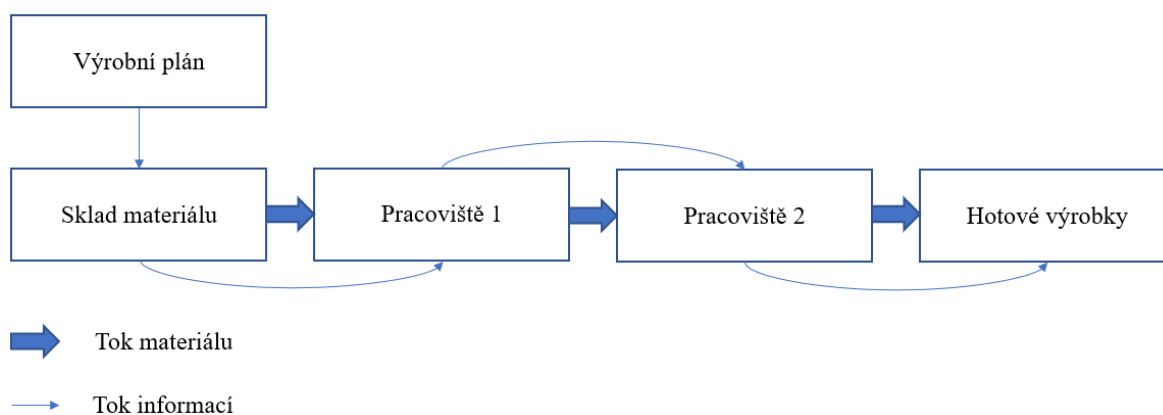
2 SOUČASNÉ METODY ŘÍZENÍ A ORGANIZACE VÝROBY

Na počátku druhé poloviny 20. století začaly první světové firmy (průkopníci v tomto směru pochází hlavně z vyspělých zemí Západu – Japonska nebo USA) opouštět do té doby dominantní tradiční způsob řízení výroby, který se vyznačoval například dlouhými průběžnými dobami výroby (viz část 2.3.3), poměrně komplikovanými výrobními toky, velkými výrobními dávkami a sériemi, vysokou specializací pracovníků nebo nutností držet rozsáhlé skladové zásoby materiálu [13]. Další pokračování výroby v tomto tradičním systému již bylo pro řadu podniků neúnosné. Společnosti hledaly cesty, kterými by mohly zvýšit efektivitu své výroby a kvalitu výrobků, snížit náklady, a získat tak na trhu konkurenční výhodu. Do popředí se tak dostaly nové, moderní koncepce a filozofie řízení a organizace výroby, které byly ve velké míře založeny na využití výpočetní techniky, která ve témže období zažívala svůj první rozmach [1, 2, 13]. V dnešním tržním prostředí, které se vyznačuje zejména neustávajícím tlakem na nízké výrobní náklady a vysokou kvalitu produktů, se bez nasazení některého z progresivních postupů v řízení výroby už neobejde prakticky žádná firma pomýšlející na úspěch. Příští stránky představí ty nejznámější: rozsáhlou filozofii štíhlé výroby (Lean Manufacturing), zahrnující celou řadu dalších metod a nástrojů (např. JIT, Kanban, Kaizen, 5S), a pro porovnání s ní ve stručnosti také dvě jinak pojaté koncepce: MRP II a OPT.

Hlavním účelem této kapitoly je pak nejen teoreticky definovat metodu 5S, kterou se bude následně zabývat návrhová část této práce, ale také poukázat na fakt, že tato metoda neexistuje samostatně, ale že je nutné ji vnímat a pochopit v širším kontextu celé filozofie Lean, tedy i ostatních nástrojů a metod, které Lean zastřešuje.

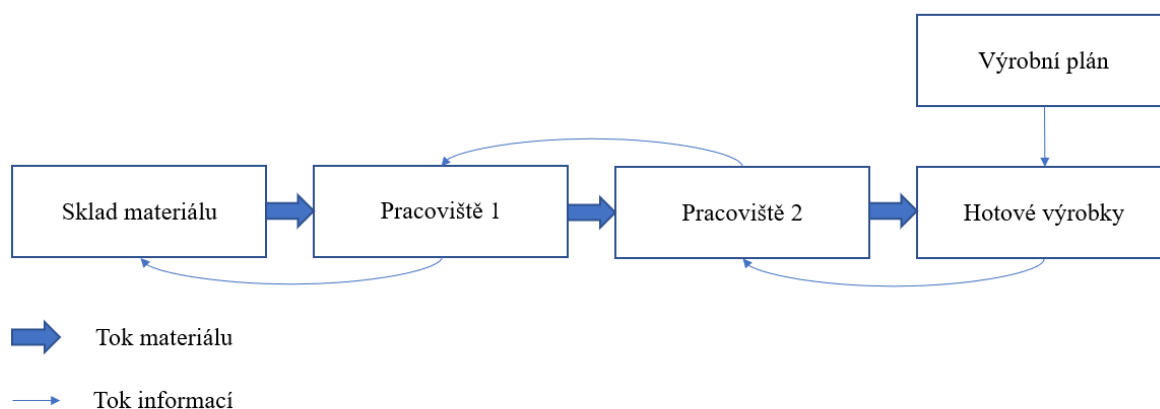
V tento okamžik je vhodné čtenáři vysvětlit dva důležité pojmy, které budou v dalších podkapitolách této práce v souvislosti s popisovanými koncepcemi vícekrát užity a jejichž definice je v odborné literatuře často uvedena nepřesně či neúplně.

Prvním z nich je **princip tlaku** (z anglického push production). Ve výrobních systémech řízených principem tlaku není nijak omezeno množství rozpracované výroby. Sklady v předem určených časech provádějí výdej materiálu ze zásob do výroby, čímž je výrobní provoz nucen postupně zahajovat jednotlivé výrobní operace (viz Obrázek 6 níže). Z toho vyplývá nutnost udržovat poměrně rozsáhlé skladové zásoby vstupních materiálů. S tím jsou spojeny vysoké náklady na jejich vytvoření a držení. Výrobní plány potom bývají sestavovány na základě predikce poptávky po vyráběných součástkách. Na tomto principu jsou založeny tradiční způsoby řízení a organizace výroby, dále také metoda MRP II (viz kapitola 2.1 této práce) [13, 14, 15].



Obrázek 6: Princip tlaku, vlastní zpracování s využitím [15, 16].

Druhým výrazem je **princip tahu** (z anglického pull production). Ve výrobních systémech založených na této myšlence je množství rozpracované výroby omezeno. Pokyn k zahájení výrobních operací prochází výrobou zpětně – od posledního pracoviště k prvnímu (názorně je tento proces vidět na Obrázku 7). Každá další operace je pro předchozí operace interním zákazníkem, jehož signalizovanou potřebu výroby určité součástky si tato předchozí pracoviště postupně předají a plní ji. Výrobní plán je sestaven s ohledem na skutečnou poptávku po zboží, vyrábí se tedy pouze takové výrobky a v takovém množství, pro jaké existuje reálná poptávka (ať již od externích, nebo interních zákazníků – ostatních pracovišť). Zjevnou výhodou oproti principu tlaku je výrazné zvýšení efektivity celého produkčního procesu a snížení skladových zásob výchozích materiálů, v důsledku čehož poklesnou náklady na výrobu. Tahový princip je jedním z základních prvků moderní filozofie štíhlé výroby (pomocí techniky Kanban – oddíl 2.3.5), blíže popsané v kapitole 2.3 této diplomové práce. V kombinaci s tlakovým principem se jej pak využívá při plánování v metodě OPT (viz kapitola 2.2) [13, 14, 15].



Obrázek 7: Princip tahu, vlastní zpracování s využitím [15, 16].

2.1 MRP II

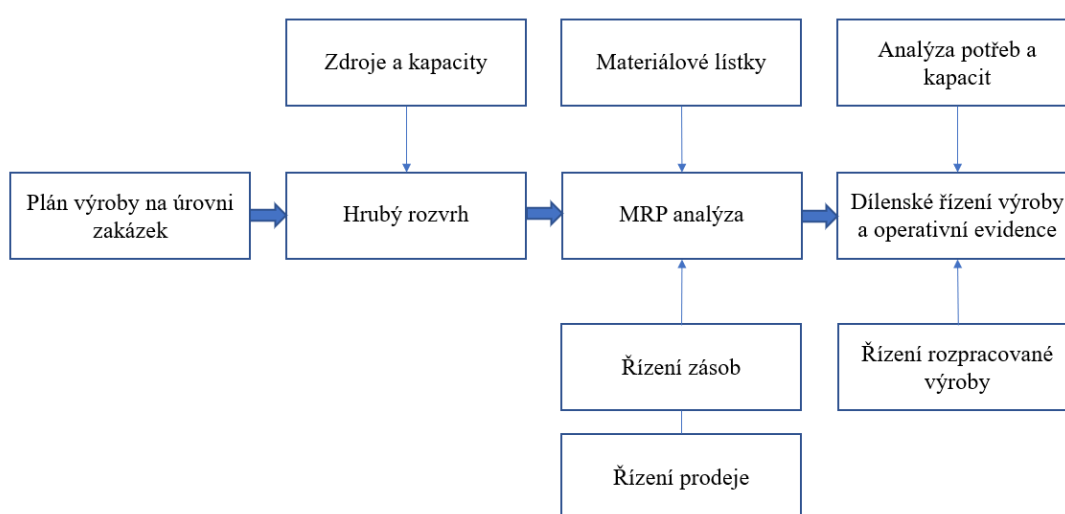
Systém MRP II (z anglického Manufacturing Resource Planning – plánování výrobních zdrojů) byl vyvinut v průběhu 70. let 20. století v USA a v mnoha tuzemských i zahraničních firmách je využíván dosud. Jeho základem je o několik let starší systém MRP (z anglického Material Requirement Planning – plánování požadavků materiálu), který však byl orientován zejména na plánování a řízení zásobování materiálem. MRP II potom původní koncept MRP rozšiřuje o prvky plánování výroby a o kapacitní výpočty, jde již tedy o komplexní systém, který pokrývá celý výrobní proces včetně souvislostí s dalšími oblastmi řízení firmy (marketing, prodej atd.) [13, 16].

Podstatou tohoto systému je efektivní využití výpočetní techniky pro zjištění a zpracování informací o skutečných potřebách výroby. Výchozím podkladem k sestavení MRP analýzy (tj. pro kalkulaci materiálových potřeb) je tzv. hrubý rozvrh výroby, který je vytvořen například dle odhadů poptávky po výrobcích [13]. Jde tedy o systém založený na principu tlaku [13, 15]. Kompletní strukturu systému MRP II ukazuje Obrázek 8 na str. 17.

Hlavní výhodou konceptu MRP II je ve srovnání s tradičními způsoby řízení výroby zejména značné snížení množství zásob a s tím související nezanedbatelné úspory nákladů (je zapotřebí menší počet pracovních sil ve skladech, menší skladovací prostory). Díky

těmto charakteristikám tak jde o systém hojně uplatňovaný firmami sledujícími tzv. **nákladovou strategii**¹ [13]. V neposlední řadě je přínosem systémů MRP II vytvoření uspořádaných a přehledných počítačových databází firemních dat nebo důraz na systematické doplňování a udržování firemních norem [17].

Za nedostatek systémů MRP II je možné označit zejména jejich fungování založené na principu tlaku, kdy plánování probíhá za uvažování nijak nelimitovaných výrobních kapacit (reálně potřebné kapacity jsou určovány až následně) [17]. Na základě predikcí a odhadů sestavený hrubý rozvrh výroby neuvažuje nevyrovnanosti a nepřesnosti, které se mohou ve výrobě vyskytovat – může tak docházet například k nežádoucímu růstu množství zásob. Z toho vyplývá, že je nutné věnovat pozornost přesnosti dodávaných výchozích dat [13].



Obrázek 8: Struktura systému MRP II, vlastní zpracování dle [13].

2.2 OPT

Koncept řízení výroby OPT (z angl. Optimized Production Technology) vzniknul – podobně jako v předcházející popisovaný systém MRP II – v 70. letech 20. století v USA. Myšlenky obou metod se však od sebe zásadně liší. Systém OPT, na rozdíl od MRP II, vychází z teorie omezení (TOC – Theory of Constraints) a nezaměřuje na náklady, ale na výkonnost výrobního procesu skrze vyhledávání tzv. úzkých míst (překlad z anglického výrazu bottleneck) ve výrobě a na následnou optimalizaci výrobních toků prostřednictvím maximálního využití kapacity těchto úzkých míst. Úzká místa jsou tak pro OPT určujícím prvkem výkonnosti celého výrobního systému. Z této výše popsané charakteristiky vyplývá, že metoda OPT je vyhledávána zejména firmami, které sledují tzv. **strategii diference**² [13, 18].

V odborné literatuře lze nalézt několik více či méně složitých popisů této metodiky. Zcela jednoduše je možné její princip vysvětlit na analogii ke klasickému řetězu, který je tvořen jednotlivými články. Každý článek pro koncept OPT představuje například jedno pracoviště ve výrobním provozu s určitou maximální kapacitou. Tak jako je celková

¹ Společnosti s nákladovou strategií kladou největší důraz na nízkou cenu svých výrobků [13].

² Podniky sledující strategii diference (tj. odlišnosti) se na trhu snaží zaujmout specifickými necenovými vlastnostmi (např. kvalita, jedinečné funkce atd.) svých produktů oproti produktům konkurenčním [13].

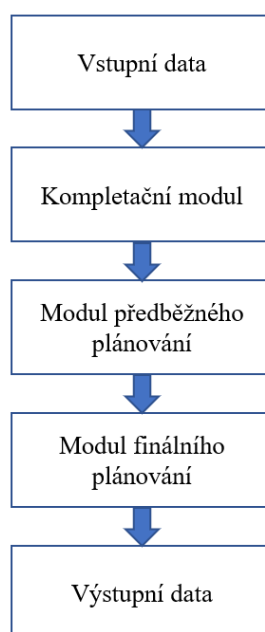
pevnost řetězu dána pevností jeho nejslabšího článku, je i celková kapacita výroby dána maximálními možnostmi nejslabšího pracoviště, tedy právě onoho výše zmiňovaného úzkého místa [18]. Výkonům tohoto nejslabšího článku (pracoviště) je nutno přizpůsobit (optimalizovat) i výkony všech ostatních pracovišť, tedy například snížit jejich produkci tak, aby úzké hrdlo při práci na hranici svých možností zvládalo všechen materiál zpracovat a nedocházelo u něj k nežádoucímu hromadění rozpracovaných výrobků. Po přizpůsobení všech článků výrobního procesu původnímu úzkému místu se může objevit nové úzké místo, které je nutné eliminovat další optimalizací – celý optimalizační proces je tak často nutné provést opakovaně, dokud není dosaženo vhodného řešení [16, 17, 18].

Dle publikace *Moderní přístupy k řízení výroby* od doc. Miroslava Keřkovského je systém OPT z hlediska jeho struktury možné rozčlenit do několika po sobě jdoucích fází, které přehledně znázorňuje Obrázek 9 níže na této stránce.

V první fázi se pomocí databázového systému provádí shromáždění vstupních dat – může jít o připravené technologické postupy a kusovníky daného výrobku, normy, informace o dostupném strojním vybavení, ale i o predikce budoucího odbytu. Následně se v kompletačním modulu na základě technologického postupu zkontroluje zajištění všech výrobních zdrojů (materiálu, strojů, náradí aj.). Podobně jako v případě metody MRP II je i v systému OPT třeba dbát na co nevyšší přesnost vkládaných vstupních dat [13, 16].

Ústředními prvky celé struktury konceptu OPT jsou následující dva počítačové plánovací moduly – pro předběžné a finální plánování. První plánovací etapa využívá principu tahu a slouží k identifikaci úzkých hrdel ve výrobním procesu. Finální plánování je pak založeno na tlakovém principu a vytváří optimální rozvrh činností pro úzké místo i ostatní pracoviště. Metoda OPT je tedy konceptem kombinujícím princip tahu a tlaku [13, 16, 18].

Závěrem jsou vytvořena výstupní data celého plánovacího procesu, tedy přehled skutečných požadavků na výrobní zdroje a přesný rozpis vytížení jednotlivých pracovišť [13, 16].



Obrázek 9: Struktura systému OPT, vlastní zpracování dle [13].

2.3 Štíhlá výroba – Lean Manufacturing

Štíhlá výroba (původní anglický výraz zní Lean manufacturing³) je v souvislosti s moderními metodami řízení a organizace výroby dnes asi nejčastěji skloňovaným slovním spojením. Na rozdíl od metod MRP/MRP II či OPT, popsáných na předešlých stránkách, však nejde o samostatnou metodu s pevně danými pravidly a obsahem. Jedná se spíše o širokou filozofii řízení, která obsahuje velké množství nejrůznějších nástrojů, myšlenek, konceptů a pomůcek zaměřených na snížení nákladů, na dosažení vysoké jakosti produktu a na zrychlení a vysokou úroveň flexibility celého výrobního procesu, a to zejména prostřednictvím omezování plýtvání i jiných typů odchylek vedoucích ke ztrátám ve výrobě. Jednou z mnoha metod, které tato filozofie zahrnuje, je i metoda 5S, která bude následně řešena v rámci praktické (návrhové) části této práce.

2.3.1 Historický kontext

Pro lepší pochopení koncepce štíhlé výroby je jistě vhodné a zajímavé zasadit její vznik do historických souvislostí. Ačkoliv by se mohlo zdát, že jde o trend posledních nanejvýše 30 let, jsou ve skutečnosti mnohé ideje Leanu mnohem starší a na jejich vzniku se velkou měrou podílely dvě dodnes významné světové automobilky – Ford a Toyota.

Za prvního skutečného průkopníka myšlenek, které by se dnes daly označit jako štíhlé, je možné považovat Henryho Forda. Tento slavný americký průmyslník dovedl na počátku 20. století ve své automobilce úspěšně zavést hromadnou výrobu poměrně složitějšího výrobku – automobilu Ford T (Henryho Forda a jeho automobil zobrazuje Obrázek 10 níže) [2].



Obrázek 10: Henry Ford se svým modelem T [19].

Fordova výrobní koncepce stála na několika základních myšlenkách: výrobě standardizovaného produktu s minimem možných variant – s tím souvisí vzájemná zaměnitelnost součástí, širokém nasazení dělby práce v továrnách, nepřetržitém toku

³ někdy též používány výrazy Lean production nebo Lean management

výroby udávaném pohybem pásu podél jednotlivých pracovišť, kde montážní dělníci vykonávali stále se opakující rutinní standardizovanou činnost a centralizovaném řízení celého výrobního procesu. Genialita Henryho Forda však netkvěla ve vynalezení těchto myšlenek (například s konceptem vzájemné zaměnitelnosti součástí přišel již v roce 1799 – tedy více než 100 let před Fordem – jistý americký vynálezce Eli Whitney při výrobě mušket; výrobní linky a jednoduché dopravníky pak byly už dříve využívány při stavbě válečných lodí nebo na jatkách), ale v jejich spojení do jednoho celku, v jeden komplexní výrobní systém. S jeho pomocí dokázal Ford ve svých továrnách produkovat velké množství automobilů v krátkém čase, dobré kvalitě a s nízkými výrobními náklady, a tedy i s nízkou cenou pro koncového zákazníka [2, 20, 21].

Záhy se však objevily vedle předností i nedostatky tohoto výrobního systému. Tím zdaleka největším byla velmi omezená pružnost a neschopnost reagovat na technický pokrok, aktuální vývoj na trhu a požadavky kupujících. Fordova koncepce ze své podstaty neumožňovala různorodost výrobku [2]. Odtud pramení slavný výrok Henryho Forda: „Každý zákazník si může vybrat barvu auta, bude-li to černá“ [22].

A zdaleka nešlo jen o barvu – všech více než 15 milionů vyrobených kusů modelu T disponovalo po celou dobu své dlouhé produkce (1908–1927) takřka stejným podvozkem i výbavou. Přestavba Fordova výrobního systému na montáž nového nebo inovovaného modelu by totiž byla velmi nákladná, což mělo za následek (i na tehdejší dobu) dosti dlouhý výrobní cyklus 19 let. Zákazníci, kteří pro svůj vůz požadovali výkonnější motor, jinou karoserii či lepší výbavu, tak postupně přešli ke konkurenci, která sice vyráběla tradičním způsobem a za vyšší cenu, ale dokázala jejich přáním vyhovět [2, 23].

V roce 1926 již kupci o model založený na technice z roku 1908 definitivně ztráceli zájem. Henry Ford se tedy rozhodl k vývoji nového typu Ford A. Aby však mohl jeho výrobu zavést, musel nejprve v roce 1927 dokončit montáž „téček“ ze zbývajících skladových dílů a na půl roku kvůli změně výrobního programu zcela přerušit veškerou produkci. Dnes prakticky nemyslitelný krok tehdy díky dostatečným finančním rezervám automobilka překonala, ale do popředí se mezitím dostal nový konkurent, koncern General Motors, který dokázal zacílit právě do míst, ve kterých Ford ztrácel. Nabídl širokou paletu technicky vyspělých modelů v různých barvách a s velkými možnostmi dostupné speciální příplatkové výbavy, které navíc každoročně upravoval a vylepšoval [2, 23].

Zapomenout by se nemělo ani na další problémy: vedle nízké flexibility byla nedostatkem Fordova systému i samotná jednotvárná a standardizovaná činnost montážních dělníků. Celodenní vykonávání jednoduchého rutinního úkonu bez možnosti vystřídat pracoviště bylo mnohdy ubíjející a vedlo k rychlému opotřebení lidí, k jejich únavě a vyčerpání [20].

Fordova koncepce výroby jako taková však rozhodně v zapomnění neupadla, jejích výhod bylo využito o několik málo let později, a to během druhé světové války při hromadné produkci zbraní a vojenské techniky včetně letadel pro americkou armádu [21, 24].

V roce 1926, tedy přibližně ve stejné době, kdy v USA Henry Ford náročně přecházel ve své automobilce od výroby modelu T k modelu A, byla v Japonsku rodinou Toyodů založena stejnojmenná továrna na tkalcovské stavy. Jejich prvním produktem byl samočinný stav, který se navíc dokázal také automaticky zastavit, pokud vyhodnotil, že nit je poškozená. Z tehdejšího pohledu šlo o zcela převratný vynález, jelikož jeden dělník mohl současně obsluhovat více strojů zářaz, současně byla přímo sledována také jakost

výrobních. Eventuální kvalitativní i jiné problémy a mimořádnosti při výrobě byly řešeny okamžitým zastavením produkce, a nedocházelo tak například k dalšímu zpracovávání zmetků. Tato myšlenka „automatizace strojů s lidským dotekem“, pojmenovaná japonským výrazem Jidoka, byla začleněna do výrobního systému firmy a stala se jedním z pilířů budoucí filozofie štíhlé výroby (více informací poskytne kapitola 2.3.10 této diplomové práce) [21, 25].

Roku 1933 společnost získala dnešní název Toyota a zahájila produkci automobilů a dalších dopravních prostředků. Její pole působnosti ji v době druhé světové války předurčilo ke zbrojní výrobě zejména nákladních vozidel, kde byl v praxi využit koncept Jidoka. Současně se továrny Toyoty musely vyrovnávat s nedostatkem potřebných vstupních surovin a materiálů pro výrobu (zásoby nerostných zdrojů jsou v Japonsku zcela minimální, dodnes je v tomto ohledu země závislá na dovozu ze zahraničí [26]). Inženýři Toyoty se tedy výrazně zaměřili na omezení plýtvání ve výrobě. Tím byl v podstatě položen základ pro koncepci Lean tak, jak je známá dnes [27, 28].

Po skončení druhé světové války, kterou Japonské císařství prohrálo, byl tamní průmysl zcela zdevastován. V rámci jeho podpory a postupné rekonstrukce bylo z USA do Japonska vysláno několik uznávaných odborníků – z nich známý je například William Edward Deming, který zde pro vedoucí pracovníky velkých podniků (včetně Toyoty) uspořádal sérii velmi úspěšných seminářů o důležitosti kvality a nutnosti neustálého zlepšování [20].

Na cestu opačným směrem se pak v roce 1950 vydali zástupci významných japonských firem. Mezi nimi byli i dva reprezentanti společnosti Toyota – Ejiji Toyoda a Taiichi Ohno (druhý jmenovaný na Obrázku 11 níže), kterým bylo umožněno navštívit tehdy nejmodernější továrnu Fordu ve městě Dearborn v americkém státě Michigan. Oba výše jmenovaní zde po dobu tří měsíců pečlivě pozorovali produkci, jejíž systém stále z velké části těžil z původního konceptu výroby ze začátku 20. století. Rychle rozpoznali slabiny Fordova systému a uvědomili si, že pro Toyotu jej nebude možné jednoduše použít bez dalších změn. Japonský trh s automobily byl totiž stále poměrně malý, nebyl by schopný pojmout velký počet kusů jednoho druhu výrobku, zákazníci navíc poptávali řadu různých typů vozidel. Důležitější než velké množství vyrobených automobilů tedy byla v prostředí poválečného Japonska pružnost výroby, nízká cena, vysoká kvalita a krátký dodací čas. Pánové Toyoda a Ohno se tedy rozhodli přidáním dalších nástrojů doplnit a inovovat Fordův koncept tak, aby vyhovoval podmínkám japonského trhu [21, 24].



Obrázek 11: Tvůrce konceptu TPS Taiichi Ohno [29].

Základem tohoto moderního systému, který byl později nazván zcela prozaicky jako **Toyota Production System** (v češtině Výrobní systém Toyota; zkráceně TPS), se stalo spojení již známého a ve společnosti Toyota zavedeného principu Jidoka s novým konceptem Just-in-time, zaměřeným na minimalizaci veškerého nežádoucího plýtvání v celém výrobním procesu (více v kapitole 2.3.4). Velkou měrou se na prvotní podobě TPS jistě podílely také dříve zmíněné přednášky a semináře W. E. Deminga o kvalitě a neustálé snaze o zlepšení a typická vlastnost Japonců: smysl pro dokonalost [20, 21, 27].

V průběhu 50. a 60. let 20. století byl koncept TPS v rámci Japonska dále zdokonalován. Značnou pozornost tehdy Toyota věnovala modernizacím svých továren a implementaci rozvíjejícího se TPS do nich. K původním dvěma ústředním prvkům systému TPS se v průběhu následujících roků postupně přidávaly i jiné různě zaměřené progresivní nástroje a metody, které budou blíže představeny v dalších podkapitolách této práce [21].

Na přelomu 60. a 70. let 20. století došlo k zásadnímu průlom, když Toyota v rámci své zahraniční expanze zahájila masivní export svých automobilů do USA. Japonské vozy si rychle získaly u amerických zákazníků velkou popularitu – ve srovnání s výrobky domácích i evropských značek byly dovážené Toyoty modernější, levnější, přitom lépe vybavené, dostupné ve velkém množství rozličných verzí, měly nízkou spotřebu paliva a v neposlední řadě byly nadprůměrně kvalitně vyrobené a spolehlivé. Poprvé se tak naplno ukázaly přednosti koncepce výroby Toyoty ve srovnání s používanými zahraničními metodami a systémy výroby [20, 27].

Američtí producenti vozidel, kteří zvláště po ropné krizi v roce 1973 začali poměrně rychle ztrácet svůj tržní podíl ve prospěch Toyoty, se tak pustili do analýzy příčin jejího úspěchu. V 80. letech podnikali odborníci z USA opakovaně cesty do Japonska, kde v závodech Toyoty objevovali podstatu výrobního konceptu TPS. Závěry z těchto cest byly zpracovány v rámci studie americké univerzity MIT a posléze zveřejněny v knize nazvané *The Machine that Changed the World* („Stroj, který změnil svět“) od autorů J. P. Womacka, D. T. Jonese a D. Roose. Právě v této publikaci z roku 1990 bylo poprvé pro filozofii Toyoty použito dnes již vžitě obecné označení Lean manufacturing⁴. Od té doby se myšlenky štíhlé výroby rozšířily do celého světa. Řada dalších světových firem, a to zdaleka nejen z odvětví automobilového průmyslu (společnost Bosch nevyjímaje), se snaží navázat na úspěch Toyoty, převzít myšlenky výrobního konceptu TPS, a vyrábět tak stejně jako ona: kvalitněji, pružněji, rychleji a s nižšími náklady než dosud [20, 21, 27].

2.3.2 Tři základní typy ztrát ve výrobním procesu

V předchozím textu bylo několikrát zmíněno, že koncept štíhlé výroby se zabývá eliminací plýtvání ve výrobním procesu. Postupem času byly definovány tři základní navzájem související typy ztrát a odchylek, které se ve firmách běžně vyskytují a které mohou mít za následek nežádoucí plýtvání a snížení efektivity produkce. Byly nazvány japonskými slovy Muda, Mura a Muri.

Muda je výrazem označujícím plýtvání, nepotřebnost nebo marnost. Inženýři Toyoty při návrhu TPS identifikovali 7+1 základních druhů plýtvání (osmý druh plýtvání byl přidán do systému dodatečně), tj. činností, které při výrobě nedodávají zhotovovanému výrobku nebo poskytované službě žádnou další hodnotu [30, 31, 32, 33, 34]:

⁴ mimo termínu Lean manufacturing se jako obecné označení pro TPS v odborné literatuře někdy užívá i termín Just-in-time (pravděpodobně z toho důvodu, že jde o nejviditelnější součást této filozofie)

1. Zásoby

Výroba a držení nadměrného množství zásob je považováno za významný zdroj ztrát – nadbytečný vstupní materiál nebo velké množství hotového zboží zabírá zbytečný prostor na skladech nebo přímo ve výrobním provozu a přináší zvýšené náklady na manipulaci, skladování, zabezpečení apod. Nevýhodné je pak také zadržování finančních prostředků podniku v zásobách [30, 31, 34].

2. Čekání

Jde o nejviditelnější projev plýtvání [30]. Typické jsou například prostoje zapříčiněné špatným zásobováním (chybí materiál, nářadí), nevhodným naplánováním výroby, špatnou koordinací prací, případně čekáním na opravu nefunkčního stroje nebo na rozhodnutí vedoucího pracovníka [30, 33, 34].

3. Nadprodukce

Často je nadprodukce vnímána jako nejhorší druh ztráty [30, 33]. Rozlišují se dva typy – nadprodukce kvantitativní, kdy je vyráběno větší než poptávané množství výrobků, a nadprodukce předčasná, kdy je sice zhotoveno odpovídající množství, ale dříve, než je zapotřebí [30]. Oba druhy nadprodukce jsou nežádoucí, jelikož dochází ke hromadění neprodaného zboží a nárůstu nákladů na jejich skladování [31, 34].

4. Nadpráce

Jedná se typicky o situace, kdy ztráta vzniká zbytečně složitým zpracováním výrobku, výrobou s nežádoucí vysokou přesností (např. zbytečně přesné tolerance u obrábění), popřípadě kdy zboží obsahuje záměrně nebo omylem prvky nebo funkce, o které zákazník nestál a není ochoten za ně následně zaplatit [30, 31, 33, 34]. Důsledkem pak může být přepracování výrobků ke spokojenosti zákazníka (s vynaložením dalších dodatečných nákladů), eventuálně jejich prodej za nižší cenu, která neodpovídá nákladům na výrobu.

5. Zmetky

Produkce vadných nebo nekvalitních výrobků je bez pochyby plýtváním, kterému je možné předejít nastavením vhodných mechanismů kontroly přímo ve výrobě, pečlivou přípravou výroby nebo kvalitním tréninkem pracovníků. Výroba zmetků do velké míry souvisí i s nadpracemi, jelikož jejich dodatečné přepracování a úpravy pochopitelně přináší nemalé zbytečně vynaložené náklady [30, 31, 33, 34].

6. Pohyb

Jako marné jsou označovány takové pohyby pracovníků a strojů, které výslednému výrobku nepřidávají další hodnotu [33]. V praxi se nejčastěji jedná o zdlouhavé hledání vhodného stroje, správného nářadí, materiálu nebo dokumentace, případně o pohyby mezi pracovištěm a sklady atd. Množství pohybů by optimálně mělo být co možná nejmenší, čehož lze dosáhnout například vhodným rozmístěním pracovišť ve výrobním provozu a prvků (nářadí, materiálu, strojů atp.) na pracovištích dle konceptu 5S [31, 33, 34].

7. Přeprava

Plýtváním se nazývá také zbytečně komplikovaná nebo nadbytečná přeprava výrobku nebo informací mezi jednotlivými pracovišti (výrobními provozy, závody aj.), která výslednému produktu nepřináší žádnou přidanou hodnotu

a pouze zvyšuje náklady. Množství přeprav by mělo být stejně jako u pohybů co možná nejmenší, což je možné ovlivnit například správným uspořádáním strojů, zkrácením vzdáleností mezi jednotlivými pracovišti, nebo změnou počtu kusů přepravovaných najednou. Snížením množství přeprav zároveň můžeme snížit také riziko poškození výrobku při manipulaci, což dále snižuje náklady potenciálně nutné opravy takto vznikajících zmetků, a omezíme další druh plýtvání – čekání [30, 31, 33, 34].

8. Nevyužitý potenciál pracovníků

Ztrátou může být také stav, kdy firma nevyužívá potenciál v podobě znalostí, zkušeností a dovedností, který jí nabízí její pracovníci. Může docházet k mrhání jejich talentu, který není ve firmě nijak rozvíjen, k plýtvání jejich tvůrčími schopnostmi a nápady, které nejsou vyslyšeny a které by mohly dále přispívat ke snižování nákladů a k eliminaci jiných druhů plýtvání ve výrobním procesu [31, 33, 34].

Mura vyjadřuje nepravidelnost či nejednotnost. Příkladem Mura může být výrobní linka sestávající z několika pracovišť s nestejnou kapacitou. Při jejich nevyrovnaném výkonu se z některého z pracovišť stane úzké místo (viz kapitola 2.2), před kterým se budou hromadit nedokončené výrobky. Mura může být příčinou Muda i Muri. Na eliminaci Mura se v konceptu štíhlé výroby zaměřuje zejména princip tahu a techniky Just-in-time, Kanban a Heijunka [31, 32, 35].

Muri znamená přetěžování. Jeho příčinou může být Mura, tedy nevyrovnanost ve výrobním procesu, popřípadě se může vyskytnout, pokud dojde k přílišnému odstranění některého z faktorů Muda. Reálným příkladem Muri je například přetížení strojů nebo zaměstnanců, kteří jsou vlivem různých faktorů nuceni pracovat na více než 100 % jejich možné kapacity. Tato situace může vést k častějším poruchám nebo nadměrné únavě pracovníků, což se opět může projevit nežádoucím způsobem ve zvýšení nákladů na výrobu [31, 32, 35].

2.3.3 Struktura filozofie štíhlé výroby

Jak již bylo uvedeno v úvodu kapitoly 2.3 této práce, štíhlá výroba je obecně vnímána ne jako konkrétní metoda řízení, ale spíše jako rozsáhlý způsob myšlení, který pod sebou sdružuje množství dílčích nástrojů, metod, principů a technik, jež společně přispívají k výslednému naplnění „štíhlých“ cílů.

Zjednodušeně se struktura Leanu (potažmo konceptu TPS) často graficky znázorňuje v podobě tzv. Domu štíhlé výroby (z anglického The House of Lean nebo The House of TPS), který ukazuje Obrázek 12 na následující straně.

