



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

PLÁNOVÁNÍ VÝROBNÍ KAPACITY S PODPOROU LEAN MANAGEMENTU

MANUFACTURING CAPACITY PLAN WITH SUPPORT LEAN MANAGEMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Nikoleta Milčíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jana Rozehnalová, M.Sc.

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Studentka:	Bc. Nikoleta Milčíková
Studijní program:	Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	Ing. Jana Rozehnalová, M.Sc.
Akademický rok:	2021/22

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:

Plánování výrobní kapacity s podporou Lean managementu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Výrobní podniky různých zaměření se stále potýkají s problematikou konkurence schopnosti. Úspěšná společnost má znát své výrobní limity, tak aby byla schopna dostávat závazků vůči odběratelům či zadavatelům zakázky v požadovaném termínu, objemu a kvalitě. Pomocí analýz a následných optimalizací je možno dosáhnout navýšení produktivity podniku a zlepšení postavení na trhu.

Cíle diplomové práce:

Rozbor současného stavu vědy a techniky v oblasti plánování výrobních kapacit.

Rešerše relevantních norem.

Systémový rozbor řešené problematiky, návrh a zdůvodnění zvoleného způsobu řešení optimalizace výrobních kapacit.

Analýza a zhodnocení současného stavu a aplikace vybraných metod optimalizace.

Technicko-ekonomické zhodnocení.

Vlastní závěry a/nebo doporučení.

Seznam doporučené literatury:

NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.

TÖPFER, Armin. Six Sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb. Brno: Computer Press, 2008, x, 508 s. : il. ISBN 978-80-251-1766-8.

ČSN EN ISO 9001. Systémy managementu kvality - Požadavky. 2016. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

ČSN EN IEC 31010 ED. 2. Management rizik - Techniky posuzování rizik. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020.

ČSN ISO 10014. Management kvality - Směrnice pro dosahování finančních a ekonomických přínosů. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Táto diplomová práca sa zaoberá plánovaním výrobnéj kapacity s podporou Lean managementu. Obsahuje teoretické východiská k danej problematike, vrátane rešerše relevantných noriem. Výsledkom práce je zavedenie plánovania výrobnéj kapacity s vybranými prvkami štíhlej výroby v rodinnom strojárskom mikropodniku NTW s.r.o. s cieľom zefektívniť firemné procesy.

ABSTRACT

This diploma thesis deals with a production capacities planning supported by Lean management. It contains theoretical background to the issue, including an overview of relevant standards. The outcome of the work is an introduction of production capacity planning with certain elements of lean production in the family engineering microbusiness NTW s.r.o. in order to make business processes more effective.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

výrobná kapacita, kapacitné plánovanie, štíhle riadenie, štíhla výroba, plytvanie vo výrobe, firemné procesy

KEYWORDS

production capacity, capacity planning, lean management, lean production, production waste, business processes

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

MILČÍKOVÁ, Nikoleta. *Plánovanie výrobnéj kapacity s podporou Lean managementu*. Brno, 2022. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140368>. Diplomová práca. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedúci práce Jana Rozehnalová.

POĎAKOVANIE

Moja vďaka patrí školiteľke Ing. Jane Rozehnalovej, M. Sc. za jej vedenie a odborné rady pri písaní tejto práce. Veľmi pekne ďakujem vedeniu firmy NTW s.r.o. za možnosť vypracovať v nej túto diplomovú prácu. V neposlednom rade ďakujem celej svojej rodine, najmä rodičom za možnosť študovať a manželovi za psychickú podporu.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným dielom, spracovala som ju samostatne pod vedením Ing. Jany Rozehnalovej, M.Sc. a s použitím literatúry uvedenej v zozname.

V Brne dňa 19.5.2022

.....

Bc. Nikoleta Milčíková

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	POJMY A TERMINOLÓGIA VO VÝROBE	17
2.1	Výrobný proces	17
2.1.1	Mapovanie procesov a jeho možnosti	18
2.2	Výrobný systém	19
2.3	Typy výroby	19
2.4	Plánovanie a riadenie výroby	22
2.4.1	Ciele PPC	22
2.4.2	Prvky PPC	23
2.5	Výrobná kapacita	25
2.5.1	Klasifikácia výrobných kapacít	26
2.5.2	Kapacitné prepočty	27
2.5.3	Časové fondy	27
2.5.4	Výpočet a využitie výrobnej kapacity	29
2.5.5	Kapacitné plánovanie	31
2.5.6	Stratégie kapacitného plánovania	32
2.5.7	Plánovanie kapacít v diskretnej zákazkovej výrobe	32
2.6	APS – pokročilé plánovanie	35
3	LEAN VÝROBA A LEAN MANAGEMENT	37
3.1	História štíhlosti	37
3.2	Princípy štíhlosti	38
3.3	Plytvanie v štíhlej výrobe	39
3.4	Nástroje a techniky štíhleho managementu	41
4	AKTUÁLNE TRENDY V OBLASTI PLÁNOVANIA KAPACÍT A ŠTÍHLEHO MANAGEMENTU	43
4.1	Trendy v kapacitnom plánovaní	43
4.2	Lean 4.0	43
5	REŠERŠ RELEVANTNÝCH NORIEM	47
5.1	Definícia	47
5.2	ISO normy v oblasti riadenia	47
5.3	Relevantné normy	47
6	SYSTÉMOVÝ ROZBOR RIEŠENEJ PROBLEMATIKY, NÁVRH A ZDÔVODNENIE ZVOLENÉHO SPÔSOBU RIEŠENIA OPTIMALIZÁCIE VÝROBNÝCH KAPACÍT	51
6.1	Predstavenie spoločnosti	51
6.2	Definovanie a analýza problému	62
7	NÁVRH A APLIKÁCIA METÓDY PLÁNOVANIA VÝROBNÝCH KAPACÍT	67
8	TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE	73
9	VLASTNÉ NÁVRHY A ODPORÚČANIA	75
10	ZÁVER	77
11	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	79

12 ZOZNAM SKRATIEK, SYMBOLOV, OBRÁZKOV A TABULIEK.....	85
12.1 Zoznam tabuliek	85
12.2 Zoznam obrázkov	85
12.3 Zoznam skratiek	86

1 ÚVOD

„Vzdelávanie sa nie je povinné ... ale ani prežitie nie.“

~W. Edwards Deming

Vo svete neustáleho technického pokroku, zdokonaľovania výrobných prostriedkov, technológií a systémov organizácie práce a pracovných postupov je konkurencieschopnosť doménou podnikov nie len s najflexibilnejšími možnosťami výroby ale taktiež s najflexibilnejším a najpokrokovejším zmýšľaním.

S príchodom konceptu štíhleho managementu a štíhlej výroby sa však zmýšľanie v tejto oblasti radikálne zmenilo. Premenou základnej rovnice zisku musia podniky prijať fakt, že zákazník nechce a nemá platiť za chyby a náklady firmy. Tie sa musí firma snažiť znižovať spoločne s dodacími lehotami. Práve druhé spomínané úzko súvisí s plánovaním výrobných kapacít, ktoré je dôležitou súčasťou plnenia požiadaviek zákazníkov. Podnik musí dokonale poznať svoje výrobné limity, aby bol schopný dodržiavať svoje záväzky voči zákazníkovi a tým neutrpela jeho povesť.

Táto diplomová práca sa zaoberá plánovaním výrobných kapacít s podporou Lean managementu v rodinnom strojárskom mikropodniku.

Prvá časť práce sa venuje teoretickým východiskám plánovania výrobných kapacít a podstaty štíhleho managementu, ktoré ďalej slúžili ako podklad pre aplikovanie návrhov optimalizácie vo vybranom podniku. Spomína sa základná terminológia v oblasti výroby ako výrobný proces, mapovanie procesov, typy výroby atď. V oblasti plánovania výroby sa venuje jeho cieľom a prvkom. Kapitola o výrobných kapacitách obsahuje jej klasifikáciu, výpočet a využitie. Nasleduje definícia štíhlej výroby a managementu s ich históriou, princípmi a nástrojmi. Nedeliteľnou súčasťou sú aj aktuálne trendy v oblasti plánovania kapacít a štíhleho managementu, ako sú softvéry kapacitného plánovania, použitie virtuálnej reality, kyberneticko-fyzických systémov alebo rádiových frekvenčných identifikácií v aplikovaní princípov Lean. Poslednou kapitolou teoretickej časti je rešerš relevantných noriem týkajúcich sa oblasti systémov riadenia.

Druhá časť práce je venovaná praktickému aplikovaniu návrhov optimalizácie plánovania výrobných kapacít s podporou Lean managementu vo vybranom podniku. Je postavená na systémovom rozbere riešenej problematiky pozostávajúcom z definovania a analýzy problému pomocou Ishikawovho diagramu, základného opisu firmy, jej organizačnej štruktúry, strojového vybavenia. Systémový rozbor ďalej predstavuje firemné portfólio výrobkov a definuje typ výroby podľa viacerých kritérií a mapuje firemné procesy. V posledných kapitolách praktickej časti sú aplikované návrhy na jeho riešenie, ktoré z časti využívajú princípy Lean, ich technicko-ekonomické zhodnotenie a dodatočné vlastné návrhy prispievajúce k zefektívneniu procesov vo firme.

2 POJMY A TERMINOLÓGIA VO VÝROBE

Výroba predstavuje základnú fázu hospodárskeho procesu. Je to kombinácia všetkých výrobných faktorov, práce, pôdy a kapitálu. Pojem výroba zahŕňa takmer všetky činnosti podniku: zriadenie výrobných faktorov (investičná činnosť), zaistenie pracovníkov (personálna činnosť), zaistenie finančných prostriedkov (finančná činnosť), samotná výroba, vyhotovenie výrobkov (výrobná činnosť), skladovanie, kontrola, expedícia.

Je to hodnotovný proces, behom ktorého podnik pretvára vstupy na výstupy [1].

2.1 Výrobný proces

Výrobný proces musí zabezpečovať transformáciu vstupov na výstupy. Výrobný proces sa realizuje vo výrobných systémoch. Je to súbor činností ľudí, výrobných prostriedkov a fyzikálnych procesov. Výsledkom sú rôzne druhy výrobkov.

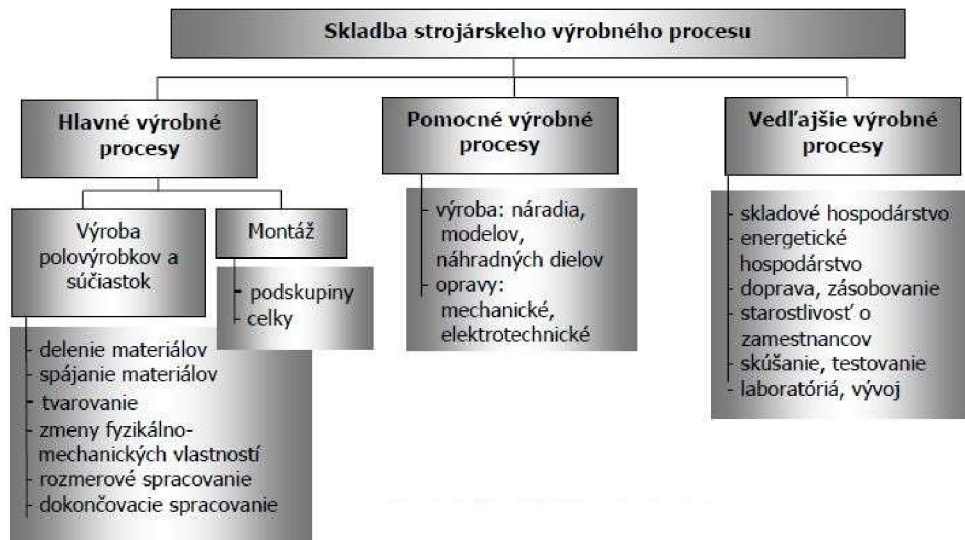
Dôležité sú tri faktory:

- **Cieľavedomá činnosť**, resp. samotná práca človeka.
- **Objekty výroby**, polovýrobky, ktoré sa pretvárajú na výrobky (napr. stroje, mechanizmy, funkčné skupiny, uzly a súčiastky).
- **Výrobné prostriedky** (výrobné stroje, technologické zariadenia, nástroje, prípravky, transportné a manipulačné zariadenia, riadiaca technika a pod). Primárne sú vo výrobnom procese objekty výroby (výrobky). Používajú sa aj názvy: materiál, polovýrobok, obrábaný predmet, súčiastka, montážny uzol, montážny celok, finálny výrobok, stroj, zariadenie a pod. [2].

Podľa metódy posudzovania životného cyklu produktu alebo služby z hľadiska jeho pôsobenia na životné prostredie (anglicky Life Cycle Assessment, skratene LCA) obecné rozlišujeme 5 etáp:

1. Ťažba surovín.
2. Spracovanie a výroba.
3. Preprava.
4. Použitie.
5. Likvidácia odpadu [3].

Pri mapovaní procesu výroby môžeme rozlíšiť hlavné, pomocné a vedľajšie procesy (obr.1):



Obr. 1) Príklad skladby strojárskeho výrobného procesu [2]

2.1.1 Mapovanie procesov a jeho možnosti

Procesné mapovanie tvorí overený analytický a komunikačný nástroj, určený na optimalizáciu existujúcich podnikových procesov a na zavedenie novej procesne orientovanej štruktúry podniku. Je to vhodný nástroj procesného riadenia, ktorý je možné použiť na lepšie pochopenie existujúcich podnikových procesov a na odstránenie nepotrebných procesov, alebo zjednodušenie tých procesov, ktoré vyžadujú zmenu.

Nástroje pre mapovanie procesov sa rozdeľujú do troch hlavných skupín:

- *Nástroje znázornenia tokov* - ide o kresliace nástroje, ktoré pomáhajú popísať procesy prenesením slovného popisu do grafických symbolov.
- *CASE nástroje* - poskytujú konceptuálny rámec pre modelovanie hierarchie procesov a ich popis. Poskytujú možnosti lineárnej, štatistickej a deterministickej analýzy.
- *Simulačné procesy* - poskytujú hlbšiu dynamickú analýzu spojených alebo diskretných údajov. Umožňujú zobrazíť ako zákazník, resp. iný objekt prechádza systémom. Simulačné nástroje sú väčšinou súčasťou lepších CASE nástrojov.

Medzi nástroje mapovania procesov patrí napríklad procesná mapa, SIPOC atď.

Procesná mapa je vizuálnou reprezentáciou hraníc procesu a hlavných krokov procesu. Popisuje proces z hľadiska kvality, nákladov, času, zodpovedností za jednotlivé kroky procesu a toku informácií [4].

SIPOC je akronym z anglických slov Supplier, Input, Process, Output, Customer.

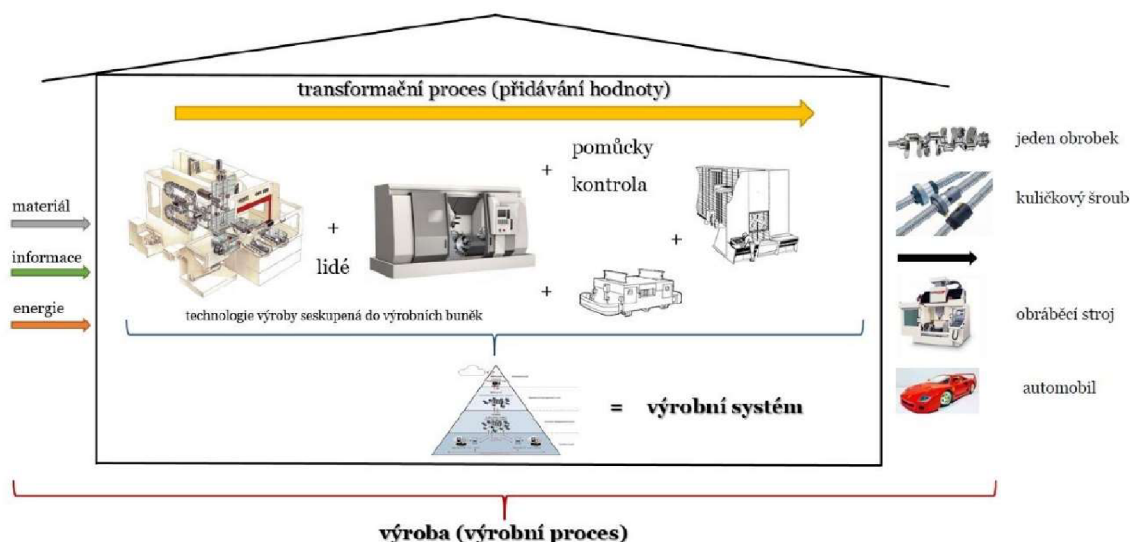
Analýza slúži na zmapovanie vzťahov medzi analyzovaným procesom, jeho vstupmi a výstupmi, ako aj vplyv zákazníka a dodávateľa na proces. Pomáha vytvoriť si komplexný obraz o vzájomných vplyvoch medzi skúmanými položkami. SIPOC je súčasťou metód Lean managementu, ale využívať sa dá aj samostatne [5].

Vývojový diagram je typ diagramu, ktorý ukazuje vzťahy medzi jednotlivými časťami procesu, postupu, systému alebo počítačového algoritmu, ktoré sú znázornené symbolmi rôznych tvarov (štvorec, kruh...). Tie sú navzájom prepojené šípkami, ktoré znázorňujú priebeh celého procesu. Vývojové diagramy sú obzvlášť užitočné pri zobrazovaní súčasných procesov, pretože ukazujú, ako v súčasnosti funguje. Pomáhajú vidieť, či sú jednotlivé kroky a postupy v logickej postupnosti, odкрývajú problémy a často aj nadbytočné kroky, ktoré by bez vizuálneho znázornenia ostali nepovšimnuté [6].

2.2 Výrobný systém

Výrobné činnosti sú bežne organizované a realizované v rôznych výrobných systémoch. Každý z výrobných systémov má za úlohu dosiahnuť súbor definovaných cieľov a je spojený so systémovou paradigmou. Jej výber závisí od požiadaviek zákazníka a zložitosti výrobného prostredia. Zložitosť výrobného systému závisí na počte konštrukčných premenných a ich dynamickom správaní s ohľadom na časové možnosti. Výrobné systémy sa vyvíjajú tak, aby uspokojili vznikajúce nároky zákazníkov a výrobného prostredia [7].

Obrázok 2 zobrazuje schému výrobného procesu a výrobného systému.



Obr. 2) Výrobný proces a výrobný systém [8]

2.3 Typy výroby

Proces výroby je možné klasifikovať podľa celej rady kritérií:

Rozdelenie podľa početnosti opakovania výrobku:

- kusová výroba,
- sériová výroba (malosériová, stredne sériová, veľkosériová),
- hromadná výroba,
- druhová výroba.

Rozdelenie podľa vzťahu k odbytu:

- zákaznícka výroba,
- výroba pre trh.

Rozdelenie podľa spojitosti výrobného toku:

- nespojitá (diskrétna) výroba,
- spojitá (kontinuálna výroba).
-

Rozdelenie podľa časovej spojitosti:

- časovo nespojitá výroba,
- časovo spojitá výroba.

Rozdelenie podľa väzby vstupný materiál – výstupný produkt

Výroba typu V – počet finálnych výrobkov je omnoho väčší než počet nakupovaných materiálov. Je využívaný totožný technologický postup. Typickým oborom je oceliarstvo, textilný priemysel, produkcia liečiv.

Výroba typu A – počet materiálov vyrábaných komponentov výrazne prevyšuje počet výrobkov. Sú použité rôzne technologické postupy pre rôzne diely finálneho výrobku. Typickým oborom je ťažké strojárstvo, letecký priemysel.

Výroby typu T – výrobok sa skladá z obmedzenej množiny komponentov. Existujú celkom odlišné technologické postupy. Typickým odborom je elektrotechnika a výroba spotrebného tovaru.

