

Obsah

Seznam obrázků	3
Seznam tabulek	4
Úvod.....	5
1 Technologie výroby a technologické postupy.....	6
1.1 Výrobní proces a jeho rozdělení.....	6
1.1.1 Výrobní proces z technického hlediska.....	6
1.1.2 Výrobní proces z hlediska výrobních etap	6
1.1.3 Výrobní proces z hlediska plynulosti výrobního procesu	7
1.1.4 Tvorba výrobku dle účasti jednotlivých procesů na hlavní činnosti podniku.....	7
1.1.5 Výrobní proces z hlediska opakovatelnosti výroby	8
1.2 Technologie výroby.....	9
1.3 Technologické postupy	10
2 Vliv technologie na řízení výroby a prostorové řešení	13
2.1 Hierarchie managementu výroby	13
2.2 Operativní plánování výroby.....	14
2.3 Uspořádání pracoviště	14
2.3.1 Technologické uspořádání pracovišť	15
2.3.2 Předmětné uspořádání pracovišť	16
2.3.3 Pevné uspořádání pracoviště	17
2.3.4 Volné uspořádání pracoviště	17
2.3.5 Pružné výrobní systémy	17
2.4 Části layoutu.....	17
3 Analýza technologických celků ve společnosti.....	19
3.1 Časové propočty	19
3.2 Časové hodnocení	20
3.3 Kapacitní propočty	21
4 Charakteristika společnosti.....	23
4.1 Zaměření výroby	23
4.2 Uspořádání pracoviště	24
5 Kapacitní propočty	25
5.1 Metodika.....	25
5.1.1 Koncept řešení.....	25
5.1.2 Použité metody.....	26
5.2 Současný stav ve společnosti	26

5.2.1	Získaná data.....	26
5.2.2	Vyřídění a zpřesnění získaných dat.....	31
5.3	Reálný stav ve společnosti	34
5.3.1	Fond pracovní doby.....	34
5.3.2	Kapacitní vytížení pracovníka a stroje	35
5.3.3	Ověření stávajícího stavu na základě propočtu	37
5.4	Změna výrobního programu.....	38
6	Návrh výpočtového modelu	40
6.1	Metodika.....	40
6.2	Popis aplikace.....	40
6.2.1	Úvodní strana aplikace	40
6.2.2	Vstupní data.....	41
6.2.3	Výstupní data.....	45
6.3	Modelová situace.....	47
	Závěr.....	51
	Literatura	52

Seznam obrázků

Obrázek 1.1. Výrobní proces.....	6
Obrázek 1.2. Charakter spektra výrobního programu v kusové výrobě.....	8
Obrázek 1.3. Charakter spektra výrobního programu v sériové výrobě.	9
Obrázek 1.4. Charakter spektra výrobního programu v hromadné výrobě.	9
Obrázek 1.5. Ukázka technologického postupu. [11]	11
Obrázek 2.1, Pyramida řídicích vztahů.	13
Obrázek 2.2. Závislost druhu layoutu na vyráběném množství. [7]	14
Obrázek 2.3. Technologické uspořádání pracovišť. [6]	15
Obrázek 2.4. Předmětné uspořádání pracovišť. [10].....	16
Obrázek 2.5. Základní rozdělení ploch pracoviště. [5]	17
Obrázek 2.6. Rozdělení pracovní plochy	18
Obrázek 4.1. Ukázka výroby společnosti.....	23
Obrázek 4.2. Ukázka výroby společnosti.....	23
Obrázek 4.3. Layout výrobní haly.....	24
Obrázek 5.1. Portfolio podvýrobků_1část.....	30
Obrázek 5.2. Portfolio podvýrobků_2.část.....	31
Obrázek 5.3. Portfolio podvýrobků_3.část.....	31
Obrázek 6.1. Úvodní strana aplikace. Období: rok.	41
Obrázek 6.2. Úvodní strana aplikace. Období: půl roku	41
Obrázek 6.3. Časový fond pracovníka.	42
Obrázek 6.4. Časový fond stroje.	42
Obrázek 6.5. Karta počet lidí, strojů a směn.	43
Obrázek 6.6. Počet výrobků – definování zakázky.	43
Obrázek 6.7. Počet výrobků – počet Nh na pracovištích.	44
Obrázek 6.8. Navigační panel aplikace.	44
Obrázek 6.9. Kapacitní propočty jednotlivých pracovišť.	45
Obrázek 6.10. Omezující podmínky.	46
Obrázek 6.11. Kapacitní propočty pracovišť – 1. část.	47
Obrázek 6.12. Kapacitní propočty pracovišť – 2. část (nápravná opatření).....	47
Obrázek 6.13. Modelová situace – počet výrobků.	48
Obrázek 6.14. Modelová situace - kapacitní propočty.	48
Obrázek 6.15. Modelová situace – kapacitní propočty_detail.	49
Obrázek 6.16. Modelová situace – nápravná opatření_detail.	49

Seznam tabulek

Tabulka 5.1. Souhrn pracovišť s odvedenými časy na pracovníka.....	27
Tabulka 5.2. Možná nápravná opatření.....	27
Tabulka 5.3. Fond pracovní doby – a),b) jednotlivé kvartály, c) souhrn roku.....	28
Tabulka 5.4. Přehled oprav strojů na hale IV.....	29
Tabulka 5.5. Přehled oprav strojů na hale VII.....	29
Tabulka 5.6. Souhrnná data.....	32
Tabulka 5.7. Přepočet normohodin na 1m.....	33
Tabulka 5.8. Přepočtené normohodiny.....	34
Tabulka 5.9. Efektivní časový fond pro rok 2014 a) efektivní časový fond pracovníka, b), c) efektivní časový fond stroje.....	35
Tabulka 5.10. a) Kapacitní vytíženost pracovníka, b) Kapacitní vytíženost strojů.....	37
Tabulka 5.11. Výpočet navýšení kapacit o 30%.....	38
Tabulka 5.12. a) Kapacitní vytíženost pracovníků po navýšení o 30%, b) Kapacitní vytíženost strojů po.....	39

Úvod

V dnešní moderní a především pokrokové době je pro společnosti, produkující výrobky a služby zákazníkovi, stěžující úspěšnost na konkurenčním trhu. Je to dáno především vysokou kvalitou, kterou spotřebitelé požadují a přijatelnou cenou, jakou jsou ochotni spotřebitelé zaplatit. Dalším důležitým faktorem pro zákazníka je termín dodání produktu či služby. Na základě termínů musí firma řešit, zda má dostatek zdrojů v tomto termínu zakázku splnit, a tudíž musí provést analýzu svých zdrojů a to díky kapacitním propočtům, které jsou hlavním tématem této práce.

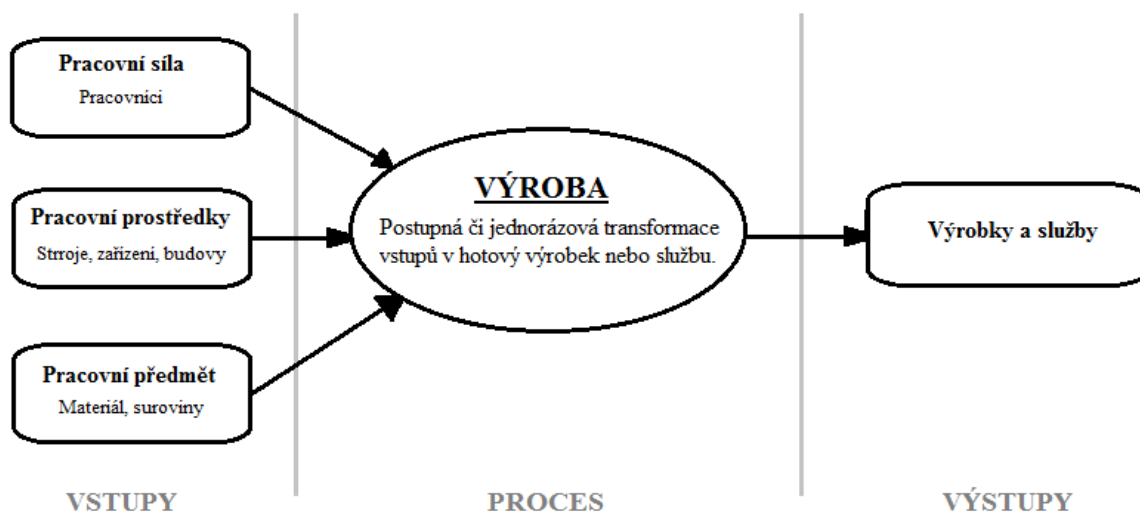
Tato práce je tedy zaměřena na informovanosti okolí o základech technologie výroby a technologických postupech. Jsou zde vytyčeny prvky o druzích výroby v rámci opakovatelnosti a k nim možné prostorové uspořádání. V neposlední řadě jsou v dokumentu zpracovány propočty kapacit výrobních prostředků, které budou následně aplikovány na nejmenovanou Českobudějovickou společnost.

Jak bylo řečeno, budou výpočty aplikovány na nejmenovanou společnost a tudíž cílem této práce, je studie kapacitního vytížení dané výrobní sekce v této společnosti. Nejprve je zapotřebí seznámit se s problematikou výroby a zjistit současný stav kapacit jednotlivých pracovišť. Na základě těchto dat poté vytvořit propočtový formulář, který bude následné kapacity propočítávat. Jelikož společnost žádá zajistit automatický propočet při nárůstu výroby produktů, je zapotřebí i tuto skutečnost zohlednit a do práce ji zakomponovat. Poté po vytvoření výpočtového formuláře je nutné zajistit nápravná opatření u každého pracoviště.

Výstupem této diplomové práce bude statická výpočtová šablona, která bude předdefinovaná na dané sledované období. Pomocí šablony budou poté sledovány jednotlivé kapacity pracovišť výrobní sekce.

1 Technologie výroby a technologické postupy

Výroba všech výrobků začíná vstupem materiálu do procesu zpracování, kde jsou užity dané technologické postupy s danou technologií výroby a končí vytvořením konečného výrobku. Konečný výrobek je následně určen k expedici zákazníkovi. Konkrétním činností, vedoucí k žádoucím výrobkům, se ve společnosti říká výrobní proces. „Výrobní proces je tedy postupná nebo jednorázová přeměna materiálu nebo polotovaru na hotový výrobek.“ [1]. Výrobní proces je znázorněn níže, viz Obrázek 1.1.



Obrázek 1.1. Výrobní proces.

1.1 Výrobní proces a jeho rozdělení

Jak již bylo zmíněno výše, výrobní proces vyjadřuje určitou transformaci vstupů (práce, materiálu a kapitálu) na výstupy. Tato přeměna lze hodnotit z několika hledisek.

1.1.1 Výrobní proces z technického hlediska

Výrobní proces je charakteristický změnou tvaru, složení a kvalitou, jedná se tedy o změnu mechanických, fyzikálních, chemických, biologických a jiných vlastností výrobků.

Posuzujeme-li výrobní proces z hlediska užití technologie, zjišťujeme, jak jsou uplatněna technická zařízení, stroje a nástroje v souvislosti i s technikou vnějších a vnitřních změn budoucího výrobku. Dle přímé změny materiálu v dílčí výrobě dále rozlišujeme procesy technologické a netechnologické.

- Technologický proces – způsob transformace materiálových vstupů ve finální výrobek, ve kterém dochází ke změně vnějších (tvarových) i vnitřních (strukturních či chemických) charakteristik suroviny či materiálu.
- Netechnologický proces – nedochází zde k přímému přetváření materiálových vstupů. Tyto procesy představují činnosti, které zajišťují technologické procesy (manipulace s materiálem, kontrola kvality, měření rozměrové přesnosti apod.). [1]

1.1.2 Výrobní proces z hlediska výrobních etap

Důležitým hlediskem pro posuzování výrobní etapy je hledisko technických přeměn, ke kterým dochází při výrobě. Existuje převaha výrob, kde se výrobní proces uskutečňuje

v několika etapách, které se na sebe vážou a z nichž každá je tvořena souborem jednoduchých činností specifické technologické povahy.

Výroba obsahuje následující etapy:

- Předvýrobní etapa vyjadřuje především takové činnosti, které se týkají přípravy výroby a zjišťování materiálů pro vlastní bezproblémovou výrobu.
- Výrobní etapa představuje individuální výrobní proces, ve kterém dochází k působení výrobních strojů, zařízení a nástrojů na suroviny a materiály a jejich proměnu na požadovaný finální produkt. Tato etapa se člení na předzhotovující, zhotovující a dohotovující fázi.

Předzhotovující fáze – zde dochází k činnostem zahrnující přípravu případně zpracování surovin nebo materiálů pro vlastní výrobu (tzn. výroba odlitků, výkovků, vylisků, které se dále zpracovávají).

Zhotovující fáze – zde dochází k hlavní podstatě výroby. Produkt tak docílí své konečné podoby (tzn. výroba součástí, montáž apod.).

Dohotovující fáze – též zvaná dokončovací fáze představuje konečné činnosti týkající se vzhledu a ochrany finálního produktu (tzn. úprava nátěry, konzervování) nebo činnosti připravující produkt k expedici (kompletace a balení).

- Povýrobní etapa, též nazývaná prodejní či odbytová, pojednává zpravidla o expedici, dopravě, předání produktu zákazníkovi, dále jeho seznámení se s produktem, popřípadě zaškolení o obsluhu a používání a v poslední řadě servisu.

K těmto jmenovaným etapám výroby lze uvést ještě jednu důležitou část spojenou s produktem, a to jeho likvidace, jinak řečeno zrušení či odstranění produktu.

1.1.3 Výrobní proces z hlediska plynulosti výrobního procesu

Plynulost výrobního procesu reprezentuje další členění technologického procesu. Z tohoto hlediska odlišujeme plynulou (kontinuální) výrobu od přerušované (diskontinuální) výroby.

- V plynulé výrobě (chemická výroba, energetická výroba či hutní výroba) technologický proces není přerušen a to ani ve dnech pracovního klidu. Produkty takovéto výroby se ve většině případů vyrábějí hromadně a tím jsou vytvářeny ideální podmínky pro automatizaci. Nepřetržitost je též dána tím, že zastavení takové výroby i rozběh těchto výrob je značně nákladný.
- V přerušované výrobě (strojírenství, stavitelství) je technologický proces přerušován potřebou realizovat sled netechnologických procesů (např. doprava materiálu, výměna nástroje, upnutí a následné vyjmutí obrobku, aj.). Tato výroba může být bez větších nákladů zastavena a opět spuštěna. Z hlediska organizace a řízení je přerušovaná výroba složitější než výroba plynulá a to v důsledku značné nepravidelnosti operací a velkého počtu současně vyráběných součástí. Proto se v těchto výroбах složitěji uplatňuje komplexní automatizace.

1.1.4 Tvorba výrobku dle účasti jednotlivých procesů na hlavní činnosti podniku

Při realizaci práce na výrobku mohou být užity různé procesy v různém poměru použití. Podle účasti dílčích procesů na výrobě lze dále členit procesy na:

- Hlavní (základní) výrobní procesy – tyto procesy jsou rozhodující částí komplexního výrobního procesu (tepelné zpracování, povrchová úprava, výroba odlitků, aj.),

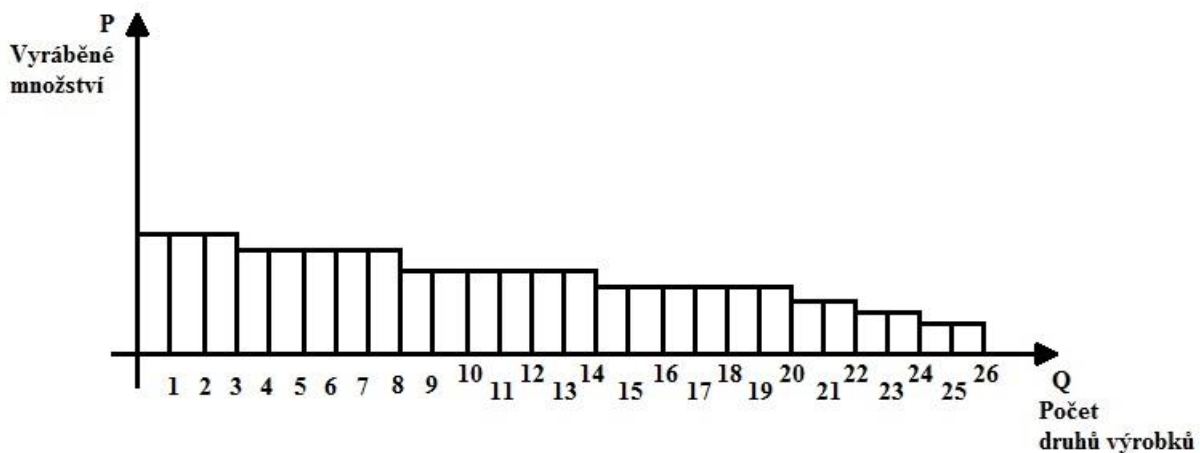
- Pomocné (vedlejší) výrobní procesy – procesy vytvářející podmínky pro realizaci hlavních procesů,
- Obslužné procesy – napomáhají průběhu základních procesů; tedy řídit a zaručit hospodárny chod hlavních a pomocných činností. Jedná se o údržbářsko-opravárenské práce, logistiku, energetické zajištění.

