



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF MANAGEMENT

# TVORBA ROZVRHOVÁNÍ VÝROBY S REALIZACÍ VÝROBNÍHO LAYOUTU

CREATION OF PRODUCTION SCHEDULING WITH THE REALIZATION OF THE PRODUCTION  
LAYOUT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. TOMÁŠ ŠOPOR

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MARIE JUROVÁ, CSc.

BRNO 2015

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Bc. Tomáš Šopor**

---

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských, magisterských a doktorských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

## **Tvorba rozvrhování výroby s realizací výrobního layoutu**

v anglickém jazyce:

## **Creation of Production Scheduling with the Realization of the Production Layout**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Popis podnikání ve vybraném podnikatelské subjektu

Cíle práce,

Vyhodnocení teoretických východisek k řešení práce, metody a postupy zpracování

Analýza současného stavu layoutu

Vlastní návrhy řešení flexibility výrobního procesu vybrané komponenty

Podmínky realizace a přínosy

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy



Seznam odborné literatury:

JUROVÁ, Marie et al. Výrobní procesy řízené logistikou. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 9788026500599.

KAVAN, M. Výrobní a provozní management. 1. vyd. Praha Grada Publishing 2002, s. 424, ISBN 80-247-4099-5

KOŠTURIÁK, J. CHÁL, J. Inovace vaše konkurenční výhoda. Brno Computer Press 2008, 164 s. ISBN 978-80-251-1020-7

SLACK, Nigel, Stuart CHAMBERS a Robert JOHNSTON. Operations management. 6th ed. Harlow, England ; Financial Times Prentice Hall, 2010, xxv, 686 s. ISBN 978-0-273-73046-0

UČEŇ, P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha GRADA Publishing 2008, 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/15.



  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Vojtěch Koráb, Dr., MBA  
Ředitel ústavu

  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.  
Děkan

V Brně, dne 28. 2. 2015

## **Abstrakt**

Diplomová práca sa zameriava na tvorbu systému rozvrhovania výrobných procesov a operátorov na linke pre výrobu tepelných čerpadiel v spoločnosti Daikin Device Czech Republic, spojeného s realizáciou zmeny priestorového rozloženia výrobných a skladových priestorov linky. Prvá časť analyzuje vyrábané modely, montážnu linku a jej súčasné priestorové rozloženie. Ďalej sa zaoberá analýzou a meraním práce vykonávanej pracovníkmi. Návrhová časť najprv predstavuje zmeny v usporiadaní linky, na základe čoho je spracovaný návrh jej vybalansovania pre rôzne úrovne výroby a konečnou časťou je vytvorenie samotného systému rozvrhovania.

## **Abstract**

Diploma thesis focuses on creation of scheduling system for production processes and labour within heat pump manufacturing line in Daikin Device Czech Republic, connected with modification of production and warehouse layout. First part analyzes products, assembly line and its current state of layout. Furthermore it deals with measurement and analysis of work performed by operatives. Proposal part describes layout changes, whereupon line balancing is processed for different production levels and finally comes creation of scheduling system itself.

## **Klíčové slová**

rozvrhovanie, výroba, linka, proces, priestorové usporiadanie, tepelné čerpadlo

## **Key words**

scheduling, production, line, process, layout, heat pump

## **Bibliografická citácia**

ŠOPOR, T. *Tvorba rozvrhování výroby s realizací výrobního layoutu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2015. 94 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc..

## **Čestné prehlásenie**

Prehlasujem, že predložená diplomová práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne.  
Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o práve autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

V Brne dňa 21.05.2015

.....

Tomáš Šopor

## **Pod'akovanie**

Týmto sa chcem poďakovať vedúcej mojej diplomovej práce prof. Ing. Marii Jurové, CSc. za cenné pripomienky a rady pri vypracovaní DP, Ing. Pavlíne Šoporovej za pomoc s jazykovou korektúrou a formálnymi úpravami a Mgr. Veronike Folvarčíkovej za motiváciu pri písaní.

Takisto ďakujem spoločnosti Daikin Device Czech Republic, s.r.o za to, že mi poskytla možnosť spracovať tento projekt v ich závode a špeciálne kolegom z oddelenia engineeringu za vrelé prijatie a odborné vedenie.

# Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>Ciele a metodika práce .....</b>	<b>11</b>
<b>1 Teoretické východiská.....</b>	<b>12</b>
1.1 Výroba a jej postavenie v podniku.....	12
1.1.1 Logistika .....	14
1.1.2 Výrobný proces a jeho členenie.....	15
1.2 Výrobný management .....	18
1.2.1 Ciele výrobného managementu .....	18
1.2.2 Hierarchia výrobného managementu .....	19
1.3 Štandardizácia a normatívna základňa podniku .....	22
1.3.1 Technicko - hospodárske normy .....	23
1.3.2 Normatívy operatívneho riadenia výroby .....	26
1.3.3 Rozvrhovanie výroby a rozdelenie práce.....	29
1.4 Projektovanie výrobných pracovísk .....	30
1.4.1 Etapy projektovania .....	30
1.4.2 Spôsoby rozmiestnenia pracovísk vo výrobnom procese .....	30
1.5 Podnikové procesy .....	34
1.5.1 Procesný prístup.....	34
1.5.2 Zlepšovanie procesov .....	35
1.5.3 Vybrané nástroje na zlepšovanie procesov .....	36
1.5.4 Pridaná vs. nepridaná hodnota .....	37
<b>2 Predstavenie spoločnosti a popis podnikania.....</b>	<b>39</b>
2.1 História a vývoj skupiny Daikin .....	40
2.2 Systém riadenia spoločnosti.....	41
2.2.1 Organizačná štruktúra .....	42
2.3 Predstavenie produktu – Daikin Altherma.....	43
<b>3 Analýza súčasného stavu výroby tepelných čerpadiel .....</b>	<b>46</b>
3.1 Analýza produktu a jeho variácií .....	46
3.1.1 Modelové rady .....	47
3.1.2 Frekvencia vs. časová náročnosť výroby modelov.....	48
3.2 Analýza výrobných procesov .....	52
3.2.1 Vychystávanie pick-to-light.....	52
3.2.2 Predprípravy.....	53
3.2.3 Hlavná montáž .....	55



3.2.4	Skúšky.....	58
3.2.5	Balenie .....	59
3.3	Analýza layoutu .....	61
3.3.1	Popis priestorov výrobnéj haly .....	61
3.3.2	Analýza linky hydrobox.....	62
3.4	Meranie procesných časov .....	67
3.4.1	Určenie takt time.....	67
3.5	Výber model mixov.....	69
3.6	Zhrnutie analytickej časti .....	71
<b>4</b>	<b>Návrhová časť.....</b>	<b>72</b>
4.1	Návrh layoutu.....	73
4.1.1	Zmena hlavnej montáže .....	74
4.1.2	Zmena balenia.....	75
4.1.3	Úprava skladovacích priestorov.....	75
4.2	Návrh line balance.....	76
4.2.1	Návrh výroby 52 a 62 ks/zmena .....	76
4.2.2	Návrh výroby 72 ks/zmena .....	77
4.2.3	Návrh výroby 86 a 90 ks/zmena .....	78
4.3	Návrh rozvrhovacieho systému.....	80
4.3.1	Tabuľka A + výber úrovne výroby .....	80
4.3.2	Tabuľka B + Graf B .....	81
4.3.3	Tabuľka C + Graf C .....	82
4.4	Zhodnotenie prínosov.....	83
4.4.1	Finančné zhodnotenie .....	83
4.4.2	Ostatné prínosy .....	84
	<b>Záver .....</b>	<b>85</b>
	<b>Zoznam použitých zdrojov.....</b>	<b>87</b>
	<b>Zoznam použitých skratiek.....</b>	<b>90</b>
	<b>Zoznam obrázkov .....</b>	<b>91</b>
	<b>Zoznam tabuliek .....</b>	<b>93</b>
	<b>Zoznam grafov .....</b>	<b>93</b>
	<b>Zoznam príloh .....</b>	<b>94</b>

## Úvod

V posledných rokoch je trend vo výrobných podnikoch zjavný. Podniky si nemôžu dovoliť vyrábať produkty na sklad, a tak reagujú striktné na zákaznicke požiadavky. Tie sa však nedajú dlhodobo predvídať s veľkou presnosťou, a tak sa na operatívnej úrovni každým dňom menia výrobné plány, v závislosti od počtu objednávok klientov. Firmy sa preto musia vedieť veľmi pružne prispôbovať novým požiadavkám trhu. „*Pokiaľ tempo vonkajších zmien predstihne rýchlosť, ktorou prebiehajú zmeny vnútri firmy, je táto firma odsúdená k zániku*“ (Košturiak - Chal, 2008, s. 24). Aby sa firma mohla takýmto požiadavkám pružne prispôbovať, je nutné urobiť niekoľko opatrení.

Tým prvým je prispôbiť samotnú výrobnú linku po konštrukčnej stránke dennodenným zmenám výstupu výroby, samozrejme berúc do úvahy typ produktu, vyrábané množstvo a pod.. To znamená, že jednotlivé pracoviská a dopravníky, by sa mali dať čo najjednoduchšie presúvať a upravovať. Takto zabezpečíme vysokú flexibilitu danej výrobnéj linky.

Druhým krokom by malo byť vytvorenie takého systému operatívneho plánovania výroby a rozvrhovania procesov a pracovníkov, ktorý berie do úvahy veľmi rozmanitý mix produkovaných modelov, a zároveň počíta s neustálou zmenou počtu vyrábaných produktov.

Po takýchto zmenách je výrobná linka pripravená na ďalšie neustále zlepšovania, ktoré ponúka napr. koncept „lean“. Japonské metódy, ktorých korene siahajú do spoločnosti Toyota ako základ ich výrobného systému TPS nachádzajú v dnešnej dobe veľké uplatnenie. Podstatou je odstraňovať z procesov plytvanie a tak zvyšovať pridanú hodnotu pre zákazníka.

Úlohou tejto diplomovej práce je vyššie spomínané aktivity aplikovať na montážnu linku tepelných čerpadiel v spoločnosti Daikin Device Czech Republic, s.r.o so sídlom v Brne, čo by malo priniesť veľkú mieru flexibility vo výrobe.

## Ciele a metodika práce

Cieľom tejto diplomovej práce je návrh systému rozvrhovania výrobných procesov a pracovníkov pre montážnu linku na výrobu tepelných čerpadiel. Tento systém výrazne uľahčí prácu supervízora linky a zároveň zabezpečí splnenie zákazníckych požiadaviek v danom čase, kvalite a množstve. Súvisí to s plánovanou modifikáciou layoutu tejto linky tak, aby organizácia práce a jej vykonávanie bolo v novom stave flexibilnejšie. Aby mohol byť hlavný cieľ naplnený, je nutné postupovať nasledujúcimi krokmi.

Analyzovať súčasný stav layoutu danej výrobnéj linky a odhaliť nedostatky a poukázať na silné stránky. Na to je možné využiť metódu *go&see*, teda stráviť čas priamo na výrobnéj linke pozorovaním procesov. S tým súvisí detailné zmapovanie všetkých procesných tokov, ktoré na pracovisku prebiehajú, tak výrobných ako aj informačných. Pre zmapovanie procesov je vhodné využiť vývojový diagram s pomocou softvéru MS Visio. Pre analýzu layoutu a znázornenie pohybu materiálu bude použitý softvér AutoCAD.

Ďalším krokom je analýza a meranie práce. Pri analýze je treba odhaliť plytvanie, ktorého sa zamestnanci dopúšťajú, a to hlavne v súvislosti so súčasným stavom layoutu linky. Meranie práce je dôležité z hľadiska dát, ktoré budú následne použité pri balansovaní pracovných procesov na linke.

Posledným krokom pred návrhovou časťou je analýza produktového mixu a vytipovanie najdôležitejších produktových modelov, ktorými sa budeme riadiť pri navrhovaní systému rozvrhovania výroby.

Po takejto analýze bude možné pristúpiť k návrhu layoutu novej výrobnéj linky, návrhu usporiadania procesov na jej optimálne vybalansovanie a vytvorenie systému pre rozvrhovanie procesov a operátorov každodenného produktového mixu do výroby. Na záver budú tiež uvedené náklady a prínosy týchto návrhov.

# 1 Teoretické východiská

Pre správnu orientáciu v analytickej a návrhovej časti práce je nutné popísať súčasné teoretické prístupy k problematike riadenie a plánovania výroby.

## 1.1 Výroba a jej postavenie v podniku

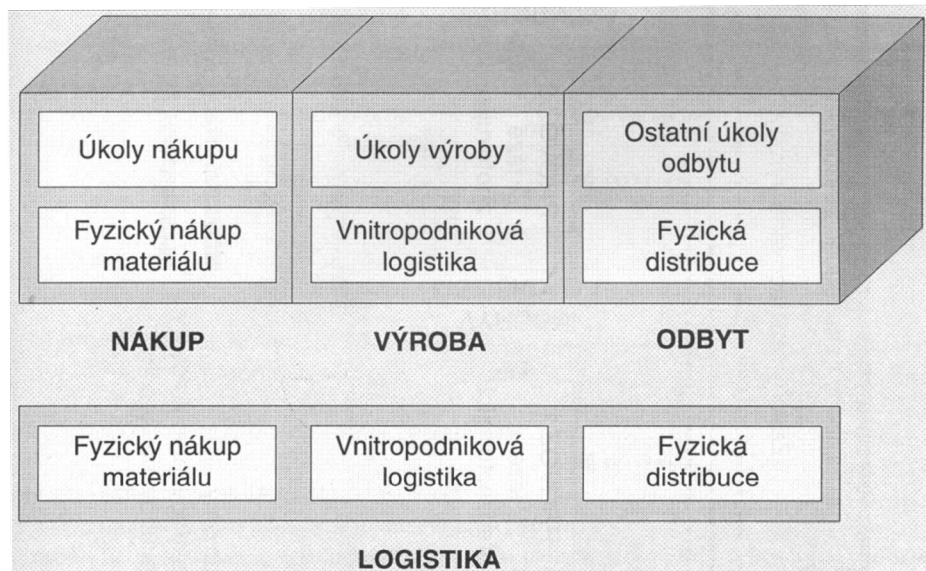
Výroba produktov a služieb je výsledkom ekonomického úsilia podnikateľa. Slack a kol (2010, s. 18) hovorí o „*časti organizácie, ktorá vyrába produkty pre jej externých zákazníkov*“. Táto výroba sa ale neuskutočňuje ľubovoľne. Nadväzuje na ňu množstvo ďalších funkčných oblastí podniku.

Podľa prof. Jurovej (2013, s. 8) sa za základné funkcie moderne chápaného podnikania považuje:

- **Vytváranie trhu a zákazníka** - výrobca má nielen tvoriť už existujúce výrobky a služby ale má taktiež vytvárať nové potreby po dosiaľ nevyrábaných výrobkoch a neponúkaných službách
- **Marketing** - permanentné monitorovanie existujúceho ale aj potenciálneho trhu. Marketing tiež môžeme chápať ako nástroj ovplyvňovania potrieb obyvateľstva a prostriedok vytvárania a prípravy trhu pre nové výrobky
- **Výroba** - je to prostriedok uspokojovania potrieb zákazníka. Prostredníctvom výroby transformujeme naturálne formy vecí na produkty prinášajúce úžitok zákazníkovi
- **Inovačná činnosť** - využitie zmien v spoločnosti ako príležitosť pre podnikanie v nových neprebádaných oblastiach
- **Logistika** - táto funkcia má za úlohu zaistenie plynulých materiálových a informačných tokov od dodávateľa až k zákazníkovi s ohľadom na dodržanie času, množstva, kvality a miesta dodávky produktu

Všetky spomenuté funkcie zastrešuje v podniku množstvo útvarov. Nefungujú však samostatne ako niekedy. V modernom podnikaní sú všetky tieto činnosti do istej miery integrované a koordinované ako jeden celok. Ukazuje sa to hlavne u logistiky, kde nie je takmer možné urobiť akúsi deliacu čiaru medzi riadením výroby a riadením logistiky.

Logistika má zabezpečovať informačné a materiálové toky medzi jednotlivými výrobnými pracoviskami, tak ako aj medzi dodávateľmi/zákazníkmi a firmou. Riadenie výroby a logistiky musí byť úzko späté. Funkcia logistiky by teda mala byť chápaná ako prierezová (Tomek - Vávrová, 2000).



**Obrázok 1: Vzťah riadenia výroby a logistiky**  
(Zdroj: Tomek - Vávrová, 2000, s.19)

Výrobu môžeme charakterizovať ako „transformáciu výrobných faktorov do ekonomických statkov, ktoré potom prechádzajú spotrebou“ (Keřkovský, 2001, s. 1).

Tomek a Vávrová (2000, s. 19) definujú výrobu ako „proces vytvárania výrobkov či služieb prostredníctvom nasadenia pracovnej sily, technických prostriedkov, materiálu, služieb i informácií s ohľadom na technologické podmienky a pravidla jednania, ako aj sociálne a etické normy“.

V súvislosti s vyššie uvedenými informáciami je potrebné dodať, že v procese výroby je nutné koordinovať materiálové a informačné toky, bez ktorých by samotná výroba nebola v súčasnom konkurenčnom prostredí úspešná. „Vzhľadom k prierezovej funkcii logistiky dochádza k veľmi tesnému spojeniu s riadením výroby, kde ide o bezprostrednú viazanosť na hmotný tok“ (Tomek - Vávrová, 2000, s. 19).

Vzhľadom na úzku previazanosť výroby s logistikou bude táto problematika témou nasledujúcej podkapitoly.

### 1.1.1 Logistika

Korene logistiky siahajú ešte do staroveku, kedy bolo pri vojenských výpravách potrebné zabezpečiť koordináciu materiálu, vojakov ako aj informácií na veľké vzdialenosti. V 20. storočí nabrala logistika veľký význam v hospodárskej praxi. Presadzoval sa nový, systémový pohľad na materiálové toky ako na „*reťazec operácií prebiehajúci v priestore a čase, za pomoci fungujúcich tokov informácií*“ (Sixta - Mačát, 2010, s. 17).

Rôzni autori a inštitúcie na problematiku logistiky nazerajú inak. Nižšie sú uvedené definície niektorých z nich.

**Európska logistická asociácia** definuje logistiku ako:

*„Organizovanie, plánovanie, riadenie a výkon tokov začínajúc vývojom a nákupom, končiac výrobou a distribúciou podľa objednávky finálneho zákazníka tak, aby boli splnené všetky požiadavky trhu pri minimálnych nákladoch a minimálnych kapitálových výdajoch“* (Čambál - Cibulka, 2008, s.8).

Americká logistická spol. „**Council of logistics management**“ definuje logistiku ako:

*„...proces plánovania, realizácie a riadenia účinného, nákladovo úspešného toku a skladovania surovín, inventára vo výrobe, hotových výrobkov a príslušných informácií z miesta vzniku tovaru na miesto spotreby. Tieto činnosti môžu zahŕňať službu zákazníčkovi, predpoveď dopytu, distribúciu informácií, kontrolu zariadení, manipuláciu s materiálom, vybavenie objednávok, alokáciu pre zásobovací sklad, balenie, dopravu, prepravu skladovanie a predaj“* (Čambál - Cibulka, 2008, s.9).

Primárnym cieľom každého podnikateľského subjektu by malo byť **uspokojenie potrieb zákazníka na prvý krát, včas a správne podľa jeho požiadaviek**. Na základe toho uvádzajú Sixta a Mačát (2010, s. 25), že „*logistika je riadenie materiálového, informačného i finančného toku s ohľadom na včasné splnenie požiadaviek finálneho zákazníka a s ohľadom na nutnú tvorbu zisku v celom toku materiálu. Pri plnení potrieb finálneho zákazníka napomáha už pri vývoji výrobku, výbere vhodného dodávateľa, odpovedajúcim spôsobom riadenia vlastnej realizácie potreby zákazníka (pri výbere výrobku), vhodným premiestnením požadovaného výrobku k zákazníkovi a v neposlednom rade i zaistením likvidácie morálne i fyzicky zastaraného výrobku*“.



Logistiku môžeme podľa Čambála a Cibulku (2008, s. 41) rozčleniť do nasledujúcich skupín:

- **Obstarávacia logistika**
  - Nákupná logistika
  - Zásobovacia logistika
- **Výrobná logistika**
- **Distribučná logistika**

Výrobná logistika je dôležitá pri projektovaní nových výrobných systémov ako aj pri zlepšovaní tých stávajúcich. Ako uvádza Čambál a Cibulka (2008, s. 58-59) podľa Krajčoviča (2004), hlavnými úlohami výrobnéj logistiky sú:

- Aplikovanie postupov rozhodovania vo výrobe
- Návrh a optimalizácia materiálových tokov vo výrobe, návrh výrobnéj dispozície
- Plánovanie a manažovanie výroby,
- Manažovanie výrobných zásob,
- Optimalizácia veľkosti výrobných dávok
- Redukcia priebežných časov vo výrobe
- Doprava, manipulácia a skladovanie vo výrobe

### **1.1.2 Výrobný proces a jeho členenie**

Projektovanie výrobného systému, ktoré zahrňuje usporiadanie výroby v priestore, zásobovanie výrobných liniek, organizačné zabezpečenie výroby a pod., do veľkej miery závisí od toho o aký druh výroby sa jedná.

Členení výrobného procesu je hneď niekoľko podľa toho z akého hľadiska sa na výrobu pozerá. Môžeme rozlišovať výrobný proces (Jurová, 2013, s. 28):

- **Podľa miery plynulosti technologického procesu:**
  - Kontinuálna výroba - nepretržitá výroba typicky hlavne pre chemický a spracovateľský priemysel, kde by zastavanie výroby bolo príliš nákladné

- Diskrétna výroba - prerušovaná výroba, keď sa po určitom čase výrobný proces preruší a neskôr znova pokračuje
- **Podľa charakteru technológie:**
  - Mechanická výroba - nemení sa látková podstata materiálov ale dochádza k zmene tvaru a akosti (napr. strojárnská výroba)
  - Chemická výroba - dochádza k zmene látkovej podstaty surovín a materiálov
  - Biologická a biochemická výroba - tento druh výroby využíva prírodné procesy ako zretie alebo kvasenie (napr. potravinárstvo)
- **Podľa množstva a počtu druhov vyrábaných výrobkov:**
  - Kusová výroba - veľký počet druhov výrobkov v malých množstvách (napr. obrábacie centra, parné turbíny)
  - Sériová výroba - výroba rovnakého druhu produktu sa opakuje v tzv. sériách (napr. elektrotechnické spotrebiče); Keřkovský (2001, s. 9) hovorí o *rytmickej sériovej výrobe* pokiaľ sa série opakujú a sú rovnako veľké, v opačnom prípade sa jedná o *nerytmickú sériovú výrobu*
  - Hromadná výroba - vyrába sa jeden druh výrobku vo veľkom množstve (napr. spojovací materiál)
- **Podľa formy organizácie výrobného procesu:**
  - Prúdová výroba
  - Skupinová výroba
  - Fázová výroba

#### Prúdová výroba

Vyrába sa jeden alebo niekoľko málo produktov, ktoré postupujú z pracoviska na pracovisko v prúde a nevracajú sa späť. Pracoviská nasledujú v priestore za sebou a jednotlivé procesy sa rytmicky opakujú (Kováč - Ižariková, 2008, s. 243).