Rozdelenie podľa spôsobu odberu

Konštrukcia na zákazku – ETO (engineer-to-order) – najmä strojársky a ťažký priemysel (vývoj produktov podľa prania zákazníkov, vlastné vývojové oddelenie, výroba aj služby). Charakteristickými znakmi sú:

- čas na uskutočnenie projektu nie je predom daný,
- nutnosť reagovať na priebežne sa meniace špecifikácie produktu v priebehu definície produktu,
- plánovanie ako materiálu tak aj kapacít,
- využitie rozhodovacích procedúr make/buy,
- outsourcing častí projektu na subdodávateľov a ich riadenie,
- časté výkyvy peňažných prostriedkov,
- takmer všetok materiál sa nakupuje podľa špecifikácií a požiadaviek zákazníka.

Montáž na zákazku – ATO (assemble-to-order) – najmä automobilový priemysel, elektrotechnika. Charakteristickými znakmi sú:

- krátka doba potrebná k realizácii finálnej montáže,
- modularita výrobkov, výroba orientovaná podľa potrieb a požiadaviek zákazníka,
- štandardizácia súčiastok,

- hierarchia v plánovaní – hlavný plán, plán potrieb, produkčný plán,
- plánovanie zamerané viac na materiál než na kapacity,
- väčšia závislosť na dodávateľoch, drvivá väčšina materiálu je nakupovaná,
- dôraz na riadenie kvality, servis a podporu zákazníkov.

Výroba na sklad – MTS (make-to-stock) – používajú ju spoločnosti s nespojitou výrobou, ktoré vyrábajú určité štandardné výrobky na sklad – odevy, spotrebnú elektroniku, bicykle, kancelárske potreby atď. Charakteristickými znakmi sú:

- nespojitá výroba,
- výroba a predaj podľa dlhodobých plánov a predajných predpovedí,
- hierarchia plánovania (hlavný plán, plán potrieb, plán výroby),
- plánovacie funkcie sú orientované na materiál (malé objemy výroby) a na kapacity (pri veľkých objemoch výroby),
- úzke vzťahy s dodávateľmi,
- vývoj sortimentu previazaný s vývojom a marketingom,
- kľúčové sú predpovede predajov a plánovanie strategickej úrovne zásob.

Výroba na zákazku – MTO (make-to-order) – model výroby, pri ktorom je plánovanie kapacít založené na objednávkach zákazníka – ľahké strojárstvo, nábytkársky priemysel. Charakteristickými znakmi sú:

- na rozdiel od ETO je MTO väčšinou výberom z konečného spektra konfigurácií alebo len z definovaného spektra produktov,
- ťažko predvídateľný dopyt,
- kritické je plánovanie kapacít,
- flexibilita v požadovanej kapacite,
- plánovanie výroby je špecifické podľa zákazníkov, nákup kritických materiálov je anonymný,
- nákup a produkcia náhradných dielov.

Dávková a procesná výroba – PBM (process batch manufacturing) – spoločnosti vyrábajúce veľké série výrobkov vo výrobných dávkach – výrobky dennej potreby, napríklad nápoje, jedlo, kozmetika, drogistický tovar apod. Charakteristickými znakmi sú:

- krátke výrobné cykly výrobku – množstvo produkcie priamo závisí na marketingu,
- suroviny, medziprodukt a konečný produkt musia byť často kontrolované pre svoju obmedzenú dobu trvanlivosti,
- vstupujúci materiál je často veľmi lacný,
- výroba a balenie prebiehajú v riadenej výrobní linke,
- plánovanie produkcie je zamerané predovšetkým na kapacity,
- veľké nároky na výstupnú kvalitu – časté inšpekcie kvality,
- úzke vzťahy celého produkčného reťazca podmienené krátkou dobou použiteľnosti surovín a výrobkov.

Napriek rozdielnym spôsobom klasifikácie výrobného procesu zostávajú základné parametre z hľadiska plánovania stále rovnaké: materiálové požiadavky, výrobné kapacity, náklady a výrobné toky [9].

2.4 Plánovanie a riadenie výroby

Plánovanie a riadenie výroby (angl. Production Planning and Control - PPC) je manažérsky nástroj slúžiaci na dosiahnutie stanovených cieľov výroby ako organizovanej činnosti. Plánovanie výroby začína analýzou obdržaných dát ako dopyt po produktoch, harmonogram dodávok atď. Na základe dostupných informácií sa vypracuje schéma využitia zdrojov podniku (stroje, materiál, pracovná sila) tak, aby bol cieľ dosiahnutý čo najhospodárnejším spôsobom [10].

Tab 1) Rozhodovanie sa v PPC [11]

Otázka	Časť plánovania
Čo budeme vyrábať?	Plánovanie a vývoj produktu
Ako to budeme vyrábať?	Plánovanie materiálu, Plánovanie procesov, Plánovanie nástrojového vybavenie
Kde to budeme vyrábať?	Plánovanie zariadení, Kapacitné plánovanie, Kooperácia
Kedy to budeme vyrábať?	Plánovanie výroby, Vyt'aženie strojov
Kto to bude vyrábať?	Plánovanie ľudských zdrojov
Koľko toho budeme vyrábať?	Kapacitné plánovanie, Ekonomická veľkosť dávky

2.4.1 Ciele PPC

Existujú tzv. 3M: Mens (pracovná sila), Materials (materiál) and Machines (stroje), bez ktorých by výroba nefungovala.

Systém plánovania a riadenia výroby integruje a koordinuje použitie pracovnej sily, strojov a materiálov tak, aby viedlo k efektívnej výrobe v súlade s predajnými požiadavkami.

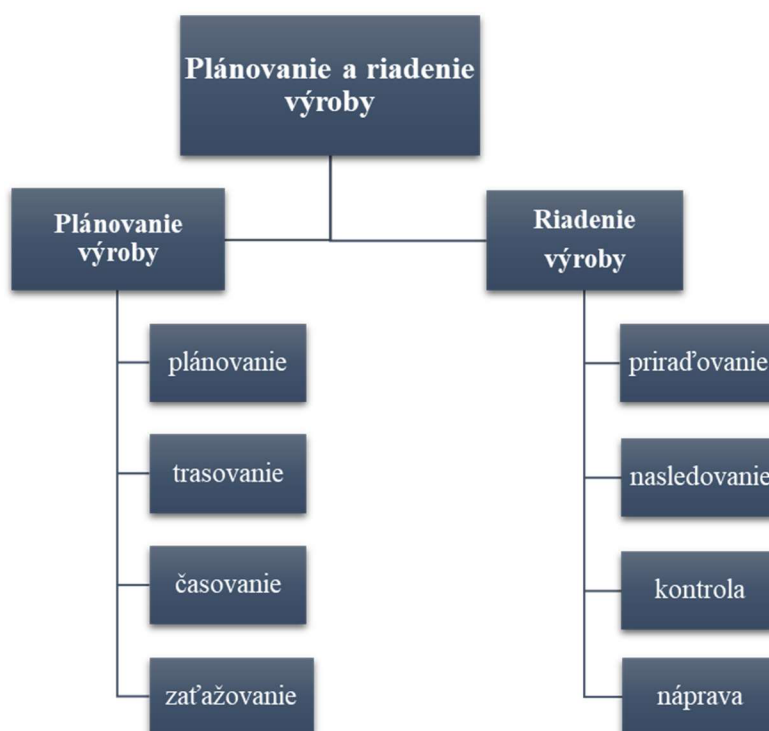
1. Navrhnuť systém a plán, podľa ktorého bude výroba realizovaná tak, aby bol dodržaný dohodnutý termín dodania v súlade s minimálnymi nákladmi a štandardom kvality.
2. Zabezpečiť efektívne využitie výrobných zariadení.
3. Koordinovať výrobné činnosti rôznych oddelení.
4. Udržiavať primerané, nie nadmerné, množstvo zásob surovín, rozpracovaných a hotových výrobkov.
5. Zabezpečiť výrobu správneho produktu v správnej kvalite a v správnom čase.
6. Udržať flexibilitu vo výrobných operáciách, prispôbiť a náhlym úlohám alebo mimoriadnym udalostiam.
7. Čo najefektívnejšie a najhospodárnejšie koordinovať prácu, stroje a zariadenia.
8. Zabezpečenie plynulého toku materiálov odstránením prípadných prekážok vo výrobe.

9. Stanovenie cieľov a ich porovnanie s výkonom.
10. Poskytnúť alternatívne výrobné stratégie v prípade núdzových situácií.
11. Určiť povahu a veľkosť rôznych vstupných faktorov k výrobe požadovaného výstupu.
12. Oddelenie PPC usmerňuje výrobu prípravou a vystavovaním výrobných zákaziek, ktoré usmerňujú použitie zariadení a materiálu a pridelujú pracovnú silu na výstup požadovaného množstva produktov požadovanej kvality [12].

2.4.2 Prvky PPC

Je dôležité poznamenať, že plán výroby je prvým a najdôležitejším prvkom PPC. Plánovanie znamená vopred sa rozhodnúť, čo sa bude v budúcnosti robiť. V organizácii sa založí samostatné oddelenie plánovania, ktoré je zodpovedné za prípravu politiky a plánov s ohľadom na to, aby bola výroba uskutočňovaná v náležitom čase. Oddelenie plánovania pripravuje rôzne tabuľky, manuály, rozpočet atď. na základe podkladov od managementu. Tieto plány, grafy a výrobné rozpočty dostávajú praktickú podobu tým, že so sebou prinášajú rôzne prvky riadenia výroby. Ak je plánovanie výroby chybné, nepriaznivo ovplyvnené je aj riadenie výroby. Na dosiahnutie cieľov výroby, plánovanie výroby poskytuje zdravý základ pre riadenie výroby.

Treba mať na pamäti, že plány výroby sú pripravované na najvyšších úrovniach podniku, kdežto riadenie výroby sa vykonáva na úrovni strojárskej dielne (najnižšia úroveň), kde už dochádza k samotnej výrobe. Niektoré z dôležitých prvkov PPC zobrazuje obr.3 [13].



Obr. 3) Prvky PPC [13]

Dôležité prvky PPC môžeme ďalej menovať ako:

1. **Materiál:** plánovanie zabezpečenia surovín, komponentov a náhradných súčastí v správnom množstve a podľa špecifikácií v správnom čase zo správnych zdrojov a na správnom mieste. Nakupovanie, uskladnenie, kontrola zásob, štandardizácia, znižovanie rozmanitosti, analýza hodnôt a kontrola sú ďalšie činnosti spojené so zabezpečovaním materiálu.
2. **Postup:** vyberanie najlepšej metódy z procesných alternatív. Zahŕňa tiež určenie najlepšieho poradia operácii (procesný plán) a plánovanie a prípravu nástrojov, prípravkov atď.
3. **Stroje a vybavenie:** výrobné metódy súvisia s výrobnými zariadeniami dostupnými vo výrobných systémoch. Zahŕňajú plán zariadení, kapacitné plánovanie, pridelovanie a využitie strojov atď.
4. **Pracovná sila:** plánovanie pracovnej sily s adekvátnymi schopnosťami a znalosťami.
5. **Trasovanie:** určenie toku manipulácie s pracovným materiálom v závode a poradia operácií a procesných krokov. Súvisí to so zvážením vhodného rozmiestnenia pracoviska, určením dočasného umiestnenia surovín, komponentov, čiastočne dokončených produktov a s usporiadaním systému manipulácie s materiálom.

Trasovací list: je to dokument poskytujúci informácie a inštrukcie k premene surovín na hotové časti alebo produkty. Definuje každý krok výrobných operácií a určuje presnú cestu, ktorou produkt musí prejsť pri jeho premene. Obsahuje nasledujúce informácie:

- a) výrobné operácie v požadovanom poradí,
 - b) stroje a vybavenie použité v každej operácii,
 - c) odhadovaný čas nastavenia a operácie na každý jeden kus,
 - d) nástroje, prípravky a zariadenia pre každú operáciu,
 - e) detailný výkres časti, podzostavy a finálnej zostavy,
 - f) špecifikácie, rozmery, tolerancie, povrchové úpravy a štandardy kvality, ktoré majú byť dodržané,
 - g) špecifikácia surovín, ktoré budú použité,
 - h) operačné parametre použitých nástrojov,
 - i) proces kontroly kvality a použité metrologické nástroje,
 - j) inštrukcie k baleniu a zaobchádzaniu počas prepravovania súčastí a podzostáv.
6. **Odhadovanie:** stanovenie prevádzkových časov vedúce k spresneniu noriem pre pracovníka a stroj. Odhad zahŕňa rozhodovanie o množstve produktu, ktoré má byť vyrobené a vynaložených nákladoch. Odhad pracovnej sily, kapacity strojov a materiálu vyžadovaných k splneniu plánovaných cieľov výroby je kľúčovou činnosťou pred vytváraním rozpočtu zdrojov.

7. **Zat'azovanie:** zat'azovanie stroja je proces premeny operačného plánu do praxe v spojení s trasovaním. Je to proces priradenia špecifických úkonov strojom, ľudom alebo pracovným centram založený na relatívnych prioritách a využití kapacity. Zaisťuje maximálne možné využitie výrobných zariadení a redukuje vznik prekážok vo výrobe.
8. **Časovanie:** zaisťuje, že súčasti, podzostavy a dokončené produkty sú skompletizované v súlade s vyžadovanými dátumami dodania. Poskytuje časový rámec výrobných aktivít.

Cieľ časovania:

- a) zabráňuje nevyváženému využitiu času medzi prácou, centrami a oddeleniami,
 - b) využíva prácu takým spôsobom, že výrobok je vyrábaný v stanovenom čase a na celkovú výrobu sú vynaložené minimálne náklady.
9. **Prirad'ovanie:** týka sa vykonávania plánovacích funkcií. Dodáva nevyhnutnú právomoc na vykonávanie určitej práce, ktorá už bola naplánovaná v časti trasovania a časovania. Je to uvoľnenie pokynov a inštrukcií k začatiu výroby v súlade s trasovacím listom a časovým plánom.
 10. **Kontrola:** táto funkcia je spojená so zabezpečovaním kvality vo výrobe a s hodnotením efektívnosti procesov, metód a postupov tak, aby došlo k zvyšovaniu štandardov kvality.
 11. **Hodnotenie:** cieľom hodnotenia je zvyšovať výkonnosť strojov, procesov a pracovníkov.
 12. **Riadenie nákladov:** výrobné náklady sú riadené pomocou redukcie plytvania, analýzou hodnôt, riadením zásob a efektívnym využitím všetkých dostupných zdrojov [14].

2.5 Výrobná kapacita

Výrobnou kapacitou podniku sa označuje maximálny možný objem výroby požadovaného sortimentu a kvality, pri danej výrobnej štruktúre za jednotku času a pri uplatnení overených výrobných skúseností a efektívnej organizácii výrobného programu. Je to teda potenciálna schopnosť, resp. potenciálny výkon podniku vyrobiť určitý objem produkcie v určitom sortimente a čase.

Výrobná kapacita bezprostredne závisí od výrobných faktorov využívaných v danom podniku. Maximálny objem výroby totiž možno dosiahnuť len za predpokladu, že:

- podnik využíva progresívne podnikové prostriedky (stroje a zariadenia),
- výrobná štruktúra je zosúladená s výrobným programom,
- materiály, suroviny a energia sú kvalitné,
- činnosť podniku je zabezpečená kvalifikovanými pracovníkmi,

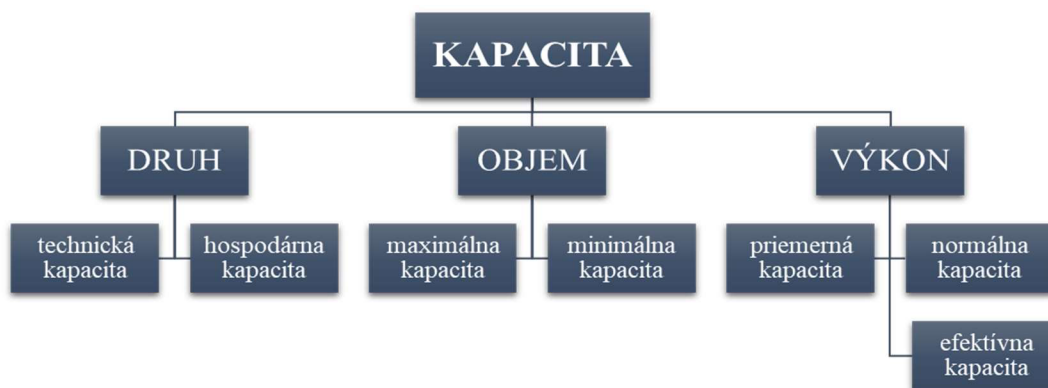
- podnik ma optimálny pracovný režim.

Schopnosť podniku dosiahnuť určitú výrobnú kapacitu nie je len súčtom výkonov jednotlivých výrobných faktorov, ale je komplexnou veličinou, ktorej výšku určuje ako účinnosť týchto faktorov, tak ich vzájomné usporiadanie, kombinácia, substitúcia jedného faktora druhým a pod. Na veľkosť výrobnéj kapacity vplýva tiež okolie podniku prostredníctvom rôznych limitujúcich faktorov ako napr. doprava, zásobovanie, energia a pod [14].

2.5.1 Klasifikácia výrobných kapacít

Kapacitu môžeme triediť (obr. 4) podľa týchto znakov:

- druh,
- objem,
- výkon.



Obr. 4) Klasifikácia kapacít [14]

Podľa druhu môžeme členiť výrobnú kapacitu z dvoch hľadísk, a to:

- technická kapacita, ktorá je určená technologickou výkonnosťou podnikových prostriedkov, t.j. tzv. štítkovým výkonom,
- hospodárna kapacita, t.j. kapacita, pri ktorej sú náklady na jednotku výkonu minimálne.

Podľa objemu je kapacita určovaná množstvom výroby, a tu rozoznávame:

- maximálnu kapacitu, ktorú dosiahneme s minimálnym časom potrebným na prípravu, ako aj s minimálnymi časovými stratami, pri maximálnej intenzite výkonu a optimálnej organizácii. Pre podnikovú prax má výnimočnosť v tom, že jej hodnota nemôže byť prekročená,
- minimálnu kapacitu, ktorá ma význam len v niektorých výrobách, t.j. ak daný výkon je potrebné realizovať len v malom rozsahu.

Podľa výkonu rozoznávame tri druhy kapacít:

- priemernú kapacitu, ktorú vypočítame ako priemerný výkon podnikových prostriedkov, dielne, pracoviska, resp. celého podniku na základe údajov získaných za dlhšie časové obdobie,
- normálnu kapacitu, t.j. kapacitu dosiahnutú v bežných prevádzkových podmienkach podniku a
- efektívnu kapacitu, ktorú určujeme, dosiahneme pri zohľadnení všetkých kladných a záporných vplyvov. Oveľa častejšie ako opísaný širší rozbor výrobnéj kapacity sa v literatúre nachádza užší, svojím spôsobom zjednodušený, pohľad na problematiku výrobnéj kapacity podniku a jej riešenie [14].

2.5.2 Kapacitné prepočty

V najjednoduchšom vyjadrení je kapacita súčin výkonu zariadenia a jeho doby činnosti (časového fondu).

Výkon výrobného zariadenia je maximálne množstvo výrobkov vyrobených za jednotku času (obvykle sekunda, minúta, hodina).

Časový fond výrobného zariadenia udáva plánovaný počet dní (resp. hodín) jeho činnosti za rok. Vyjadruje teda akú dobu môže byť dané zariadenie v prevádzke [15].

2.5.3 Časové fondy

Časový fond výrobného zariadenia, ktorý predstavuje počet dní, resp. hodín jeho činnosti za kalendárny rok. Je závislý od špecifik jednotlivých odvetví ekonomiky-

Kalendárny časový fond je daný počtom dní v roku. Môžeme ho vyjadrovať aj v hodinách. Používa sa pri výpočte výrobnéj kapacity v nepretržitých výrobných procesoch. V ostatných výrobách je kalendárny časový fond základom pre výpočet nominálneho časového fondu.