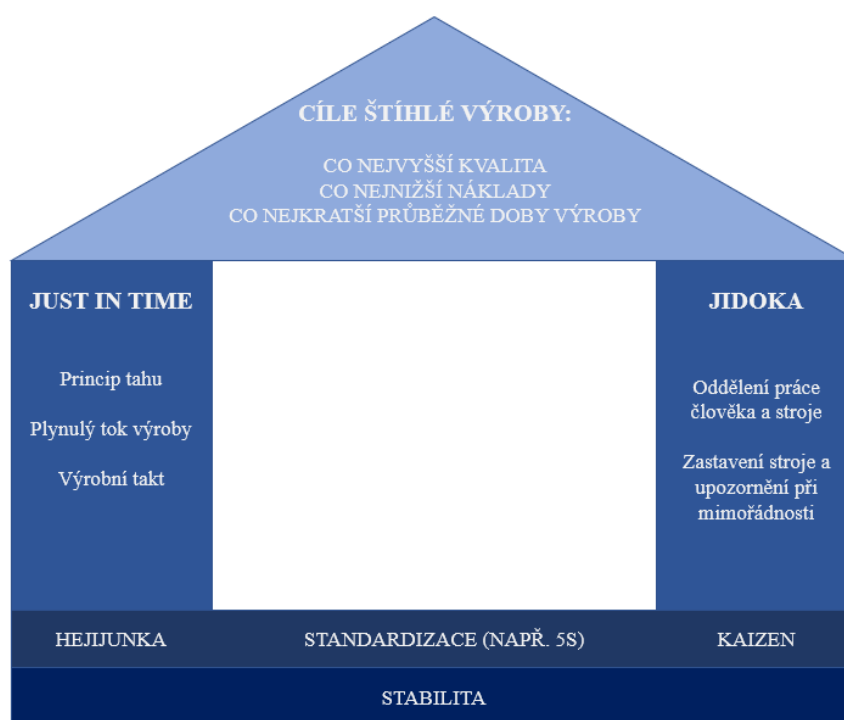
Střecha tohoto stylizovaného domu je tvořena **cíli štíhlé výroby**, kterými jsou zejména následující [30, 36]:

- co nejvyšší kvalita výrobků,
- co nejnižší náklady,
- co nejkratší **průběžná doba výroby (Lead Time)**, což je čas, během kterého projde výrobek celým procesem produkce včetně času potřebného pro přípravu výroby a času expedice hotového zboží (jde v podstatě o dobu od přijetí poptávky po dodání a zaplacení dokončeného výrobku) [37].

Pilíře domu tvoří dvě nejdůležitější ideje štíhlé výroby, a to metody Just-in-time a Jidoka. První z nich je zaměřena zejména na omezení všech druhů zbytečného plýtvání ve výrobním procesu, zahrnuje také důležitý princip tahu (blíže vysvětlený v úvodu kapitoly 2 této práce) a pojmy výrobní takt a plynulý materiálový tok. Druhá z ústředních metod konceptu – Jidoka – sleduje jakost produktů a případné abnormality při výrobě [36].

Základy systému pak tvoří principy Heijunka, standardizace výrobních procesů (například metodou 5S) a koncept stálého zlepšování Kaizen [36].

Podrobnější popis již zmíněných i dalších méně známých metod a nástrojů štíhlé výroby přináší následující podkapitoly této práce. Vzhledem k širší zpracovávanému tématu však tato práce nemá za cíl přinést vyčerpávající výčet všech známých metod, nástrojů a technik. Jednotlivé vybrané metody pak budou procházeny postupně dle jejich logické návaznosti a vzájemné příbuznosti. Zvláštní důraz je závěrem kladen na definici a podrobné vysvětlení principu nástroje 5S, který je do značné míry provázán s ostatními štíhlými metodami a kterému je následně věnována praktická část této diplomové práce.



Obrázek 12: Zjednodušená struktura koncepce štíhlé výroby, vlastní zpracování dle [36].

2.3.4 Just-in-time

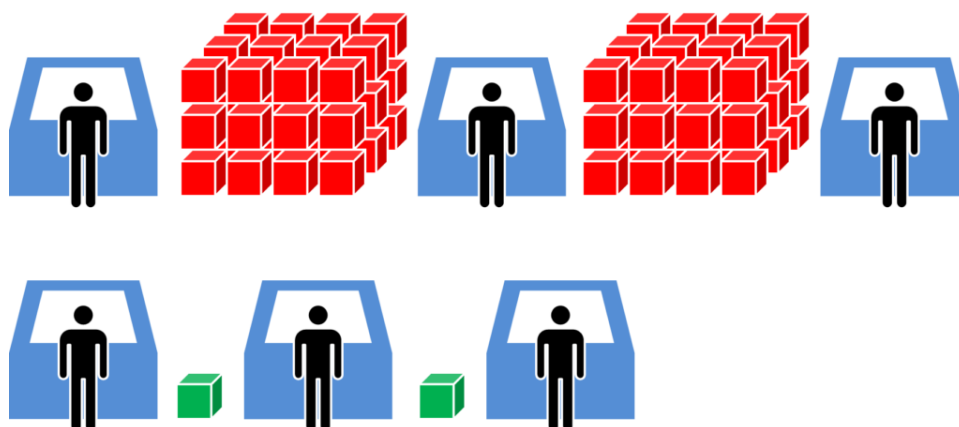
Slovní spojení just-in-time, pro něž se často užívá zkratka JIT, znamená v překladu z angličtiny „právě včas“. Stěžejní myšlenku této štíhlé metody lze vysvětlit jednoduše: podstatou je zhotovování správného výrobku ve správném množství a jeho doprava na správné místo a zejména ve správný čas, tedy až přesně ve chvíli, kdy je materiál skutečně potřebný. Jde o systém aplikující **princip tahu** (viz úvod kapitoly 2), a to zpravidla pomocí techniky Kanban, popsané blíže v podkapitole 2.3.5 této práce [30, 36, 38, 39].

Pomocí přístupu JIT je možné do velké míry redukovat náklady plynoucí z nežádoucích ztrát ve výrobě, kterými jsou zejména plýtvání (Muda) v podobě udržování zbytečně velkých skladových nebo mezioperačních zásob, zbytečné přepravy, čekání nebo nadprodukce. JIT se snaží i o co **nejplynulejší výrobní tok**, omezuje tedy Mura

– nepravidelnosti a nevyrovnanosti v průběhu výroby (o Mura blíže pojednává podkapitola 2.3.2).

V ideálním stavu JIT předpokládá, že všechny materiál je buď aktuálně přepravován, nebo zpracováván. Neexistují tedy vůbec žádné zásoby a součástky jsou po dopravení na požadované místo okamžitě zpracovávány. Z tohoto důvodu je některou odbornou literaturou koncept Just-in-time označován jako „výroba bez zásob“ [30, 38, 40].

V praxi však není možné tohoto ideálního modelového stavu dosáhnout. I pro firmy, které v implementaci JIT pokročily nejdále, je nemožné zajistit plynulý výrobní tok bez alespoň malého množství zásob. Během přepravy materiálu od dodavatele nebo mezi jednotlivými pracovišti ve výrobě mohou vzniknout nejrůznější mimořádnosti (porucha, zdržení na trase, výpadek u dodavatele materiálu aj.), což by mělo za následek nucené zastavení výroby a nežádoucí prostoje. Z tohoto důvodu je dle JIT držení přiměřeně malého množství zásob jako jistého zásobníku v rámci zachování plynulosti výroby přijatelné (viz Obrázek 13 níže). Žádoucí je však alespoň částečně odchytky v přepravě potlačovat, a to například výběrem spolehlivého a kvalitního dodavatele vstupního materiálu sídlícího co nejbližší výrobnímu provozu [15, 30, 38, 40].



Obrázek 13: Zmenšení zásob ve výrobě pomocí JIT (nahore situace před, níže po implementaci JIT) [38].

Neméně důležitým pojmem je vedle principu tahu a plynulého výrobního toku pro metodu JIT **výrobní takt**⁵ (z angl. „takt time“), který určuje čas mezi zadáním dvou po sobě následujících výrobků do výroby [30]. Jinými slovy jeho hodnota udává, jak rychle by měl výrobní proces probíhat, aby došlo k uspokojení požadavků zákazníka [41].

Definován je následujícím vztahem (1.1) [30]:

$$T = \frac{F_t}{Q} \quad (1.1)$$

kde:

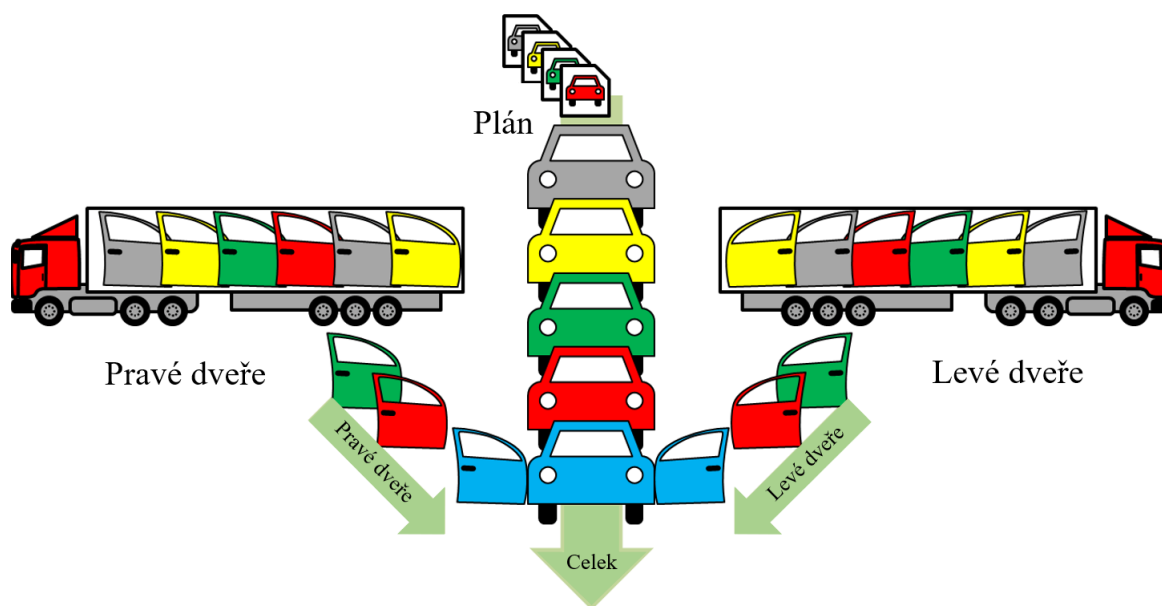
- F_t značí dostupný čistý časový fond pro výrobu v daném období (například jedna pracovní směna bez doby přestávek) [min],
- Q značí počet vyráběných dílů, tedy celkový požadavek zákazníka za dané období [ks].

⁵ někdy též do češtiny překládáno jako taktový čas

Cílem JIT je zajistit plynulost výroby prostřednictvím vyrovnávání výrobního taktu s **časem výrobního cyklu (Cycle time)**, tedy dobou potřebnou k dokončení výroby jednoho kusu produktu (k uskutečnění všech výrobních operací na jednom kusu). Čas výrobního cyklu by potom měl v ideálním případě co nejvíce odpovídat průběžnému času výroby (Lead time), blíže popsánému v podkapitole 2.3.3 této práce [41, 42].

V posledních letech se lze zejména v souvislosti s automobilovým průmyslem velmi často setkat také s pojmem **Just-in-sequence (JIS)**. Jde o zdokonalený systém, který vychází z podstaty metody JIT a který ke všem jejím charakteristikám přidává ještě předpoklad dodávky dílů do výroby v přesném pořadí, v jakém budou následně použity při montáži. Tímto přístupem se dále zvyšuje efektivita výrobního procesu (montážní dělník nemusí ztrácet čas hledáním správného dílu mezi všemi dodanými). Jedná se o přístup hojně využívaný právě v případech, kdy je třeba zajistit dodávky většího množství variant stejné součásti – typicky zejména v automobilkách [43, 44].

Příkladem JIS tak může být zásobování automobilky dveřmi, které jsou vyráběny a lakovány u externího dodavatele. Tyto hotové komponenty jsou následně dopraveny do hlavního montážního závodu automobilky již v přesném pořadí (tj. sekvenci), ve kterém po lince dle plánu postupují karoserie vozidel v jednotlivých barvách (viz Obrázek 14) [44].



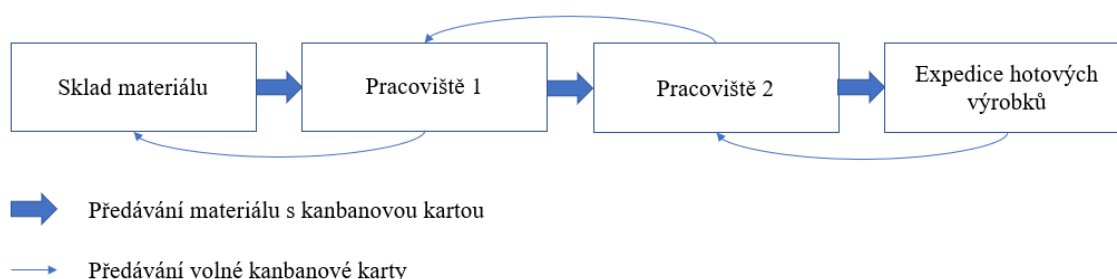
Obrázek 14: Princip JIS, přeloženo z anglického originálu [44].

2.3.5 Kanban

Systém kanban je **tahový způsob** řízení výroby, který je využíván jako součást metody Just-in-time, popsané v předešlé kapitole této diplomové práce. Název tohoto systému pochází z japonštiny a jeho význam je možné do češtiny nejvýstižněji přeložit jako „karta“ nebo „štítek“ [30, 45].

Tyto štítky slouží k přenosu informací uvnitř výrobního procesu postaveného na tahovém principu. Konkrétně jde o signalizaci nedostatečné zásoby materiálů na pracovišti a o signály umožňující zahájení výroby. Kanbanové štítky nejčastěji obsahují informace o typu dílu, množství kusů, popřípadě další podrobnosti. V dnešní době mohou mít jak fyzickou (např. kartičky, balónky, ale i přepravky), tak i elektronickou podobu (např. vizuální signál na elektronické tabuli) [36, 45].

Princip kanbanu na jednoduchém příkladu ukazuje Obrázek 15 níže:



Obrázek 15: Princip kanbanu, vlastní zpracování s využitím [30, 43, 45].

Slovně lze Obrázek 15 popsat takto: Pracoviště ve výrobě jsou pro sebe navzájem zákazníky. Každé další pracoviště tedy poptává výrobky u pracoviště předchozího a dodává je dále (viz vysvětlení principu tahu v úvodu kapitoly 2) [30].

V systému kanban jsou veškeré výrobky označeny (například) kanbanovými kartami, které jsou z něj sejmuty při jeho expedici ke konečnému zákazníkovi. Tyto volné karty jsou následně předány na poslední (na Obrázku 15 v pořadí druhé) pracoviště ve výrobě, kde signalizují, že je možné zahájit další výrobu tohoto zboží. Toto stanoviště však vyžaduje ke své práci materiál zpracovaný v předchozí (první) operaci. Předá sem tedy kanbanovou kartu, čímž v podstatě objednává daný materiál od tohoto pracoviště. První operace ovšem potřebuje pro zhotovení zboží vstupní materiál ze skladu, proto dále předá volný kanban do skladu, který opatří požadovaný výchozí materiál touto kanbanovou kartou a vydá jej do výroby ke zpracování v první operaci. Materiál poté postupně prochází výrobním procesem pouze společně se svojí kartou [15, 30, 43].

Počet kanbanových karet je pevně daný, čímž je omezováno množství rozpracované výroby – žádné pracoviště nesmí vyrábět, pokud nemá k dispozici kanbanovou kartu, současně dle pravidel této metody nesmí vyrábět jiné množství, než jaké kanban ukládá. Tím je zabezpečena plynulost výrobního toku. Pokud je z předchozí operace dodán materiál v neodpovídající kvalitě, nesmí jej další pracoviště dále zpracovávat. Změnou počtu kanbanových karet v oběhu lze potom pružně reagovat na změny poptávky a upravovat množství rozpracovaných výrobků v procesu [13, 15, 30, 33, 45].

2.3.6 Heijunka

Princip Heijunka⁶, známý také pod svým anglickým názvem Production Leveling, je výrazem pocházejícím původně z japonštiny, který lze do češtiny přeložit výrazy jako „vyrovnávání“ nebo „balancování“. Heijunka má, podobně jako ostatní metody popisované v této části diplomové práce, svůj původ v systému TPS společnosti Toyota [36, 46].

Jedná se o nástroj štíhlé výroby, který je zaměřený na eliminaci nevyrovnaností (Mura) a přetěžování (Muri) ve výrobním procesu (více viz kap. 2.3.2). Pomocí tohoto přístupu je možné omezit výrobu ve velkých dávkách, zefektivnit výrobní proces a lépe dostat různorodým a měnícím se požadavkům zákazníků v průběhu času [36, 47, 48].

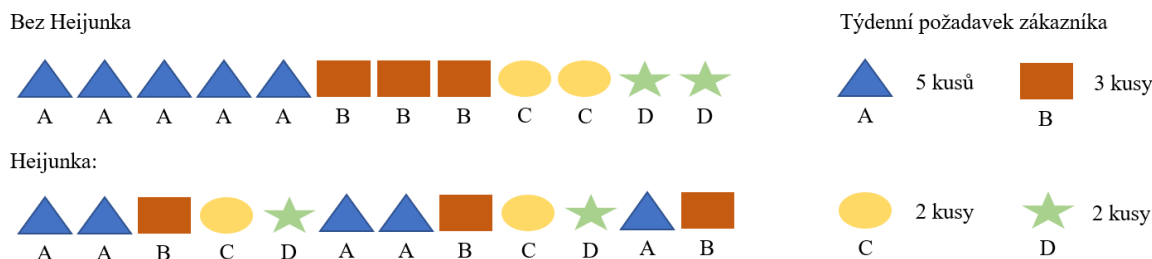
Techniku Heijunka je možné uplatnit ve dvou rovinách. První možností je vyrovnávání počtu vyráběných kusů jednoho produktu v určitém časovém období. Tuto variantu lze ukázat na jednoduchém příkladu popsáném na následující straně [36, 47, 48]:

⁶ správná výslovnost: hejdžunka [46]

Firma je během jednoho pracovního dne schopna vyrobit 100 kusů výrobku. Každý týden pak pravidelně od zákazníků přijme objednávky na 500 kusů. Počty objednávek v jednotlivých dnech týdne však značně kolísají – v pondělí společnost přijme 200 objednávek, v úterý 100, ve středu jen 50, ve čtvrtek opět 100 a v pátek znovu pouze 50. V případě výroby, která by nebyla vyrovnávaná, by se v pondělí pracovalo přesčas (dvojnásobek běžné pracovní doby), aby se stihlo zhotovit všech 200 objednaných kusů a byl tak splněn zákaznický požadavek. V úterý a ve čtvrtek by probíhala výroba standardně a ve středu a v pátek by polovinu pracovní doby zůstali nevyužití zaměstnanci i stroje [15, 36, 47, 48].

Ačkoliv je zdánlivě tento postup v souladu s pravidly filozofie Lean, kdy se vyrábí pouze poptávané množství a pouze tehdy, když je po výrobcích poptávka, je zřejmé, že jde o příklad nežádoucích Mura a Muri v produkčním procesu. Zavedením techniky Heijunka dojde k vyrovnání produkce v průběhu týdne na 100 kusů denně, což je stav, kdy jsou všichni pracovníci i stroje ideálně vytíženi. Tímto způsobem je splněn týdenní požadavek na výrobu 500 kusů. Ve středu a v pátek pak bude vyrobeno 50 kusů přímo pro zákazníka a po 50 kusech na sklad, odkud budou opět odebrány v pondělí, aby v tento den mohla být dodána celá dávka 200 kusů [15, 36, 48].

Podobným způsobem lze koncept Heijunka využít i pro optimalizaci tzv. výrobového mixu v případě, že podnik vyrábí více různých produktů současně (např. výrobky A, B, C, D; viz Obrázek 16).



Obrázek 16: Využití konceptu Heijunka pro optimalizaci výrobového mixu, vlastní zpracování dle [36].

Klasicky řízená firma by nejprve vyrobila celou dávku výrobku A, po kterém je předpokládána největší poptávka (5 kusů). Po uspokojení požadavku po typu A by následně vyráběla pouze výrobek B, po kterém je druhá nejvyšší poptávka (3 kusy). Až na závěr by zhotovila produkty C a D, o něž je zájem nejmenší (2 kusy). Může se však stát, že se preference zákazníků v průběhu výroby velké dávky výrobku A změní, a to tak, že nyní bude nejvíce žádaný výrobek C. V takovém případě společnost pravděpodobně nebude schopna na nově vzniklou situaci správně zareagovat – buď okamžitě zahájí montáž typu C, přeruší výrobu součásti A, a nedostojí tak požadavku zákazníka na výrobek A, nebo bude muset odmítnout zákazníka poptávajícího výrobek C [36, 47, 48].

Proto je vhodné pomocí konceptu Heijunka nakombinovat výrobu jednotlivých typů produktů po kusech nebo v malých dávkách tak, aby bylo eventuálně možné jednodušeji a pružněji zareagovat na změnu zákaznických preferencí (viz Obrázek 16 výše) [15, 36].

2.3.7 SMED

Zkratka SMED (zkratka angl. slov Single Minute Exchange of Die) označuje metodu štíhlé výroby, která klade důraz na maximální zkracování časů potřebných pro seřizování stroje a výměnu nástrojů při změně výrobního programu (tj. přetypování) [16, 36, 41].

Během seřizování stroje nedokončený výrobek čeká a není mu přidávána žádná hodnota, což je filozofií štíhlé výroby vnímáno jako plýtvání, jež je nutno co možná nejvíce potlačit. Využitím techniky SMED dojde ke zkrácení průběžné doby výroby (Lead Time; viz kapitola 2.3.3), je možné vyrábět v menších dávkách, zvýší se pružnost procesu a sníží se náklady na výrobu [16, 41].

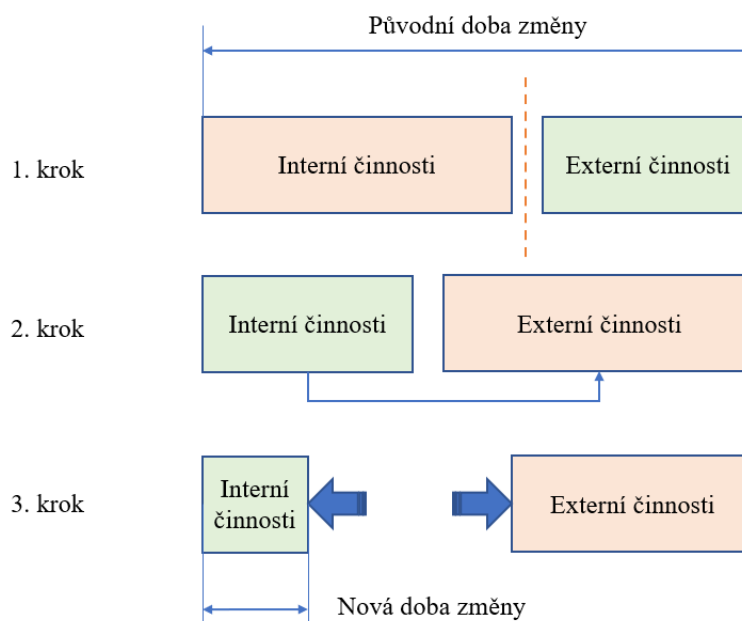
Nutnost zkrácení časů pro přestavení stroje na výrobu jiného produktu pak vyniká zvláště při použití koncepce Heijunka, tedy při optimalizaci výrobního mixu na výrobní lince (viz Obrázek 16 na straně 29 této práce) [36].

Nástroj SMED rozlišuje dva druhy činností při přetypování stroje [16, 36, 41]:

- externí činnosti (mohou probíhat paralelně při chodu stroje; např. vyhledání nového nástroje),
- interní činnosti (musí se vykonávat za klidu stroje; např. výměna nástroje, změna CNC programu).

Cílem metody je převést co nejvíce interních činností na externí, aby se čas seřízení stroje zkrátit na méně než 10 minut (odtud pojmenování Single minute, tedy jednotky minut). Obecně pak lze proces implementace SMED rozdělit do 3 po sobě jdoucích kroků, což ukazuje také Obrázek 17 [16, 36, 41]:

1. rozdělení činností na interní a externí,
2. přesun maximálního množství interních činností do kategorie externích,
3. redukce interních i externích činností, další zlepšování.



Obrázek 17: Průběh zkracování doby změny metodou SMED, vlastní zpracování dle [16].

Převádění interních činností na externí (2. krok) probíhá nejčastěji změnou organizace a standardizací procesu přetypování (např. se stanoví, že vyzvednutí nástroje ze skladu, jeho kontrola a očištění jsou prováděny již za běhu stroje). Ke snížení nutných časů pro oba typy činností (3. krok) pak mohou přispět speciální pomůcky, nástroje a přípravky (např. upínání obrobku pomocí rychloupínačů či magnetů), konstrukční úprava na stroji a v neposlední řadě také systematický a neustálý trénink personálu [15, 16, 41].

2.3.8 TPM

Dalším z velmi důležitých nástrojů štihlé výroby je TPM⁷. Jedná se o progresivní program údržby strojů, který je zaměřený na eliminaci ztrát vzniklých v důsledku nesprávné nebo nedostatečné péče o výrobní zařízení. Takovými ztrátami jsou [16, 36, 49]:

- prostoje vzniklé poruchami stroje,
- časy seřízení a přenastavení stroje,
- časy přestávek a krátkodobých poruch stroje,
- snížená rychlost výrobního procesu (rozpor mezi plánovanou a skutečnou rychlostí stroje),
- výroba zmetků,
- snížený výkonu při rozběhu stroje.

Důvodem zavedení metody TPM je tedy konkrétně maximalizace efektivity práce strojů, která je ve výrobě sledována pomocí ukazatele CEZ (viz spodní část této strany), a dosažení cílů v podobě nulových ztrát plynoucích z neplánovaných prostojů a rychlosti strojů a nulového počtu vad způsobeného stavem strojů [16, 49].

V minulosti byla tradičním druhem údržby tzv. údržba po poruše. V tomto pojetí se stroje opravovaly až ve chvíli, kdy došlo k závadě. Takový přístup s sebou pochopitelně přinášel množství nežádoucího plýtvání (např. bylo nutné stroj odstavit a do jeho opravení výroba neprobíhala). Alternativou k výše popsanému způsobu pak byla preventivní údržba, která eliminovala riziko nenadálého vzniku poruchy. Servis strojů byl prováděn údržbáři preventivně a periodicky (např. po určitém počtu hodin v provozu nebo po určitém počtu provedených pracovních cyklů). I v tomto případě však docházelo k nežádoucímu plýtvání, a to v případě, že byly striktně dle plánu v rámci preventivní výměny nahrazeny i součástky, které by jinak byly schopné další bezproblémové činnosti [16, 50].

V rámci štihlé výroby byl proto vyvinut nový systém TPM, který si zakládá na aktivním zapojení všech odpovědných pracovníků firmy (operátoři strojů, údržbáři, technologové, manažeři) při navrhování a provádění činností údržby a který je postaven na dvou základních pilířích. Prvním z nich je **plánovaná údržba**, která vychází do velké míry z principů údržby preventivní. Oproti ní však uvažuje navíc i náklady na údržbu, případně využívá prediktivních metod (např. rozbor oleje, analýza vibrací stroje), pomocí kterých dokáže určit součásti, které bude nutné vyměnit. Druhým pilířem je **autonomní údržba**. V tomto případě jde o způsob údržby strojů na denní bázi, přičemž za tuto základní péči o výrobní zařízení jsou odpovědní přímo operátoři strojů. Ti jsou v rámci TPM proškoleni k provádění činností jako je například pravidelné čištění strojů a kontroly jejich bezchybné funkčnosti, doplňování maziv, eventuálně drobné opravy zjištěných nedostatků. Rozsáhlejší rozpoznané závady pak operátoři hlásí oddělení údržby [16, 30, 36, 49, 50].

Tímto způsobem TPM zajistí propojení mezi činnostmi výrobních dělníků a zaměstnanců oddělení údržby, což vede ke zvýšení celkové efektivity výrobních zařízení CEZ (resp. v anglické literatuře OEE), definované základním vztahem (1.2) [16, 30, 36]:

$$\text{CEZ} = \text{míra využití stroje} \times \text{míra výkonu} \times \text{míra kvality} \quad (2.1)$$

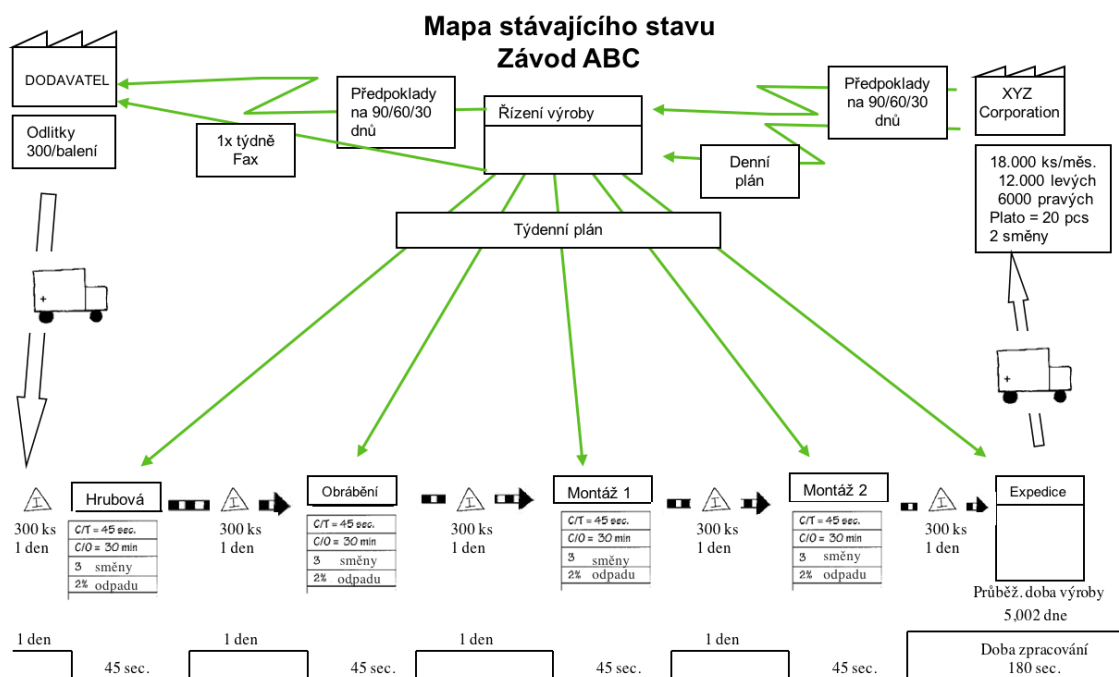
⁷ z angl. Total Productive Maintenance – totálně/úplně produktivní údržba [16, 30]

2.3.9 VSM

Metoda VSM, neboli Value Stream Mapping (česky mapování toku hodnot), je významnou součástí filozofie štíhlé výroby. Ta se, jak již bylo v předchozích podkapitolách několikrát zmíněno, orientuje na eliminaci plýtvání, tedy všech činností, které výslednému produktu během procesu výroby nedodávají žádnou přidanou hodnotu. Pomocí nástroje VSM je možné vytvořit jednoduché diagramy mapující tok všech hodnot, tedy materiálu i informací v celém výrobním procesu (od objednávky po expedici hotového výrobku) [36, 51].

Základem metody VSM je analýza současného stavu při výrobě zvoleného reprezentanta (tj. zástupce určité skupiny – typu výrobku). Při ní jsou na pracovišti (např. ve výrobní dílně) v reálném provozu zaznamenány a změřeny jednotlivé toky materiálu i informací, které jsou následně zpracovány ve formě mapy, která pro zjednodušení využívá souboru standardizovaných grafických symbolů [16, 51, 52].

Příklad mapy toku hodnot zobrazuje Obrázek 18 níže.



Pomocí analýzy stávajícího stavu jsou odhaleny nedostatky – operace, které výrobku nepřidávají další hodnotu, nebo úzká místa v průběhu výroby. Na základě takto zjištěných odchylek je možné pomocí nástroje VSM vytvořit optimalizovaný návrh toku hodnot, aktualizovanou mapu ideálního budoucího stavu, která vytyčí cíl pro realizaci dalšího zlepšování [16, 36, 51, 52].

2.3.10 Jidoka⁸

Druhým hlavním pilířem koncepce TPS (potažmo celé filozofie štíhlé výroby) je Jidoka. Stejně jako většina ostatních názvů pro nástroje a myšlenky štíhlé výroby má i tento výraz původ v japonštině a v češtině jej nejlépe vystihují pojmy „autonomizace“ nebo „automatizace s lidským dotekem“. Ačkoliv je tato metoda stejně důležitá jako JIT, je

⁸ správná výslovnost: džidóka (s tímto přepisem se lze zřídka setkat také v česky psaných publikacích) [36]

často při praktické implementaci Leanu ve firmách opomíjena. Historickému pozadí vzniku myšlenky je pak věnována část podkapitoly 2.3.1 této diplomové práce [16, 36, 54, 55].

Jidoka je orientována na jakost výrobků a na eliminaci chyb a průběžné zdokonalování ve výrobních procesech. Definuje 4 základní kroky, jejichž následování zajistí výrobu bezchybných produktů [36, 54, 56]:

1. odhalit problém,
2. zastavit proces,
3. opravit aktuálně vzniklý problém a obnovit chod procesu,
4. zjistit prvotní příčinu vzniku tohoto problému, přijmout patřičná preventivní opatření (např. pomocí nástroje Poka Yoke – viz níže).

První dva zmiňované body lze ve výrobě (resp. obecně v jakémkoliv procesu) automatizovat, naopak pro oba poslední je nutná asistence člověka. Odtud tedy pramení výše zmiňovaná označení „automatizace s lidským dotekem“ nebo „autonomizace“ [36, 56, 57].

Ve strojírenském výrobním systému využívajícím koncept Jidoka tedy obvykle pracují stroje automaticky, bez nutnosti nepřetržité kontroly ze strany obsluhujících zaměstnanců. Tito tak mohou zároveň dohlížet na činnost více strojů, což zvyšuje produktivitu celého výrobního procesu. Současně jsou stroje vybaveny zařízeními, která za pomoci senzorů sledují, zda při výrobě nedošlo ke vzniku různých druhů abnormalit – těmi mohou být například [15, 16, 36, 55, 56]:

- nevyhovující jakost výrobku (např. rozměry obrobku mimo tolerance),
- porucha stroje (i bezprostředně neovlivňující jakost výrobků),
- chybějící nebo nesprávný vstupní materiál.

Při detekci takového problému dojde k okamžitému samočinnému zastavení práce stroje a současně se na pracovišti změní barva světelné tabule **Andon** například ze zelené na červenou (eventuálně může být světelný signál doprovázen také zvukově). Personál vykonávající dohled je tímto upozorněn na mimořádnost a zamíří na dané pracoviště, kde zjistí, jaké je problém povahy a neprodleně zahájí práci na jeho odstranění. Následně – po vyřešení problému – je stroj opět spuštěn, signalizační zařízení Andon změní barvu zpět na zelenou a obsluha může pracoviště opustit [36, 55, 56, 57].

Je zřejmé, že všechny výše zmiňované typy problémů jsou formami plýtvání, způsobují tedy firmě zbytečné náklady. Pomocí jejich včasné detekce, okamžitého zastavení výroby a přijetí opravných opatření přímo během výroby však lze těmto nežádoucím výdajům do budoucna předcházet a zajistit tak vysokou kvalitu výrobků [55].

Součástí konceptu Jidoka je také nástroj **Poka Yoke**. Je zaměřen nejen na činnost automatických strojů, ale také na stroje řízené ručně přímo operátorem, respektive na manuální činnosti vykonávané dělníky při montáži. Obecně se však s principy Poka Yoke lze denně setkat i mimo výrobní proces v mnoha dalších oblastech běžného života [55, 58].

Cílem metody Poka Yoke je prevence, tedy předcházení možným chybám v procesech. Tyto chyby by konkrétně ve výrobním procesu mohly vést ke zhotovení defektního výrobku, k poruše stroje nebo dokonce ke zranění montážního dělníka [58, 59].

Tohoto cíle se technika Poka Yoke snaží za prvé dosáhnout vhodnou konstrukční úpravou výrobků, která nedovoluje chybnou montáž jednotlivých částí. Typicky jde například o použití různých barev kabelů, o rozdílné tvary a rozměry jednotlivých použitých konektorů a zásuvek, případně o specifický tvar celého dílu, který neumožní připevnění jinak než na požadované místo a v jiné než požadované poloze, nebo o nutnost smontování určité nepostradatelné části výrobku na předchozím pracovišti pro pokračování práce na pracovišti dalším. Druhou oblastí je pro Poka Yoke vhodné navržení strojů a pracovního náčiní (například nutnost stisknout dvě tlačítka na stroji oběma rukama, aby nemohlo dojít ke zranění operátora při běhu stroje, dále různá počítadla, fotobuňky a senzory sledující pracovní prostor stroje, zvážení hotového výrobku po dokončení práce na daném pracovišti aj.) [16, 36, 58, 59, 60].