1.1.5 Výrobní proces z hlediska opakovatelnosti výroby

Výroba lze též rozlišovat z hlediska opakovatelnosti, která typ výroby dále dělí dle množství a počtu druhů produkovaných výrobků během daného období, jinak řečeno opakovatelnost či sériovost výroby. Na základě tohoto kritéria lze rozdělit výrobu na kusovou, sériovou a hromadnou. [1]

- **Kusová výroba**

Tato výroba se vyznačuje poměrně velkým počtem druhů vyráběných výrobků a poměrně malým množstvím vyráběných výrobků jednotlivých druhů. Charakter spektra výrobního programu v kusové výrobě je znázorněno na obrázku níže, viz Obrázek 1.2. [2]

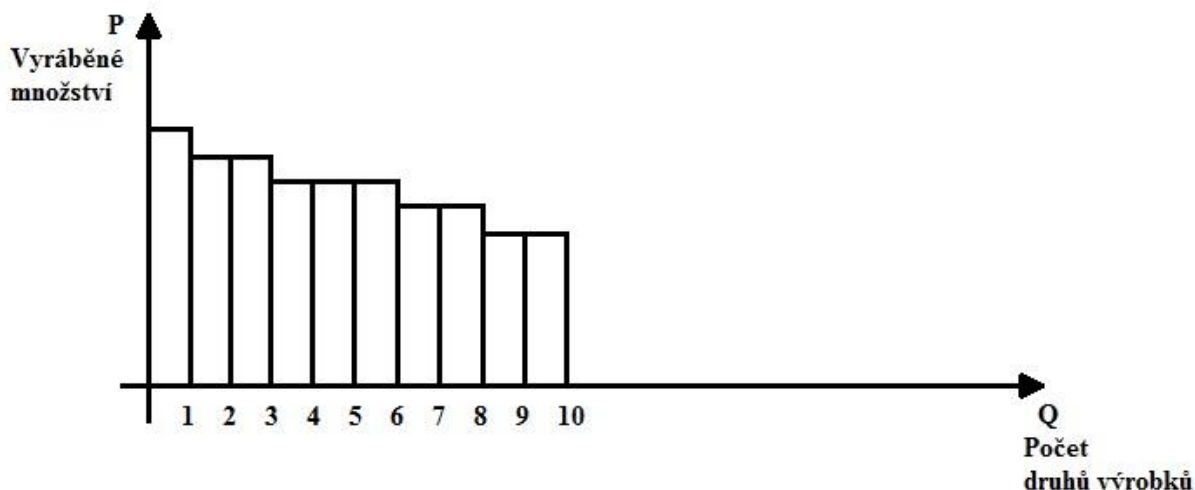


Obrázek 1.2. Charakter spektra výrobního programu v kusové výrobě.

- **Sériová výroba**

Série označuje „množinu stejných kompletních výrobků určitého druhu a provedení, které jsou současně zadány do výroby a jejichž výroba probíhá souvisle v časově omezené období“. [2]

Z této definice vyplývá, že sériová výroba se vyznačuje poměrně menším počtem druhů vyráběných výrobků a větším množstvím vyráběných produktů jednotlivých druhů, viz Obrázek 1.3. Výroba stejného druhu se opakuje v tzv. sérii. Dle velikosti série se dále rozlišuje malosériová výroba, středněsériová výroba a velkosériová výroba. Toto rozlišení nemá pevné hranice, jedná se o konvenci závislou na výrobním oboru. [2]



Obrázek 1.3. Charakter spektra výrobního programu v sériové výrobě.

Hromadná výroba

Posledním typem výroby, na základě opakovatelnosti, je hromadná výroba, která se vyznačuje výrobou jednoho nebo několika druhů produktů a velkým vyráběným množstvím. Charakter spektra výrobního programu je znázorněno na obrázku níže (Obrázek 1.4). [2]



Obrázek 1.4. Charakter spektra výrobního programu v hromadné výrobě.

1.2 Technologie výroby

Doposud bylo v textu popsáno, s jakými typy výrobních procesů se můžeme ve výrobě setkat. Abychom mohli výrobní procesy vůbec realizovat, je zapotřebí použít nějaké technologie.

Výraz technologie vyjadřuje určitý soubor informací říkající, jaké operace, za jakých podmínek, v jakém časovém pořadí a jakými technickými prostředky, budou na výchozí surovinu užity. Chceme-li tedy realizovat určitý výrobní proces je zapotřebí použít dané technologie. Přesnější definice slova technologie zní „*souhrn znalostí, dovedností i praktických zkušeností, jejichž použitím jsme schopni výchozí suroviny a materiály přeměnit na konečný produkt, nebo obecněji dosáhnout předem stanovených cílů, nebo záměrů*“. [1]

Rozdílné výrobky, jsou tedy vyráběny za předpokladu využití rozdílných technologií, které jsou založeny na fyzikálních, chemických, biologických i přírodních procesech a jejich kombinací. Je vhodné považovat technologii za součást, tedy za jeden ze vstupů, výrobního

procesu, jelikož žádná výroba nemůže bez ní probíhat. Úroveň použité technologie je hodnocena podle stupně využití základních prvků výrobního procesu a dle úrovně užitých vlastností a kvality vstupních prvků. Konkrétními znaky pro hodnocení vybrané technologie jsou např. rychlost výrobního procesu, výtěžnost operací, pracnost výroby, bezpečnost práce, možnost dosazení maximální přesnosti výrobků, ale též dosahované ekonomické parametry výroby.

1.3 Technologické postupy

V textu jsme se již setkali s výrobními postupy, které jsou realizovány pomocí technologií, ovšem k těmto je zapotřebí ještě přidat technologické postupy, aby bylo možné nějaký výrobek vyprodukovat.

V zájmu neustálé konečné kvality a funkční spolehlivosti produktu je důležité dostat při výrobě daných podmínek a způsobů provedení práce. Zvláště při užití výsledků technického rozvoje v praxi vyplývá z plné informovanosti pracovníků ve výrobě. Je tedy na podniku, aby pro bezpečnostní potřebu řízení výroby vydával relevantní předpisy technologického charakteru nazývající se technologické postupy. [3]

Rozdělení technologického postupu

- Operace představuje časově omezené, souvislé nepřerušené práce, které vykonává jeden pracovník nebo skupina pracovníků na daném materiálu (polotovaru) na jednom pracovišti. U většiny případů lze operace členit na úkony a pohyby. [1]
- Úsek vyjadřuje část operace, kdy je vykonána práce za stejných technologických podmínek, jediným nástrojem nebo skupinou nástrojů, působící současně na jedné ploše nebo skupině ploch dílce. Např.: výroba hřídele – tato výroba je členěna na úseky soustružení čela, válcových ploch, kuželových ploch, zápichů, a další. [3]
- Pracovní úkon vyjadřuje souvislou, ohraničenou a ukončenou činnost, uskutečněnou v rámci operace. Úkon je zaměřen na činnost specifickým nástrojem (stříhání, lisování, broušení, řezání, aj.) nebo umístění materiálu (založení materiálu, upnutí, vyjmutí součástí, aj.). Např.: u soustružení hřídele představuje úkon upnutí materiálu do čelistí stroje, spuštění stroje, nastavení hloubky odebírané třísky, aj.
- Pracovní pohyb vystihuje nedělitelnou část pracovního úkonu pracovníka (uchopení součástí, zapnutí stroje, přemístění nástroje, aj.). [1]

Základní parametry, obsahující technologický postup

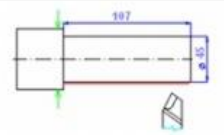
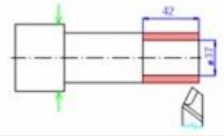
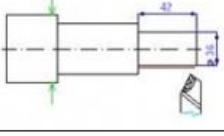
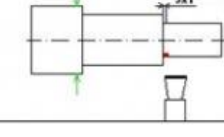
- výrobní prostředky (výrobní zařízení, přípravky, nástroje, měřidla),
- posloupnost operací s popisem práce,
- množství vyráběných kusů,
- technologické podmínky s obsahem režimu práce strojů,
- dané operační rozměry,
- odměny za odvedenou práci,
- časy dílčích prací t_A u dílčích operací.

Technologický postup nabývá stejných hodnot jako technický výkres. Nedílnou součástí technologických postupů je jejich dokumentace. Tuto dokumentaci lze podle účelu dělit na základní a pomocnou. Základní je taková, která se užívá při vykonávání technologických procesů a operací, dále ji můžeme dělit na všeobecnou (např. technologický postup) a speciální (např. návodka pro obrábění na CNC stroji). Tzv. pomocná dokumentace slouží k přípravě a realizaci technologických procesů.

Technologická dokumentace

Technologická dokumentace může mít mnoho podob, mezi které mohou patřit:

- Technologický postup (TP) – posloupnost operací, používající se pro všechny typy výroby a veškeré fáze zhotovování výrobku. Je určen pro popis technologického postupu ve výrobě nebo pro opravu výrobku.

Technologický postup		Název:	Materiál: 11 500	Polovýrobek: ø 50 x 160 STN 42 5510	Počet kusov:			Poznámky:				
Číslo op.	Číslo úseku	Náčrt	Opis	Stroj	Nástroj	Přípravky meradlá a pomůcky	Rezné podmienky					
							v_s [m/min]	n [min ⁻¹]	f [mm]	a_p [mm]	i	
2.	04		Hladíř ø 45 x 107	SV 18 RA	Stranový nož STN 223216	Univerzálné skličovadlo	182	1160	0,5	1,5	1	
2.	05		Hrubovač ø 37 x 42	SV 18 RA	Stranový nož STN 223216	Univerzálné skličovadlo	182	1160	0,5	1,5	2	
2.	06		Hladíř ø 36 x 42	SV 18 RA	Stranový nož STN 223216	Univerzálné skličovadlo	182	1160	0,5	1,5	1	
2.	07		Zapichnúť 3x1 mm	SV 18 RA	Úplňovač nož STN 223631	Univerzálné skličovadlo	200	1770	0,35	1,5	1	

Obrázek 1.5. Ukázka technologického postupu. [11]

- List náčrtků (LN) – znázornění textového obsahu technologického dokumentu.
- Technologický předpis (TPř) - popis opakovaných technologických postupů, metod a úkonů, jehož cílem je zmenšení rozsahu zpracované technologické dokumentace.
- Montážní rozpiska (MR) – používá se při zpracování montážních technologických procesů.
- Soupiska průběhu výroby (SPV) – užívá se pro stanovení technologického průběhu produkce nebo opravy produktu ve vnitropodnikových útvarech.
- Seznam technologického nářadí (STN) – souhrn technologického nářadí, které je užito při výrobě nebo opravě produktu.
- Materiálový list (ML) – údaje o potřebném materiálu na součásti při výrobě nebo opravě výrobku.
- Soupiska technologických dokumentů (STD) – soupis všech dokumentů nezbytných pro výrobu či opravu výrobků.
- Technicko-normovací list (TNL) – určuje normu času na technologickou operaci a výpočet odměn za vykonanou práci.
- Návodka (N) - stanovuje popis technologického procesu výroby nebo opravy výrobku v posloupnosti operací daného druhu výroby, montáže nebo opravy s uvedením technologického vybavení, materiálových nákladů a spotřeby práce.
- Typová (skupinová) návodka (TN) – popis operací typového technologického postupu výroby nebo opravy.

- Operační návodka (ON) – popis operace s uvedenými úseky a úkony, výrobními zařízeními, technologickými podmínkami a uvedením nářadí řezného, upínacího a měřicího.
- Typová operační návodka (TON) – popis typové technologické operace.
- List technologického postupu kontroly výrobku (LTKV) – popis kontroly produktu nebo jeho části v průběhu dílčích fází technologického postupu produkce.

2 Vliv technologie na řízení výroby a prostorové řešení

Již jsme se seznámili s výrobním procesem, výrobní technologií a technologickými postupy. Jak by ale toto všechno mohlo fungovat bez nějakého vhodného řízení? Proto se v této kapitole budeme zabývat řízením výroby a vlivem technologie na toto řízení.

2.1 Hierarchie managementu výroby

Řízení výroby vychází především ze základní koncepce řízení firmy, kterou se zabývá management výroby. Úkoly managementu výroby jsou natolik rozsáhlé a komplexní, že musejí být řešeny poslopností funkčních zaměření. To se projevuje jako členění plánovacího systému na jednotlivé podsystémy ve vertikální struktuře řízení, tzn. nepřetržitá komunikace mezi nadřízenými a podřízenými stupni. Dále se projevuje jako právo nadřízeného stupně poskytovat, na základě svých rozhodnutí, základní ukazatele a mantinely rozhodovacího prostoru podřízeným stupňům. [4] Pyramida řídicích vztahů je uvedena níže, viz Obrázek 2.1.

Jsou-li stanoveny cíle, kterých chce společnost dosáhnout, je důležité si ujasnit rozdílnost plánovacích horizontů strategického managementu výroby (tvorba budoucího potenciálu úspěchu společnosti), taktického managementu výroby (na základě daného potenciálu firmy existuje výrobní strategie) a operativního managementu výroby (orientace a probíhající výsledek, který zajišťuje ekonomické postavení firmy).

Výchozím úkolem managementu výroby je jednoznačně řídit systém sloužící k produkci věcných statků a služeb k uspokojení potřeb zákazníka. Též můžeme konstatovat, že úkolem je cílově orientované plánování a řízení výroby.



Obrázek 2.1, Pyramida řídicích vztahů.

Na hierarchii managementu výroby navazuje operativní řízení výroby. Toto řízení představuje nejnižší stupeň v řídicí hierarchii. Opírá se o využití základních informací, hbité době rozhodování, na maximální aktualizaci dat a sběru dat související s výrobním procesem. Operativní řízení se zabývá konkrétním sortimentem, analýzou výrobních faktů a jejich

zajištěním a průběhovou lhůtou výrobního procesu. Představuje tedy konkrétní realizaci propojení nákupního a odbytového trhu. Toto řízení reprezentuje především operativní plánování, operativní evidenci výroby, vlastní řízení výrobního procesu a změnové řízení. [4]

2.2 Operativní plánování výroby

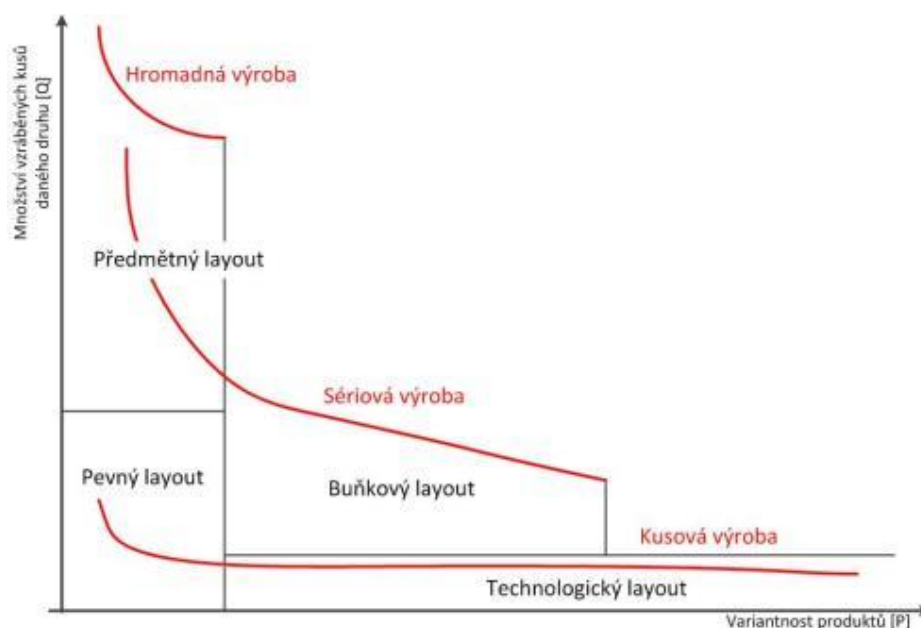
Operativní plánování výroby je úzce spojeno s typem výroby a jinými charakteristikami. Jedná-li se o hromadnou výrobu, tedy pravidelně se opakující výrobu s organizovanou formou proudové výroby, pak řešení operativního plánu je dáno neměnnými determinanty. Přiřazení povinností produkčním jednotkám je z dlouhodobého hlediska pevně dáno. Jedná-li se ovšem o kusovou či malosériovou výrobu, probíhající na dílenském principu, jde vždy o nové stanovení výrobních úkonů a následné přiřazení produktivním jednotkám. Výrazně vyšší nároky na operativní řízení nastanou u vícestupňové výroby a složité výroby, jelikož zde dochází k střídavému využití produktivních jednotek pro dílčí výrobky. [4]

2.3 Uspořádání pracoviště

Chceme-li zobrazit uspořádání výrobního systému, použijeme tzv. layout. Tento anglický výraz vyjadřuje plán či rozvrh. Jde tedy o grafický návrh prostorového uspořádání jednotlivých pracovišť (strojů, zařízení, ale i manuálních pracovišť), který dále definuje dopravní cesty. Kombinací layoutu a výrobního programu dostáváme výsledky tvaru, délky a intenzity materiálových toků. Návrh layoutu míří ke dvěma prioritám, jimiž jsou na jedné straně optimalizace rozmístění oddělení, středisek, výrobních zařízení vedoucí k produktivitě a druhou prioritou jsou minimální materiálové toky s jejich plynulostí. [5]

Pracovní prostředky, využívané ve výrobě, jsou uspořádány do základního výrobního systému dle principu technologického, předmětného, pevného či volného, nebo mohou být uspořádány do tzv. hybridního výrobního systému, ke kterému patří např.: pružné výrobní systémy, spadající pod buňkové uspořádání.