Nominálny časový fond zistíme z kalendárneho časového fondu odpočítaním dní štátnych sviatkov, dní pracovného pokoja, celozávodnej dovolenky a pod. Nominálny časový fond v hodinách zistíme vynásobením počtu dní nominálneho časového fondu s počtom zmien v jednom pracovnom dni a počtom pracovných hodín v jednej pracovnej zmene [16].

Využitelný (efektívny) časový fond predstavuje množstvo disponibilného času určitej pracovnej jednotky. Rozlišujeme efektívny časový fond strojného pracoviska, ručného pracoviska a tiež pracovníka. V prípade efektívneho časového fondu strojného pracoviska je disponibilný čas skrátený o predpokladaný čas opráv a údržby strojov. V prípade efektívneho časového fondu pracovníka odčítame od časového fondu ručného pracoviska počet dní dovolenky a tiež priemernú hodnotu času stráveného pracovníkom kvôli chorobe mimo pracoviska. Efektívne časové fondy sa obvykle vyjadrujú pre jednu zmenu za obdobie jedného roka [17].

Efektívny časový fond ručného pracoviska

Teoretickú hodnotu E_r vypočítame pomocou vzťahu (1) na určenie efektívneho časového fondu ručného pracoviska, podľa vzťahu:

$$E_r = (K_c - S - N - S_v) \cdot 8 \text{ [hod./rok]} \quad (1)$$

E_r – efektívny časový fond ručného pracoviska [hod./rok]

K_c – celkový počet dní v kalendárnom roku [-]

S – počet sobôt [dni/rok]

N – počet nedelí [dni/rok]

S_v – počet štátnych sviatkov [dni/rok]

$$E_r = (K_c - S - N - S_v) \cdot 8 = (365 - 53 - 52 - 11) \cdot 8 = 1992 \text{ [hod./rok]}$$

Efektívny časový fond strojného pracoviska

Empirickými zisteniami a následným štatistickým spracovaním dát sa zistilo, že priemerne 10 až 12 % z časového fondu strojného pracoviska činia opravy či plánované údržby strojov. Hodnotu E_s získame použitím vzťahu číslo (2) na určenie efektívneho strojného času pracoviska, podľa vzťahu uvedeného v literatúre:

$$E_s = E_r - (0,1 \cdot E_r) \text{ [hod./rok]} \quad (2)$$

E_s – efektívny časový fond strojného pracoviska [hod./rok]

E_r – efektívny časový fond ručného pracoviska [hod./rok]

$$E_s = E_r - (0,1 \cdot E_r) = 1992 - (0,1 \cdot 1992) = 1792,8 \text{ [hod./rok]}$$

Efektívny časový fond pracovníka

Priemerný počet dní dovolenky pracovníka sa obvykle zavádza minimálna zákonná doba 20 dní za rok. Priemerný počet dní, kedy je pracovník práce neschopný z dôvodu choroby, býva obvykle 15 dní za obdobie jedného roka. Tieto údaje musíme odpočítať od E_r a tak získame efektívny časový ročný fond na jedného pracovníka. Efektívny časový fond pracovníka vypočítame pomocou vzťahu číslo (3).

$$E_p = E_r - (D + N) \cdot 8 \text{ [hod./rok]} \quad (3)$$

E_p – efektívny časový fond pracovníka [hod./rok]

E_r – efektívny časový fond ručného pracoviska [hod./rok]

N – priemerný počet dní práce neschopnosti z dôvodu choroby [dni/rok]

D – zákonný počet dní dovolenky [dni/rok]

$$E_p = E_r - (D + N) \cdot 8 = 1992 - (20 + 15) \cdot 8 = 1712 \text{ [hod./rok]}$$

[17]

2.5.4 Výpočet a využitie výrobnej kapacity

Výpočet výrobnej kapacity výrobnej jednotky môžeme stanoviť ako:

Výrobnú kapacitu v naturálnych jednotkách, ak výrobná jednotka vyrába jeden druh výrobku alebo výrobky vzájomne prevoditeľné. Výpočet môžeme použiť v automobilovom priemysle, cukrovarníctve, mäsovom priemysle a pod.

Výrobnú kapacitu Q vyjadríme podľa vzorca:

$$Q = T_p \cdot V_p \quad (4)$$

T_p - využitelný časový fond v hodinách

V_p - výkon v naturálnych jednotkách za 1 hodinu.

Výrobnú kapacitu systému alebo jeho častí (Q) tak môžeme vyjadriť ako funkciu jeho výkonnosti za jednotku času (V_p) a určitého obdobia (T_p) :

$$Q = f(T_p \cdot V_p) \quad (5)$$

Vzorec pre výpočet využitelného časového fondu vypočítame podľa vzorca:

$$T_p = d \cdot s \cdot h \cdot S_z \quad (6)$$

d - počet dní po odčítaní všetkých časových strát

s - počet zmien

h - počet hodín v jednej zmene

S_z - počet vzájomne zameniteľných strojov.

Výrobnú kapacitu v normách prácnosti. Kapacitná norma prácnosti je upravená percentom plnenia noriem a koeficientom progresívnosti, ktorý vyjadruje ďalšie možnosti znižovania prácnosti uplatňovaním technických a organizačných opatrení.

Výrobnú kapacitu Q vypočítame pomocou vzorca :

$$Q = \frac{T_p}{t_k} \quad (7)$$

T_p - využitelný časový fond v hodinách

t_k - kapacitná norma prácnosti jedného výrobku v hodinách.

Kapacitnú normu prácnosti jedného výrobku t_k v hodinách vypočítame potom nasledovne:

$$t_k = \frac{t}{k_1 \cdot k_2} \quad (8)$$

t – norma prácnosti výrobku v normohodinách
k₁ – koeficient plnenia noriem
k₂ – koeficient progresie (vyjadruje rast produktivity práce).

Výrobnú kapacitu výrobných plôch

Výrobnú kapacitu Q výrobných plôch vypočítame podľa vzorca:

$$Q = \frac{M}{m} \cdot \frac{T_p}{t_k} \quad (9)$$

M- celková výrobná plocha v m²

m - kapacitná norma plochy potrebná na výrobu 1 výrobku v m².

T_p - využitelný časový fond v hodinách

t_k - kapacitná norma prácnosti jedného výrobku v hodinách.

Využitie výrobnej kapacity

Keďže výrobná kapacita je stanovená ako maximálny možný objem produkcie dosiahnuteľný výrobnou jednotkou za určité obdobie, bude skutočne dosiahnutý objem výroby vždy nižší. Pomer medzi skutočným objemom výroby a výrobnou kapacitou charakterizuje využitie výrobnej kapacity. Vyjadríme ju koeficientom, ktorý sa môže pohybovať od 0 do 1, pri násobení 100 vyjadríme výrobnú kapacitu v percentách.

Využitie výrobnej kapacity vypočítame podľa vzorca:

$$k_c = \frac{Q_s}{Q_p} \quad (10)$$

k_c - koeficient celkového (integrálneho) využitia výrobnej kapacity

Q_s - skutočný objem výroby

Q_p - výrobná kapacita.

Rozdiel medzi Q_p – Q_s predstavuje kapacitnú rezervu, t. j. objem výroby, ktorý by mohol byť vyrobený navyše pri plnom využití výrobnej kapacity.

Koeficient **k_c** je syntetickým ukazovateľom, pretože sa v ňom premieta vplyv všetkých činiteľov, ktoré pôsobia na výrobnú kapacitu. Ak budeme vychádzať zo základného vzorca pre výpočet výrobnej kapacity, podľa ktorého je výrobná kapacita určená súčinom využiteľného časového fondu a kapacitného výkonu, t.j. $Q_p = T_p \cdot V_p$, môžeme analogicky skutočne dosiahnutý objem výroby Q_s považovať za súčin skutočnej doby prevádzky stroja T_s a jeho skutočného výkonu V_s. Pri tejto závislosti sa $Q_s = T_s \cdot V_s$

Z uvedeného vzťahu môžeme odvodiť, že:

$$k_c = \frac{Q_s}{Q_p} = \frac{T_s \cdot V_s}{T_p \cdot V_p} = \frac{T_s}{T_p} \cdot \frac{V_s}{V_p} = k_e \cdot k_i \quad (11)$$

$$k_e = \frac{T_s}{T_p} \quad (12)$$

$$k_i = \frac{V_s}{V_p} \quad (13)$$

k_c - koeficient celkového (integrálneho) využitia výrobnéj kapacity

Q_s - skutočný objem výroby

Q_p - výrobná kapacita.

T_s – skutočná doba prevádzky stroja

V_s – skutočný výkon

T_p – využitelný časový fond

V_p – potenciálny, t. j. maximálne možný (štitkový) výkon

k_e – koeficient časového (extenzitného) využitia kapacity

k_i - koeficient výkonového (intenzitného) využitia výrobnéj kapacity.

Rozkladom koeficienta celkového integrálneho využitia výrobnéj kapacity sme dostali koeficient časového (extenzitného) využitia kapacity, (k_e), poukazujúceho na stupeň využitia využiteľného časového fondu a koeficient výkonového (intenzitného) využitia výrobnéj kapacity (k_i) poukazujúceho na stupeň využitia výkonnostných parametrov strojov a výrobných zariadení.

V praxi často nemáme k dispozícii údaje o skutočnom výkone strojov a zariadení. Pri určovaní koeficienta ich výkonového využitia vychádzame preto zo vzťahu:

$$k_c = k_e \cdot k_i \quad (14)$$

z ktorého vyplýva:

$$k_i = \frac{k_c}{k_e} \quad (15)$$

k_i - koeficient výkonového (intenzitného) využitia výrobnéj kapacity

k_c - koeficient celkového (integrálneho) využitia výrobnéj kapacity

k_e – koeficient časového (extenzitného) využitia kapacity [16]

2.5.5 Kapacitné plánovanie

Kapacitné plánovanie je proces používaný k určeniu zdrojov, ktoré výrobcovia potrebujú na uspokojenie dopytu po svojich produktoch alebo službách. Úroveň kapacity priamo súvisí s množstvom produkcie, ktoré sú výrobcovia schopní vytvoriť.

Stratégie plánovania kapacít nasmerujú výrobcov k rozhodnutiam, koľko surovín, zariadení, pracovnej sily a investícii treba zabezpečiť za určité časové obdobie, aby dokázali uspokojiť nastávajúci dopyt.

V prípade nedostatočného plánovania kapacít dôjde k neuspokojeniu potrieb zákazníkov a tí sa následne presunú ku konkurencii.

Dobrá stratégia plánovania kapacity pomáha primerane plánovať výrobné zdroje. Nadmerná kapacita spôsobuje, že finančné prostriedky výrobcu sa míňajú neefektívne a mohli by byť investované inak. Na druhej strane nízka kapacita zabraňuje výrobcovi vyrábať v konkrétnom časovom období to, čo si zákazník želá [18].

2.5.6 Stratégie kapacitného plánovania

Hlavná stratégia

Je to agresívny prístup k plánovaniu kapacity, ktorý zahŕňa predbežné investície na jej zvýšenie. V rámci tejto stratégie spoločnosti zvyčajne zvyšujú svoju kapacitu pred akýmkoľvek zvýšením dopytu. Výrobca môže napríklad rozšíriť svoju výrobnú kapacitu, prenajať si väčší sklad alebo nadobudnúť zásoby vzhľadom na očakávania od budúceho kalendárneho roka. Hlavná stratégia sa zvyčajne používa na zvyšovanie podielu na trhu a využitie výhod pred konkurentmi, ktorých môže zasiahnuť nedostatok zásob najmä v obdobiach roka, keď je dopyt najvyšší. Rizikom tejto stratégie je však to, že očakávaný dopyt sa nemusí zhodovať so skutočným dopytom, a to následne vedie k nadmerným zásobám a vyšším nákladom na skladovanie.

Stratégia oneskorenia

Je protikladom hlavnej stratégie. Tento prístup čaká, kým sa aktuálna kapacita využije naplno a až potom sa pridáva ďalšia. Stratégia oneskorenia je viac reaktívna ako proaktívna. Výhodou reakcie na skutočný nárast dopytu je, že podniky sa vyhnú držaniu príliš veľkého množstva zásob. Môže však viesť ku krátkym oneskoreniam pri získavaní zásob, a to následne k strate zákazníkov v prospech konkurentov.

Stratégia zhody

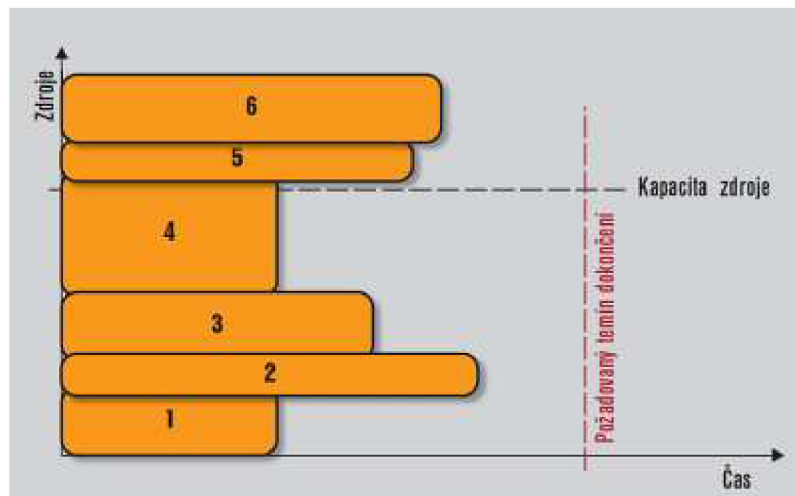
Táto stratégia prekračuje hranicu medzi hlavnou stratégiou a stratégiou oneskorenia. Namiesto zvyšovania kapacity vopred alebo zvyšovania súčasnej, plne vyťaženej kapacity, stratégia zhody zahŕňa postupné úpravy kapacity spoločnosti. Tieto zmeny vychádzajú z najnovších trhových podmienok, ktoré podniky donútiť, aby pozorne sledovali využitie ich kapacít a v prípade potreby postupne zodpovedali dopytu. Aj keď tento spôsob vyžaduje komplexnejší prístup, vo všeobecnosti je pre spoločnosť bezpečnejší, keďže je odolný voči riziku a proaktívny [19].

2.5.7 Plánovanie kapacít v diskrétnej zákazkovej výrobe

1. Plánovanie s neobmedzenými kapacitami

Predpokladom tohto konceptu je, že žiadny výrobný zdroj nie je kapacitne obmedzený. Pokiaľ do systému s neobmedzenými kapacitami zadáme neobmedzený počet požiadaviek na výrobu s rovnakými termínom dokončenia, systém ich akceptuje aj keď nie je reálne možné tieto požiadavky uspokojiť. V tomto prípade musí plánovač podľa vlastnej skúsenosti alebo na základe opakovaných iterácií odhadnúť kapacitu zdroja a plánovať termíny dokončenia

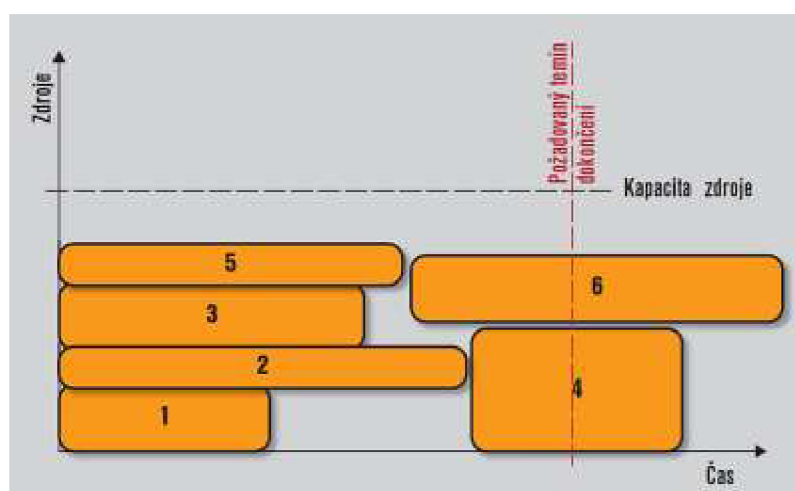
produktov tak, aby odpovedali reálnej kapacite zdroja. Plánovanie s neobmedzenými kapacitami zobrazuje obr. 5.



Obr. 5) Plánovanie s neobmedzenými kapacitami [20]

2. Plánovanie s obmedzenými kapacitami bez optimalizácie

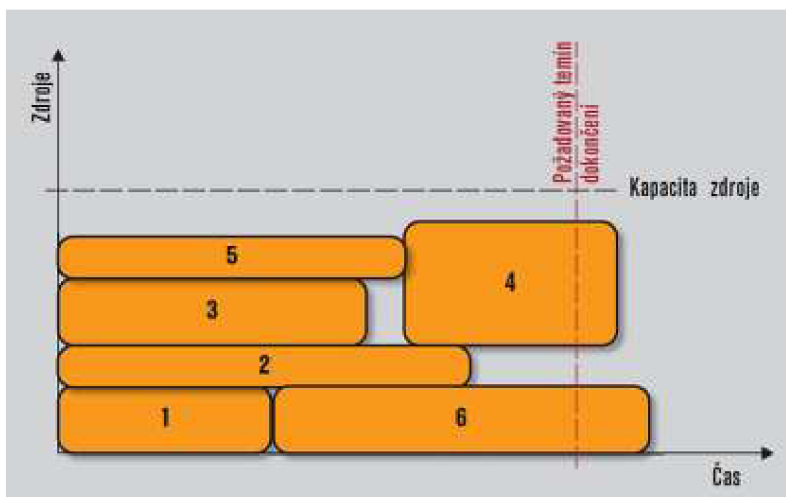
V tomto prípade majú výrobné zdroje definované obmedzenia – je známa ich reálna výrobná kapacita. Požiadavky na výrobu sú do systému radené postupne tak, ako sú uzatvárané zmluvy alebo prijímané objednávky. Zákazník, ktorý príde skôr, je aj skôr zaradený a uspokojený bez možnosti následnej zmeny (optimalizácie). Dopredu známa kapacita zdroja zaisťuje, že nedôjde k jeho preťaženiu väčším počtom požiadaviek než je schopný v danom časovom úseku uspokojiť, ale súčasne môže dôjsť k situácii, kedy nie je možné zaistiť niektoré termíny požadované zákazníkmi. Všetky požiadavky by samozrejme nebolo možné uspokojiť ani v plánovaní s neobmedzenými kapacitami a systém navyše na túto skutočnosť ani neupozorní. V plánovaní s obmedzenými kapacitami (obr. 6) systém vždy navrhne taký termín dokončenia, ktorý je uskutočniteľný vzhľadom k známym kapacitným obmedzeniam.



Obr. 6) Plánovanie s obmedzenými kapacitami bez optimalizácie [20]

3. Plánovanie s obmedzenými kapacitami a optimalizáciou

Pri plánovaní s obmedzenými kapacitami a súčasnou možnosťou optimalizácie (obr. 7) sú kapacitné obmedzenia výrobných zdrojov opäť známe. Plánovací systém navyše vie súhrn výrobných požiadaviek preskupiť tak, aby optimalizoval výrobnú kapacitu zdrojov a súčasne aj zákaznicke požiadavky na termíny dokončenia, pričom je možné toto preskupenie a optimalizáciu prevádzať opakovane (obvykle po zadaní nových požiadaviek na výrobu). Tento koncept je základom systémov pokročilého plánovania APS (Advanced Planning and Scheduling), ktoré sú navyše schopné prevádzať optimalizáciu aj podľa ďalších kritérií (najkratšia priebežná doba, najnižšie náklady, spojené vyťaženie výrobných zdrojov atď.)