Pri tomto rytmickom opakovaní nastáva ten problém, aby boli jednotlivé operácie časovo vyvážené a prebiehali v rovnakom čase, v čase cyklu. Rieši sa pomocou

vybalansovania výrobnéj linky, napr. spájaním alebo oddeľovaním prevádzaných činností (Jurová, 2013, s. 30).

#### Skupinová výroba

Niekoľko produktov prechádza po pevnej trase a sú vyrábané na rovnakých zariadeniach. Pracoviská sa usporadúvajú do skupín podľa produktov. Je typické že rôzne výrobné fázy sú rozpojené prostredníctvom medzioperačných zásob (Jurová, 2013, s. 31).

#### Fázová výroba

Vyrába sa veľké množstvo produktov, kde tieto jednotlivé produkty prechádzajú vo výrobe po odlišných trasách. Stroje a pracoviská sú usporadúvané do funkčných skupín. Takýto druh výroby je typický pre technologické usporiadanie výrobného procesu a je náročný pre zložité priradzovanie zákaziek k jednotlivým strojom tak aby sa minimalizovali čakacie doby (Jurová, 2013, s. 31).

## 1.2 Výrobný management

Riadenie výroby predstavuje súhrn rôznych nástrojov, zásad a metód, ktoré využívame pre úspešné fungovanie výrobného systému v podniku. Pojem **výrobný systém** „zahrňuje všetky činitele zúčastniace sa procesu výroby“ (Keřkovský, 2001, s. 3). Dlabáč a Debnár (2010, s. 6) hovoria o výrobnom systéme ako o „súbore metód a nástrojov, ktoré vedú k dosiahnutiu podnikateľskej stratégie“.

### 1.2.1 Ciele výrobného managementu

Všeobecne sa dá povedať, že cieľom riadenia výroby je „optimálne fungovanie výrobného systému s ohľadom na vytýčené ciele“ (Keřkovský, 2001, s. 3).

Pod pojmom cieľ rozumieme určitý vopred definovaný stav, ktorý má byť dosiahnutý. Prof. Jurová (2013, s. 18) uvádza ako ciele ekonomiky výrobného procesu:

- Zhotovenie produktov, výrobkov a poskytnutie potrebných služieb - **vecný cieľ**
- Naplnenie potrebných hospodárskych výsledkov (ciele odvodené z cieľov TOP managementu) - **hodnotový cieľ**
- Zaisťiť priebeh výrobného procesu za realizácie podnikových a spoločenských snáh - **humánny cieľ**

Ako bolo spomenuté, ciele riadenia výroby by sa správne mali odvíjať od vyšších, strategických cieľov podniku. Hovoríme teda o odvodzovaní cieľov pre jednotlivé úrovne riadenia firmy, čo demonštruje tab. 1.

**Tabuľka 1: Odvodzovanie cieľov**

Hlavný cieľ (Vrcholový management)	VEDENIE PODNIKU Zisk, zvýšenie rentability, likvidita		
1. stupeň odvodenia (Stredný management)	VÝROBA Zníženie výrobných nákladov	FINANCOVANIE Zlepšenie kap. štruktúry	NÁKUP Zvýšenie obratu prostriedkov
2. stupeň odvodenia (najnižší management)	Zníženie mzdových nákladov Zníženie materiálových nákladov Zlepšenie chodu strojov	Získanie krátkodob. úveru Získanie výhodného úroku Včasná a úspešná upomienka	Výber dodávateľov Docielenie výhodných cien Zníženie zásob

(Upravené podľa: Tomek - Vávrová, 2000, s. 29)

## 1.2.2 Hierarchia výrobného managementu

Ako bolo spomenuté v predchádzajúcej kapitole, ciele výrobného managementu sa odvodzujú z jednotlivých úrovní riadenia. Každá úroveň riadenia výroby má svoje špecifiká:

### ▪ Strategický management výroby

Strategický management výroby je najvyšším stupňom riadenia výroby. Jurová (2013, s. 33) ho charakterizuje ako „*nachádzanie cieľov pre systém výkonov podnikateľského subjektu a vytvorenie a udržiavanie konkurencieschopného výrobného procesu, a tým i transformačného procesu a výsledkov výstupov z nej.*“

Určuje koncepciu výrobkov a zdrojov použitých na ich realizáciu, hľadá konkurenčné výhody a analyzuje ekonomické dôsledky výrobných stratégií. Typy výrobných stratégií sú uvedené v tab. 2.

**Tabuľka 2: Výrobné stratégie**

	VÝROBNÁ STRATÉGIA		
	Ofenzívny		Defenzívny
	Diferenciácia	Vodcovské postavenie (náklady/cena)	Ústupová
Adaptácia výrobkového systému	- inovácie - prispôsobenie výrobkov	- variantnosť - štandardizácia	- eliminácia
Adaptácia výrobného systému	- výrobný potenciál - materiálový tok - organizácia výroby	- výrobný potenciál - materiálový tok - organizácia výroby	- umrtvenie kapacít
	<b>zvýšenie diferenciácie pri primeraných nákladoch</b>	<b>minimalizácia nákladov pri primeranej kvalite</b>	<b>zníženie nákladov</b>

(Upravené podľa: Tomek - Vávrová, 2000, s. 65)

### ▪ Taktický management výroby

Ciele a činnosť taktického managementu výroby vyplývajú zo strategického managementu výroby. Táto úroveň managementu je zodpovedná za výrobný program, strojné a ľudské kapacity a celkovo za organizáciu výrobného systému. Taktické ciele musia v duchu prijatej stratégie zaistiť rast hospodárnosti, rast flexibility, rast kvality a pod. (Tomek - Vávrová, 2000, s. 71).

Rozlišujeme taktické ciele zamerané na (Tomek - Vávrová, 2000, s. 71 - 78):

- a) *výrobný systém* - zvyšovanie kvality a flexibility výrobku. Kvalitu a flexibilitu chápeme v čo **najširšom slova zmysle** ako komplexné uspokojenie a prispôsobenie sa potrebám zákazníka, poskytovanie čo najväčšej pridanej hodnoty.
- b) *výrobný systém* - ciele zamerané na zvýšenie hospodárnosti a kvality práce výrobného systému. Jedná sa hlavne o zvýšenie produktivity práce, zdokonaľovaní pracovných metód a pod. Dôležitý je tiež **taktický výrobný program**, ktorý určuje hĺbku a šírku ponúkaného produktového sortimentu.

#### ▪ **Operatívny management výroby**

Tento stupeň sa nachádza na spodnej priečke pomyslenej pyramídy managementu výroby. Nie je náhoda, že jeho rozpätie je teda najširšie. Zahrňuje rozsiahly počet aktivít rozšírený v celom priestore podniku. Je založený na (Tomek - Vávrová, 2000, s. 85):

- Využití základných informácií
- Rýchlej dobe rozhodovania
- Najvyššej aktualizácií vstupných dát
- Zbere dát o priebehu výrobného procesu

Je dôležité povedať, že sa nejedná iba určitý hierarchický stupeň riadenia výroby, ale zahrňuje oveľa komplexnejšiu problematiku. „*Tento termín bol jasne definovaný autormi pred niekoľkými rokmi ako komplexný nástroj integrovaného riadenia procesu vytvárania hodnoty pre zákazníka a firmu, inými slovami riadenie tvorby produktu s ohľadom na:*

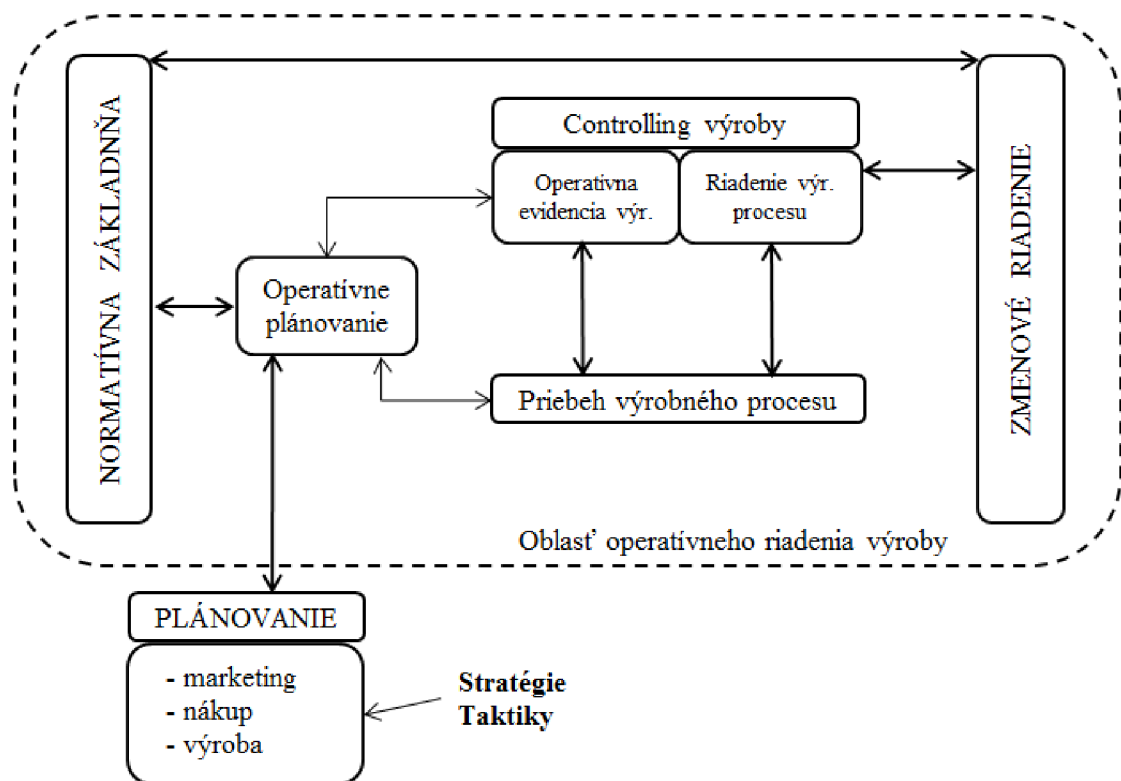
- *Požiadavky zákazníka - trhu*
- *Operacionalizované monetárne či nemonetárne ciele firmy*
- *Možnosti hodnototvorného reťazca z hľadiska kapacity a prispôsobivosti“*  
(Tomek - Vávrová, 2014, s. 72)

Operatívne riadenie výroby predstavuje „*prepojenie zásadných a najbližších tvorcov hodnoty v rámci firmy, to znamená odbytu - výroby - nákupu*“ (Tomek - Vávrová, 2014, s. 71).



Môžeme ho chápať aj ako súbor manažérskych nástrojov, ktoré ho reprezentujú (Jurová, 2013, s. 158):

- Operatívne plánovanie
- Operatívna evidencia výroby
- Riadenie priebehu výrobného procesu
- Zmenové riadenie
- Controlling



**Obrázok 2: Štruktúra operatívneho riadenia výroby**  
(Upravené podľa: Jurová, 2013, s. 159)

### 1.3 Štandardizácia a normatívna základňa podniku

Všeobecne môžeme povedať, že cieľom štandardizácie je znižovanie variantnosti v procesoch. Tomek a Vávrová (2000, s. 107) definujú štandardizáciu ako „*systematický proces výberu, zjednocovania a účelnej stabilizácie jednotlivých variant, postupov, vstupov, ich kombinácii atd.*“.

Výsledkom vlastného štandardizačného procesu je **norma**, resp. **štandard**. Jurová (2013, s. 162) hovorí o norme ako o „*jednotnom, časovo relatívne nemennom a záväznom znaku, nariadení alebo predpise vlastností, činiteľov a činností vo výrobe a ich kombinácii*“.

Štandardizácia predstavuje usporiadanie a zjednocovanie vlastného procesu z vecného aj časového hľadiska. **Riadený proces** sa tak stáva prehľadným a jeho výsledky môžeme jednoznačne porovnať s nastaveným štandardom (Tomek - Vávrová, 2000).

Výhody plynúce zo štandardizácie je možné realizovať iba vtedy ak dôjde k uplatneniu štandardizácie vo všetkých podnikových procesoch. Hovoríme teda o **komplexnej štandardizácii** (Tomek - Vávrová, 2014, s. 87).

Výsledkom takejto štandardizácie sú rôzne druhy noriem, ktoré tvoria **normatívnu základňu podniku**. Jurová (2013, s.163) uvádza jej nasledovnú štruktúru:

- *Organizačné normy*
- *Informačné normy*
- *Normatívy prípravy výroby*
- *Technické normy*
- *Technicko-hospodárske normy*
- *Plánovacie normatívy riadenia výroby*

V nasledujúcich podkapitolách budú podrobnejšie popísané posledné dve skupiny noriem a ich vytváranie.

### 1.3.1 Technicko - hospodárske normy

Táto skupina noriem (THN) vychádza z potreby štandardizovať vzťahy v spotrebe a využití výrobných činiteľov. Stanovuje **limity spotreby** jednotlivých výrobných faktorov, ktoré vstupujú do procesu výroby, teda:

- materiálu (*normy spotreby a viazanosti materiálu*)
- ľudskej práce (*normy spotreby práce*)
- a strojných kapacít (*kapacitné normy*)

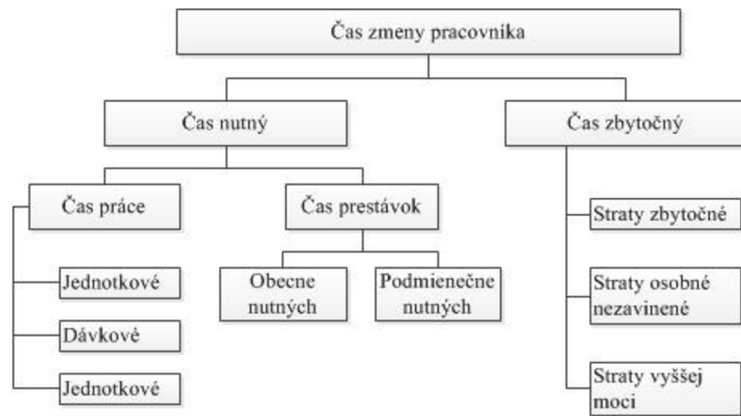
#### Normy spotreby práce

Táto skupina noriem určuje optimálnu spotrebu času pre jednotlivé pracovné úkony. Táto problematika je ale oveľa komplexnejšia. Okrem samotného stanovenia času práce a požadovaného počtu pracovníkov si to vyžaduje „určiť pravidlá, ktoré sú zohľadnením požiadaviek na nároky pracovníkov, pokiaľ ide o pracovnú dobu, podmienky bezpečnosti práce, ochrany zdravia pri práci a plnení predpokladov ako zdravotných, tak kvalifikačných, rovnako ako všetkých organizačných predpokladov daného pracoviska“ (Tomek - Vávrová, 2014, s.139). Preto by sme do tejto kategórie okrem samotných noriem spotreby času mali zavádzať aj doplnkové normy vybavenia pracovísk (pracovné prostriedky, bezpečnostné predpisy, pracovné postupy a metódy, profesijné kvalifikácie). Vlastné THN potom môžeme rozdeliť na:

- Normy pracnosti
- Normy obsluhy
- Normy početného stavu
- Výkonové normy
  - Normy času
  - Normy množstva

Z hľadiska riadenia výroby je podstatným predovšetkým stanovenie výkonových noriem. Jednotkou používanou v takýchto normách sú potom väčšinou Nmin. (normominúty), príp. Nhod. (normohodiny) (Tomek - Vávrová, 2014, s. 139).

Pre samotnú analýzu a meranie spotreby času pracovníka je potom dôležité rozdelenie spotrebovaného času do príslušných kategórií (obr. 3).



**Obrázok 3: Štruktúra spotreby času pracovníka v pracovnej zmene**  
(Upravené podľa: Jurová, 2013, s. 168)

Cieľom merania práce operátora je určiť čo najpresnejšiu spotrebu času jednotlivých operácií. Jeho význam práve spolu s analýzou práce spočíva v navrhnutí čo možno najefektívnejšieho spôsobu vykonávania danej činnosti. Malo by poslúžiť ako vyjadrenie nárastu produktivity pri zavedení nového postupu, či zmene vykonávania činnosti (Dlabač, 2012).

Takéto meranie práce a nastavovanie štandardov je nevyhnutné pre (Chase - Aquilano, 1995, s. 445):

1. Rozvrhovanie výroby a alokovanie kapacít
2. Poskytnutie objektívneho merítka pre motiváciu pracovníkov a merania ich výkonu
3. Prijatie novej zákazky a vyhodnocovanie výkonnosti tých existujúcich
4. Poskytnutie porovnávacieho kritéria pre ďalšie zlepšovanie

Podľa Dlabača (2012) môžeme v princípe meranie práce prevádzať dvoma spôsobmi. Prvým je **priame meranie**. Jedná sa o stanovenie času za pomoci stopiek, formulára a pera. Rozlišujeme dva základné prístupy v oblasti priameho merania. Ak sa zameriavame na sledovanie pracovníka, hovoríme o **snímku pracovného dňa**. Ak je cieľom sledovanie a určenie času operácie, hovoríme o **chronometráži**.

Druhým spôsobom je **nepriame meranie**. Jeho podstatou je rozbor jednotlivých úkonov na základné pohyby, ktorým je následne podľa náročnosti priradený index odpovedajúci určitej spotrebe času. Medzi najznámejšie metódy patria MTM, či metódy skupiny MOST (MiniMOST, BasicMOST, MaxiMOST).

## Kapacitné normy

Pri tomto type noriem sa zaoberáme tým, aké množstvo daného produktu môžeme na danom pracovisku vyrobiť. „*Výrobnou kapacitou* obecné rozumieme množstvo výrobkov daného druhu, ktoré môžeme vyrobiť za daných podmienok, na určitom výrobnom zariadení v danom časovom období“ (Tomek - Vávrová, 2014, s. 137).

Východiskom pri vytváraní kapacitných noriem je všeobecne **časový fond** práce zariadenia. Rozlišujeme tri spôsoby vyjadrenia časového fondu (Tomek - Vávrová, 2014, s. 137):

- Kalendárny (počet dní v období)
- Nominálny (počet pracovných dní)
- Využitelný/Efektívny (nominálny mínus opravy, údržba, dovolenka)

Jurová (2013, s.178) uvádza ako spôsob výpočtu efektívneho časového fondu nasledujúci vzťah:

$$F_{ef} = d \times h \times \sigma \times g \left(1 - \frac{z}{100}\right)$$

$d$  - počet pracovných dní v roku

$\sigma$  - zmennosť

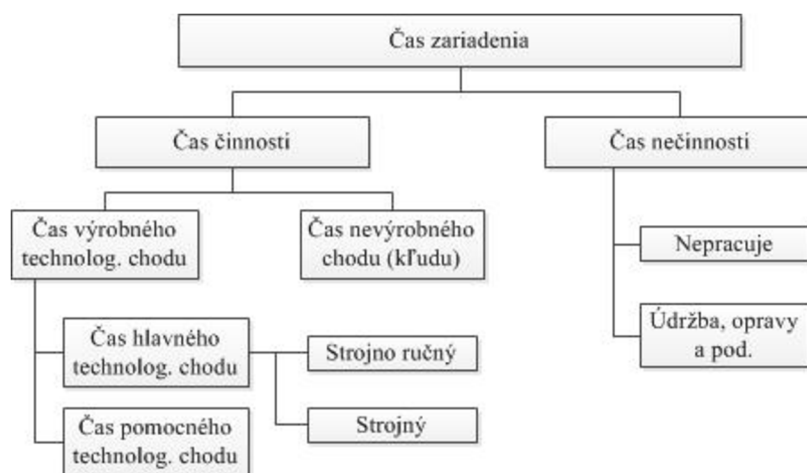
$h$  - počet pracovných hodín za jednu zmenu

$g$  - počet vzájomne zameniteľných

$z$  - % nevyhnutných časových strát

pracovnísk

Rozdelenie jednotlivých kategórií časov výrobných zariadení predstavuje obr. 4.



**Obrázok 4: Prístup k analýze výrobných kapacít**  
(Upravené podľa: Tomek - Vávrová, 2014, s. 138)

### 1.3.2 Normatívy operatívneho riadenia výroby

Skupina týchto normatífov je výsledkom šandardizácie v rámci **technologicko-organizačného projektovania výrobného procesu**. „*Ich cieľom je stanoviť optimálne kombinácie výrobného procesu, zjednotiť priebeh výrobného procesu pri daných technicko-ekonomických podmienkach a stabilizovať ho po určité obdobie*“ (Tomek - Vávrová, 2014, s. 154).

Tieto normy zabezpečujú optimálne splnenie úloh operatívneho riadenia tým, že poskytujú podklady pre zaistenie plánovacích a riadiacich úloh z vecného, časového a priestorového hľadiska. Funkcie týchto noriem sú podobné ako u THN noriem, a jedná sa o funkciu plánovaciu, stimulačnú, kontrolnú a koordinačnú (Jurová, 2013, s. 170).