Tvoříme-li návrh pracoviště, pak vždy vycházíme z výrobního programu a jeho druhu (kusová výroba, sériová výroba, hromadná výroba) – tyto druhy již byly popsány v předchozím textu. Dalším důležitým bodem při tvorbě návrhu je uvědomění si, jaký druh layoutu bude vytvářen (technologický, předmětný, buňkový,...). [5] Závislost druhu výroby a druhu layoutu je uvedena na obrázku níže.

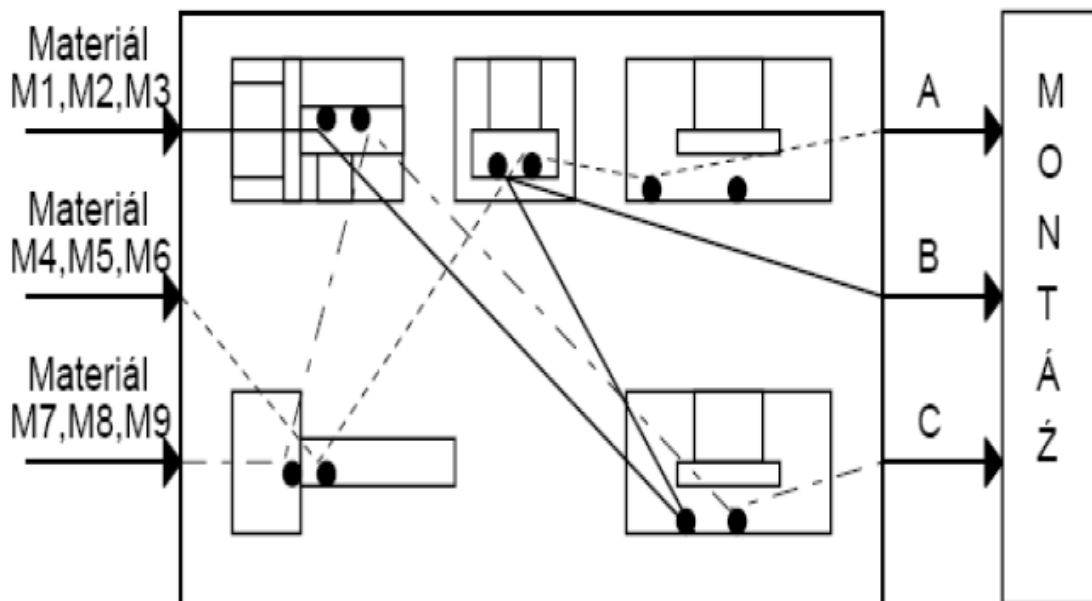


Obrázek 2.2. Závislost druhu layoutu na vyráběném množství. [7]

2.3.1 Technologické uspořádání pracovišť

Technologické uspořádání pracovišť, viz Obrázek 2.3, je vyznačeno tím, že se ve výrobním úseku zařazují pracoviště se stejnou či blízkou technologickou charakteristikou. Výsledným efektem jsou poté výrobní úseky, které se již svým názvem prokazují, jakým druhem technologie se vyznačují. Toto uspořádání se uplatňuje především v kusové a malosériové výrobě.

Typické výrobní úseky ve strojírenské výrobě, které jsou tvořeny technologickým uspořádáním pracovišť: lisovna, kovárna, slévárna, svařovna, kalírna, montáž, lakovna, balení, expedice a jiné. [6]



Obrázek 2.3. Technologické uspořádání pracovišť. [6]

Výhody uspořádání:

- Drobná citlivost na změny výrobního programu - změna výrobního programu lze řešit bez významnějších změn výrobního systému, tato změna se dotkne především dopravy dílů mezi pracovišti.
- Možnost využití volné kapacity pracovišť přijetím kooperačních prací.
- Minimální citlivost na poruchy strojů – úkoly na stroji, na kterém došlo k vadě, lze převést na stroj jiný s obdobnou technologickou charakteristikou.
- Podpora růstu kvalifikace práce dělníků.
- Zajištění údržby a oprav strojů je výhodné z hlediska stejnosti či podobnosti strojů. [5]

Nevýhody uspořádání:

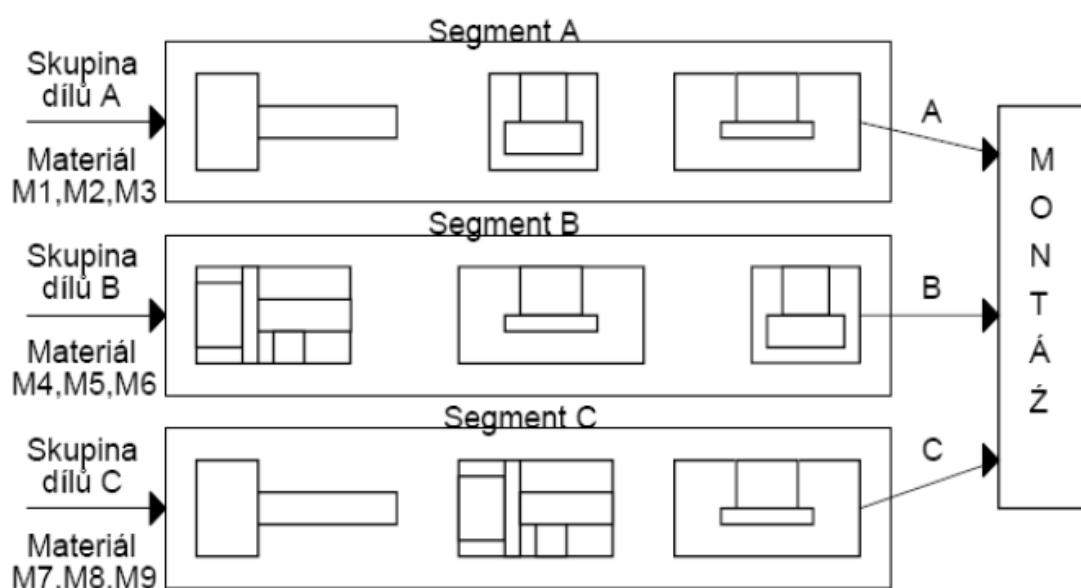
- Táhlé dopravní cesty a tedy i časově delší doprava dílů mezi pracovišti.
- Náročnost přípravy výroby a její řízení.
- Průběžná doba výroby se prodlužuje.
- Potřeba větších výrobních ploch.
- Potřeba meziskladů.
- Zvyšuje se objem rozpracované výroby a tím i vázaných oběžných prostředků.

2.3.2 Předmětné uspořádání pracovišť

Předmětné uspořádání pracovišť, viz Obrázek 2.4, se vyznačuje zařazením do výrobních segmentů, ve kterých jsou zařazena všechna technologická pracovišť, která jsou nutná k výrobě konkrétní části výrobku. Výsledkem takového řazení jsou úseky, které svým názvem poukazují na to, jakým předmětem výroby se zabývají.

U tohoto uspořádání je typické užití linek. Linky jsou vyznačovány prostorově koncentrovaným uspořádáním pracovišť. Významná část linky je dopravní systém, který dopravuje zpracované díly mezi pracovišti linky a tím tvoří podstatnou vazbu mezi těmito pracovišti. Předmětné uspořádání pracovišť je uplatňováno především v hromadné a velkosériové výrobě.

Charakteristické názvy pro strojírenskou výrobu výrobních úseků, které jsou tvořeny předmětným uspořádáním pracovišť: ozubená kola, nápravy, karosárna, a další.



Obrázek 2.4. Předmětné uspořádání pracovišť. [10]

Výhody uspořádání:

- Krátké a přehledné dopravní cesty mezi výrobními pracovišti.
- Zkracování průběžné doby výroby.
- Nižší objem rozpracované výroby a tím i nižší objem vázaných oběžných prostředků.
- Malé nároky na výrobní plochy a tím i menší nároky na investiční prostředky.
- Potřeba meziskladů je menší.
- Relativně méně náročná příprava výroby a její řízení. [5]

Nevýhody uspořádání:

- Významná citlivost na změny výrobního programu – změna ve většině případů znehodnotí stávající uspořádání pracovišť.
- Obtížnost či úplná nemožnost užití volné kapacity pracovišť přijetím kooperačních prací.
- Náročnost údržby a oprav – nutná specializace na stroje a zařízení. [5]

2.3.3 Pevné uspořádání pracoviště

Uspořádání pevné nebo těž pohyblivé je takové, kdy dosahuje velikost výrobního produktu robustních rozměrů a v rámci výrobních prostorů nelze s tímto produktem manipulovat. V této výrobě dochází k ustavení produktu a následnému příjíždění strojů či zařízení postupně dle výrobního postupu. Výrobní zařízení se tedy přizpůsobuje prostoru, kde je vytvořena zakázka. [5]

2.3.4 Volné uspořádání pracoviště

Seskupení strojů a pracovišť v dílně je zcela náhodné. Volné uspořádání je voleno v takové výrobě, kde není možno před upevněním strojů určit materiálový tok, sled operací a jejich návaznost ani organizační a řídicí vztahy. Tento typ uspořádání se vyskytuje především v údržbářských dílnách a pracovištích s kusovým charakterem výroby. Pohlížíme-li na toto uspořádání z dnešního moderního pohledu, jedná se o nevyhovující uspořádání a prakticky se od něho opouští. [5]

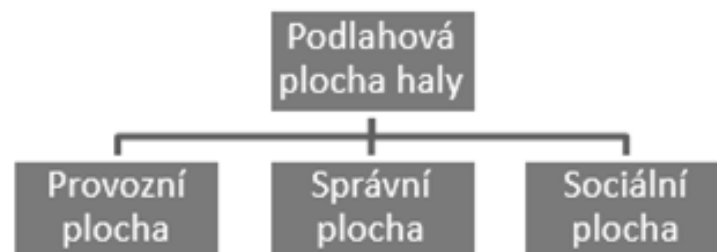
2.3.5 Pružné výrobní systémy

Moderním evolučním stupněm uspořádání pracovišť jsou pružné výrobní systémy. Zde je pružnost chápána jako schopnost rychlého a snadného (minimum času a nákladů) přizpůsobení se změně výrobního programu. Elasticita je zajištěna především aplikací výpočetních a komunikačních technik v řízení jednotlivých pracovišť (CNC), dopravními systémy, ale i výrobními systémy chápány jako celek. Kromě těchto předpokladů se od tohoto systému očekává plné uplatnění automatizace a principů mechanizace.

Investice do pružných výrobních systémů je náročná. Uplatnění systému naleznou v intenzivní kusové a malosériové výrobě při maximálním užití jejich kapacit. [5]

2.4 Části layoutu

Prostory layoutu jsou děleny na několik částí, podle jejich účelu využití, viz Obrázek 2.5 a Obrázek 2.6. Nejdůležitější část tvoří výrobní plocha, která se dále rozděluje na plochu strojní, ruční a montážní. Ve strojní ploše jsou započítána všechna strojní pracoviště, do ruční se započítávají všechna ruční pracoviště a do montážní plochy jsou započteny pracoviště montáží. Další důležitou částí layoutu jsou plochy pomocné, kterými jsou prostory mezi plochami výrobními, které tvoří dopravní cesty, pomocné sklady a ostatní pomocné plochy. Nesmíme ovšem zapomenout i na část, tvořící správní plochu, kterou tvoří kanceláře pro mistry, plánovače, technology a vedení a sociální plochu, představující zázemí pro zaměstnance, jako jsou šatny, jídelny, místnosti pro trávení pauzy, kuřárny sprchy, toalety a další. [5]



Obrázek 2.5. Základní rozdělení ploch pracoviště. [5]



Obrázek 2.6. Rozdělení pracovní plochy

3 Analýza technologických celků ve společnosti

Při návrhu výrobního systému je zapotřebí provést několik výpočtů. Nejprve je důležité časové ohodnocení výroby a efektivní časové fondy pracovníků a pracovišť. Na tuto část poté navazuje fáze kapacitních propočtů pracovníků a pracovišť. Finálním výpočtem je, pro návrh výrobního systému, propočet ploch pracovišť, což je neméně důležitou součástí těchto propočtů.

Aby bylo možné tyto propočty realizovat, musí se vycházet z technologických postupů (zmněno v kapitole 1.3. Technologické postupy), které tato data obsahují.

3.1 Časové propočty

Jak jich bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, je nutné časově ohodnotit náročnost výroby a určit časové fondy pracovníků a pracovišť, aby byla možnost vytvoření návrhu výrobního systému. Časové ohodnocení výroby je zmíněno níže v podkapitolách.

Časové fondy

Časové fondy nám dávají informaci o tom, kolik minut (popřípadě hodin) je k dispozici pracoviště či pracovník v daném časovém období (rok, měsíc,...). Nejvíce užívaným časovým fondem je roční časový fond, jelikož u většiny projektů je sledované období min 1 rok.

Efektivní časový fond pracovníka (dělníka)

Jedná se o využitelný časový fond jednoho pracovníka na plánované období, v našem případě kalendářní rok. Udává se v hodinách (případně v minutách). Pro tento fond byl využit vzorec (1.1.).

$$E_{fd} = (D_V - D_D - D_A) * H \text{ [hod/rok]} \quad (1.1.)$$

kde E_{fd} ... efektivní časový fond pracovníka (dělníka)

D_V ... počet pracovních dní za dané období

D_D ... počet dní dovolené pracovníka

D_A ... počet dní neplánované absence pracovníka

H ... počet pracovních hodin za směnu [7]

Efektivní časový fond stroje

Jedná se o využitelný časový fond jednoho stroje na plánované období, v našem případě kalendářní rok. Udává se v hodinách (případně v minutách). Pro výpočet byl využit vzorec (1.2.).

$$E_{fs} = (D_p - D_{op} - D_{on}) * H \text{ [hod/rok]} \quad (1.2.)$$

kde E_{fs} ... efektivní fond stroje

D_p ... počet pracovních dnů za dané období

D_{op} ... počet dní plánovaných oprav

D_{on} ... počet dní neplánovaných oprav

H ... počet pracovních hodin za směnu [7]

Efektivní časový fond pracoviště

Vyjadřuje efektivní časový fond pracoviště na plánované období (kalendářní rok). Je zde zohledněna celozávodní dovolena společnosti. Výpočet lze provést pomocí vzorce (1.3.)

$$E_{fp} = (D_p - D_{cd}) * H \text{ [hod/rok]} \quad (1.3.)$$

kde E_{fp} ... efektivní fond pracoviště
 D_p ... počet pracovních dnů za dané období
 D_{cd} ... průměrná výše celozávodní dovolené
 H ... počet pracovních hodin za směnu [7]

3.2 Časové hodnocení

Pro zjištění, kolik výroba potřebuje pracovníků či strojů je nutné provést časové ohodnocení výroby. Jedná se o určení spotřeby času, kolik je potřeba na vyrobení určitého počtu výrobků. Spotřeba času lze dělit na tři složky nutného času – jednotkový čas, dávkový čas a směnový čas.

Jednotlivé časy představují časy, jejichž spotřeba je úměrná počtu jednotek daného množství (ks, kg, aj.), dávek (sérií) nebo počtu směn bez ohledu na množství či dávky, které jsou během směny zpracovány. [8]

Čas celkový

Celkový čas představuje dobu, která je potřeba na vyrobení objemu výroby za určité časové období (např.: rok), lze jej vypočítat dle vzorce (1.4.).

$$T_c = D * (t_{pz} + d_v * t_k) \quad (1.4.)$$

kde D ... počet dávek
 t_{pz} ... čas příprav a zakončení
 d_v ... velikost výrobní dávky
 t_k ... kusový čas [8]

Počet dávek

K výpočtu celkového času je zapotřebí nejprve stanovit počet dávek a to pomocí výpočtu (1.5.).

$$D = \frac{Q}{d_v} \quad (1.5.)$$

kde Q ... počet kusů za sledované období
 d_v ... velikost výrobní dávky [8]

Velikost výrobní dávky

Dále pro výpočet celkového času je nutné určit velikost výrobní dávky, to lze pomocí vzorce (1.6.).

$$d_v = \frac{t_{pz}}{a * t_k} \quad (1.6.)$$

kde t_{pz} ... čas příprav a zakončení
 a ... koeficient přípustných ztrát pro sériovou výrobu ($a = 0,02$)
 t_k ... kusový čas

Při výpočtu je vhodné velikost výrobní dávky a počtu dávek zaokrouhlovat na celá čísla. [8]

3.3 Kapacitní propočty

Na základě stanovení výrobního programu jsou tvořeny kapacitní propočty. Tyto propočty poté určují potřebu strojů, pracovníků, výrobních a nevýrobních ploch.

Cílem propočtů je stanovit potřebu zdrojů zaručující plnění plánovaných výrobních programů a tuto potřebu poté porovnat s dostupnými kapacitami. Dojde-li k rozporu mezi stanovenou potřebou a dostupnými kapacitami, je zapotřebí stanovit opatření, která tento nesoulad vyrovná. Mohou vzniknout následující situace:

- Nedostatečné množství kapacit – vzniká tak nejistota při výrobě, nejsou plněny stanovené výrobní plány, musejí se prodlužovat stanovené termíny dodávek zákazníkům, aj.
- Nadměrné množství kapacit – nevyužití výrobních strojů, neefektivní výroba, nárůst výrobních nákladů, aj. [9]

Při kapacitních propočtech je zapotřebí stanovit počty strojů, pracovníků a manipulačních prostředků, skladů a jejich kapacit. Na základě těchto výpočtů se následně určují výrobní a pomocné plochy potřebné k výrobě, požadavky na investice, energie a další.