Obr. 7) Plánovanie s obmedzenými kapacitami s optimalizáciou [20]

Pri rozhodovaní o tom, akým spôsobom budú výrobné kapacity plánované, je dôležité posúdiť súvislosti medzi charakterom výroby, objemom produkcie, spôsobom dopytu a objednávaní a aj medzi sankciami za nedodržanie termínov. Podľa toho je potom vhodné vybrať spôsob kapacitného plánovania aj odpovedajúci plánovací systém [20].

2.6 APS – pokročilé plánovanie

Pokročilé plánovanie (angl. Advanced Planning and Scheduling) je systém rozvrhovania výroby, ktorý pomáha podnikom efektívnejšie riadiť jej plánovanie. APS softvér využíva pokročilé algoritmy na vyváženie dopytu a kapacity a na generovanie dosiahnuteľných plánov, čo vedie ku kratším dodacím lehotám, splneniu požiadaviek zákazníkov a k jednoduchším a rýchlejšími reakciám na neočakávané zmeny vo výrobe.

Dve primárne zložky pokročilého plánovania – strategické plánovanie a podrobné plánovanie – pomáhajú výrobcovi predvídať potrebu výrobných zdrojov, efektívne organizovať využívanie materiálu, ľudí a strojov, poskytovať hodnotné služby zákazníkovi a zvyšovať ziskovosť. APS možno použiť na dlhodobé strategické plánovanie pokrývajúce mesiace a roky, strednodobé taktické plánovanie s niekoľkotýždňovým horizontom plánovania a podrobné sekvenovanie a plánovanie [21].

3 LEAN VÝROBA A LEAN MANAGEMENT

„Lean výroba je „štíhla“, pretože v porovnaní s hromadnou výrobou využíva menej všetkého – polovicu výrobného priestoru, polovicu investícií do nástrojov, polovicu inžinierskych hodín na vývoj nového produktu za polovičný čas, polovicu zásob. To vyúsťuje do menšieho množstva vád a do produkcie väčšieho a rozvíjajúceho sa portfólia výrobkov.“

MIT's International Motor Vehicles Program (IMVP)

„Štíhlosť nie je nový koncept. Ak redukujete zásoby, rozširujete pracovné miesta a zodpovednosti, vytvárate multifunkčný pracovný tím, praktizujete benchmarking a vytvárate a udržiavate vzťahy so zákazníkmi, potom praktizujete časť štíhlej výroby.“

The Lean Aerospace Initiative (LAI)

„Štíhla výroba je výrobná filozofia, ktorá skracuje čas medzi objednávkou od zákazníka a odoslaním produktu eliminovaním zdrojov plytvania.“

Mr John Shook

„TPS (Toyota Production System, čo sa teraz v niektorých kruhoch nazýva štíhlosť) je výrobný fenomén, ktorý sa usiluje o maximalizovanie výrobného úsilia najdôležitejšieho firemného zdroja – ľudí. Preto je štíhlosť spôsob myslenia adaptovať sa zmenám, eliminovať plytvanie a neustále napredovať.“

Mr Ohno in a discussion with Mr Cho: Toyota Motor Manufacturing Company

[22]

3.1 História štíhlosti

Aby sme porozumeli histórii štíhlosti, treba sa vrátiť na začiatok modernej výroby. Henry Ford bol prvým, kto skutočne integroval výrobný systém nazývaný „masová výroba“, ktorý vyrába veľké množstvo štandardizovaných produktov. Ford vytvoril to, čo nazval „prietokovou výrobou“, ktorá zahŕňala nepretržitý pohyb prvkov počas výrobného procesu. Ford použil hromadnú výrobu na produkciu a montáž komponentov svojich vozidiel v priebehu niekoľkých minút, nie hodín alebo dní. Na rozdiel od remeselnej výroby, systém hromadnej výroby dodával dokonale osadené komponenty, ktoré boli vzájomne zameniteľné. Tento proces bol veľmi úspešný a umožnil Ford Motor Company v rokoch 1908 až 1927 vyrobiť viac než 15 miliónov áut.

V roku 1926 Sakichi Toyoda založil Toyoda Automatic Loom Works. O niekoľko rokov neskôr, keď spoločnosť začala vyrábať automobily, premenovala sa na Toyota. V 1950 sa Eiji Toyoda, synovec Sakichiho, zúčastnil trojmesačnej návštevy závodu Ford v Michigane. V tom čase bol tento závod najkomplexnejším a najväčším výrobným závodom Fordu. Vyrábala takmer 8000 áut denne, kým Toyota len 2500 áut ročne.

Po preštudovaní výrobného systému Ford Eiji Toyoda pochopil, že systém hromadnej výroby, ktorý používa Ford, Toyota použiť nemôže. Japonský trh bol príliš malý a rôznorodý na masovú výrobu. Požiadavky zákazníkov siahali od kompaktných automobilov až po najluxusnejšie vozidlá. Systém hromadnej výroby spoločnosti Ford sa zamerával na množstvo výroby namiesto hlasu zákazníka. Toyota začala spolupracovať s Taiichi Ohno na vývoji nového spôsobu výroby. Dospeli k záveru, že pomocou strojov so správnou kapacitou pre skutočný požadovaný objem a zavedením strojov na samokontrolu môžu vyrábať produkty rýchlejšie, lacnejšie, kvalitnejšie a hlavne rozmanitejšie! Ohno čelil výzve výmeny produktivity za kvalitu. Jeho experimenty viedli k vývoju niekoľkých nových nápadov, ktoré sa stali známymi ako ‚výrobný systém Toyota‘.

Výrobný systém Toyota

Výrobný systém Toyota (TPS) bol založený na dvoch základných konceptoch. Prvý sa nazýva „Jidoka“ (môže byť voľne preložený ako „automatizácia s dotykom človeka), čo znamená, že keď sa objaví problém, zariadenia okamžite zastane, aby predišlo výrobe vadných produktov. Druhý koncept je „Just-in-Time“, v ktorom každý proces produkuje len toľko, koľko vyžaduje ďalší proces.

Princípy štíhlosti boli po prvýkrát predstavené v knihe *The Machine That Changed the World* (1991). Autori preštudovali niekoľko výrobných systémov a napísali túto knihu na základe ich pozorovaní v spoločnosti Toyota [23].

3.2 Princípy štíhlosti

Všeobecne užívané prístupy Lean vychádzajú z nasledujúcich princípov:

- *Určenie hodnoty procesu z pohľadu zákazníka.* Hodnota je popísaná ako výrobok alebo služba, ktorá pokrýva nejakú potrebu zákazníka, je mu poskytnutá v čase a v cene, ktorá odpovedá jeho predstavám.
- *Identifikácia činností, ktoré sa podieľajú na postupnom vytváraní hodnoty.* Proces je sledom krokov, ktoré sa na tvorbe hodnoty odrážajú, od návrhu výrobku až po jeho predloženie zákazníkovi, od objednávky k dodávke, a od materiálov, z ktorých má byť predmet vytvorený, až po finálny výrobok.
- *Uvedenie procesov do pohybu.* Procesy rušia predstavy o historicky často používanom rozdelení podnikov do samostatných oddelení, prechádzajú cez organizáciu bez toho, aby rešpektovali pravidlá starších hierarchických štruktúr, často až za hranice jednotlivých podnikov s hlbokou väzbou do procesov subdodávateľov alebo zákazníkov procesu a umožňujú každému účastníkovi, aby prispel k tvorbe hodnoty.
- *Riadenie potrebami zákazníka.* Procesy sú iniciované potrebou dodávky konkrétneho predmetu alebo služby – zjednodušene povedané: vyrába sa to, čo zákazník chce a vtedy, keď si o to povie. Tento prístup nahrádza tradičnú výrobu na sklad, nasledovanú snahou predat' to, čo je momentálne k dispozícii.

- *Snaha o dosiahnutie dokonalosti* je reprezentovaná úsilím o zníženie úsilia, času, nákladov, potrebných priestorov, chýb a závad, a to všetko pri súčasnom vytváraní predmetov alebo poskytovaní služieb navrhnutých k spokojnosti zákazníka [24].

3.3 Plytvanie v štíhlej výrobe

Základným princípom metodológie štíhlosti je odstraňovanie plytvania v rámci prevádzky. Plytvanie sa objavuje vo forme času, materiálu a práce. Tak isto môže však súvisieť s (ne)využívaním zručností a slabým plánovaním. V štíhlej výrobe je odpad akýkoľvek náklad alebo úsilie, ktoré sa vynaloží, ale nepremení surovinu na produkt alebo službu, za ktorú je zákazník ochotný zaplatiť. Optimalizáciou krokov procesu a odstránením plytvania sa v každej fáze výroby pridáva iba skutočná hodnota.

Model štíhlej výroby dnes rozoznáva 8 druhov plytvania. 7 je pôvodných z TPS, ôsmy bol pridaný, keď bola v západnom svete prijatá štíhla metodológia. Pôvodných 7 je procesne orientovaných a ôsmy druh plytvania priamo súvisí so schopnosťou managementu využiť personál.

1) Vady

Vady ovplyvňujú čas, peniaze, zdroje a spokojnosť zákazníka. Príčiny väd zahŕňajú:

- nedostatočná kontrola kvality na úrovni výroby,
- zlý technický stav strojov,
- chýbajúca dokumentácia,
- nedostatok procesných štandardov,
- neporozumenie potrebám zákazníkov.

2) Prepracovanie

Prepracovanie je znakom zle navrhnutého procesu. Spája sa s manažmentom alebo administratívnymi problémami ako je nedostatok komunikácie, zdvojené dáta a ľudské chyby. Rovnako to môže byť dôsledok návrhu zariadení, nesprávnym vybavením pracovných staníc a ich nesprávnym rozložením. Procesné mapovanie je nástroj eliminácie tohto druhu plytvania. Pomáha definovať optimálny pracovný tok, čo eliminuje prepracovanie. Príklady zahŕňajú:

- nesprávna komunikácia,
- neporozumenie potrebám zákazníkov,
- ľudské chyby,
- pomalý proces schvaľovania a nadbytočné reportovanie.

3) Nadvýroba

Nadvýroba nastáva, keď sú súčasti vyrobené ešte skôr, než sú vyžadované v ďalšom kroku procesu. Vytvára to tzv. húsenicový efekt vo výrobnom toku a vyúsťuje to vytvárania nadbytočného WIP (angl. work-in-progress, nedokončená práca). Rovnako zabraňuje skoršiemu odhaleniu defektov tým, že sa komponenty používajú neskôr. Príčiny nadvýroby zahŕňajú:

- nespoľahlivý proces,
- nestabilné rozvrhy výroby,
- nepresné informácie o dopyte,
- nejasné požiadavky zákazníka,
- slabá automatizácia,
- dlhé časy nastavovania.

4) Čakanie

Zahŕňa ľuď, materiálne vybavenie a nevyužitie vybavenia. Všetky čakacie náklady spoločnosti vo forme priamych nákladov na prácu a dodatočných režijných nákladov, môžu vzniknúť z hľadiska nadčasov, expedičných nákladov a náhradných dielov. Čakanie je v mnohých ohľadoch opakom nadprodukcie. Môže sa však odstrániť spoločnými prostriedkami. Príčiny čakania zahŕňajú:

- neplánované prestoje alebo nevyužitie vybavenie,
- dlhé časy nastavovania,
- slabá procesná komunikácia,
- nedostatok kontroly procesu,
- výroba odhadom.

5) Zásoby

Zásoby sa považujú za formu plytvania kvôli nákladom na ich držbu. To platí pre suroviny, WIP a aj hotové výrobky. Nadmerné nakupovanie, nesprávne prognózy alebo plánovanie vedú k plytvaniu formou zásob. Nákup surovín len v prípade potreby, zníženie WIP a úplne alebo čiastočné odstránenie bezpečných zásob zníži tento druh plytvania. Príčiny plytvania zásobami sú:

- nadvýroba produktov,
- oneskorenie výroby,
- vady zásob,
- nadmerná preprava.

6) Premiestňovanie

Nesprávne rozmiestnenie vo výrobnom priestore spôsobuje plytvanie pri premiestňovaní. Ovpľyňuje to náklady na palivo, energetické výdavky a nadbytočnú prácu a spôsobuje opotrebenie zariadení. Ústíť to môže aj z nesprávne navrhnutých procesov alebo procesov, ktoré neboli menené a aktualizované tak často, ako treba. Mapovanie hodnotového toku pomáha v boji proti plytvaniu premiestňovaním. Časté príčiny sú:

- nesprávne rozmiestnenie výroby – veľké vzdialenosti medzi operáciami,
- nesprávne systémy na manipuláciu s materiálom,
- nadmerné veľkosti dávok,
- viacero úložných priestorov,

- zle navrhnuté výrobné systémy.

7) Pohyb

Pohyb stojí peniaze. Toto nezahŕňa len suroviny alebo aj ľudí a zariadenia. Patrí sem aj nadbytočný fyzický pohyb ako dočahovanie, zdvíhanie a zohýbanie sa. Všetok nadbytočný pohyb vyúsťuje do hodnoty nepridávajúceho času a zvyšuje náklady. Príkladmi sú:

- nesprávne rozmiestnenie pracoviska,
- nesprávne plánovanie výroby,
- nesprávne navrhnutý dizajn,
- zdieľané nástroje a stroje,
- nedostatok výrobných štandardov.

8) Nevyužitý talent

Ôsmy druh plytvania je jediný, ktorý priamo nesúvisí s výrobným procesom. Vzniká, keď manažment nie je schopný využiť všetok potenciálny talent svojich zamestnancov. Vyúsťuje to do zadávaní nesprávnych úloh alebo do úloh, na ktoré nemajú potrebný tréning. Je to výsledok nesprávneho manažmentu a komunikácie. Zapájaním zamestnancov do tvorby zlepšovania procesu a využívaním ich nápadov, poskytnutím školenia a príležitostí k rastu sa zlepšuje celková efektivita výroby. Elimináciou tohto plytvania sa čiastočne eliminujú aj ostatné. Príkladmi sú:

- slabá komunikácia,
- nezapájanie zamestnancov do tvorby a zlepšovania pracovného prostredia,
- nedostatok zásad,
- neúplné opatrenia,
- slabý management,
- nedostatok tímového tréningu [25].

3.4 **Nástroje a techniky štíhleho managementu**

5S

Organizuje pracovný priestor:

- Sort: eliminuj to, čo nie je potrebné.
- Straighten: organizuj zostávajúce položky.
- Shine: udržiavaj a kontroluj pracovný priestor.
- Standardize: formuluj štandardy pre vyššie uvedené.
- Sustain: pravidelne aplikuj štandardy.

Eliminuje plytvanie vznikajúce zo slabo zorganizovaného pracovného priestoru (napr. strácanie času hľadaním nástroja).

Jidoka

Navrhuje zariadenia tak, aby bol výrobný proces čiastočne automatizovaný (čiastočná automatizácia je typicky oveľa lacnejšia než celková automatizácia) a aby boli zariadenia automaticky stopnuté, keď sa objaví chyba.

Just-In-Time (JIT)

Diely výrobou prechádzajú na základe dopytu zákazníkov a nie na základe prognóz dopytu. Spolieha sa na mnohé „štíhle“ nástroje ako nepretržitý tok, Heijunka, Kanban, štandardizovaná práca a taktovaný čas.

Heijunka

Forma výrobného plánovania, kedy sa cielene vyrába v menších várkach mixovaním výrobných variantov v rovnakom procese. Redukuje dodacie lehoty (keďže každý variant sa vyrába častejšie) a zásoby (keďže dávky sú menšie).

Štandardizovaná práca

Zdokumentované postupy výroby, ktoré zachytávajú osvedčené postupy (vrátane času na dokončenie každej úlohy). Musí to byť „živá“ dokumentácia, ktorá sa dá ľahko zmeniť.

Taktovaný čas

Tempo práce (napr. výroba jedného kusu každých 34 sekúnd), ktoré zrovnáva výrobu s dopytom.

Kanban

Metóda regulácie toku tovaru podnikom, subdodávateľmi a zákazníkmi. Založená na základe automatického dopĺňania prostredníctvom signálových kariet, ktoré indikujú potrebu ďalšieho tovaru. Eliminuje plytvanie zo zásob a nadvýroby.

Kaizen

Stratégia, kedy zamestnanci pracujú spoločne a proaktívne na dosiahnutie zlepšenia výrobného procesu. Kombinuje kolektívny talent.

Poka-Yoke

Navrhuje detekciu a prevenciu chýb vo výrobnom procese tak, aby sa dosiahol nulový počet väd.

[26]

4 AKTUÁLNE TRENDY V OBLASTI PLÁNOVANIA KAPACÍT A ŠTÍHLEHO MANAGEMENTU

4.1 Trendy v kapacitnom plánovaní

V súčasnosti existuje pomoc pri plánovaných výrobných kapacít v podobe softvéru kapacitného plánovania.

Softvér kapacitného plánovania je programovateľné riešenie, ktoré pomáha výrobným organizáciám porozumieť potrebám výrobných kapacít pri kolísavých požiadavkách na ich produkty a služby. Takýto softvér eliminuje nejednoznačnosti a dohady ohľadom procesov plánovania výroby optimalizáciou efektívnosti výrobných kapacít. Niektoré z aspektov, ktorými môže pomôcť:

- vytvára možné scenár „čo keby“, ktoré identifikujú krátkodobé a dlhodobé prevádzkové prekážky a nedostatky a pomáha vypracovať možné alternatívne riešenia,
- poskytuje spoľahlivé algoritmy a manuálne alternatívy, ktoré organizáciám pomáhajú ľahšie sa zamerať na objednávky zákazníkov a zodpovedajúcim spôsobom zosúladiť mechanizmy plnenia,
- zaisťuje optimalizáciu zásob a dodávateľského reťazca na všetkých úrovniach presným projektovaním hotových výrobkov a predpovedí dodávateľského reťazca pre každý úroveň komponentov,
- využíva relevantné dáta plánovania podnikových zdrojov k neustálemu optimalizovaniu výrobných plánov použitím vstupov ako dostupný materiál, kapacitné obmedzenia a každodenná prevádzková výkonnosť,
- poskytuje spoľahlivý plán výroby tým, že zahŕňa stratégiu na úrovni dopytu a ponuky vo výrobnom závode [27].

Cena takéhoto softvéru sa pohybuje rôzne - od mesačného poplatku 150 dolárov až po jednorázovú nákupnú cenu 5000 dolárov [28].

4.2 Lean 4.0

Lean 4.0 je spojením Lean výroby/ Lean managementu s Priemyslom 4.0 za predpokladu, že sa spoločne dopĺňajú a posilňujú [29].

Podniky, ktoré majú byť konkurencieschopné neustále hľadajú možnosti zvyšovania produktivity, kvality a úrovne služieb. S vývojom konceptu Priemyslu 4.0 sú výrobcovia stále viac a viac presvedčení o výhodách automatizácie a systémovej integrácie. Lean management je zas dobre vyvinutý a empiricky overený efektívny manažérsky prístup. Spojenie Lean a postupov Industry 4.0 sa javí ako nevyhnutný evolučný krok pre ďalšie zvyšovanie úrovne prevádzkovej dokonalosti (využívanie financií, pracovného zaťaženia, materiálov, strojov/zariadení). Narastá počet riešení Industry 4.0 používaných na znižovanie odpadu (známe z Lean Managementu) [30].

Medzi príklady kompatibility a komplementárnych synergií Lean managementu a Industry 4.0 diskutované v akademických a výrobných sférach patria:

JIT a Digitalizácia dodávateľských reťazcov. JIT je uznávaný ako jeden z pilierov Lean. Spolieha sa na presné a včasné informácie o zásobách, ktoré sú predpokladom úspešného znižovania bezpečnostných zásob a veľkých rezerv. Digitalizácia dodávateľských reťazcov to môže zlepšiť, keďže bude k dispozícii transparentnosť prostredníctvom lepšieho sledovania a presných údajov o úrovni zásob a ich umiestnení.