2.3.11 Kaizen

Velmi důležitou součástí štíhlé výroby je filozofie Kaizen. Jde o spojení dvou japonských slov – **Kai**, které nese význam překládaný jako „změna“, „reforma“ nebo „hledání“, a **Zen**, což lze přeložit jako „dobrý“. Dohromady je možné význam slova Kaizen vysvětlit jako „zlepšení“, „změna k lepšímu“ nebo „hledání dobrého“. V anglicky mluvících zemích je pak Kaizen známý pod zkratkou CIP (Continuous Improvement Process – proces neustálého zlepšování) [61, 62].

Výše zmíněné názvy pak také přesně vystihují celkovou myšlenku a smysl přístupu Kaizen. Jedná se o způsob myšlení, který je zaměřen na každodenní neustálé zlepšování v prakticky všech oblastech lidské činnosti. Obecně tedy Kaizen není úzce zaměřen jen na výrobu nebo průmysl, jeho principy a ideje lze s úspěchem využívat i v běžném životě každého člověka [61, 62].

V souvislosti s výrobní filozofií Lean je potom Kaizen vnímán zejména jako snaha o průběžné a dlouhodobé vylepšování celých procesů (např. výrobních, logistických aj.) i jednotlivých vykonávaných činností, o zdokonalování zaměstnanců a jejich vzájemné spolupráce v podniku, a to formou zavádění množství často velmi drobných a finančně nenáročných dílčích zdokonalení. Dle Kaizen může kterýkoliv zaměstnanec firmy kdykoliv přijít s jakýmkoliv návrhem na zlepšení. Cílem zavádění myšlenky Kaizen do firem je úspora nákladů, omezení nežádoucích ztrát (viz kapitola 2.3.2) a zvyšování jakosti výrobků, produktivity práce a spokojenosti zaměstnanců i zákazníků [15, 16, 61].

Z výše uvedeného vyplývá, že za konkrétní výstupy Kaizen ve výrobě je možné považovat například v předešlých podkapitolách popisované štíhlé metody a přístupy JIT/JIS, Jidoka, Poka Yoke, SMED či TPM, ale také koncepci 5S popisovanou dále [16].

Ve spojení s výrobními podniky se také často zmiňuje tzv. přístup Gemba Kaizen, kde japonské slovo Gemba značí pracoviště (respektive jakékoliv místo, kde je výrobku přidávána další hodnota). Jde tedy o zdůraznění skutečnosti, že pro účinné uplatnění Kaizen je potřeba změny a zlepšení navrhovat přímo na problematickém místě (tedy např. na konkrétním pracovišti u konkrétního stroje), nikoliv v kanceláři managementu bez konfrontace s reálnou situací ve výrobě [15, 36, 63].

Zejména ve společnostech v západní Evropě a v USA se rozvinuly také tzv. Kaizen semináře/kaskádové workshopy, někdy nazývané jako „Kaizen blitz“. V tomto případě se jedná o jednorázové akce trvající obvykle nejvýše týden, které mají za úkol přijít s významnými zlepšeními a s jejich implementací ve velmi krátkém čase, často reagují na aktuální potřebu vyřešit krizovou situaci nebo náhlý problém v podniku. Na rozdíl od

původního japonského přístupu Kaizen se tedy v tomto západním pojetí nejedná o průběžnou a systematickou činnost formou mnoha drobných zlepšení, ale spíše o způsob řešení akutních problémů a rychlého zavedení potřebných změn [61, 64].

Velmi důležitým pojmem přístupu Kaizen je **cyklus PDCA**, který je často dle svého autora W. E. Deminga nazýván Demingův cyklus a který je orientován na průběžné zlepšování a zdokonalování procesů [15, 36, 61, 63].



Obrázek 19: Cyklus PDCA [65].

Jak ukazuje Obrázek 19 výše, cyklus PDCA se skládá z následujících čtyř po sobě jdoucích fází [36, 63, 65]:

1. Plan (Plánuj),
2. Do (Udělej),
3. Check (Zkontroluj),
4. Act (Jednej).

V rámci prvního kroku je provedena analýza současného stavu, jsou definovány cíle, úkoly a způsoby jejich dosažení a splnění. Ve druhé fázi jsou zavedena konkrétní zlepšení. Úkolem v pořadí třetí etapy v cyklu PDCA je kontrolovat výsledky zavedených vylepšení, poslední (čtvrtý) bod pak umožňuje provést úpravy, pokud bylo při kontrole zjištěno, že zavedené zlepšení nepřineslo očekávané výsledky. Postupným provedením všech čtyř kroků dojde k nastavení nového (vyššího) standardu a následným neustálým opakováním PDCA cyklu je tedy zajištěno kontinuální zlepšování – Kaizen [16, 61, 63, 65].

Na základě výše popsaného Demingova cyklu PDCA lze postupovat také při implementaci standardů dle nástroje 5S, čehož bude využito v praktické části práce.

2.3.12 Metoda 5S

Nástroj 5S je jedním z nejdůležitějších prvků celé filozofie štíhlé výroby. Na jeho implementaci závisí také úspěch v zavádění dalších štíhlých myšlenek, nástrojů, metod a technik, popsaných v předešlých podkapitolách této práce – za všechny je možné jmenovat zejména JIT/JIS, SMED, TPM či Kaizen [15, 66].

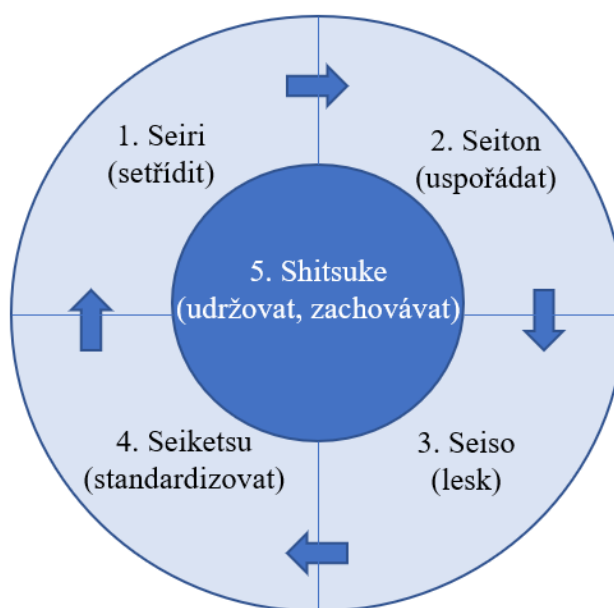
Podobně jako většina ostatních součástí filozofie Lean má i metoda 5S svůj původ v Japonsku u společnosti Toyota, kde byla definována v rámci konceptu výroby Toyota Production System (TPS) [67, 68].

Cílem techniky 5S je vytvoření čistého, bezpečného, přehledně organizovaného a uspořádaného pracoviště a odstranění plýtvání ve výrobě. V neposlední řadě 5S cílí také na nastavení a zavedení standardů a pevného řádu ve vykonávání jednotlivých činností při výrobě. Dodržování a následování těchto nastavených pravidel zajistí udržení vysoké úrovně pracoviště a s tím související dlouhodobě vysokou produktivitu a kvalitu výroby, snížení nákladů, zvýšení spokojenosti zákazníků a celkový růst firmy [66, 68, 69].

Název 5S odkazuje na 5 základních pilířů (kroků) této metody, které jsou označovány japonskými výrazy (či jejich později přiřazenými anglickými ekvivalenty) začínajícími vždy na písmeno S. Jsou jimi konkrétně následující [36, 66, 67]:

1. SEIRI – SORT (setřídít),
2. SEITON – SET IN ORDER (uspořádat),
3. SEISO – SHINE (lesk),
4. SEIKETSU – STANDARDIZE (standardizovat),
5. SHITSUKE – SUSTAIN (udržovat, zachovávat).

Graficky posloupnost jednotlivých kroků metody 5S zobrazuje Obrázek 20 níže na této straně. Na následujících stranách pak budou postupně všechny výše zmíněné pilíře detailněji představeny.



Obrázek 20: Pět základních pilířů nástroje 5S, vlastní zpracování dle [36].

SEIRI – SORT (setřídít)

Je zcela běžné, že se prakticky na každém pracovišti ve výrobě postupem času nahromadí velké množství různých věcí – například strojů, nářadí, nástrojů a přípravků, nábytku, materiálu, dokumentace atd. Ve skutečnosti však pouze část z nich bývá nezbytně nutná pro samotnou každodenní práci. Zbytek tvoří předměty využívané jen zřídka či dokonce vůbec. Může jít kupříkladu o zapomenuté, staré nebo poškozené nářadí, nadbytečné množství zásob, nepoužívané či nefunkční stroje a zařízení nebo o neaktuální výrobní dokumentaci. Tyto předměty přitom zbytečně zabírají místo a snižují produktivitu pracoviště, představují tedy plýtvání [63, 66].

Podstatou prvního kroku 5S – třídění – je rozdělení všech předmětů na pracovišti (včetně těch umístěných ve skříních, v krabicích pod ponky, v zásuvkách stolů atd.) do následujících dvou skupin [66, 69]:

- předměty pro výrobu nezbytné,
- předměty pro výrobu nepotřebné.

Nezbytné předměty jsou na pracovišti ponechány, ty zbytečné by naopak měly být odstraněny. Kritériem pro vyhodnocení potřeby může být frekvence použití, užitečnost či potřebné množství. Zdaleka ne vždy je však rozdělení předmětů do dvou výše zmíněných kategorií zcela jednoznačné – na pracovišti mohou být například nezbytně nutné i některé stroje nebo přípravky, které jsou využity jen občas [63, 66].

S identifikací nepotřebných předmětů pak může pomoci například tzv. kampaň červených štítků, při které spolupracují pracovníci managementu se zaměstnanci daného pracoviště ve výrobě. Členové tohoto „týmu 5S“ postupně společně procházejí pracovištěm a opatřují červenými štítky ty předměty, které v danou chvíli považují na pracovišti za zbytečné, popřípadě takové, u nichž mají o jejich nezbytnosti pochyby. Po jistý omezený časový úsek (například 30 dní) je následně sledováno, zda jsou předměty označené štítkem využívány, či nikoliv. Jestliže se prokáže, že označená položka je dále používána, je jí červená karta odebrána a na pracovišti zůstává. Je však důležité předem stanovit také maximální počet nezbytných předmětů na pracovišti, aby bylo třídění efektivní a nedocházelo k dalšímu pokračování ve shromažďování nepotřebných věcí. Pokud se naopak potvrdí, že dané předměty byly za nepotřebné považovány oprávněně, můžeme je z pracoviště odstranit – vyhodit, prodat, pronajmout nebo přesunout, a to buď na jiné pracoviště, kde opět získají využití, či do skladu (tzv. centrální červené zóny), kdy vyčkají na rozhodnutí o svém dalším osudu. Využití kampaně červených štítků však není jedinou možností realizace třídění, nejdůležitější je právě výše zmiňovaná úzká spolupráce zkušených zaměstnanců daného pracoviště a jejich nadřízených manažerů [63, 66, 67, 69].

Na konci první etapy 5S je výrobní hala často náhle prázdná, což značí úspěšnou realizaci třídění. Pracoviště obsahují pouze pro práci nezbytně nutné předměty, jejichž seznam je vhodné zpracovat formou soupisu položek. Pomocí něj lze jednoduše udržovat přehled o vybavení pracoviště (a to například také při střídání směn, kdy mohou nastupující zaměstnanci efektivně zkontrolovat, zda je pracoviště v pořádku) [66, 69].

SEITON – SET IN ORDER (uspořádat)

Prostor, který v dílně vznikl po zdárném dokončení prvního kroku 5S, je nutné v rámci následné druhé etapy systematicky uspořádat s ohledem na zvýšení efektivity práce a zlepšení ergonomie. Změnou rozvržení předmětů na pracovišti lze razantně eliminovat plýtvání, jež pramení například z hledání a ze zbytečných pohybů zaměstnanců. Druhá etapa 5S je také zcela nezbytným předpokladem pro realizaci standardizace v etapě čtvrté (viz dále) [66].

Klíčové je pro druhý krok 5S uspořádání všech nezbytných předmětů na pracovišti tak, aby je mohl kdokoli a kdykoli snadno a rychle najít, použít a následně opět vrátit na původní místo. Každý objekt na pracovišti by tedy měl mít své jasně definované umístění. Při návrhu optimální pozice lze vycházet z frekvence použití daného předmětu – ty, které jsou potřebné velmi často, by se měly nacházet co nejbližší místu svého použití (tedy např. na ponku), ty používané zřídka mohou být naopak situovány dále. Je také možné využít strategii umístění předmětů v pořadí jejich použití při výrobě, nebo shromažďovat

předměty s podobnou funkcí na jednom místě (např. různé velikosti nástrčných klíčů v jedné skříní či krabici). Mimo to je také velmi důležité vzít při rozmisťování v úvahu maximální přijatelný počet kusů daného předmětu na uvažovaném pracovišti, tedy předejít nežádoucímu hromadění v budoucnosti (např. omezení počtu míst pro palety se vstupním materiálem) [63, 66, 67, 69].

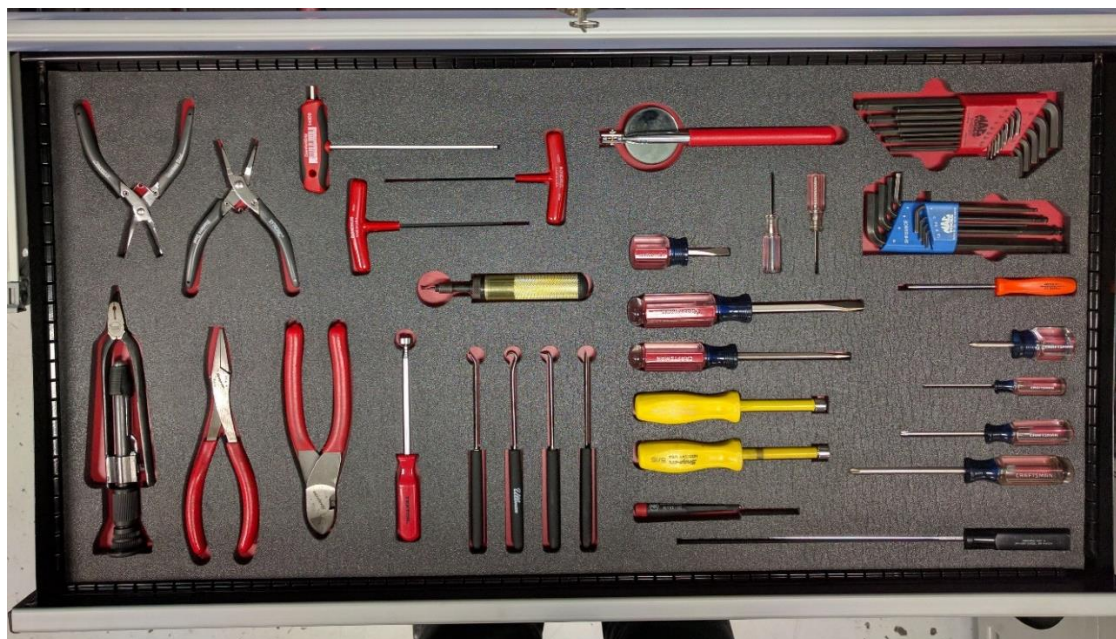
K přehlednému a jednoduchému znázornění zvoleného uspořádání pracoviště a rozmisťování jednotlivých objektů na něm se v rámci metody 5S hojně využívá metody vizuálního řízení (zkráceně vizualizace). Velmi známým řešením je tzv. **horizontální vizualizace** (podlahové značení), kdy jsou na podlahové ploše v dílně vyznačeny prostory pro umístění jednotlivých strojů, skříní, stolů, ale i pro zaparkování vozíků nebo pro uložení požadovaného počtu palet s materiálem, a to buď s použitím barevných čar (značení barvou je náročnější na realizaci, ale je trvanlivější) nebo barevných samolepicích pásek (jednodušší realizace značení, avšak kratší životnost). Stejným způsobem jsou pomocí horizontální vizualizace vymezeny cesty nebo prostory pro otevření dveří, dále může být horizontální vizualizace užito i pro upozornění na nebezpečné oblasti v dílně nebo na části podlahové plochy, kam nesmí být z různých důvodů ukládány žádné předměty [63, 66, 67, 69]. Příklad horizontální vizualizace v dílně ukazuje Obrázek 21.



Obrázek 21: Příklad horizontální vizualizace pracoviště [70].

Doplňkovou, avšak taktéž velmi důležitou funkci, pak v dílně plní tzv. **vertikální vizualizace**. V tomto případě jde o nejrůznější standardizované štítky, cedule, ukazatele a značky, které upozorňují na nastavená pravidla 5S – identifikují určení dané plochy nebo zařízení, udávají obsah skříní, polic či zásuvek, znázorňují správné uspořádání jednotlivých nástrojů ve skříních, nebo ukazují na rozmisťování bezpečnostních prvků (např. hasicích přístrojů). S jejich pomocí tak lze například rychleji nalézt hledané předměty nebo jejich správné umístění či ověřit dodržení nastavených standardů 5S [66, 67, 69].

K uspořádání jednotlivých předmětů v zásuvkách stolů, ve skříních, vozících či na policích se v rámci vizuálního řízení často využívá i tzv. **strategie hranice** (anglicky nazývané „shadow board“, tedy stínová tabule). Při tomto způsobu vizualizace jsou do skříně nebo na tabuli na místo uložení předmětu zakresleny jeho obrysy či stín. Je tak jednoduché určit, na kterou pozici ve skříně nástroj vrátit, případně je na první pohled jasné, která položka na prázdném místě schází. Na podobném principu fungují také tvarované molitanové vložky („organizéry“) do zásuvek ve stolech, které umožní pouze uložení správného nástroje na odpovídající místo (viz Obrázek 22 níže) [66, 67].



Obrázek 22: Příklad pěnového organizéru 5S do zásuvky stolu [71], upraveno.

Při použití vizuálního řízení jako prvku 5S jsou tak jakékoliv abnormality – například přebytečné palety s materiálem na pracovišti, zásoby umístěné v uličkách či v prostoru dveří, chybějící nářadí – zřetelně identifikovány a mohou být neprodleně řešeny a odstraňovány [63, 70].

Nedílnou součástí druhé etapy 5S je mimo výše popsaných akcí také vytvoření aktualizovaného **layoutu pracoviště** (tj. rozvržení pracoviště). Jde o zjednodušené schématické znázornění nového standardu uspořádání předmětů na daném pracovišti (ale i celé výrobní hale), které je pro větší názornost možné doplnit také reálnými fotografiemi. Takto zpracovaný layout bývá obvykle přímo na pracovišti vyvěšen, aby se s nastavenými standardy uspořádání mohli všichni zaměstnanci seznámit [66, 69].

SEISO – SHINE (lesk)

Po provedení prvních dvou etap 5S – třídění předmětů a následném systematickém uspořádání zbylých nepostradatelných položek – přichází na řadu třetí nezbytný krok: vytvoření lesku, tedy čištění a úklid pracoviště. Nejde však pouze o prvoplánové zametení a vytření podlah, případně o uklizení pracovních desek ponků. Dlouhodobým cílem třetí fáze 5S je čistota a pořádek na pracovišti a udržení veškerého vybavení pracoviště v co možná nejlepší kondici, aby bylo možné jej kdykoliv bez problémů použít. Tato etapa tak v prvé řadě představuje hloubkovou očistu celého pracoviště včetně všech předmětů (stolů, skříní, vozíků, strojů, nářadí aj.), které se na něm nacházejí. Do její realizace by se pak měli zapojit ideálně všichni pracovníci podniku včetně manažerů [63, 66, 69].

Během třetího kroku 5S zaměstnanci na pracovišti pečlivě uklidí podlahy včetně všech spár a jiných zákoutí, jsou umyta okna, stoly, dveře i zdi, je očištěno používané nářadí a dojde k sejmutí krytování strojů a k jejich vyčištění i na běžně nepřístupných místech. Během této činnosti jsou všechny předměty na daném pracovišti současně i kontrolovány – **čištění je tedy formou kontroly**. Je poměrně obvyklé, že pracovníci při úklidu na svém pracovišti v rámci zavádění třetího pilíře 5S zejména na strojích odhalí mnohé defekty (např. uvolněné šrouby a matice, praskliny a deformace částí stroje, úniky oleje a jiných provozních kapalin, rezavějící díly atd.), které pod nánosy prachu a špíny dříve nebyly patrné a které mohly snižovat produktivitu výroby a kvalitu zhotovovaných výrobků, zvyšovat náklady na výrobu, respektive mohly představovat bezpečnostní riziko (zranění zaměstnance, zkrat, požár atd.). Drobnější zjištěné nedostatky mohou operátoři stroje opravit okamžitě svépomocí, rozsáhlejší jsou potom řešeny ve spolupráci s údržbáři [63, 66, 67, 69].

Je nasnadě, že takto popsaný velmi důkladný úklid spojený s kontrolou je vzhledem ke své časové náročnosti (může trvat i celou pracovní směnu) nejprve v podniku proveden při prvním zavedení 5S a následně například jedenkrát za kalendářní rok. Podstatou třetího kroku 5S ale není pouze jednorázové vyčištění pracoviště, ale i vytvoření určitého standardu v čistotě a kontrole, který si zaměstnanci osvojí a který bude následně na denní bázi v podniku dodržován (více o kontrole a údržbě viz TPM – kapitola 2.3.8) [66, 69].

SEIKETSU – STANDARDIZE (standardizovat)

Úkolem v pořadí čtvrtého pilíře nástroje 5S je standardizace činností prováděných v rámci předchozích tří etap. Cílem standardizace je vytvořit na pracovišti z třídění, uspořádávání a čištění spojeného s kontrolou nedílnou součást každodenní práce a zajistit tak jejich dlouhodobé dodržování [66].

Při přípravě standardů pro dané pracoviště je nejprve nutné stanovit přesné úkoly, kompetence a odpovědnosti jednotlivých zaměstnanců. Každý pracovník musí být obeznámen s tím, které činnosti má v rámci 5S vykonávat a jakým způsobem a jak často je má provádět. Užitečnou pomůckou je opět vizualizace. Pro každé pracoviště je připravena dokumentace například v podobě tzv. mapy/plánu 5S, která jednoduchou a přehlednou grafickou formou (na pracovišti umístěná tabule, nástěnka, cedule atp.) stanoví konkrétní zodpovědnosti nebo úkoly pro danou oblast v rámci 5S [63, 66, 69].

Následujícím krokem je vytvořit z konkrétních definovaných činností prvních tří pilířů na pracovišti návyk, učinit tedy z jejich pravidelného vykonávání normu a každodenní rutinu. Jednorázové provedení aktivit 5S bez dalšího důrazu na jejich pravidelné opakování bude mít s velkou pravděpodobností za následek postupný návrat pracoviště do původního neuspořádaného a neuklizeného stavu. Zavedení standardizace naopak zajistí, že k tomuto opětovnému nežádoucímu zhoršení nedojde. Činnosti prvních tří S by se tedy měly stát součástí běžného pracovního dne, a to například formou techniky tzv. 5S v pěti minutách, tedy rychlým a efektivním provedením třídění, uspořádávání a zejména úklidu spojeného s kontrolou na pracovním místě [63, 66].

Po určité době úspěšného fungování standardů je možné je dále zdokonalit, povýšit je na další úroveň a začít se v rámci nástroje 5S a filozofie neustálého zlepšování Kaizen zabývat prevencí. Pokud jsou například v podniku nastaveny standardy, které řeší pravidelné třídění hromadících se předmětů na pracovišti na potřebné a nepotřebné, je možné je transformovat na standardy jiné, které budou eliminovat již samotnou příčinu tohoto hromadění, takže k němu vůbec nedojde a následní třídění již nebude potřeba [66].

SHITSUKE – SUSTAIN (udržovat, zachovávat)

Posledním pilířem metody 5S je zachovávání, někdy do českého jazyka překládané i jako udržování či disciplína. Do velké míry se tento pátý pilíř ve svých snahách překrývá s pilířem čtvrtým, současně se jedná o dvě nejnáročnější fáze implementace 5S. Cílem páté etapy je podobně jako v případě standardizace dlouhodobé udržení uspořádaného a uklizeného pracoviště, dbá se na dodržování nastavených standardů [66, 67].

Původní návrh firmy Toyota dokonce definoval metodu 5S pouze jako 4S – pátý krok tedy v tomto nástroji vůbec nefiguroval, a to z toho důvodu, že Toyota definuje sebedisciplínu pracovníků jako součást své firemní kultury. Nebylo tedy nutné vyhradit udržování zvláštní etapu. Pátá fáze 5S tak byla definována až dodatečně při zavádění filozofie štíhlé výroby do podniků mimo domovské Japonsko [36, 66].

Pro zachování nastavených norem je velmi důležité vytvořit kontrolní mechanismy, které budou sloužit k ověření dodržování těchto standardů a k hodnocení dosahovaných výsledků. Ke kontrole se ve firmách obvykle využívají různé formy kontrolních seznamů, karet a hodnoticích formulářů [63, 66, 69].

Na denní bázi může kontrolu provádět zaměstnanec odpovědný za celé pracoviště například při jeho přebírání od předchozí směny, eventuálně ji může v pravidelných intervalech provádět mistr v dílně. Nadřízený manažer podniku (např. vedoucí výroby) potom může kupříkladu jednou či dvakrát měsíčně na daném pracovišti provést rozsáhlejší kontrolu – ohlášený či namátkový audit 5S. Výsledek tohoto auditu upozorní na odchylky, může odhalit potřebu revize některého ze standardů a slouží také jako motivace pro zaměstnance k dodržování nastavených norem, případně může být přímo provázán i se systémem finančního ohodnocení zaměstnanců (odměny a srážky ze mzdy) [66, 69].

Kontroly a audity však nejsou jedinou cestou k dlouhodobému udržení standardů 5S. Podpořit povědomí o zachovávání zásad 5S lze i dalšími způsoby – například formou plakátů s fotografiemi stavu před a po zavedení 5S nebo pomocí brožurek či příruček pro zaměstnance, které budou shrnovat základní pravidla a nastavené standardy. Účinnou formou zachování mohou být také tzv. měsíce 5S, během nichž lze uspořádat například exkurze pracovníků na jiná oddělení nebo do jiných firem, kde je 5S úspěšně zavedeno, mohou být uspořádány semináře nebo může být v zájmu zvýšení nadšení pro aktivity 5S vyhlášena mezi jednotlivými pracovišti soutěž [63, 66].

Další rozšíření metody 5S

V poslední době se objevují také další metody – například 6S či 7S. Ve skutečnosti však jde pouze o nástavby klasického nástroje 5S o další dodatečné etapy, které ale na rozdíl od původních 5S nemají svůj původ v Japonsku. Šestým S tak někdy bývá označována bezpečnost (angl. Safety), kdy je kladen zvláštní důraz na eliminaci pracovních úrazů, na používání osobních ochranných pomůcek nebo na správné chování v případě mimořádných situací (nehody aj.). Jako sedmé S pak může být zařazeno například téma ekologie, odpadového hospodářství a péče o životní prostředí [67, 69].

V závěru podkapitoly 2.3.1 této práce bylo zmíněno, že se celá řada firem snaží navázat na úspěch Toyoty s její koncepcí štíhlé výroby TPS. Jedním z těchto podniků je také koncern Bosch, který původní japonský koncept TPS převzal, modifikoval pro své potřeby a uvedl jej do praxe pod označením **BPS – Bosch Production System**. Následující praktická část této práce bude věnována implementaci nástroje 5S jakožto jedné ze součástí BPS (respektive TPS) do výrobního prostředí společnosti Bosch Rexroth, spol. s.r.o.

3 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU VE VÝROBNÍ OBLASTI PODNIKU

Na následujících stranách této diplomové práce bude z bližšího pohledu nastíněna současná situace (tou je stav v letech 2020 a 2021) ve výrobní oblasti závodu společnosti Bosch Rexroth, spol. s r.o. v Brně a budou definovány zjištěné odchylky od nyní nastavených standardů nástroje 5S, jenž byl detailně teoreticky popsán v kapitole 2.3.12.

Při zpracování této části práce byla s laskavým souhlasem vedení firmy využita data z interních materiálů a dokumentů, v některých případech pak také informace získané přímo při diskusích s pracovníky závodu. V neposlední řadě je důležitou součástí kapitoly fotodokumentace aktuálního stavu a odchylek ve výrobní hale, která byla rovněž pořízena s písemným souhlasem vedení podniku.

3.1 BPS Project 2020/2021

Úvodem třetí kapitoly je zapotřebí zasvětit čtenáře do kontextu situace, ze které vzešla potřeba revize systému 5S a návrhu nových standardů dle zmíněné metody do výrobní oblasti společnosti Bosch Rexroth spol. s r.o.

Pro roky 2020 a 2021 byla ve společnosti Bosch Rexroth pro závody spadající do skupiny tzv. AB Group (z něm. Aggregate Bau – stavba agregátů) připravena kampaň nazvaná BPS Project 2020/2021, která byla odstartována v lednu 2020. Jejím hlavním cílem je harmonizace činností výrobních závodů v jednotlivých zemích tak, aby byly lépe reflektovány požadavky zákazníků [72].

Konkrétním úkolem v brněnském závodě společnosti je revize a úprava již zavedeného štíhlého výrobního systému BPS (Bosch Production System) s ohledem na detailní analýzu produktového portfolia zde vyráběného v roce 2019. Projekt je zaměřen na zjednodušení všech procesních kroků mezi jednotlivými odděleními závodu, a to počínaje obdržením poptávky od klienta přes přípravu výroby a její samotnou realizaci až po závěrečnou expedici hotových výrobků. Mimo jiné se tak v rámci BPS Project 2020/2021 pracuje například na revizi a aktualizaci stávajícího toku hodnot (viz VSM – kapitola 2.3.9), přezkoumává se dodavatelský řetězec a hodnotí se stávající Make-or-buy⁹ přístup pro oblasti elektromontáže a svařování [72].

Ve výrobní oblasti je v rámci probíhajícího BPS Project 2020/2021 na základě současného dispozičního řešení výrobního provozu analyzováno nynější rozvržení výrobních ploch s ohledem na potřeby dle produktového portfolia roku 2019 včetně detailního pohledu na jednotlivá pracoviště (umístění a využití strojů, nářadí, stolů, skříní apod.) a kapacitního propočtu výroby [72]. Součástí tohoto procesu je také revize konceptu 5S, jehož nově definované standardy budou následně zahrnuty do nově připravovaného layoutu výrobního provozu.

Finálním krokem celého projektu v brněnském závodě potom bude realizace veškerých navržených změn, přičemž tato konečná fáze měla podle původních předpokladů probíhat právě v roce 2021. Vlivem celosvětové pandemie nemoci COVID-19 a s ní souvisejícím omezeným provozem závodu v průběhu celého roku 2020 však byl harmonogram projektu pozměněn. Realizace byla odložena až na přelom let 2021 a 2022 [72], což významně ovlivnilo také zpracování této diplomové práce, která měla ve své původně uvažované podobě právě proces uskutečnění navržených změn obsáhnout.

⁹ tj. zda je výhodné tyto činnosti zadávat externím firmám, nebo je efektivnější je provádět vlastními silami

3.2 Aktuální výrobní portfolio

Jak již dříve ve stručnosti naznačila kapitola 1.2.3, brněnský závod společnosti Bosch Rexroth se orientuje především na kusovou (projekční) a zcela výjimečně i malosériovou výrobu hydraulických agregátů a modulů [72].

Na tomto místě je poměrně důležité poznamenat, že všechny hydraulické agregáty a moduly jsou vyráběny na míru na základě konkrétního zákaznického požadavku (tzv. přístup ETO¹⁰). Nedochází tedy k žádné produkci do skladových zásob, a to zejména z toho důvodu, že se jedná o velmi specifická zařízení, která je nutné konstrukčně přizpůsobovat konkrétním klientským požadavkům a zamýšlené aplikaci [72].

Z konstrukčního hlediska patří mezi základní části všech hydraulických agregátů Bosch Rexroth následující skupiny dílů [73, 74]:

- pohonná jednotka (sestavá se z elektromotoru a hydraulického čerpadla),
- hydraulické rozvaděče, bloky, ventily aj.,
- nádrž na hydraulické médium (tj. hydraulický olej),
- akumulátor nebo akumulátorová stanice (tj. dusíkem plněný zásobník tlaku),
- hydraulické hadice, potrubí, šroubení a další nezbytné spojovací součásti.

Nad rámec těchto základních komponentů je možné hydraulické agregáty dle uvažované aplikace a přání zákazníka dále nadstandardně vybavit například hydraulickými chladicími a filtračními moduly, měřicími prvky (např. manometrem, stavoznakem, teploměrem aj.), případně také elektrickými rozvody nebo moderními prvky pro průmysl 4.0 nebo IoT (Internet of Things). [72, 73, 74].

Interně jsou pak agregáty (někdy též označované jako hydraulické systémy) Bosch Rexroth rozděleny dle montážní náročnosti (resp. průběžné doby výroby – viz kapitola 2.3.3) do těchto 6 kategorií [72]:

- S – jde se o kompaktní agregáty, pro které je typická krátká průběžná doba výroby (tedy velká obrátkovost ve výrobě),
- M – jedná se o kompaktní i modulové systémy, jejichž zakázky se vyznačují střední průběžnou dobou výroby,
- L/XL – v obou případech jde o kompaktní nebo modulové agregáty s větším podílem elektromontáže a rozsáhlejším testováním, přičemž tyto zakázky jsou charakteristické delší průběžnou dobou výroby,
- XXL – jedná se o koncepční zakázky hydraulických systémů s extrémně dlouhou průběžnou dobou výroby a vysokou náročností zpracování.
- P (viz níže).

Mimo výše zmiňovaných hydraulických agregátů je brněnský závod zodpovědný také za výrobu specializovaných měřících a testovacích zařízení pro hydraulické komponenty (čerpadla, hydromotory, ventily) – tzv. zkušebních stolic (anglické označení test bench), a to pro klienty z řad tuzemských i zahraničních servisních středisek [72]. Tyto zkušební stolice jsou pro potřeby výroby označovány písmenem P.

¹⁰ z angl. Engineer to Order – konstrukce a výroba dle přesných požadavků zákazníka [72]

Není bez zajímavosti, že v závislosti na rostoucí montážní náročnosti se obvykle zvětšuje také velikost celého systému, jež je dána zejména objemem nádrže na hydraulickou pracovní kapalinu. Agregáty třídy S jsou tedy rozměrově nejmenší, naopak největších rozměrů dosahují systémy kategorie XXL [72].

V současné době (r. 2019-2021) se závod Brno v rámci celé skupiny Bosch Rexroth orientuje přednostně zejména na montáž hydraulických systémů kategorií L, XL, XXL a P [75]. Kromě těchto velikostních skupin však produkuje také agregáty ostatních typů, a to v nezanedbatelném množství, což názorně ilustruje Tabulka 1 níže.

Tabulka 1: Objem výroby agregátů a modulů v brněnském závodě (2019), vlastní zpracování dle [75].

Velikost agregátu	S	M	L	XL	XXL	P
Počet vyrobených kusů 2019 [ks/rok]	350	500	240	130	20	5

3.3 Aktuální rozvržení výrobního provozu

Ve své stávající podobě (k roku 2021) je jednodílná výrobní hala firmy o přibližné ploše 4000 m² rozdělena do několika samostatných oblastí dle původní koncepce z roku 2007. Již neaktuální schematická vizualizace původního dispozičního řešení haly, vytvořená v počítačovém programu Microsoft VISIO 2016, byla firmou poskytnuta jako výchozí podklad, který byl dále autorem práce upraven a zaktualizován tak, aby vyjadřoval reálné rozvržení a uspořádání výrobního provozu v letech 2020/2021. Takto připravená zaktualizovaná schematická vizualizace nynějšího stavu je připojena k práci jako Příloha 1.

Východní část haly je vyhrazena skladovacím prostorům a logistice, přičemž příjem materiálu z nákladních automobilů je prováděn v zastřešeném průjezdu mimo prostory samotné výrobní haly.

Na skladovací plochy plynule navazují oblasti montáže a souvisejících podpůrných činností (zkušebny, lakovna, svařovna), které zabírají plochu přibližně 1800 m² [76]. Tento prostor je dále členěn do jednotlivých menších výrobních sektorů, jež jsou umístěny po obou stranách centrální dopravní cesty:

- předmontáž (PM1, PM2, PMP),
- pracoviště montáže M1 a M2,
- pracoviště stacionární montáže M3,
- elektromontáž E1,
- zkušebny L1 a L2,
- mycí, lakovací a sušicí kabiny,
- svařovna.