Výstupom týchto noriem je definovanie (Tomek - Vávrová, 2014, s. 154):

- **Časového priebehu:**
  - Takt, rytmus
  - Výrobný predstih
  - Priebežná doba výroby (PDV)
- **Vecného priebehu:**
  - Výrobná dávka
  - Normy zásob rozpracovanej výroby
  - Akostné triedy
- **Komplexný normatív** - štandardný plán práce linky

#### Takt, rytmus

Výrobný takt je normatív, ktorý sa uplatňuje hlavne v prúdovej výrobe. Jedná sa o interval medzi odvedením dvoch po sebe nasledujúcich výrobkov. Stanovíme ho ako (Tomek - Vávrová, 2014, s. 156):

$$T = \frac{F_{tv}}{Q}$$

$F_{tv}$  - využitelný časový fond zariadenia (linky) (v  $N_h$  či  $N_{min}$ )

$Q$  - počet výrobkov, ktoré majú byť za dané obdobie na zariadení (linke) vyrobené

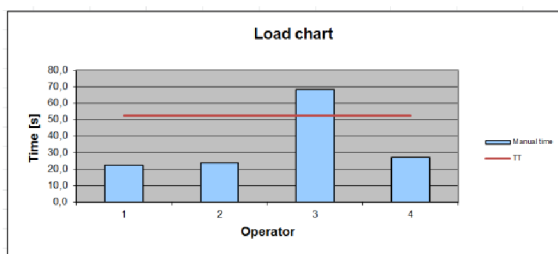


Tento časový údaj nám potom určí ako často musí z linky „vyjsť“ výrobok (samozrejme v požadovanej kvalite) aby sme uspokojili požiadavku zákazníka. Čas takto nám teda pomáha:

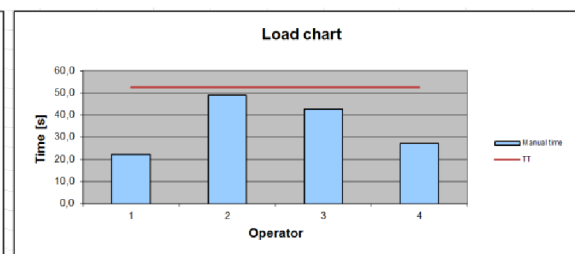
- 1) **navrhnuť proces** tak aby sme uspokojili dopyt po produkte
- 2) vytvoriť časové normy **spotreby práce** pre správne riadenie daného procesu

Tento údaj je veľmi dôležitý pre určenie tzv. **balansu výrobnéj linky**. Tento pojem bude demonštrovaný na nasledujúcich príkladoch.

Predstavme si, že využiteľný časový fond danej výrobnéj linky (štyri pozície operátorov) je 438 min. na jednu pracovnú zmenu a je potrebné vyrobiť 500 ks výrobkov. Takt time je teda 53 s.



**Obrázok 5: Takt time - situácia 1**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)



**Obrázok 6: Takt time - situácia 2**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

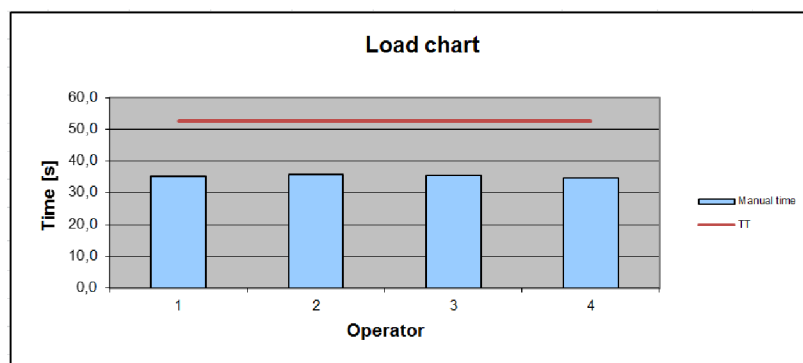
Na obr. 5 vidíme, že čas práce operátora na 3. pozícii prevyšuje takt time (červená čiara), a teda linka nebude schopná splniť požiadavku zákazníka pre daný deň. V takejto situácii sú v podstate dve možnosti. Môžeme na túto pozíciu prideliť ďalšieho operátora alebo rozdeliť jeho prácu medzi ostatných operátorov tak, aby sme sa dostali pod čas taktu. Prvá z možností sa volí, ak z určitého dôvodu (väčšinou technologického, či organizačného) nie je možné túto operáciu rozdeliť.

Ak pristúpime k druhej možnosti, môže nastať situácia na obr. 6. Určitú časť činností sme presunuli na druhého operátora a tak sme sa dostali pod čas taktu. Takto síce splníme požiadavku zákazníka, avšak z technicko-organizačného rozvrhnutia výroby je to nevýhodné. Na pozícii č. 2 sa teraz bude vytvárať tzv. úzke miesto (bottleneck), tzn. tento operátor bude zahľtený prácou, zatiaľ čo ostatní operátori budú na neho čakať a takto bude limitovaný celý výrobný systém.

A tu prichádzame k spomenutému **balansu výrobnéj linky**. Princípom je rozdeliť jednotlivé pracovné činnosti medzi operátorov tak, aby časová náročnosť na jednotlivých pozíciách bola vyvážená a umožňovala tak súvislý prechod materiálu, resp. polotovaru linkou. Na obr. 7 je možné vidieť, že pracovné činnosti sú čo možno najrovnomernejšie rozdelené medzi jednotlivých operátorov a zároveň čas potrebný na dané pracovné úkony je nižší ako je čas taktu.

Pri balansovaní je ale vždy dôležité dôkladne:

- poznať technologický postup daných operácií, aby výmenou niektorých činností nedošlo k narušeniu akosti vyrábaného produktu
- poznať organizačnú stránku výrobného procesu. Operátor, ktorému zmeníme vykonávaný sled činností musí byť s týmto oboznámený a tiež musí mať schopnosti a skúsenosti danú operáciu vykonávať<sup>1</sup>.



**Obrázok 7: Takt time - situácia 3**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### Priebežná doba

Pri tomto štandarde je vhodné rozlišovať dva pojmy a tými sú priebežná doba výroby a priebežná doba výrobku. Priebežná doba výrobku predstavuje celkový cyklus od prvého impulzu k vývoju produktu skrz prípravu výroby a samotnú výrobu až k expedícii. Pri priebežnej dobe výroby sa jedná iba o samotný výrobný cyklus. Teda je tam započítaný čas od začiatku prvej operácie až po ukončenie výroby - predanie na sklad hotových výrobkov. **Priebežná doba výroby** bude ďalej označená ako **PDV**.

<sup>1</sup> Príkladom môže byť pozícia, na ktorej musí operátor spĺňať zákonne podmienky, napr. byť držiteľom príslušnej vyhlášky. Činnosti podmienené osvedčením o splnení podmienok danej vyhlášky nesmú byť presunuté na operátora, ktorý takéto osvedčenie nemá.

### 1.3.3 Rozvrhovanie výroby a rozdelenie práce

Na základe všetkých predchádzajúcich druhov štandardov by mal byť útvár riadenia výroby schopný vhodne rozvrhnúť využitie svojich zdrojov vo výrobnom procese tak, aby boli uspokojené požiadavky zákazníka.

Kavan (2002, s. 351) definuje **rozvrhovanie výroby** (*scheduling*) ako „*stanovenie časového harmonogramu využitia jednotlivých druhov výrobných zdrojov. Predovšetkým sa jedná o synchronizáciu práce strojov, zariadení a ľudskej práce.*“

V rámci projektovania výrobných systémov stojí rozvrhovanie výroby na samom konci pomysleného reťazca činností. Pred samotným rozvrhovaním by mala byť jasne definovaná kapacita výrobnéj linky, technologické postupy, konštrukčné riešenia výrobkov a takisto by mali byť zaučení operátori.

S rozvrhovaním výroby je úzko spojené **úkolovanie** (*loading*) - rozdelenie práce medzi jednotlivé pracoviská výrobného toku. Vo svete sa pre úkolovanie výroby používa niekoľko overených metód, či už ide o jednoduchšie založené na intuícii alebo zložitejšie, ako rôzne matematické simulácie. Medzi najznámejšie patria Gantove diagramy, ktoré zaisťujú efektívne využitie zdrojov v danom čase. Tieto diagramy môžeme rozdeliť do dvoch skupín (Kavan, 2002, s. 357):

- **Diagram vyťaženia (Load charts)**

Tieto diagramy znázorňujú využitie jednotlivých pracovísk v stanovenom horizonte. Spolu so zobrazeným časom taktu (viď podkapitola 3.1.2) je to veľmi efektívna pomôcka pri rozvrhovaní a úkolovaní vo výrobe. Príklad takéhoto diagramu je na obr.7

- **Diagram časového prehľadu (Schedule charts)**

Tieto diagramy ukazujú celkový časový prehľad práce. Zobrazujú postup a stav práce k danému okamžiku a je z nich možné určiť, aké pracovné činnosti sú hotové a aké nie.

## **1.4 Projektovanie výrobných pracovísk**

V rámci technickej prípravy výroby (TPV) môžeme definovať tri základné časti. Prvou je stanovenie konštrukcie výrobku, teda tvar, rozmery, veľkosť, použitý materiál a pod. Druhou je čo najhospodárnejší a najefektívnejší spôsob zhotovenia daného výrobku, teda technologický postup.

Tretou časťou je navrhnutie technologicko-organizačného projektu výroby. Prvá dielčia časť tohto procesu, teda organizačná stránka (rozvrhnutie výroby, normy spotreby časov, výrobné dávky atď.) bola popísaná v predchádzajúcej kapitole. Druhá dielčia časť zahŕňa technologické projektovanie výrobných pracovísk, teda rozmiestnenie jednotlivých činiteľov výrobného procesu v priestore.

### **1.4.1 Etapy projektovania**

Etapy projektovania môžeme rozdeliť na dve základné fázy, a to (Zelenka - Král, 1995):

- Predprojektová fáza
- Projektová a realizačná fáza

V predprojektovej fáze sa celý projekt naplánuje, zohľadňujúc celkový budúci vývoj výrobného systému, ako je rozvoj výrobného programu, konštrukčno-technologické koncepcie výrobkov alebo prípadnú automatizáciu. Výsledkom predprojektovej fázy je základný časový a vecný plán a vytýčené spôsoby ako tento plán naplniť.

V projektovej fáze sa rozpracováva celý plán detailnejšie a stanovujú sa presné kroky k dosiahnutiu stanoveného cieľa. Navrhujeme niekoľko variant, pričom potom z nich vyberáme najlepšiu. Tú potom aplikujeme v samotnej realizačnej fáze.

### **1.4.2 Spôsoby rozmiestnenia pracovísk vo výrobnom procese**

Formy rozmiestnenia pracovísk vo výrobnom priestore ovplyvňuje mnoho činiteľov. V prvom rade ide o to, o akú formu výroby sa jedna - hromadnú, sériovú či kusovú a pod. (viď podkapitola 1.1.2). Na základe týchto znalostí môžeme potom pristupovať k vlastnému priestorovému rozloženiu pracovísk.

Rozmiestnenia sú spracované podľa Jurovej (2013, s. 76) a Tomka-Vávrovej (2014, s. 42), a to nasledovne:

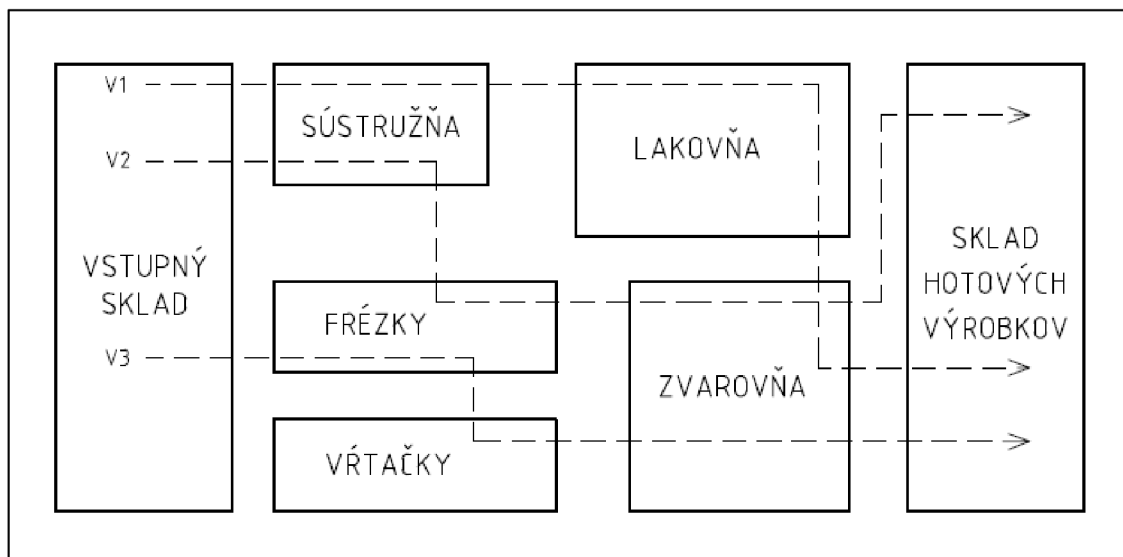
### Technologické usporiadanie (obr. 8)

Hlavným princípom tohto systému usporiadania je, že pracoviská prevádzajúce rovnaké typy operácií sú priestorovo sústredené do **jednej organizačnej jednotky**. Tak ako vidno na obr. 8, potom vznikajú dielne s frézami, lakovne, zvarovne a pod. Každá zákazka, resp. výrobok (V1, V2 a V3) má definovaný svoj postup medzi pracoviskami. Z toho vyplývajú nasledujúce výhody a nevýhody, uvedené v tab. 3.

**Tabuľka 3: Výhody a nevýhody technologického usporiadania**

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Výrazne zvýšená flexibilita</li><li>▪ Možná rýchla reakcia na poruchy strojov</li><li>▪ Vhodné pre drahé zariadenia - kusová výroba</li><li>▪ Veľký rozhodovací priestor pre kvalifikované pracovné sily</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Časová a priestorová neprehľadnosť</li><li>▪ Dlhé a nejednotné dopravné cesty</li><li>▪ Zvýšený počet medziskladov - viazanie kapitálu</li><li>▪ Náročná TPV</li><li>▪ Zložité riadenie vyr. procesu</li></ul>

Zdroj: (Vlastné spracovanie podľa Tomek - Vávrová, 2013, s. 44)



**Obrázok 8: Technologické usporiadanie pracovísk**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Jurová (2013, s. 76)

### Predmetné usporiadanie (obr. 9)

V tomto prípade sa organizácia orientuje na vyrábané produkty. Základom tohto usporiadania je plynulý materiálový tok. Pracoviská sú usporiadané za sebou podľa

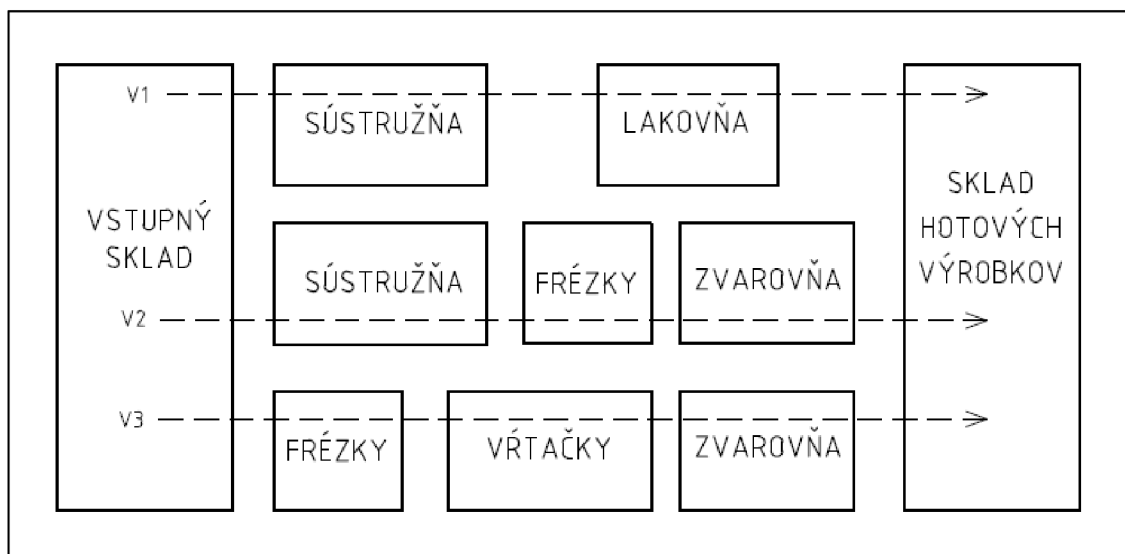
technologického postupu. Je to vhodné usporiadanie v prípade, že vyrábame jednotný základný produkt vo viacerých variantoch (V1, V2 a V3).

Tu potom rozlišujeme dva základné procesy. Buď pracoviská vyrábajú **postupne** bez vzájomného časového zladenia a výkyvy sa riešia medziskladmi alebo je výroba **prúdová**, ktorá je daná vopred definovaným taktom linky. Z tohto usporiadania plynú nasledujúce výhody a nevýhody (tab. 4).

**Tabuľka 4: Výhody a nevýhody predmetného usporiadania**

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jednoduchšie riadenie výr. procesu</li> <li>▪ Znižovanie prepravných a manipulačných nákladov</li> <li>▪ Znižovanie PDV</li> <li>▪ Prehľadný materiálový tok</li> <li>▪ Menšia rozpracovanosť výroby</li> <li>▪ Nižšie požiadavky na kvalifikáciu zamestnancov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nízka flexibilita linky a vysoké náklady na jej prípravu</li> <li>▪ Veľká vzájomná závislosť jednotlivých pracovísk</li> <li>▪ Chyby v taktovaní linky môžu viesť k zastaveniu celej výroby</li> <li>▪ Vyššie nároky na údržbu a prehliadky</li> </ul>

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Tomek - Vávrová, 2013, s. 45)



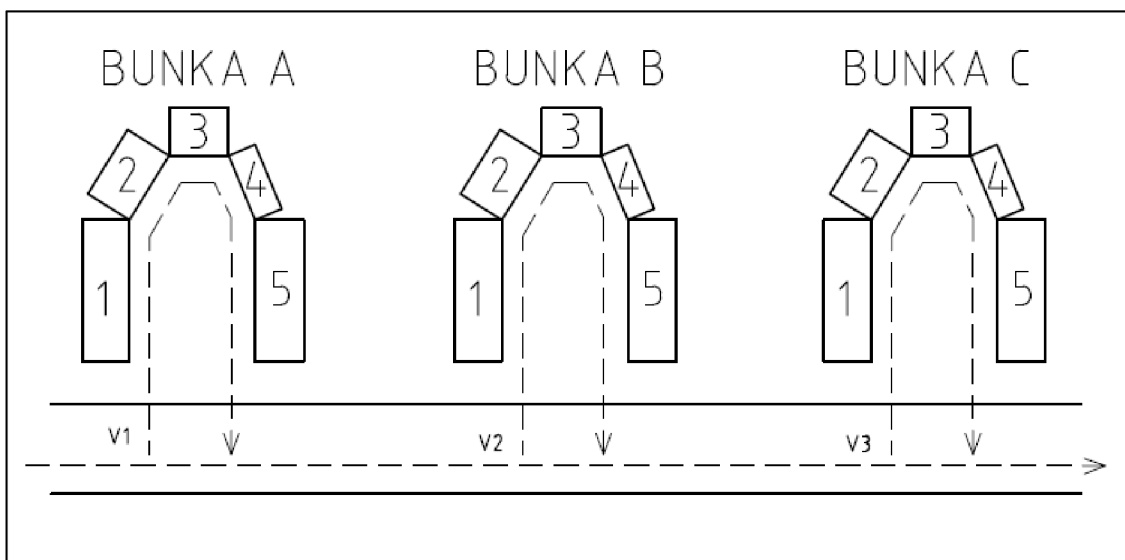
**Obrázok 9: Predmetné usporiadanie pracovísk**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Jurová, 2013, s. 77)

Vyššie zmienené technologické a predmetné usporiadanie môže byť tiež v niektorých prípadoch vhodné skombinovať, využiť výhody oboch týchto usporiadaní a odstrániť ich nedostatky.

### **Bunkové usporiadanie** (obr. 10)

Častou formou takejto kombinácie je vytváranie výrobných hniezd, resp. **buniek**. Bunky sú vhodným nástrojom na výrobu mixu malých a stredných objemov viacerých druhov komponentov linkovým spôsobom. Pracoviská sú podľa technologického postupu usporiadané za sebou (1, 2, 3, 4, 5) a umožňujú spracovať technologicky podobné komponenty. Pre každý výrobok, resp. výrobkovú rodinu odlišujúca sa technologickým postupom je potom určená vlastná bunka (V1 - Bunka A, V2 - Bunka B, V3 - Bunka C).

Nespornou výhodou je aj to, že **vstup a výstup materiálu je takmer na rovnakom mieste**, čo výrazne zjednodušuje manipuláciu s materiálom a kladie tiež nižšie požiadavky na pracovníkov (vstup aj výstup väčšinou môže **obsluhovať jeden pracovník**).



**Obrázok 10: Bunkové usporiadanie výrobného procesu**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa Jurová, 2013, s. 78)

## 1.5 Podnikové procesy

Kapitola 1.5 je prevzatá z bakalárskej práce autora (Šopor; 2013; 16-18, 23-24) a upravená pre potreby tejto diplomovej práce. Budeme hovoriť o tzv. **podnikovom procese a pridanej hodnote**.

Svozilová (2011, s. 14) ho definuje ako „*sériu logicky súvisiacich činností alebo úloh, ktorých prostredníctvom – ak sú postupne vykonané – má byť vytvorený dopredu definovaný súbor výsledkov*“. Podobne definuje proces Řepa (2012, s. 15), ako „*objektívne prirodzenú postupnosť činností, konaných s úmyslom dosiahnutia daného cieľa v objektívne daných podmienkach*“.

V oboch definíciách sa vyskytuje pojem *činnosť*. Je to z toho dôvodu, že každý proces je sled niekoľkých činností alebo aktivít. Tie vedú k spomínanému súboru výsledkov procesu. Činnosť alebo aktivita „*je merateľná jednotka práce, ktorej účelom je transformácia vstupného prvku do dopredu definovaného výstupu*“ (Svozilová, 2011, s.15). Zjednodušene teda môžeme povedať, že **proces** (ako súhrn jednotlivých činností) **predstavuje premenu vstupov na výstupy**.

### 1.5.1 Procesný prístup

**Procesným riadením** sa rozumie „*riadenie firmy takým spôsobom, v ktorom podnikové procesy hrajú kľúčovú rolu*“ (Řepa, 2012, s.17). Procesný prístup vychádza z predpokladu, že „*príčinou nevyhovujúcich ekonomických výsledkov sú zle prebiehajúce procesy. Preto je treba všetky procesy zefektívniť a eliminovať tie, ktoré neprinášajú pridanú hodnotu pre zákazníka*“ (Carda & Kunstová, 2001, s.11).

Významným počínom v oblasti zlepšovania firemných procesov je určenie reálneho potenciálu zlepšenia. Potenciál zlepšenia predstavuje prakticky použiteľnú metódu pre zvyšovanie výkonnosti firemných procesov, efektívnej realizácie inovačných projektov, správnu formuláciu cieľov, meranie a hodnotenie výkonnosti pracovníkov, správne nastavenie parametrov podporných procesov vo vzťahu k podporným procesom a pod.

Rozlišujeme tu absolútny potenciál zlepšenia (APZ) a reálny potenciál zlepšenia (RPZ). Rozdiel medzi nimi spočíva v tom, že zatiaľ čo APZ predstavuje vzdialenú a nikdy nedosiahnuteľnú metú, ktorá určuje dlhodobú stratégiu firmy, RPZ predstavuje reálne dosiahnuteľný stav výkonnosti podnikových procesov (Učeň, 2008).