Autonomizácia a kybernetické fyzické systémy. Ďalším z uznávaných pilierov Lean je autonomizácia, ktorá označuje schopnosť strojov odhaliť abnormálne podmienky. Kybernetické fyzické systémy poskytujú strojom inteligenciu, ktorá uľahčuje a zlepšuje autonómiu tým, že rýchlejšie hlási odchýlky, vykonáva analýzy príčin porúch a automaticky spúšťa nápravné opatrenia.

Celková produktívna údržba (TPM) a virtuálna/rozšírená realita, strojové učenie a Big Data. Filozofia TPM je založená na koncepte autonómnej údržby, ktorá sa týka presunu zodpovednosti a právomocí rutinných úloh údržby z technikov na operátorov strojov. Virtuálnu a rozšírenú realitu môžu firmy využívať napríklad pomocou zariadení namontovaných na hlave na školenie svojich operátorov v autonómnej údržbe a prezentovanie pokynov na jej vykonávanie. Podobné technológie Industry 4.0, ako je strojové učenie a Big Data, môžu prispieť k monitorovaniu opotrebovania, zaťaženia a defektov zariadení vo výrobe a v dodávateľskom reťazci, ako aj k včasnej detekcii a lokalizácii porúch. Celková efektívnosť zariadenia (OEE) sa teda môže zlepšiť, pričom sa zníži poškodenie stroja.

Mapovanie toku hodnôt (VSM) a rádiový frekvenčný identifikácia (RFID) a internet vecí (IoT). VSM sa považuje za jedno zo základných Lean riešení na zvýšenie efektívnosti, pretože prispieva k identifikácii a eliminácii plytvania v procesoch. VSM však poskytuje prehľad a pochopenie procesu iba v určitom časovom bode. VSM tak môže ťažiť z transparentnosti a presného zberu údajov v reálnom čase, ktorý poskytujú niektoré technológie Priemyslu 4.0, ako sú IoT a RFID.

Heijunka (nivelizácia výroby) a Big Data analýza. Heijunka je štíhle riešenie, ktoré podporuje systémy tým, že vyrába produkty konštantnou rýchlosťou, takže aj ďalšie kroky procesu možno vykonávať konštantnou a predvídateľnou rýchlosťou. Heijunka je diktovaná dopytom zákazníkov, takže môže ťažiť z presnejších predpovedí dopytu, ktoré umožňujú analýzy veľkých dát, ktoré môžu viesť k stabilnejšiemu plánovaniu výroby.

Podobne aj iné technické Lean riešenia ako Kanban a jednodielne toky môžu byť doplnené technológiami Industry 4.0. Príklady zahŕňajú simuláciu na určenie a pochopenie ideálnych parametrov materiálu, ako je veľkosť šarže, stav zásob alebo frekvencia dodávok, a tiež RFID, na sledovanie polohy dávok, ich počtov a umiestnení, ako aj na sledovanie zmien plánu [31].

Moderné technológie v podobe virtuálnej reality sú momentálne používané aj ako študijný prostriedok pri školeniach Lean managementu. Napr. na hodinách operačného

manažmentu na ETH v Zurichu riešia študenti otázky štíhleho manažmentu v rôznych spoločnostiach ako Toyota, ABB atď., kam sa premiestnia pomocou virtuálnej reality. Majú tak možnosť vidieť a čiastočne zažiť koncept štíhlosti bez cestovania a vynakladania väčších finančných prostriedkov [32].

5 REŠERŠ RELEVANTNÝCH NORIEM

5.1 Definícia

Podľa definície pokynu celosvetových organizácií ISO/IEC Guide 2: 2004 norma je dokument, vytvorený na základe dohody a schválený uznávaným orgánom, ktorý poskytuje na všeobecné a opakované použitie pravidlá, pokyny, charakteristiky alebo výsledky činností a zameriava sa na dosiahnutie optimálneho stupňa poriadku v danej súvislosti.

Definícia podľa nariadenia EP a Rady č.1025/ 2012 hovorí, že norma je technická špecifikácia, prijatá uznaným normalizačným orgánom na opakované a nepretržité používanie, súlad s ňou nie je povinný a je jednou z nasledujúcich technických špecifikácií:

1. medzinárodná norma
2. európska norma
3. harmonizovaná norma
4. národná norma [33].

5.2 ISO normy v oblasti riadenia

ISO (International Organization for Standardization – Medzinárodná organizácia pre normalizáciu) je celosvetová federácia národných normalizačných orgánov (členov ISO) so sídlom v Ženeve, ktorá sa zaoberá tvorbou medzinárodných noriem.

Normy venujúce sa problematike systémov riadenia sú len časťou spektra vydávaných noriem. Najznámejším pojmom medzi verejnosťou vo vzťahu k normám je EN ISO 9001:2015, kde sú špecifikované požiadavky na systém managementu kvality. V dnešnej dobe sa v praxi uplatňuje už niekoľko desiatok systémových noriem [34].

5.3 Relevantné normy

ČSN EN ISO 9000:2016 Systémy managementu kvality – Základné princípy a slovník

Norma uvádza základné pojmy, zásady a slovník pre systémy managementu kvality. Užívateľom má pomôcť byť schopní zavádzať efektívne a účinne systém managementu kvality. Norma je určená pre všetky organizácie bez ohľadu na ich veľkosť, zložitosť alebo podnikateľský model. Jej cieľom je zvýšiť povedomie organizácie o jej povinnostiach a záväzkoch pri plnení potrieb a očakávaní zákazníkov a zainteresovaných strán a tiež pri dosahovaní spokojnosti s jej produktami a službami. Táto medzinárodná norma obsahuje 7 zásad managementu kvality: Zameranie na zákazníka, Vedenie, Angažovanosť ľudí, Procesný prístup, Zlepšovanie, Rozhodovanie na základe dôkazov, Management vzťahov. Pre každú zásadu sa uvádza jej popis, odôvodnenie, hlavné prínosy a možné opatrenia [35].

ČSN EN ISO 9001:2016 Systémy managementu kvality – Požiadavky

Táto medzinárodná norma špecifikuje požiadavky na systém managementu kvality a požiadavky na produkty a služby. Využíva procesný prístup, ktorý zahŕňa cyklus Plánuj - Vykonaj – Kontroluj – Jednaj a zvažovanie rizík. Procesný prístup umožňuje organizácii

plánovať jej procesy a ich vzájomné väzby. PDCA cyklus umožňuje organizácii uistiť sa, že sú pre jej procesy zaistené a riadené odpovedajúce zdroje, sú stanovené príležitosti k zlepšovaniu a jedná sa podľa nich. Zvažovanie rizík umožňuje organizácii určiť faktory, ktoré by mohli spôsobiť odchýlenie jej procesov a jej systému managementu kvality od plánovaných výsledkov [36].

ČSN EN ISO 9004:2019 Riadenie udržateľného úspechu organizácie – Prístup managementu kvality

Tento dokument poskytuje organizáciám návod k dosiahnutiu udržateľného úspechu v zložitom, náročnom a neustále sa meniacom prostredí. Zameriava sa na poskytovanie dôvery v schopnosť organizácie dosiahnuť udržateľného úspechu a rieši systematické zlepšovanie celkovej výkonnosti organizácie [37].

ČSN ISO 10002:2019 Management kvality – Spokojnosť zákazníka – Smernice pre vybavovanie sťažností v organizáciách

Tento dokument poskytuje smernice pre proces vybavovania sťažností týkajúcich sa produktov a služieb organizácie, vrátane plánovania, navrhovania, vytvárania, používania, udržiavania a zlepšovania. Popísaný proces vybavovania žiadostí je vhodný k tomu, aby bol používaný ako jeden z procesov systému managementu kvality [38].

ČSN ISO 10004:2019 Management kvality – Spokojnosť zákazníka – Smernice pre monitorovanie a meranie

Tento dokument obsahuje smernice k určovaniu a implementácii procesov monitorovania a merania spokojnosti zákazníka [39].

ČSN ISO 10005:2019 Systémy managementu kvality – Smernice pre plány kvality

Tento dokument bol vytvorený tak, aby riešil potrebu návodu k plánom kvality, a to buď v kontexte vytvoreného systému managementu kvality alebo ako nezávislá činnosť managementu. Plány kvality sú najefektívnejšie, pokiaľ sú kompatibilné s ďalšími súvisiacimi plánmi [40].

ČSN ISO/TR 10013:2021 Smernice pre dokumentáciu systému managementu akosti

Táto norma sa zaoberá dokumentáciou systému managementu akosti. Organizácia si môže pružne zvoliť, akým spôsobom bude dokumentovať svoj systém managementu akosti, pričom by mala spracovať také množstvo dokumentácie, ktoré bude potrebné k preukázaniu efektívneho plánovania, fungovania, riadenia a neustáleho zlepšovania jej systému managementu akosti a jej procesov [41].

ČSN ISO 10014:2021 Management kvality – Smernice pre dosahovanie finančných a ekonomických prínosov

Táto medzinárodná norma je určená pre vrcholové vedenia. Poskytuje smernice pre dosahovanie finančných a ekonomických prínosov, a to efektívnym aplikovaným zásad managementu kvality. Ekonomický prínos je obecné dosahovaný formou efektívneho managementu zdrojov a uplatňovaním aplikovateľných procesov pre zlepšovanie celkovej vnútornej hodnoty a zdravia organizácie. Finančný prínos je výsledkom zlepšovania organizácie vyjadrený peňažnou formou a je realizovaný úspornými praktikami managementu v rámci organizácie [42].

ČSN ISO 13053-1:2013 a ČSN ISO 13053-2:2014: Kvantitatívne metódy zlepšovania procesu – Six Sigma - (1);(2)

Časť 1 - Metodológia DMAIC a Časť 2 – Nástroje a postupy popisujú pomocou listov so základnými faktami nástroje a postupy, ktoré môžu byť použité pri prístupe založenom na metodológii DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) [43].

ČSN ISO 18404:2018 Kvantitatívne metódy zlepšovania procesu – Six Sigma – Kompetencie kľúčového personálu a ich usporiadanie vo vzťahu k implementácii Six Sigma a Lean

Táto medzinárodná norma definuje kompetencie pre dosiahnutie špecifických úrovní zručnosti vo vzťahu k Six Sigma, Lean a Lean & Six Sigma [44].

6 SYSTÉMOVÝ ROZBOR RIEŠENEJ PROBLEMATIKY, NÁVRH A ZDÔVODNENIE ZVOLENÉHO SPÔSOBU RIEŠENIA OPTIMALIZÁCIE VÝROBNÝCH KAPACÍT

Systémový prístup je spôsob myslenia a skúmania systému, ktorý chápe všetky skúmané javy a procesy komplexne a to nielen vo vnútorných súvislosti, ale aj voči okoliu systému [45].

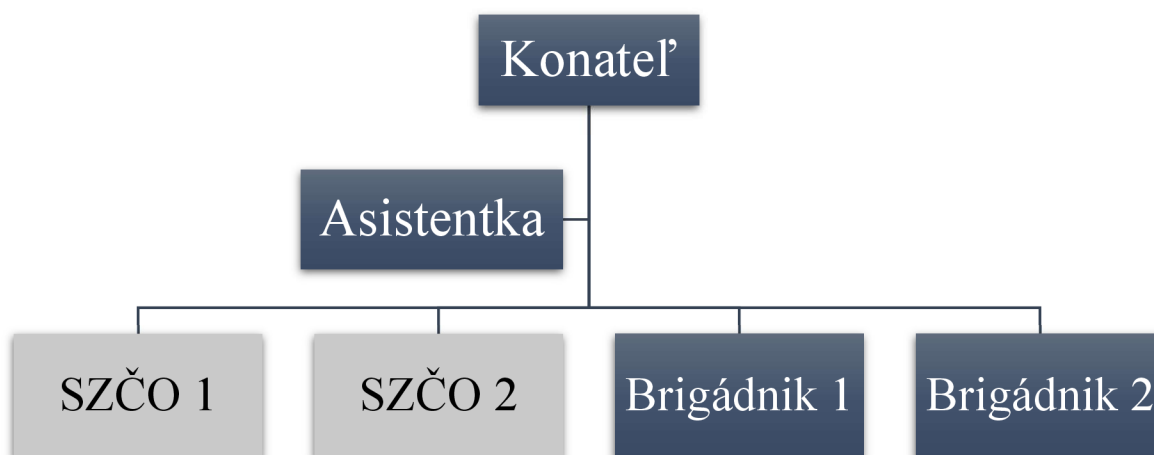
6.1 Predstavenie spoločnosti

Základné informácie

NTW s.r.o. je mikropodnik zaoberajúci sa strojárskou výrobou náhradných dielov, prípravkov, strižných a lisovacích nástrojov a nástrojov na automaty. Firma vznikla v roku 2011. V roku 2014 sa presťahovala do vlastných výrobných priestorov, z ktorých časť prenajíma ďalším subjektom zaoberajúcim sa strojárskou výrobou (rezačka, brúska na guľato...).

Organizačná štruktúra

Je zobrazená na obrázku 8. Firma má jedného zamestnanca, ktorý je zároveň konateľom firmy. Od svojho vzniku spolupracuje na dennej báze s dvoma samostatne zárobkovo činnými osobami. Momentálne vo firme pracujú aj dvaja brigádnici a asistentka vedená ako rodinný príslušník.



Obr. 8) Organizačná štruktúra firmy NTW s.r.o., vlastné spracovanie

Výroba

Vo firme NTW s.r.o. sa jedná o kusovú, ojedinele malosériovú zákaznícku výrobu s časovou aj tokovou nespojitosťou.

Firma väčšinou reaguje na prichádzajúce dopyty od zákazníkov cenovými ponukami a na základe výsledkov ich vyhodnotenia obdrží objednávku. S jedným zákazníkom má vytvorené portfólio dodávaných výrobkov s už stanovenými cenami.

Obrázok 9 ukazuje príklady dielov vyrábaných firmou NTW s.r.o.



Obr. 9) Príklady vyrábaných dielov, vlastné spracovanie

Strojné vybavenie

Podnik momentálne disponuje troma CNC frézami, pílkou, brúskou a CNC sústruhom, ktorý dáva prenájmu a v prípade sústružníckej výroby využíva služby nájomcu.

CNC obrábacie centrum TRENS MC 100VA

Bol to prvý CNC stroj kupovaný pri zakladaní firmy v roku 2011. Rok výroby je 2001, čo sa už dlhšiu dobu odráža na poruchovosti stroja.

Tab 2) Technické parametre CNC obrábacieho centra TRENS MC 100VA [46]

Kužel' vretena	ISO 40
Otáčky vretena v /min	5-8000
Výkon motoru vretena v kW	11
Pojazd v ose X - mm	1016
Pojazd v ose Y – mm	610
Pojazd v ose Z - mm	1032
Váha nástroja v základnej výbave - kg	5960
Maximálne zaťaženie stolu	1000 kg



Obr. 10) CNC obrábacie centrum TRENS MC 100VA, vlastné spracovanie

CNC obrábacie centrum MAS MCV 754 QUICK

Stroj bol kupovaný a uvedený do prevádzky firmy na začiatku roku 2013. Riadiaci systém stroja je Heidenhain iTNC 530.

Tab 3) Technické parametre CNC obrábacieho centra MAS MCV 754 QUICK [47]

Kužeľ vretena	ISO 40
Maximálne otáčky	10 000 RPM
Výkon motoru vretena v kW	13
Pojazd v ose X - mm	755
Pojazd v ose Y – mm	500
Pojazd v ose Z - mm	500



Obr. 11) CNC obrábacie centrum, vlastné spracovanie

CNC sústruh LYNX 220 LC

Stroj bol kupovaný v roku 2016. V roku 2021 sa po analýze dopytov, kedy sústružené diely tvorili minimálnu časť objednávok, firma rozhodla stroj predať. Vtedajší pracovník sa rozhodol zobrať si stroj do prenájmu s fixnou mesačnou splátkou. V prípade dopytu sústružených dielov firma využíva jeho služby. Riadiaci systém je Fanuc i-series.

Tab 4) Technické parametre CNC sústruhu LYNX 220 LC [48]

Priemer skľučovadla	203,2 mm
Maximálny priemer obrábanej tyče	63,5 mm
Počet riadených osí	2x
Výkon	14,9 kW
Maximálne otáčky	4000 RPM
Maximálny priemer sústruženia	320,04 mm
Maximálna dĺžka sústruženia	525,78 mm
Koník	áno



Obr. 12) CNC obrábacie centrum LYNX 220LC, vlastné spracovanie

Vodorovná rovinná brúska BRH 20AQ

Brúska pribudla do strojového parku v roku 2018. V prípade potreby brúsenia naguľato firma využíva živnostenské služby nájomcu v jej priestoroch.

Tab 5) Technické parametre vodorovnej rovinnej brúcky BRH 20AQ [49]

Najväčšia dĺžka brúsenia	630 mm
Max. vzdialenosť osi vretena od pracovnej plochy stola	425 mm
Rozmery brúsiaceho kotúča (priemer x šírka x upínací otvor)	250 x 20 – 50 x 76 mm
Min. priemer brúsneho kotúča	120 mm
Max. šírka zložených kotúčov	100 mm
Priemer brúsneho vretena	50 mm
Upínací kužeľ brúsiaceho vretena	1:5
Pracovná plocha stola	200 x 630 mm



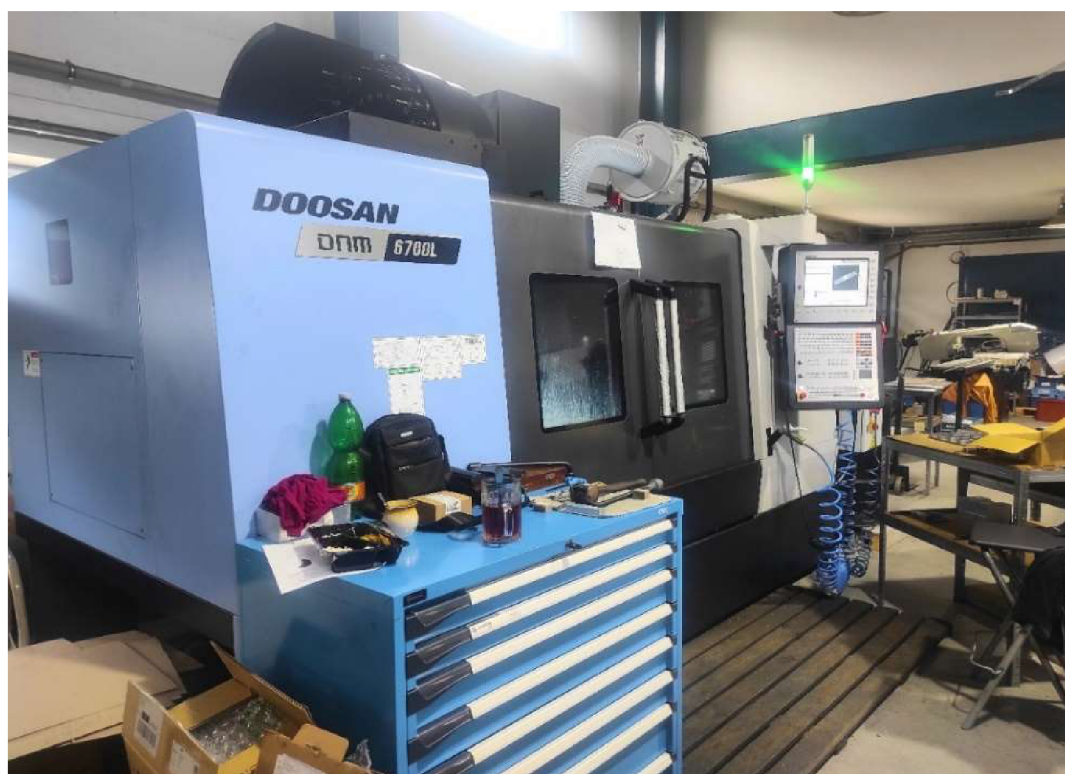
Obr. 13) Vodorovná rovinná brúska BRH 20AQ, vlastné spracovanie

CNC obrábacie centrum DOOSAN DNM 6700L

Je najnovším strojným zariadením v strojovom parku firmy. Objednané bolo vo februári 2021, pričom dodané a uvedené do prevádzky bolo v októbri 2021. Dôvodom zaobstarania bol opakovaný dopyt zo strany zákazníkov na výrobu a úpravu platní, ktorých rozmery presahovali veľkostné parametre pojazdov ostatných dvoch obrábacích centier. Firma však bola pri výbere stroja limitovaná priestorom na jeho umiestnenie. Riadiaci systém stroja je Heidenhain TNC 620.