Kapacity, které se běžně v průmyslovém podniku mohou vyskytovat, mohou být následující:

- Maximální kapacita – jedná se o teoretickou kapacitu, vyjadřující maximální výkon, které lze v ideálních podmínkách dosáhnout.
- Efektivní kapacita – poukazuje na reálně možný výkon pro daný výrobní mix, určený rozvrh, efektivní časový fond, plánovanou údržbu, kvalitu, přestávky, a další. Její hodnota může být vyšší než hodnota kapacity maximální.
- Aktuální kapacita – může převyšovat hodnotu efektivní kapacity, ale bývá většinou menší než hodnota efektivní kapacity, což je dáno poruchami, zmetky, organizačními problémy aj. [9]

Tyto dimenze kapacit jsou užitečné k definování dvou závažných ukazatelů vybrané kapacitní jednotky.

Efektivnost – vyjadřující míru produktivity pracovníka, pracoviště, oddělení, závodu, aj., viz vzorec (1.7.).

$$E = \frac{\text{Aktuální kapacita}}{\text{efektivní kapacita}} = \frac{\text{Skutečně dosáhnutý výkon}}{\text{reálně možný výkon}} \quad (1.7.)$$

Stupeň využití - nás informuje, z kolika procent je konkrétní jednotka vytížena. Zda má pracoviště popřípadě pracovník kapacitní rezervy, má-li se případně zvýšit produkce, nebo je plná vytíženost, viz vzorec (1.8.).

$$U = \frac{\text{Aktuální kapacita}}{\text{Maximální kapacita}} = \frac{\text{Skutečně dosáhnutý výkon}}{\text{Teoreticky možný výkon}} \quad (1.8.)$$

Oba ukazatele monitorují a vyhodnocují systém dílenského řízení výroby. [9] Po zpracování všech těchto výpočtů je utvořen layout výrobního systému. Následně jsou tvořeny propočty kapacitního vytížení stroků a pracovníků.

Kapacitní vytížení stroje

Vyjadřuje poměr mezi skutečným časovým vytížením jednotlivých strojů a efektivním časovým fondem stroje. Pro výpočet lze využít vzorec (1.9.).

$$K_v = \frac{\sum t_o}{E_{fs}} * 100 [\%] \quad (1.9.)$$

kde t_o ... čas operace

E_{fs} ... efektivní fond stroje

K_v ... kapacitní vytížení stroje [7]

Kapacitní vytížení pracovníka

Vyjadřuje poměr mezi skutečným časovým vytížením jednotlivých pracovníků a efektivním časovým fondem pracovníka. Pro toto vytížení můžeme využít vzorec (1.10.).

$$K_V = \frac{\sum t_o}{E_{fp}} * 100 [\%] \quad (1.10.)$$

kde K_V ... kapacitní vytížení pracovníka

t_o ... čas operace

E_{fp} ... efektivní fond pracovníka [7]

Využití výpočtů, zmíněných výše, je vhodné užít při plánovaném zvýšení či snížení produkce. Na základě propočtů následně zjistíme, má-li podnik dostatečnou kapacitu a tudíž zvládne plánovaný objem vyrobit, nebo naopak zjistíme, že podnik potřebuje kapacity posílit, aby produkci zvládl vyrobit, nebo že nebude moci dojít ke zvýšení produkce.

4 Charakteristika společnosti

Pro diplomovou práci, zabývající se kapacitními propočty, byla vybrána společnost zabývající se energetickým průmyslem. Společnost je skupinou podniků, které má holdingové uspořádání, působící na mezinárodním trhu. Produkce společnosti se zabývá kusovou a malosériovou výrobou silnoproudé elektrotechniky, vývody generátorů elektráren a ocelových konstrukcí. Tato společnost se nezabývá výrobou elektřiny jako takové, nýbrž výrobou produktů, které jsou pro tvorbu elektřiny nezbytné. Jelikož se jedná o velké produkty, které je nutno ve společnosti přepravovat jeřáby a pomocnými prvky, jedná se o velmi časově náročné procesy. Aby bylo možné jednotlivé zakázky splnit, je zapotřebí vždy před přijmutím zakázky propočítat technologie, zda bude společnost schopná v daném termínu splnit požadavek zákazníka.

4.1 Zaměření výroby

Jak již bylo zmíněno v předchozím odstavci, společnost se zabývá kusovou a malosériovou výrobou silnoproudé elektrotechniky, vývody generátorů elektráren a ocelových konstrukcí. Tyto produkty, ve většině případů, nelze přenášet a nelze s nimi manipulovat ručně, proto jsou k tomuto užity jeřáby a pomocné prvky, které manipulaci usnadní. Výroba je tedy časově i prostorově náročná.



Obrázek 4.1. Ukázka výroby společnosti.



Obrázek 4.2. Ukázka výroby společnosti.

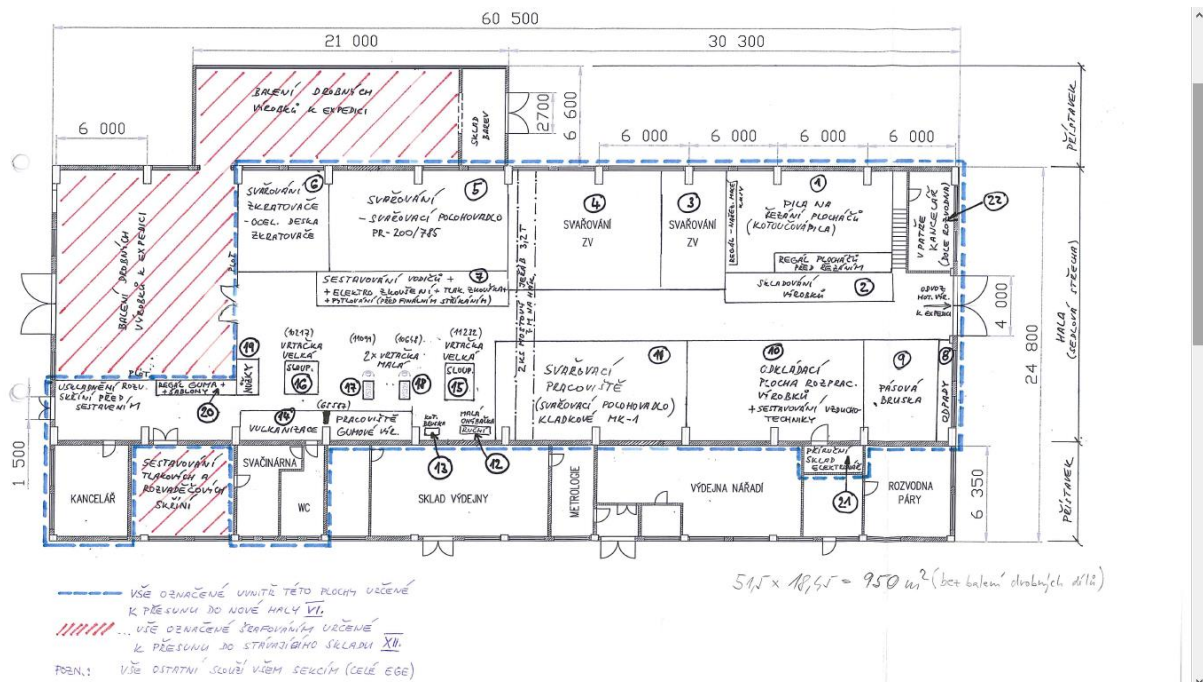
Jak bylo uvedeno výše, je třeba vytvořit studii zaměřenou na kapacitní propočty dané výrobní sekce. Cílem studie je určit parametry pro výpočet výkonnosti jednotlivých pracovišť, propočítat aktuálního zatížení jednotlivých pracovišť této sekce, vytvořit výpočtový dokument, který bude přednastaven pro výpočet kapacit a ve finále je třeba zajistit návrh nápravného opatření.

Nejprve je nutné seznámit se se zkoumaným výrobním systémem. K tomuto seznámení došlo pomocí konzultace ve společnosti s vedoucím výroby a vedoucím pro investice. Při konzultaci

došlo k osvětlení situace ve společnosti a k upřesnění požadavků na kapacitní propočty. Následně byla zajištěna prohlídka výroby a tím zpřesněna představa o výrobě.

4.2 Uspořádání pracoviště

Prostorové uspořádání jednotlivých pracovišť ve společnosti se blíží technologickému uspořádání a také se zde objevují prvky pevného uspořádání pracoviště. Ve výrobní hale společnosti se vyskytují pracoviště, která si jsou blízká, ale jsou zde i zcela odlišná pracoviště. Pevné uspořádání je zde zastoupeno především z důvodu robustních výrobků, které se ve výrobní hale vyrábí. Prostorové uspořádání je znázorněné v tzv. layoutu, který je možno vidět na následujícím obrázku (viz Obrázek 4.3). Layout je kreslen v ruce a slouží pouze pro představu uspořádání, proto není nutné, aby byl čitelný.



Obrázek 4.3. Layout výrobní haly.

5 Kapacitní propočty

V předchozí kapitole byly sepsány získané informace, které poskytla společnost, kde je prováděna analýza. V následné části práce bude popsána použitá metodika. Dále bude v kapitole zmíněn současný stav a stav, kdy dojde ke změně výrobního programu, a jaký to bude mít vliv na kapacitní vytížení.

5.1 Metodika

V této podkapitole kapacitních propočtů bude nastíněn koncept řešení dané problematiky a následně budou zmíněny i použité metody jak se postupovalo při analýze.

5.1.1 Koncept řešení

Odborná část projektu je zaměřena na simulaci zatížení jednotlivých pracovišť, ve vybrané výrobní sekci, které budou zmíněny dále v textu. Je třeba ověřit, na základě propočtu fondu pracovní doby, uvedených normohodin a plánovaných zakázek, jakým způsobem jsou vytěžovány kapacity jednotlivých nákladových středisek. Dále s ohledem na plánovaný nárůst objemu zakázek o 30% prověřit jakým způsobem bude systém reagovat.

V návaznosti na tuto analýzu, v případě že současná kapacita nebude postačovat, či bude hraniční (tzn. 10% do zadavatelem definovaného mezního stavu), dojde k návrhu opatření.

Při analýze mohou nastat tři základní případy:

- Pracoviště není kapacitně vytíženo – má tedy rezervu a je zapotřebí stanovit jakou.
- Pracoviště je plně vytíženo, či dosahuje mezního stavu – tedy bez rezervy a je zapotřebí stanovit návrhy opatření.
- Pracoviště má nedostatečnou kapacitu – je zapotřebí stanovit návrhy opatření.

Opatření můžeme rozdělit do dvou základních typů:

Z pohledu prostorového uspořádání

- Změna layoutu
- Změna počtu jednotlivých technologií
- Změna zásobování

Z pohledu řízení výroby

- Přesčasové hodiny
- Navýšení počtu pracovníků
- Směnnost

Přičemž při návrzích opatření budou vždy zohledněny finanční dopady opatření v závislosti na efektu po jeho implementaci.

např.: V případě, že budeme potřebovat navýšit kapacitu jednoho ze středisek o 10%, tak nebudeme navrhovat koupi nového stroje, ale nalezneme řešení z oblasti řízení výroby, tak aby nedocházelo k neefektivnímu vynaložení finančních prostředků.

U návrhu opatření se však nebude jednat o přesný ekonomický propočet.

Po zvolení typu opatření a následném odsouhlasení zadavatelem bude ověřena reakce systému na navržené změny v časovém období jeden rok. V případě, že výsledek této analýzy bude vyhovující, tak následně bude zpracována výpočtová tabulka v programu MS Excel, která

umožní ověření kapacity jednotlivých nákladových středisek v časovém období jeden měsíc, dle požadavků zadavatele.

5.1.2 Použité metody

Tato práce je založena na statickém modelu výrobního systému, který odpovídá reálnému stavu (dle dodaných podkladů zadavatelem). Bude tedy sestavena přehledná výpočtová tabulka vytvořená v MS Excel, která se bude zaměřovat na propočet normohodin v závislosti na počtu kusů za dané časové období. Tento model bude poskytovat informace o stavu výrobních kapacit při daném výrobním portfoliu.

Hodnoty budou vypočteny na základě časových vzorců, mezi které patří efektivní časové fondy pracovníka/stroje a kapacitní vytížení pracovníka/stroje.

5.2 Současný stav ve společnosti

V současné době společnost odhadovala kapacity pro výrobu nepřesným výpočtem dle plánu výroby z minulých zakázek. Jelikož byla některá pracoviště nevytížená či přetěžována, stanovili si požadavek na výroku výpočtového modelu, kterým se zabývá tato práce.

Před samotným propočtem je zapotřebí analyzovat získaná data. Tato data je zapotřebí vytřídit a definovat klíčová data, se kterými bude následně pracováno dle požadavku.

5.2.1 Získaná data

Při konzultaci ve společnosti byl zpřesněn a následně poskytnut seznam řešených pracovišť, kde bude provedena analýza a následný propočet kapacit. K jednotlivým pracovištím byly stanoveny odvedené časy uvedené vždy na pracoviště a na jednotlivého pracovníka za vymezené období. Dále byla poskytnuta možnost nápravného opatření, která by mohla být brána v úvahu, pokud by nestačily stanovené kapacity. Fond pracovní doby k vymezenému období byl další poskytnutý dokument, dále struktura zaměstnanců ve společnosti, portfolio výrobků a podvýrobků, kterých se bude analýza týkat, přehledy oprav na jednotlivých strojích a režie daného období.

Jak bylo zmíněno v předchozím odstavci, společnost poskytla seznam pracovišť, které mají být analyzovány s následným výčtem činností či strojů, které se na pracovišti vyskytují. Mezi tato pracoviště patří truhlárna, Delen termosetu, kde se řeší řezání materiálu, příprava AL, svařovna, sestava, stříkácká kabina, pila kotoučová, zakružovačka, tabulové nůžky, svařovací automat, pracoviště dělení plechu plazmou, montáže ALU levně, příprava AL – IV.hala, svařovna – IV.hala, vulkanizace pryže, balení exedice a elektro – IV.hala. Jednotlivá pracoviště jsou znázorněna v souhrnné tabulce (Tabulka 5.1. Souhrn pracovišť s odvedenými časy na pracovníka.).

Časy odvedené na pracovišti na pracovníka

Období: 1.1.2014 - 31.12.2014		Pracoviště: 00 - 99999999		Sekce: A - A	
Č. prac.		Čas operace hodiny	Čas operace minuty	Z toho přípr. čas	
301	TRUHLARNA	2 172,32	130 339,33	0,0000	
	102 Řezání	4,11	246,64	0,0000	
	501 Truhlářské práce	2 168,21	130 092,69	0,0000	
312	DELEN TERMOSETU	187,14	11 228,56	0,9500	
	102 Řezání	187,14	11 228,56	0,9500	
401	PRIPRAVA AL	33 589,01	2 015 340,85	43,0500	
	101 Vrtání	154,08	9 245,02	4,0500	
	204 Ohýbání	61,39	3 683,41	0,2300	
	205 Rovnání	7,34	440,15	0,0000	
	213 Krajiní úprava pouzder	809,01	48 540,55	9,0000	
	301 Zámečnické práce	27 232,14	#####	24,4800	
	304 Ruční úkosování	8,35	500,81	0,0000	
	305 Očišťování	1 772,85	106 371,07	3,7500	
	307 Strojní úkosování	1 041,86	62 511,31	0,8300	
	505 Balení	2 207,20	132 432,28	0,7300	
	709 Vulkanizace	23,28	1 397,07	0,0000	
	910 Operace fiktivní	271,52	16 290,95	0,0000	

Tabulka 5.1. Souhrn pracovišť s odvedenými časy na pracovníka.

Dále byl poskytnut ten samý seznam pracovišť doplněný o eventuální možnost nápravného opatření, kdyby bylo nutné změnit nynější kapacity. Tento seznam je znázorněn níže (viz. Tabulka 5.2. Možná nápravná opatření.). Možnost nápravného opatření je vepsána ručně od zadavatele (Př.: libovolný počet VD = navýšení o libovolný počet výrobních dělníků).

401	PRIPRAVA AL	13 261,83	795 710,01	6,2200
	101 Vrtání	88,42	5 305,18	1,3500
	204 Ohýbání	23,40	1 404,20	0,0000
	205 Rovnání	0,40	24,21	0,0000
	213 Krajiní úprava pouzder	331,11	19 866,50	0,0000
	301 Zámečnické práce	9 816,05	588 963,22	4,3800
	305 Očišťování	703,80	42 227,99	0,2700
	307 Strojní úkosování	581,05	34 863,25	0,0000
	505 Balení	1 055,74	63 344,41	0,2200
	709 Vulkanizace	9,59	575,46	0,0000
	910 Operace fiktivní	652,26	39 135,60	0,0000
402	SVAROVNA	11 020,89	661 253,28	1,0100
	301 Zámečnické práce	56,35	3 381,10	0,0000
	601 Svařování E	29,63	1 777,57	0,0000
	603 Svařování WIG	2 979,63	178 777,67	0,0000
	604 Svařování MIG-P	7 227,93	433 675,80	0,7800
	605 Svařování MIG-A	409,37	24 562,03	0,0000
	611 Řezání plazma	274,92	16 495,25	0,0000
	612 Svařování CO2	43,06	2 583,86	0,2300
403	SESTAVA	5 034,49	302 069,12	0,4500
	301 Zámečnické práce	4 910,94	294 656,52	0,4500
	401 Elektropráce	75,68	4 541,01	0,0000
	410 Elektrické zkoušky	0,00	0,12	0,0000
	501 Truhlářské práce	47,61	2 856,38	0,0000
	505 Balení	0,25	15,08	0,0000

Tabulka 5.2. Možná nápravná opatření.