### Vlastnosti procesu (Šmída, 2007):

- **Proces má vlastníka**

Každý proces má svojho jednoznačného vlastníka, ktorý je zodpovedný za jeho správne fungovanie a neustále zlepšovanie.

- **Proces je ohraničený**

O procesoch vždy rozprávame v kontexte *toku* (*workflow*). Preto musí mať každý proces definovaný jasný začiatok a koniec.

- **Proces má vstup a výstup**

- **Proces je opakovateľný**

Opakovateľnosť odlišuje procesy od projektov a má za následok disciplínu. Jasne definovaný a štandardizovaný proces umožňuje väčší prehľad a hlavne poskytuje veľký priestor pre zlepšovanie.

- **Proces je merateľný**

Meranie je veľmi dôležité pre zlepšovanie procesov. Indikátory, ktoré si určíme pre meranie procesov môžu signalizovať zmenu, resp. potrebné zlepšenie. **Iba ak vieme proces zmerať, môžeme si byť naozaj istý, že sme proces zlepšili.**

#### 1.5.2 Zlepšovanie procesov

Jednými z charakteristík procesu sú jeho merateľnosť a opakovateľnosť, čo poskytuje veľký priestor pre zlepšovanie. Základným zlepšovateľským princípom je veľmi známy Deming-Shewhartov cyklus **PDCA** (Svozilová, 2011, s. 88):

- **P (Plan/Naplánuj)** – pokrýva proces plánovania
- **D (Do/Urob)** – proces riadenia a koordinácie podľa plánu zostaveného v predchádzajúcom kroku
- **C (Check/Skontroluj)** – proces monitorovania a kontroly; zisťovanie skutočného stavu
- **A (Act/Zasiahni)** – voľba vhodných nápravných opatrení

Ďalším zlepšovateľským cyklom využívaným hlavne v projektoch *Six Sigma* (zvyšovanie kvality na základe štatistických nástrojov) je **DMAIC**. Je to štruktúrovaný, na dátach založený cyklus s dôrazom na riešenie problému. Cyklus sa skladá z fází *Definuj - Meraj - Analyzuj - Zlepši - Riad'* (George&Rowlands&Kastle, 2005).

### 1.5.3 Vybrané nástroje na zlepšovanie procesov

Nástrojov na zlepšovanie procesov existuje niekoľko, v tejto práci sa zameriame na nástroje pre mapovanie procesných tokov. Ich výsledkom sú tzv. **procesné diagramy**, ktoré slúžia na ďalšiu analýzu procesov.

#### Spaghetti diagram

Označenie *spaghetti* nie je náhodné a vyjadruje podstatu tohto druhu diagramu. Zaznamenáva **skutočný** pohyb pracovníkov či materiálu na pracovisku. Využíva sa hlavne tam, kde „*potrebujeme okrem časového sledu jednotlivých krokov poznať tiež ich priestorové rozloženie*“ (Svozilová, 2011, s. 133). Je to skvelý nástroj, hlavne ak chceme eliminovať nadmerný pohyb na pracovisku.

Na spracovanie stačí priestorový plán a písacie potreby. Všetko ostatné už spočíva v sledovaní procesu a jeho zakresľovaní do plánu. Pohľad na takto spracovaný diagram umožňuje aj okamžité odhalenie nadmerného pohybu. Veľmi dôležité však je, aby bol diagram vytváraný priamo na pracovisku podľa **reálnej situácie** tak ako naozaj proces prebieha a nie ako si myslíme, že by prebiehať mal.

#### Procesný diagram

Tvorba procesného diagramu vychádza často z potreby analýzy určitého procesu. Analýza procesu vo svojej základnej podstate nie je o ničom inom ako sledovaní procesu a zaznamenávaní jednotlivých činností. Pri tvorbe hraje veľkú rolu práve pozorovanie procesu. „*Je to príležitosť k tomu, aby ste zistili, čo je obsahom jednotlivých krokov, aké pomôcky sú pri jednotlivých výkonoch používané, aká je dynamika prostredia*“ (Svozilová, 2011, s. 135).

Za desiatky rokov fungovania procesného riadenia sa nástroje pre tvorby procesných diagramov zdokonalili a dnes existujú mnohé pokročilé metódy. Jednou z najznámejších je BPMN (Business Process Management Notation). Pre zápis informácií v tomto štandarde je používaný špecifický súbor znakov (príloha II). Je to len základný súbor znakov, ktorý je možno doplniť o mnoho ďalších (Svozilová, 2011).

Existuje niekoľko softvérov, ktoré umožňujú spracovať diagramy v metodológii BPMN, ako napr. platforma ARIS Business Architect alebo Microsoft Visio. Príklad diagramu spracovaného v MS Visio pre túto DP je možné vidieť v prílohe III.

#### 1.5.4 Pridaná vs. nepridaná hodnota

Termín *Muda* pochádza z japonskej filozofie *kaizen* a označuje plytvanie.

Zakladateľ KAIZEN Institute, Maasaki Imai, definuje *kaizen* ako „*zlepšovanie a zdokonaľovanie. Kaizen navyiac znamená neustále prebiehajúce zdokonaľovanie týkajúce sa všetkých, vrátane manažérov a robotníkov. Filozofia kaizen predpokladá, že náš spôsob života – či už pracovného, spoločenského alebo domáceho – si zaslúži neustále zdokonaľovanie*“ (Imai, 2004, s. 23).

Jednou zo základných metód zdokonaľovania je odstraňovanie plytvania. Pre priblíženie tejto problematiky je potrebné vysvetliť **hodnototvorný tok v podniku**. Tok hodnôt tvoria všetky procesy od dodania materiálu na sklad, až po expedíciu hotového výrobku k zákazníkovi. Každá činnosť buď hodnotu výrobku pridáva alebo nepridáva. Takto následne rozlišujeme

- **pridanú hodnotu (VA – Value Added)**
- **nepridanú hodnotu (NVA – Non-Value Added).**

Stretávame sa aj s **nevyhnutnou nepridanou hodnotou (NVAN – Non-Value Added Necessary)**. Sú to činnosti, ktoré výrobku hodnotu nepridávajú, no sú nevyhnutné k dosiahnutiu finálneho výrobku (doprava vstupného materiálu od dodávateľ'a).

Pridaná hodnota je činnosť, ktorá musí spĺňať tri základné podmienky (Del Monte Foods, 2012):

- 1) Zákazník je za ňu ochotný zaplatiť
- 2) Ide o pretvorenie materiálu alebo informácie
- 3) Je urobená na prvý krát a správne**

Jedine ak budú splnené všetky tieto tri podmienky, môžeme prehlásiť, že činnosť pridáva hodnotu.

Činnosti, ktoré hodnotu nepridávajú označujeme práve termínom *muda*, v našich končinách ako plytvanie. Rozlišujeme 7 základných druhov plytvania, ktoré sa v praxi vyskytujú najčastejšie (Bauer a kol., 2012):

- 1) **Čakanie** na súčiastky, materiál či informáciu
- 2) **Zásoby** materiálu
- 3) **Transport** výrobkov a materiálu
- 4) **Zmetky** - nejakosť
- 5) **Chyby vo výrobe**
- 6) **Nadvýroba** – zvyšovanie zásob hotových výrobkov
- 7) **Zbytočné pohyby** – nevyhovujúca ergonómia, zle nastavené štandardy

Keďže ako plytvanie sa označujú všetky činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu výrobku, potom by sme mohli označiť celú logistiku za plytvanie. Logistika je však v podniku nevyhnutná a aj v nej môžeme rozlišovať VA a NVA.

Za hlavné formy plytvania v logistike označuje Košturiak a kol. (2006):

- 1) **Zásoby, nadbytočný materiál a komponenty** – materiál sa dodáva príliš skoro alebo je ho príliš veľa; príčina je v nepresnej dokumentácii, v chybách plánovacieho systému alebo dodávateľa
- 2) **Zbytočná manipulácia** – zbytočné presuny materiálu, preskladnenie, preprava
- 3) **Čakanie** na súčiastky, materiál, informácie, dopravné prostriedky
- 4) **Opravovanie porúch** – odstraňovanie porúch v logistickom systéme
- 5) **Chyby** – príprava materiálu a komponentov v nesprávnom množstve a čase
- 6) **Nevyužitie prepravné kapacity**
- 7) **Nevyužitie schopnosti pracovníkov**

Na druhú stranu, aj v logistike môžeme definovať aktivity, ktoré pridávajú hodnotu. Nie však v pravom slova zmysle. Podľa Debnára (2009) sú to nasledujúce hodnoty:

- **Čas** – vychádza sa z predpokladu, že sa materiál dodá ďalšiemu procesu a ten ho okamžite alebo vo veľmi blízkom čase spotrebuje (napr. do 2 hodín)
- **Miesto** – ide o dodanie na správne miesto, t.j. priamo na miesto spotreby
- **Forma dodania** – materiál nemusí byť zbytočne prebaľovaný/rozbaľovaný

## 2 Predstavenie spoločnosti a popis podnikania



Obrázok 11: Logo spoločnosti Daikin  
(Zdroj: Wikia, 2012)

### Základné údaje o spoločnosti (MS ČR, 2014):

<i>Názov:</i>	<b>Daikin Device Czech Republic s.r.o.</b>
<i>Sídlo:</i>	Švédské valy 1227/2, 627 00 Brno-Černovice
<i>Základný kapitál:</i>	2,128 mld. CZK
<i>Spoločníci:</i>	Daikin Europe N.V., 8400 Oostende, Zandvoordestraat 300, Belgické kráľovstvo
<i>Dátum zápisu:</i>	26.10.2004



Obrázok 12: DDC v Brne  
(Upravené podľa: DDC, 2015)

Spoločnosť **Daikin Device Czech Republic, s.r.o. (DDC)** v Brne pozostáva z dvoch výrobných závodov. V prvom z nich (**DDC1**) sú vyrábané kompresory do klimatizačných zariadení a v tom druhom (**DDC2**) zasa tepelné čerpadlá a zásobníky na vodu, ktorých výroba započala neskôr.

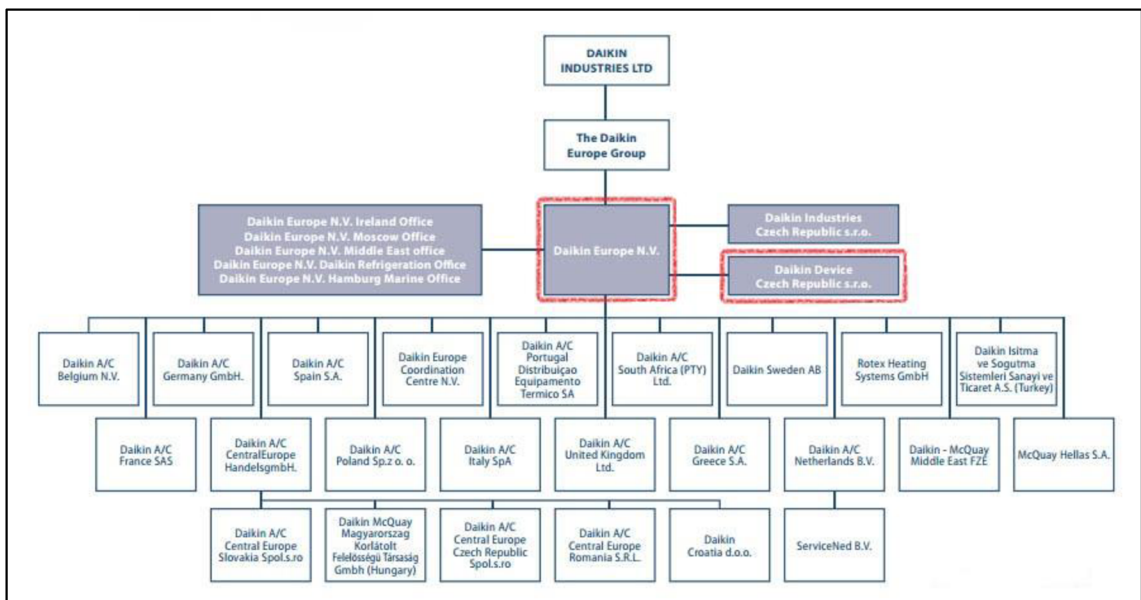
Priamymi zákazníkmi sú spoločnosti *Daikin Industries Czech Republic, s.r.o.* so sídlom v Plzni a *Daikin Europe N.V.* so sídlom v Belgickom Oostende, ako aj koncoví užívatelia spomenutých produktov.

## 2.1 História a vývoj skupiny Daikin

Daikin je jednou z najvýznamnejších svetových spoločností vo výrobe zariadení pre vykurovanie, ventiláciu a klimatizáciu.

Spoločnosť **Daikin Industries, Ltd. (DIL)** vznikla v roku 1924 v japonskej Osake. Od založenia sa skupina Daikin rozrástla v globálnu korporáciu operujúcu na svetových trhoch (DDC, 2015).

V roku 1973 reagovala spoločnosť na zvyšujúci sa dopyt a založila výrobný závod **Daikin Europe N.V. (DENV)** v belgickom Oostende. Dnes to už nie je len výrobný závod, ale je zodpovedný aj za vedenie predaja, vývoja a výroby pre región EMEA (Európa, Stredný východ, Afrika).



Obrázok 13: Organizačná štruktúra spoločnosti DAIKIN v EMEA regióne (k 31/03/2013)  
(Zdroj: DENV, 2015)

Práve DENV je materskou spoločnosťou oboch výrobných závodov Daikin na území ČR. Najprv v roku 2004 začala spoločnosť **Daikin Industries Czech Republic, s.r.o. (DICz)** vyrábať vnútorné a vonkajšie jednotky klimatizácií čím sa výrazne skrátil dodávateľský reťazec v rámci EMEA regiónu.

V roku 2006 začal závod **Daikin Device Czech Republic, s.r.o. (DDC)** v Brne vyrábať kompresory pre DICz, čím sa opäť výrazne zrýchlil a skrátil dodávateľský reťazec (DENV, 2015). Neskôr sa pridala aj výroba produktov pre ohrev vody.

## 2.2 Systém riadenia spoločnosti



Obrázok 14: IMS  
(Zdroj: Kenaidan, 2014)

V DDC je aktívne aplikovaná politika integrovaného systému managementu (IMS). To znamená, že na úrovni celého podniku sú integrované systémy riadenia kvality, životného prostredia a bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (Interné materiály DDC).

Systém riadenia spoločnosti je pravidelne auditovaný a je v zhode s normami:

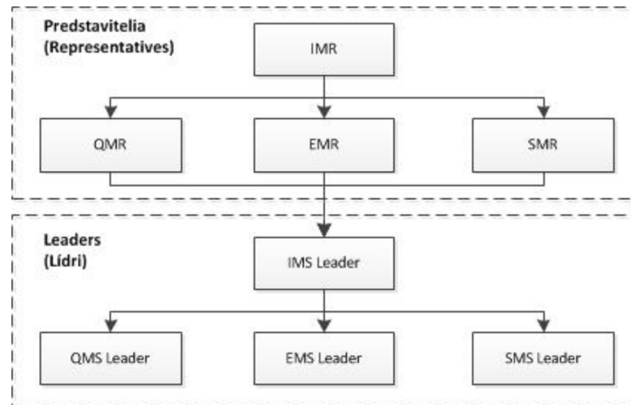
- **ISO 9001** - systém riadenia managementu jakosti  
**QMS (Quality Management System)**
- **ISO 14001** - systém enviromentálneho managementu  
**EMS (Enviromental Management System)**
- **OHSAS 18001** - systémy managementu bezpečnosti práce a ochrany zdravia pri práci  
**SMS (Safety Management System)**

Tento integrovaný systém managementu naplňuje filozofiu politiky DDC, ktoré je založená na princípe „**Zákazník na prvom mieste**“. Konkrétne body podnikovej filozofie vychádzajú z celkovej korporátnej filozofie a znejú nasledovne (DDC, 2014):

- 1) Pravidelne preskúmať vhodnosť a primeranosť politiky a nastavených cieľov integrovaného systému managementu.
- 2) Udržovať vysokú kvalitu produktov; ak je to možné a efektívne, prispôbovať špecifikáciu produktov a služieb požiadavkám zákazníkov.
- 3) Stále zlepšovať výkonnosť v oblastiach bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, ochrany životného prostredia a riadenia kvality výrobkov.
- 4) Naplňovať požiadavky právnych a ďalších spoločnosť zaväzujúcich požiadaviek v oblasti integrovaného systému managementu
- 5) Uplatňovať systém prevencie rizík pre zdravie, bezpečnosť a životné prostredie s cieľom minimalizovať nepriaznivé dopady a predchádzať znečisteniu a vzniku úrazov

## 2.2.1 Organizačná štruktúra

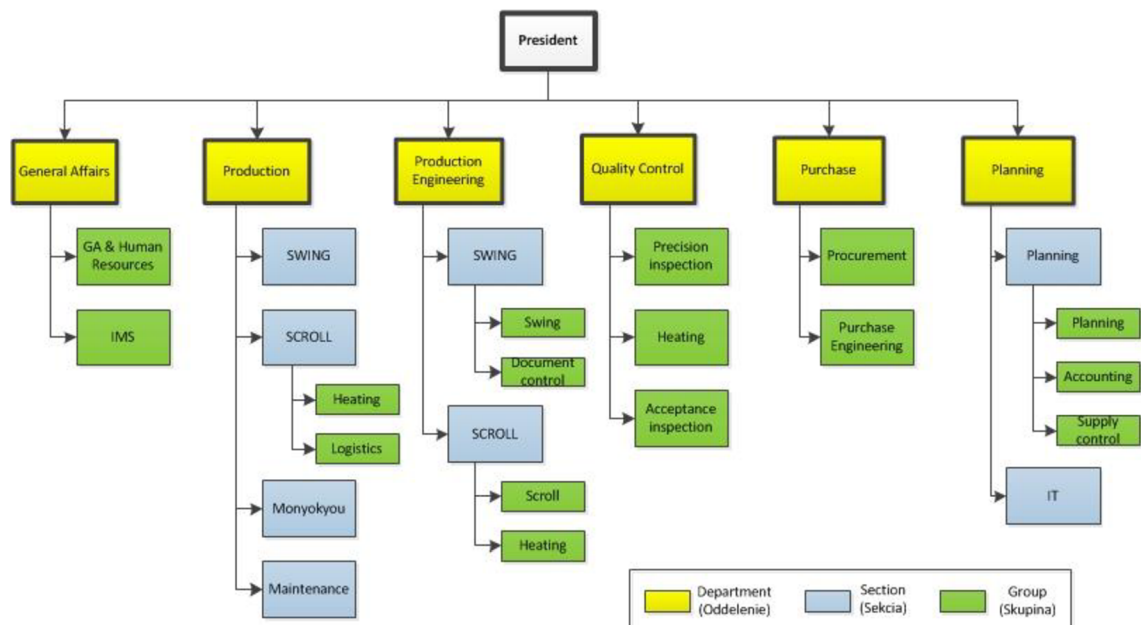
IMS má svoju vlastnú organizačnú štruktúru (obr. 15). Tá pozostáva z **predstaviteľov managementu (representatives)**, zodpovedných za jednotlivé oblasti. Každá skupina má potom svojho **lídra (leader)**, ktorí má svoju pracovnú skupinu a plní jednotlivé úlohy.



**Obrázok 15: Organigram IMS**

(Zdroj: Vlastné spracovanie na základe podnikových materiálov)

DDC má aj vlastnú celopodnikovú organizačnú štruktúru (obr. 16), ktorá je samozrejme prepojená s organizačnou štruktúrou IMS. Na jej čele stojí prezident spoločnosti, ktorý vedie šesť hlavných oddelení. Tieto sa potom rozpadajú na jednotlivé sekcie a skupiny.



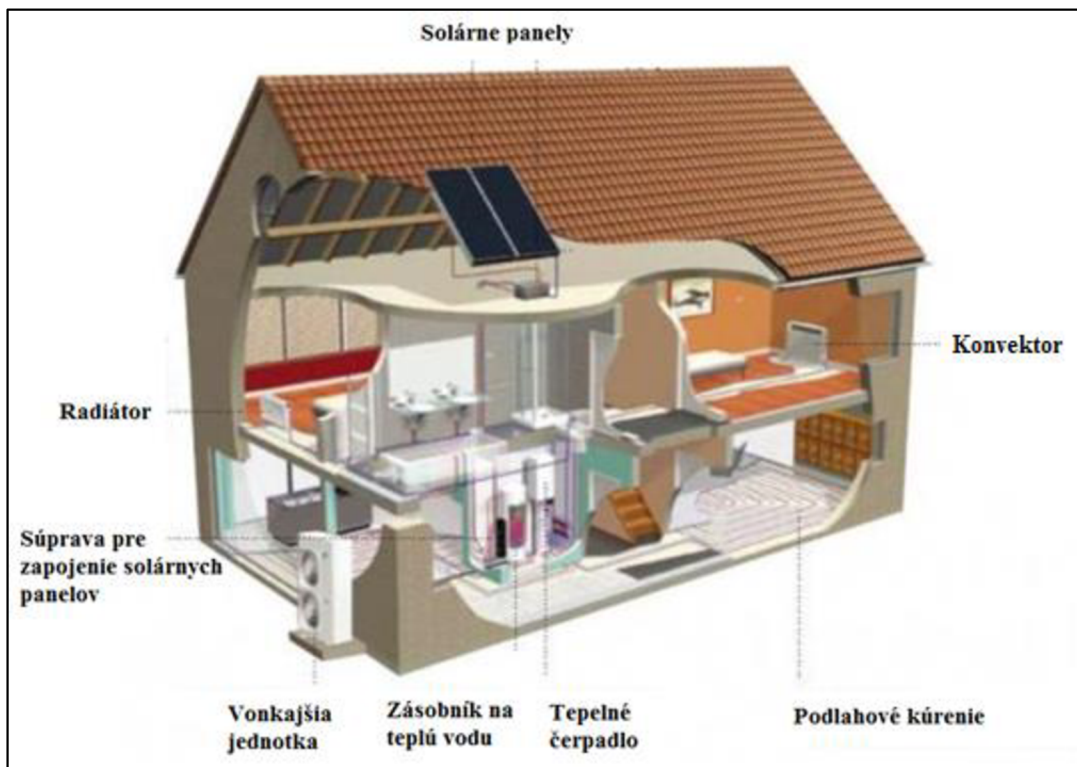
**Obrázok 16: Organigram DDC**

(Zdroj: Vlastné spracovanie na základe podnikových materiálov)



## 2.3 Predstavenie produktu – Daikin Altherma

Daikin Altherma je komplexný systém vykurovania a prípravy teplej pitnej vody s možnosťou chladenia (obr. 17). S technológiou tepelného čerpadla predstavuje flexibilnú a úspornú alternatívu ku kotlom na fosílna palivá (plynové kotly, kotly na drevo a pod.) (Daikin, 2015).