Tab 6) Technické parametre CNC obrábacieho centra DOOSAN DNM 6700L [50]

Kužel' vretena	ISO 40
Otáčky vretena – ot. / min.	8000
Výkon motoru vretena v kW	15/ 18,5
Pojazd v ose X - mm	1500
Pojazd v ose Y – mm	670
Pojazd v ose Z - mm	625
Rýchloposuv X/Y/Z v m/min.	36/36/30
Stôl s T-drážkami, rozmery stolu v mm	1600x670
Max.zaťaženie stolu v kg	1300
Automatická výmena nástrojov	
Počet nástrojov	30 (40/60)
Max. rozmer nástroja, ϕ x L v mm	80 (76) x 300
Hmotnosť nástroja v kg	8
Váha nástroja v základnej výbave - kg	9000



Obr. 14) CNC obrábacie centrum DOOSAN DNM 6700L, vlastné spracovanie

Výrobné priestory

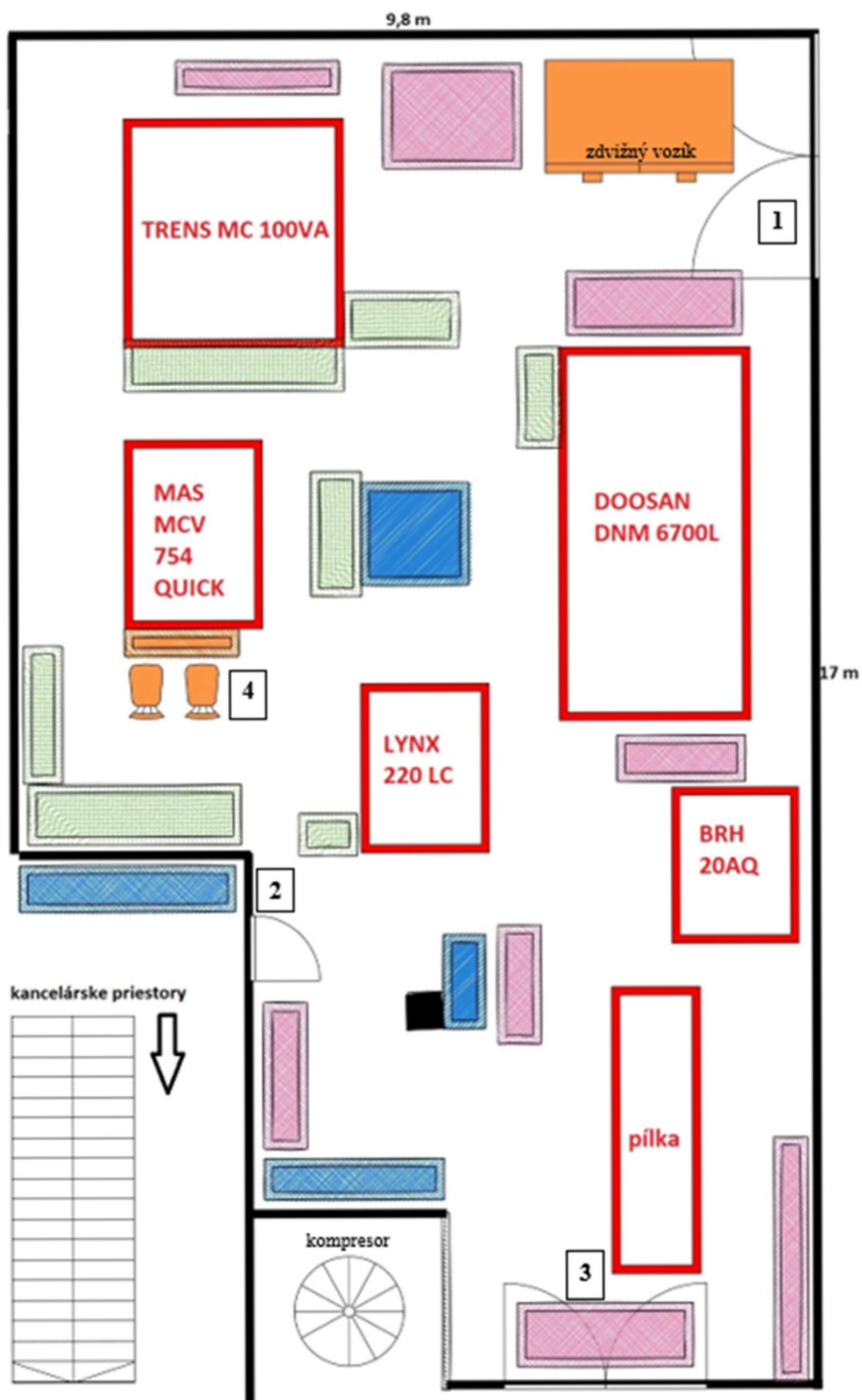
Výroba sa uskutočňuje v jednej dielni o približných rozmeroch 9,8 m x 17 m, kde sa nachádzajú všetky výrobné stroje, skladovacie priestory materiálu, polotovarov, montážnych dielov, nástrojov a náradia a aj hotových výrobkov. Taktiež dielňa slúži ako priestor pre skladanie hotových zostáv.

Priestor sa výrazne zmenšil kúpou nového obrábacieho centra DOOSAN DNM 6700L a manipulácia s materiálom a výrobkami a celkový pohyb po dielni sa tým citeľne sťažil.

Vedľa výrobnéj dielne sa nachádza priestor o rozlohe približne 151 m², ktorý firma prenajíma ako skladovacie priestory susednej firme, avšak v poslednej dobe začala uvažovať o využívaní týchto priestorov pre svoje potreby.

Obrázok 15 zobrazuje plán výrobných priestorov s nasledujúcim rozložením:

- 1 – vstupná výsuvná brána,
- 2 – vstup do haly s prístupom ku kancelárskym priestorom,
- 3 – prechodná brána do prenajatého skladovacieho priestoru,
- 4 – dielenský PC,
- ružová farba – priestor s materiálom a polotovarmi,
- zelená farba – priestor pre skladovanie nástrojov a dielenského náradia,
- modrá farba – priestor pre skladovanie hotových výrobkov, prípadne výrobkov čakajúcich na povrchovú úpravu.



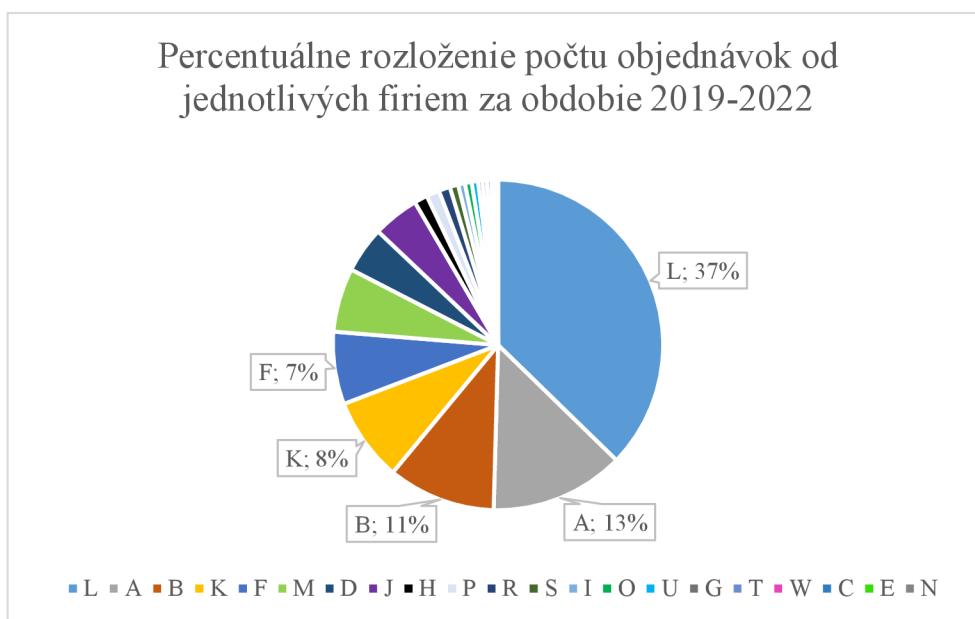
Obr. 15) Plán výrobných priestorov firmy NTW s.r.o., vlastné spracovanie

Analýza zákazníkov

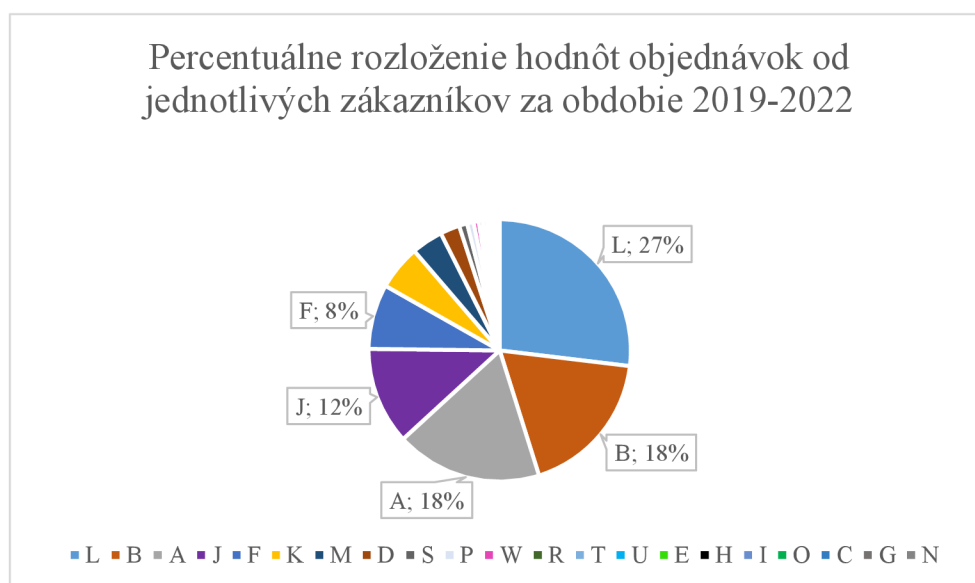
Za posledné 3 roky firma vyrábala pre celkovo 21 zákazníkov. Počet objednávok a ich finančná hodnota sú spracované v tabuľke 7. Percentuálne vyjadrenie je spracované formou grafov. Firma nevedie náklady na jednotlivé diely, čo znamená, že tabuľka a štatistika sú len orientačné, nakoľko zisk z jednotlivých objednávok nie je známy.

Tab 7) Prehľad počtu objednávok a ich hodnôt jednotlivých firiem

	2019		2020	
Označenie firmy	Počet objednávok	V sume	Počet objednávok	V sume
A	21	43 606,80	20	78 363,34
B	34	86 671,50	7	49 085
C	1	823	-	-
D	10	6713	6	9432
E	1	3224,1	-	-
F	10	2426	8	6128
G	2	528	-	-
H	5	2035	1	639,7
I	2	1285	-	-
J	8	19626	6	22 879,29
K	16	6650,3	2	1628,8
L	28	24 987,40	73	101 515,15
M	13	14768	10	15080
N	1	510	-	-
O	3	1268	-	-
P	-	-	2	962,4
R	-	-	4	3154,2
S	-	-	2	6180
T	-	-	-	-
U	-	-	-	-
W	-	-	-	-
	2021		2022 - 1.štvrt'rok	
Označenie firmy	Počet objednávok	V sume	Počet objednávok	V sume
A	17	23 852,18	3	15 054,16
B	6	21 489	2	5 557
C	-	-	-	-
D	4	843	1	4230
E	-	-	-	-
F	15	71183,2	-	-
G	-	-	-	-
H	-	-	-	-
I	1	120	-	-
J	7	64 673,29	-	-
K	17	31 808,40	3	9 016,00
L	67	110 432,50	5	2 934,20
M	6	5098	-	-
N	-	-	-	-
O	-	-	-	-
P	3	5815,5	1	289,5
R	1	1431,3	-	-
S	-	-	2	2720
T	2	4523,4	-	-
U	3	3325,1	-	-
W	1	5560	1	245



Obr. 16) Graf percentuálneho rozloženia počtu objednávok od jednotlivých firiem za obdobie 2019-2022



Obr. 17) Graf percentuálneho rozloženia hodnôt objednávok od jednotlivých zákazníkov za obdobie 2019-2022

Z grafu na obrázku 16 vyplýva, že 37% všetkých objednávok za obdobie rokov 2019 – 2021 a prvý štvrt' rok roku 2022 bolo vytvorených zákazníkom L. V grafe na obrázku 17 je vidieť, že ich celková suma tvorí 27% hodnoty všetkých objednávok v tom istom období. Druhý

najväčší počet objednávok firma dostala od zákazníka A, ich nominálna hodnota je však menšia ako hodnota objednávok od zákazníka B, ktorých za dané obdobie vytvoril tretí najväčší počet objednávok.

6.2 Definovanie a analýza problému

Firma NTW s.r.o. je mikropodnik zaoberajúci sa strojárskou výrobou. V poslednom období firma zaznamala viacero dopytov od zákazníkov, ktoré z rôznych príčin musela odmietnuť. To pre firmu samozrejme znamená ušlú príležitosť, teda ušlý obrat, čo je nežiadúci stav v ktoromkoľvek podniku.

Obrázok 18 zobrazuje Ishikawov diagram, teda diagram príčin a následkov. Problémom vo firme NTW s.r.o. je spomínaná ušlá príležitosť. Diagram zobrazuje možné príčiny tohto problému.

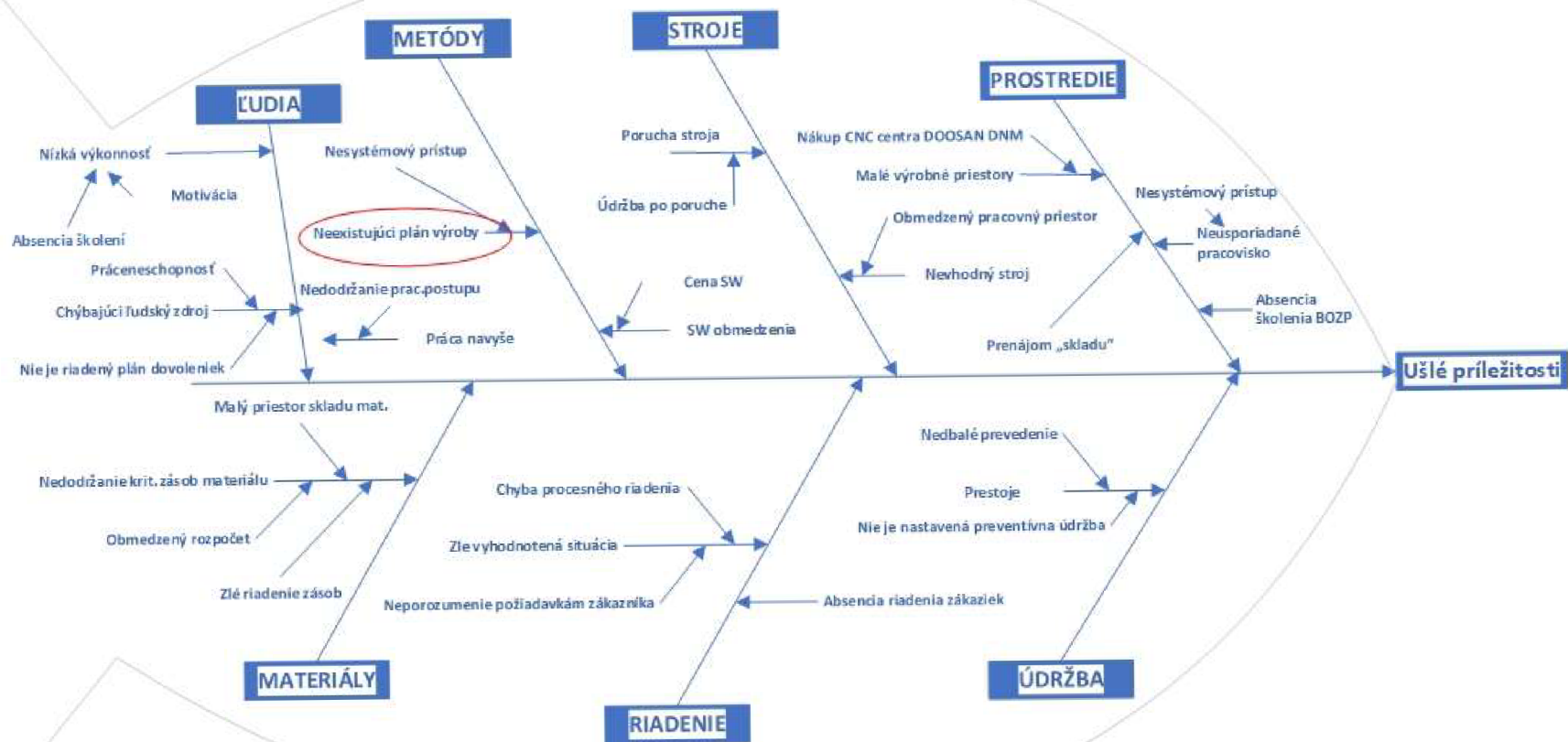
V oblasti údržby je to najmä fakt, že sa nevykonáva vo vopred stanovených intervaloch, ale firma funguje na stratégii údržby po poruche. Ďalej to môže byť nesprávne vykonaná údržba a oprava externým dodávateľom, takže nakoniec aj tak dôjde k poruche stroja. Tým sa dostávame do oblasti strojov, kde porucha spôsobuje neočakávané prestoje stroja a firma teda nie je schopná splniť termín dodania stanovený zákazníkom. Problém týkajúci sa strojov je tiež nevhodný stroj k výrobe, napríklad s malým pracovným stolom v prípade dopytu obrábania veľkých platní. Vyriešenie tohto problému je však komplikované a finančne extrémne náročné.

Firma disponuje malými výrobnými priestormi vzhľadom k počtu strojov, ktoré vlastní. To neumožňuje držať vo výrobných priestoroch veľké zásoby materiálov a kritických komponent a na pracovisku vzniká chaos. V oblasti materiálov sú ďalšou príčinou ušlých príležitostí neskoré dodávky materiálov kvôli výpadkom na trhu (v poslednom období najmä kvôli pandémie koronavírusu a invázii na Ukrajinu).

Nesprávna komunikácia medzi vedením a zamestnaním môže spôsobiť výpadok pracovnej sily v neočakávanom období. Taktiež môže prísť vplyvom choroby aj k práceneschopnosti, to už je však neovplyviteľná skutočnosť. Ďalej sa môže jednať o málo skúseností vplyvom nedostatočného zaškolenia, čo spôsobí zbytočné predĺženie času výroby.

Zo strany vedenia môže prísť k nesprávnemu pochopeniu požiadaviek zákazníka, čo vyústí do nesprávne vyhodnotenej situácie a ušlej príležitosti.

Príčinou v oblasti metód je absencia akéhkoľvek plánovania výrobných kapacít. Pri uvoľňovaní výrobných kapacít jedná vedenie tzv. „pocitovo“ bez odôvodnenia založenom na reálnych podkladoch. To je skutočnosť pomerne ľahko korigovateľná a napravitel'ná a ďalej sa jej venuje táto diplomová práca. Pre potreby návrhu riešenia problému plánovania výrobných kapacít sú ďalej definované procesy v spoločnosti NTW s.r.o.