Po celé délce haly je instalována jeřábová dráha, po níž se mohou pohybovat celkem 3 mostové jeřáby s nosností až 20 tun. Západní část haly je poté ze severní i jižní strany vybavena dvojími vjezdovými vraty o šířce 6 metrů, která dovolují vjezd nákladního vozidla přímo na výrobní plochu, což umožňuje expedici i těch nejrozměrnějších výrobků.

V následujících pododdílech budou detailněji rozebrána jednotlivá pracoviště včetně nastínění jejich původního a dnešního reálného účelu a využití. Příčinou těchto vzniklých diferencí je nestálost složení výrobního portfolia brněnského závodu, kdy mezi jeho zprovozněním v roce 2007 a rokem 2019 (který je pro účely této práce, respektive celého

BPS Project 2020/2021, považován za výchozí stav) došlo k postupnému přesunutí těžiště produkce z agregátů kategorií M – XXL zejména na hydraulické systémy typů L, XL a XXL a zkušební stolice [72]. Významná je však nadále také produkce kategorií S a M. Na takový výkyv pochopitelně původně nastavené rozložení výrobní haly nebylo připraveno, vlivem čehož v současnosti není možné původně nastavený layout provozu dodržet. Vzhledem k převážně kusovému charakteru produkce na principu ETO (viz strana 43) je důležitá také jistá pružnost výrobního provozu.

3.3.1 Sektor předmontáže

Předmontáž zahrnuje oblasti označené zkratkami PM1, PM2 a PMP. Tyto sektory se nacházejí poblíž hlavního vchodu do výrobní haly a přímo sousedí se skladovacími prostory. Původním společným účelem všech těchto pracovišť byla kompletace dílčích částí agregátů a modulů, kterou bylo možné realizovat ještě před započítáním jejich samotné montáže [77]. Jednalo se tak například o sestavení hydraulických rozvodných bloků nebo pohonných jednotek a jiných drobných konstrukčních celků.

Pro zjednodušení manipulace s materiálem jsou pracoviště PM1 a PM2 vybavena podvěsným jeřabovým systémem s nosností 1000 kg a zvedacími montážními stoly, které jsou integrované do podlahy výrobní haly. Sektor PMP pak disponuje otočným sloupovým jeřabem o nosnosti 500 kg. Mimo to jsou stanoviště předmontáže vybavena standardně pracovními stoly, skříněmi (náradí, pomocný materiál), příručními sklady trubek a strojním vybavením (ohýbačka, stroje na úpravu potrubí Voss a Walterscheid, pásová pila atd.).

V aktuálním stavu jsou však pracoviště předmontáže PM1 a PM2 v rozporu s jejich někdejší určení uvedeným výše používána ke kompletní stacionární montáži¹¹ agregátů a modulů velikostí S a M. Sektor PMP pak zcela pozbyl svůj původní účel – v posledních letech již takřka není využíván k montážním operacím, ale slouží spíše jako odkládací prostor (interně neoficiálně označovaný „stop zóna“) pro uložení rozpracovaných výrobků.

3.3.2 Sektory montáže M1, M2

Dvě poměrně rozsáhlá pracoviště montáže, označovaná M1 a M2, se nacházejí ve střední části výrobní haly. Původně sloužila jako dvě samostatné výrobní linky, které se soustředily výhradně na produkci agregátů velikostí M a L [77]. Oba sektory jsou vybaveny otočnými jeřaby pro jednodušší manipulaci s materiálem a dále množstvím dalšího inventáře, který odpovídá ostatním montážním pracovištím v daném výrobním provozu – klasickými dílenskými pracovními stoly, skříněmi na náradí a montážní materiál, mobilními zvedacími stoly a řadou nezbytného strojního vybavení (pásové pily, ohýbačky, formovací stroje na úpravu potrubí atd.).

V aktuálním stavu, podobně jako u dříve popisované předmontáže, došlo ke změně v zaměření obou těchto pracovišť, která jsou nyní využívána ke stacionární montáži systémů velikostí S – XL, a to dle aktuálně volného prostoru a kapacit ostatních pracovišť.

3.3.3 Sektor stacionární montáže M3

Na západním okraji výrobní haly se nachází sektor M3. Jde o jediný montážní sektor, který si do dnešních dnů udržel své původní zaměření, a to konkrétně na výrobu nejsložitějších agregátů kategorií XL a XXL formou stacionární montáže. To je dáno zejména pozicí sektoru v blízkosti dvojice vjezdových vrat, která jako jediná v celém

¹¹ typ montáže, při níž výrobek spočívá po celou dobu své montáže na jednom pracovním místě, přičemž montáž je prováděna jednou skupinou pracovníků; vhodné zejména pro rozměrné a těžké výrobky [15]

závodě umožňují expedici hydraulických agregátů zmíněných velikostí. Ve stávajícím stavu jsou však aktivně využívána jen jedna vrata na severní straně budovy (nájezdová komunikace k vratům na jižní straně haly nemá optimální prostorové poměry pro nájezd kamionů) [77]. Výrobní hala tedy není oproti původnímu předpokladu průjezdná a nákladní automobily musí do vrat na severní straně haly zacouvat.

Stejně jako předešlá pracoviště disponuje i stacionární montáž standardním vybavením, které zahrnuje dílenské pracovní stoly, skříně pro uložení náradí i montážního materiálu, příruční sklady trubek a výrobní zařízení jako pásové pily, formovací stroje na úpravu potrubí, ohýbačku aj. Mimo to se na pracovišti M3 nachází také radiální stojanová vrtačka a specializovaná brusírna, která je od zbytku pracoviště oddělena plentami (kvůli nebezpečí odlétajících třísek při broušení). Manipulace s materiálem je potom v tomto sektoru usnadňována pomocí dvou totožných sloupových otočných jeřábů s maximální nosností 1000 kg.

3.3.4 Elektromontáž E1

Sektor elektromontáže se v aktuální podobě výrobního provozu nachází mezi montážním pracovištěm M1 a zkušebnou L1. Disponuje specifickým vybavením, které odpovídá činnostem zde prováděným – např. skladem elektrických kabelů v systému Kanban. Obecně jsou drobnější práce prováděny přímo na tomto pracovišti, při potřebě práce na elektroinstalaci na větších agregátech a modulech přecházejí elektromontéři přímo k rozpracovanému výrobku na ostatní montážní sektory.

3.3.5 Zkušebny L1 a L2

Nedílnou součástí výroby většiny agregátů a modulů (s výjimkou těch nejrozměrnějších [77]) je také provedení funkčních zkoušek přímo v závodě. K tomuto účelu jsou ve výrobní hale vystavěny celkem dvě zkušebny, označené L1 a L2, které jsou od ostatních pracovišť odděleny pomocí mobilních zástěn a které jsou vybaveny specifickou testovací a měřicí aparaturou a čtyřmi nádržemi na hydraulický olej (objem 1 500 až 10 000 litrů) [76].

3.3.6 Lakování – myčka, lakovna, sušička

Oblast lakování zahrnuje pracoviště myčky, lakovny a sušičky a je využívána k lakování jednotlivých dílů i kompletních výrobků dle konkrétních požadavků klienta.

Na konci roku 2020 bylo přistoupeno k demontáži jedné z mycích kabin mezi zkušebnou L2 a montážním sektorem M2, a to z důvodu jejího nevyužití (postačuje kapacita jedné mycí kabiny, která je navíc výhodněji umístěna blíže ostatním pracovištím souvisejícím s lakováním). Jelikož stávající layout postrádá vyhrazenou plochu pro dočasné uložení dokončených výrobků, jejich balení a přípravu před transportem k zákazníkovi, je tento nově vzniklý prostor po demontované mycí kabině dočasně využíván právě k tomuto účelu.

3.3.7 Svařovna

Svařování je podpůrným procesem výroby, kterému je vyhrazen prostor v blízkosti sektoru stacionární montáže M3. Od něj je svařovna oddělena zástěnou, a to nejen kvůli bezpečnosti, ale také z důvodu eliminace změn podmínek při svařování (např. průvan z otevřených vrat při expedici výrobků). Na tomto pracovišti jsou svařovány nízkotlaké a vysokotlaké trubkové sady a další menší konstrukční celky, svařování rozměrných součástí je pak zajišťováno u externích firem [77].

3.4 Standardy 5S nastavené do spuštění BPS Project 2020/2021

V roce 2021 je ve výrobním prostředí podniku stále oficiálně v platnosti soubor standardů 5S, který byl jako součást zavádění interního podnikového konceptu štihlé výroby BPS implementován již při zahájení provozu nové brněnské haly v roce 2007 [77]. Z důvodu pozorované změny výrobního portfolia závodu během období let 2007 až 2019 (viz kapitola 3.3) však bylo postupně upuštěno od respektování původního layoutu rozvržení výrobního provozu. Z pravidel 5S, která byla nastavena na základě tohoto původního layoutu, tak dnes zůstaly většinou pouze dlouhodobě stagnující zvyklosti, které jsou nadále udržovány zejména služebně staršími zaměstnanci závodu. V mezidobí od roku 2007 do konce roku 2019 se pak prováděly jisté dílčí úpravy a revize stávajícího stavu dle nástroje 5S, avšak až na dvě konkrétní výjimky, které byly reálně implementovány na přelomu let 2019/2020 (budou blíže představeny v části 3.6), neměly tyto úpravy téměř žádný praktický a měřitelný efekt [77]. Ke kontrole dodržování stávajících pravidel 5S pak aktuálně není ve firmě aktivně využíván žádný standardizovaný kontrolní mechanismus.

Důležitou součástí nástroje 5S je **podlahové značení** (horizontální vizualizace), které je v současnosti v prostorách montážní haly poměrně rozsáhle využíváno. Nynější barevný standard má následující podobu:

- žlutá souvislá čára – cesty,
- zelená souvislá čára – plochy pro umístění strojů,
- černá přerušovaná čára – plochy pro umístění materiálu,
- černá souvislá čára – ohraničení montážních sektorů,
- červená souvislá čára – bezpečnostní vybavení (např. hasicí přístroje),
- žluto-černé šrafování – výstrahy.

K problematice značení a zjištěným odchylkám v této oblasti více v oddílu 3.5.2.

Mezi standardy 5S, které jsou v současnosti ve výrobním závodě úspěšně implementovány, je možné zařadit zejména **standardizaci v oblasti úklidu a údržby strojů**. Každé strojní zařízení ve výrobním provozu je opatřeno plastovou uzavíratelnou kapsou, v níž je vložena papírová dokumentace – tzv. Karta stroje (viz Obrázek 43 na straně 74). Ta obsahuje na titulní straně základní identifikátory daného zařízení (např. přesný název a typ, účel, interní označení, rok výroby atd.), na dalších listech je pak přesně definována také jeho údržba a úklid včetně periodicity a zodpovědných osob za předepsané operace (některé úkony provádí sami zaměstnanci, jiné složitější činnosti jsou vykonávány ve spolupráci s externí údržbářskou firmou – dle koncepce TPM). Nedílnou součástí je dále formulář, do nějž je provedení předepsaných operací úklidu a údržby průběžně zaznamenáváno. V oblasti úklidu strojů – tedy třetího pilíře 5S – je tak situace v podniku stabilně na vysoké úrovni bez zjevných zjištěných odchylek.

3.5 Analýza odchylek v oblasti 5S v rámci BPS Project 2020/2021

Analýzu aktuálního stavu ve výrobní oblasti zvoleného závodu je možné považovat za první – plánovací – fázi Demingova cyklu PDCA (více viz kapitola 2.3.11), podle nějž je možné při implementaci nástroje 5S s úspěchem postupovat. Pro zjištění odchylek od stávajících standardů 5S bylo využito metody nepravidelných osobních namátkových prohlídek spojených s pozorováním, které prováděl autor této práce na jednotlivých pracovištích ve výrobní hale (tzv. princip Gemba – viz kapitola 2.3.11). Tyto namátkové

kontroly probíhaly průběžně v časovém období přibližně jednoho roku – od jara 2020 do jara 2021, přičemž během obchůzek byly aktivně vyhledávány nejen negativní odchylky, ale také příklady správné praxe (tj. správně dodržené standardy). Všechny zjištěné skutečnosti byly pečlivě zdokumentovány pomocí fotoaparátu pro další zpracování.

K nepravidelnému a namátkovému charakteru prohlídek bylo překročeno zejména z toho důvodu, aby byl zachycen standardní a běžný stav všech pracovišť. V opačném případě – tedy pokud by byly tyto inspekce předem ohlášeny – by hrozilo riziko, že zaměstnanci na pracovištích provedou předem určité jednorázové úpravy ke zlepšení aktuálního stavu, čímž by však bylo pozorování nežádoucím způsobem ovlivněno a některé abnormality by se nemusely vůbec projevit.

Velice důležité bylo také opakované provádění obchůzek, čímž bylo ověřeno, zda byly některé dříve zjištěné odchylky pouze nahodilého charakteru, tedy vzniklé projevem jednorázového výjimečného pochybení některého ze zaměstnanců, či zda se odchylky opakují, a jde tedy o stav trvalý. V některých situacích – zde se jedná zejména o vytipování nezbytně potřebných a nepotřebných předmětů na pracovištích – bylo také využito přímé konzultace se zaměstnanci daného pracoviště či s pracovníkem vedení výroby, který byl současně podnikovým konzultantem práce. Tyto osoby poskytly autorovi fundované informace ohledně užitečnosti a četnosti využití některých částí strojního parku, náradí a dalších předmětů.

Obecně bylo při inspekcích zjištěno, že k opakovanému nedodržování stávajících standardů dochází jak nedopatřením, tak také zcela vědomě, a to zejména z toho důvodu, že nynější standardy 5S již neodpovídají aktuálním potřebám daných pracovišť, případně také proto, že zavedená pravidla 5S nejsou doprovázena odpovídající vizualizací. V některých oblastech pak standardy 5S prozatím nejsou nastaveny vůbec.

V následujících podkapitolách budou blíže představeny zjištěné nedostatky, přičemž pro větší názornost a lepší pochopení problematiky bude většina z nich doplněna výběrem z pořízené fotodokumentace. Na základě dlouhodobého pozorování pak lze prohlásit, že popsané odchylky jsou obecné povahy a jejich obdoby se objevují na všech sektorech.

3.5.1 Odchylky v oblasti alokace materiálu

V rámci dříve zmíněných průběžných pochůzek byla autorem práce na jednotlivých pracovištích ve výrobním provozu identifikována řada pravidelně se opakujících odchylek od ideálního stavu v oblasti alokace materiálu. Tyto pramení jak z ne zcela ideálního dodržování pravidel třídění předmětů na nezbytné a zbytečné, tak z nevhodného uspořádání předmětů pro výrobu nezbytných.

Prvním příkladem je **hromadění prázdných dřevěných palet a ocelových košů** (tzv. gitterboxů) na výrobní ploše. Dřevěné palety a gitterboxy půdorysného rozměru 1200 × 800 mm jsou ve firmě využívány k přepravě materiálu v systému JIT (viz kapitola 2.3.4) pomocí paletových nebo vysokozdvížných vozíků (VZV) na jednotlivá stanoviště ve výrobě. V průběhu kontrol však byla opakovaně zaznamenána situace, kdy po odebrání veškerého dodaného materiálu nebyly prázdné palety odvezeny z pracoviště zpět do prostoru skladu k uložení nebo likvidaci. Tyto „zapomenuté“ předměty následně překázejí na místech určených pro umístění plných palet s materiálem pro další montáž, jejichž počet je už tak poměrně malý, popřípadě blokují samotnou montážní plochu či omezují a zpomalují průchodnost pracoviště. Obrázek 23 na straně 49 formou koláže ukazuje konkrétní objevené situace ve výrobě.

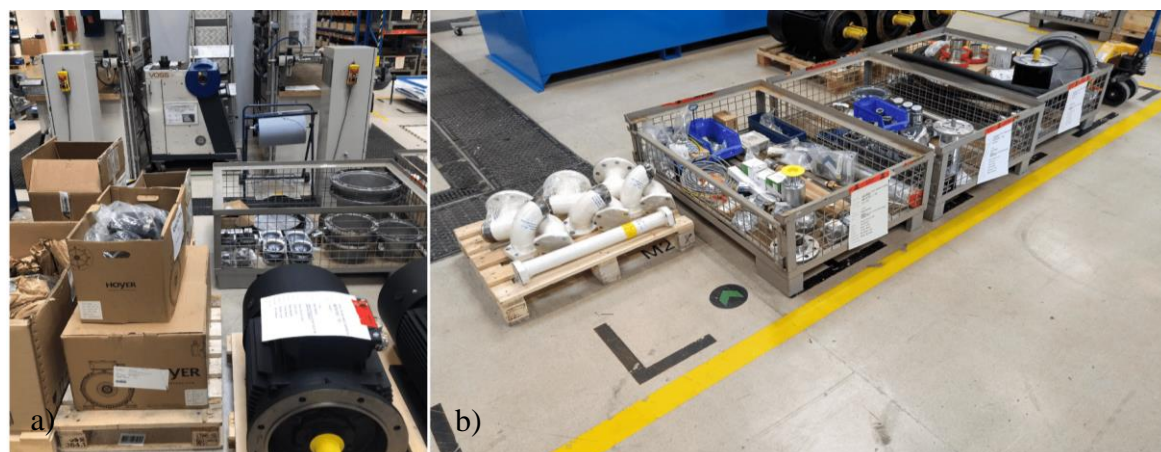
Další zaznamenanou abnormalitou související s alokací a uspořádáním materiálu na pracovištích je **ukládání dřevěných palet a ocelových košů s materiálem mimo značením vymezené oblasti**, případně jejich ukládání do těchto vyhrazených míst, avšak ne zcela korektním způsobem. Palety a koše tak mnohdy zabírají prostor uvnitř montážního sektoru, jelikož místa pro uložení palet jsou již obsazena (Obrázek 24 a) níže).

Popisovaná situace vzniká zejména z toho důvodu, že montážní sektory disponují pouze omezeným počtem paletových pozic (v layoutu v Příloze 1 jsou tyto plochy vyznačeny fialovými nebo modrými obdélníky se zkratkou GiBo pro gitterbox). Ten odpovídá kategorii výrobku, pro něž bylo původně pracoviště vyprojektováno. Například stavba agregátu či modulu velikosti XL však vyžaduje návoz většího množství materiálu (tedy palet nebo košů), než systém kategorie M. Po zaplnění všech dostupných pozic tak musí být zbývající materiál uložen i na dalších volných plochách, a to dle aktuální situace na daném montážním sektoru.



Obrázek 23: Nedostatky v třídění přebytečných palet v prostoru výroby, foto autor.

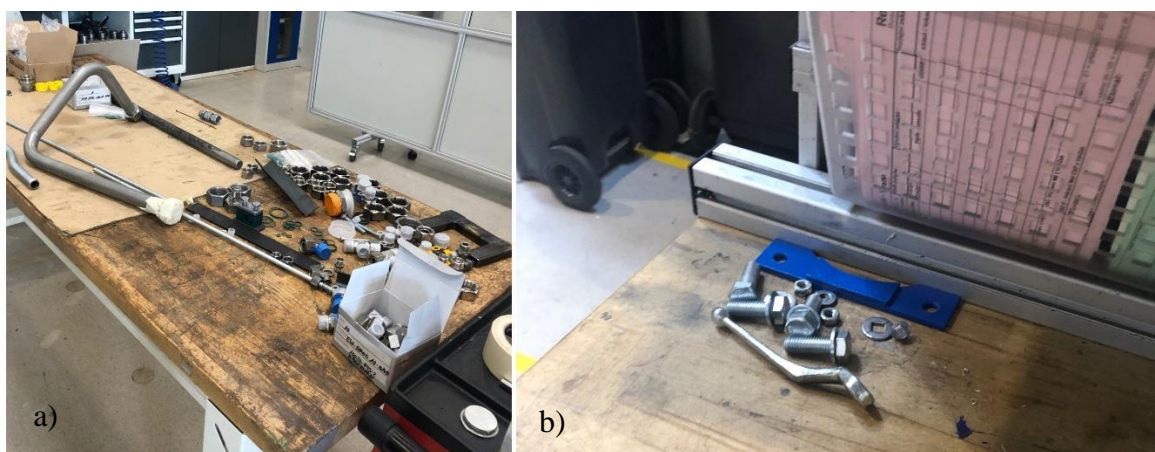
Souvislost s výše nastíněnou situací má ale také několik dalších faktorů. Prvním z nich je někdy vážnoucí odvoz prázdných palet z montážních sektorů, které následně zbytečně zabírají prostor pro návoz palet plných (popsáno na výše), druhým pak umístování jiných předmětů do pozic pro palety – typicky jde o parkování ručních paletových vozíků, které však dosud nemají ve výrobním provozu své standardizované vyhovující umístění (viz kapitola 3.5.2). Tímto dochází k omezování průchodnosti pracoviště, ztížení samotné výrobní činnosti a plýtvání časem a pohyby pracovníků.



Obrázek 24: a) montážní pracoviště zaplněné paletami a koši s materiálem, b) nevhodné umístění palet, foto autor.

Poměrně typickou situací je ve výrobní oblasti **ukládání palet a košů na vyznačené plochy, avšak nestandardním způsobem**. Plocha pro uložení palet je nyní rozdělena na jednotlivé dílčí pozice o rozměru 1200 × 800 mm (normalizovaný rozměr pro europaletu a používané gitterboxy). Nežádka jsou však koše a palety umístěny nepřesně nebo je **materiál dodán na paletě nestandardního rozměru**, což má za následek přesahování materiálu do sousedních paletových pozic, respektive omezování prostorů s jiným určením (cesta, montážní plocha aj.). Tento stav ilustruje Obrázek 24 b) na předchozí straně.

Další relativně často pozorovanou anomálií bylo **hromadění montážního materiálu** – ve většině případů šlo zejména o drobný spojovací materiál jako šrouby, matice, podložky, háčky, závlačky nebo různé těsnicí prvky. Obvyklými místy kumulace takových předmětů jsou právě dílenské pracovní stoly (ponky), a to nejčastěji jejich „tmavá zákoutí“, rohy, nejvzdálenější okraje, zásuvky, eventuálně závěsné skříně na nářadí. V jednom z případů byl dokonce objeven stůl, který pravděpodobně slouží výhradně ke skladování různorodého montážního materiálu (příklady viz Obrázek 25 a) a b) a Obrázek 26 b) dále).



Obrázek 25: a) nahromaděný montážní materiál na ponku, b) typické místo hromadění drobných předmětů, foto autor.

Jako méně obvyklé, avšak také se vyskytující, se ukázalo být **hromadění větších součástí** – kusů trubek, odřezků hadic nebo i celých komponentů (například částí hydraulických rozvodných bloků, pák atd.) bez označení nebo zřejmého účelu, a to obvykle také v místech okrajů stolů, v zásuvkách stolů i pojízdných vozíků, ve skříních, popřípadě v rozích u stěn haly (viz Obrázek 26 a) níže).



Obrázek 26: a) přebytečné zbytky a odřezky trubek zanechané na stole, b) drobný materiál nahromaděný na okraji ponky, foto autor.

3.5.2 Odchytky v oblasti strojů a zařízení

V důsledku postupných změn v zaměření jednotlivých montážních sektorů (viz kapitola 3.3) došlo v průběhu let také ke změnám v **umístění a uspořádání strojů**, které jsou tak dnes trvale situovány na lokacích, které jim dle nynějších standardů 5S nepřísluší, přičemž na jejich původních místech zůstaly pouze prázdné oblasti patřičně označené podlahovým značením. Uvedené se mimo jiné týká také samostatně stojících ponků, na jejichž pracovních deskách jsou umístěny menší stroje (např. hrotičky).

Na některých pozicích tak zdánlivě chybí stroje, které se ale ve skutečnosti nalézají jinde, popřípadě je na daném místě stroj jiného typu, než avizuje horizontální vizualizace. Podobným případem je přesun nábytku, který nebyl zohledněn změnou značení. Konkrétní příklady zaznamenaných situací ukazuje Obrázek 27 a), b) a c).



Obrázek 27: a) prázdné pozice někdejšího umístění strojů, b) nové umístění stroje bez aplikovaného podlahového značení, c) změna polohy skříně nerespektující značení, foto autor.

V souvislosti s problematikou uspořádání materiálu, strojů a dalšího vybavení na pracovištích bylo v některých částech výrobní haly zjištěno také **opotřebované nebo hůře čitelné podlahové značení** (poškození běžně vzniká dlouhodobým namáháním pod koly paletových a vysokozdvizných vozíků, které jsou ve firmě intenzivně využívány pro návoz a odvoz palet s materiálem na montážní sektory – viz Obrázek 28 a) i b) níže), což může mít nepříznivý vliv při určení korektního umístění předmětů. Za pozornost stojí také **značení pozic odpadkových košů** černou barvou – viz Obrázek 28 b). Tato barva je dle nynějšího standardu určena plochám sloužícím k uložení palet s materiálem, případně ohraničuje montážní sektory. Prostory pro kontejnery na odpad by tedy od těchto ploch měly být patřičně odlišeny. Současně stávajícímu značení podlahovému značení schází také lepší rozlišení konkrétních typů kontejnerů (plasty, papír, směsný odpad apod.).



Obrázek 28: a) poškozené podlahové značení (zde prostor pro paletu), b) značení míst pro odpadkové koše, foto autor.

V celé výrobní hale se ve stávající podobě pracovišť nachází množství převážně mobilního **vybavení, které nemá dle konceptu 5S své pevně dané výchozí pozice**, a jsou tak umístovány v různých jiných lokacích dle situace a volného prostoru (příklady na Obrázku 29 a), b) ve spodní části stránky). Jedná se zejména o následující inventář:

- ruční paletové vozíky,
- vozíky lakovny,
- mobilní zvedací stoly,
- mobilní vozíky na nářadí,
- mobilní vozíky s vázacími prostředky,
- stojany na doměřovací vzorky.

V případě ručních paletových vozíků dochází v současném stavu běžně k jejich odstavování na přímo na montážní ploše, případně jsou zaparkovány na místa určená k uložení palet a gitterboxů, čímž se (spolu s prázdnými a špatně umístěnými paletami – viz kapitola 3.5.1) podílejí na následném zaplňování samotné montážní plochy materiálem – jak vidno také na Obrázku 29 a).

Problematické je také parkování rozměrných vozíků lakovny (celkem lakovna disponuje 7 kusy vozíků, z toho alespoň 2 z nich se vždy nacházejí uvnitř mycí, lakovací nebo sušící kabiny), které jsou obvykle v praxi odstavovány na volných plochách v okolí pracoviště lakovny. Pro tento účel však dané prostory nejsou aktuálně připraveny, vlivem čehož tak dochází například k blokování přístupu k odpadkovým košům, eventuálně ke zde umístěným regálům či paletám s materiálem. Tuto situaci ilustruje Obrázek 29 b).



Obrázek 29: Nevhodná umístění mobilního vybavení na pracovištích – a) paletový vozík, b) vozík lakovny, foto autor.

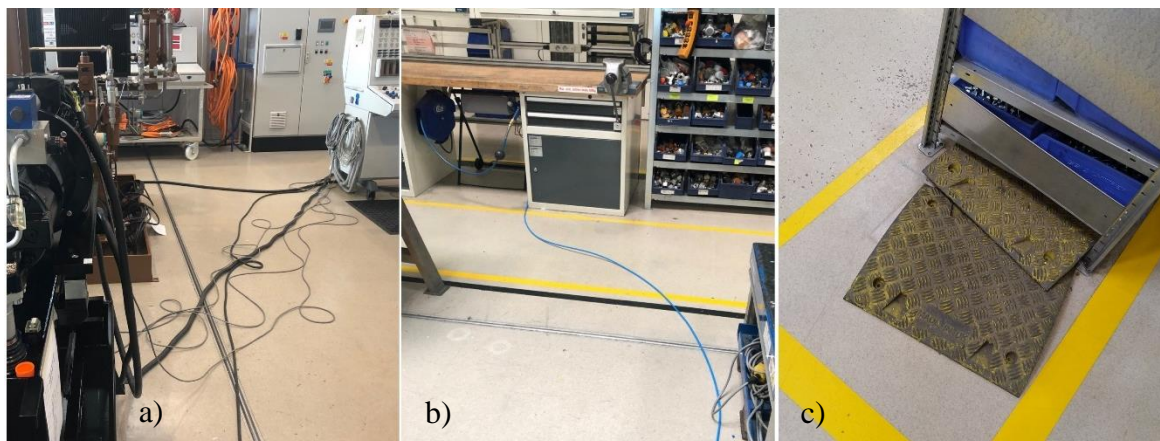
Na většině montážních pracovišť se dále nacházejí pojízdné nářadové vozíky se zásuvkami, které rovněž nemají definované své standardní umístění, na němž by byly vždy alespoň na začátku a konci pracovní směny jednoduše k nalezení. Podobná situace panuje také v případě mobilních zvedacích stolů, kterými jsou vybaveny sektory nedisponující tímto zařízením vestavěným přímo do podlahy výrobní haly (aktuálně všechny montážní sektory s výjimkou pracovišť předmontáže – viz oddíl 3.3).

Relativně čerstvými novinkami v brněnském výrobním závodě, o nichž bude dále pojednáno v části 3.6, jsou mobilní vozíky na vázací prostředky pro jeřáby a stojany na tzv. doměřovací vzorky trubek. Při jejich zavedení do praxe však nebyla podobně jako

u ostatních výše zmiňovaných pohyblivých zařízení definována jejich standardní (výchozí) poloha dle metodiky 5S.

Za pozornost stojí také problematika označení příslušnosti daného pohyblivého vybavení – zejména paletových vozíků, které se běžně pohybují po celém závodě – ke konkrétnímu montážnímu sektoru v hale. Ačkoliv se na všech pracovištích nachází stabilní počet tohoto typu vybavení, není jejich vzájemné odlišení nijak standardizováno. Autor práce se během pochůzek setkal jak s vozíky zcela neoznačenými, u kterých není zcela zřejmé, ke kterému pracovišti náleží, tak s vozíky označenými pomocí nápisu provedeného lihovým popisovačem, případně jednoduchou tabulkou s označením domovského sektoru, jejíž umístění však bylo vozík od vozíku odlišné.

Během namátkových prohlídek byly identifikovány také odchylky, které svou povahou spadají do rozšířené podoby nástroje 5S – označované 6S – která se zabývá bezpečností na pracovištích (viz Další rozšíření metody 5S v závěru části 2.3.12). Jmenovitě jde o rizikově vedené hadice se stlačeným vzduchem a elektrické kabely na podlaze některých pracovišť – zcela typicky zkušeben – které by měly být správně bezpečně uschovány v podlahových kabelových přejezdech (tzv. mostech) tak, aby byla na minimum omezena rizika vzniku úrazů. Zmíněné mosty, které v případech zobrazených Obrázkem 30 a), b) zřetelně na pracovišti zřetelně chybějí, byly při pochůzkách opakovaně nalézány nahromaděny pod regály (Obrázek 30 c) níže). V daných případech autor doporučuje zdůraznění tématu při pravidelných školeních bezpečnosti práce.



Obrázek 30: a), b) – rizikové vedení elektrických kabelů a hadic na pracovištích, c) – nadbytečně/nevyužitě kabelové přejezdy pod regálem, foto autor.

3.5.3 Odchylky v oblasti nářadí a nástrojů

Pozornost byla při prohlídkách pracovišť věnována také oblasti nářadí a nástrojů, zejména pak uspořádání obsahu **skříní a dílenských pracovních stolů** včetně uspořádání obsahu závěsných skříní a zásuvek, které jsou nedílnou součástí druhého jmenovaného vybavení.

Současné standardy 5S přesně nevymezují obsah plechových závěsných skříní na nářadí na poncích a rozmístění jednotlivých nástrojů uvnitř nich. Konkrétní úprava se nyní odvíjí zejména od dlouhodobých zvyklostí a potřeb zaměstnanců na daném pracovišti.

K umístění a uspořádání předmětů je v závěsných skříních k dispozici sada jednoduchých a dvojitých ocelových háčků, které lze variabilně připevňovat do perforovaných stěn skříně. Ve většině zaznamenaných situací se v těchto úložných

prostorech nacházely předměty nezbytně nutné pro pracovní činnost zaměstnanců (nejrůznější typy a velikosti montážních klíčů, šroubováků, kleští atd.), avšak nezřídka ve zbytečně velkém množství. Vedle tohoto nářadí pak skříně běžně obsahovaly také řadu předmětů, které do nich zjevně nepřísluší – zcela obvykle byly nalézány osobní předměty zaměstnanců jako kelímky a hrnky s nápoji, části oděvů, psací potřeby nebo nahromaděný přebytečný drobný montážní materiál.

Typický stav závěsné skříně s nářadím zachycuje Obrázek 31. Již na první pohled je zřejmé, že prostoru chybí jasně definovaná struktura a standard. Schází také jakékoliv pomůcky, které by udávaly správné umístění nářadí, usnadnily vyhledání konkrétního nástroje nebo umožnily i osobě zcela neznalé místních zvyklostí zkontrolovat, že je nalezené vybavení kompletní co do jeho množství i druhů – jedná se zejména o jasný identifikátor příslušnosti daného kusu nářadí k dané skříně, o popisky jednotlivých pozic s háčky, grafické znázornění uspořádání předmětů ve skříně, vyznačení zodpovědné osoby apod. V případě většiny závěsných skříní je užitá pouze jistá forma vertikální vizualizace v podobě štítku s nápisem, který obecně naznačuje obsah skříně (např. nářadí), avšak umístění ani podoba těchto popisků nejsou v rámci výrobní haly jasně standardizovány. Lze se tedy setkat s různými typy štítků, z nich některé jsou psané také rukou. V některých případech pak nebylo jasné, zda se jedná o označení aktuální, či zastaralé, jelikož byl popisek částečně stržený, přeškrtnutý nebo přelepený nápisem jiným.



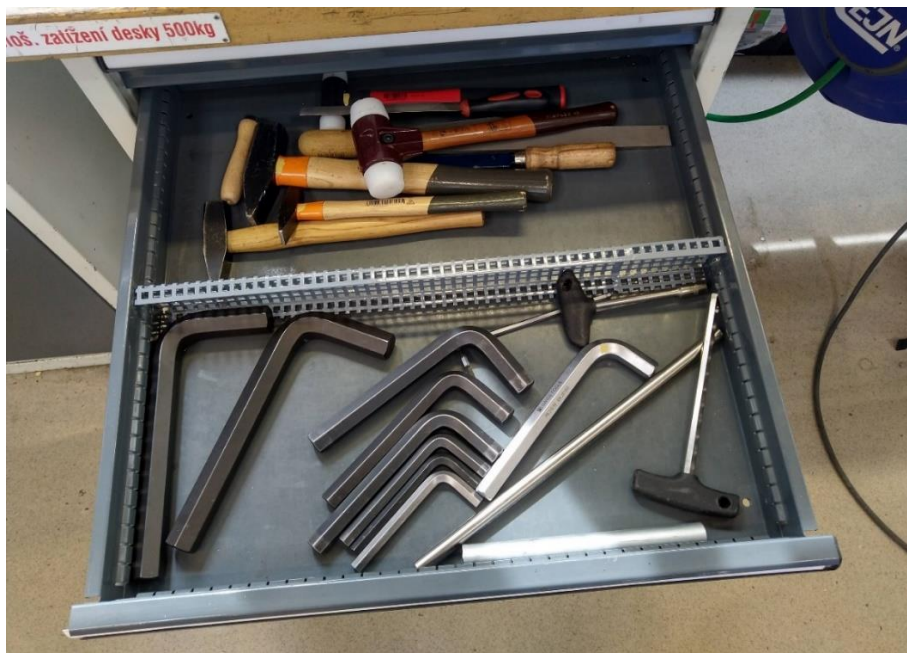
Obrázek 31: Příklad současného stavu závěsné skříně na dílenském pracovním stole, foto autor.