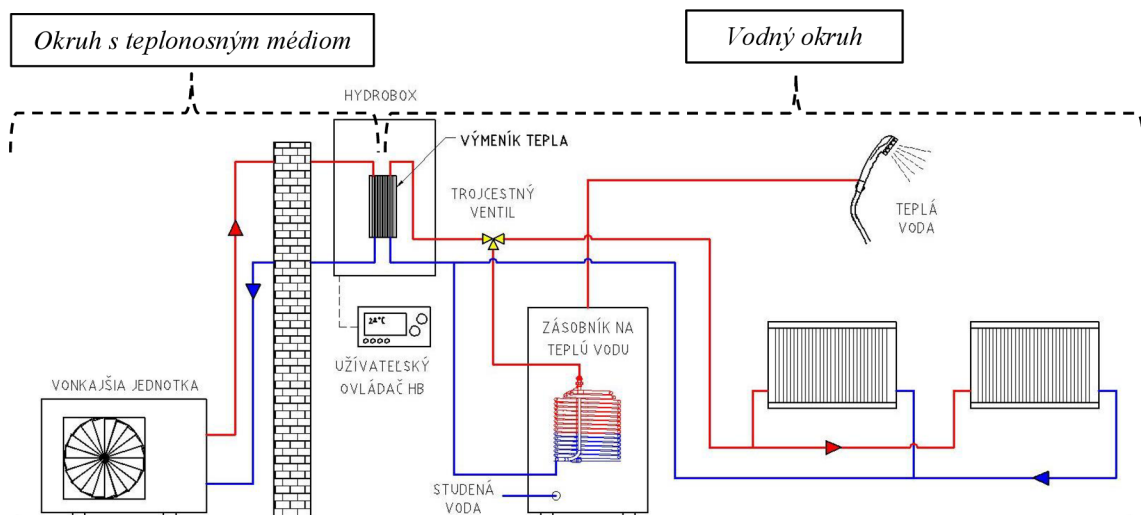


Obrázok 17: Daikin Altherma

(Zdroj: Upravené podľa <http://www.daikinac.com/content/residential/whole-house/daikin-altherma/>)

Tepelné čerpadlo Daikin Altherma využíva obnoviteľný zdroj energie: získava teplo z vonkajšieho vzduchu. V uzatvorenom okruhu obsahujúcom teplotnosné médium sa vytvára termodynamický cyklus prostredníctvom vyparovania, kondenzácie, kompresie a expanzie. Ten „prečerpáva“ teplo z nižšej na vyššiu úroveň teploty. Získané teplo sa cez výmenník tepla prenáša do domáceho distribučného systému vykurovania. Môže to byť podlahové kúrenie, nízkoteplotné radiátory alebo konvektory. Pri chladení systém funguje opačne. Schéma tohto systému je na obr. 18 (Daikin AC, 2015).

Je tu taktiež voliteľná možnosť využívať na ohrev vody nie len teplo z vonkajšieho vzduchu ale aj teplo získané zo slnečnej energie. Ak má zákazník solárne panely, môže si zakúpiť taktiež tepelné čerpadlo so súpravou na ich zapojenie.



**Obrázok 18: Schéma fungovania tepelného čerpadla**  
(Vlastné spracovanie podľa podnikových materiálov)

Medzi vonkajšou jednotkou a tepelným čerpadlom obieha teplotné médium, ktoré predáva teplo vode z vodného okruhu v tepelnom výmeníku. To aby sa systém dal využiť na vykurovanie ako aj na ohrev úžitkovej vody, je možné vďaka trojcestnému ventilu. V prípade, že užívateľ chce využiť teplú úžitkovú vodu (napr. sprcha), ventil prepne tok vody do zásobníka. Užívateľ si tiež pomocou užívateľského ovládača inštalovaného na stene pri tepelnom čerpadle môže voľiť teplotu vody podľa svojich preferencií.

V DDC je v rámci produktov *heating systems* vyrábané tepelné čerpadlo a zásobník na teplú vodu. Vonkajšia jednotka je produkovaná v inom závode Daikin. Pre účely tejto práce bude tepelné čerpadlo označované ako **hydrobox**; zásobník na teplú vodu ako **tank**. Vychádza to z anglickej terminológie používanej vo všetkých podnikových materiáloch.

Na výrobní linke, ktorá je predmetom analýzy tejto diplomovej práce, sú produkované zmienené **nízkotepelné tepelné čerpadlá** typu vzduch-voda (hydrobox). Takéto tepelné čerpadlo potom spolu s vonkajšou jednotkou a zásobníkom teplej vody (tank) tvorí zmieňovaný produkt s komerčným názvom **Daikin Altherma**.

Na obr. 17 a 18 je zobrazená verzia produktu Altherma s nástennou jednotkou tepelného čerpadla. Táto jednotka je vhodná v prípade, že so systémom Daikin Altherma nie je potrebná integrovaná príprava teplej pitnej vody. V prípade, že jednotku je potrebné

skombinovať so samostatným zásobníkom na teplú pitnú vodu alebo v prípade, ak je potrebné pripojenie k solárnemu systému na ohrev teplej vody.

Existuje tiež varianta „*všetko v jednom*“. V tomto prípade je tepelné čerpadlo spolu so zásobníkom integrované v jednej stojacej jednotke. Samostatne stojaca vnútorná jednotka kombinuje vykurovanie a chladenie s prípravou teplej pitnej vody. Pre potreby tejto práce ale nebude táto varianta ďalej popisovaná.

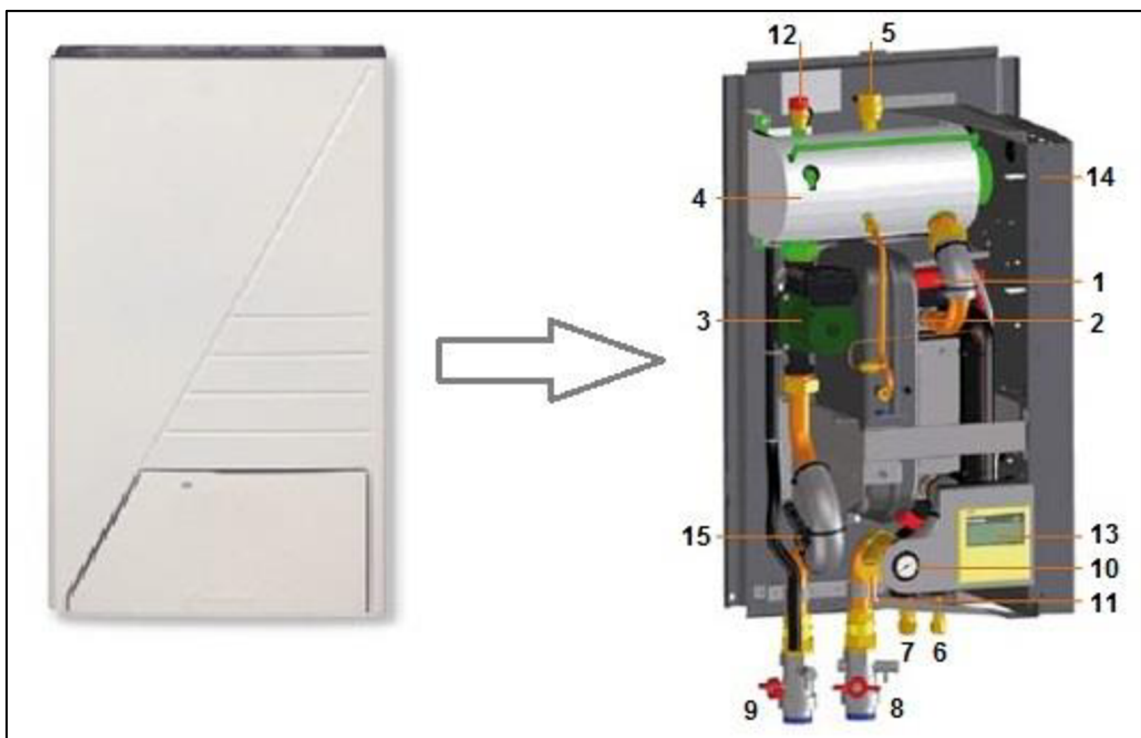
### 3 Analýza súčasného stavu výroby tepelných čerpadiel

V tejto kapitole budú podrobne analyzované produktové rady tepelných čerpadiel, ich hlavné spoločné znaky, ako aj odlišnosti. V druhej časti bude popísaný a analyzovaný ich výrobný proces a jeho špecifiká vzhľadom k priestorovému usporiadaniu výroby, počtu potrebných operátorov a pod. Na základe tohto potom bude analyzovaný layout montážnej linky a jeho výhody a nevýhody vzhľadom k súčasným ako aj budúcim nárokom na výrobný proces.

#### 3.1 Analýza produktu a jeho variácií

Ako už bolo spomenuté v podkapitole 2.3, produkt, ktorý je predmetom analýzy tejto práce je **nízkoteplotné tepelné čerpadlo** typu vzduch-voda (ďalej ako **hydrobox**). Jedná sa o tzv. nástennú jednotku (wall-mounted).

Základnú schému stavby hydroboxu je možné vidieť na obr. 19. Toto predstavenie je nevyhnutné pre ďalšie pochopenie rozdielov v produktových radoch a výrobnom procese.



**Obrázok 19: Schéma hydroboxu**

(Zdroj: Upravené podľa <http://www.daikinac.com/content/residential/whole-house/daikin-altherma/>)

### Popis k obr. 19 - vnútorná schéma hydroboxu:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Doskový tepelný výmenník<br>Plate heat exchanger ( <b>PHE</b> ) | 8. Prívod vody<br>Water inlet  |
| 2. Expanzná nádoba<br>Expansion vessel ( <b>EV</b> )               | 9. Odtok vody<br>Water outlet  |
| 3. Vodná pumpa<br>Water pump ( <b>WP</b> )                         | 10. Manometer<br>Pressure gauge  |
| 4. Záložný elektrický ohrievač<br>Back-up heater ( <b>BUH</b> )    | 11. Vodný filter<br>Water filter   |
| 5. Odvzdušňovací ventil<br>Air purge                               | 12. Bezpečnostný ventil<br>Safety valve                                      |
| 6. Vstup teplotnosného média<br>Refrigerant fluid inlet            | 13. Uživatelské ovládacie rozhranie<br>User interface ( <b>Remocon kit</b> ) |
| 7. Výstup teplotnosného média<br>Refrigerant fluid outlet          | 14. Spínacia skrinka<br>Switch box ( <b>SWBX</b> )                           |
|  | 15. Prietokový spínač<br>Flow switch   |

Vo vyššie uvedenom zozname je vždy slovenský a anglický názov danej komponenty. Pri niektorých je uvedená skratka, ktorá sa v ďalších grafoch a tabuľkách bude používať častejšie.

#### 3.1.1 Modelové rady

Hydrobox uvedený na obr. 19 je reprezentatívnou vzorkou vyrábaného produktu. Spoločnosť ale vyrába veľké množstvo modelov tepelného čerpadla podľa toho, ako ho zákazník potrebuje využívať, prípadne podľa toho, s akým iným zariadením by malo čerpadlo spolupracovať.

Prehľad všetkých vyrábaných modelov je zobrazený v prílohe I. Čo sa týka označení, ich systém je nasledovný podľa stĺpcov:

#### Heating system

- Hydrobox - označenie pre všetky vyrábané modely tepelných čerpadiel
- Hydrokit - jednotky hydrokitov sa vyrábajú na inej vetve linky a nebudú predmetom tejto práce

### Model structure

- LT-WM - z angl. *Low Temperature-Wall Mounted* (Nízkoteplotné nástenné jednotky). Väčšinu produkcie tvoria tieto jednotky.
- HYBRID - jednotky používané v kombinácii s plynovými kotlami.
- VRV - z angl. *Variable Refrigerant Volume*. VRV jednotky sú všeobecne určené pre veľké budovy. Tieto jednotky vyrábané v DDC sú upravené pre použitie v domácnostiach, vyrábajú sa v malých intervaloch.

### GBS/GQI

- GBS - označené číslom \*04\* alebo \*08\* v PN daného modelu. Jedná sa o menej výkonné jednotky určené pre priaznivejšie klimatické podmienky.
- GQI- označené číslom \*16\* v PN daného modelu. Jedná sa o výkonnejšie modely určené pre severské krajiny s náročnejšími klimatickými podmienkami.

### Type H/X

- H - z angl. *Heating Only*. Modely určené iba na ohrev vody.
- X - z angl. *Reversible*. Modely určené na ohrev ako aj na chladenie vody.

### European market category

- Daikin - modely vyrábané pod značkou Daikin. Označené písmenom *E*.
- Rotex - OEM model vyrábaný pod značkou Rotex. Označené písmenom *R*.
- Hoval - OEM model vyrábaný pod značkou Hoval. Označené ako *Belaria*.

Modely *Rotex* a *Hoval* sú špecifické tým, že je ich možné prepojiť zo solárnymi kolektormi a využívať tak na ohrev aj slnečnú energiu.

PN (Part number) - jedná sa o identifikačné číslo daného modelu.

### **3.1.2 Frekvencia vs. časová náročnosť výroby modelov**

Kombináciou všetkých vyššie zmienených parametrov dostávame 29 variácií produktu hydrobox (príloha I). Pre meranie procesných časov a tvorbu rozvrhovania výroby však nie je nutné ani vhodné merať výrobu všetkých modelov.

Na základe historických dát z podnikového informačného systému, kde sú zadané celkové procesné časy výroby jednotlivých modelov je možné určiť, ktoré modely sú z hľadiska výrobných kapacít a vyrábaného množstva kľúčové. Na základe porady s pracovníkmi firmy bol vybraný jeden reprezentatívny mesiac, kde bol sledovaný počet vyrobených kusov podľa jednotlivých modelov (tab. 5).

**Tabuľka 5: Množstvo vyrobených kusov v reprezentatívnom mesiaci podľa modelov**

	LT-WM										VRV		OEM						HYBRID				Suma					
	EHBH04C3V	EHBH08C3V	EHBH08C9W	EHBH16C3V	EHBH16C9W	EHBX04C3V	EHBX08C3V	EHBX08C9W	EHBX16C3V	EHBX16C9W	HXY080A	HXY125A	BELARIASR04I3	BELARIASR08I3	BELARIASR16I3	RHBH04CA3V	RHBH08CA9W	RHBH16CA9W	RHBX04CA3V	RHBX08CA9W	RHBX16CA9W	EHYHBH05AAV32		RHYHBH05AAV3	EHYHBH08AAV32	EHYHBX08AAV3	RHYHBH08AAV3	RHYHBX08AAV3
Vyrobené množstvo/ mesiac (ks)	76	504	140	162	228	1	68	1	256	28	1	1	8	32	4	1	8	32	1	24	28	30	6	84	22	66	78	1890 ks
Vyrobené množstvo/ mesiac (%)	4	27	7	9	12	0	4	0	14	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	1	1	2	0	4	1	3	4	100%

(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa údajov z IS)

Ako bolo spomenuté v predchádzajúcej podkapitole, niektoré druhy modelov sú okrem menších odlišností technologicky takmer úplne podobné iným vyrábaným modelom. Preto sa budeme sústrediť iba na určité modely, kde sú pridané jednotlivé procesné časy (tab. 6).

**Tabuľka 6: Vyrábané množstvá vs. procesné časy**

	LT-WM										VRV		HYBRID		
	EHBH04C3V	EHBH08C3V	EHBH08C9W	EHBH16C3V	EHBH16C9W	EHBX04C3V	EHBX08C3V	EHBX08C9W	EHBX16C3V	EHBX16C9W	HXY080A	HXY125A	EHYHBH05AAV32	EHYHBH08AAV32	EHYHBX08AAV3
Vyrobené množstvo/ mesiac (ks)	76	504	140	162	228	1	68	1	256	28	1	1	30	84	22
Procesný čas / 1 ks (sek.)	4003	3953	4124	4323	4413	4299	4061	4376	4480	4777	4656	4656	3095	3612	3524
Procesný čas / ks mesiac (sek.)	110428	720720	224980	276534	409716	1522	97240	1678	428544	53900	1551	1551	39660	111048	36894
Váha	1,0126	1	1,0433	1,0936	1,1164	1,09	1,027	1,11	1,1333	1,208	1,18	1,18	0,783	0,9137	0,891
Vážený priemer / 1 deň (ks)	3,66	24,00	6,96	8,44	12,12	0,05	3,33	0,05	13,82	1,61	0,06	0,06	1,12	3,65	0,93

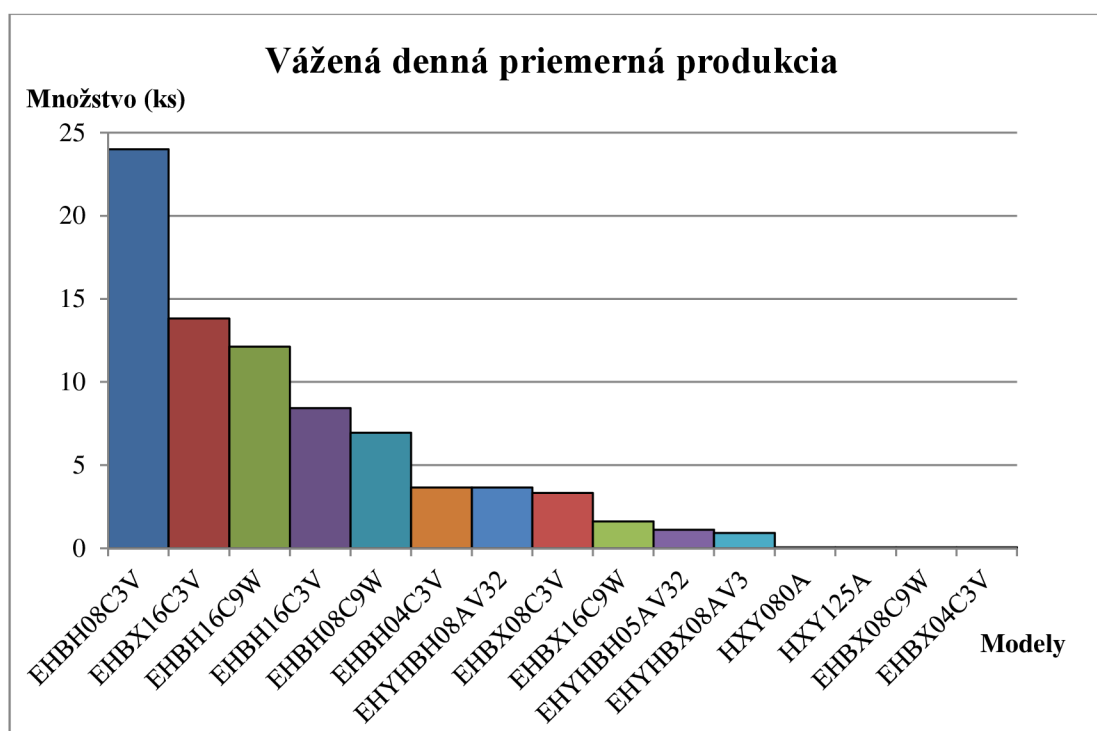
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa údajov z IS)

Z tab. 6 vyplýva, že najviac produkovaný je model *EBBH08C3V*. Ten bude slúžiť ako reprezentant (Váha = 1) pre určenie váhy ostatných modelov. Výpočet je nasledujúci:

$$Váha = \frac{\text{Procesný čas výroby modelu (1ks)}}{\text{Procesný čas výroby reprezentanta (1ks)}}$$

Takto určená váha bude použitá pre výpočet váženého priemeru dennej produkcie jednotlivých modelov:

$$\text{Vážený priemer / 1 deň (ks)} = \frac{\text{Procesný čas výroby modelu (1ks)} * \text{Váha}}{\text{Procesný čas výroby reprezentanta (1ks)}}$$



**Graf 1: Vážená denná priemerná produkcia**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa údajov z IS)

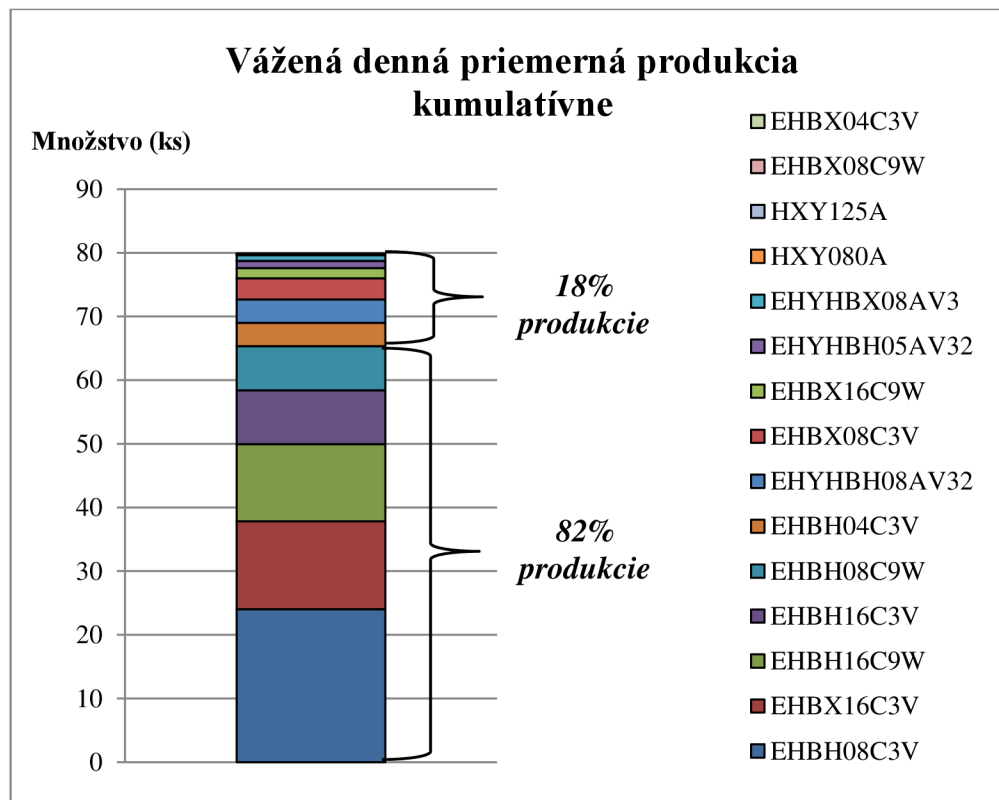
Zostupne zoradenú váženú dennú produkciu podľa jednotlivých modelov je možné vidieť na grafe 1.