Obr. 18) Ishikawov diagram

Definovanie procesov v spoločnosti

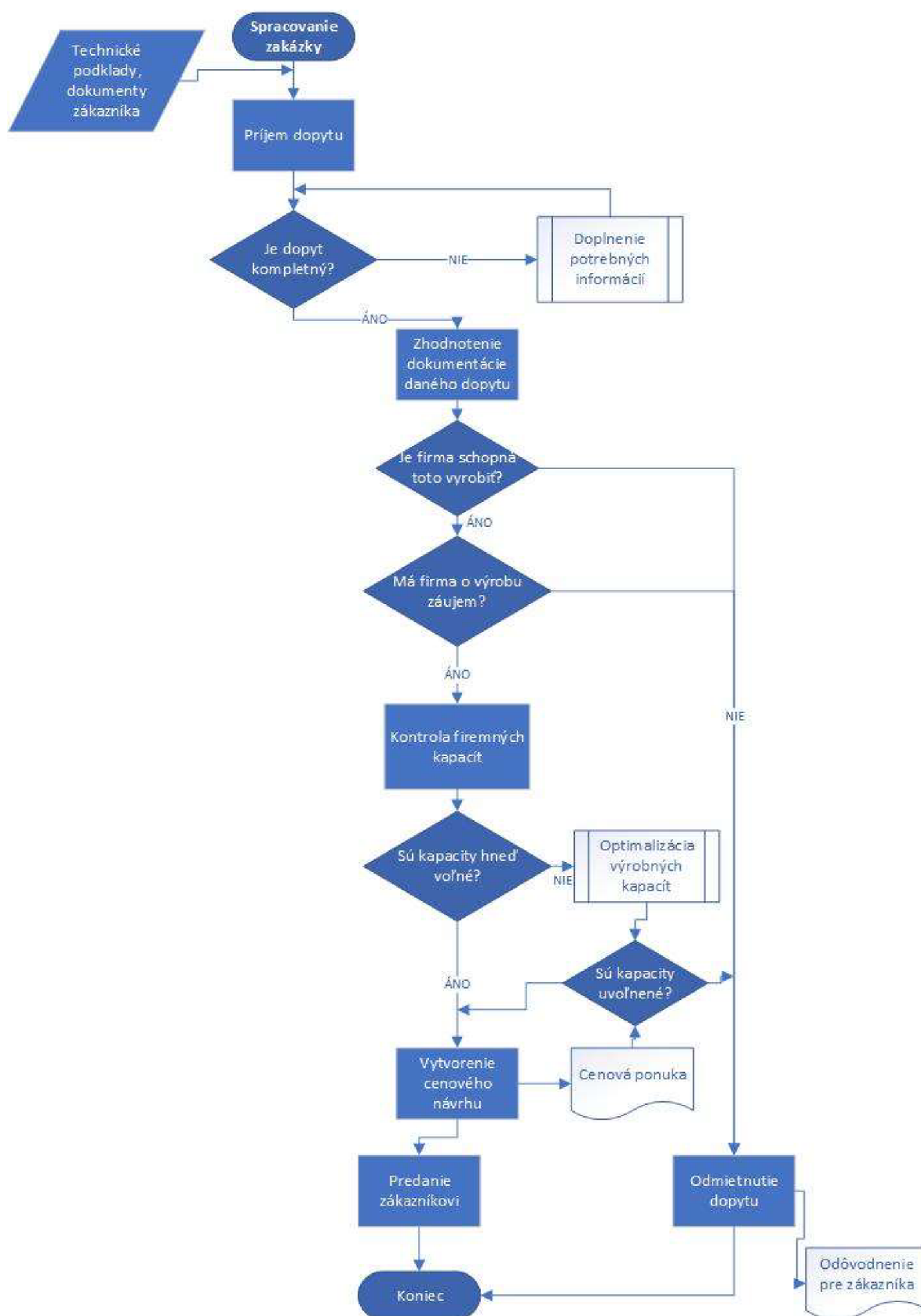
Proces je súbor vzájomne prepojených činností transformujúci vstupy na výstupy [51].

Procesy vo firme NTW s.r.o. boli spracované metódou SIPOC (tabuľka 8), opísanou v teoretickej časti, s dôrazom na proces spracovania objednávky, ktorý je ďalej rozvedený vývojovým diagramom (obr. 19) a s ktorým je ďalej pracované.

Metóda SIPOC zobrazuje 6 hlavných firemných procesov. V NTW s.r.o. je majiteľom viacerých procesov jedna a tá istá osoba, konkrétne majiteľ firmy, a preto sa jedná o nezastupiteľnosť v procesoch.

Tab 8) SIPOC analýza firmy NTW s.r.o., vlastné spracovanie

Životní cyklus produktu / služby NTW s.r.o.				
Supplier	Inputs	Process	Outputs	Customer
Dodávateľ	Vstupy	Proces	Výstupy	Zákazník
Zákazník	Dopyt, výkresová dokumentácia	Spracovanie objednávky	Spracovaná objednávka s interným označením	Oddelenie príjmu a spracovania objednávok
Oddelenie príjmu a spracovania objednávok	Výkresová dokumentácia od zákazníka	Príprava výkresovej dokumentácie pre výrobu	Výkresová dokumentácia v internom označením	Oddelenie nákupu
Oddelenie nákupu	Výkresová dokumentácia s interným označením	Objednanie materiálu a polotovarov	Materiál na výrobu dielov	Pracovníci výroby
Pracovníci výroby	Materiál na výrobu dielov, strojné vybavenie	Výroba	Hotové diely	Oddelenie kontroly kvality
Oddelenie kontroly kvality	Hotové diely, meracie zariadenia	Interná kontrola kvality	Skontrolované diely	Expedičné oddelenie
Expedičné oddelenie	Skontrolované diely, obalový materiál	Expedícia	Expedovaná objednávka	Zákazník



Obr. 19) Vývojový diagram procesu spracovania dopytu, vlastné spracovanie

7 NÁVRH A APLIKÁCIA METÓDY PLÁNOVANIA VÝROBNÝCH KAPACÍT

V kapitole 6 bol definovaný problém ušlých príležitostí vo firme NTW s.r.o., kde jednou z príčin bola absencia plánovania výrobných kapacít. Táto kapitola sa venuje návrhu a aplikácii metódy na zavedenie plánovania výrobných kapacít v danom podniku.

Kapitola 4.1 Trendy v kapacitnom plánovaní spomína softvér kapacitného plánovania ako možnosť ako porozumieť potrebám výrobných kapacít. Jeho cena sa však pohybuje v tisíckach dolárov.

Práve cenu tohto softvéru vidím ako problém pri jeho zaobstaraní do firmy NTW s.r.o., keďže sa jedná o mikropodnik, pre ktorý je takáto suma nemalá a počet obdržaných objednávok nie je tak vysoký, aby výhody zaobstarania tohto softvéru prevýšili nevýhodu v podobe vysokej ceny.

Napriek tomu je plánovanie výrobných kapacít kľúčové a mali by byť prijaté opatrenia na jeho zefektívnenie, v tomto konkrétnom prípade dokonca zavedenie, nakoľko doteraz sa tým firma nezaoberala.

Možnosťou je tiež využitie nástrojov platformy MS. Ako jedna z možností jednoduchšej formy plánovania výrobných kapacít je využitie dostupného nástroja Excel súborov, prípadne potom softvérové riešenie MS Project.

Alternatívou k softvéru kapacitného plánovania je teda vytvorenie vlastného .xlsx súboru, ktorý bude obsahovať všetky dôležité informácie k efektívnemu plánovaniu výrobných kapacít v tejto firme s prvkami štíhlemu managementu.

Kapacitné prepočty spomínané v kapitole 2.5.4 sú v tomto prípade nepoužiteľné, keďže sa vzťahujú na sériovú výrobu. Výroba vo firme NTW s.r.o. je kusová a zákaznícka, odvíjajúca sa od dopytu.

Štartovacou informáciou pri plánovaní kapacít je preto v tomto prípade je výrobný čas súčiastky, tj. dĺžka trvania CNC programu. Na základe predpokladaného trvania CNC programu sú momentálne tvorené aj cenové ponuky. Odhad jeho dĺžky je vytvorený na základe skúseností. Firma momentálne používa softvér Excel aj na evidenciu objednávok, preto navrhujem doplniť súbor o predpokladané časy trvania programov (obr. 20). Prípravu programu do súčtu časovej náročnosti objednávky nezarátavam, keďže program sa dá vytvárať aj v čase obrábania inej súčiastky. Rovnaký prípad sú aj dokončovacie činnosti na dieloch (napríklad odhrocovanie), ktoré môžu a mali by byť vykonávané v čase obrábania inej súčiastky.

Prehľad objednávok 2022													
Firma	Obj.	Interné číslo	Diel	Počet ks			Povrchová úprava	Časová náročnosť [hod]			Cena		
				Ks	Zrk.	Spolu		Program/ks	Program/diel	Celá zákazka	€/ks	€/diel	
...
A	V02287	72 054	1KZ0RP-1	2		2	elox	0,5		1	20,25		
A	V02287	72 054	1KZ0RP-2	8		8	elox	0,75		6			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-3	8		8	elox	0,2		1,6			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-4	4		4	elox	0,2		0,8			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-5	2		2	elox	0,2		0,4			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-6	1		1	elox	0,2		0,2			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-7	1	1	2	elox	0,2		0,4			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-8	1	1	2		0,5		1			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-9	3		3		0,75		2,25			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-10	4		4		1		4			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-11	2		2		0,5		1			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-12	2		2	Zn	0,2		0,4			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-13	2		2		0,2		0,4			
A	V02287	72 054	1KZ0RP-14	2	2	4		0,2		0,8			
...

Obr. 20) Príklad zapisovania objednávok s časovou náročnosťou, vlastné spracovanie

Z obrázku 20 vidíme, že predpokladaná časová náročnosť zákazky s interným číslom 72 054 je 20,25 hod. Je to čas potrebný na opracovanie dielov na CNC fréze. Keďže pracovná doba je zvyčajne 8 hodín, jednoduchým prepočtom zistíme, že na túto zákazku musíme vyhraďiť 3 pracovné dni, pričom nám vznikne aj časová rezerva. Tú však nebudeme zaplňať kvôli prípadnému výskytu nepredvídateľných okolností.

Pri plánovaní výrobných kapacít vznikne nový .xlsx súbor – obrázok 22. Ten bude slúžiť na zapisovanie celkovej časovej náročnosti zákazky, počnúc spracovaním objednávky, až po doručenie hotových dielov zákazníkovi.

Súbor je hárkami rozdelený na jednotlivé mesiace. Tie sú ďalej v bunkách rozdelené na týždne a dni, pričom červenou farbou sú vyznačené víkendy a dni pracovného pokoja, nakoľko vo firme sa cez víkendy pracuje veľmi ojedinele – len v prípade extrémnej časovej tiesne. V riadkoch sú zapísané zákazky pod interným označením firmy. Obrázok 21 ukazuje vysvetlenie jednotlivých farebných označení a skratiek.

10. augusta obdržime objednávku, ktorú zaevidujeme v ten istý deň. Rovnako v ten istý deň pripravíme výkresovú dokumentáciu pre dielňu. Hnedou farbou je označené čakanie na materiál a jeho prípadné narezanie na polotovary.

Nasleduje samotná výroba na CNC strojoch. Túto zákazku pridelieme CNC obrábaciemu centru DOOSAN DNM 6700L. Zákazník nevyžaduje žiadnu povrchovú úpravu. Keďže v súbore vidíme, že na 18. augusta, kedy už bude obrábanie na CNC fréze ukončené máme už naplánované balenie zákazky 72 051 a termín dodania zákazky 72 054 je až na začiatku septembra, môžeme si balenie dielov z tejto zákazky naplánovať na 19. augusta a ich následnú prepravu k zákazníkovi na nasledujúci deň.

Pri viacerých zákazkách je vyžadovaná aj povrchová úprava (najčastejšie elox prírodný, zinkovanie, kalenie), ktorá je v tabuľke vyznačená fialovou farbou. Najčastejšou príčinou nedodržania termínu dodania boli dlhé čakacie doby na povrchovú úpravu. Týmto spôsobom bude firma schopná si vopred rezervovať kapacity u externého dodávateľa povrchových úprav.

V zákazke 72 056 musíme diely obrobiť ešte externe – rezačkou. Jedná sa o kalené diely, takže povrchová úprava je potrebná ešte pred externým obrobením.

Po obdržaní dopytu k objednávke s interným číslom 72 057 vidíme, že nám už naše výrobné kapacity nestačia, keďže všetky stroje sú obsadené a preto objednávku len spracujeme a po preverení kapacitným možností kooperujúcej firmy ju posunieme na výrobu von.

Z tabuľky tiež vyplýva, že CNC obrábacie centrum TRENS MC 100VA je vyťažené prakticky celý august malosériovou výrobou zákazky 72 046, na ktorej, keďže sa jedná o letný mesiac, pracuje brigádnik.

Princípy štihlosti v plánovaní výrobných kapacít firmy NTW s.r.o.

Tabuľka v súbore plánovania výrobných kapacít je doplnená o činnosti, ktoré svojou podstatou prispievajú k eliminovaniu plytvania vo výrobe.

Jednou z príčin plytvania spomínaných v kapitole 3.3 je aj slabá komunikácia medzi zamestnancami a managementom. Novo navrhnutá tabuľka plánovania výrobných kapacít dáva priestor na zaznamenanie plánovanej dovolenky pracovníkov. Tí dostanú pokyny ju nahlásiť aspoň mesiac – dva vopred, resp. hneď po jej naplánovaní si. Management potom uvidí, kedy s daným pracovníkom nemôže počítať.

Toto opatrenie priamo súvisí s znižovaním ďalšieho druhu plytvania, ktorého príčinou je zlý technický stav stroja. V súčasnosti funguje vo firme tzv. reaktívna údržba, t.j. oprava po poruche. Takto nastavený systém údržby je zdrojom neočakávaných prestojov, čo vyúsťuje do nedodržania termínov dodania. Po zavedení tohto štandardu môže management v čase naplánovanej dovolenky pracovníkov naplánovať preventívnu prehliadku a opravu stroja v malom až strednom rozsahu, t.j. výmenu najviac opotrebovaných súčiastok v bežnej praxi. Toto vyúsťi do menšej poruchovosti stroja, teda do eliminovania neplánovaných prestojov a do eliminovania výroby nezhodných kusov.

Ďalšou navrhnutou činnosťou prispievajúcou k znižovaniu plytvania vyplývajúceho zo zlého technického stavu strojov je autonómna údržba. V pláne výrobných kapacít bude zaznamenaná plánovaná údržba na konkrétny deň. Jedná sa o činnosti ako dôkladné vyčistenie od triesok a výmena mazív a kvapalín.

Posledným pilierom štíhleho managementu zahrnutým v navrhnutom pláne výrobných kapacít je školenie obsluhy strojov. Jedná sa o školenia programovania v potenciálne novo zakúpených verziách zariadení a softvérov používaných vo firme, teda HEIDENHAIN a SOLIDWORKS a napríklad školenie BOZP.

Pri plánovaní výrobných kapacít by management mal prihliadať aj na výsledky analýzy zákazníkov z kapitoly 6.1. Slúžia k efektívnejšiemu rozhodovaniu sa pri akceptovaní objednávok. Je logické dať prednosť objednávke od zákazníka, ktorý firmu dlhodobo zásobuje objednávkami o celkovo najvyššej hodnote než objednávke od zákazníka, od ktorého zákazky chodia len sporadicky.

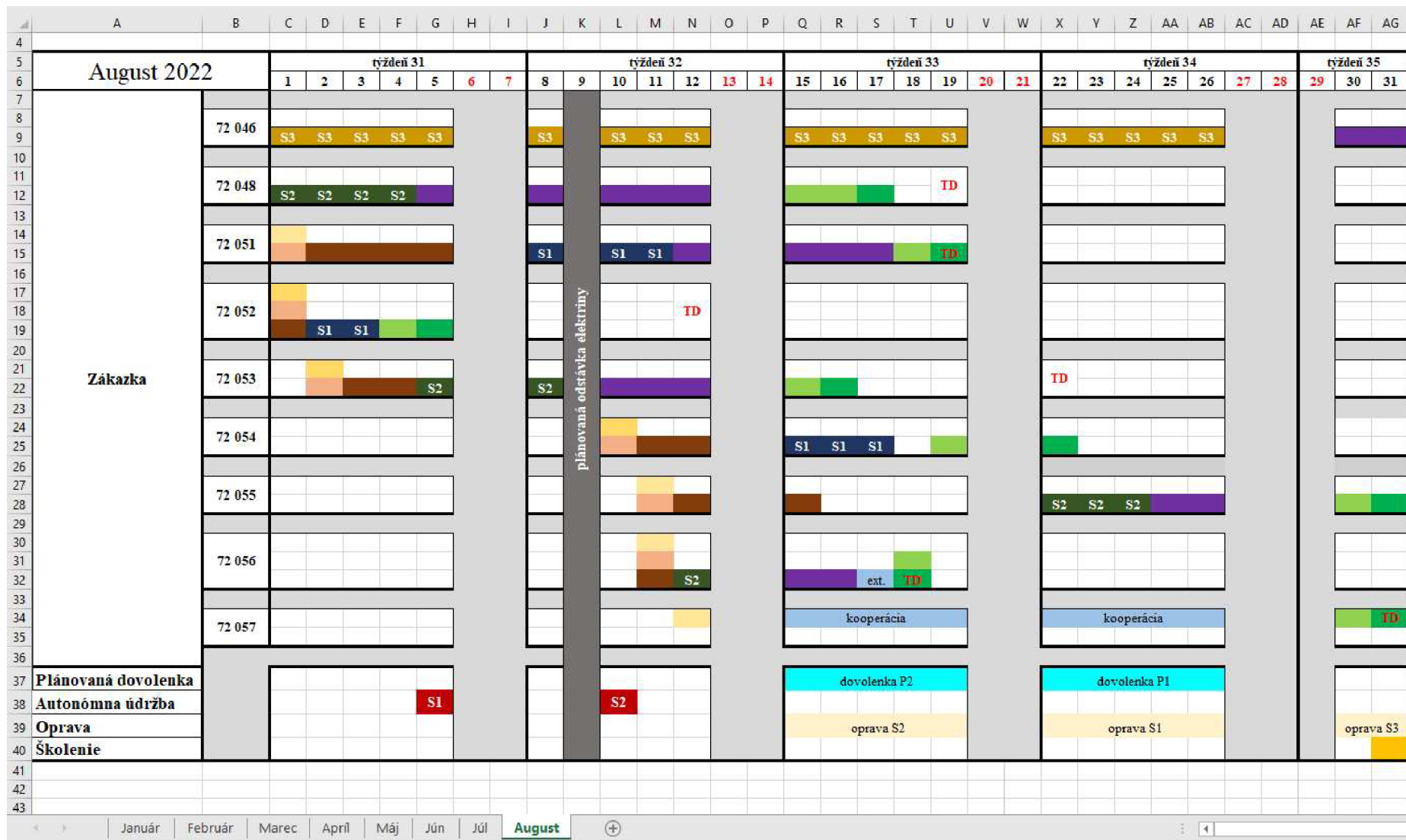
Za uváženie by stálo aj zefektívnenie firemných procesov a ušetrenie času v podobe znižovania strát a plytvania spôsobených nesprávnym rozmiestnením výroby. Preto navrhujem zrušenie nájomnej zmluvy na prenájom skladovacích priestorov umiestnených hneď vedľa

výrobnej haly. Firma tým získa k dispozícii 151 m², ktoré by sa dali využiť na logické usporiadanie a rozmiestnenie najmä prichádzajúceho materiálu, obrobkov čakajúcich na povrchovú úpravu a hotových výrobkov.