V předchozím textu byl zmíněn výčet poskytnutých dat, některá již byla popsána. Na následujících obrázcích a tabulkách jsou další data pro představu o získaných informacích ze společnosti. Tabulka 5.3 vyjadřuje fond pracovní doby v jednotlivých čtvrtletích za rok a následně i souhrn fondu pracovní doby za celý rok. Tabulka 5.4 a Tabulka 5.5 představují přehled oprav. Z těchto tabulek se využily hodnoty délky odstavěk. Zmíněné dokumenty jsou zobrazeny v podobě od zadavatele.

a)

	I.Q. 2014				II.Q. 2014			
	Dny	7,50	7,75	8	Dny	7,50	7,75	8
Kalendářní fond	90,0	675,0	697,5	720,0	91,0	682,5	705,3	728,0
Neděle	13,0	97,5	100,8	104,0	13,0	97,5	100,8	104,0
soboty	13,0	97,5	100,8	104,0	13,0	97,5	100,8	104,0
svátky	1,0	7,5	7,8	8,0	3,0	22,5	23,3	24,0
dovolená	3,2	24,0	24,8	25,6	3,3	24,8	25,6	26,4
nemoc	4,1	30,8	31,8	32,8	4,1	30,8	31,8	32,8
překážky §	0,3	2,3	2,3	2,4	0,3	2,3	2,3	2,4
brig.a škol.	0,3	2,3	2,3	2,4	0,1	0,8	0,8	0,8
Čistý fond na 1 D	55,1	413,3	427,0	440,8	54,2	406,5	420,1	433,6

b)

	III.Q. 2014				IV.Q. 2014			
	Dny	7,50	7,75	8	Dny	7,50	7,75	8
Kalendářní fond	92,0	690,0	713,0	736,0	92,0	690,0	713,0	736,0
Neděle	13,0	97,5	100,8	104,0	13,0	97,5	100,8	104,0
soboty	13,0	97,5	100,8	104,0	13,0	97,5	100,8	104,0
svátky	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	37,5	38,8	40,0
dovolená	11,8	88,5	91,5	94,4	6,7	50,3	51,9	53,6
nemoc	4,1	30,8	31,8	32,8	5,1	38,3	39,5	40,8
překážky §	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	0,8	0,8
brig.a škol.	0,3	2,3	2,3	2,4	0,1	0,8	0,8	0,8
Čistý fond na 1 D	49,8	373,5	386,0	398,4	49,0	367,5	379,8	392,0

c)

	ROK 2014			
	Dny	7,50	7,75	8
Kalendářní fond	365,0	2737,5	2828,8	2920,0
Neděle	52,0	390,0	403,0	416,0
soboty	52,0	390,0	403,0	416,0
svátky	9,0	67,5	69,8	72,0
dovolená	25,0	187,5	193,8	200,0
nemoc	17,4	130,5	134,9	139,2
překážky §	0,7	5,3	5,4	5,6
brig.a škol.	0,8	6,0	6,2	6,4
Čistý fond na 1 D	208,1	1560,8	1612,8	1664,8

Tabulka 5.3. Fond pracovní doby – a),b) jednotlivé kvartály, c) souhrn roku.

HALA IV

Přehled oprav a jejich délek na zařízeních v intervalu : 01.01.2013 - 06.08.2015				
Zařízení	Počet oprav	Délka oprav (hodiny)	Délka prací (hodiny)	Délka odstávek (hodiny)
Bruska pásová SPB 400 R BOLDOG 5M	5	2245 6	14	6
Bruska stojanová BL-3D	1	1	1	0
Bruska stolní	0	0	0	0
Navíječka	0	0	0	0
Nůžky tabulové NTC-1250/2,5	8	131	34	8,5
Pila kotoučová TF-350/2	1	6 0	6 5	0
Polohovadlo PR-200/785	0	0	0	0
Polohovadlo kladkové MK-1	1	3 0	4	0
Stroj míchací RE-22	0	0	0	0
Stroj ovíjecí	0	0	0	0
THERMOPRESS typ 517	1	7 0	3	3
Vrtačka otočná VO-50/1600	4	1076 5	20	0
Vrtačka radiální RF-22A	1	4	0	0
Vrtačka sloupová VS-32A	5	614 0	0 2	18
Vrtačka sloupová VS-32B	1	75 1	20	12
Úkosovací stroj US 2 B	0	0	0	0

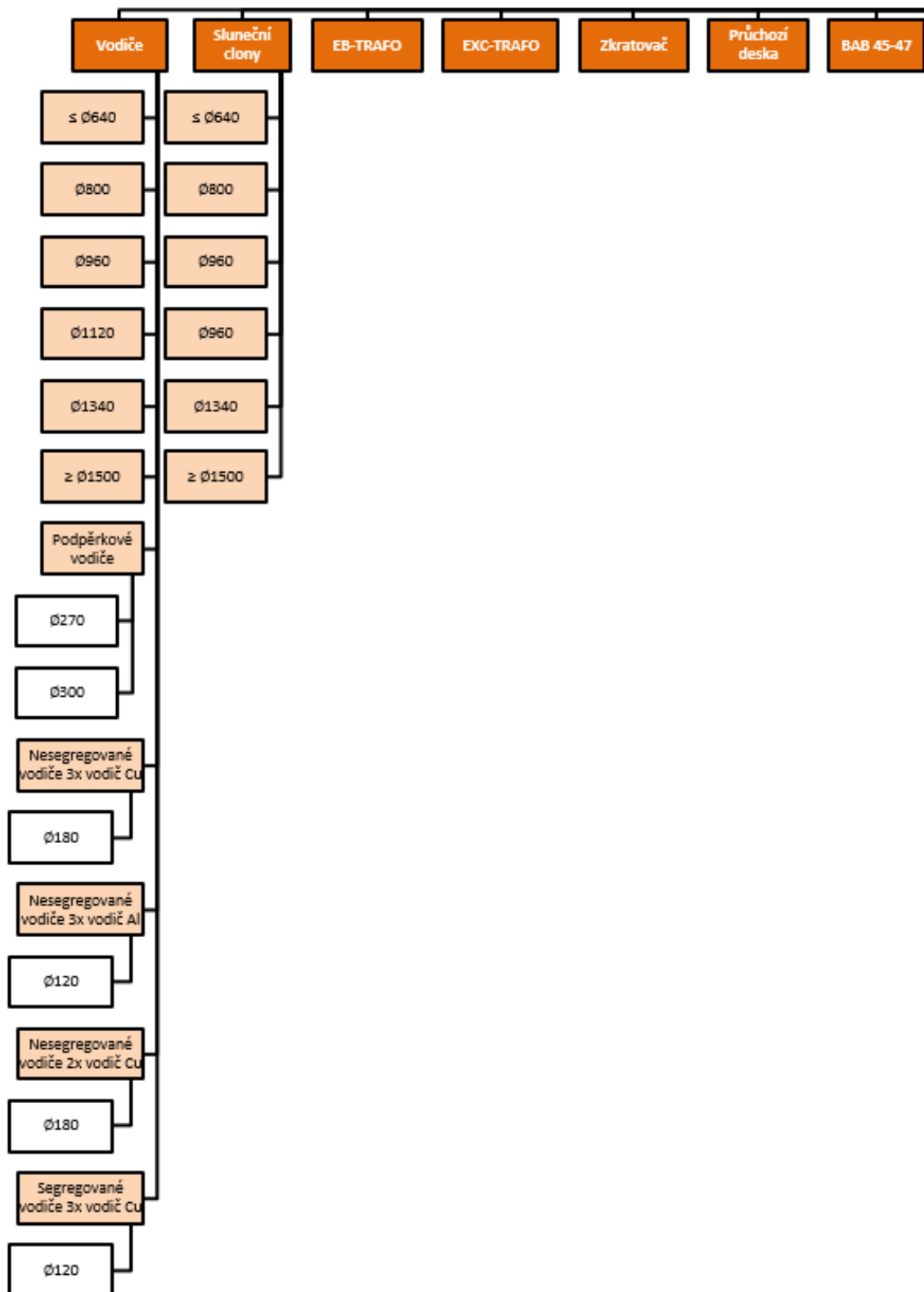
Tabulka 5.4. Přehled oprav strojů na hale IV.

HALA VII

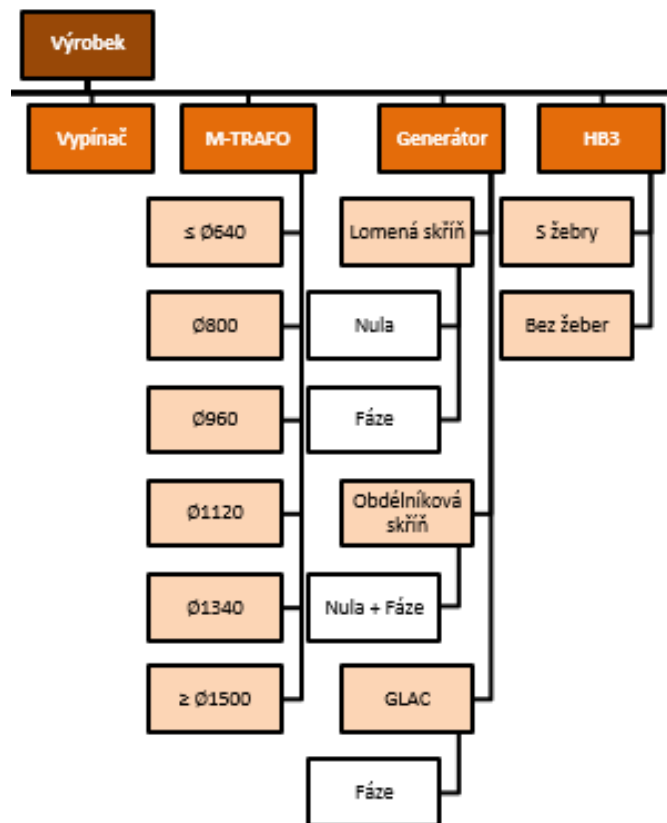
Přehled oprav a jejich délek na zařízeních v intervalu : 01.01.2013 - 06.08.2015				
Zařízení	Počet oprav	Délka oprav (hodiny)	Délka prací (hodiny)	Délka odstávek (hodiny)
Bruska stojanová BAD-20	1	1 1	2	2
Bruska stojanová BL-3	0	0	0	0
Bruska stolní B-175	0	0	0	0
Nůžky tabulové CNTA-3150/16A	27	1000 5	220 5	77
Polohovadlo SSP-301	1	53 0	4	4
Polohovadlo kladkové MK-1	0	0	0	0
Polohovadlo kladkové MK-1	1	0 0	1	0
Polohovadlo stolové 17 SSP-301	0	0	0	0
Polohovadlo stolové 17 SSP-301	2	107 4	14	9
Pálicí stroj CORTINA DS-3100	29	1531 0	151	53
Pálicí stroj RB 630/1660	36	2630 0	270 5	90,5
Stříkací box NOVA VERTA	6	416 5	30	4
Svařovací automat BKM/BRP	23	650 4	120	48,5
Svařovací zdroj KJELLBERG HIFOCUS 160i Plus	1	2 0	1	0
Svařovací zdroj KJELLBERG HIFOCUS 160i Plus	2	53 0	32 5	8
Vrtačka sloupová VS-32 B-CE 2	6	417 4	01	23,5
Vrtačka sloupová VS-32B	3	300 4	44	1
Vyvrtačka vodorovná H-80	0	0	0	0
Zakružovačka HAUSLER VRM-3000/16	19	004 0	152	60
Úkosovačka plechů UZ 15	2	0 2	13 5	0

Tabulka 5.5. Přehled oprav strojů na hale VII.

Poslední poskytnutá data od společnosti je portfolio dílů, které tvoří jeden finální produkt. Toto portfolio bylo vytvořeno dle stanovených informací od společnosti, které byly získány při konzultaci ve společnosti. Jednotlivé díly jsou znázorněny na níže uvedených obrázcích, viz Obrázek 5.1, Obrázek 5.2 a Obrázek 5.3.



Obrázek 5.1. Portfolio podvýrobků_1část.



Obrázek 5.2. Portfolio podvýrobků_2.část



Obrázek 5.3. Portfolio podvýrobků_3.část

5.2.2 Vytřídění a zpřesnění získaných dat

V této podkapitole jsou následně získaná data utříděna a sumarizována do tabulek, ze kterých se dále vytvoří výpočtový model. V tabulce jsou viděny hodnoty, které mají jiné podbarvení. Tmavší podbarvení představuje klíčové stroje či pracoviště. Tyto hodnoty v tabulkách jsou pouze hodnoty, které poskytla společnost.

A) Souhrnná data

V tabulce níže (Tabulka 5.6. Souhrnná data.) je možno vidět, jak byla získaná data sumarizována. Tedy čas operace, který byl poskytnut (v předchozím textu bylo zmíněno jako odvedené časy na pracoviště a na jednotlivého pracovníka za vymezené období), počet směn na jednotlivých pracovištích, který byl zmíněn při konzultační schůzce ve společnosti, počet strojů, které se na pracovišti vyskytují a počet pracovníků, kteří jednotlivé stroje obsluhují či se na pracovišti vyskytují. Tyto počty byly též zmíněny při schůzce. V Souhrnných datech lze

také vidět zvýraznění některých pracovišť, kde se vyskytují klíčové stroje, u kterých je nutné provést kapacitní propočty, jelikož jsou zde limitující stroje

Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Hala	Čas operace [hod/rok]	Počet směn [směna/den]	Počet strojů	Počet pracovníků [prac./směny]
301	TRUHLÁRNA	4	2 172,32	1	5	2
312	DELEN TERMOSETU	4	187,14	1	1	2
401	PRIPRAVA AL	7	33 589,01	2	13	12
402	SVAŘOVNA	7	27 291,29	2	12	12
	Svařování malých pouzder	7				
	Svařování malých pouzder	7				
	Svařování malých pouzder	7				
	Svařování zkratovače	7				
	Svařování vodičů - ruční (ne podélné)	7				
	Zlobin - podélné svary pouzder	7		2	1	1
	BOKI - svařovací automat BKM/BRP	7		2	1	1
	Svařování pouzder - okna	7				
	Svařování pouzder - okna	7				
	Svařování pouzder - sestava	7				
	Dle potřeby - velká ocel. deska - odkladiště	7				
	Svařování hlavy a patky a ruční pálení	7				
403	SESTAVA	7	13 292,96	2	2	4
	Navlečení vodičů do pouzdra po laku(černé)	7				
	Sestava vodičů po laku(černé) a zkoušení	7				
405	STRÍKACÍ KABINA	7	8 935,24	2	1	2
	Stříkací box NOVA VERTA	7				
406	PILA KOTOUČOVÁ	4	1 867,45	1	1	1
	Pila kotoučová TF-350/2	4				
407	ZAKRUŽOVAČKA	7	4 321,69	2	1	2
	Zakružovačka HAUSLER VRM-3000/16	7				
408	TABULOVÉ NŮŽKY	4	2 793,61	1	1	2
	Nůžky tabulové CNTA-3150/16A	4				
409	TUBOSEC	7	3 750,61	2	1	1
	TUBOSEC - pálicí stroj RB630/1660	7				
410	CORTA	7	2 750,34	2	1	1
	Pálicí stroj CORTINA DS -3100	7				
412	MONTAZE ALU LEVNE		14 272,00	1	0	8
421	PRIPRAVA AL - IV.HALA	4	14 279,27	1	9	17
	Sestava vodičů po laku(černé) a zkoušení	4				
	Bruska pásová SPB400R BOLDOG SM	4		1	1	1
	Odkladiště a sestavování vzduchotechniky	4				
	Vrtačka otočná VO-50/1600	4				
	Vrtačka radiální RF-22A	4				
	Vrtačka sloupová VS-32B	4				
	Vrtačka sloupová VS-32A	4				
	Balení drobných výrobků	4				
	Sestava transportních jednotek	4				
422	SVAROVNA - IV.HALA	4	4 125,91	1	5	6
424	VULKANIZACE PRYZE	4	429,85	1	1	1
425	BALENÍ EXPEDICE	4	4 871,06	1	1	3
426	ELEKTRO - IV.HALA	4	4 225,08	1	1	3
	celkem:		143 154,83	-		79

Tabulka 5.6. Souhrnná data.

Na těchto pracovištích poté dochází k výrobě 15 podvýrobků, které následně tvoří jeden typ výrobku. Jednotlivé podvýrobky mohou být následně dále členěny. Toto členění bylo znázorněno na Obrázek 5.1, Obrázek 5.2 a Obrázek 5.3.

Na základě stanovených klíčových strojů byly třeba zpřesnit informace k jednotlivým strojům (Nh/ks popřípadě Nh/m). Zpočátku bylo klíčových strojů devět, ale v průběhu řešení se tento počet snížil na šest klíčových strojů. Mezi tyto stroje patří:

- Stříkáč kabina
- Pila kotoučová
- Zakružovačka
- Tabulové nůžky
- Tubosec – svařovací automat
- Corta – dělení plechu plazmou

B) Normohodiny

Normohodiny k jednotlivým strojům nebyly poskytnuty v základních jednotkách. Získané normohodiny byly ve většině případů v normohodinách na délku trasy, tzn. např.: vodiče průměru 1500 mm byly ve formě Nh/198m z tohoto důvodu musel být proveden přepočít, který udával jednotky Nh/1m. Tento přepočít je znázorněn v tabulce níže (

Tabulka 5.7. Přepočít normohodin na 1m.)