Vlivem těchto nedostatků je uspořádání úložného prostoru na Obrázku 31 poměrně diskutabilní a může být pro každodenní práci nepraktické. Stříbrné očkoploché montážní klíče jsou zavěšeny nesystematicky (různé velikosti na jednom háčku), případně dochází k jejich nepřehlednému hromadění, jelikož početní zastoupení některých velikostí je větší, než na které je dimenzován použitý závěs. Dva kusy největší velikosti tohoto typu klíče jsou pak umístěny mezi klasickými černými jednostrannými montážními klíči mnohem většího rozměru. Podobným případem je také umístění kladiva na háčky společně s nejmenšími očkoplochy klíči. Ve spodní části zadní stěny skříně pod stojanem na

šroubováky se naopak nalézají dva zcela prázdné háčky, u nichž není ve vyobrazeném stavu možné spolehlivě určit, zda skutečně mají být neobsazeny, nebo zda ve skříní některé nástroje chybí. Samostatnou kapitolou je dno skříně, které se v průběhu doby stalo plochou využívanou pro odložení předmětů osobní potřeby (např. balíček papírových kapesníků a zaschlé znečištění od pravděpodobně rozlité kávy), psacích potřeb, eventuálně předmětů nadbytečných (zbytky drobného spojovacího materiálu a těsnění v plastových obalech i mimo ně, plátek náhradních čepelí do odlamovacího nože, dřevěná násada štetce). Výjimku pak tvoří maskovací páska a sada důlčků a sekáčů umístěná ve stojánku u levé stěny, která však není kompletní.

Obdobná situace jako v závěsných skříních panuje také v **zásuvkách dílenských pracovních stolů**, respektive v **zásuvkách mobilních nářadových vozíků**, které již byly dříve zmíněny v části 3.5.2 v souvislosti s dosavadní neexistencí jejich standardizovaného výchozího umístění na pracovištích. Běžný stav v zásuvkách s nářadím a jinými nástroji ilustruje Obrázek 32, přičemž snímek byl pořízen na témže dílenském stole jako Obrázek 31 na straně 54.

Jak je vidět, ani zde není nářadí opatřeno identifikačními prvky, které by usnadnily jeho zařazení zpět do příslušného korektního umístění. Většina zásuvek v rámci celé výrobní haly navíc není opatřena štítky s alespoň základním popisem jejich obsahu, v jiných případech pak byly zaznamenány štítky neaktuální (např. zásuvka s popisem „Ruční elektronářadí“ obsahovala kladiva a plastové paličky). Stejně tak obvykle chybí také pěnové tvarované vložky na nářadí nebo jiný typ organizéru vnitřního prostoru, vlivem čehož jsou nástroje pouze volně položeny na dně zásuvky a po každém otevření nebo uzavření mění svoji polohu.



Obrázek 32: Příklad aktuálního stavu zásuvek dílenského pracovního stolu, foto autor.

Klasické **plechové dílenské skříně** s plnými neprůhlednými dveřmi jsou rozmístěny na ploše všech montážních sektorů (s výjimkou lakovny a svařovny) a jsou rovněž převážně určeny k uložení nářadí a nástrojů (například závitníků, vrtáků, nýtovaček, zvedáků, ale i různých druhů měřidel). Podobně jako úložné prostory popisované na předchozích řádcích nejsou ani skříně vybaveny žádnou vizuální definicí aktuálního

standardu svého obsahu a jeho rozmístění. Na rozdíl od závěsných skříní na poncích a zásuvek pracovních stolů i mobilních nářadových vozíků je však většina z nich opatřena alespoň základním identifikátorem zodpovědných osob.

Samotné vnitřní prostory těchto skříní se taktéž ukázaly být neuspořádané. Vzorovým příkladem může být jedna ze skříní na sektoru M3, jejíž současný stav zachycuje Obrázek 33. Zcela chybí jakékoliv systematické rozmístění předmětů na jednotlivých policích, scházejí také popisky polic nebo seznam vybavení, které by se ve skříní mělo nacházet. Některé předměty stejného typu (stahováky, nýtovačky) se pak nalézají rozmístěné nikoli společně, ale chaoticky na několika policích. Za pozitivní však lze označit fakt, že se některé vybavení (závitníky, vrtáky) nachází v originálních obalech, které jsou náležitě označeny, případně jsou tyto obaly sdruženy v kartonových krabičkách opatřených alespoň ručně provedeným popiskem. Na vnitřní straně levého křídla dveří skříně pak je vyvěšen alespoň seznam uložených měřidel. Při rozhovoru se zodpovědným zaměstnancem bylo dále zjištěno, že se ve skříní nachází poměrně velké množství předmětů zcela nepotřebných (prázdné nebo roztrhané kartonové krabičky, příslušenství k ohýbačce ve třetí polici shora, závěsná oka v nejnižší polici aj.). V případě skříní se tedy vyskytují problémy z oblasti prvních dvou pilířů 5S – třídění a uspořádání.



Obrázek 33: Příklad aktuálního stavu ve skříní s náradím, foto autor.

Dalším zaznamenaným nedostatkem v sekci druhého pilíře 5S je pak **absence standardizovaného úložného prostoru pro úklidové a čisticí pomůcky**. Každé pracoviště disponuje vlastní sadou těchto nástrojů (košťata, mopy, lopatky na smetí, vysavač, role papírových utěrek atd.), avšak jejich umístění se sektor od sektoru liší.

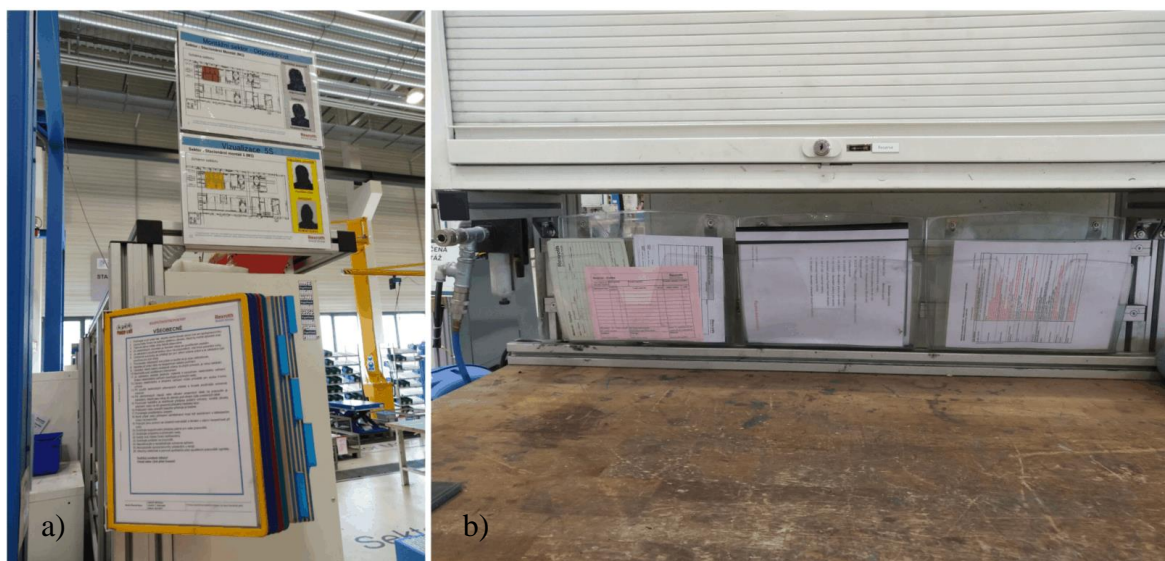
Narazit lze jak na umístění těchto prostředků na různých amatérsky vyrobených háčcích a poutkách po stranách skříní či stolů, tak i na uložení v jinak nevyužitých policích, v rozích u stěn budovy, přímo u strojního zařízení nebo na pracovních deskách dílenských stolů. Zvláště poslední jmenovaný případ je značně nevyhovující, jelikož je blokován prostor pracovního stolu potřebný k samotným montážním činnostem. Před zahájením vlastní práce na takto zaplněném ponku je tak nutné nejdříve úklidové prostředky přemístit jinam, což představuje plýtvání časem pracovníka. Příklady současného umístění úklidových prostředků zobrazuje Obrázek 34.



Obrázek 34: Příklady současného umístění úklidových prostředků na pracovištích, foto autor.

3.5.4 Odchytky v oblasti dokumentace

Jinou ze zjištěných odchylek současného stavu ve výrobní oblasti brněnského závodu společnosti Bosch Rexroth, která byla identifikována během provedené série kontrolních obchůzek, je dle názoru autora nejednotnost v umístění dokumentace v tištěné podobě na pracovištích (jde například o seznam používaných vnitropodnikových norem, různé interní formuláře, ale i o nezbytné bezpečnostní pokyny pro použití strojů, nářadí či chemických látek, případně instrukce pro případ havárie). Nutno však současně poznamenat důležitý fakt, že **tištěné materiály plní v současné době ve výrobě již zejména doplňkovou funkci** k materiálům v elektronické podobě, ke kterým mají všichni pracovníci výroby přístup prostřednictvím stanic PC „Active Cockpit“ instalovaných v montážních sektorech.



Obrázek 35: a) závěsné rámečky na dokumentaci, b) kapsy na papírovou dokumentaci na pracovním stole, foto autor.

Jako ideální se autorovi pro uložení papírové dokumentace jeví využití plastových závěsných rámečků a kapes, které již jsou instalovány na mnoha pracovních stolech ve výrobních sektorech a které umožňují snadné a přehledné uložení materiálů až do formátu A4 (viz Obrázky 35 a) a b) na straně 57). Zdaleka ne všechna pracoviště však zmíněného vybavení reálně využívají. Rámečky a kapsy jsou nezdědka buď zcela prázdné, nebo se v nich vyskytuje pouze část materiálů, k čemuž do značné míry jistě přispívá také mnohdy neutěšený stav těchto prvků (prasklé či vylomené rámečky atp.).

Vedle poměrně správného přístupu ilustrovaného na Obrázku 35 na předchozí straně, který je však v globálním pohledu na celý výrobní provoz spíše výjimkou, se tak lze na pracovištích nejčastěji setkat s dokumentací upevněnou například pomocí magnetů nebo lepicí pásky na dvířkách skříní (viz Obrázek 36). V případě sektoru stacionární montáže M3 se pak tato dokumentace dokonce nachází vylepená na stěnách jedné z kabin příslušejících sousednímu pracovišti – lakovně. Jedním z důsledků tohoto nejednotného a nejednoznačného umístění dokumentace pak může být například komplikované doplňování chybějících, poškozených nebo zastaralých materiálů ze strany zodpovědných zaměstnanců závodu, které by mohlo způsobit další nežádoucí problémy při výrobě (vyplnění zastaralých verzí formulářů, práce podle neaktuálních norem atd.).

Mimo výše uvedené lze k odchylkám v popisované oblasti zařadit též chybějící jednoduchou grafickou vizualizaci layoutu sektorů pro 5S (uspořádání strojů, zařízení aj.).



Obrázek 36: Alternativní umístění papírové výrobní a bezpečnostní dokumentace na pracovištích, foto autor.

3.5.5 Další identifikované odchylky

Samostatnou kapitolou jsou pak opakující se problémy, které již dle názoru autora přímo nesouvisejí s chybějícími nebo neaktuálními standardy 5S, ale spíše se smyslem pro preciznost a pořádek nebo se svědomitostí některých pracovníků.

Konkrétně se jedná zejména o **nerespektování nastavených pravidel ukládání chemických látek** (barvy, ředidla, čisticí prostředky, maziva atd.) do patřičně označených skříní, které jsou za tímto účelem umístěny na všech pracovištích, jejichž činnost používá chemikálií vyžaduje. Tyto předměty se tak místy vyskytují volně zanechané na pracovních deskách dílenských stolů, na skříních, v policích, ale také přímo na strojích, v některých případech pak také dokonce otevřené. Vedle možných bezpečnostních rizik vyplývajících z nesytematického uložení chemických látek je též následně obtížné řádně nevrácené

chemikálie evidovat a potenciálně je při opakované potřebě ve výrobě znovu nalézt, přičemž dochází k nežádoucímu plýtvání časem pracovníků při jejich hledání.

Objeveny byly také další pravidelné nedostatky v oblasti uspořádání – jmenovitě jde o nejrůznější osobní měřidla nevrácená zpět do správného umístění ve skříní nebo zásuvce, což podobně jako v případě výše zmiňovaných chemických látek činí jejich pozdější vyhledání velmi obtížným. Některé stroje také disponují svým vlastním nářadím (zcela typická je plastová palička u ohýbaček). Toto vybavení by podle aktuálního standardu (vyjádřeného štítkem s nápisem „PALÍČKA“ u držáku) mělo být po dokončení práce uchyceno zpět do držáku přímo na ohýbačce, což také nebylo v několika zaznamenaných případech dodrženo a nástroj byl zanechán volně položený v pracovním prostoru stroje.

Dále se častěji vyskytovalo také **shromažďování různých osobních předmětů zaměstnanců** (např. batohů, igelitových tašek, částí pracovních i civilních oděvů, deštníků, rukavic, hrnků a sklenic aj.) v nevhodných oblastech pracovních míst – zejména na pracovních deskách stolů, na dílenských skříních i v nich, na odpadkových koších apod. Ačkoliv současné firemní standardy 5S tuto oblast výslovně neřeší, měly by tyto předměty být v ideálním případě uschovány ve skříňkách na osobní věci, které jsou umístěny na okraji výrobní haly a jsou přiděleny každému ze zaměstnanců výroby. Výjimečně pak byly zjištěny i **nedostatky v úklidu odpadků** na jednotlivých pracovištích. Konkrétně se jedná zejména o různé použité obalové materiály (roztrhané části kartonových krabic, plastové pytle a balicí fólie), polystyrenové vložky, znečištěné úklidové prostředky aj. S těmito předměty se lze setkat nejčastěji ve špatně přístupných místech (za pracovními stoly, na skříních apod.), eventuálně přímo na podlaze v rozích či u stěn haly. Správným postupem by popisovaných případech měla být likvidace odpadků v příslušných kontejnerech, kterými jsou vybaveny všechny sektory ve výrobním provozu, a to během pravidelného úklidu standardně prováděného na konci každé pracovní směny.

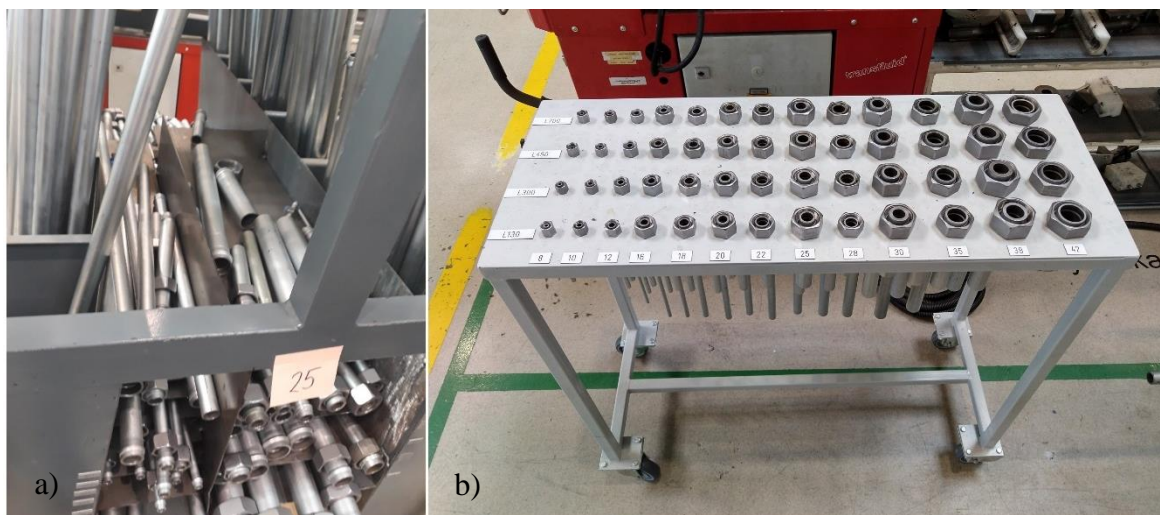
3.6 Zavedení dílčích úprav dle 5S před spuštěním BPS Project 2020/2021

Tým, který byl sestavený v brněnském závodě firmy za účelem zpracování úkolů BPS Project 2020/2021, provedl již na konci října roku 2019, tedy ještě přibližně 2 měsíce před samotným oficiálním spuštěním BPS projektu, kontrolu stavu ve výrobní oblasti podniku se zaměřením na standardy 5S.

Na základě těchto zjištěných odchylek byly pracovníky vedení výroby ve spolupráci se zaměstnanci výrobního provozu navrženy a posléze i implementovány dvě dílčí úpravy tehdejšího stavu. Jednalo se přitom o takové změny, které bylo možné uskutečnit poměrně jednoduše a za krátký čas. K jejich praktickému zavedení do výrobního prostředí tedy došlo již v lednu 2020, přičemž teprve ve stejném měsíci se stal součástí startujícího projektu BPS také autor této práce [77]. Na návrhu a realizaci těchto dvou dílčích úprav se tedy autor nemohl podílet a případně je ovlivnit, není je tak možné považovat za jeho vlastní přínos k řešení projektu. V analýzách současného stavu, za něž je pro účely práce pokládán stav v letech 2020 a 2021, které následně prováděl již tvůrce této práce sám, se tak odchylky eliminované těmito níže popsány zavedenými změnami nevyskytovaly, a nejsou proto v podkapitole 3.5 dále uváděny.

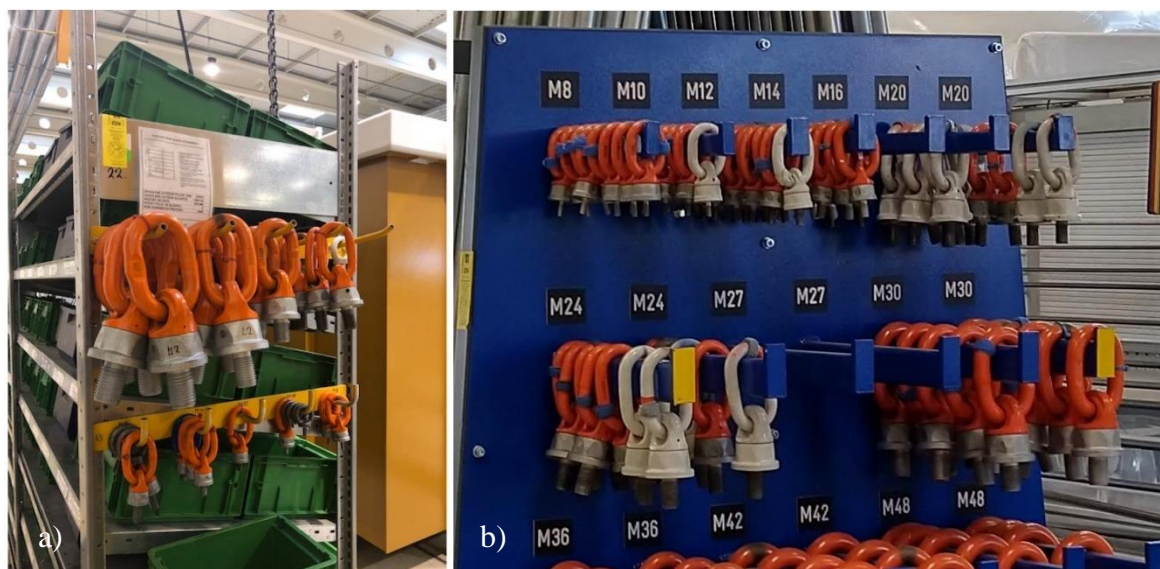
Prvním úspěšně realizovaným dílčím zlepšením je zhotovení mobilních stojanů na doměřovací vzorky trubek. Tyto vzorky byly na pracovištích až do konce roku 2019 uloženy nepřehledně a neuspořádaně v policích uvnitř příručních skladů (stojanů) na trubky. Nové ocelové stojany ve tvaru menšího stolku jsou opatřeny horní deskou s otvory o průměrech, jež odpovídají průměrům doměřovacích vzorků. Do těchto otvorů jsou

všechny doměřovací vzorky zasunuty. Navíc je stojan vybaven také jednoduchými a přehlednými popisky jednotlivých pozic, což usnadňuje každodenní práci zaměstnanců, jelikož odpadá zdlouhavé hledání správného kusu. Situaci před a po zavedení nového standardu 5S přibližuje Obrázek 37.



Obrázek 37: Umístění doměřovacích vzorků – a) původní stav [78], b) stav po zavedení nového standardu, foto autor.

Druhou úpravou úspěšně implementovanou v lednu 2020 je změna v uspořádání vázacích prostředků pro jeřáby (zejména jeřabových ok, karabin a textilních úvazků). V původním stavu byly tyto předměty umístěny nejednotně na háčích na bocích regálů s montážním materiálem. Na základě navržené změny byly vyrobeny nové mobilní stojany na textilní úvazky a desky s háky na jeřabová oka, které jsou nově místo na bocích kanbanových regálů připevněny na štítech vybraných příručních skladů na trubky. Srovnání někdejšího stavu se stavem novým (r. 2020) viz Obrázek 38.



Obrázek 38: Umístění vázacích prostředků, a) - původní stav [78], b) stav po zavedení nového standardu, foto autor.

Pro další pozvednutí výrobních pracovišť na vyšší úroveň, efektivní eliminaci problematických partií zaznamenaných během kontrol a celkové zlepšení pracovního prostředí je zapotřebí navrhnout i další zdokonalení v rámci standardů 5S. Tento proces bude naplnit následující části práce.

4 NÁVRH NOVÝCH STANDARDŮ 5S DO VÝROBNÍ OBLASTI

Předmětem následujících stran je představení návrhů na zlepšení aktuálního stavu ve výrobní oblasti společnosti Bosch Rexroth pomocí technik nástroje 5S, a to zejména s ohledem na odchylky, které byly objeveny a popsány během analýzy stávající situace. Zavedení těchto návrhů do praxe představuje druhou etapu cyklu PDCA (viz část 2.3.11).

Průběh BPS Project 2020/2021, v jehož rámci byla řešena problematika implementace standardů 5S, byl bohužel výrazně poznamenán celosvětovou pandemií nemoci COVID-19 (více o projektu v oddílu 3.1). Z tohoto důvodu jsou některé navržené změny představeny pouze teoreticky (např. zakoupení nových vozíků pro drobný montážní materiál, podlahové značení v hale dle nových standardů aj.). Část návrhů pak byla po dohodě s vedením závodu prototypově prakticky aplikována, a to na podnikem zvoleném montážním sektoru M3.

4.1 Návrh nového dispozičního řešení výrobního provozu pro standardy 5S

V rámci přípravy nové koncepce 5S byl autor práce nejprve pověřen zhotovením jednoduché schématické vizualizace budoucího dispozičního řešení (layoutu) celého výrobního provozu, do něž budou následně zasazeny nově nastavené standardy 5S (zejména ty spojené s podlahovým značením). Je velmi důležité poznamenat, že tento návrh možného nového rozvržení haly již od počátku neměl za cíl provést detailní kapacitní propočty a projektování celého výrobního provozu formou klasického výkresu. Jeho účelem je pouze demonstrace nově připravených pravidel 5S, a to na příkladu konkrétního modelu layoutu vytvořeného na základě reálných dat. Z tohoto důvodu je návrh dispozičního řešení vyhotoven v podobě zjednodušené barevné schématické vizualizace, která zdůrazňuje zejména nové standardy 5S v oblasti podlahového značení a barevného rozlišení sektorů.

Požadavkem vedení závodu je vytvoření sektorů stacionární montáže pro všechny velikosti agregátů (tedy nejen pro systémy XXL jako doposud), přičemž výrobní plocha má být rozdělena následujícím způsobem [72]:

- M1a – montáž hydraulických systémů S
- M1b – montáž hydraulických systémů M a L
- M2 – montáž hydraulických systémů L a XL
- M3 – montáž hydraulických systémů XXL,
- P – montáž zkušebních stolic.

Vedle výše zmíněných montážních pracovišť budou v hale stejně jako doposud přítomny také oddělené sektory elektromontáže (E), zkušebny (L), svařovny a lakovny.

Při stanovení velikosti a počtu dílčích stacionárních montážních pracovišť pro výroby jednotlivých kategorií ve výše uvedených sektorech bylo využito informací z produktové analýzy r. 2019. Dále byla firmou poskytnuta interní data o časové náročnosti montáže všech uskutečněných zakázek z téhož roku ([75]), z nichž byl pro účely výpočtů autorem stanoven průměrný čas potřebný k montáži 1 kusu agregátu každé z kategorií.

Níže vypočtené minimální plochy a nutná množství montážních pracovišť pro systémy jednotlivých velikostí (viz kapitoly 4.1.1 až 4.1.3) se staly základem pro vytvoření přibližně 10 hrubých schématických návrhů možného uspořádání výrobního provozu

v počítačovém programu Microsoft VISIO 2016, které se od sebe lišily zejména rozměry jednotlivých montážních sektorů a jejich vzájemnou polohou. Tyto návrhy byly srovnávány nejen mezi sebou, ale i vzhledem k rozvržení stávajícímu, které bylo popsáno v předchozí kapitole a které formou schematické vizualizace blíže ilustruje také Příloha 1. Bylo přitom nutné zachovat nynější základní dispozice objektu (délku 139 metrů a šířku 30 metrů), rozmístění a velikost pomocných ploch (zejména kancelářských prostor a části skladů) nebo polohu dveří či vjezdových vrat.

Je nutno poznamenat, že v tomto prvotním stádiu přípravy nového rozvržení výrobního provozu ještě nebylo řešeno detailní rozmístění vybavení na pracovištích (např. stroje, stoly, skříně aj.), důraz byl kladen zejména na racionalizaci výrobního procesu a vytvoření optimálního počtu dostatečně dimenzovaných montážních ploch.

Ze zmíněného porovnání vzešel koncem roku 2020 preferovaný schematický návrh možného budoucího dispozičního řešení haly, který byl na společné schůzce odsouhlasen jak pracovníkem vedení výroby (podnikovým konzultantem práce), tak zástupci zaměstnanců výrobního provozu. Toto preferované řešení bylo dále autorem rozpracováno v souvislosti s přípravou a definicí nových standardů 5S do výrobní oblasti a je formou Přílohy 2 součástí této práce. Blíže je toto řešení představeno v podkapitole 4.1.4.

4.1.1 Výpočet potřebného množství stacionárních montážních pracovišť

Teoretické množství potřebných montážních pracovišť bylo stanoveno pomocí následujícího vztahu [15]:

$$P_{thi} = \frac{t_{ki} \cdot N_i}{60 \cdot E_r \cdot S \cdot k} \quad (4.1)$$

kde:

- P_{thi} je teoretický počet montážních pracovišť pro hydraulický systém dané kategorie,
- t_{ki} je průměrný čas potřebný pro montáž jednoho kusu hydraulického systému dané kategorie [min],
- N_i je počet vyrobených kusů hydraul. systému dané kategorie za rok [ks],
- E_r je roční efektivní časový fond jednoho pracoviště montáže hydraulických systémů [hod],
- S je počet pracovních směn (směnnost),
- k je koeficient překračování norem (uvažováno $k = 1$ ve všech případech).

V závodě je standardně zaveden jednosměnný provoz a osmihodinová pracovní doba. Z tohoto časového fondu je 1 hodina uvažována jako tzv. neefektivní doba, tedy čas, během kterého pracovníci provádějí různé nevýrobní činnosti. Těmi jsou například úklid pracoviště, vyhledávání a uspořádání náradí a nástrojů, úklid a údržba strojů, manipulace s materiálem, případně jde o jiné ztráty (např. čekání na materiál, osobní hygiena aj.) [79].

Efektivní denní časový fond pracoviště pro samotnou výrobu po odečtení 1 hodiny neefektivního času je tedy roven 7 hodinám. Při uvažování 252 pracovních dní v roce tak činí roční efektivní časový fond jednoho pracoviště $E_r = 1764$ hodin, přičemž tato hodnota bude využita i pro následující výpočty.

Agregáty a moduly S

$N_S = 350$ ks [75]; $t_{kS} = 7$ hodin (dle dat v [75]); $E_r = 1764$ hodin; $S = 1$; $k = 1$

$$P_{thS} = \frac{t_{kS} \cdot N_S}{60 \cdot E_r \cdot S \cdot k} = \frac{7 \cdot 60 \cdot 350}{60 \cdot 1764 \cdot 1 \cdot 1} \cong 1,39 \quad (4.2)$$

Agregáty a moduly M

$N_M = 500$ ks [75]; $t_{kM} = 25$ hodin (dle dat v [75]); $E_r = 1764$ hodin; $S = 1$; $k = 1$

$$P_{thM} = \frac{t_{kM} \cdot N_M}{60 \cdot E_r \cdot S \cdot k} = \frac{25 \cdot 60 \cdot 500}{60 \cdot 1764 \cdot 1 \cdot 1} \cong 7,09 \quad (4.3)$$

Agregáty a moduly L

$N_L = 240$ ks [75]; $t_{kL} = 35$ hodin (dle dat v [75]); $E_r = 1764$ hodin; $S = 1$; $k = 1$

$$P_{thL} = \frac{t_{kL} \cdot N_L}{60 \cdot E_r \cdot S \cdot k} = \frac{35 \cdot 60 \cdot 240}{60 \cdot 1764 \cdot 1 \cdot 1} \cong 4,76 \quad (4.4)$$

Agregáty a moduly XL

$N_{XL} = 130$ ks [75]; $t_{kXL} = 63$ hodin (dle dat v [75]); $E_r = 1764$ hodin; $S = 1$; $k = 1$

$$P_{thXL} = \frac{t_{kXL} \cdot N_{XL}}{60 \cdot E_r \cdot S \cdot k} = \frac{63 \cdot 60 \cdot 130}{60 \cdot 1764 \cdot 1 \cdot 1} \cong 4,64 \quad (4.5)$$

Agregáty a moduly XXL

$N_{XXL} = 20$ ks [75]; $t_{kXXL} = 168$ hodin (dle dat v [75]); $E_r = 1764$ hodin; $S = 1$; $k = 1$

$$P_{thXXL} = \frac{t_{kXXL} \cdot N_{XXL}}{60 \cdot E_r \cdot S \cdot k} = \frac{168 \cdot 60 \cdot 20}{60 \cdot 1764 \cdot 1 \cdot 1} \cong 1,91 \quad (4.6)$$

Zkušební stolice P

$N_P = 5$ ks [75]; $t_{kP} = 336$ hodin (dle dat v [75]); $E_r = 1764$ hodin; $S = 1$; $k = 1$

$$P_{thP} = \frac{t_{kP} \cdot N_P}{60 \cdot E_r \cdot S \cdot k} = \frac{336 \cdot 60 \cdot 5}{60 \cdot 1764 \cdot 1 \cdot 1} \cong 0,95 \quad (4.7)$$

4.1.2 Výpočet využití stacionárních montážních pracovišť

K určeným počtům dílčích montážních pracovišť byla dále stanovena hodnota jejich vytížení, která by se v ideálním případě měla blížit hodnotě 100 %, a to podle vztahu [15]:

$$\eta_i = \frac{P_{thi}}{P_{ski}} \cdot 100 \quad (4.8)$$

kde:

- η_i je využití montážních pracovišť pro hydr. systém příslušné kategorie [%],
- P_{thi} je teoretický počet montážních pracovišť pro hydraulický systém příslušné kategorie,

- P_{ski} je skutečný počet montážních pracovišť pro hydraulický systém příslušné kategorie.

Agregáty a moduly S

$$P_{thS} = 1,39; P_{skS} = 2$$

$$\eta_S = \frac{P_{thS}}{P_{skS}} \cdot 100 = \frac{1,39}{2} \cdot 100 = 69,5 \% \quad (4.9)$$

Agregáty a moduly M

$$P_{thM} = 7,09; P_{skM} = 7$$

$$\eta_M = \frac{P_{thM}}{P_{skM}} \cdot 100 = \frac{7,09}{7} \cdot 100 \cong 101,3 \% \quad (4.10)$$

Agregáty a moduly L

$$P_{thL} = 4,76; P_{skL} = 5$$

$$\eta_L = \frac{P_{thL}}{P_{skL}} \cdot 100 = \frac{4,76}{5} \cdot 100 = 95,2 \% \quad (4.11)$$

Agregáty a moduly XL

$$P_{thXL} = 4,64; P_{skXL} = 5$$

$$\eta_{XL} = \frac{P_{thXL}}{P_{skXL}} \cdot 100 = \frac{4,64}{5} \cdot 100 = 92,8 \% \quad (4.12)$$

Agregáty a moduly XXL

$$P_{thXXL} = 1,91; P_{skXXL} = 2$$

$$\eta_{XXL} = \frac{P_{thXXL}}{P_{skXXL}} \cdot 100 = \frac{1,91}{2} \cdot 100 = 95,5 \% \quad (4.13)$$

Zkušební stolice P

$$P_{thP} = 0,95; P_{skP} = 1$$

$$\eta_P = \frac{P_{thP}}{P_{skP}} \cdot 100 = \frac{0,95}{1} \cdot 100 = 95 \% \quad (4.14)$$

Z výše provedených výpočtů vyplývá, že využití navrženého počtu pracovišť montáže systémů velikostí L, XL, XXL a P je pro uvažovanou výrobní množství na vyhovující úrovni (tedy blízko teoreticky optimální hodnotě 100 % s jistou drobnou rezervou pro případ výskytu různých mimořádností ve výrobě). Pro pracoviště montáže agregátů kategorie M je pak využití na úrovni 101,3 %. Vzhledem k požadavku na určitou flexibilitu brněnského výrobního závodu ze strany vedení podniku a možnosti eventuálního dalšího nárůstu poptávky v období po roce 2021 však takový stav nemusí být zcela žádoucí. Závod pracující v jednosměnném provozu by v takovém případě nedisponoval dostatečnou kapacitou ke zhotovení většího množství hydraulických systémů daných velikostí.

Řešením by v dané situaci teoreticky mohlo být uplatnění částečné práce přesčas na dotčených pracovištích (například při nárůstu poptávky po systémech XXL práce přesčas pouze na sektoru M3). Spolu s tím by však musela být přijata totožná opatření také na dalších podpůrných pracovištích (elektromontáž, svařovna, lakovna, expedice, sklad). Jako alternativní řešení pro montáž agregátů kategorie M se nabízí příležitostné využití volné kapacity jednoho z pracovišť montáže systémů typu S (sektor M1a), která by jinak byla vytižena pouze na úrovni 69,5 %. Dané pracoviště v sektoru M1a potom bude na tuto eventualitu patřičně přizpůsobeno (např. větší prostor pro palety s materiálem). V případě významného nárůstu poptávky po všech typech produkovaných hydraulických systémů je pak do budoucna ekonomicky opodstatnitelným řešením zavedení dvousměnného provozu v celém závodě.

Tabulka 2 níže přehledně shrnuje navrhované počty montážních pracovišť pro jednotlivé kategorie produktů.

Tabulka 2: Navrhovaný počet montážních pracovišť pro systémy jednotlivých kategorií, vlastní zpracování.

Velikost agregátu	S	M	L	XL	XXL	P
Navrhovaný počet montážních pracovišť	2	7	5	5	2	1

4.1.3 Výpočet ploch stacionárních montážních pracovišť

Dále bylo zapotřebí stanovit minimální plochu potřebnou pro montáž jednoho hydraulického systému dané velikosti. K tomu byla užita data o půdorysných rozměrech zakázek a také důležité údaje o množství palet s materiálem, které byly na pracoviště k týmž zakázkám navedeny (všechny hodnoty dle [80]).

Z těchto záznamů byly pomocí tabulkového procesoru Microsoft EXCEL 2016 vypočítány průměrné hodnoty plochy agregátů jednotlivých velikostí a průměrné počty palet. Minimální potřebná montážní plocha jednoho pracoviště pak byla stanovena vztahem 4.15 jako součet plochy samotného hydraulického systému a plochy patřičného množství palet s materiálem. Výsledky výpočtů byly zaokrouhlovány směrem nahoru na nejbližší vyšší celé číslo z důvodu vytvoření určité rezervy.

$$A_i = a_i \cdot b_i + q_i \cdot C \quad (4.15)$$

kde:

- A_i je velikost montážní plochy pro jeden výrobek [m^2],
- a_i je průměrná šířka agregátu dané kategorie zvětšená o 2 metry [m],
- b_i je průměrná délka agregátu dané kategorie zvětšená o 2 metry [m],
- q_i je průměrný počet palet s mat. pro výrobu agregátu dané kategorie [ks],
- C je plocha palety rozměru $1,2 \times 0,8$ m (pro výpočet uvažováno $C = 1$ m^2).