Firma len veľmi nedávno zaviedla štandard označovania zákaziek pod interným číslom. Každý výrobný výkres je týmto číslom označený, čiže je okamžite jasné, z ktorej zákazky ten ktorý diel pochádza. Tento krok veľmi prispel k zefektívneniu a zrýchleniu firemných procesov, keďže v minulosti sa stávalo, že kompletovanie zákazky trvalo zbytočne dlhý čas. Toto označovanie interným číslom je použité aj v navrhnutom pláne výrobných kapacít.

LEGENDA	
	spracovanie objednávky
	príprava výrobných dokumentácií
	príprava materiálu a polotovarov
S1	výroba stroj 1 - DOOSAN DNM 6700L
S2	výroba stroj 2 - MASS MCV 754 QUICK
S3	výroba stroj 3 - TRENS MC 100VA
	povrchová úprava
	balenie
	preprava
TD	termín dodania
P1	pracovník 1
P2	pracovník 2

Obr. 21) Legenda k návrhu plánu výrobných kapacít firmy NTW s.r.o., vlastné spracovanie



Obr. 22) Návrh plánu výrobných kapacít firmy NTW s.r.o., vlastné spracovanie

8 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE

Technická stránka navrhnutých opatrení a doporučení svojou obtiažnosťou nijako nezasiahne do chodu firmy. Jedná sa o veľmi technicky nenáročné riešenie – použitie už používaného výpočtového softvéru Excel. Jedinou a jednorazovou technicky náročnejšou záležitosťou by bolo sťahovanie skladovacích zariadení do nového priestoru.

Z ekonomického hľadiska taktiež nejde o nič enormne náročné. Firma už softvérom Excel disponuje, takže náklady na samotný plán výrobných kapacít sú nulové. To bol aj hlavný dôvod výberu tohto riešenia.

Finančnou stratou by bolo vypovedanie nájomnej zmluvy zo skladovacieho priestoru, avšak potenciál, ktorým má využitie tohto priestoru firmou NTW s.r.o. by túto finančnú stratu vyrovnalo, prípadne prevýšilo.

9 VLASTNÉ NÁVRHY A ODPORÚČANIA

Využívanie softvéru Excel ako nástroja k plánovaniu výrobných kapacít je veľmi lacné a efektívne. Problémom spomínaným aj v kapitole 6.1 však je, že skoro všetky firemné procesy sú vlastnené jednou osobou, konkrétne majiteľom firmy, s občasnou pomocou asistentky. Aj plánovanie výrobných kapacít v malom podniku vyžaduje určitý časový fond. Návrhy spomínané v kapitole 7 sú koncipované pre manuálne zadávanie.

Softvér Excel nie je však len jednoduchým nástrojom každodenného použitia, ale disponuje aj oveľa pokročilejšími možnosťami. V programe Excel je možnosť programovať pomocou jazyka Visual Basic for Application (VBA), pomocou ktorého môžeme automatizovať opakujúce sa úlohy [52].

Preto navrhujem rozmýšľať v budúcnosti aj nad touto možnosťou. Po prvotnom vyskúšaní tohto systému plánovania výrobných kapacít a zhodnotení jeho efektívnosti a prínosu pre firmu môže firma osloviť IT špecialistu so žiadosťou o napísanie kódu pre excelovský súboru (obr. 22) tak, aby automaticky čerpal dáta zo zošitu s uvedenou časovou náročnosťou (obr. 20) a následne bol príkazmi a cyklickými a rozhodovacími štruktúrami schopný sám napláňovať výrobu jednotlivých zákaziek.

Niektoré prvky podmieneného formátovania však môže zaviesť firma aj sama. Napríklad formátovať bunky tak, aby Excel upozornil, ak by mali byť jeden stroj použitý na dve zákazky v jeden deň, alebo ak by mala byť zákazka vyrábaná na stroji, ktorého obsluha v tom čase čerpá dovolenku.

10 ZÁVER

Cieľom tejto diplomovej práce je zavedenie plánovania výrobných kapacít vo firme NTW s.r.o. s aplikovaním vybraných princípov štihlosti.

Prvá časť práce je venovaná teoretickým východiskám. Obsahuje termíny používané vo výrobe a ich vysvetlenie ako sú výrobný proces, mapovanie procesov, výrobný systém a typy výroby. Ďalej sa venuje plánovaniu a riadeniu výroby s dôrazom na kapacitné plánovanie, pričom definuje výrobnú kapacitu, klasifikuje výrobné kapacity a obsahuje kapacitné prepočty.

Teoretická časť práce sa ďalej venuje Lean výrobe a Lean managementu. Definuje tieto termíny viacerými pohľadmi, predstavuje históriu tohto konceptu a jeho princípy. Ďalej rozoberá jednotlivé druhy plytvania a na koniec predstavuje nástroje a techniky štíhleho managementu. Práca tiež obsahuje prehľad aktuálnych trendov v oblasti plánovania kapacít a štíhleho managementu ako sú softvéry kapacitného plánovania a inovatívny koncept spojenia metódy Lean a Priemyslu 4.0 pod názvom Lean 4.0. Posledná kapitola praktickej časti sa venuje rešeršu relevantných noriem venujúce sa problematike systémov riadenia.

Druhá časť práce je praktický zameraná. Obsahuje systémový rozbor riešenej problematiky. Pre potreby správneho uchopenia problému v súlade so systémovým prístupom je predstavená spoločnosť, ktorá je predmetom tejto práce. Predstavenie obsahuje organizačnú štruktúru, ukážku výroby, zadefinovanie typu výroby, ukážku výrobných priestorov, analýzu zákazníkov a rozbor procesov. Je definovaný problém, ďalej riešený pomocou diagramu rybej kosti, ktorý definuje ako jednu z príčin stanoveného problému absenciu plánovania výrobných kapacít. Nasledujú vlastné návrhy k podpore plánovania výrobných kapacít s princípmi štihlosti v tomto podniku. Po zhodnotení ekonomickej náročnosti zadováženia softvéru kapacitného plánovania spomínaného v teoretickej časti navrhuje práca využitie výpočtového softvéru Excel, ktorým firma už disponuje. Primárne sú návrhy koncipované k manuálnemu zadávaniu, spomína sa však aj možnosť budúcnosti v podobe využitia programovacieho jazyka VBA a zautomatizovania úloh.

Navrhnuté riešenia sú ekonomicky a technicky veľmi nenáročné, ale sú silným nástrojom k efektívnemu plánovaniu výrobných kapacít.

11 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] MAREK, Jiří. VÝROBNÍ SYSTÉMY: Teorie, stavba, příklady [online]. Brno, 2021 [cit. 2022-01-20]. Interní učební texty. Vysoké učení technické v Brně.
- [2] KOVÁČ, Jozef. Projektovanie výrobných procesov a systémov. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2006, 126 s. EQUAL. ISBN 80-8073-720-7.
- [3] Life Cycle Assessment (LCA) – Complete Beginner’s Guide. Ecochain [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://ecochain.com/knowledge/life-cycle-assessment-lca-guide/>
- [4] KRATOCHVÍLOVÁ, Jaroslava. MODELÝ MAPOVANIA PODNIKOVÝCH PROCESOV. Transfer inovácií [online]. Technická univerzita v Košiciach, 19/2011, 2011 [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/19-2011/pdf/242-245.pdf>
- [5] SIPOC analýza. Certifikácia manažérskych systémov [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.cems.sk/blog/211-sipoc-analyza>
- [6] Čo je to vývojový diagram a ako ho tvoriť. Umenie Kreativity [online]. [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.umeniekreativity.sk/vyvojovy-diagram/>
- [7] HUANG, Yong, Lihui WANG a Steven LIANG. Handbook of Manufacturing [online]. [cit.2022-01-20].Dostupné z: https://www.worldscientific.com/doi/pdf/10.1142/9789813271029_0001
- [8] MAREK, Jiří. Výroba a výrobní proces: Teorie a stavba výrobních systémů [online]. Brno, 2021 [cit. 2022-01-20]. Prednáškový cyklus. Vysoké učení technické v Brně.
- [9] LOFFELMANN, Jiří. Plánování podle typů výroby. IT Systems [online]. 2010, 2010(1-2) [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-podle-typu-vyroby.htm>
- [10] Production planning and control [online]. Landmark, 2015 [cit. 2022-01-21]. Dostupné z: https://prog.lmu.edu.ng/colleges_CMS/document/books/MCE519%20-%20PPC.pdf. Lecture note. Department of mechanical engineering, Landmark University.
- [11] MISHRA, Pooja. Production planning and control [online]. Lucknow [cit. 2022-01-21]. Dostupné z: <https://itcollege.ac.in/itdc/wp-content/uploads/2020/10/Dr-Pooja-Mishra-2.pdf>. Lecture presentation. Isabella Thoburn Degree College.

- [12] THORAT, Sachin. Production Planning and Control – Objectives, Functions Of PPC. Learn Mech [online]. [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: <https://learnmech.com/what-is-production-planning-and-control-objectives-of-ppc/>
- [13] SHARMA, Hemant. An Overview of Production Systems and Production Planning and Control: Production Planning and Control [online]. Haryana [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: <https://www.ddegjust.ac.in/2017/Uploads/11/POM-326.pdf>. Course. Amity University
- [14] ĎURINA, Rastislav. Výrobný program podniku, výrobná kapacita podniku, odbytové hospodárstvo podniku, podstata a nástroje stratégie predaja. Bratislava, 2007. Fakulta elektrotechniky a informatiky, STU v Bratislave.
- [15] JAKUB, Vosátka. Výrobní činnost: Podniková ekonomická [online]. Ústí nad Labem [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http%3A%2F%2Fzp.ujep.cz%2F~vosatka%2FPrednasky_NOP%2FPrednaska_06-Vyrobn%C3%AD%2FVyrobn%C3%AD%2FVyrobn%C3%AD.ppt&wdOrigin=BROWSELINK. Prezentace. Fakulta životního prostředí, Univerzita J.E. Purkyně, Ústí nad Labem.
- [16] BIELIK, Peter. Výrobná činnosť podniku [online]. Nitra, 2007 [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fspu.fem.uniag.sk%2Fcvicenia%2Fke%2Fbielik%2FPodnikove%2520hospodarstvo%2FVyrobn%C3%AD%2FVyrobn%C3%AD%2FVyrobn%C3%AD.ppt&wdOrigin=BROWSELINK>. Prezentácia. FEM, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.
- [17] VARHANÍK, M. Návrh rozmístnění technologie provozu „nástrojárny“ pro výrobu forem. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 69 s. Vedoucí práce Ing. Jan Strejček, Ph.D., MBA. Začiatok formulára
- [18] RAZA, Ali. Capacity Planning Strategy – Everything you need to know [online]. In: . 16 June 2020 [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <https://throughput.world/blog/product/capacity-planning-strategy/>
- [19] HYUN, Jin. How to Implement Business Capacity Planning- Strategies & Steps. ZIP Forecasting [online]. 30 Nov 2020 [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <https://zipforecasting.com/capacity-planning.html>
- [20] LÖFFELMANN, Jiří. Plánování kapacit v diskretní zakázkové výrobě. IT Systems [online]. 2015(4) [cit. 2022-01-25]. ISSN 1802-615X. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-kapacit-v-diskretni-zakazkove-vyrobe.html>

- [21] Advanced Planning and Scheduling (APS). SIEMENS [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/advanced-planning-scheduling/64111>
- [22] EARLEY, John. The Lean Book of Lean: A concise Guide to Lean Management for Life and Business. Cornwall, UK: John Wiley & Sons, 2016, 254 s. ISBN 978-1-119-096191.
- [23] SKHMOT, Nawras. What is Lean?. The Lean Way [online]. 5 Aug 2017 [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <https://theleanway.net/what-is-lean>
- [24] SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Grada, 2011, 232 s. ISBN 978-80-247-7297-4.
- [25] GAY, Christina. 8 WASTES OF LEAN MANUFACTURING. Machine Metrics [online]. 25 Jan 2016 [cit. 2022-01-28]. Dostupné z: <https://www.machinemetrics.com/blog/8-wastes-of-lean-manufacturing>
- [26] TOP 25 LEAN TOOLS & TECHNIQUES. LEAN PRODUCTION [online]. [cit. 2022-01-28]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/top-25-lean-tools/>
- [27] RAZA, Ali. Capacity Planning Software – Plan, Analyze and Prepare for capacity. Through Put [online]. April 28, 2020 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <https://throughput.world/blog/product/capacity-planning-software/>
- [28] Capacity Planning Software. Software Advice [online]. [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.softwareadvice.com/manufacturing/capacity-planning-comparison/>
- [29] HOHMANN, Chris. What is Lean 4.0?. Chris Hohmann [online]. February 23, 2019 [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: <https://hohmannchris.wordpress.com/2019/02/23/what-is-lean-4-0/>
- [30] EJSMONT, Krzysztof, Bartłomiej GLADYSZ, Donatella CORTI, Fernando CASTANO, Wael MOHAMMED a Jose LASTRA. Towards ‘Lean Industry 4.0’ – Current trends and future perspectives. Taylor Francis Online [online]. February 23, 2019 [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: <https://hohmannchris.wordpress.com/2019/02/23/what-is-lean-4-0/>
- [31] The Future of Manufacturing: Lean 4.0. The Future Factory [online]. [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: <https://www.thefuturefactory.com/blog/47>
- [32] NETLAND, Torbjorn. How to teach Lean with Virtual Reality. LinkedIn [online]. [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: https://www.linkedin.com/pulse/how-teach-lean-virtual-reality-torbjorn-netland?trk=portfolio_article-card_title

- [33] TECHNICKÁ NORMALIZÁCIA: Čo je technická norma, ochrana technických noriem [online]. Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky [cit. 2022-01-31]. Dostupné z: <https://www.unms.sk/files/docs/zvotn-2-co-je-norma-ochrana-noriem-202110-6156c8f9e06ec.pdf>
- [34] Systémové prístupy dle koncepce ISO. Kvalita ve veřejné správě [online]. [cit. 2022-01-31]. Dostupné z: <http://kvalitavs.cz/iso/>
- [35] ČSN EN ISO 9000: Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [36] ČSN EN ISO 9001: Systémy managementu kvality - Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [37] ČSN EN ISO 9004: Management kvality - Kvalita organizace- Návod k dosažení udržitelného úspěchu. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- [38] ČSN ISO 10002: Management kvality - Spokojenost zákazníka - Směrnice pro vyřizování stížností v organizacích. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- [39] ČSN ISO 10004: Management kvality - Spokojenost zákazníka - Směrnice pro monitorování a měření. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- [40] ČSN ISO 10005: Management kvality - Směrnice pro plány kvality. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- [41] ČSN ISO/TR 10013: Směrnice pro dokumentaci systému managementu jakosti. Praha: Český normalizační institut, 2021.
- [42] ČSN ISO 10014: Management kvality - Směrnice pro dosahování finančních a ekonomických přínosů. Praha: Český normalizační institut, 2021.
- [43] ČSN ISO 13053: Kvantitativní metody zlepšování procesu - Six Sigma. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [44] ČSN ISO 18404: Kvantitativní metody zlepšování procesu - Six Sigma - Kompetence klíčového personálu a jejich uspořádání ve vztahu k implementaci Six Sigma a Lean. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [45] Systémový přístup (System Approach). Managementmania [online]. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://managementmania.com/sk/systemovy-pristup-system-approach>
- [46] Obráběcí centrum / Vertikální / MC 100 VA. FERMAT [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.fermatmachinery.com/pouzite-stroje/obrabecci-centrum/vertikalni/mc-100-va-cs-201453/>

- [47] KOVOSVIT MAS MCV 754 QUICK. Machine Tools [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.machinetools.com/en/models/kovosvit-mas-mcv-754-quick>
- [48] DOOSAN LYNX 220LC. Machine Tools [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.machinetools.com/en/models/doosan-lynx-220lc>
- [49] BRH 20AQ: Vodorovná rovinná brúska. Aquastyl [online]. AQUASTYL SLOVAKIA [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: <https://www.aquastyl.sk/sk/brh-20aq>
- [50] DOOSAN DNM 6700/6700L/6700XL. TECNOTRADE Obráběcí stroje [online]. Kuřim, 2014 [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.tecnotrade.cz/obrabeci-stroje/vertikalni-centra/vertikalni-centra-znacky-doosan/dnm-4500-5700-6700/>
- [51] BLECHA, Petr. Termíny a definice: Management kvality II [online]. Brno [cit. 2022-03-18]. Dostupné z: https://moodle.vut.cz/pluginfile.php/399632/mod_resource/content/2/XRI_01_2022.pdf. Přednáška č.1. Vysoké učení technické v Brně.
- [52] Programovanie v Exceli. Sk.education-wiki [online]. [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: <https://sk.education-wiki.com/1041905-programming-in-excel>

12 ZOZNAM SKRATIEK, SYMBOLOV, OBRÁZKOV A TABULIEK

12.1 Zoznam tabuliek

Tab 1)	Rozhodovanie sa v PPC.....	22
Tab 2)	Technické parametre CNC obrábacieho centra TRENDS MC 100VA	53
Tab 3)	Technické parametre CNC obrábacieho centra MAS MCV 754 QUICK..	54
Tab 4)	Technické parametre CNC sústruhu LYNX 220 LC.....	55
Tab 5)	Technické parametre vodorovnej rovinnej brúčky BRH 20AQ.....	56
Tab 6)	Technické parametre CNC obrábacieho centra DOOSAN DNM 6700L...	57
Tab 7)	Prehľad počtu objednávok a ich hodnôt jednotlivých firiem	60
Tab 8)	SIPOC analýza firmy NTW s.r.o., vlastné spracovanie	64

12.2 Zoznam obrázkov

Obr. 1)	Príklad skladby strojárskeho výrobného procesu	18
Obr. 2)	Výrobný proces a výrobný systém	19
Obr. 3)	Prvky PPC.....	23
Obr. 4)	Klasifikácia kapacít	26
Obr. 5)	Plánovanie s neobmedzenými kapacitami	33
Obr. 6)	Plánovanie s obmedzenými kapacitami bez optimalizácie.....	33
Obr. 7)	Plánovanie s obmedzenými kapacitami s optimalizáciou	34
Obr. 8)	Organizačná štruktúra firmy NTW s.r.o.	51
Obr. 9)	Príklady vyrábaných dielov.....	52
Obr. 10)	CNC obrábacie centrum TRENDS MC 100VA.....	53
Obr. 11)	CNC obrábacie centrum	54
Obr. 12)	CNC obrábacie centrum LYNX 220LC	55
Obr. 13)	Vodorovná rovinná brúska BRH 20AQ	56
Obr. 14)	CNC obrábacie centrum DOOSAN DNM 6700L.....	57
Obr. 15)	Plán výrobných priestorov firmy NTW s.r.o.	59
Obr. 16)	Graf percentuálneho rozloženia počtu objednávok	61
Obr. 17)	Graf percentuálneho rozloženia hodnôt objednávok.....	61
Obr. 18)	Ishikawov diagram	Chyba! Záložka nie je definovaná.
Obr. 19)	Vývojový diagram procesu spracovania dopytu	65
Obr. 20)	Príklad zapisovania objednávok s časovou náročnosťou.....	68
Obr. 21)	Legenda k návrhu plánu výrobných kapacít firmy NTW s.r.o.....	70
Obr. 22)	Návrh plánu výrobných kapacít firmy NTW s.r.o.....	71

12.3 Zoznam skratiek

Skratka	Význam
LCA	Life Cycle Assessment
ETO	engineer-to-order
ATO	assemble-to-order
MTS	make-to-stock
MTO	make-to-order
PBM	process batch manufacturing
PPC	Production Planning and Control
APS	Advanced Planning and Scheduling
IMVP	International Motor Vehicles Program
LAI	Lean Aerospace Initiative
TPS	Toyota Production system
WIP	work-in-progress
JIT	Just-In-Time
TPM	Total Productive Maintenance
VSM	Value Stream Mapping
RFID	Radio Frequency Identification
IoT	Internet of Things
ETH	Eidgenossische Technische Hochschule
ISO	International Organization for Standardization
BOZP	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
VBA	Visual Basic for Application