Prepočtom je možné zistiť, že **prvých päť modelov z grafu 1, tvorí 82 % celkovej produkcie** (graf 2):

$$\text{Podiel} = \frac{\sum_{i=1}^{n=5} \text{Vážená denná priemerná produkcia}}{\sum \text{Vážená denná priemerná produkcia}} = \frac{24 + 13,82 + 12,12 + 8,44 + 6,96}{79,85} \doteq \mathbf{0,82}$$



Takéto kumulatívne zobrazenie je možné vidieť na grafe 2. Je teda zrejme, ktoré modely najvýznamnejšie ovplyvňujú výrobu a budú dôležité pre časovú analýzu a tvorbu rozvrhovacieho systému.



**Graf 2: Vážená denná priemerná produkcia kumulatívne**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa IS)

## 3.2 Analýza výrobných procesov

V tejto časti budú predstavené jednotlivé procesy výroby hydroboxov. Medzi jednotlivými modelmi môžu nastať odlišnosti v rámci jedného procesu. Takéto rozdiely budú zdôraznené. Kvôli zjednodušeniu budú popisované iba relevantné procesy vzhľadom k meraniu práce a tvorbe rozvrhovacieho systému.

Pre lepšiu orientáciu v procesoch je vhodné si ešte pred štúdiom tejto kapitoly prezrieť **prílohu III** na konci práce. Nachádza sa tam už zostavený celkový procesný diagram montážnej linky v notácii BPMN. Tento diagram a jednotlivé procesy v ňom budú popísané v nasledujúcich podkapitolách, a to nasledovne:

- **Vychystávanie *pick-to-light***
- **Predprípravy**
- **Hlavná montáž**
- **Skúšky**
- **Balenie**

### 3.2.1 Vychystávanie *pick-to-light*

Vychystávanie materiálu pre výrobu prebieha na všetkých pracoviskách linky kde je to potrebné pomocou tzv. *pick-to-light* systému. Princíp tohto systému je nasledovný. Každá pozícia v regály má na lište svietivé tlačidlo, ktoré je prepojené s produkčným MES systémom. Akonáhle operátor zahájí vychystávanie prostredníctvom PC stanice na pracovisku, rozblikajú sa všetky tlačidlá toho materiálu, ktorý vstupuje do príslušného modelu podľa výrobného plánu. Operátor nasledovne prevezme jednotlivé materiály z danej pozície a potvrdí to stisnutím blikajúceho tlačidla, ktoré potom zhasne. To, aké množstvo materiálu má byť prevzaté, je naznačené na štítku vedľa tlačidla. Hlavnou výhodou je zamedzenie zámeny materiálu pri širokej škále vyrábaných modelov, čo skrátí čas ich zmeny.



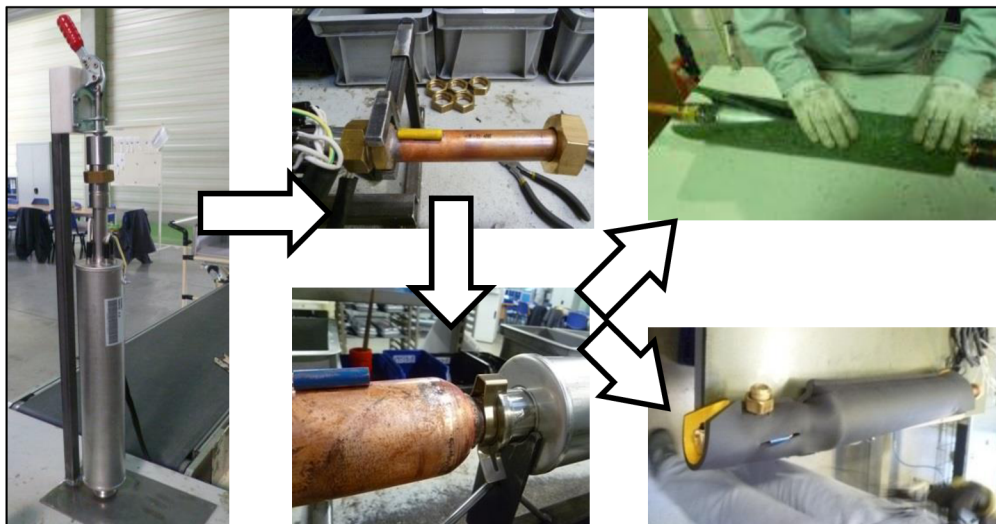
**Obrázok 20: Pick-to-light systém**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### 3.2.2 Predprípravy

#### Predmontáž záložného ohrievača (BUH)

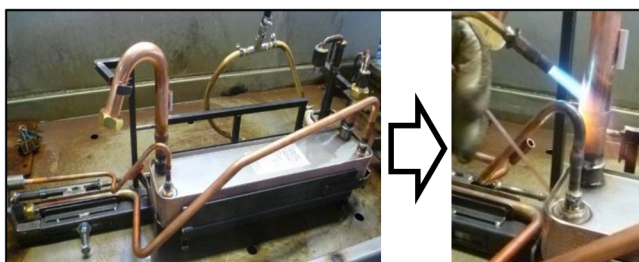
Tento proces je zahájený vychystaním materiálu z regálu prostredníctvom *pick-to-light* systému. Samotný BUH je potom vložený do prípravku na pracovnom stole, pomocou ktorého je doň vtlačaná pružina s maticou. Následne operátor BUH vyberie a vloží do iného prípravku, pomocou ktorého k nemu pripevní trubku pre vstup vody z jednej a pre výstup vody z druhej strany.

Zostava BUH sa následne izoluje. U modelov určených iba pre ohrev (H) sa zaizoluje iba samotný BUH, u modelov pre ohrev aj chladenie (X) sa izoluje celá zostava aj spolu s trúbkami. BUH je takto pripravený na hlavnú montáž.



**Obrázok 21: Predmontáž BUH**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

#### Spájkovanie tepelného výmenníku (PHE)



**Obrázok 22: Spájkovanie PHE**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Začína sa vychystaním materiálu skrz *pick-to-light* systém. Operátor vloží PHE (tepelný výmenník) do prípravku. Do príslušných otvorov v PHE potom umiestni dve trubky pre prívod a vývod vody a ďalšie dve trubky pre vstup a výstup teplotného média. Trubky sa utesnia pomocou kapler a do PHE sa pripojí dusík pre lepšie technologické podmienky pri spájkovaní. Operátor spájkuje všetky štyri trubky a predá PHE na ďalší proces.

### Skúška únikov tepelného výmenníku (PHE)

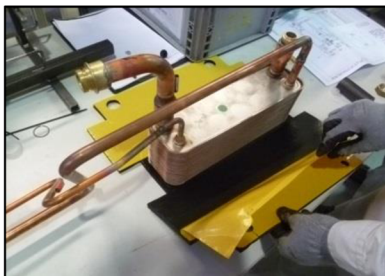


**Obrázok 23: Skúška únikov PHE**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Tento vodný test slúži na overenie toho, či bol výmenník správne spájkovaný. Operátor vloží výmenník do prípravku a uchyťí ho. Do vodného okruhu zapojí modré hadice (vzduch) s kaplerami a do okruhu s teplonosným médiom čierne hadice (dusík) s kaplerami. Keď operátor spustí test, prípravok

s výmenníkom sa spustí do vodnej nádrže, kde operátor vizuálne skontroluje prípadné úniky. Po ukončení testu sa vráti výmenník do pôvodnej polohy, operátor odpojí hadice a kaplery ofúka. Výmenník položí na vedľajší stôl, kde potom na trubky pre vstup a výstup chladiva namontuje matice a predá výmenník na ďalší proces.

### Izolácia tepelného výmenníku (PHE)



**Obrázok 24: Izolácia PHE**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

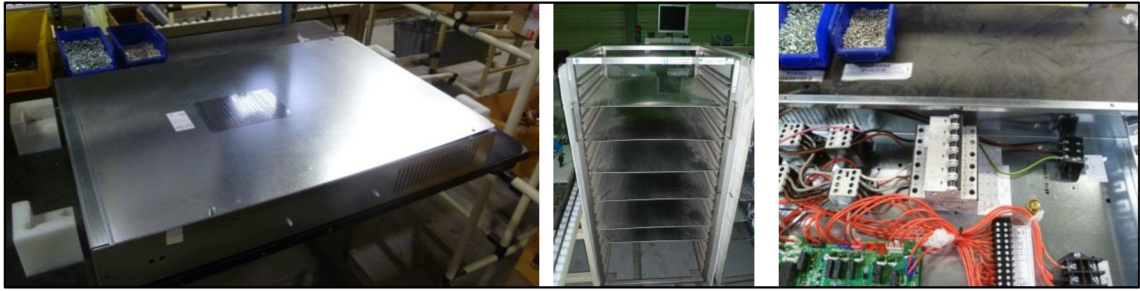
V tomto procese sa výmenník izoluje, pre čo najnižšie úniky tepla do okolia. Náročnosť izolácia závisí od typu zvoleného modelu. Všeobecne do modelov X (ohrev aj chladenie) vstupuje viac izolácií ako do modelu H. Takisto výkonnejšie modely GQI sa izolujú viac ako modely GBS. Časovo najnáročnejší je však model VRV, kde sú najdlhšie a najzložitejšie trubky, takže doň vstupuje veľa rôznych druhov izolácie. Takto izolovaný výmenník je pripravený na hlavnú montáž.

### Predpríprava riadiacej jednotky (SWBX)

Riadiaca jednotka obsahuje dosku plošných spojov, do ktorej sú napojené a riadené všetky súčasti hydroboxu. V prípravnej fáze sa zo switchboxu odšrúbuje vrchný kryt a vloží sa do príslušného prepravného vozíku. Keď sa tento vozík naplní, operátor ho odvezie na balenie do koncovej časti linky. Je to preto, lebo v neskoršej fáze testovania je nutné simulovať reálny chod hydroboxu, a teda zapojiť konektory do otvoreného switchboxu. Potom sa ešte na bočnú časť nitujú podporné plechy.



Pre OEM modely sa ešte dovnútra montuje tzv. K3M kit, ktorý slúži pre zapojenie solárnych panelov (viď kapitola 2.3). Switchbox je takto pripravený na hlavnú montáž.



**Obrázok 25: Predpríprava riadiacej jednotky**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Na obr. 25 je možné zľava doprava postupne vidieť uzatvorený switchbox, regál na vrchné kryty a nakoniec vnútrajšok switchboxu s K3M kit.

### 3.2.3 Hlavná montáž

V tejto podkapitole bude popísaná hlavná montážna línia výrobnéj linky, do ktorej vstupujú jednotlivé zostavy z fázy predprípravy.

#### Hlavné vychystávanie

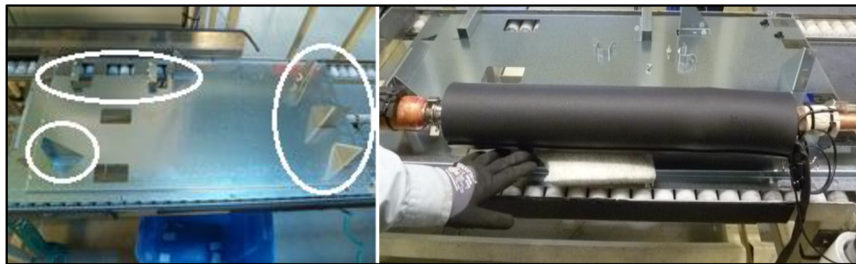


**Obrázok 26: Hlavné vychystávanie**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Pred samotnou montážou je potrebné vychystať materiál. Využívajú sa k tomu tzv. *picking boxy*. Priestor v týchto boxoch je účelovo rozmiestnený tak, že každý materiál má určenú svoju príslušnú lokáciu. Operátor prevezme príslušný vozík a prejde k zdvíhaciemu zariadeniu. Vozík priloží k zariadeniu na doraz, čím sa zopne ventil, zariadenie vyvezie box do výšky, a ten sa potom spustí na vozík. Následne vychystáva materiál do vozíka z regálov na princípe pick-to-light systému (viď podkapitola 3.2.1). Operátor potom prejde k dopravníku na ktorom sa vykonáva hlavná montáž, prichystá naň zadný panel na ktorom sa bude postupne montovať jednotka a hneď za panel presunie picking box s materiálom. Z tlačiarne sa vytlačí sprievodka, ktorá potom putuje s jednotkou celou výrobou.

### Montáž zadného panelu a záložného ohrievača (BUH)

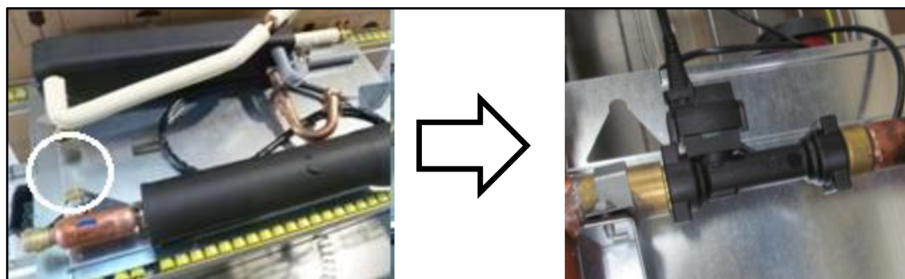
Tento proces sa už vykonáva na hlavnej montážnej linke. Operátor najprv namontuje podporné plechy a záchytky na zadný panel (obr. 27 vľavo), ku ktorým sa uchytiť jednotlivé zostavy pri ďalšej montáži. Niektoré sa šrúbujú a ďalšie nitujú. Podpory z polystirénu sa uchycujú lepiacou páskou. Operátor potom namontuje na panel elektrický ohrievač (BUH - obr. 27 vpravo), ktorý prevezme z pracoviska predprípravy.



**Obrázok 27: Montáž zadného panelu a BUH**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

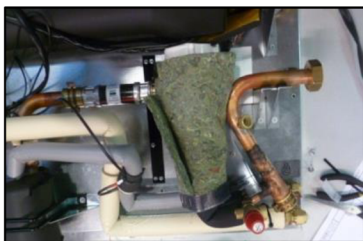
### Montáž tepelného výmenníku (PHE)

Ďalším krokom je montáž tepelného výmenníku. Operátor prevezme PHE z pracoviska predprípravy a vloží ho na príslušné miesto do jednotky. Následne sa namontuje prietokomer, ktorým sa prepojí PHE a BUH. PHE sa potom pripevní k podporám. Pri modeloch X sa prietokomer ešte izoluje, čo opäť zvyšuje časovú náročnosť procesu.



**Obrázok 28: Montáž PHE**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### Montáž vodnej pumpy (WP)

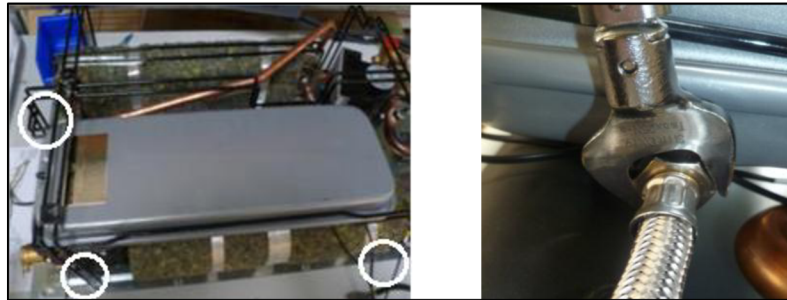


**Obrázok 29: Montáž pumpy**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Operátor najprv predprípraví zostavu pumpy ešte na picking boxe. Pumpu zmontuje s prepojavacími trúbkami. U GQI a VRV modelov sa pumpa izoluje. Koniec jednej trubky sa primontuje k zostave PHE. Do druhej trubky sa vloží filter. Zostava sa následne ešte zafixuje k podporám na zadnom paneli.

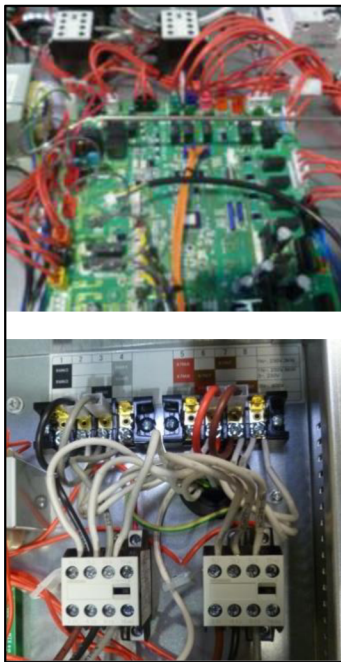
### Montáž expanznej nádoby (EV)

Operátor otestuje, či pripravená expanzná nádoba v picking boxe má správny tlak. Následne prevezme celú drôtenú konštrukciu aj s expanznou nádobou a vloží ju do jednotky. Uchytí ju o zadný panel šrúbami a pomocou sťahovacej pásky upevní kabeláž. Do hadice vloží tesnenie a pripevní k expanznej nádobe.



**Obrázok 30: Montáž EV**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### Montáž riadiacej jednotky SWBX



**Obrázok 31: Montáž SWBX**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Táto činnosť je jedna z najnáročnejších v celom procese, čo sa týka spotreby času. Operátor vloží switchbox na drôtenú konštrukciu a pripevní ho k nej. Oskenuje kód na sprievodke a tým potvrdí, že switchbox tam skutočne je. Postupne zapojí pumpu, zemniaci kábel, prietokomer, teplotné snímače a teplotný senzor do BUH. Následne operátor pripevní káble ku konštrukcii sťahovacími páskami a prebytočné konce odstrihne. Na jednu stranu jednotky primontuje gumové izolácie. Z druhej strany jednotky potom zapojí zvyšnú kabeláž do príslušných terminálov a primontuje druhú gumovú izoláciu.

Tento proces je náročný hlavne kvôli manipulácii s veľkým množstvom kabeláže v úzkom priestore danej jednotky. Takisto sa všetky vyššie zmienené činnosti nedajú robiť iba z jednej pozície - niektoré činnosti je nutné vykonávať z druhej strany jednotky.

Pri OEM modeloch sa montuje ešte K3M kit (viď kapitola 3.2.2 - Predpríprava SWBX). Takto prechádza jednotka do testovacej fázy.



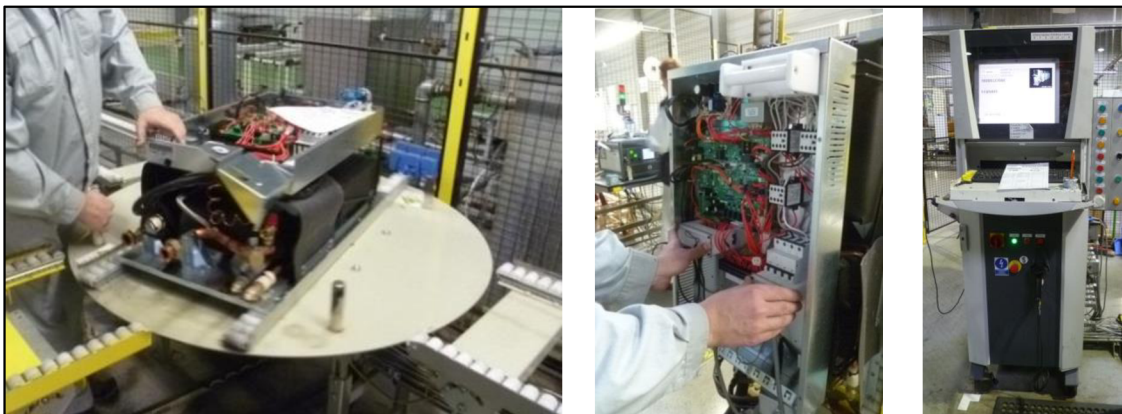
### 3.2.4 Skúšky

Táto skupina procesov je špecifická tým, že sa uskutočňuje v uzatvorenom priestore, kde majú prístup iba zamestnanci s príslušnou vyhláškou pre prácu s elektrickými zariadeniami.

V tejto fáze prejde tepelné čerpadlo dvoma skupinami skúšok. Prvou je tzv. **HVT test** (*High Voltage test - Test vysokým napätím*). Druhou je tzv. **running test**, kde sa simuluje reálna prevádzka tepelného čerpadla a sleduje sa či sú dosahované požadované hodnoty daných veličín.

Pomocou **HVT testu** overujeme, či je jednotka dobre uzemnená, a to za účelom ochrany pred úrazom elektrickým prúdom. V praxi teda overujeme, či sú všetky zemniace káble inštalované vo výrobnom procese správne zapojené a fungujú.

Testovací prístroj sa pomocou jedného káblu napojí na jednotku, druhý kábel sa zasa uchytí na kostru dopravníku. Operátor spustí test, ktorý vyšle do jednotky prúd vysokého napätia a overí, či je elektrina správne odvedená. Ak tester signalizuje, že jednotka sa chová správne, operátor odpojí od jednotky káble a predá ju na ďalší proces. Ak je test negatívny, operátor jednotku vyradí do tzv. *Hold* zóny, kde ju skontroluje oddelenie riadenia kvality (QC).



**Obrázok 32: Running test**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Druhým procesom je tzv. **running test**. Operátor prevezme jednotku, otočí ju na otočnom stole a posunie na testovacie miesto (obr. 32 vľavo). Na vstup a výstup vody v jednotke zapojí hadice vodného okruhu. Potom pomocou ovládacieho panelu vedľa testovacieho miesta zdvihne jednotku do zvislej polohy (obr. 32 v strede). Na jednotke zapne hlavný istič a pripojí príslušné konektory. Následne operátor oskenuje sprievodný



list a spustí test pomocou testovacieho prístroja (obr. 32 vpravo). Krok po kroku prebiehajú testy funkčnosti komponentov tepelného čerpadla. Na obrazovke prístroja sa objaví buď správa „OK“ pre úspešný test a NG pre neúspešný test. Úspešný test operátor potvrdí stiskom OK tlačidla, NG test zasa môže operátor znova opakovať. Ak je test opäť NG, jednotka je predaná oddeleniu kvality na kontrolu. Pri skúške tlakovaním, operátor vizuálne sleduje všetky šrúbované a lepené spoje pre možné úniky. Po úspešnom ukončení testov pracovník odpojí všetky konektory a hadice, jednotku prevedie do horizontálnej polohy, otočí na otočnom stole a presunie ju ďalej na proces balenia.

### 3.2.5 Balenie

Balenie jednotky prebieha v troch základných procesoch.

#### Príprava balenia



**Obrázok 33: Predpríprava balenia**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

V tomto procese sa pripravuje príslušenstvo a prevádzajú sa finálne úpravy pred konečným balením. Operátor si vychystá materiál prostredníctvom *pick-to-light* systému. Ten zabalí a uchytlí pomocou lepiacej pásky dovnútra jednotky (obr. 33 vľavo).