Přídavek 2 metrů k rozměrům a_i a b_i představuje rezervu a přibližnou velikost potřebné pracovní zóny pro pohyb pracovníků kolem montovaného hydraulického systému dané kategorie. V případě nejmenších systémů kategorie S není tento přídavek zapotřebí, jelikož průměrné rozměry umožňují kompletní montáž na ploše zvedacího montážního stolu. Hodnoty a_s a b_s tedy v tomto případě vyjadřují přímo průměrné rozměry agregátu.

Agregáty a moduly S

$$a_S = 0,3 \text{ m}, b_S = 0,4 \text{ m}, q_S = 2 \text{ ks [80]}$$

$$A_S = a_S \cdot b_S + q_S \cdot A = 0,3 \cdot 0,4 + 2 \cdot 1 = 2,12 \text{ m}^2 \approx 3 \text{ m}^2 \quad (4.16)$$

Agregáty a moduly M

$$a_M = 3,5 \text{ m}, b_M = 3,1 \text{ m}, q_M = 5 \text{ ks [80]}$$

$$A_M = a_M \cdot b_M + q_M \cdot A = 3,5 \cdot 3,1 + 5 \cdot 1 = 15,85 \text{ m}^2 \approx 16 \text{ m}^2 \quad (4.17)$$

Agregáty a moduly L

$$a_L = 4,5 \text{ m}, b_L = 4 \text{ m}, q_L = 7 \text{ ks [80]}$$

$$A_L = a_L \cdot b_L + q_L \cdot A = 4,5 \cdot 4 + 7 \cdot 1 = 25 \text{ m}^2 \quad (4.18)$$

Agregáty a moduly XL

$$a_{XL} = 5 \text{ m}, b_{XL} = 4,5 \text{ m}, q_{XL} = 10 \text{ ks [80]}$$

$$A_{XL} = a_{XL} \cdot b_{XL} + q_{XL} \cdot A = 5 \cdot 4,5 + 10 \cdot 1 = 32,5 \text{ m}^2 \approx 33 \text{ m}^2 \quad (4.19)$$

Agregáty a moduly XXL

$$a_{XXL} = 8,5 \text{ m}, b_{XXL} = 7 \text{ m}, q_{XXL} = 14 \text{ ks [80]}$$

$$A_{XXL} = a_{XXL} \cdot b_{XXL} + q_{XXL} \cdot A = 8,5 \cdot 7 + 14 \cdot 1 = 73,5 \text{ m}^2 \approx 74 \text{ m}^2 \quad (4.20)$$

Zkušební stolice P

Pro hydraulické systémy P nebyla v době tvorby práce k dispozici relevantní data o množství potřebných palet s materiálem a o průměrné velikosti této kategorie výrobků. Na základě doporučení podnikového konzultanta práce proto bylo využito totožné hodnoty jako u systémů kategorie XL, které jsou zkušebním stolicím rozměrově nejbližší.

4.1.4 Popis preferovaného návrhu layoutu pro nové standardy 5S

Jak již bylo naznačeno v úvodu kapitoly 4.1, z vypracovaných hrubých ideových návrhů nového rozvržení výrobního provozu byl vybrán návrh preferovaný, který byl autorem práce dále rozvinut do grafické podoby zjednodušené schematické vizualizace možného dispozičního řešení, přičemž bylo provedeno patřičné detailování tohoto návrhu v souvislosti s přípravou nových standardů 5S.

Benefitem zvoleného preferovaného návrhu budoucího layoutu je zachování stávající polohy některých zařízení, jejichž případná relokace na jiné pozice v rámci haly by způsobila nemalé finanční náklady. Zmíněné se týká například dodržení přesného umístění pracovišť lakovny (mycí, lakovací a sušící kabiny), která jsou v nynější podobě vhodně situována za sebou dle posloupnosti prováděných operací a pro něž je v těchto pozicích upravena také samotná budova (např. ocelové rošty v podlaze, zařízení pro odsávání škodlivin apod.). Změna jejich umístění by tak přinesla další výdaje související s demontáží, přesunem a opětovným sestavením kabin. Současně by muselo dojít také ke stavebním a technickým úpravám na budově, zvoleným řešením je tedy tento jev eliminován. Totožná situace panuje také v případě zvedacích montážních stolů integrovaných do podlahy (dnešní pracoviště předmontáže) a v případě většiny otočných

sloupových jeřábů, které jsou rovněž v návrhu nového layoutu zachovány na stávajících místech.

V dosavadní poloze poblíž vjezdových vrat v západní části výrobní haly je z provozních důvodů v návrhu ponecháno též pracoviště M3, jež je pověřeno výrobou hydraulických systémů kategorie XXL, které by z prostorových důvodů nebylo možné expedovat z jiné části výrobní haly. Jeho plocha však již nově není rozdělena centrální uličkou na dvě části. Nový návrh počítá s přesunem svařovny ze stávajícího umístění do polohy vedle sušicí kabiny, tedy na místo dnešního sektoru M3. Vedle takto situované svařovny je navrženo umístění skladového systému Kardex pro trubky.

Významným rozdílem oproti stávajícímu rozvržení haly je rozšíření centrální dopravní cesty ze stávajícího rozměru 2,1 metru na navrhované 3 metry, což usnadní pohyb vysokozdvizných vozíků i samotnou manipulaci s rozměrnými výrobky. Celá ulička je navíc posunuta směrem k jižní stěně haly, čímž byl získán další prostor pro umístění sektorů M2, M3 a P, na nichž bude probíhat montáž nejrozměrnějších systémů L/XL/XXL.

Novinkou založenou na požadavku vedení podniku je v rámci celkové koncepce výrobního provozu vytvoření segregovaného sektoru kanbanového skladu v blízkosti montážních oblastí M1a/M1b a M2. Do něj bude soustředěna většina kanbanových regálů (ve vizualizaci současné podoby výrobního provozu v Příloze 1 se jedná o regály označované jako „Spotřební materiál“, případně „Sklad elektromateriál“) situovaných v nynějším stavu podél všech montážních pracovišť a v prostoru u jižní stěny objektu. Výjimku v tomto případě tvoří specializovaný kanbanový regál s kabeláží pro elektromontáž, který bude i nadále instalován na pracovišti elektromontáže, a kanbanové regály na sektoru stacionární montáže M3, které budou zanechány ve stávajícím umístění z důvodu poměrně velké vzdálenosti sektoru M3 od navrženého umístění kanbanového skladu. Tato skladovací oblast je v navrhovaném layoutu umístěna do oblasti dnešního pracoviště skladu a expedice materiálu, které bylo v důsledku toho patřičně zmenšeno a kterému bylo v prostorách závodu nutné vyhradit jinou oblast. V rámci připravených ideových návrhů bylo postupně zvažováno několik variant nové polohy expedice materiálu, přičemž ideálním se ukázalo být vytvoření přístřešku/přístavku nad objízdnou komunikací vně západního okraje výrobní haly. Ačkoliv se jedná o variantu finančně nejnákladnější, přinese jeho realizace značnou úsporu prostoru uvnitř haly a současně bude nový prostor expedice větší než původní prostor nově zabraný sektorem kanbanu.

K podstatné změně bylo v rámci návrhu nového řešení uspořádání pracovišť přistoupeno i v případě umístění zkušebny. Aktuálně jsou ve výrobním provozu umístěna 2 zkušební pracoviště (viz kapitola 3.3.5). Návrh nového layoutu pak tato pracoviště sdružuje do jednoho, které vznikne rozšířením nynější zkušebny L2 do prostoru uvolněného demontáží nevyužívané mycí kabiny. Takto navržená zkušebna disponuje lépe dimenzovaným prostorem, který umožní provedení zkoušek hydraulických systémů všech velikostí vyjma XXL.

Analýzami současného stavu bylo vypořádáno, že v aktuálním stavu ve výrobní hale zcela schází prostor pro uložení rozpracovaných výrobků. K tomuto účelu je nyní využíván například sektor PMP – viz kapitola 3.3.1 – případně další volné plochy v rámci závodu. Návrh nového layoutu pak počítá s novým standardem 5S v oblasti umístění těchto předmětů na k tomuto účelu vyhrazenou plochu – tzv. stop zónu – jež bude umístěna v blízkosti montážních sektorů M1 a M2. Manipulace s objemnými břemeny v prostoru stop zóny bude zabezpečena instalovaným sloupovým otočným jeřábem.

Stejně tak byla při kontrolních pochůzkách ve výrobním provozu zjištěna absence prostoru vyhrazeného pro odstavení rozměrných vozíků lakovny. K tomuto účelu je v návrhu nového rozložení haly upraven volný prostor mezi mycí a lakovací kabinou, na němž jsou vyhrazena také parkovací místa pro deponování zmíněných vozíků. Tyto vozíky jsou podobně jako další typy mobilního vybavení (stojany na doměřovací vzorky, mobilní zvedací stoly, nářadové vozíky, paletové vozíky) v nově připraveném návrhu layoutu haly znázorněny a jsou jim v sektorech určena výchozí umístění pomocí podlahového značení. Konkrétní nové standardy pro umístování mobilního vybavení blíže popisuje oddíl 4.4.2.

Nezbytným krokem při detailování preferovaného návrhu budoucího dispozičního řešení výrobního provozu bylo shromáždění informací o vybavení, které je na daných pracovištích nutné. Částečně bylo využito již dříve získaných poznatků z kontrolních pochůzek po jednotlivých montážních pracovištích v rámci analýzy odchylek od dosavadních standardů 5S (oblast třídění předmětů na potřebné a nepotřebné), dále byla za tímto účelem uspořádána série schůzek autora práce s vedoucími pracovníky jednotlivých výrobních sektorů (s výjimkou pracovišť lakovny a svařovny, které disponují specifickým vybavením a nejsou v rámci layoutu ani standardů 5S dále podrobněji rozpracovány). Při nich byla konkretizována potřeba daných předmětů – například strojů, dílenských stolů, skříní, stojanů na trubky – včetně určení jejich předpokládaného množství.

Obecně bylo zjištěno, že současné vybavení výrobního provozu a jeho kvantita v podstatě odpovídají reálným potřebám (s totožným vybavením byl zhotoven také výrobní program r. 2019, který je uvažován jako výchozí pro propočet nového uspořádání provozu). Výjimkami z tohoto obecného tvrzení jsou požadavky na doplnění určitého drobného nábytkového vybavení na některých pracovištích, dále zvýšení počtu mobilních zvedacích montážních stolů a zakoupení dodatečného stroje pro formování potrubí na pracoviště M3. V ostatních případech bude postačovat přesun stávajících zařízení v rámci závodu. V otázce konkrétního rozmístění vybavení na pracovištích autor vycházel zejména z praktických zkušeností, které mu byly předány zaměstnanci závodu a které byly případně doplněny a upraveny dle základních zásad technologického projektování.

Výsledná grafická podoba schematického návrhu budoucího dispozičního řešení haly (Příloha 2) oproti původnímu, firmou poskytnutému layoutu (autorem upraveného do reálného stavu let 2020/2021 – Příloha 1), zjednodušena a zpřehledněna. Navíc přidává také jednoduché a konkrétní barevné vymezení jednotlivých výrobních sektorů (část 4.2) včetně naznačení užité horizontální vizualizace dle nových standardů 5S. Zaměstnancům výrobního provozu pak bude tento zjednodušený schematický layout snadno k dispozici k nahlédnutí v elektronické podobě skrze stanice PC „Active Cockpit“ (viz 4.6).

4.2 Nové standardy barevného značení

Jak již stručně naznačil předcházející odstavec, návrh nového layoutu výrobní haly rozsáhle pracuje s konceptem barevného značení. Ústředním prvkem navrhovaných standardů 5S je zcela nově připravená **koncepte barevné diferenciaci jednotlivých výrobních sektorů**. Každému z pracovišť byla v rámci 5S přiřazena unikátní barva, která bude využita jako jednoduchý a na první pohled jednoznačný identifikační prvek aplikovaný například na nářadí, mobilním vybavení nebo skříních (pozn.: vizualizace layoutu v Příloze 2 pracuje s barevným vymezením jednotlivých sektorů pouze pro účely jejich jasněho vzájemného odlišení, ve skutečnosti nebude podlahová plocha sektorů barvena, a to zejména z praktických a ekonomických důvodů – souvislé označení podlahové plochy pracovišť by podléhalo neúměrnému opotřebení a bylo by nutné jej

často a nákladně obnovovat). Detailněji bude využití tohoto nového barevného standardu 5S popsáno na konkrétních příkladech v dalších podkapitolách čtvrté části práce.

Navržený systém standardizovaného barevného kódování sektorů má tuto podobu:

- M1a – fialová,
- M1b – zelená,
- M2 – žlutá,
- M3 – hnědá,
- E – černá,
- L – oranžová,
- P – světle modrá,
- Lakovna – tmavě modrá,
- Svařovna – šedá.

Obrázek 39 níže pak představuje navrhovanou grafickou podobu barevného rozlišení sektorů, která bude následně využita pro podporu dalších standardů 5S.



Obrázek 39: Nový vizuální standard barevného kódování montážních sektorů, vlastní zpracování.

Z důvodů zachování jisté dlouhodobé kontinuity, usnadnění přechodu na nový standard a odbourání problémů, které by mohly vzniknout při nutnosti změny dosavadních zvyklostí, byla stávající barevná logika pro použité **podlahové značení** částečně zachována, avšak byla revidována a doplněna o další barvy a prvky. Nově tedy návrh definuje barevné standardy horizontální vizualizace takto:

- žlutá souvislá čára – cesty,
- černá přerušovaná čára – prostor pro materiál,
- černá souvislá čára – prostor pro nářadí a nástroje (užito pouze ve skříních),
- zelená souvislá čára – prostor pro stroje,
- bílá souvislá čára – prostor pro mobilní vybavení,
- modrá souvislá čára – ohraničení montážní plochy v sektorech,
- červená přerušovaná čára s bílou souvislou výplní – bezpečnostní vybavení,
- žluto-černé šrafovaní – výstrahy a možná nebezpečí,
- černo-bílé šrafovaní – prostor se zákazem stání z provozních důvodů.

Grafickou podobu nového standardu podlahového značení dle 5S pak ilustruje Obrázek 40 na straně 71.

Z uvedeného vyplývá, že nynější barevný standard byl beze změn zachován v případě cest, ploch pro uložení materiálu a ploch pro umístění strojního zařízení. Novinek v oblasti podlahového značení je potom rovnou několik.

První z nich je **bílá souvislá čára** užitá pro jasné vymezení výchozích pozic pro mobilní vybavení na pracovištích (jedná se například o plochy pro odstavení paletových vozíků a vozíků lakovny, pro umístění zvedacích montážních stolů, vozíků na náradí aj.).

Druhou novinkou je **modrá souvislá čára**, která bude ohraničovat prostor určený k montáži hydraulických systémů na jednotlivých sektorech (tedy prostor, ve kterém se budou kolem vyráběného agregátu pohybovat pracovníci provádějící montážní činnost).

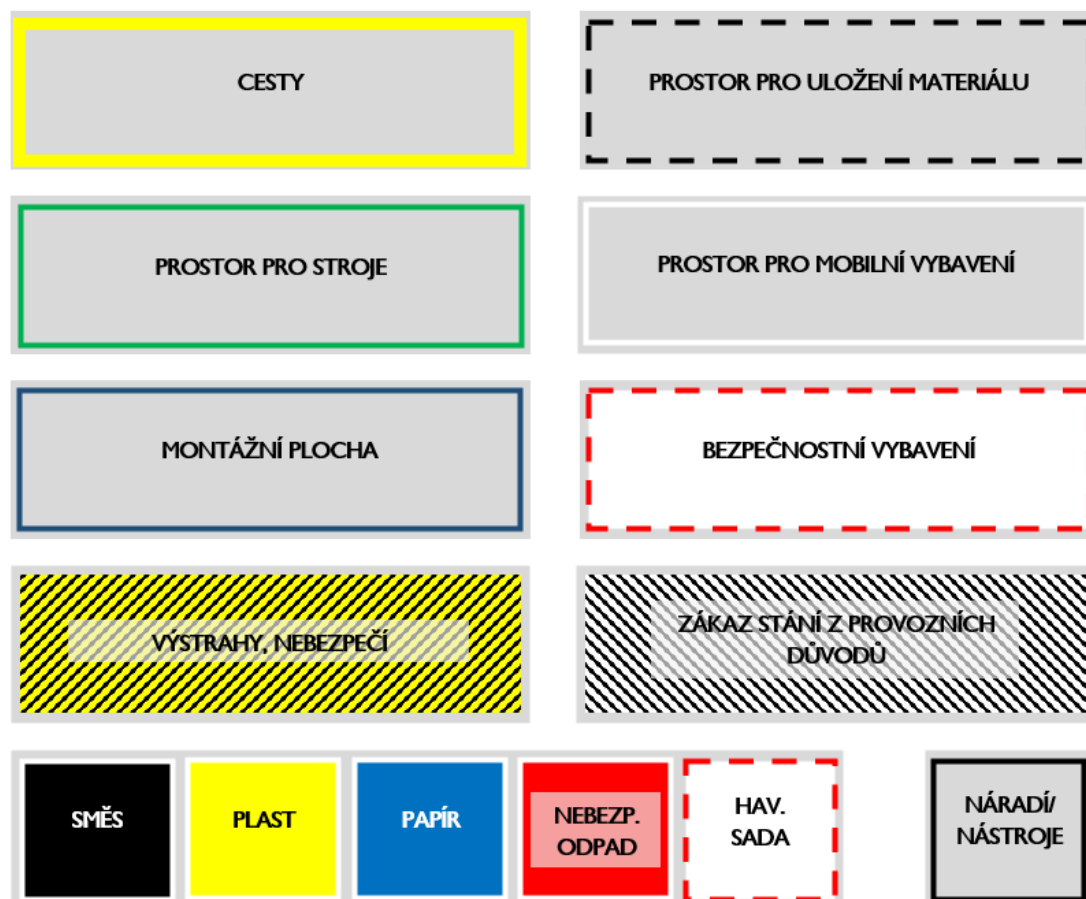
Ke změně došlo také u označení ploch u bezpečnostního vybavení (například hasicí přístroje a hydranty). Nynější plocha pod tímto vybavením ohraničená souvislou červenou čarou bude nově označena **červenou čarou přerušovanou**, přičemž plocha uvnitř bude vyplněna kontrastní bílou barvou, čímž bude zvýšena viditelnost daných prvků.

Žluto-černé šrafování je v současnosti ve výrobní hale již částečně využíváno, avšak byly vytipovány další oblasti, kdy by mohlo být s výhodou užito – jedná se například o prostory kolem skříní na chemické látky (upozornění na možné nebezpečí v souvislosti se zde uloženými chemikáliemi) nebo o orámování zvedacích montážních stolů integrovaných do podlahy. Využito bude také pro zdůraznění důležitých informací na pracovištích. Zcela nově je pak navrženo **černo-bílé šrafování**, jež bude indikovat prostory, v nichž bude zakázáno umisťovat jakékoliv předměty, a to z nejrůznějších provozních důvodů. Vedle vyhrazení volných ploch pro umožnění přístupu k odpadkovým košům nebo odstaveným vozíkům je tohoto značení v návrhu nového layoutu použito také pro vymezení volného prostoru v okolí nového velkokapacitního skladového systému Kardex pro trubky z důvodu manipulace se zde uloženým materiálem.

Revizí prošlo také **značení odpadkových košů**, které budou nově zařazeny mezi mobilní vybavení (používané plastové kontejnery jsou vybaveny koly a je s nimi pravidelně manipulováno). Bílé ohraničení pozice kontejneru pak bude doplněno barevnou výplní, jež bude respektovat všeobecně přijímanou standardní barvu pro odpad, který má být do nádoby umisťován (žlutá pro plasty, modrá pro papír, černá pro směsný odpad). Mimo těchto odpadkových košů se v hale nachází také nádoby na nebezpečný odpad (např. použité znečištěné úklidové prostředky, prázdné nádoby od chemikálií). Návrh počítá se zvýrazněním prostoru těchto kontejnerů pomocí červené výplně bíle ohraničené oblasti pro tento typ odpadkového koše. V těsné blízkosti nádob na odpad se dále často nacházejí také zapečetěné červené kontejnery, které obsahují havarijní soupravu k likvidaci následků případné nehody (např. sorbent, respirátor, ochranné brýle, gumové rukavice). V současném stavu nejsou plochy pro tyto havarijní sady barevně odlišeny od ploch pro běžné kontejnery na odpad, návrh tedy počítá s jejich rozlišením, a to pomocí značení pro bezpečnostní vybavení (viz výše).

Autor práce dále navrhuje a doporučuje vyhotovit nové podlahové značení standardů 5S pomocí nátěru, tedy ve stejném provedení, které se osvědčilo v případě dosavadního standardu. Druhou možností by teoreticky bylo použití podlahových samolepicích pásek, přičemž výhodou tohoto řešení je nižší cena. Oproti variantě nátěru však mají pásy značně nižší odolnost proti opotřebení a s tím související kratší životnost (dochází k jejich

zatrhávání, odlepování atd.). Jelikož intenzita výroby je v brněnském výrobním závodě vysoká a podlahové plochy jsou silně zatíženy (včetně poměrně velkého provozu paletových a vysokozdvíhových vozíků mezi sektory), jeví se použití podlahového nátěru i přes jeho vyšší finanční nákladnost jako vhodnější.



Obrázek 40: Nový vizuální standard podlahového značení, vlastní zpracování.

4.3 Nové standardy v oblasti alokace materiálu

Oblast alokace materiálu na pracovištích doznala v rámci nově připravovaného návrhu několika poměrně významných změn, které jsou vesměs založeny na poznatcích získaných během analýz současného stavu ve výrobní oblasti.

4.3.1 Plochy pro umístění palet s materiálem

Patrně nejvýznamnějším zdokonalením pro oblast alokace materiálu je návrh nového standardu umístění palet a gitterboxů na pracovištích. Jak již bylo uvedeno na začátku kapitoly 4.1, v budoucím stavu budou sektory M1a/M1b, M2 a M3 koncipovány jako pracoviště stacionární montáže, na nichž se bude nacházet přesně daný počet dílčích montážních pozic (více viz propočtení v kapitole 4.1.1 a Příloha 2). Každé z těchto dílčích pozic bude příslušet vlastní prostor pro uložení palet s materiálem na zakázku, jehož navržená velikost vychází z průměrného počtu palet, který byl v roce 2019 zapotřebí k montáži jednoho hydraulického systému příslušné kategorie.

Úpravou oproti dosavadnímu stavu projde také samotná podoba těchto prostor. Na rozdíl od nynějšího stavu již nebude užito striktního rozčlenění prostoru na individuální pozice standardního rozměru europalety (1200 × 800 mm). Nový návrh naopak počítá

s vytvořením souvislého pásu šířky 1200 mm a délky závislé na průměrném počtu palet. Tímto řešením by měl být maximálně eliminován výskyt odchylek, kdy se do jednotlivých vymezených pozic přesně nevejde paleta atypického rozměru, respektive kdy nebude počet míst pro palety dostačovat (z důvodů popsaných v části 3.5.1). Tyto nově standardizované plochy pro materiál budou dle 5S vizualizovány černou přerušovanou čarou v souladu s navrženým barevným standardem pro podlahové značení (bližší popis v oddílu 4.2), přičemž vnitřní plocha tohoto obdélníku bude opatřena nástřikem s nápisem „PLOCHA PRO ULOŽENÍ MATERIÁLU“. Navrhované rozmístění těchto ploch na montážních sektorech přibližuje schematická vizualizace nového layoutu v Příloze 2.

4.3.2 Pojízdné vozíky na materiál¹²

Dalším navrhovaným zlepšením je zakoupení pojízdných dílenských regálů, které umožňují zavěšení plastových boxů s materiálem – příklad takového vozíku na Obrázku 41. Tyto regály by plnily funkci příručního skladu drobného montážního materiálu.



Obrázek 41: Mobilní vozík na boxy s drobným montážním materiálem, [81].

K danému řešení bylo přistoupeno zejména z toho důvodu, že po požadovaném vyčlenění kanbanových skladů s tímto materiálem do oddělené oblasti (viz popis návrhu layoutu v části 4.1.4) by došlo ke značnému nárůstu pohybů pracovníků mezi skladovacím sektorem a montážním pracovištěm, což je v rozporu se snahou nástroje 5S, potažmo celé filozofie Lean, o potlačování plýtvání ve výrobě. Jelikož se bude jednat o regály pojízdné, jejich nespornou výhodou bude možnost jejich volného pohybu po montážním sektoru dle aktuální potřeby, což dále zlepší komfort práce a zkrátí čas nutný k vyhledání potřebného materiálu. Výchozí poloha vozíku však bude novou koncepcí 5S jasně definována (více v části 4.2 a 4.4.2). Navrženo je pořízení regálů v celkovém počtu 8 kusů (po 2 kusech na sektory M1a, M1b, M2 a M3), a to například z nabídky výrobce Kaiser+Kraft (viz [81]).

4.3.3 Boxy na drobný materiál a chemické látky

Posledním návrhem z oblasti alokace materiálu je vytvoření určitých příručních skladů, a to konkrétně pro uložení drobného montážního materiálu (např. šrouby, matice, podložky, těsnění, kratší části trubek atd.) a chemických látek. Jelikož bylo při analýze současného stavu zjištěno, že k nejčastějšímu neuspořádanému hromadění těchto předmětů

¹² V jiných závodech Bosch Rexroth jsou tyto vozíky nazývány „C parts vozíky.“ Tohoto označení bylo využito také při tvorbě návrhu nového layoutu výrobní haly (Příloha 2).

dochází v místech pracovních stolů (viz oddíly 3.5.1 a 3.5.5, Obrázky 25 a 26 na str. 50), bylo navrženo řešení v podobě plastových boxů (totožných jako pro skladování materiálu), které budou umístěny přímo na okraji desky ponku. Tímto způsobem bude nastaven standard pro přehlednější uspořádání pracoviště v průběhu montáže, zlepší se organizace pracovního místa a zjednoduší se vyhledání potřebného materiálu i chemických látek.

Prostor vyhrazený na stolech pro umístění těchto krabic bude označen přerušovanou černou barvou, v případě přepravy pro dočasné odložení chemických látek bude navíc plocha doplněna samolepkou s výstražným žluto-černým orámováním a nápisem upozorňujícím na povinnost navrácení chemikálií vždy na konci směny do příslušné skříně. Označení samotných přepravek i zdůraznění jejich správného umístění pomocí jednoduchých štítků se šipkami pak odpovídá autorem nově navrženému barevnému a vizuálnímu standardu podniku (číselné označení příslušného stolu a kódové a barevné označení montážního sektoru). Boxy s chemickými látkami i drobným montážním materiálem budou na konci každé směny zkontrolovány pracovníkem zodpovědným za dodržování pravidel 5S na sektoru, který v případě zjištění velké kumulace dílů nebo neuklizených chemikálií zjedná odpovídající nápravu (likvidace materiálu, vrácení do skladu nebo do skříně atd.). Vzorová realizace tohoto standardu 5S viz Obrázek 42 níže.



Obrázek 42: Prototypová realizace nového standardu 5S na pracovní desce dílenského stolu, foto autor.

4.4 Nové standardy v oblasti strojů a zařízení

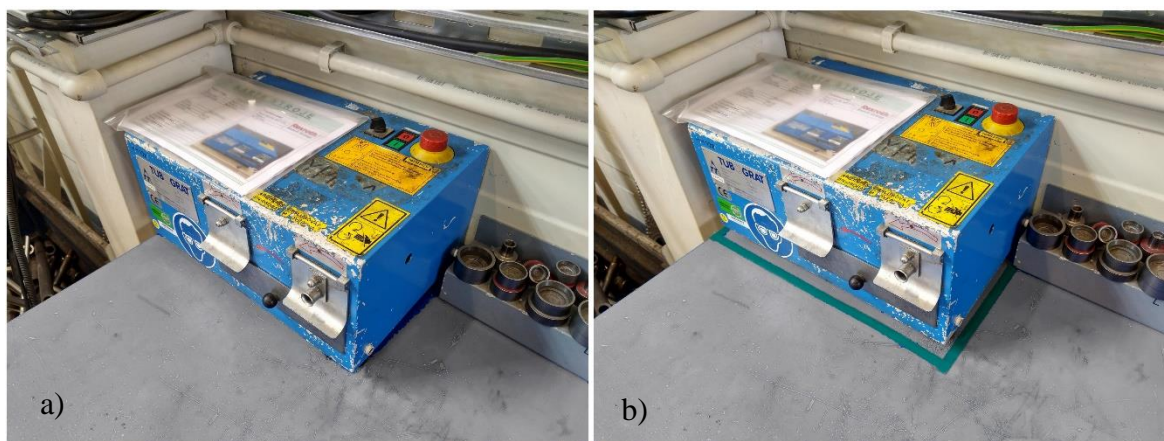
Také v sekci strojů a zařízení bylo na základě poznatků z předchozí analýzy navrženo několik podstatných úprav a zdokonalení dle nástroje 5S, které budou blíže popsány v následujících podkapitolách.

4.4.1 Uspořádání strojů

Velmi obvyklým nedostatkem současného stavu se ukázalo být nerespektování stávajících pravidel uspořádání strojů (viz kapitola 3.5.2). Návrh budoucího layoutu výrobního provozu tak nově definuje konkrétní pozice jednotlivých strojů na montážních

sektorech, které odpovídají skutečným potřebám. Stejně jako doposud budou i nové standardy 5S v tomto ohledu vizualizovány prostřednictvím podlahového značení, které bude v rámci zachování stávající logiky provedeno stejným způsobem, tedy zelenou souvislou čarou. Každému stroji bude jednoznačně přiřazena oblast, jejíž velikost bude odpovídat jeho vnějším půdorysným rozměrům, a to včetně jeho nezbytného příslušenství (například válečkový dopravník u pil, kontejner na odřezky). Takto vymezená plocha bude uvnitř doplněna nápisem upřesňujícím typ stroje, kterému tento prostor přísluší. Konkrétní představu o podobě tohoto značení podává Obrázek 40 na straně 71 nebo Přílohy 2 a 7.

Úplnou novinkou pak je navrhované doplnění stejného typu značení také pro menší strojní zařízení, která nejsou umístěna přímo na podlaze, ale spočívají na vlastním odděleném pracovním stole (to je charakteristické zejména v případě hrotiček). V současném stavu není pozice těchto strojů a často ani samotných stolů s nimi (více v části 3.5.2) nijak upřesněna. Předkládané řešení počítá jednak s vymezením podlahové plochy těchto stolů stejným způsobem jako v případě samostatně stojících strojů nátěrem zelenou souvislou čarou, dále pak také s označením polohy stroje přímo na pracovní desce stolu. Ve druhém jmenovaném případě bude značení provedeno pomocí samolepicí barevné pásky, a to zejména z praktických důvodů (v budoucnu je možné při nutnosti přesunu stolu nebo stroje operativně přizpůsobit nastavený standard např. jiné poloze elektrické přípojky). Vzorově byla tímto způsobem upravena pracovní deska stolu jedné z hrotiček v sektoru M3, situaci před a po zavedení nového standardu ukazuje Obrázek 43.



Obrázek 43: a) stav před změnou, b) stav po zavedení standardu 5S pro označení polohy stroje na stole, foto autor.

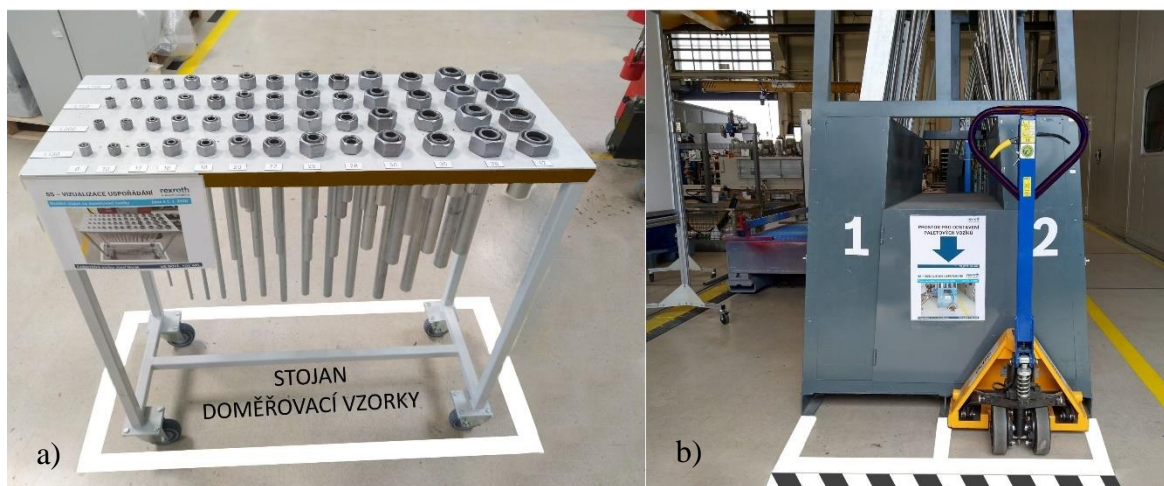
4.4.2 Uspořádání mobilního vybavení

Poměrně významným nedostatkem dosavadního stavu byla absence standardizovaného umístění pro mobilní vybavení (viz kapitola 3.5.2). V souvislosti s dříve zmíněným pořízením pojízdných příručních skladů montážního materiálu se navíc množství tohoto typu vybavení dále navýší. Je proto nezbytné navrhnout pravidla 5S, která budou definovat normu jejich umístování a uspořádání na pracovištích.

Nový barevný standard přiřazuje pojízdnému zařízení bílou barvu, přičemž značení bude provedeno souvislou čarou. Velikost vymezené oblasti bude stejně jako v případě strojů korespondovat s vnějšími rozměry konkrétního zařízení a v jejím středu bude doplněn nápis upřesňující účel dané plochy (konkrétní příklad pro pojízdný stojan s doměřovacími vzorky vč. grafického vyjádření standardu pomocí cedule ukazuje Obrázek 44 a) na straně 75). Tímto základním způsobem budou vymezeny plochy pro výchozí umístění nářadových vozíků, vozíků lakovny, pojízdných vozíků pro montážní

materiál, vysokozdvízných vozíků, mobilních zvedacích montážních stolů, vozíků s vázacími prostředky a pohyblivých stojanů na doměřovací vzorky poblíž ohýbaček.

V předchozím výčtu nebyly záměrně uvedeny paletové vozíky. V jejich případě bylo nalezeno prostorově efektivní řešení v podobě jejich odstavení do volného prostoru pod příručními sklady trubek, které jsou k dispozici na pracovištích M1a, M1b, M2, M3 a E. Šířka příručního skladu trubek umožní odstavení dvou paletových vozíků vedle sebe (výjimkou je sektor M1a, kde je druhé místo blokováno patkou podvěsného jeřábového systému), přičemž parkovací pozice budou označeny bílým souvislým orámováním dle nastaveného barevného standardu 5S pro mobilní vybavení. Prostor za zaparkovanými vozíky pak bude označen černo-bílým šrafováním (zákaz stání), a to z důvodu zachování volného prostoru pro vjezd a výjezd vozíku. Dále bude tento nově zavedený standard 5S zdůrazněn cedulí v provedení papírové laminované karty s tmavě modrou šipkou na kontrastním bílém pozadí s nápisem „PROSTOR PRO ODSTAVENÍ PALETOVÝCH VOZÍKŮ“, doplňkovou cedulí s obrazovou vizualizací standardu a samolepicími číslicemi „1“ a „2“, které budou označovat parkovací pozice. Dle tohoto návrhu byl vzorově upraven jeden z příručních skladů trubek v sektoru M3 (viz Obrázek 44 b) níže).



Obrázek 44: a) nový standard 5S pro výchozí umístění mobilního vybavení (na příkladu stojanu s doměřovacími vzorky), b) nový standard v uspořádání paletových vozíků na pracovištích, foto autor.

Mimo výše uvedených sektorů jsou však svými vlastními paletovými vozky vybavena také pracoviště také zkušebny a lakovny. V jejich případě nejsou ze zřejmých důvodů k dispozici příruční sklady trubek. Pro odstavení paletových vozíků je zde tedy nutné zvolit klasické řešení v podobě vymezení výchozího parkovacího místa přímo na ploše pracoviště, stejně jako u dříve zmíněných zbylých druhů mobilního vybavení. Konkrétní řešení pro tyto případy je možné nalézt v Příloze 2.