Příklad výpočtu:

$$Norma [Nh/m] = \frac{4,9}{198} = 0,0247 \doteq 0,025$$

D1500 - Longview - A800056 - 198m		
Č. pracoviště	Nh/198m	Nh/m
301	4,900	0,025
401	573,010	2,894
402	1248,320	6,305
403	638,060	3,223
405	408,140	2,061
406	38,390	0,194
407	163,690	0,827
408	110,020	0,556
409	196,270	0,991
410	19,320	0,098

Tabulka 5.7. Přepočít normohodin na 1m.

Tabulka, ve které jsou přepočteny normohodiny všech podvýrobků je znázorněna níže (viz Tabulka 5.8. Přepočtené normohodiny.). Z důvodu velikosti tabulky je ukázka pro část tabulky.

Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Vodiče				
		≤Ø640	Ø800	Ø960	Ø1120	Ø1340
		[Nh/m]	[Nh/m]	[Nh/m]	[Nh/m]	[Nh/m]
301	TRUHLARNA	0,039	0,483	0,044	0,029	0,046
312	DELEN TERMOSETU	0,011	0,006	0,002	0,000	0,009
401	PRIPRAVA AL - VII. HALA	2,176	3,654	2,536	2,339	2,727
402	SVAROVNA - VII. HALA	2,665	3,127	3,518	3,574	4,028
403	SESTAVA	2,909	2,616	2,149	2,007	3,438
405	STRÍKACÍ KABINA	1,234	1,113	1,560	2,143	2,665
406	PILA KOTOUČOVÁ	0,094	0,110	0,111	0,102	0,143
407	ZAKRUŽOVAČKA	0,338	0,440	0,473	0,459	0,513
408	TABULOVÉ NŮŽKY	0,250	0,351	0,480	0,566	0,478
409	TUBOSEC	0,619	0,475	0,543	0,516	0,767
410	CORTA	0,059	0,052	0,078	0,084	0,067
412	MONTAZE ALU LEVNE					
421	PRIPRAVA AL - IV. HALA					
422	SVAROVNA - IV. HALA					
424	VULKANIZACE PRYZE					
425	BALENÍ EXPEDICE					
426	ELEKTRO - IV. HALA					
	celkem:	10,393	12,426	11,493	11,821	14,880

Tabulka 5.8. Přepočtené normohodiny.

C) Fond pracovní doby

Od společnosti byl poskytnut fond pracovní doby na dané období za kvartály a souhrn celého roku. Z těchto dat se využily informace ze souhrnu roku, ze kterého se následně vycházelo pro další časové propočty.

5.3 Reálný stav ve společnosti

V tomto bodě práce proběhlo zmapování a ověření stávající stavu. Cílem tohoto ověření bylo ověřit správná vstupní data jako je například část s normohodinami, ale i výpočtovou část šablony.

5.3.1 Fond pracovní doby

Abychom mohli vypočítat efektivní časový fond pracovníka je zapotřebí k tomu mít fond pracovní doby souhrnu roku, který byl poskytnut zadavatelem (viz Tabulka 5.3. Fond pracovní doby – a), b) jednotlivé kvartály, c) souhrn roku.). Z těchto hodnot je následně vypočten efektivní časový fond dle vzorce, který byl zmíněn výše. Podobné je to i u efektivního časového fondu stroje, kdy je navíc potřeba informace o plánovaných a neplánovaných opravách strojů, které byly také poskytnuty, jak bylo výše uvedeno. Tabulka 5.9. Efektivní časový fond pro rok 2014 a) efektivní časový fond pracovníka, b), c) efektivní časový fond stroje. znázorňuje výsledky efektivních časových fondů.

Ukázka výpočtu: Pro výpočet pracovních dní se vycházelo z níže uvedených údajů.

Kalendářní fond: 365 dní Neděle: 52 dní Soboty: 52 dní Svátky: 9 dní

$$D_p, D_v = 365 - 52 - 52 - 9 = 252 \text{ dní}$$

Efektivní časový fond pracovníka (1 směna)

$$E_{fp} = (D_p - D_{op} - D_{on}) * H [\text{hod/rok}]$$

$$E_{fp} = (252 - 25 - 17,4) * 8 = 1676,8 \text{ hod/rok}$$

Efektivní časový fond stroje (1 směna, stříkací box NOVA VERTA):

$$E_{fs} = (D_V - D_D - D_A) * H \text{ [hod/rok]}$$

$$E_{fs} = (252 - 17,9 - 0,0) * 8 = 1872,7 \text{ hod/rok}$$

a)

	ROK 2014			
	směny	3 směny	2 směny	1 směna
	Dny	7,5	7,75	8
Kalendářní fond	365,0	2737,5	2828,8	2920,0
Neděle	52,0	390,0	403,0	416,0
soboty	52,0	390,0	403,0	416,0
svátky	9,0	67,5	69,8	72,0
dovolená	25,0	187,5	193,8	200,0
nemoc	17,4	130,5	134,9	139,2
překážky §	0,7	5,3	5,4	5,6
brig.a škol.	0,8	6,0	6,2	6,4
Efektivní časový fond pracovníka (dny/rok)		209,6		
Efektivní časový fond pracovníka (hod/rok)		1572,0	1624,4	1676,8
Počet pracovních dní v roce 2014		252		

b)

Počet pracovních dní v roce 2014	252	Stříkací box NOVA VERTA	Pila kotoučová TF-350/2	Zakružovačka HAUSLER VRM-3000/16
Plánované opravy (dny)		17,9	0,0	0,0
Neplánované opravy (dny)		0,0	0,0	0,9
Efektivní časový fond stroje (hod/rok) - klíčové stroje	1 směna	1872,7	2016,0	2008,8
	2 směny	1814,1	1953,0	1946,1
	3 směny	1755,6	1890,0	1883,3

c)

Počet pracovních dní v roce 2014	252	Nůžky tabulové CNTA-3150/16A	TUBOSEC	Pálicí stroj CORTINA DS -3100
Plánované opravy (dny)		0,0	7,2	7,2
Neplánované opravy (dny)		1,4	1,9	1,2
Efektivní časový fond stroje (hod/rok) - klíčové stroje	1 směna	2004,5	1943,2	1948,7
	2 směny	1941,9	1882,4	1887,8
	3 směny	1879,2	1821,7	1826,9

Tabulka 5.9. Efektivní časový fond pro rok 2014 a) efektivní časový fond pracovníka, b), c) efektivní časový fond stroje.

5.3.2 Kapacitní vytížení pracovníka a stroje

Efektivní časové fondy jsou dále využity ve vzorci výpočtu vytíženosti strojů a pracovníků, viz předchozí vzorce. Abychom ovšem mohli počítat vytíženost, je zapotřebí mít k dispozici jednotlivé časy operací. Ty se získají po zadání jednotlivých výrobků, respektive podvýrobků, ze kterých bude následně tvořen finální výrobek. Zadávání se provádí v délkách, kdy jejich sumace z jednotlivých pracovišť,ť podělená normou, udává hodnotu času operace (bude zpřesněno při vysvětlování zadávání v aplikaci níže).

Jednotlivé hodnoty vytíženosti mohou být vidět v následující tabulce (viz. Tabulka 5.10. a) Kapacitní vytíženost pracovníka, b) Kapacitní vytíženost strojů.

Ukázka výpočtu:

Kapacitní vytížení pracovníka (pracoviště 402 – svařovna, 2 směny, 12 pracovníků)

Čas operace, je-li výroba v jedné směně = $30\,518,88 / 2 = 15\,259,44$ hod/rok

Čas operace na jednoho pracovníka:

$$t_o = \frac{15\,259,44}{12} = 1\,271,62 \text{ hod/rok}$$

$$K_V = \frac{1\,271,62}{1\,624,4} = 0,78 * 100 = 78,3\%$$

Kapacitní vytížení stroje (pracoviště 405 – stříkací kabina, 2 směny, 1 stroj)

Čas operace, je-li výroba v jedné směně = $12\,646,34 / 2 = 6\,323,17$ hod/rok

Čas operace na jeden stroj:

$$t_o = \frac{6\,323,17}{1} = 6\,323,17 \text{ hod/rok}$$

$$K_V = \frac{6\,323,17}{1\,814,1} = 3,485 * 100 = 348,5\%$$

a)

Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Čas operace hod/rok	Kapacitní vytíženost pracovníka		
			1 směna	2 směny	3 směny
301	TRUHLÁRNA	858,13	25,6%		
312	DELEN TERMOSETU	129,28	3,9%		
401	PRIPRAVA AL	30 007,11		77,0%	
402	SVAŘOVNA	30 518,88		78,3%	
403	SESTAVA	19 540,31		150,4%	
405	STŘÍKACÍ KABINA	12 646,34		194,6%	
406	PILA KOTOUČOVÁ	1 944,45	116,0%		
407	ZAKRUŽOVAČKA	5 456,81		84,0%	
408	TABULOVÉ NŮŽKY	4 030,32	120,2%		
409	TUBOSEC	5 485,54		168,8%	
410	CORTA	2 215,54		68,2%	

b)

Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Čas operace hod/rok	Kapacitní vyžitost stroje		
			1 směna	2 směny	3 směny
301	TRUHLÁRNA	858,13			
312	DELEN TERMOSETU	129,28			
401	PRIPRAVA AL	30 007,11			
402	SVAŘOVNA	30 518,88			
403	SESTAVA	19 540,31			
405	STŘÍKACÍ KABINA	12 646,34		348,5%	
406	PILA KOTOUČOVÁ	1 944,45	96,5%		
407	ZAKRUŽOVAČKA	5 456,81		140,2%	
408	TABULOVÉ NŮŽKY	4 030,32	201,1%		
409	TUBOSEC	5 485,54		145,7%	
410	CORTA	2 215,54		58,7%	

Tabulka 5.10. a) Kapacitní vyžitost pracovníka, b) Kapacitní vyžitost strojů.

Hodnoty, které jsou podbarveny v tabulce tmavou barvou a bílým textem představují hodnoty, které se vyskytují nad limitním stavem, tudíž zde dochází k přetížení pracovníka či stroje.

5.3.3 Ověření stávajícího stavu na základě propočtu

V předchozím odstavci byl zmíněn postup získání času operace, který je potřebný k výpočtu vyžitosti. Na základě získání tohoto času došlo také ke kontrole a ověření propočtu na základě získaných vstupních dat. Čas operace, který získáme sumací zadaných délek jednotlivých výrobků a následně podílem normy, se poté porovnává s tabulkou, která byla také poskytnuta zadavatelem, viz Tabulka 5.1. Souhrn pracovišť s odvedenými časy na pracovníka., sloupec čas operace.

Při této kontrole vstupních dat z roku 2014, došlo ke zjištění, že byla poskytnuta špatná data ze strany zadavatele, jelikož se výsledky mnoho odlišovaly. Došlo tedy ke zpřesnění a následnému upravení vstupních dat od zadavatele. Po upravení se hodnoty shodovaly, a tudíž ověření přineslo správnost výpočtového modelu.

Aby nedošlo k mýlce, že tabulky nesouhlasí dle stanoveného v textu, je tu snadné vysvětlení, jelikož Tabulka 5.10 zobrazuje již upravená data.

Shrneme-li tedy výsledky ověření stávajícího stavu, pak současný stav kapacit ve společnosti z pohledu kapacit pracovníků si v nedostatečném kapacitním stavu pracoviště jednotlivé pracovníky přesouvají a dochází k výpomoci mezi jednotlivými pracovišti. Dále bylo zjištěno nesprávné odepisování Nh a nesprávné stanovení norem. Z pohledu kapacit strojů pak došlo ke zjištění nesprávného portfolia výrobků a nesprávného stanovení norem. Tyto neshody byly následně společností vyjasněny a výpočtový model mohl být nastaven se správnými hodnotami.

5.4 Změna výrobního programu

Změna výrobního programu je v tuto chvíli chápána jako navýšení množství vyrobených kusů a to o 30% od vyrobených kusů v roce 2014. K tomuto množství se tedy připočetlo 30% a sledovalo se, zda je možné toto množství vyrobit se stávajícími kapacitami.

Ukázka výpočtu:

Navýšení kapacit o 30%:

Pracoviště truhlárna – čas operace r. 2014 = 858,13 hod/rok

čas operace r. 2014 navýšen o 30% = 1,3 * čas operace r. 2014

čas operace r. 2014 navýšen o 30% = 1,3 * 858,13 = 1 115,57 hod/rok

Ostatní pracoviště a jejich časové hodnoty operace jsou znázorněny v tabulce níže, viz Tabulka 5.11. Výpočet navýšení kapacit o 30%.

Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Hala	Čas operace hod/rok	Čas operace na směnu	Navýšení o 30%
301	TRUHLÁRNA	4	858,13	858,13	1 115,57
312	DELEN TERMOSETU	4	129,28	129,28	168,06
401	PRIPRAVA AL	7	30 007,11	15 003,56	19 504,62
402	SVAŘOVNA	7	30 518,88	15 259,44	19 837,27
403	SESTAVA	7	19 540,31	9 770,16	12 701,20
405	STŘÍKACÍ KABINA	7	12 646,34	6 323,17	8 220,12
406	PILA KOTOUČOVÁ	4	1 944,45	1 944,45	2 527,79
407	ZAKRUŽOVAČKA	7	5 456,81	2 728,41	3 546,93
408	TABULOVÉ NŮŽKY	4	4 030,32	4 030,32	5 239,42
409	TUBOSEC	7	5 485,54	2 742,77	3 565,60
410	CORTA	7	2 215,54	1 107,77	1 440,10

Tabulka 5.11. Výpočet navýšení kapacit o 30%

Kapacitní propočty pracovišť s navýšením výroby o 30% jsou zřejmé z tabulky, viz, Tabulka 5.12. a) Kapacitní vytíženost pracovníků po navýšení o 30%, b) Kapacitní vytíženost strojů po navýšení o 30%. Z této tabulky je patrné, že kapacitní vytíženost pracovníků a strojů, u kterých jsou hodnoty nad 110%, překračují limitní stav jejich kapacit. Jak u kapacitního vytížení pracovníka, tak u kapacitního vytížení stroje se jedná o pět pracovišť.

a)

Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	navýšení o 30%	Kapacitní vytiženost pracovníka		
			1 směna	2 směny	3 směny
301	TRUHLÁRNA	1 115,57	33,26%		
312	DELEN TERMOSETU	168,06	5,01%		
401	PRIPRAVA AL	19 504,62		100,06%	
402	SVAŘOVNA	19 837,27		101,77%	
403	SESTAVA	12 701,20		195,48%	
405	STŘÍKACÍ KABINA	8 220,12		253,02%	
406	PILA KOTOUČOVÁ	2 527,79	150,75%		
407	ZAKRUŽOVAČKA	3 546,93		109,18%	
408	TABULOVÉ NŮŽKY	5 239,42	156,23%		
409	TUBOSEC	3 565,60		219,50%	
410	CORTA	1 440,10		88,65%	

b)

Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	navýšení o 30%	Kapacitní vytiženost stroje		
			1 směna	2 směny	3 směny
301	TRUHLÁRNA	1 115,57			
312	DELEN TERMOSETU	168,06			
401	PRIPRAVA AL	19 504,62			
402	SVAŘOVNA	19 837,27			
403	SESTAVA	12 701,20			
405	STŘÍKACÍ KABINA	8 220,12		453,1%	
406	PILA KOTOUČOVÁ	2 527,79	125,4%		
407	ZAKRUŽOVAČKA	3 546,93		182,3%	
408	TABULOVÉ NŮŽKY	5 239,42	261,4%		
409	TUBOSEC	3 565,60		189,4%	
410	CORTA	1 440,10		76,3%	

Tabulka 5.12. a) Kapacitní vytiženost pracovníků po navýšení o 30%, b) Kapacitní vytiženost strojů po navýšení o 30%.

K těmto pracovištím je zapotřebí stanovit nápravná opatření, aby se kapacitní vytižení dostalo na hodnotu, která bude představovat maximálně povolenou limitní hodnotu.

6 Návrh výpočtového modelu

V předchozí podkapitole bylo zmíněno, že po navýšení výroby o 30% bude potřeba stanovit nápravná opatření, která sníží kapacitní vytížení pracovníků a strojů alespoň na limitní hodnoty. K propočtu a stanovení nápravy bude sloužit výpočtový model, který po propočtu stanoví, zda bude třeba navýšit kapacity pracovníků, směn či bude třeba navýšit výrobní stroje a tím bude tedy nutné k vyšší investici.

6.1 Metodika

Výpočtový model pro kapacitní propočty je tvořen v softwaru MS Excel, kde jsou využity propočty, které byly zmíněny výše v textu jako zpřesněná data, kde se počítal fond pracovní doby pracovníka a stroje a dále kapacitní vytížení pracovníka a stroje. Tato data jsou tedy vstupní hodnoty pro výpočtový model.

Cílem práce v softwaru je vytvořit přehlednou aplikaci, která bude mít intuitivní ovládání s minimální možností zadání chybných dat.

6.2 Popis aplikace

Aplikace se bude skládat celkem ze sedmi karet, přičemž šest jich bude uživatelsky přístupných. Zbývající sedmá karta bude zobrazena pouze oprávněné osobě, neboť v této kartě lze měnit normohodiny u jednotlivých pracovišť a výrobků.