Osadí bočné panely a manometer (obr. 33 vpravo). V prípade jednotiek typu X ešte prevedie konečnú izoláciu, ktorá nemohla byť uskutočnená predtým kvôli testom. Následne pomocou manipulačného zariadenia a vhodného prípravku preniesie jednotku na pracovisko balenia.

#### Príprava krytu

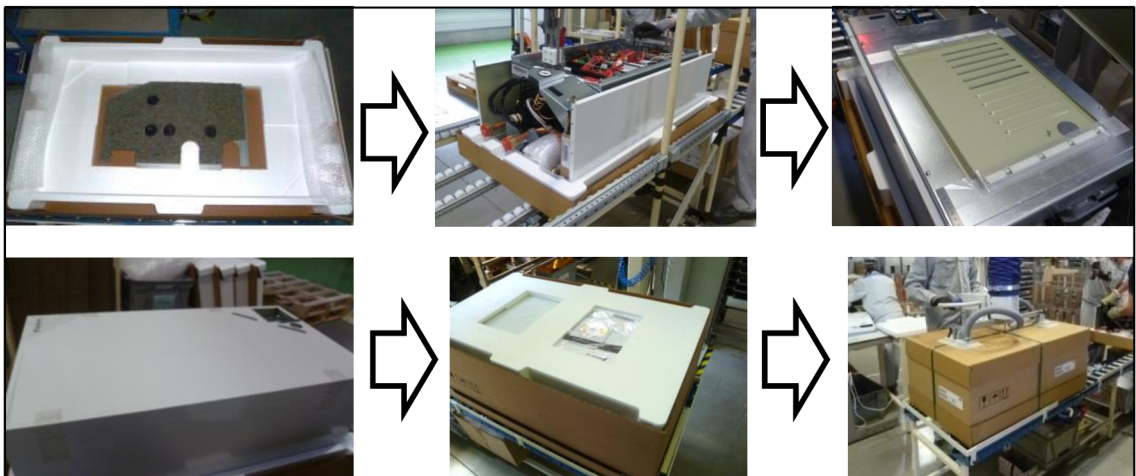


**Obrázok 34: Príprava krytu**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Operátor si vychystá materiál prostredníctvom *pick-to-light* systému. Na vrchný kryt pripevní plastové pánty a nalepí logo firmy. Pripraví ešte jeden podporný kryt, v prípade GQI modelov dva (obr. 34 vpravo). Vrchný kryt je takto pripravený (obr. 34 vľavo) pre proces balenia jednotky.

### Balenie

Operátor pripraví spodnú časť kartónového obalu. Vloží doň polystyrén, a podporné kryty z procesu prípravy krytu. Do kartónového obalu operátor vloží jednotku a prišrúbuje vrchný plech switchboxu. Na jednotku položí vrchný kryt s logom firmy a upevní ju k nej lepiacou páskou. Následne operátor vloží bočný kartón a naň vrchnú časť kartónového obalu. Na obal nalepí štítky s čiarovými kódmi a obviaže celý obal popruhmi. Následne celú zabalenú jednotku pomocou manipulačného zariadenia umiestni na príslušnú paletu. Paletu s hotovými jednotkami pracovník logistiky odvezie do skladu hotových výrobkov.



**Obrázok 35: Proces balenia**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### 3.3 Analýza layoutu

V tejto kapitole budú predstavené výrobné a skladové priestory linky hydrobox. Jednotlivé výrobné procesy popísané v prechádzajúcej kapitole potom budú zasadené do kontextu tohto výrobného layoutu. Cieľom je na základe analýzy vytipovať možné zlepšenia layoutu, ktorých realizácia bude overená prostredníctvom merania práce.

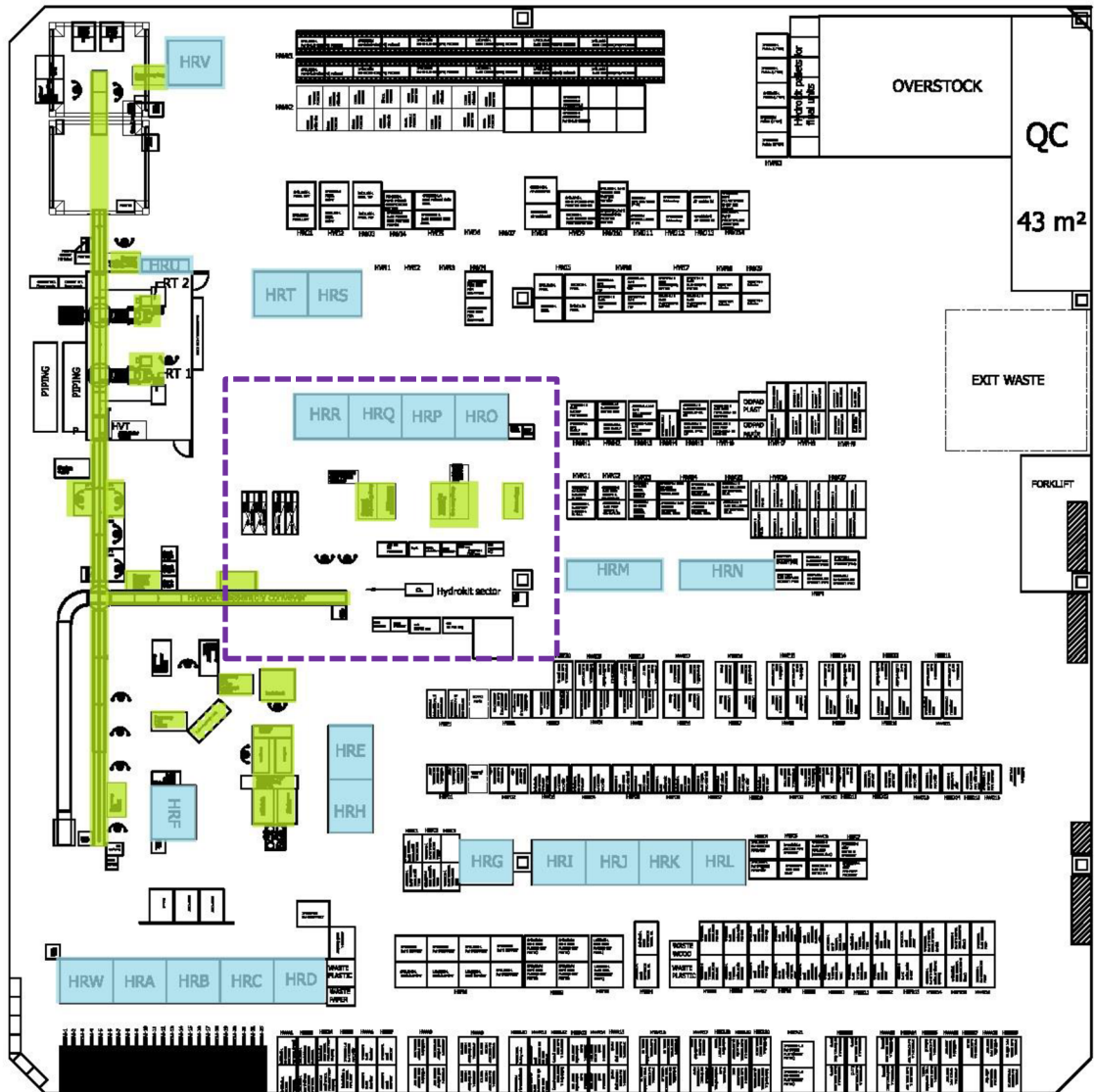
#### 3.3.1 Popis priestorov výrobnej haly

V prílohe IV je zobrazený kompletný layout výrobnej haly, kde sa nachádza linka pre výrobu tepelných čerpadiel (HB linka). Hydrobox zóna označuje priestor, kde sa nachádza samotná výrobná linka, ale aj jej skladové priestory. Tento vyhraničený priestor bude predmetom modifikácie, ostatné priestory v rámci zmeny layoutu musia zostať zachované.

Priestor v druhej polovici haly zaberá linka pre výrobu zásobníkov na teplú vodu (viď kapitola 2.3). Oba tieto priestory potom obkolesujú logistické cesty. Ako je vidno z prílohy jednou z nevýhod rozloženia týchto dvoch liniek je to, že z linky hydrobox je nutné prekonať značnú vzdialenosť k nákladnej rampe, kde sa priväža materiál pre výrobu a tiež odvážajú hotové výrobky.

Týmto sa dostávame k samotnému priestoru linky hydrobox. Ten sa skladá zo samotnej výrobnej linky a skladových priestorov. Skladové priestory majú podobu buď klasických skladových pozícií o veľkosti 800x1200 mm pre typizované europalety alebo valčekových spádových regálov umožňujúcich dodržanie FIFO (First in-First out) zásobovania pre materiál o menších rozmerov, ktorý sa nemusí skladovať na paletách.

Na obr. 36 je zelenou farbou označená výrobná linka a jednotlivé pracoviská na nej. Modrou farbou sú označené spomínané spádové regály. Niektoré sa nachádzajú priamo v blízkosti pracovísk a materiál z nich vychytávajú priamo operátori. Regály mimo linky sú skladové regály, ktoré obsluhujú pracovníci logistiky a materiál z nich dovážajú na linku. Zvyšné neoznačené pozície sú skladové pozície pre europalety. Každá pozícia znamená jednu europaletu, stohovanie paliet je však možné do miery, do akej to umožňuje technická špecifikácia daného materiálu.

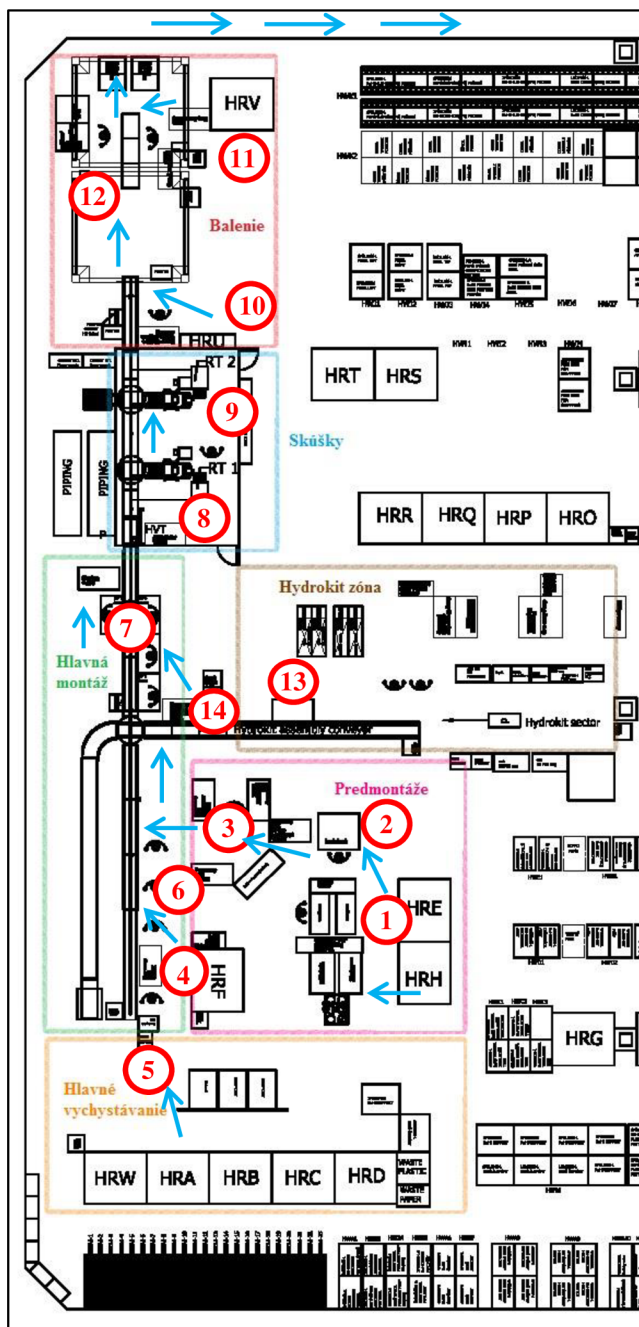


**Obrázok 36: Hydrobox zóna**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie/ Podnikové materiály)

Fialovou farbou je označená zóna pre výrobu druhého typu produktu na tejto linke a to hydrokit. Táto vetva linky nie je súčasťou analýzy merania práce, zmena layoutu sa však dotkne aj jej a preto bude v krátkosti priblížená aj jej funkcia.

### 3.3.2 Analýza linky hydrobox

V tejto časti budú predstavené najväčšie nedostatky v organizácii výrobných procesov, predstavených v kapitole 3.2, v kontexte layoutu linky. Analýza bude sprevádzaná príslušnými fotografiami a výkladom potrebným pre pochopenie dôvodov, ktoré vedú k nutnosti zmeny priestorového rozvrhnutia výroby.



**Obrázok 37: Hydrobox linka**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie/ Podnikové materiály)

Jednotlivé výrobné procesy budú analyzované rovnakou metodikou akou boli popísané v kapitole 3.2, to znamená predmontáž, hlavná montáž, skúšky a balenie. Procesy sú však vzájomne previazané a často dôjde k ich prelínaniu.

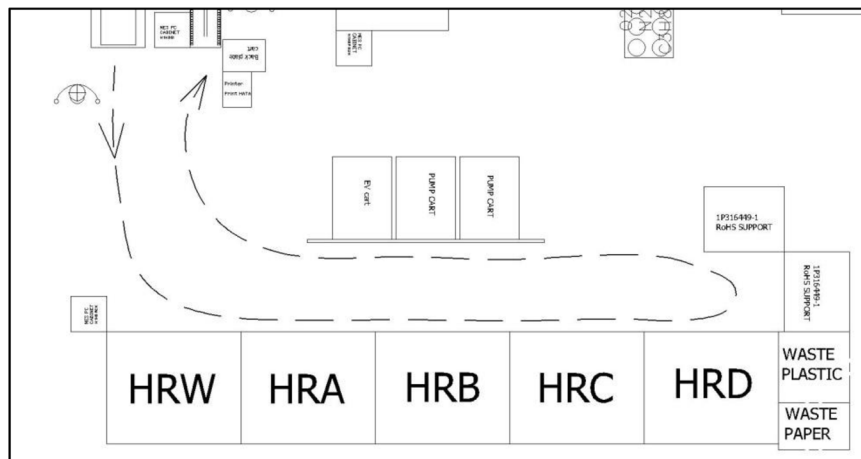
Na obr. 37 sú zobrazené jednotlivé zóny na linke a očíslované pracoviská nasledovne:

- 1) Spájkovanie PHE
- 2) Skúška únikov PHE
- 3) Izolácia PHE
- 4) Predmontáž BUH
- 5) Hlavné vychystávanie
- 6) Montáž BUH, PHE, WP, EV
- 7) Montáž SWBX
- 8) Test vysokým napätím HVT
- 9) Running test
- 10) Predpríprava balenia
- 11) Príprava krytu
- 12) Balenie
- 13) Lepenie
- 14) Predpríprava SWBX

Modré šípky označujú tok materiálu v rámci linky a previazanosť jednotlivých pracovísk.



## Hlavné vychystávanie



**Obrázok 39: Nadbytočný pohyb pri vychystávaní**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie/ Podnikové materiály)

Hlavné vychystávanie začína prevzatím vychystávacieho vozíka a potom pokračuje samotným vychystávaním z jednotlivých regálov. Pohyb operátora je naznačený na obr. 38 prerušovanou čiarou v smere šípok. Dokopy má táto trasa približne 25 metrov, z čoho prvých 5 metrov operátor strávi cestou s prázdnyim vozíkom k prvému regálu a ďalších 5 metrov prejde už s naplneným vozíkom od posledného regálu k začiatku linky. Celkovo sa touto trasou operátor od začiatku vzdáľuje od výrobnéj linky a následne sa k nej vracia späť, čo je z pohľadu štíhlej výroby plytvanie. Pri produkcii 62 ks denne to robí 1550 metrov na 1 zmenu.

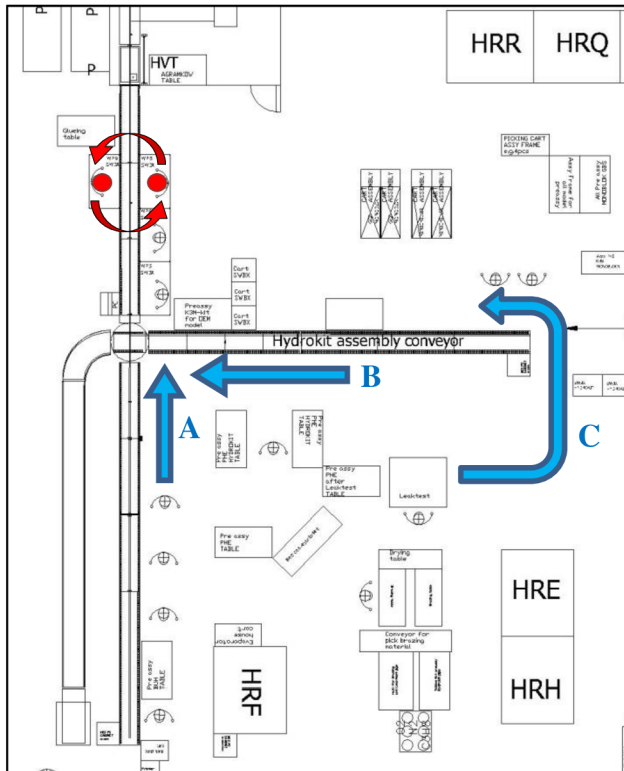
## Statický dopravník



**Obrázok 40: Statický dopravník**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Výrobná linka v súčasnosti musí byť flexibilná a pomerne ľahko prispôsobiteľná častým zmenám v množstve vyrábaných kusov ako aj zmenám v samotnom portfóliu výrobkov (zavádzanie nových modelov do výroby).

Hlavným problémom je v prípade tejto linky statický dopravník (obr. 40) kde sa uskutočňuje hlavná montáž.



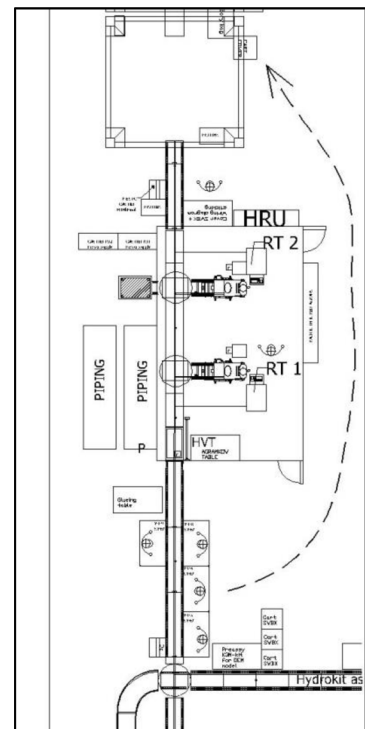
**Obrázok 41: Hlavná montáž - nadbytočný pohyb**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie/Podnikové materiály)

Oproti pracoviskám predprípravy, ktoré je pomerne jednoduché presúvať (prepojenie rozvodov elektriny a vzduchu) je tento dopravník, ktorý je kostrou celej linky, stály a veľmi ťažko modifikovateľný. V prvom rade je to problém v prípade, že by sa zvýšila výroba a bolo by potrebné zvýšiť počet operátorov na hlavnej montáži. Druhý viditeľnejší problém je hlavne v časti montáži switchboxu (obr. 41 - červená farba). Pri tomto procese je potrebné činnosti vykonávať z oboch strán jednotky. Kvôli dopravníku musia túto činnosť vykonávať min.

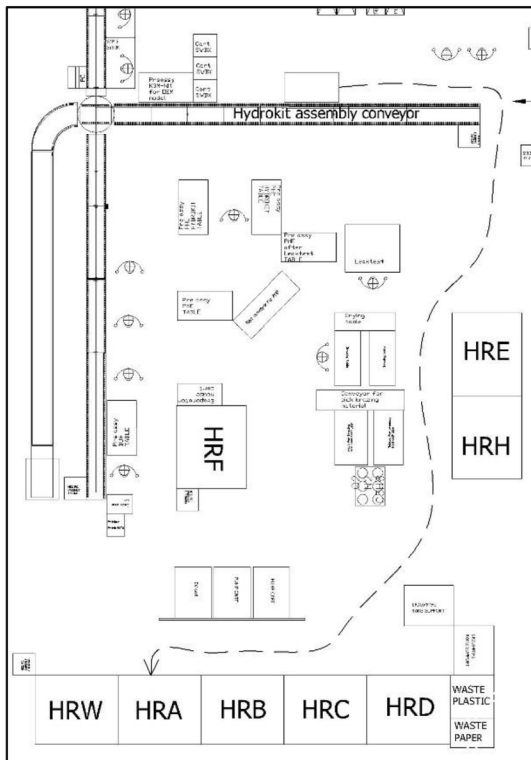
dvaja operátori z oboch strán (prechod cez dopravník nie je možný z dôvodov bezpečnosti a obísť dopravník by znamenalo obísť celú linku - 37 metrov).

Tiež je tu problém nadbytočného pohybu, kedy v prípade hlavnej montáže hydroboxu (A) ako aj hydrokitu (B) je nutné prejsť s jednotkou k otočnému stolu (A: 3m, B: 4m - obr. 41) a následne sa vrátiť späť na pracovisko. Väčšiu vzdialenosť je potom nutné prekonať pri prenose spájkovaného výmenníku (PHE) na pracovisko montáže hydrokitu (C: 11 metrov - obr. 41).

Obr. 42 ukazuje vzdialenosť nutnú prekonať pri prevoze vrchného plechu switchboxu, ktorý nemôže byť priamo namontovaný kvôli running testu. Plechy je nutné potom previesť na pracovisko balenia, čo činí 18 metrov.



**Obrázok 42: Plech switchboxu**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie/Podnikové materiály)



**Obrázok 43: Pracovisko lepenia**  
 (Zdroj: Vlastné spracovanie/ Podnikové materiály)

Ďalším problematickým miestom je pracovisko lepenia. V súčasnom layoute nebolo možné toto pracovisko presunúť k začiatku linky blízko hlavných vychystávacích regálov. Z tohto dôvodu, sa všetky lepené súčasti lepia v dávkach a následne sa celá dávka prenesie do príslušných regálov pre vychystávanie materiálu.

Vzdialenosť medzi pracoviskom lepenia a regálmi je 27 m (obr. 43 – prerušovaná čiara). Pracovisko obsluhuje pracovník skúšok (HVT, Running test), ktorý musí prejsť k pracovisku lepenia 10 m.