Mezi pohyblivé vybavení jsou nově řazeny také odpadkové koše, přičemž v jejich případě jde zejména o definici nového barevného standardu pro snazší a jednoznačnou identifikaci správného uspořádání. Tomuto tématu se blíže věnuje kapitola 4.2.

K otázce mobilního vybavení a jeho uspořádání se váže také jeden z dalších nových standardů 5S. Je jím barevné rozlišení dle příslušnosti konkrétního kusu vybavení (paletového vozíku, zvedacího stolu aj.) k danému montážnímu sektoru. Návrh standardu počítá s jednoduchou metodou využívající nového barevného standardu pro jednotlivé montážní sektory (kapitola 4.2, Obrázek 39 na straně 69), kdy budou madla paletových vozíků částečně nalakována právě v barvě příslušného pracoviště (např. hnědé pro M3,

oranžové pro zkušebnu atd.). Podobným způsobem – např. barevným pásem na bocích – mohou být navzájem odlišeny i mobilní zvedací stoly nebo stojany na doměřovací vzorky. Problematické vzájemné odlišení pojízdných vozíků na nářadí se více věnuje část kapitoly 4.5, vizualizaci navrhovaného způsobu barevné diferenciaci mobilního vybavení pak ukazuje také Obrázek 44 a), b) na předchozí straně.

4.5 Nové standardy uspořádání nářadí a nástrojů

Nejrozsáhlejší oblastí, pro kterou byly v rámci BPS Project 2020/2021 autorem navrženy nové standardy 5S, je oblast uspořádání nářadí a nástrojů. Jak již uvedla kapitola 3.5.3, v dosavadním stavu není uspořádání nářadí a nástrojů ve skříních a zásuvkách nijak standardizováno. Po dohodě s vedením závodu autor práce přistoupil také k realizaci prototypového dílenského stolu, skříní s nářadím a mobilního nářadového vozíku, na nichž budou navržené standardy vzorově prezentovány.

Jelikož problematická místa dosavadního uspořádání již byla detailně popsána v kapitole 3.5.3, bude se tato část podrobněji věnovat popisu navržených a realizovaných úprav v návaznosti na dříve zjištěné nedostatky.

4.5.1 Standardizace závěsné skříně s nářadím

Pro prototypovou demonstraci navržených standardů byla konkrétně zvolena závěsná skříň na pracovním místě (ponku) č. 28 v sektoru stacionární montáže M3, jejíž původní stav zachycuje Obrázek 31 na straně 54.

Prvním a zcela nezbytným krokem při návrhu nového standardu bylo provedení třídění předmětů na potřebné a nepotřebné. Při tomto procesu byly ze svých původních pozic svěřeny všechny háčky (a závěsný stojan na šroubováky) včetně na nich zavěšených kusů nářadí, byl vyklizen a očištěn prostor dna skříně a byly sejmuty všechny nerelevantní samolepky a etikety. Následně byl autorovi k dispozici vedoucí pracovník daného montážního sektoru, který upřesnil obvyklý požadavek na nutné množství jednotlivých druhů nářadí. Zmíněné se týkalo zvláště stříbrných očkoplochých klíčů, jejichž kvantita v případě některých velikostí značně převyšovala nezbytné minimum. To bylo stanoveno na 1 až 3 kusy od každé z velikostí klíčů, přičemž toto množství je současně optimální i z hlediska prostoru dostupného na háčcích.

Během třídění byly dále ze skříně zcela vyřazeny nežádoucí osobní předměty (papírové kapesníky), psací potřeby, nůžky, gumičky a několik kusů drobného montážního materiálu, pro který byl vyhrazen a náležitě označen samostatný box o několik centimetrů níže na pracovní desce ponku (viz kapitola 4.3.3). Naopak doplněny byly některé prvky, které se doposud ve skříní nenacházely, ačkoliv se jedná o předměty běžné denní potřeby, jež by každá závěsná skříň měla obsahovat. V tomto případě jde o standardní sady vrtáků průměrů 1–13 mm a menších velikostí závitníků v originálních krabičkách včetně popisků. Dále byla provedena výměna zde umístěné nekompletní a částečně poškozené sady sekáčů a důlčků v černém plastovém stojánku za standardní a použitelnou sadu v plechové krabičce.

Dalším krokem bylo provedení jednotného označení veškerého nářadí a nástrojů, které budou následně ve skříní umístěny. K tomuto bylo využito navrhované koncepce barevné diferenciaci sektorů a stávajícího čísla pracovního stolu. Nový standard systematického značení tak využije kombinace obojího – barevného proužku, který bude definovat příslušnost k montážnímu sektoru, a štítku s číselným označením konkrétního pracovního místa. Tímto způsobem bude eliminováno riziko záměny s nářadím z jiného

montážního sektoru a současně i z jiného pracovního místa v témže sektoru. V konkrétním případě vzorové závěsné skříň je tedy užít proužek hnědé barvy (pracovní místo se nachází v sektoru M3) a číselné označení pracovního místa 28 v kontrastním bílém poli. Pro účely demonstrace na prototypovém pracovním místě byla k vytvoření barevného proužku využita odolná samolepicí vinylová páska, číselné štítky pak byly vytištěny na běžný kancelářský papír a přelepeny průhlednou páskou (Obrázek 46 b) na straně 78).

Následující etapou prací bylo stanovení nového způsobu rozmístění předmětů uvnitř skříň. V této fázi autor do velké míry vycházel ze stávající logiky uspořádání (viz Obrázek 31 na straně 54), která byla daná dlouhodobými zvyklostmi a potřebami zaměstnanců. Klíče tedy byly seřazeny logicky dle velikostí od nejmenší po největší (samostatně klíče ploché a očkoploché) a zavěšeny na háčky na zadní stěnu (s výjimkou největšího plochého klíče velikosti 65, který byl umístěn na pravou boční stěnu skříň). Prostor zbylý pod zavěšenými klíči na zadní stěně byl využit k upevnění stojanu na šroubováky, sady T-klíčů a několika druhů kleští. Na levé boční stěně bylo zachováno umístění 2 kusů kleští s přestavitelnými čelistmi a byl vyhrazen samostatný háček pro zavěšení maskovací pásky. Dno skříň bylo ponecháno zcela volné s výjimkou pravého rohu, kam byly umístěny již dříve zmíněné krabičky se závitníky, vrtáky a sadou důlčků a sekáčů.

Stav závěsné skříň na dílenském pracovním stole po popisovaném provedení vzorové standardizace dle nových pravidel 5S přibližuje Obrázek 45.



Obrázek 45: Výsledný stav vzorové závěsné skříň na pracovním místě č. 28 po zavedení nových standardů 5S, foto autor.

Ke všem háčkům a vyznačeným oblastem uvnitř skříň byly v rámci vizualizace nového standardu přiřazeny štítky s odpovídajícími popisky, jejichž výroba byla zajištěna interně uvnitř podniku. Autorem bylo zvoleno řešení v podobě dvouvrstevných plastových štítků (svrchní vrstva bílé barvy, spodní vrstva černá) se samolepicí fólií na rubové straně, na něž byly požadované nápisy provedeny pomocí technologie gravírování. Údaje na štítku zahrnují vždy popis předmětu, který se má na dané pozici nacházet, dále pak ve většině

případů také konkrétní umístění množství v kusech. Detailněji je možné tyto prvky spatřit na Obrázku 46 a) i b) níže.



Obrázek 46: a) vnitřní prostor vzorové závěsné skříně s uplatněním nově navržených standardů 5S, b) detail nově konceptu značení náradí a nástrojů včetně plastových štítků pro označení pozic ve skříně, foto autor.

Mimo to bylo v závěsné skříně využito také dalších metod vizualizace nastavených pravidel 5S – jmenovitě byly pomocí černé samolepicí pásky vymezeny oblasti pro uložení krabiček s vrtáky, závitníky nebo důlčíky (viz Obrázek 46 a) výše) a byly zhotoveny samolepicí štítky s číselným označením konkrétního pracovního místa a popisem obsahu závěsné skříně v nově navrženém jednotném designovém provedení, které koresponduje s novými barevnými standardy pro sektory (viz Obrázek 45 na straně 77). Tyto byly umístěny na rám skříně, respektive hranu krycí rolety, čímž je za všech okolností zajištěna jejich bezproblémová viditelnost. Zvažována byla také možnost doplnění vizualizace

standardů 5S formou tzv. shadow-board (více na straně 39), avšak od tohoto řešení bylo upuštěno zejména z praktických důvodů – na perforovaných stěnách závěsné skříně by vykreslené obrysy předmětů nebyly dobře zřetelné a pozbyly by tak svůj účinek.

Velmi důležitou a nezbytnou součástí nového standardu 5S je také jeho celková vizualizace, kdy byla nejprve vzorově uspořádaná a uklizená skříně autorem vyfotografována. Následně s využitím editačního počítačového programu byl tento pořízený snímek usazen do jednoduché a přehledné grafiky odpovídající firemním barvám, doplněn jménem osoby zodpovědné za stav konkrétní skříně a datem, ke kterému je tento standard platný, barevně vytisknut ve formátu A4 a zalaminován. Takto vytvořená obrazová definice nového standardu 5S byla umístěna na volnou plochu dna skříně, kde je jasně viditelná, nebude podléhat opotřebení a umožní jednoduchou a rychlou kontrolu dodržení pravidel – provedení a umístění dle Obrázku 45 na straně 77 a Přílohy 5.

4.5.2 Standardizace zásuvek stolů a mobilních nářadových vozíků

V oblasti úložných prostorů v podobě zásuvek byla autorova pozornost zaměřena jednak na zásuvkové kontejnery, které jsou součástí každého dílenského pracovního stolu, a také na zásuvky v pojízdných vozících na nářadí.

Jednoznačným doporučením pro zlepšení současného stavu je v obou zmíněných případech zakoupení pěnových organizérů (molitanových vložek) do vnitřního prostoru zásuvek, které budou tvarované dle konkrétních předmětů zde uložených.

V případě zásuvek v dílenských stolech však doposud nejsou uvedené molitanové vložky k dispozici. Obvykle jsou tato úložná místa vybavena alespoň kovovou stavitelnou příčkou, pomocí které je možné vnitřní prostor rozdělit na dvě samostatné oblasti. Na prototypovém zásuvkovém kontejneru na pracovním místě č. 28, jehož původní stav je zachycen na Obrázku 32 na straně 55, tedy autor provedl alespoň základní třídění a uspořádání zde uloženého nářadí.

Následně byly zbylé nezbytně nutné nástroje opatřeny standardizovanými identifikačními prvky – proužkem hnědé barvy pro označení příslušnosti k sektoru M3 a štítku s číslem 28, který označuje příslušnost k danému pracovnímu místu – tedy v souladu se způsobem označení nářadí v závěsné skříně, které je patrné na Obrázku 46 a) i b) na předchozí straně.

Do prostoru zásuvkových kontejnerů byly přesunuty také některé předměty užitečné pro každodenní práci, které se doposud nacházely v závěsné skříně téhož stolu. Jedná se například o psací potřeby, nůžky, blok, gumičky nebo kapesníky, pro které byla vyhrazena první zásuvka shora. Ve stejné zásuvce byl vytvořen také oddělený prostor pro uložení pracovních rukavic, které doposud neměly své dané umístění. Obrázek 47 a) a b) na straně 80 zachycuje zásuvky bez pěnových vložek po zavedení nového standardu.

Závěrečným krokem bylo vytvoření nových popisků zásuvek, které budou sloužit jako vizuální definice nového standardu 5S. V původním stavu byly některé z nich opatřeny štítky neaktuálními (viz kapitola 3.5.3), jiné pak nebyly označeny vůbec. Připravený styl štítků pak určuje příslušnost zásuvky k montážnímu sektoru (označení M3 v hnědém poli), definuje obecný obsah dané zásuvky (například „OSOBNÍ PŘEDMĚTY“ nebo „NÁŘADÍ“) a v případě zásuvek s nářadím přináší také důležitou konkretizaci druhů zde uloženého nářadí včetně patřičného počtu zde umístěných kusů. Vzhled těchto štítků přibližuje Obrázek 47 c) na straně 80.

Takto připravená základní pravidla by se měla stát standardem 5S pro veškeré typy zásuvek v podniku alespoň do okamžiku zakoupení a instalace na míru tvarovaných molitanových organizérů vnitřního prostoru, které umožní vnitřní úložný prostor uspořádat ještě efektivněji.



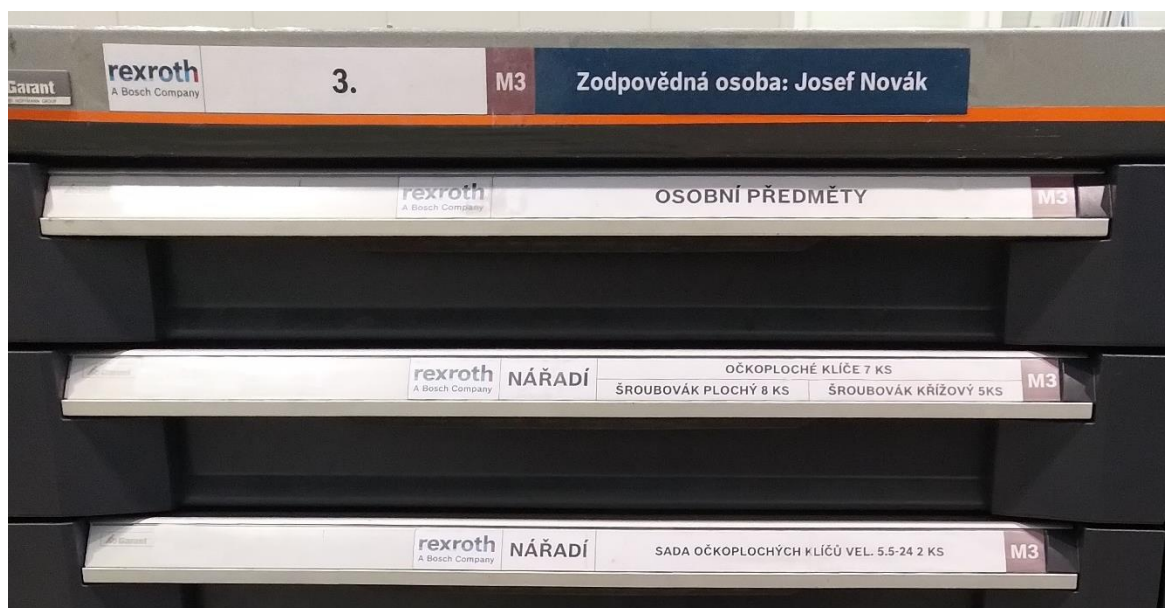
Obrázek 47: a) zásuvka pro uložení osobních předmětů zaměstnanců, b) nový standard 5S v zásuvce s nářadím bez užití molitanových vložek, c) detail na nově navržený standard značení zásuvek, foto autor.

Zmíněnými pěnovými vložkami je v závodě prozatím jako jediný již vybaven jeden z novějších pojízdných nářaďových vozíků v sektoru M3. Bylo jej tedy využito k prototypové demonstraci optimálního způsobu uspořádání s využitím uvedeného prvku. Dále popsané navržené řešení uspořádání zásuvek by se v budoucnu mělo stát standardem 5S nejen pro všechny mobilní nářaďové vozíky, ale také pro zásuvky v pracovních stolech.



Obrázek 48: a) původní nejednoznačné označení zásuvek pomocí piktoqramů, b) nově navržený standard 5S pro zásuvky mobilních vozíků i pracovních stolů s využitím molitanových vložek, foto autor.

V návaznosti na provedení změn v závěsné skříni a zásuvek v pracovním stole bylo k jednotlivým předmětům v zásuvkách vzorového mobilního nářadového vozíku doplněno označení barevným proužkem a číselným označením vozíku, čímž je zajištěna jednoznačná identifikace sem příslušejícího nářadí (Obrázek 48 b) na straně 80). Samotný vozík pak byl opatřen štítky s číselným označením a barevným kódem sektoru (stejně provedení jako v případě štítku závěsné skříně s nářadím) a se jménem a příjmením zodpovědné osoby za vozík, jak ukazuje Obrázek 49.



Obrázek 49: Nový standard 5S v označení mobilních vozíků s nářadím, foto autor.

Jelikož jsou zásuvky již vybaveny na míru zhotovenými pěnovými vložkami, není v nich uloženo jiné než nezbytně nutné nářadí. Proto bylo při nastavení vzorového standardu 5S v daném případě možné již zcela vynechat etapu třídění. Jistým nedostatkem současného stavu vozíku se ukázalo být nevhodné označení obsahu jednotlivých zásuvek, které sice bylo aplikováno, avšak pouze formou drobného černobílého piktogramu s vyobrazeným nářadím – viz Obrázek 48 a) na straně 80. Konkrétní piktogramy však neodpovídaly skutečně uloženému typu nářadí v zásuvce. Pro každou ze zásuvek tedy byly vytvořeny standardizované popisky ve stejném stylu jako v případě zásuvek na dílenském pracovním stole, které jasně určují jak její obecný obsah, tak konkrétní typy nástrojů a nářadí včetně jejich zde umístěného množství.

Finální podobu navrhovaného budoucího standardu 5S pro oblast zásuvek pojízdných nářadových vozíků a pracovních stolů s využitím pěnových organizérů vnitřního prostoru ilustruje Obrázek 48 b) na předcházející stránce.

4.5.3 Standardizace skříně s nářadím

Posledním úložným prostorem, pro který autor navrhl soubor nových standardů 5S, je klasická dílenská skříň s nářadím a dalším vybavením. Pro ukázkou byla zvolena jedna ze skříní umístěná na sektoru stacionární montáže M3, jejíž původní stav byl blíže popsán v kapitole 3.5.3 a je zachycen Obrázkem 33 na straně 56.

Podobně jako v případě závěsné skříně s nářadím (viz kapitola 4.5.1) bylo i v tomto případě nutné jako úvodní krok provést poměrně rozsáhlé třídění předmětů uvnitř skříně. Tato činnost byla konzultována s vedoucím pracovníkem sektoru M3, který poskytl

relevantní informace o využití a užitečnosti nalezeného nářadí a dalších nástrojů. Jako zcela nepotřebné bylo označeno například příslušenství ohýbačky (výhradní obsah třetí police shora) a dále některé vrtáky a závitníky (z důvodu jejich poškození nebo příliš velkého množství) nebo závěsná oka na dně skříně. Zcela nepotřebné byly také prázdné nebo poškozené kartonové krabičky, které již nesloužily svému původnímu účelu.

Následně již byly podniknuty kroky k nastavení nových standardů 5S. Prvním z nich bylo zhotovení stojanu na používané brousící a řezné kotouče pro ruční úhlovou brusku s vnějším průměrem kotouče 115 mm a 125 mm a s upínacím průměrem 22,23 mm. Dosavadním standardem bylo jejich uskladnění v papírových krabičkách. Vzhledem k tomu, že byly využívány jak originální, tak neoriginální obaly, nebylo vyhledání kotoučů vždy zcela bezproblémové. Nevýhodou tohoto způsobu je navíc také to, že do papírových krabiček není vidět, vlivem čehož není na první pohled zřejmé, jaké množství kotoučů je k dispozici, případně zda je nutné objednat další zásobu.

V návaznosti na výše popsané zjištěné skutečnosti byl proto připraven nový standard pro uspořádání těchto nástrojů. Navržen byl jednoduchý stojan zhotovený z materiálů, které jsou ve firmě běžně k dispozici pro výrobu – svařence sestávajícího z ocelové desky z materiálu S235JR s navařenými 4 trubkami z materiálu E235 o vnějším průměru 20 mm a tloušťce stěny 2 mm, na něž bude možné řezné a brousící kotouče snadno navléknout. Výkresová dokumentace tohoto stojanu tvoří Přílohy 3 a 4 práce.

Na základě předloženého návrhu autora byl ve firmě jedním z pracovníků sektoru M3 zrealizován prototyp zmíněného stojanu, který byl posléze nainstalován do vzorové skříně do totožné oblasti, v níž se původně nacházely krabičky s řeznými a brousícími kotouči. Jednoznačnými výhodami navrženého nového řešení je vedle zachování dosavadní logiky umístění také lepší přehlednost a stálá viditelnost umístěných kotoučů, v neposlední řadě pak také možnost jednoduchého znázornění minimální potřebné zásoby kotoučů pomocí výrazné rysky na každé ze čtyř trubek (na prototypovém stojanu nebylo reálně aplikováno). Obrázek 50 ukazuje konkrétní podobu zhotoveného vzorku stojanu.



Obrázek 50: Prototypová realizace nově navrženého standardu pro uspořádání řezných a brousících kotoučů, foto autor.

Dalším krokem bylo uspořádání rozměrnějších předmětů ve skříně, pro které byly vyhrazeny poslední tři police skříně. Uvedené se týká 3 kusů nýtovaček s příslušenstvím, které byly logicky umístěny dohromady na jedné polici, 3 kusů stahováků, které byly rovněž sdruženy na jedné společné polici včetně potřebné vazelíny, a zvedáků a 12 kusů stavitelných podpěr, které byly uspořádány v plastových boxech. Označení těchto

plastových boxů bylo provedeno prostřednictvím štítků vyvedených v jednoduchém standardizovaném firemním designu – obsažena je informace s popisem a množstvím uložených předmětů, dále číselný identifikátor příslušné skříně a barevné rozlišení montážního sektoru. Do plastových boxů totožného provedení a označení byly umístěny také originální krabičky s děrovkami a razidly.

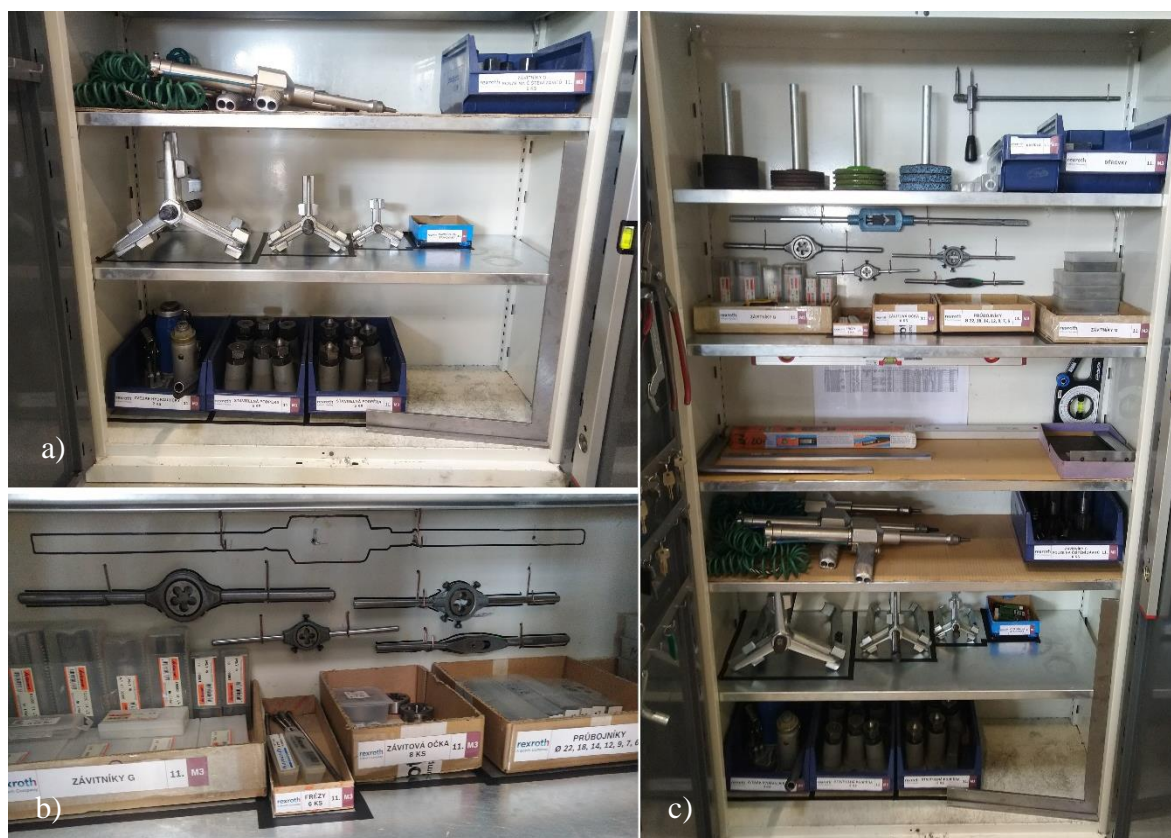
Police uvolněná po příslušenství k ohýbače byla využita k umístění měřidel (vodováhy, digitálního úhlooměru, dorazových úhelníků aj.). V souvislosti s tím byl ze svého původního umístění na dveřích přesunut evidenční seznam uložených měřidel na logičtější pozici na zadní stěně skříně v úrovni této police. Některá z měřidel (typicky vodováhy) disponují také možností upevnění pomocí magnetů, čehož bylo při jejich umístění v plechové skříně s výhodou využito.

Dále byla pozornost přesunuta k drobnějšímu vybavení skříně – jde o závitníky mnoha typů a velikostí, drobné frézy, závitová očka, průbojníky atd. Již v současném stavu byla patrná snaha o jejich alespoň základní rozčlenění do přihrádek vyrobených z kartonových krabiček. Tento způsob se ukázal být vhodný také v případě nastavení nového standardu – kartonové krabice je možné na míru přizpůsobit velikosti a množství ukládaných předmětů. Doplněno však bylo kvalitnější označení obsahu jednotlivých krabiček, a to stejným způsobem, který již byl v rámci skříně užit například v případě označení plastových boxů se zvedáky nebo razidly. Výhodou je také to, že se většina těchto drobných nástrojů nachází v originálních krabičkách opatřených původním popisem, což usnadňuje další orientaci, v tomto případě tedy nebylo přistoupeno ke změně. Zcela samostatně byly vyčleněny závitníky G větších velikostí, které již postrádaly originální obaly a které jsou určeny pouze k čištění závitů. Pro jejich jednoznačné odlišení od ostatních závitníků byly umístěny do jiné police (vedle nýtovaček) a byl jim přiřazen plastový box, jehož označení odpovídá dříve popsánému uplatňovanému standardu.

Výše uvedené návrhy nových pravidel 5S je zapotřebí podpořit také nástroji vizualizace. Navrženo je označení nástrojů a náradí (vratidel na závitníky, stahováků, zvedáků aj.) – tedy veškerého nespotebního materiálu – a to stejným způsobem, jako bylo označeno náradí v závěsné skříně nebo v zásuvkách (v konkrétním případě vzorové skříně tedy hnědý proužek pro přiřazení předmětu k sektoru M3 a evidenční číslo skříně).

K vymezení ploch vyhrazených na policích pro umístění plastových i kartonových krabiček, stojanu na broušící a řezné kotouče a všech tří stahováků bylo využito černé samolepicí pásky v souladu s nastaveným barevným standardem (viz oddíl 4.2 a Obrázek 51 a) na následující straně). Na rozdíl od závěsné skříně s perforovanými stěnami bylo pro klasické dílenské skříně s plnými stěnami efektivní užití nástroje shadow-board. Tento způsob vizualizace pravidel uspořádání byl vzorově aplikován na vratidla na závitníky, které jsou zavěšeny na stěně v úrovni druhé police shora. Konkrétní podobu stínového ohraničení správné pozice pro vratidla znázorňuje Obrázek 51 b) na následující straně.

Doplněny byly také nezbytné vizuální standardy celkového uspořádání jednotlivých polic v podobě fotografií vzorového stavu, jejichž grafické provedení je obdobou vizualizace standardů v závěsné skříně s náradím (viz Příloha 5). Jako nejvhodnější a nejpraktičtější bylo také s přihlédnutím k jinému využití zadní stěny skříně (na háčcích zavěšená vratidla nebo seznam měřidel) zvoleno umístění těchto vizualizací 5S na vnitřní stěnu pravého křídla dveří, a to vždy v úrovni konkrétní police. Celkovou podobu vnitřního prostoru skříně po uplatnění nových standardů pak ukazuje Obrázek 51 c) na následující straně (pro srovnání s původním stavem téže skříně viz Obrázek 33 na straně 56).



Obrázek 51: a) nově nastavený standard v uspořádání polic, b) detailní pohled na aplikovanou techniku shadow-board a na provedení krabiček se štítky, c) celkový pohled na dílenskou skříň po implementaci nových standardů 5S, foto autor.

4.5.4 Standardizace uspořádání úklidových a čisticích pomůcek

Jelikož pro uložení a uspořádání úklidových a čisticích pomůcek ve firmě dosud neexistovaly jednotné zásady (více v podkapitole 3.5.3 a na Obrázku 34 na straně 57), přistoupil autor v této oblasti k návrhu zcela nového standardu.

Jeho ústřední součástí je jednoduchý držák, který bude výhradně určený k přehlednému a jednotnému umístění úklidových nástrojů. Konkrétně je navrhováno pořízení držáku z produkce společnosti ProGarden (viz [82]), který disponuje zcela dostatečným počtem 3 úchyťů pro přichycení náčiní s tyčovou násadou (např. koště, mop) a 2 háčků v prostorech mezi úchyty, které jsou vhodné například pro zavěšení menšího smetáčku s lopatkou.



Obrázek 52: Navrhovaný typ držáku na úklidové pomůcky pro nový standard 5S [82], upraveno – koláž dvou snímků.

Vedle příznivé pořizovací ceny (v době tvorby práce 123 Kč bez DPH za kus) jsou výhodami navrhovaného typu držáku také jeho celokovové provedení, které bude v praxi

odolávat opotřebení lépe než jiné nabízené držáky z umělých hmot, a jeho univerzálnost. Vzhledem ke kompaktním rozměrům (délka upínací lišty 370 mm, šířka 50 mm) bude možné držák pomocí přibalených hmoždinek a vrutů snadno upevnit jak na stěnu, tak také na boční stranu desky pracovního stolu, na rám skříně nebo na konstrukci příručního skladu trubek. Výše uvedenými způsoby je tedy zajištěna možnost montáže držáku s úklidovými pomůckami do prakticky všech oblastí ve výrobní hale, kde mohou být tyto nástroje užitečné. Podobu navrženého typu držáku a způsob upnutí nástrojů přibližuje Obrázek 52 na straně 84.

Nainstalované držáky je vhodné doplnit vizualizací nastaveného standardu 5S. Návrh počítá s vytvořením jednoduché papírové cedule formátu A4 v laminovaném provedení, která bude vedle výrazného nápisu „ČISTICÍ A ÚKLIDOVÉ NÁSTROJE“ obsahovat také tmavě modrou šipku na kontrastním bílém pozadí ukazující na nainstalovaný držák. Uvnitř této šipky pak bude vyobrazeno číselné označení daného držáku a barevný kód sektoru.

Nezbytnou součástí každého místa s úklidovými pomůckami bude také obrazová vizualizace rozmístění předmětů v držáku. Podobně jako v případě skříní s náradím bude pořízena fotografie vzorového uspořádání, která bude následně vsazena do dokumentu s jednoduchou grafikou s uvedením zodpovědné osoby. Stejným způsobem jako v případě náradí – pomocí barevného proužku a štítku s číslem držáku – pak bude provedeno také označení samotných úklidových prostředků, díky čemuž bude možné přesně zařadit nástroj do konkrétního umístění.

4.6 Nové standardy v oblasti dokumentace

Novým standardem se v rámci 5S (resp. BPS Project 2020/2021) stane odstranění velké části papírové dokumentace na pracovištích. Jak již bylo uvedeno v části 3.5.4, v současné době plní tištěné materiály ve firmě spíše doplňkovou funkci. Primárním zdrojem informací pro montáž je elektronická databáze výrobní dokumentace, která je přístupná pracovníkům skrze stanice PC „Active Cockpit“, jež jsou instalovány na všech montážních sektorech. Výhodami tohoto způsobu sdílení dat jsou snadná aktualizace nebo revize a doplňování důležitých materiálů, čímž je možné efektivně předcházet nežádoucím situacím, které mohou vzniknout při využívání dokumentace tištěné (například montáž podle chybných nebo zastaralých dokumentů atp.). V elektronické podobě přes PC stanice bude zaměstnancům výroby přístupný též zjednodušený schematický layout haly (viz Příloha 2).

Návrh tak počítá s úplným odebráním veškeré tištěné výrobní dokumentace (normy, výrobní postupy aj.), která byla doposud umístěna například v plastových kapsách a závěsných rámečcích na poncích, případně byla připevněna pomocí magnetů nebo lepicí pásky na dveřích skříní, na stěnách atd. S výše popsáním souvisí také definitivní demontáž zmíněných plastových kapes z dílenských pracovních stolů, a to zejména z důvodu jejich celkového opotřebení a eliminace rizika hromadění nežádoucích předmětů (např. odpadky, drobný montážní materiál) uvnitř nich.

První výjimkou z uvedeného bude bezpečnostní dokumentace. Tato bude rovněž k dispozici v elektronické podobě na PC, avšak pro možnost rychlejšího nahlédnutí bude v sektorech zachována také v tištěném formátu. Jde zejména o bezpečnostní pokyny k obsluze jednotlivých strojů, které budou umístěny v jejich těsné blízkosti, kde budou v případě potřeby k dispozici k rychlému prostudování. Všeobecné bezpečnostní pokyny pro práci na daném sektoru pak získají nové standardizované umístění, a to v plastových závěsných rámečcích, které budou za tímto účelem renovovány a budou vždy umístěny na boku závěsné skříně ponku v blízkosti stanic PC „Active Cockpit“.

Druhou skupinou papírových dokumentů, které budou ve své dosavadní podobě na pracovištích zachovány, jsou tzv. Karty stroje, které byly blíže popsány v podkapitole 3.4. Jejich přesun do elektronické podoby by sice byl možný, avšak takové řešení by nebylo praktické ani efektivní – ve stávajícím stavu jsou tyto materiály jednotně a přehledně umístěny v plastových uzavíratelných kapsách přímo na daném zařízení (viz například Obrázek 43 na straně 74), což umožňuje okamžité a jednoduché provedení záznamu o uskutečněném úklidu nebo údržbě do zde fyzicky uloženého formuláře. Navíc je takto standardizovaný způsob zaznamenávání úklidu a údržby strojů v závodě prakticky bez problémů funkční, proto není zapotřebí jej měnit.

Vedle výše uvedených materiálů bude na všech montážních sektorech instalována také informační tabule s přehledem základních informací o daném sektoru – jedná se o jeho označení včetně patřičného barevného symbolu, zhotovované výrobky a jména a fotografie zodpovědných pracovníků za sektor jako celek (vzor materiálu je součástí Přílohy 5). K umístění těchto dokumentů bylo zvoleno řešení v podobě kovového stojanu s rámečkem formátu A4, v němž bude zmíněný dokument upevněn. Navrhováno je situování stojanu na okraj montážního sektoru v blízkosti centrální dopravní cesty, kde bude jednoduše k nalezení a kde bude současně nejlépe plnit svoji informační funkci. Pro účely návrhu byl z nabídky internetového obchodu VKF Renzel vybrán stojan s kovovým podstavcem o výšce 1000 mm (viz [83]). Obrázek 53 pak přibližuje jeho podobu.



Obrázek 53: Stojan pro umístění dokumentu se základním přehledem informací o pracovišti, [83].

Dalším velmi důležitým typem materiálu, který bude nově na pracoviště nově doplněn, jsou vertikální vizualizace nově nastavených pravidel 5S. Jedná se o nově standardizované štítky (např. pro skříně a zásuvky) a dále o dvě varianty cedulí: s obrázkem, který názorně definuje nastavený standard, a se šipkou, která slouží jako doplňková cedule zejména pro upozornění na účel prostoru nebo ke zdůraznění platných standardů. Tyto materiály budou užitečným návodem jak pro zaměstnance výroby (např. při vyhledání správného umístění nástroje), tak pro pracovníky provádějící kontrolu dodržování pravidel 5S. Blíže byly tyto dokumenty, jejich konkrétní význam i navrhovaná umístění, popsány v předchozích kapitolách. Jejich ukázky jsou dále obsaženy v Příloze 5.

5 NASTAVENÍ MECHANISMŮ KONTROL A ŠKOLENÍ

Třetí etapou Demingova cyklu PDCA, podle kterého je možné postupovat při praktickém zavádění nástroje 5S, je etapa kontrolní. Jak již bylo zmíněno v podkapitole 3.4, v současné době není ve výrobním prostředí zvoleného průmyslového podniku v oblasti 5S uplatňován žádný standardizovaný kontrolní mechanismus. V souvislosti se zavedením nových standardů 5S je tedy nutné nejprve definovat jeho konkrétní podobu a formu a stanovit kritéria hodnocení a vyhodnocování provedených auditů.