Po dohodě se zadavatelem budou vytvořeny dvě aplikace. První aplikace bude pracovat s kapacitami na jeden rok a druhá aplikace na půl roku.

6.2.1 Úvodní strana aplikace

Po otevření vytvořené aplikace se zobrazí úvodní strana (viz. Obrázek 6.1. Úvodní strana aplikace. Období: rok. či Obrázek 6.2. Úvodní strana aplikace. Období: půl roku), záleží, pro jaké období chceme zjistit výpočet. Úvodní strana je rozdělena do dvou hlavních částí – vstupní data a výstupní data. V části vstupní data uživatel upřesní fond pracovní doby na daný rok, aktualizuje předdefinované hodnoty pro počty lidí, strojů a směn a to vždy k jednotlivým pracovištím. Následně uživatel musí zadat počty výrobků, které by se měli vyrobit v daném časovém období na základě objednávky od zákazníka. Po zadání veškerých vstupních dat se provedou kapacitní propočty jednotlivých pracovišť.

Chce-li uživatel obsluhující aplikaci získat propočty kapacit za nižší období než je jeden rok, využije aplikaci na období půl roku. Nejprve chtěl zadavatel aplikaci na rok a měsíc, ovšem za tak krátkou dobu (jeden měsíc) by výsledky nevykazovaly rozumnou hodnotu a tak bylo domluveno se zadavatelem období půl roku, jelikož i zakázky trvají přibližně takovou dobu. Aplikace na půl roku je zpracována stejným způsobem jako aplikace roční. Je zde stejné zadávání hodnot jako u ročního propočtu jen s tím rozdílem, že po zadání roku se ještě u půlročního propočtu musí být zadán i počáteční měsíc.



Obrázek 6.1. Úvodní strana aplikace. Období: rok.



Obrázek 6.2. Úvodní strana aplikace. Období: půl roku

6.2.2 Vstupní data

V úvodní straně aplikace, jak je patrné z obrázků výše, se vyskytuje část vstupních dat. Mezi vstupující data patří fond pracovní doby, počet lidí, strojů a směn a poslední vstup do aplikace je počet výrobků.

A) Fond pracovní doby

Po kliknutí na políčko fond pracovní doby na úvodní straně aplikace se rozbalí list, který je nutno částečně vyplnit. V případě časového fondu pracovníka se nevyplňuje nic, neboť se kalendářní fond mění v závislosti na zvoleném období. Co se týče časového fondu stroje, tak v této tabulce je nutné vyplnit sloupce s plánovanými a neplánovanými opravami. Výše

uvedené platí i pro šablonu s výpočtovým modelem na půl roku. Tyto dvě tabulky jsou znázorněny na obrázcích níže, viz Obrázek 6.3, Obrázek 6.4.

Časový fond pracovníka		LOGO SPOLEČNOSTI		
Rok 2014				
	[Počet dnů/rok]	Počet směn [hod/rok]		
		3 směny 7,5	2 směny 7,75	1 směna 8
Kalendářní fond	365,0	2737,5	2828,8	2920,0
Neděle	52,0	390,0	403,0	416,0
soboty	52,0	390,0	403,0	416,0
svátky	8,0	60,0	62,0	64,0
dovolená	25,0	187,5	193,8	200,0
nemoc	17,4	130,5	134,9	139,2
překážky §	0,7	5,3	5,4	5,6
brig.a škol.	0,8	6,0	6,2	6,4
Efektivní časový fond pracovníka [hod/rok]		1568,3	1620,5	1672,8
Efektivní časový fond pracovníka [dny/rok]		209,1		

Obrázek 6.3. Časový fond pracovníka.

Časový fond stroje		LOGO SPOLEČNOSTI			
Rok 2014					
Název stroje	Plánované opravy [dny/rok]	Neplánované opravy [dny/rok]	Efektivní časový fond [hod/rok]		
			3 směny	2 směny	1 Směna
Stříkací box NOVA VERTA	6,2	0,2	1849,8	1911,5	1973,2
Pila kotoučová TF-350/2	0,0	0,0	1897,5	1960,8	2024,0
Zakružovačka HAUSLER VRM-3000/16	0,0	1,4	1887,0	1949,9	2012,8
Nůžky tabulové CNTA-3150/16A	0,0	1,2	1888,4	1951,4	2014,3
TUBOSEC	2,4	1,3	1869,5	1931,8	1994,1
Pálicí stroj CORTINA DS -3100	2,4	0,9	1872,7	1935,2	1997,6
Časový fond stroje [dny/rok]			253,0		

Obrázek 6.4. Časový fond stroje.

B) Počet lidí, strojů a směn

Klikneme-li na úvodní stránce na řádek počet lidí, strojů a směn, otevře se karta, kde je nutné nadefinovat ke každému pracovišti počet směn za den na pracovišti, počet strojů na pracovišti, počet pracovníků na směně na pracovišti, limitní stav pracoviště a počet pracovníků možných k navýšení na daném pracovišti.

Limitní stav pracoviště udává procentuální mezní hodnotu, kterou je pracoviště schopno kapacitně zvládnout. Po překročení této hodnoty, aplikace začne navrhopvat kapacitní opatření, která vedou ke snížení pod mezní hodnotu.

Počet pracovníků k navýšení na pracovišti udává počet pracovníků, které je možné přidat navíc na pracoviště, v případě, že je překročen limitní stav pracoviště. Vzhled této tabulky je znázorněn níže, viz Obrázek 6.5.

Počet strojů, lidí a směn					LOGO SPOLEČNOSTI	
Rok 2014						
Č. prac.	Název pracoviště/Název zařízení	Počet směn [počet směn/den]	Počet strojů [ks]	Počet pracovníků [prac./směna]	Limitní stav pracoviště [%]	Počet pracovníků k navýšení [počet]
301	TRUHLÁRNA	1	5	2	110%	1
312	DELEN TERMOSETU	1	1	2	110%	0
401	PŘIPRAVA AL - VII. HALA	2	13	12	110%	10
402	SVAŘOVNA - VII. HALA	2	12	12	110%	0
403	SESTAVA	2	2	4	110%	0
405	STRÍKACÍ KABINA	2	1	2	110%	1
406	PILA KOTOUČOVÁ	1	1	1	110%	0
407	ZAKRUŽOVAČKA	2	1	2	110%	0
408	TABULOVÉ NŮŽKY	1	1	2	110%	0
409	TUBOSEC	2	1	1	110%	0
410	CORTA	2	1	1	110%	0
412	MONTAZE ALU LEVNE	1	0	8	110%	0
421	PŘIPRAVA AL - IV. HALA	1	9	17	110%	0
422	SVAŘOVNA - IV. HALA	1	5	6	110%	0
424	VULKANIZACE PRYZE	1	1	1	110%	0
425	BALENÍ EXPEDICE	1	1	3	110%	10
426	ELEKTRO - IV. HALA	1	1	3	110%	1
Celkem:		-	56	79	-	-

Obrázek 6.5. Karta počet lidí, strojů a směn.

C) Počet výrobků

Poslední tlačítko, které se nachází u vstupních dat na úvodní straně, je počet výrobků. Tato karta, slouží k nadefinování výrobního portfolia za dané časové období. Definují se zde délky popřípadě počty kusů jednotlivých podvýrobků. Výrobky se definují dle zakázek, tzn., že každý řádek označuje jinou zakázku. V případě sloupečku *Ostatní Nh*, tak zde se k zakázce definují přímo normohodiny a následně se dělí v poměru 1:1 mezi pracoviště 401 a 402. Na konci každé zakázky (řádky) je suma normohodin k dané zakázce. Tabulka je zobrazena na obrázku viz Obrázek 6.6. Počet výrobků – definování zakázky.

LOGO SPOLEČNOSTI		Rok 2014						
Zadávaní výrobků	Počet [ks]/délka [m]	Vodiče						Ostatní
		≤ Ø640	Ø800	Ø960	Ø1120	Ø1340	≥ Ø1500	
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
		875,0	924,0	1 997,0	0,0	1 409,0	1 569,0	0,0
Celkový počet Nh		9 094,0	9 897,1	21 366,8		20 966,2	26 943,4	150 248,5
Název zakázky	Číslo zakázky	Počet ks/délka m					Ostatní Nh	Suma Nh
Rok 2014	-	875,0	924,0	1 997,0	0,0	1 409,0	1 569,0	150 248,5

Obrázek 6.6. Počet výrobků – definování zakázky.

Je-li nadefinovaná zakázka, je možné zjistit, kolik bude třeba odvést normohodin na každém pracovišti k vyhotovení této zadané zakázky. Toto je možné vidět na Obrázek 6.7. Počet výrobků – počet Nh na pracovištích.

LOGO SPOLEČNOSTI		Rok 2014						
Zadávání výrobků	Vodiče						Ostatní	
	≤ Ø640	Ø800	Ø960	Ø1120	Ø1340	≥ Ø1500		
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		
Počet [ks]/délka [m]	875,0	924,0	1 997,0	0,0	1 409,0	1 569,0	0,0	

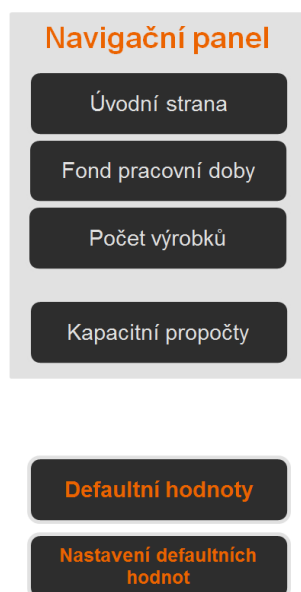
Číslo pracoviště	Název pracoviště Název zařízení	Počet normohodin na pracovištích						Celkový počet Nh
301	TRUHLARNA	33,7	446,4	87,2		64,1	38,8	858,13
312	DĚLENÍ TERMOSETU	9,8	5,5	4,1		12,0		129,28
401	PŘÍPRAVA AL - VII. HALA	1 099,7	1 157,8	2 132,6		2 219,2	2 622,9	30 007,11
402	SVAROVNA - VII. HALA	1 853,9	1 504,0	4 792,4		4 511,3	7 862,9	30 518,88
403	SESTAVA	2 545,8	2 417,1	4 291,5		4 844,6	5 056,1	19 540,31
405	STRÍKACÍ KABINA	1 079,4	1 028,1	3 114,4		3 755,3	3 234,2	12 646,34
406	PILA KOTOUČOVÁ	81,8	102,1	221,9		201,1	304,2	1 944,45
407	ZAKRUŽOVAČKA	296,2	406,3	944,3		722,8	1 297,1	5 456,81
408	TABULOVÉ NŮŽKY	218,3	324,8	958,1		673,9	871,8	4 030,32
409	TUBOSEC	541,7	438,5	1 084,4		1 080,2	1 555,3	5 485,54
410	CORTA	51,2	47,8	155,9		94,8	153,1	2 215,54
412	MONTÁŽE ALU LEVNE							
421	PŘÍPRAVA AL - IV. HALA	804,1	1 426,0	2 138,8		1 622,7	1 917,8	23 099,61
422	SVAROVNA - IV. HALA	478,4	592,6	1 441,3		1 164,2	2 029,1	8 284,87
424	VULKANIZACE PRYŽE							592,16
425	BALENÍ EXPEDICE							2 269,15
426	ELEKTRO - IV. HALA							
Celkový počet Nh		9 094,0	9 897,1	21 366,8		20 966,2	26 943,4	150 248,5

Obrázek 6.7. Počet výrobků – počet Nh na pracovištích.

Nedílnou součástí aplikace je navigační panel, který slouží k přepínání jednotlivých karet, je-li třeba změna jakékoliv hodnoty. Navigační panel se zobrazuje vždy po otevření jakékoliv karty z úvodní stránky aplikace.

Na listu Počet lidí, strojů a směn lze pod navigačním panelem vidět dvě tlačítka. Slouží k tomu, že pokud se změní nějaká hodnota na kartě, pak se políčko podbarví a je zřetelné, kde byla změna provedena. Chceme-li vrátit tuto změnu, klikneme na tlačítko Defaultní hodnoty a tím se hodnoty vrátí do původního stavu před opravením.

Tento navigační panel se nachází na levé straně každého listu. Na obrázku níže je možné vidět zmíněný navigační panel (viz. Obrázek 6.8. Navigační panel aplikace.).



Obrázek 6.8. Navigační panel aplikace.

Defaultní hodnoty jsou nastavené na stávající stav (doba tvorby aplikace), v případě že se stav některých hodnot změní na dobu neurčitou, tak je možné tyto hodnoty změnit v defaultní tabulce (základní). Po stisknutí tlačítka Nastavení defaultních hodnot se zobrazí tabulka se základními hodnotami, které když se přepíší, tak výše uvedená tabulka viz Obrázek 6.5. Karta počet lidí, strojů a směn. se po stisknutí tlačítka Defaultní hodnoty přepíše na nový stav a již bude pracovat s tímto stavem jako defaultním (základním).

6.2.3 Výstupní data

Druhou částí na úvodní straně aplikace tvoří výstupní data, která obsahují kartu Kapacitní propočty pracovišť. Tato karta slouží k samotnému propočtu a její správnost je podmíněna kvalitními vstupními daty. Vzhled karty je znázorněn na Obrázek 6.9.

Kapacitní propočty jednotlivých pracovišť													LOGO SPOLEČNOSTI	
Rok 2014														
Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Čas operace [min/rok]	Čas operace na směnu [min/směna]	Kapacitní vytiženost pracovníka [%]			Kapacitní vytiženost stroje [%]			Nápravná opatření				
				1 směna	2 směny	3 směny	1 směna	2 směny	3 směny	Počet směn [počet/směn]	Počet lidí navíc [počet/směna]	Nová kapacita pracovníka [%]	Počet strojů navíc [počet/směna]	Nová kapacita stroje [%]
301	TRUHLÁRNA	858.13	858.13	25.65%										
312	DĚLENÍ TERMOSETU	129.28	129.28	3.96%										
401	PŘÍPRAVA AL - VII HALA	3007.11	1503.55		77.15%									
402	SVAŘOVNA - VII HALA	30916.88	15209.44		78.47%									
403	SESTAVA	19040.31	9770.16		160.73%					3	0	103.83%		
405	STRÍKACÍ KABINA	12646.24	6323.17		188.19%					3	1	88.62%	2	75.96%
406	PILA KOTOUČOVÁ	1944.45	1944.45	118.24%			96.07%			2	0	59.99%	0	49.58%
407	ZAKRUŽOVAČKA	5456.51	2728.40		84.18%					3	0	57.99%	0	56.39%
408	TABULOVÉ NŮŽKY	4030.32	4030.32	120.47%				200.09%		2	0	62.18%	0	103.27%
409	TUBO SEC	5486.54	2742.77		169.22%					3	0	116.60%	0	97.81%
410	CORTA	2215.54	1107.77		68.36%									
412	MONTÁŽE ALU LEVNE	0.00	0.00	0.00%										
421	PŘÍPRAVA AL - IV HALA	23099.61	23099.61	81.23%										
422	SVAŘOVNA - IV HALA	8284.87	8284.87	82.54%										
424	VULKANIZACE PRYŽE	592.16	592.16	35.40%										
425	BALENÍ EXPEDICE	0.00	0.00	0.00%										
426	ELEKTRO - IV HALA	2269.15	2269.15	45.22%										
Celkem:		147 078.49	84 143.23											

Obrázek 6.9. Kapacitní propočty jednotlivých pracovišť.

Úkolem této karty je sledování kapacitní vytiženosti pracovníků na jednotlivých pracovištích a kapacitní vytižení strojů na pracovištích s vydefinovanými klíčovými stroji. Další součástí karty je část s nápravnými opatřeními, která navrhuje možná řešení, je-li překročen limitní stav kapacity pracoviště nebo stroje (podrobněji bylo uvedeno v kapitole 6.2.2. Vstupní data v podkapitole B) Počet lidí, strojů a směn).

Dojde-li k situaci, že je překročen limitní stav stroje, jsou nejprve navržena opatření, která představují navýšení směn za den. Nastane-li pak situace, že se jedna o den, kdy je směnnost naplněna a nelze jí dále navyšovat, poté jsou jako nápravná opatření řešena koupí nových strojů. Z důvodu velké finanční investice byl toto požadavek od zadavatele.

V případě, že dojde k překročení limitního stavu pracovníků, jako nápravné opatření je stanovena kombinace zvyšování směnnosti za den a zvyšování počtu lidí na směně a to tak, aby byl dosažen podlimitní stav pracovníků.

Aby bylo možno stanovit nápravná opatření, dojde-li k nadlimitnímu stavu lidí či strojů, bylo zadavatelem stanoveno možné nápravné opatření, které na daném pracovišti může nastat. Tyto omezující podmínky jsou stanoveny v tabulce níže, viz Obrázek 6.10. Omezující podmínky).

Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Omezující podmínky
301	TRUHLÁRNA	+ 1 prac., směna
312	DELEN TERMOSETU	směna
401	PRIPRAVA AL	+ x prac.
402	SVAŘOVNA	směna
403	SESTAVA	směna
405	STRÍKACÍ KABINA	+1 prac., směna, dosychací box
406	PILA KOTOUČOVÁ	směna
407	ZAKRUŽOVAČKA	směna, stroj
408	TABULOVÉ NŮŽKY	směna
409	TUBOSEC	směna
410	CORTA	směna, stroj
412	MONTAZE ALU LEVNE	+ x prac.
421	PRIPRAVA AL - IV.HALA	+ x prac.
422	SVAROVNA - IV.HALA	směna
424	VULKANIZACE PRYZE	směna
425	BALENI EXPEDICE	+ x prac.
426	ELEKTRO - IV.HALA	+ 1 prac., směna

Obrázek 6.10. Omezující podmínky.

Níže na obrázcích (viz. Obrázek 6.11 a Obrázek 6.12) jsou znázorněny části výstupních hodnot kapacitních propočtů. V první části je znázorněn čas operace za rok, který udává počet normohodin za období jednoho roku k určitému pracovišti. Hodnota tohoto času je následně přepočtena na počet normohodin za směnu.

Vysvětlivky:

+ 1 prac.:

Nápravné opatření představuje navýšení jedním pracovníkem ve směně,

+ x prac.:

Nápravné opatření představuje navýšení „neomezeným“ počtem pracovníků ve směně,

Směna:

Nápravné opatření v podobě navýšení směny,

Stroj:

Nápravné opatření v podobě nákupu nové technologie.

Kapacitní propočty jednotlivých pracovišť									
Rok 2014									
Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Čas operace [Nh/rok]	Čas operace na směnu [Nh/směna]	Kapacitní využitost pracovníka [%]			Kapacitní využitost stroje [%]		
				1 směna	2 směny	3 směny	1 směna	2 směny	3 směny
301	TRUHLÁRNA	0,00	0,00	0,00%					
312	DĚLENÍ TERMOSETU	0,00	0,00	0,00%					
401	PŘÍPRAVA AL - VII. HALA	0,00	0,00		0,00%				
402	SVAŘOVNA - VII. HALA	0,00	0,00		0,00%				
403	SESTAVA	0,00	0,00		0,00%				
405	STRÍKACÍ KABINA	0,00	0,00		0,00%			0,00%	
406	PILA KOTOUČOVÁ	0,00	0,00	0,00%			0,00%		
407	ZAKRUŽOVAČKA	0,00	0,00		0,00%			0,00%	
408	TABULOVÉ NŮŽKY	0,00	0,00	0,00%			0,00%		
409	TUBOSEC	0,00	0,00		0,00%			0,00%	
410	CORTA	0,00	0,00		0,00%			0,00%	
412	MONTÁŽE ALU LEVNE	0,00	0,00	0,00%					
421	PŘÍPRAVA AL - IV. HALA	0,00	0,00	0,00%					
422	SVAŘOVNA - IV. HALA	0,00	0,00	0,00%					
424	VULKANIZACE PRYŽE	0,00	0,00	0,00%					
425	BALENÍ EXPEDICE	0,00	0,00	0,00%					
426	ELEKTRO - IV. HALA	0,00	0,00	0,00%					
Celkem:		0,00	0,00	-	-	-	-	-	-

Obrázek 6.11. Kapacitní propočty pracovišť – 1. část.

Kapacitní propočty jednotlivých pracovišť					
Rok 2014					
Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Nápravné opatření			
		Počet směn [počet/den]	Počet lidí navíc [počet/směna]	Nová kapacita pracovníka [%]	Počet strojů navíc [počet/směna]
301	TRUHLÁRNA				
312	DĚLENÍ TERMOSETU				
401	PŘÍPRAVA AL - VII. HALA				
402	SVAŘOVNA - VII. HALA				
403	SESTAVA				
405	STRÍKACÍ KABINA				
406	PILA KOTOUČOVÁ				
407	ZAKRUŽOVAČKA				
408	TABULOVÉ NŮŽKY				
409	TUBOSEC				
410	CORTA				
412	MONTÁŽE ALU LEVNE				
421	PŘÍPRAVA AL - IV. HALA				
422	SVAŘOVNA - IV. HALA				
424	VULKANIZACE PRYŽE				
425	BALENÍ EXPEDICE				
426	ELEKTRO - IV. HALA				
Celkem:		-	-	-	-

Obrázek 6.12. Kapacitní propočty pracovišť – 2. část (nápravná opatření).

6.3 Modelová situace

Pro snadnější pochopení celého výpočtového modelu, který byl popsán v předchozím textu, bude nyní popsán příklad, kde bude uvedeno, zda budou stávající technologie vystačovat pro

řešení nového projektu, či bude muset být realizováno jiné nápravné opatření, aby se nový projekt mohl realizovat.

Dostane-li podnik, možnost účastnit se nového projektu, vyrábět tak nový produkt, měl by si nejprve zjistit, zda na nový projekt stačí nebo co by mělo být kapacitně pozměněno, aby podnik projekt mohl přijmout a zabývat se jím. Ke zjištění podnikových kapacit, potřebných pro nový projekt, slouží naformulovaný výpočtový model, o kterém bylo psáno v textu výše.

Společnost tedy dostane nabídku od zájemce, že je zapotřebí vyrobit určitý produkt skládající se z několika dílů, na které se specializuje. Tyto hodnoty se následně naformulují do modelu a ten už je nastaven na automatický výpočet, který byl také popsán výše.

Po otevření aplikace si nejprve společnost nastaví dle délky projektu, jaký chce stanovit výpočet. Pro modelovou situaci budeme brát výpočet na období jednoho roku. Dále jsou nastavována vstupní data. V Kartě fondu pracovní doby lze nastavit pouze hodnota plánovaných a neplánovaných oprav na jednotlivých strojích. V kartě počet lidí, strojů a směn se následně nastaví hodnoty kapacit, které jsou k dispozici na projekt. V poslední kartě vstupních hodnot se nastaví samotný počet výrobků dle nabídky (Obrázek 6.13. Modelová situace – počet výrobků. ilustruje modelovou situaci, čísla jsou použita ze zakázky z roku 2014).

Rok 2014								
Zadávaný výrobků	Vodiče						Ostatní	
	≤ Ø640	Ø800	Ø960	Ø1120	Ø1340	≥ Ø1500		
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		
Počet [ks]/délka [m]	875,0	924,0	1 997,0	0,0	1 409,0	1 569,0	0,0	
Celkový počet Nh	9 094,0	9 897,1	21 366,8		20 966,2	26 943,4	150 248,5	
Název zakázky	Číslo zakázky	Počet ks/délka m					Ostatní Nh	Suma Nh
Rok 2014	-	875,0	924,0	1 997,0	0,0	1 409,0	1 569,0	150 248,5

Obrázek 6.13. Modelová situace – počet výrobků.

Z nastavených hodnot následně dojde k automatickému výpočtu, který poukáže na stav stávajících kapacit, zda postačují pro výrobu, či bude muset být stanoveno nápravné opatření.

Kapacitní propočty jednotlivých pracovišť														
Rok 2014											LOGO SPOLEČNOSTI			
Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Čas operace [N/hroek]	Čas operace na směnu [N/h/směna]	Kapacitní vyžití pracovníka [%]			Kapacitní vyžití stroje [%]			Nápravné opatření				
				1 směna	2 směny	3 směny	1 směna	2 směny	3 směny	Počet směn [podeřiden]	Počet lidí navo [podeřsměna]	Nová kapacita pracovníka [%]	Počet strojů navo [podeřsměna]	Nová kapacita stroje [%]
301	TRUHLÁRNA	888,13	888,13	25,65%										
312	DĚLENÍ TERMOSETU	129,28	129,28	3,86%										
401	PŘÍPRAVA AL - VII. HALA	30007,11	15003,55		77,18%									
402	SVAŘOVNA - VII. HALA	30518,88	15259,44		78,47%									
403	BĚSTAVA	19540,31	9770,16		160,73%					3	0	103,83%		
405	STŘÍKACÍ KABINA	12648,34	6324,17		161,10%			100,60%		3	1	89,60%	2	75,96%
406	PILA KOTOUČOVÁ	1944,45	1944,45	115,25%				96,07%		2	0	59,99%	0	49,59%
407	ZAKRUŽOVÁČKA	5456,81	2728,40		84,18%			138,92%		3	0	57,99%	0	96,39%
408	TABULOVÉ NŮŽKY	4030,32	4030,32	132,47%				200,06%		2	0	62,16%	0	103,27%
409	TUBOPEC	5488,84	2742,77		169,25%			141,98%		3	0	116,60%	0	97,81%
410	ČORTÁ	2216,84	1107,77		68,36%			57,24%						
412	MONTÁŽE ALU LEVNE	0,00	0,00	0,00%										
421	PŘÍPRAVA AL - IV. HALA	23099,61	23099,61	81,23%										
422	SVAŘOVNA - IV. HALA	8284,87	8284,87	82,84%										
424	VULKANIZACE PRYŽE	592,16	592,16	35,40%										
425	BALENÍ EXPEDICE	0,00	0,00	0,00%										
426	ELEKTRO - IV. HALA	2269,16	2269,16	45,22%										
Celkem:		147 078,49	94 143,23											

Obrázek 6.14. Modelová situace - kapacitní propočty.

Z obrázku sice nejsou patrné hodnoty, které aplikace vypočetla, ale to není zcela podstatné. Důležité je, že jsou vidět červeně zvýrazněné hodnoty, které říkají nedostatek kapacit pracovníků a strojů. Je tedy viditelné, že nová zakázka bude na pěti pracovištích složitější

z pohledu kapacit pracovníků a na čtyřech pracovištích z pohledu kapacit strojů (viz Obrázek 6.15).

Rok 2014							
Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Kapacitní vytiženost pracovníka [%]			Kapacitní vytiženost stroje [%]		
		1 směna	2 směny	3 směny	1 směna	2 směny	3 směny
301	TRUHLÁRNA	25,65%					
312	DĚLENÍ TERMOSETU	3,86%					
401	PŘÍPRAVA AL - VII. HALA		77,15%				
402	SVAŘOVNA - VII. HALA		78,47%				
403	SESTAVA		150,73%				
405	STRÍKACÍ KABINA		195,10%			330,80%	
406	PILA KOTOUČOVÁ	116,24%			96,07%		
407	ZAKRUŽOVAČKA		84,18%			139,92%	
408	TABULOVÉ NŮŽKY	120,47%			200,08%		
409	TUBOSEC		169,25%			141,98%	
410	CORTA		68,36%			57,24%	
412	MONTÁŽE ALU LEVNE	0,00%					
421	PŘÍPRAVA AL - IV. HALA	81,23%					
422	SVAŘOVNA - IV. HALA	82,54%					
424	VULKANIZACE PRYŽE	35,40%					
425	BALENÍ EXPEDICE	0,00%					
426	ELEKTRO - IV. HALA	45,22%					

Obrázek 6.15. Modelová situace – kapacitní propočty_detail.

Č. prac.	Název pracoviště Název zařízení	Nápravné opatření				
		Počet směn [počet/den]	Počet lidí navíc [počet/směna]	Nová kapacita pracovníka [%]	Počet strojů navíc [počet/směna]	Nová kapacita stroje [%]
301	TRUHLÁRNA					
312	DĚLENÍ TERMOSETU					
401	PŘÍPRAVA AL - VII. HALA					
402	SVAŘOVNA - VII. HALA					
403	SESTAVA	3	0	103,83%		
405	STRÍKACÍ KABINA	3	1	89,60%	2	75,96%
406	PILA KOTOUČOVÁ	2	0	59,99%	0	49,58%
407	ZAKRUŽOVAČKA	3	0	57,99%	0	96,39%
408	TABULOVÉ NŮŽKY	2	0	62,18%	0	103,27%
409	TUBOSEC	3	0	116,60%	0	97,81%
410	CORTA					
412	MONTÁŽE ALU LEVNE					
421	PŘÍPRAVA AL - IV. HALA					
422	SVAŘOVNA - IV. HALA					
424	VULKANIZACE PRYŽE					
425	BALENÍ EXPEDICE					
426	ELEKTRO - IV. HALA					

Obrázek 6.16. Modelová situace – nápravná opatření_detail.

Obrázek 6.16 znázorňuje možná nápravná opatření, která jsou přednastavena v aplikaci. Jak bylo zmíněno výše v textu, jsou tato opatření stanovována dle nejlepší varianty, aby došlo k ušetření finančních prostředků. Tedy nejprve se navyšují směny, poté počet zaměstnanců a až v poslední možné variantě se navyšují výrobní technologie.

Přetížení kapacit pracovníků:

Na pracovišti 406 (Pila kotoučová) je viditelné, že došlo k přetížení pracovníků o 6,24% (limitní stav je nastaven na 110%). K tomuto přetížení kapacity bylo stanoveno nápravné opatření v podobě navýšení směny, tedy z jednosměnného provozu se stal dvousměnný a nemuseli být navýšeny počty pracovníků. Tímto způsobem se snížilo kapacitní vytížení pracovníků na 59,99%.

Přetížení kapacit strojů:

Na pracovišti 408 (Tabulové nůžky) je viditelné přetížení jak pracovníků, tak i strojů. Je zde také zřejmé, stanovování nápravných opatření v pořadí, které je neekonomičtější. Podíváme-li se na detail nápravných opatření, můžeme pozorovat, že už po navýšení směny se vytížení kapacit zlepšilo, jak z pohledu kapacit pracovníků, tak z pohledu kapacit strojů. Není tedy nastaveno automaticky, že pokud je málo strojů, musí se pořídit nový. Toto řešení je až krajním řešením.

Výpočtový model pro období půl roku a pro období roku je přiložen k této práci na CD. Dále je na tomto nosiči i aplikace, ve které došlo k vývoji samotného modelu. Dohromady jsou tedy přiloženy 4 dokumenty v Excel souboru a PDF dokument práce.

Závěr

Tato práce se v úvodní části zabývala obecnou problematikou výrobních procesů, kde jsou vytyčeny druhy výrobních procesů z různých hledisek. Na toto téma poté navazuje kapitola o výrobních technologiích a výrobních procesech. Následně byla v textu popsána pravidla řízení výroby související s druhy výroby a předpisy vyjadřující uspořádání pracovišť.

S těmito informacemi souvisí analýza technologických celků, kterou se zabývá práce v neposlední fázi. V kapitole jsou stanoveny základní informace o kapacitě a využitelnosti pracovních jednotek, včetně vzorců souvisejících s časovým fondem a kapacitním vytížením dané jednotky.

Následně se práce zabývá praktickou částí, jejímž důležitým bodem bylo seznámení se s výrobním procesem ve společnosti. Po té byla stanovena metodika a postup řešení, kterým bude práce řešena. Následně, dle zvolené metodiky, byla získaná data vyříděna a potřebná data se zpřesnila. Poté byla data využita k praktickým kapacitním propočtům. V práci jsou uvedeny postupy výpočtů i jejich ukázky. Výsledky kapacitních propočtů jsou vždy vyobrazeny v tabulkách či obrázcích v textu.

Výstupem této práce jsou dvě statické výpočtové šablony vytvořené v softwaru MS Excel. Protože se jedná o statické šablony, musí mít každá předdefinované sledované období. Šablony, které jsou výsledkem, se vztahují vždy k období jednoho roku nebo k období půl roku. Dle stanovených šablon jsou sledovány kapacity pracoviště zadané sekce.

Při vývoji aplikace došlo k úpravám dle požadavků zadavatele. Průběh řešení práce přinesl zjištění, že byla dodána špatná vygenerovaná vstupních data od zadavatele, tudíž bylo nutné dodání nových vstupních dat a jejich zpřesnění.

Výsledkem této práce a celé analýzy je fakt, že pracovníci ve společnosti špatně vykazovali odvedený čas výroby, či jsou ve společnosti špatně stanovené normy výroby. Na základě tohoto zjištění bylo doporučeno společnosti ověření norem v podobě normování práce a její analýzy.

Literatura

- [1] J. Heřman, Řízení výroby, 1.vyd. editor, Slaný: Melandrium, 2001, p. 10.
- [2] G. Horváth a J. Basl, Metodika řízení výroby - základy, Plzeň: ZČU Plzeň, 1994.
- [3] „Technologie, stroje a zařízení,“ [Online]. Available: <http://techstroj.g6.cz/T/T14.pdf>. [Přístup získán 28. 11. 2015].
- [4] G. Tomek a V. Vávrová, Řízení výroby, Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2003.
- [5] A. Miller, M. Bureš, O. Kurkin a J. Pešl, „Projektování výrobní základny - teoretická část,“ SmartMotion, Plzeň, 2013.
- [6] „Univerzita Tomáše Bati,“ [Online]. Available: https://www.google.cz/search?q=usporadani&biw=1366&bih=657&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-JWznr7JAhXKWBQKHYYIKBm8Q_AUIBigB#tbn=isch&q=technologicke+usporadani&imgc=ZhWdWVFIgESzbM%3A. [Přístup získán 30 11 2015].
- [7] M. Šimon, „Přednášky z předmětu PI,“ 2015.
- [8] A. Miller, M. Bureš, J. Pešl a O. Kurkin, „Projektování výrobní základny - praktická část,“ SmartMotion, Plzeň, 2013.
- [9] M. Gregor, B. Mičieta a P. Bubeník, Plánovanie výroby, Žilina: Žilinská univerzita v Žilíně v EDIS, 2005.
- [10] „Univerzita Tomáše Bati,“ [Online]. Available: https://www.google.cz/search?q=usporadani&biw=1366&bih=657&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-JWznr7JAhXKWBQKHYYIKBm8Q_AUIBigB#tbn=isch&q=predmetne+usporadani&imgc=XC6QWVRT6dlw_M%3A. [Přístup získán 30 11 2015].
- [11] „Zadania seminarky,“ [Online]. Available: <http://www.zadania-seminarky.sk/technicky-vykres/technologicky-postup-hriadel/31550>. [Přístup získán 9. 12. 2015].