Neopomenutelnou součástí implementace nového konceptu 5S jsou též pravidelná školení všech zaměstnanců výrobního provozu k tomuto tématu, která navazují na prováděné kontroly. S pomocí těchto pravidelných setkání pracovníků výroby s vedením závodu je možné účinně uskutečňovat další kroky vedoucí k následnému zdokonalování nastavených pravidel 5S (realizace čtvrté fáze cyklu PDCA – viz také kapitola 2.3.11).

5.1 Metodika měření a evidence odchylek od standardů 5S

Zcela nezbytným a ústředním prvkem nového kontrolního mechanismu je autorem připravený jednoduchý dokument – hodnoticí formulář, který je Přílohou 6 této práce. V jeho horní části se nachází hlavička, která obsahuje volná pole pro zanesení data uskutečnění kontroly, jméno kontrolujícího pracovníka, označení kontrolovaného sektoru a jméno zodpovědného pracovníka za daný sektor. Další část formuláře již obsahuje konkrétní typy odchylek. Při jejich definici přitom autor vycházel ze zkušeností nabytých během svých vlastních kontrolních pochůzek po jednotlivých pracovištích v rámci analýzy dosavadního stavu ve výrobní oblasti podniku. Typické anomálie byly v dokumentu rozřazeny do celkem 4 skupin dle příslušnosti k jednotlivým oblastem ve výrobě:

- materiál,
- stroje a zařízení,
- nářadí, nástroje a pomůcky,
- jiné.

Ke každému z typů odchylek je přiřazena do pole „POČET ZÁVAD“ číselná hodnota, která vyjadřuje přesný počet zjištěných nedostatků daného typu. Pokud by tedy byly zjištěny například 3 stroje umístěné jinde než na definovaných místech, bude do tohoto pole zadána hodnota „3“. V případě, že bude na jednom konkrétním místě objeveno více závad stejného typu (typicky 3 chybně umístěné kusy nářadí v jedné skříni či 15 nadbytečných šroubů volně odložených na kraji jednoho stolu), bude taková situace považována za jednu závadu. Pokud by však byl v rámci stejného sektoru nalezen také další stůl či skříň, které budou vykazovat problém stejného charakteru, bude do políčka počtu závad zapsána číslice „2“. Jestliže nebyla zaznamenána žádná odchylka, uvede se do políčka hodnota „0“. Výsledek kontroly pak vyjadřuje součet všech hodnot ze sloupce „POČET ZÁVAD“, tedy čím nižší je výsledná hodnota, tím lépe kontrola dopadla. V ideálním případě je pak výsledný součet roven nule.

Audity s využitím tohoto hodnoticího dokumentu bude provádět pracovník vedení výroby ve spolupráci se zodpovědným pracovníkem daného sektoru, a to zpočátku ve frekvenci 1× za pracovní týden. Konkrétní den v týdnu a čas provedení auditu bude záviset na aktuální situaci a na uvážení zodpovědného zaměstnance. Později, tedy ve chvíli, kdy se na základě pravidelně prováděného měření potvrdí, že se z nově nastavených standardů 5S

již staly všeobecně přijaté a dodržované zvyklosti, bude možné intenzitu měření snížit, a to například na interval 1× za 14 dní nebo 1× za měsíc, a to v závislosti na konkrétní situaci a na dosavadních výsledcích auditů. Vhodné je doplnit měření také pořízením fotografií zjištěných skutečností, a to jak příkladů negativních, tak i pozitivních. Tyto snímky je pak možné s výhodou použít při pravidelných setkáních (školeních) k tématu 5S se zaměstnanci výroby.

Data získaná měřeními pak budou pracovníkem vedení výroby využita k dalšímu vyhodnocení činnosti pracovišť, a to jak na týdenní, tak i na měsíční či roční bázi. K tomuto účelu bude vhodné využít například tabulkový procesor Microsoft EXCEL.

5.2 Školení zaměstnanců, seznámení se standardy 5S, proces neustálého zlepšení

V ideálním případě by tato setkání spojená se školením měla být prováděna opakovaně, a to pokud možno alespoň 2× ročně. Jejich součástí bude vždy obecné nastínění podstaty a cílů nástroje 5S v kontextu podnikové štihlé výrobní koncepce BPS, dále pak připomenutí významu a přínosů těchto standardů jak pro celý závod, tak pro každého jednotlivého zaměstnance.

Stěžejní částí školení potom bude pasáž, v níž budou již aplikované standardy konkretizovány, a to zejména jednoduše srozumitelnou vizuální formou. K tomuto účelu budou využity autentické fotografie z výrobního prostředí pořízené při kontrolních auditech, které byly uskutečněny v mezidobí od posledního provedeného školení (viz kapitola 5.1). Vhodnou strategií je vybrat pro školicí prezentaci výstižné dvojice fotografií, které zachycují problematické situace jak v negativním světle (nesprávně dodržovaný standard), tak také pozitivním (tedy ideální stav správně interpretovaného a dodržovaného standardu). Pomocí takového přímého porovnání lze na konkrétních příkladech efektivně poukázat na zřejmé výhody a přednosti respektování nastavených pravidel 5S. Vyobrazené situace mohou být v neposlední řadě podnětem k rozvinutí diskuse mezi zaměstnanci a školicím pracovníkem. Ta může poukázat na praktické nedostatky zavedených pravidel a jejím konečným výsledkem může být návrh na revizi nebo úpravu stávajícího standardu, který bude pramenit přímo z praktických zkušeností výrobních pracovníků. Tímto postupem tak bude zajištěno neustálé zlepšování nastavených standardů 5S (filozofie Kaizen/CIP – více v části 2.3.11).

Vzorovou prezentaci pro úvodní školení zaměstnanců k novým standardům 5S autor připravil ve formátu PDF a je k práci připojen jako Příloha 7.

6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ZMĚN

První částí technicko-ekonomického zhodnocení je sestavení odhadovaného rozpočtu, tedy předpokládaných nákladů na zavedení nových standardů 5S v brněnském závodě. Je nutné poznamenat, že do tohoto rozpočtu nejsou záměrně zahrnuty náklady, které přímo nesouvisí s nově připravenými pravidly 5S, ale jsou spíše výsledkem celého BPS Project 2020/2021 (např. přesuny jeřábů a strojů v rámci firmy, zakoupení nového skladovacího systému Kardex na trubky, stavba přístřešku pro expedici materiálu atd.).

Tabulka 3 níže uvádí přehled předpokládaných nákladů na implementaci navržených pravidel 5S včetně potřebného počtu kusů u daných položek. Některé z částek bylo možné stanovit poměrně přesně – na základě cenové nabídky dodavatelské firmy, nebo dle cen v internetových obchodech. Jedná se o případy zhotovení podlahového značení pro nové standardy a dále pořízení vozíků na drobný montážní materiál, plastových boxů (stávající množství boxů v podniku není dostatečné pro jejich trvalé využití jako organizérů prostoru na stolech a ve skříních), stojanů na dokumentaci a držáků na úklidové pomůcky.

Zbylé náklady byly určeny pouze přibližně, a to na základě kvalifikovaného odhadu autora, při němž byly mimo jiné využity také poznatky z osobní diskuse s podnikovým konzultantem práce – vedoucím výroby firmy. V případě pěnových vložek do zásuvek nelze náklady stanovit přesně, jelikož cena organizéru se vždy odvíjí od jeho velikosti a od konkrétního typu a počtu uloženého nářadí. Tabulkou uváděný odhad vychází z rozpětí cen vložek, které jsou běžně na trhu k dostání. Stojan na řezné kotouče byl zrealizován vlastními silami pracovníka závodu za využití zbytků ve firmě běžně používaných materiálů. Interně s užitím dostupných materiálů a zařízení podniku byly zhotoveny též vzorové štítky a cedule (barevné pásy, papírové i plastové gravírované cedule a štítky aj.).

Tabulka 3: Přehled odhadovaných nákladů na realizaci navržených standardů 5S, vlastní zpracování.

Položka	Počet kusů	Jednotková cena bez DPH [Kč]	Cena celkem bez DPH [Kč]	Zdroj
nové podlahové značení	-	-	310 000	[84]
vozíky pro drobný montážní materiál	8	18 997	151 976	[81]
stojany na dokumentaci	11	1 216	13 376	[83]
pěnové vložky do zásuvek stolů a vozíků	cca 150	cca 200 až 1 000	cca 100 000	[85]
stojany na řezné a broušící kotouče	5	cca 1 000	cca 5 000	[79]
cedule, štítky, barevné pásy atd.	-	-	cca 30 000	[79]
držáky na úklidové prostředky	20	123	2 460	[82]
plastové boxy pro stoly a skříně	160	129	20 640	[86]
		Σ	633 452	

Druhou částí technicko-ekonomického zhodnocení návrhu je stanovení očekávaných finančních úspor. Jak již bylo uvedeno také v oddíle 4.1.1, v brněnském závodě společnosti Bosch Rexroth je aktuálně zaveden jednosměnný provoz o délce směny 8 hodin. Z tohoto časového úseku je vždy uvažována 1 hodina jako tzv. neefektivita zaměstnance, tedy souhrnný čas, během kterého pracovník provádí následující nevýrobní činnosti [79]:

- úklid pracoviště a strojů, vyhledávání a uspořádání nářadí, nástrojů, pomůcek atd. – 15 minut (25 % neefektivního času zaměstnance),

- manipulace s materiálem – 15 minut (25 % neefektivního času zaměstnance),
- jiné (ztrátové časy, údržba strojů) – 30 minut (50 % neefektivního času zaměstnance).

Cílem nastavení nových standardů dle nástroje 5S je v rámci BPS Project 2020/2021 zkrácení časů potřebných pro manipulaci s materiálem a pro úklid, hledání a uspořádání o 5 minut (tedy 1/3 původního času) v obou případech, a to pomocí následujících opatření:

- zavedení nového standardu pro alokaci palet a gitterboxů s materiálem (kapitola 4.3.1),
- zavedení pojízdných vozíků pro drobný montážní materiál (kapitola 4.3.2),
- instalace plastových boxů na drobný montážní materiál a chemické látky na dílenských pracovních stolech (kapitola 4.3.3).
- nastavení nových standardů, které jednoznačně definují uspořádání předmětů (náradí a nástrojů) ve skříních a zásuvkách (kapitoly 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3),
- nastavení nových standardů, které jednoznačně definují umístění a uspořádání strojů a dalších zařízení (mobilní a paletové vozíky aj. – viz části 4.4.1 a 4.4.2),
- instalace standardizovaných držáků na čisticí a úklidové nástroje (část 4.5.4).

Celková očekávaná časová úspora t_{Ud} po implementaci nových standardů 5S tedy pro každého pracovníka činí 10 minut denně. Při uvažování 252 pracovních dní v roce, odečtení pětítýdenní dovolené (tj. 25 dní) a průměrného počtu 15 dní nemoci každého zaměstnance v roce (dle [15]) je přibližný počet odpracovaných dnů roven 212. Při celkovém počtu 22 montážních pracovníků v celém výrobním závodě (skutečný stav k 1. 5. 2021; dle [79]) tak činí v hodinách vyjádřená roční časová úspora t_{Ur} :

$$t_{Ur} = \frac{\text{počet pracovních dní v roce} \cdot t_{Ud} \cdot \text{počet pracovníků}}{60} \quad (6.1)$$

$$t_{Ur} = \frac{212 \cdot 10 \cdot 22}{60} \cong 777 \text{ hodin} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Pro nabídkové kalkulace dále společnost uvažuje s hodinovou sazbou práce jednoho pracovníka, která byla stanovena oddělením controllingu firmy ve výši 960 Kč bez DPH [79]. Vynásobením tohoto údaje s hodnotou t_{Ur} tedy získáme očekávanou úsporu vyjádřenou v peněžních jednotkách:

$$\text{Úspora} = t_{Ur} \cdot \text{hodinová sazba} = 777 \cdot 960 = 745\,920 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1} \quad (6.2)$$

Očekávaná finanční úspora po zavedení navrhovaných úprav s uvážením odhadovaných časových úspor je tedy v celém podniku poměrně značná. Časové a finanční úspory však nejsou jediným a výhradním důvodem pro implementaci nových standardů. Podstatným výstupem 5S je již samotné vytvoření čistého, přehledného, uspořádaného, dobře vizualizovaného a bezpečného pracovního prostředí, které zaměstnancům usnadní nebo zpříjemní vykonávání každodenních činností a podpoří fungování dalších implementovaných nástrojů štihlé výroby.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce byla revize a implementace jednoho z nástrojů štíhlé výroby – systému 5S – ve výrobním procesu společnosti Bosch Rexroth, spol. s r. o.

Úvodní část práce nejprve stručně představila historii a oblasti působnosti mateřského koncernu Bosch i společnosti Bosch Rexroth, a to jak v České republice, tak v globálním pohledu.

Následující kapitola byla věnována teoretickému přehledu moderních koncepcí organizace a řízení výroby, které se ve světě začaly objevovat přibližně od druhé poloviny dvacátého století. Definovány byly principy tahu a tlaku, jejichž znalost je velmi důležitá pro správné pochopení fungování jednotlivých koncepcí i jejich vzájemných rozdílů. Dále byly formou literární rešerše představeny tři v současnosti nejznámější koncepce – MRP II, OPT a štíhlá výroba (Lean manufacturing). Charakteristika poslední jmenované rozsáhlé filozofie štíhlé výroby byla zásadní částí této teoretické pasáže. Přiblížen byl historický kontext jejího vzniku, její základní cíl v podobě eliminace plýtvání ve výrobě i jednotlivé dílčí metody a nástroje, které Lean zastřešuje – například JIT/JIS, Kanban, Jidoka, SMED, Kaizen nebo 5S, jehož popisu byl s ohledem na téma práce věnován zvláštní důraz.

Náplní v pořadí třetí kapitoly byla analýza současného stavu ve výrobní oblasti zvoleného podniku. Úvodem byl představen probíhající BPS Project 2020/2021, v jehož rámci byla tato diplomová práce ve firmě zpracována. Dále bylo podrobněji popsáno aktuální výrobní portfolio brněnského závodu, současné dispoziční řešení výrobního provozu i nynější zavedené standardy 5S. Samotná analýza odchylek v oblasti standardů 5S pak byla provedena metodou opakovaných náhodných pochůzek ve výrobním provozu, při kterých byly objevené skutečnosti zaznamenávány pomocí fotoaparátu. Následně byly pro účely diplomové práce odhalené odchylky roztrženy do oblastí alokace materiálu, strojů a zařízení, nářadí a nástrojů, dokumentace a jiných odchylek.

Během analýzy bylo zjištěno, že nynější standardy 5S již neodpovídají reálné situaci a dnešním potřebám výroby, jelikož od jejich nastavení v roce 2007 došlo k postupné proměně složení výrobního portfolia závodu, s čímž souvisely také další nutné změny v zaměření pracovišť nebo uspořádání strojů a dalšího vybavení. Z tohoto důvodu se tak z původních standardů 5S staly v mnoha případech spíše dlouhodobě stagnující zvyklosti, případně pravidla pozbyla platnost. Pro některé oblasti také doposud nebyl nastaven žádný standard (například uspořádání nářadí a nástrojů, podlahové značení pozic pro mobilní vybavení atd.).

Na provedený rozbor nynějšího stavu navázala čtvrtá kapitola, jejímž obsahem byla stěžejní část diplomové práce – návrh nových standardů 5S. Prvním krokem bylo sestavení hrubého schematického návrhu budoucího dispozičního řešení haly (layoutu), které lépe odpovídá současným potřebám výroby a do kterého byly posléze vzorové standardy 5S usazeny. Následně byly s využitím poznatků získaných v analytické části práce připraveny návrhy nových pravidel 5S, a to v těchto oblastech:

- **barevné značení** – zcela nový koncept barevného rozlišení sektorů ve výrobní hale a nové standardy podlahového značení,
- **alokace materiálu** – revidovaný způsob uspořádání palet s materiálem na pracovištích, zavedení mobilních vozíků na drobný montážní materiál, plastové boxy na stolech pro drobný materiál a chemické látky,

- **uspořádání strojů a zařízení** – vymezení výchozích pozic pro mobilní vybavení (paletové vozíky, pojízdné stojany s doměřovacími vzorky atd.),
- **uspořádání náradí a nástrojů** – nové standardy pro úložné prostory (skříně a zásuvky), nové standardy pro uložení čisticích a úklidových pomůcek na pracovištích,
- **dokumentace** – zavedení kovových stojanů na dokumentaci, převod papírové výrobní dokumentace do elektronické podoby, vizualizace nastavených standardů.

Některé z výše popsaných standardů byly po dohodě s vedením firmy také prototypově realizovány (například vzorové standardy pro skříně a zásuvky nebo boxy pro drobný montážní materiál a chemické látky na pracovních stolech), a to na vybavení sektoru stacionární montáže M3. Jiné zůstaly pouze ve stadiu návrhu (například realizace nového podlahového značení nebo porřízení vozíků na drobný montážní materiál).

Důležitou součástí zavádění standardů 5S je také nastavení mechanismů kontroly a školení. Tomuto tématu byla věnována pátá kapitola práce, která ve své první části blíže popisuje navržený systém pravidelného měření a evidence zjištěných odchylek od platných pravidel 5S pomocí autorem připraveného hodnoticího formuláře. Druhá část páté kapitoly je pak věnována nastavení systému pravidelných setkání zaměstnanců výrobního provozu s vedením podniku, která budou spojena se školením zaměřeným na nová nebo nesprávně dodržovaná pravidla 5S.

Závěrečnou částí práce bylo technicko-ekonomické zhodnocení návrhu. Provedeno bylo ve dvou rovinách – jako přibližné vyčíslení očekávaných nákladů na implementaci změn představených ve čtvrté kapitole práce, a jako odhad budoucích úspor, které vyplynou z nastavení nových standardů. V časovém vyjádření je předpokládána úspora ve výši 10 minut na pracovníka a den. V peněžních jednotkách je pak celková finanční úspora vzniklá implementací výše popsaných nových standardů 5S odhadována na 745 920 Kč za rok. Je však velmi důležité poznamenat, že finanční nebo časové úspory nejsou jedinými důvody pro implementaci nových pravidel 5S. Podstatným je již samotné vytvoření uspořádaného, vizualizovaného, čistého a bezpečného pracovního prostředí, které dále usnadní správné fungování ostatních nástrojů štihlé výroby a napomůže tak k úspěchu firmy v silné konkurenci na trhu.

Jelikož tato diplomová práce předložila pouze návrhy a prototypová řešení nových standardů 5S, jejichž skutečná implementace v celém výrobním závodě je plánována až na přelom let 2021 a 2022, bylo by vhodné se po uplynutí určitého časového období (například 1 až 2 let) k tématu standardů 5S vrátit a navázat na tuto diplomovou práci v rámci další bakalářské či diplomové práce. V takovém případě by bylo možné uskutečnit detailní zhodnocení nastavených nových pravidel a jejich případnou korekci na základě provedených měření i konkrétních praktických zkušeností nebo připomínek zaměstnanců společnosti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ANGLISS, Sarah. *Almanach vědomostí*. Praha: Reader's Digest Výběr, 2003. ISBN 80-86196-63-1.
- [2] A Brief History of Lean. In: *Lean.org* [online]. [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: <https://www.lean.org/whatslean/history.cfm>
- [3] FASTNACHT, Katrin aj. *Bosch 125 years: Invented for life*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH Corporate Communications, 2011.
- [4] ROMAN, Pavel. *100 let: Bosch v České republice 1920–2020*. Praha: Robert Bosch odbytová, 2020.
- [5] Bosch Logo History. In: *Logos-world.net* [online]. [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <https://logos-world.net/wp-content/uploads/2020/08/Bosch-Logo-History.jpg>
- [6] Combo sada AKU náradí Bosch profi profi, 3x5,0Ah, 7 strojů. In: *Naradionline.cz* [online]. [cit. 2020-11-04]. Dostupné z: <https://www.naradionline.cz/combo-sada-aku-naradi-bosch-profi-profi-3x50ah-7-stroju.html>
- [7] Historie: Od vodního hamru po špičkové technologie: více než 200 let trvání značky Bosch Rexroth. In: *Boschrexroth.com* [online]. [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: <https://www.boschrexroth.com/cs/cz/spolecnost/o-spolecnosti-bosch-rexroth/fakta-a-cisla/historie/history-6>
- [8] Produkty a skupiny produktů. In: *Boschrexroth.com* [online]. [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: <https://www.boschrexroth.com/cs/cz/produkty/skupiny-produktu/product-groups-overview>
- [9] Fakta a čísla. In: *Boschrexroth.com* [online]. [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: <https://www.boschrexroth.com/cs/cz/spolecnost/o-spolecnosti-bosch-rexroth/fakta-a-cisla/cisla/figures-5>
- [10] O společnosti Bosch Rexroth v Česku. In: *Boschrexroth.com* [online]. [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: <https://www.boschrexroth.com/cs/cz/spolecnost/o-spolecnosti-bosch-rexroth-v-cesku/about-bosch-rexroth-czech-1>
- [11] *Bosch Rexroth v České republice: Produktová brožura*. 2010. Brno: Bosch Rexroth CZ.
- [12] Test Bench. In: *Shipserv.com* [online]. [cit. 2021-01-25]. Dostupné z: <https://cdn1.shipserv.com/ShipServ/pages/profiles/243729/documents/test-bench-hydro-titan.jpg>
- [13] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C.H. Beck, 2001. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-7179-471-6.
- [14] ROSER, Christoph. The (True) Difference Between Push and Pull. In: *Allaboutlean.com* [online]. [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/push-pull/>

- [15] KUBÍK, Roman a Jan STREJČEK. *Technologické projekty a manipulace s materiálem*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. Učební texty vysokých škol. ISBN 978-80-214-5260-2.
- [16] TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-7318-381-1.
- [17] MICHALKO, Milan a Ladislav HÁDEK. *Řízení výroby a logistika*. Ostrava: Vysoká škola podnikání v Ostravě, 2007. ISBN 978-80-86764-68-9. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:a151c280-5e0b-11e6-8336-005056827e52>
- [18] BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4307-3.
- [19] Ford T. In: *fordclub.eu* [online]. [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: https://www.fordclub.eu/graphics/gallery/full/958_ford-henry-ford-model-t.jpg
- [20] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-394-4.
- [21] History of Lean Manufacturing. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/49/history-of-lean-manufacturing/>
- [22] „Každý zákazník si může vybrat barvu, bude-li to černá.“ Ford s modelem T započal éru automobilismu. In: *ct24.ceskatelevize.cz* [online]. [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/ekonomika/2606372-kazdy-zakaznik-si-muze-vybrat-barvu-bude-li-erna-ford-s-modelem-t-zapocal-eru>
- [23] ROSER, Christoph. The History of Manufacturing – Part 3: Luddism to Henry Ford. In: *Allaboutlean.com* [online]. [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: https://www.allaboutlean.com/firstlecture_hom_3/
- [24] SKHMOT, Nawras. What is Lean? In: *Theleanway.net* [online]. [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://theleanway.net/what-is-lean>
- [25] The Story of Sakichi Toyoda. In: *Toyota-industries.com* [online]. [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: https://www.toyota-industries.com/company/history/toyoda_sakichi/index.html
- [26] Japan: Resources and Power. In: *Britannica.com* [online]. [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/place/Japan/Trade>
- [27] ROSER, Christoph. The History of Manufacturing – Part 4: Toyota and Lean. In: *Allaboutlean.com* [online]. [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: https://www.allaboutlean.com/firstlecture_hom_4/
- [28] Toyota Motor Corporation. In: *Britannica.com* [online]. [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/topic/Toyota-Motor-Corporation>

- [29] Taiichi Ohno Biography. In: *History-biography.com* [online]. [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: <https://i0.wp.com/history-biography.com/wp-content/uploads/2018/06/ohnotic.jpg?w=1000&ssl=1>
- [30] HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium, 2001. ISBN 80-86175-15-4. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:6da18620-c82a-11e2-b6da-005056827e52>
- [31] ROSEKE, Bernie. What to Learn from the Toyota Production System. In: *Projectengineer.net* [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: <https://www.projectengineer.net/what-to-learn-from-the-toyota-production-system/>
- [32] DO, Doanh. What is Muda, Mura, and Muri? In: *Theleanway.net* [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: <https://theleanway.net/muda-mura-muri>
- [33] Jednotlivé metody a nástroje (I–P). In: *E-api.cz* [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>
- [34] NAWRAS, Skhmot. The 8 Wastes of Lean. In: *Theleanway.net* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>
- [35] Muda Mura and Muri | Lean Manufacturing Wastes. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/71/muda-mura-and-muri-lean-manufacturing-wastes/>
- [36] MARCHWINSKI, Chet, John SHOOK a Alexis SCHROEDER. *Lean Lexicon: A graphical glossary for Lean Thinkers*. Fourth Edition. Cambridge, MA, USA: The Lean Enterprise Institute, 2008. ISBN 0-9667843-6-7.
- [37] Lead time. In: *Lean-fabrika.cz* [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: <https://www.lean-fabrika.cz/terminologie/lead-time#.YCDeimhKhPY>
- [38] ROSER, Christoph. What is Just in Time. In: *Allaboutlean.com* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/what-is-just-in-time/>
- [39] Just in Time (JIT) Production. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/just-in-time-jit-production/>
- [40] ART OF LEAN, INC. *TOYOTA PRODUCTION SYSTEM BASIC HANDBOOK*. Artoflean.com [online]. 2000 [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: http://artoflean.com/wp-content/uploads/2019/01/Basic_TPS_Handbook.pdf
- [41] Jednotlivé metody a nástroje (Q–Z). In: *E-api.cz* [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z>

- [42] Takt Time vs. Cycle Time vs. Lead Time. In: *Toggl.com* [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://toggl.com/track/takt-time-cycle-time-lead-time/>
- [43] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. s. 281. ISBN 978-80-247-4486-5. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:faf33e20-39c0-11e9-bef9-005056827e51>
- [44] ROSER, Christoph. Just in Sequence Part 1 – What Is It? In: *Allaboutlean.com* [online]. [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/just-in-sequence-definition/>
- [45] Kanban. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/kanban/>
- [46] Heijunka. In: *Plantune.cz* [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <http://www.plantune.cz/slovník/heijunka/>
- [47] What is Heijunka? In: *Kanbanize.com* [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://kanbanize.com/continuous-flow/heijunka>
- [48] Heijunka. In: *Kanbanize.com* [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://kanbanzone.com/resources/lean/toyota-production-system/heijunka/>
- [49] TPM (Totálně produktivní údržba). In: *Escare.cz* [online]. [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://www.escare.cz/blog/tpm-totalne-produktivni-udrzba/>
- [50] What is TPM. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/430/what-is-tpm/>
- [51] VSM Value Stream Mapping. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/549/vsm-value-stream-mapping/>
- [52] Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM. In: *E-api.cz* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>
- [53] VALUE STREAM MAPPING. In: *Escare.cz* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://www.escare.cz/wp-content/uploads/2017/02/VSM.png>
- [54] What is Jidoka? In: *Kanbanize.com* [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://kanbanize.com/continuous-flow/jidoka>
- [55] ROSER, Christoph. What Exactly Is Jidoka? In: *Allaboutlean.com* [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/jidoka-1/>
- [56] Jidoka. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/489/jidoka/>
- [57] Autonomation. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/491/autonomation/>
- [58] What Is the Poka-Yoke Technique? In: *Kanbanize.com* [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://kanbanize.com/lean-management/improvement/what-is-poka-yoke>

- [59] Poka-Yoke for Quality. In: *Qualitymag.com* [online]. [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <https://www.qualitymag.com/articles/85216-poka-yoke-for-quality>
- [60] Poka Yoke. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/494/poka-yoke/>
- [61] KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.
- [62] ROSER, Christoph. What is Kaizen? In: *Allaboutlean.com* [online]. [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/what-is-kaizen/>
- [63] IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 2005. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0850-3.
- [64] What is Kaizen? In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <https://leanmanufacturingtools.org/621/what-is-kaizen/>
- [65] ROSER, Christoph. The Key to Lean – Plan, Do, Check, Act! In: *Allaboutlean.com* [online]. [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/pdca/>
- [66] VÝVOJOVÝ TÝM VYDAVATELSTVÍ PRODUCTIVITY PRESS. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. [Brno], c2009. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [67] ROSER, Christoph. How 5S Works. In: *Allaboutlean.com* [online]. [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/5s-method/>
- [68] What is 5S; Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. In: *Leanmanufacturingtools.org* [online]. [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/192/what-is-5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke/>
- [69] BURIETA, Ján. 5S, 6S, nebo dokonce 7S. In: *Svetproduktivity.cz* [online]. [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/>
- [70] Vizualizace + 5S [online]. In: *betz.cz* [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.betz.cz/orgatex/vizualizace.html>
- [71] Custom Foam Tool Shadow Boards. In: *The5sstore.com* [online]. [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: https://www.the5sstore.com/mas_assets/cache/image/1/0/7/5/4213.Jpg
- [72] KOHOUTEK, Tomáš, vedoucí výroby Bosch Rexroth Brno [ústní sdělení]. Brno, 31. 3. 2021.
- [73] Bosch Rexroth AG. [online brožura]. Standard power unit ABPAC: configurable, connectable, efficient. ©2019 [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201127/R999001209_ABPAC_EN_2019_media.pdf/25e2493b-b7c5-3529-ad99-e231b2c3af7d?download=true

- [74] Bosch Rexroth AG. [online brožura]. Hydraulic power units – energy-efficient, silent, reliable. R999000118 ©2012 [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: https://www.boschrexroth.com/documents/12605/25201127/R999000118_AGGRE_2012_03_AE_Media.pdf/2341eb87-1fd1-ae11-55ac-ecdf1ecf614b?download=true
- [75] TPT – Calculation [interní materiál firmy]. Bosch Rexroth. Brno, 2020. Dostupné z interní sítě podniku.
- [76] DCEM/MOE: Oddělení montáže HPU's [firemní prezentace]. Bosch Rexroth. Brno, 2018. Dostupné z interní sítě podniku.
- [77] KOHOUTEK, Tomáš, vedoucí výroby Bosch Rexroth Brno [ústní sdělení]. Brno, 20. 4. 2021.
- [78] Fotoarchiv společnosti Bosch Rexroth. Dostupné z interní sítě podniku.
- [79] KOHOUTEK, Tomáš, vedoucí výroby Bosch Rexroth Brno [ústní sdělení]. Brno, 4. 5. 2021.
- [80] BPS 2019 Product Portfolio Analysis [interní materiál firmy]. Bosch Rexroth. Brno, 2020. Dostupné z interní sítě podniku.
- [81] EUROKRAFTpro: Pojízdný regál s přepravkami s viditelným obsahem. In: *Kaiserkraft.cz* [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.kaiserkraft.cz/regaly/pojizdne-regaly/pojizdny-regal-s-prepravkami-s-viditelnym-obsahem/oboustranny-v-x-s-x-h-1450-x-855-x-540-mm/p/M1001106/?articleNumber=924344>
- [82] NÁSTĚNNÝ ÚCHYT NA SMETÁKOVÉ HOLE + 2 HÁČKY V KOMPLETU. In: *Emako.cz* [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: https://www.emako.cz/vesaky-a-hacky-3/progarden-nastenny-uchyt-na-smetakove-hole-2-hacky-v-kompletu-8711295663505/?gclid=CjwKCAjw7J6EBhBDEiwA5UUM2uNiKIazjW16oben0fs3Rv8FAd4sxcG-SgTrR6gX8d0b6kmqboPB0BoCyBQQAyD_BwE&gclid=aw.ds
- [83] Informační stojan A3-A4 na šířku: A4 (210 x 297 mm) | ocel. In: *Vkf-renzel.cz* [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.vkf-renzel.cz/index.php?cl=details&cnid=9807251e40f2133b906eebe1d6a897b1&anid=da6793908a47e7374575165c1dbc2afd&listtype=list&>
- [84] BPS – Budget [interní materiál firmy]. Bosch Rexroth. Brno, 2021. Dostupné z interní sítě podniku.
- [85] Vložka z tvrzené pěny pro sady nářadí. In: *Hoffmann-group.com* [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot/Za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD-provoz%C5%AF/P%C5%99%C3%ADslu%C5%A1enstv%C3%AD-GridLine/Vlo%C5%BEka-z-tvrzen%C3%A9-p%C4%9Bny-pro-sady-n%C3%A1%C5%99ad%C3%AD/p/952001-953438?wayIntoCart=PDP&tId=164>

- [86] Přepravka s viditelným obsahem z polypropylenu. In: *Kaiserkraft.cz* [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.kaiserkraft.cz/regalove-prepravky-a-prepravky-s-viditelnym-obsahem/regalove-prepravky-a-prepravky-s-viditelnym-obsahem/prepravka-s-viditelnym-obsahem-z-polypropylenu/d-x-s-x-v-250-x-148-x-130-mm-bal-j-32-kusu/p/M65668/?articleNumber=604154>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Popis
AB	Aggregate Bau
ABS	Anti-lock Brake System
AG	Aktiengesellschaft (akciová společnost – obdoba a. s.)
BPS	Bosch Production System
CEZ	Celková efektivita zařízení
CIP	Continuous Improvement Process
CNC	Computer Numerical Control
ČR	Česká republika
DPH	Daň z přidané hodnoty
ESP	Electronic Stability Program
ETO	Engineer to Order
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung (obdoba s. r. o.)
IoT	Internet of Things
JIS	Just In Sequence
JIT	Just In Time
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MRP	Material Requirements Planning
OEE	Overall Equipment Effectiveness (viz též CEZ)
OPT	Optimized Production Technology
PC	Personal Computer (osobní počítač)
PDCA	Plan – Do – Check – Act
SMED	Single Minute Exchange of Die
s. r. o.	Společnost s ručením omezeným
TOC	Theory of Constraints
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
USA	Spojené státy americké
VSM	Value Stream Mapping
VZV	Vysokozdvíhný vozík

Symbol	Jednotka	Popis
a_i	[m]	průměrná šířka agregátu dané kategorie zvětšená o 2 metry
A_i	[m ²]	velikost montážní plochy pro jeden výrobek
b_i	[m]	průměrná délka agregátu dané kategorie zvětšená o 2 metry
C	[m ²]	plocha palety rozměru 1,2 × 0,8 m (uvažováno $C = 1 \text{ m}^2$)
E_r	[hod]	roční efektivní časový fond jednoho pracoviště montáže hydraulických systémů dané kategorie
F_t	[min]	dostupný čistý časový fond pro výrobu v daném období
k	[-]	koeficient překračování norem (uvažováno $k = 1$)
η_i	[%]	využití montážních pracovišť pro hydraulický systém příslušné kategorie
N_i	[ks]	počet vyrobených kusů hydraulického systému dané kategorie za rok
P_{thi}	[-]	teoretický počet montážních pracovišť pro hydraulický systém příslušné kategorie
P_{ski}	[-]	skutečný počet montážních pracovišť pro hydraulický systém příslušné kategorie
q_i	[ks]	průměrný počet palet s mat. pro výrobu agregátu dané kategorie
Q	[ks]	počet vyráběných dílů za dané období
S	[-]	počet pracovních směn (směnnost)
T	[min]	výrobní takt
t_{ki}	[min]	průměrný čas potřebný pro výrobu jednoho kusu (tj. čas výrobního cyklu) pro hydraulický systém dané kategorie
t_{ud}	[min·den ⁻¹]	denní časová úspora na 1 zaměstnance
t_{ur}	[hod·rok ⁻¹]	roční časová úspora v závodě
€	-	euro

SEZNAM PŘÍLOH

- | | |
|-----------|---|
| Příloha 1 | Schématická vizualizace současného dispozičního řešení haly |
| Příloha 2 | Schématická vizualizace navrhovaného budoucího dispozičního řešení haly |
| Příloha 3 | Výkres základové desky stojanu na řezné a brousící kotouče |
| Příloha 4 | Výkres svařence – stojanu na řezné a brousící kotouče |
| Příloha 5 | Ukázky připravených vizualizací nových standardů 5S |
| Příloha 6 | Kontrolní formulář 5S |
| Příloha 7 | Vzorová prezentace pro školení zaměstnanců k novým standardům 5S |