### 3.4 Meranie procesných časov

Na základe všetkých predchádzajúcich kapitol analytickej časti práce bol zostavený súbor činností, na ktoré sa zameriava meranie práce. Analýza prebieha metódou priameho merania spotreby času pomocou stopiek. Jednotlivé priemerné procesné časy pre výberové modely sú zobrazené v prílohe V.

#### 3.4.1 Určenie takt time

Aby bolo možné spracovať výsledky merania práce je potrebné určiť čas taktu danej linky, t.j. ako často má z linky vyjsť finálny produkt aby sme uspokojili požiadavky zákazníka.

$$T = \frac{F_{tv}}{Q}$$

$F_{tv}$  - využitelný časový fond zariadenia (linky) (v Nh či Nmin)

$Q$  - počet výrobkov, ktoré majú byť za dané obdobie na zariadení (linke) vyrobené

Tabuľka 7: Využitelný časový fond linky

Čas zmeny	510 min.
Zmennosť	1
Obedná prestávka	-35 min.
Prestávka začiatok + koniec zmeny	-25 min.
Platená prestávka 2x8min.	-16 min.
<b>Využitelný časový fond linky</b>	<b>434 min.</b>

(Zdroj: Vlastné spracovanie/ Podnikové materiály)

Z historický údajov firmy vyplýva, že počet kusov vyrábaných v rámci 1 zmeny sa pohybuje na 5 úrovniach a to **52 ks, 62 ks, 72 ks, 86 ks** alebo **90 ks**.

Takt time pre jednotlivé úrovne výroby bude teda nasledujúci:

$$T_{52ks} = \frac{434}{52} \doteq 8,35min. \doteq 500sek.$$

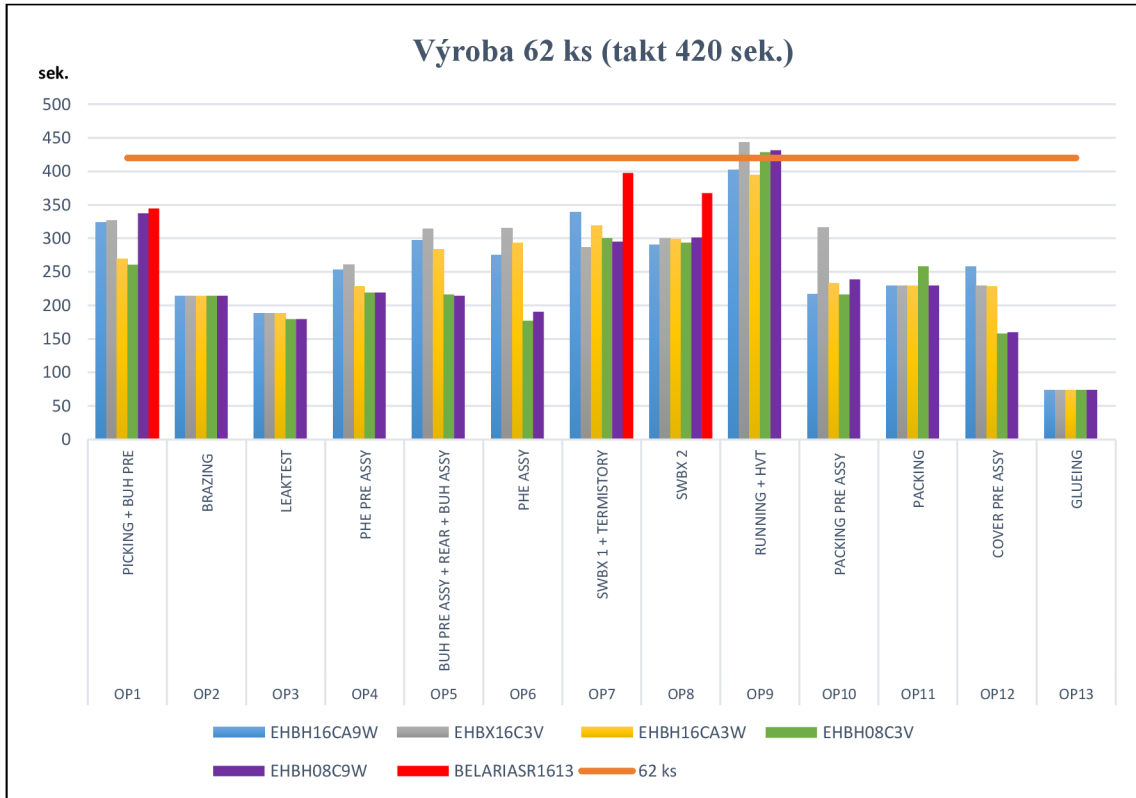
$$T_{62ks} = \frac{434}{62} = 7,00min. = 420sek.$$

$$T_{72ks} = \frac{434}{72} \doteq 6,03min. \doteq 362sek.$$

$$T_{86ks} = \frac{434}{86} \doteq 5,05min. \doteq 303sek.$$

$$T_{90ks} = \frac{434}{90} \doteq 4,83min. \doteq 289sek.$$

Na grafe 3 je možné vidieť skutočný stav výroby hydroboxov počas zberu dát. Tie boli zbierané pri úrovni výroby 62 ks za 1 zmenu. Počet operátorov bol 13. Je vidno, že procesy nie sú vyvážené a jednoznačne úzkym miestom je zóna pre testovanie jednotiek.



**Graf 3: Výroba 62 ks - skutočný stav**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Na základe týchto meraní, potom podľa návrhu nového layoutu bude zostavený nový line balance pre všetky úrovne výroby tak, aby jednotlivé procesy boli rovnomerne rozložené a pod časom taktu.

Neostane ale len pri samotnom vybalansovaní pre jednotlivé úrovne výroby. Na grafe 3 je možné napr. vidieť že na procese RUNNING + HVT pri modely EHBX16C3V je prekročený čas taktu. To znamená, že ak by sme celú zmenu vyrábali iba tento model (teda 62 ks), nestihli by sme všetkých 62 jednotiek otestovať. V praxi sa ale nikdy nezadáva do výroby iba jeden model, vždy je to mix niekoľkých modelov. Pokiaľ bude teda výrobný mix správne vyvážený, je ho možné vyrábať pod časom taktu aj keď niektoré modely budú samotné tento čas prekračovať. Z tohto dôvodu budú na základe historických dát vybrané tri reprezentatívne model mixy, pre ktoré bude vytvorený rozvrhovací systém.

### 3.5 Výber model mixov

V tejto kapitole bude analyzovaná výroba hydroboxov a budú vybrané 3 reprezentatívne model mixy pre tvorbu rozvrhovacieho systému.

Prehľad výroby bol vybraný za rok 2013 a prvú polovicu roka 2014, kedy sa vyrábala generácia súčasných modelov (tab. 8).

**Tabuľka 8: Výroba v rokoch 2013 -2014**

2013		2014	
Mesiac	Množstvo	Mesiac	Množstvo
Říjen	2277	Duben	2272
Září	2271	Březen	1941
Červenec	2267	Červen	1850
Listopad	2059	Květen	1798
Leden	1968	Únor	1642
Únor	1666	Leden	1537
Květen	1617	Červenec	-
Duben	1612	Srpen	-
Červen	1551	Září	-
Březen	1544	Říjen	-
Prosinec	1242	Listopad	-
Srpen	1238	Prosinec	-
	21312		11040

(Zdroj: Vlastné spracovanie/Podnikové materiály)

Ako reprezentatívne mesiace boli vybrané dva mesiace s najväčšou výrobou a potom naopak jeden mesiac s najnižšou výrobou, tak aby každý mohol byť použitý v korešpondujúcej situácii.

V ďalšom kroku bude podstatná kombinácia dvoch faktorov. Prvým je to, ktoré modely sa v jednotlivých dňoch daného mesiaca vyrábali, a v akom množstve. Druhým faktorom je počet modelov, ktoré sa v jednotlivé dni vyrábali tak, aby bol nájdený vypovedajúci počet.

V tab. 9 je možné vidieť najvyrábanejšie modely v jednotlivých mesiacoch. Princíp bude vysvetlený na mesiaci september. Model EHBH08C3V bol 8 dní v mesiaci najvyrábanejším modelom. Hneď za ním nasleduje model EHBH16C9W, ktorý bol najvyrábanejší 3 dni v mesiaci. U ostatných modelov to bolo 2 krát a menej. Ak sa

pozrieme na druhý najvyrobanejší model v jednotlivých dňoch, tak ním bol EHBH16C3V, ktorý na druhom mieste skončil 7 dní v danom mesiaci. Za ním nasledoval model EHBX16C3V, ktorý bol druhý najvyrobanejší model 5 dní v mesiaci.

V tab. 9 je tiež možné vidieť, že top modely z kapitoly 3.1 sa takisto objavujú aj ako najprodukovanejšie vo vybraných mesiacoch.

**Tabuľka 9: Najvyrobanejšie modely v jednotlivých mesiacoch**

Mesiac	Podľa počtu dní		Model	Počet dní/mesiac		Model	Počet dní/mesiac
Sep 2013	Najvyrobanejší model	1.	EHBH08C3V	8	2.	EHBH16C9W	3
	Druhý najvyrobanejší model	1.	EHBH16C3V	7	2.	EHBX16C3V	5
Okt 2013	Najvyrobanejší model	1.	EHBH08C3V	8	2.	EHBH16C9W	6
	Druhý najvyrobanejší model	1.	EHBX16C9W	5	2.	EHBH16C9W	3
Jan 2014	Najvyrobanejší model	1.	EHBH08C3V	7	2.	EHBH16C9W	6
	Druhý najvyrobanejší model	1.	EHBH16C9W	8	2.	EHBX16C9W	4

(Zdroj: Vlastné spracovanie/Podnikové materiály)

V tab. 10 je zasa možné vidieť vzostupne zoradený zoznam počtov modelov vyrobených v jednotlivé dni. Zelenou sú označené dni s najväčšou početnosťou.

**Tabuľka 10: Počet modelov podľa dní**

Počet modelov/deň		
Sep 2013	Oct 2013	Jan 2014
8	9	6
8	8	6
7	8	6
7	8	5
7	7	5
7	7	5
7	6	5
7	6	5
6	6	5
6	6	5
6	6	5
6	6	5
5	5	5
5	5	4
5	5	4
5	5	4
5	5	3
4	3	3
4	3	3
4	2	-
-	2	-
-	2	-

(Zdroj: Vlastné spracovanie/Podnikové materiály)

Následne sa pozrieme na zloženie modelov vyrábaných v týchto dňoch s najväčšou početnosťou. Vyberieme tie dni v ktorých zloženie najviac zodpovedá poradiam z tab. 9. Takto nakoniec dostaneme typické model mixy v jednotlivých mesiacoch (tab. 11).

**Tabuľka 11: Modely mixy**

Model mix 1			Model mix 2		
Model	Počet ks	Relatívne	Model	Počet ks	Relatívne
EHBH08C3V	38	0,44	EHBH16C9W	38	0,43
EHBH16C3V	28	0,32	EHBH08C3V	21	0,24
BELARIASR16I3	15	0,17	EHBX16C9W	23	0,26
EHBX16C3V	6	0,07	EHYHBH08AAV32	7	0,08
$\Sigma$	87	1		89	1

Model mix 3		
Model	Počet ks	Relatívne
EHBH08C3V	18	0,33
EHBH16C9W	17	0,31
BELARIASR16I4	12	0,22
EHBX16C9W	8	0,15
$\Sigma$	55	1

(Zdroj: Vlastné spracovanie/podnikové materiály)

### 3.6 Zhrnutie analytickej časti

V tejto kapitole boli postupne analyzované produkované modely, výrobné procesy a ich trvanie a priestorové rozvrhnutie linky. Na základe toho sú v tab. 12 uvedené hlavné výhody a nevýhody súčasného stavu z pohľadu riadenia výroby tepelných čerpadiel.

**Tabuľka 12: Hlavné výhody a nevýhody - súčasný stav**

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vychystávanie materiálu systémom pick-to-light</li><li>▪ Spätný dopravník pre picking boxy (zamedzuje plytvanie nadbytočným pohybom)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Široká škála vyrábaných modelov a ich rôznorodá časová náročnosť</li><li>▪ Neflexibilné postavenie linky z dôvodu statického dopravníku</li><li>▪ Znemožnená práca na jednotke z oboch strán</li><li>▪ Veľa nadbytočného pohybu v rámci linky</li><li>▪ Zlé rozloženie skladových regálov</li><li>▪ Nízka využiteľnosť skladových priestorov</li></ul>

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## 4 Návrhová časť

V tejto časti bude najprv predstavený nový layout výrobnéj linky, ktorý rieši nedostatky predstavené v analytickej časti. Po zoznámení sa z možnosťami, ktoré nový layout ponúka, bude na základe meraní navrhnutý nový line balance, ktorý čo najrovnomernejšie rozloží prácu na linke tak, aby bol splnený čas taktu. Konečným krokom bude vytvorenie rozvrhovacieho systému pre tri typické model mixy zadávané do výroby.

### Časová realizácia návrhov

Pre lepšiu predstavu je potrebné, pred samotnými návrhmi, predstaviť časový rámeček v ktorom je nutné realizovať všetky aktivity súvisiace so zmenou layoutu.

V prvom rade sa jedná o samotnú prípravu výkresovej dokumentácie a kalkuláciu skladových priestorov, naplánovanie rozvodov a objednanie príslušných pracovísk, vozíkov a náradia. Pred modifikáciou linky je nutné namerať procesné časy a vytvoriť line balance.

Všetky tieto aktivity je potrebné stihnúť do konca 30. týždňa. V 31. a 32. týždni je plánovaná celozávodná dovolenka, počas ktorej sa musí zmena layoutu stihnúť realizovať. V 33. týždni sa opäť spustí masová výroba, pri ktorej bude úzko asistovať oddelenie engineeringu a riešiť prípadné problémy a nedostatky.

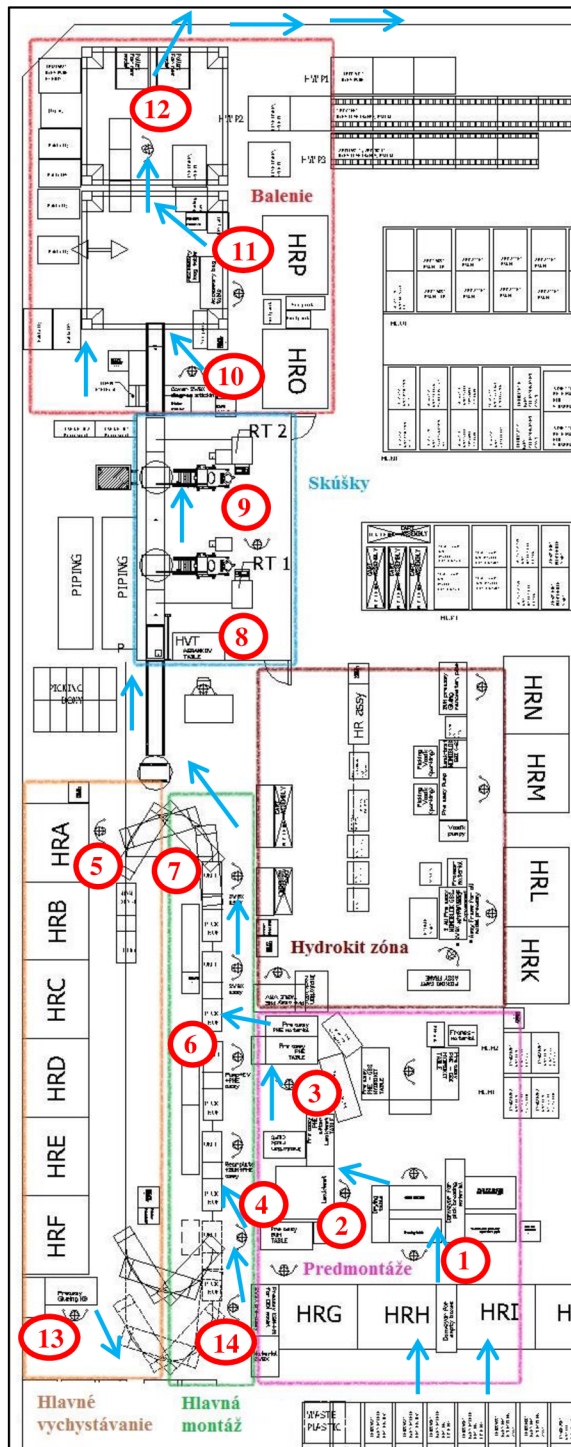
**Tabuľka 13: Časová realizácia návrhov**

Aktivita	2014 - týždne																													
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
Priprava layoutu - výkresová dokumentácia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kalkulácia skladových priestorov	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Návrh a objednanie pracovných stolov, prípravkov, náradia																														
Plánovanie rozvodov elektriky, plynu a vzduchu																														
Schválenie layoutu - rozhodnutie																														
Meranie procesných časov																														
Tvorba line balance pre nový layout																														
Fyzická zmena layoutu																														
Hromadná výroba s podporou engineeringu																														

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Návrh layoutu je spracovaný autorom tejto diplomovej práce v spolupráci s oddelením engineeringu v DDC. Autor dodal podklady z merania a analýzy práce, zúčastňoval sa porád a tiež spracoval zmenu layoutu balenia (4.1.2). Line balance (4.2) a rozvrhovací systém (4.3) je samostatným prínosom autora.

## 4.1 Návrh layoutu



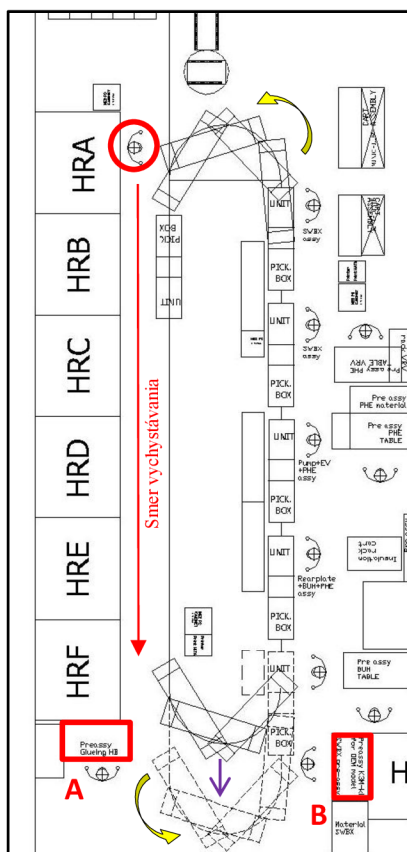
**Obrázok 44: Procesný tok – nový layout**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie/ Podnikové materiály)

Celkový návrh a porovnanie súčasného a budúceho stavu layoutu sa nachádza v prílohe VI. Detail výrobnjej linky a procesov v nej na obr. 44. Pri návrhu layoutu bolo nutné vychádzať z toho, že pracovisko, kde sa vykonávajú testy (HVT a Running test) sa nebude presúvať. Je to kritické miesto, kde je vybudovaný zložitý systém vodovodných potrubí a elektrické okruhy. Ich presun by bol mimoriadne náročný a finančne nákladný.

Obr. 44 zobrazuje nový procesný tok:

- 1) Spájkovanie PHE
- 2) Skúška únikov PHE
- 3) Izolácia PHE
- 4) Predmontáž BUH
- 5) Hlavné vychystávanie
- 6) Montáž BUH, PHE, WP, EV
- 7) Montáž SWBX
- 8) Test vysokým napätím HVT
- 9) Running test
- 10) Predpríprava balenia
- 11) Príprava krytu
- 12) Balenie
- 13) Lepenie
- 14) Predmontáž SWBX





**Obrázok 45: Zmena hlavnej montáže**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie/podnikové materiály)

#### 4.1.1 Zmena hlavnej montáže

Najväčšia zmena nastala na časti linky, kde sa vykonáva hlavná montáž. Ako bolo popísané v analytickej časti práce, najpálčivejším problémom je statický dopravník pre hlavnú montáž. Táto časť sa vyrieši spôsobom, ktorý je zobrazený schematicky na obr. 45 a už realizovaný stav v prílohe VII. Na podlahu sa nainštaluje koľajnica v tvare oblúku. Po koľajnici potom bude vedený vozík (príloha VII a VIII). Ten sa skladá z dvoch častí, kde v prvej polovici vozíku je umiestnený picking box pre vychystávanie materiálu a na polovici druhej sa bude montovať jednotka. Samotný vozík teda slúži ako montážne pracovisko.

**Prvou výhodou** tohto rozloženia je flexibilita linky – pridaním koľajníc a posunutím oblúka je možné linku kedykoľvek predĺžiť vo veľmi krátkom čase (obr. 45 – fialová šípka).

**Druhou výhodou** je možnosť presunutia najvzdialenejších pracovísk predprípravy k začiatku linky, a to *predpríprava switchboxu* (obr. 45 – B) a *lepenie* (obr. 45 – A). Výstup z pracovísk je možné odovzdať priamo na vychystávací vozík, ktorého konštrukcia umožnila presun týchto pracovísk (príloha VIII).

Tretou výhodou je možnosť pracovať na jednotke z oboch strán, čo znemožňoval statický dopravník v pôvodnom layoute. V prípade nedostatku kapacity, by teda mohol montáž switchboxu prevádzať aj jeden operátor (pozri 3.3.2 + obr. 41).

Sprehl'adni sa tiež hlavné vychystávanie. Operátor prevezme prázdny vozík po poslednej operácii na konci linky a tak ako sa bude presúvať opäť na začiatok linky, tak bude postupne vychystávať materiál z regálov HRA až HRF. Takéto rozloženie zjednoduší presun operátorov medzi pracoviskami v prípade ich nevyťaženia. Kombinácie rôznych možností presúvania budú predmetom nasledujúcej kapitoly.



#### 4.1.2 Zmena balenia

Podstatnú zmenu je možné vidieť na pracovisku balenia. Detailne je celá schéma zobrazená v prílohe IX. Došlo k nasledujúcim zmenám:

- Zlúčenie troch regálov do dvoch (HRU, HRV, HRT do HRV, HRT) (červená farba)
- Presun pracoviska prípravy vrchného krytu blízko k predpríprave balenia (zelená farba)
- Vytvorenie menších vychystávacích vozíkov pre bočné a v vrchné panely (žltá farba) – dovedy sa na pracovisko navážali celé palety, čo zaberalo veľa miesta. Vytvorený rozvrh v spolupráci s logistikou, ktorá tieto vozíky včas obmieňa, aby nedošlo k situácii, že na pracovisku nebude materiál (modrá farba)

Všetky tieto zmeny k sebe viac priblížili všetky tri pracoviská v rámci procesu balenia, čo opäť umožní výhodné presúvanie pracovníkov pri balansovaní linky.

#### 4.1.3 Úprava skladovacích priestorov

V layoute nastala celková reorganizácia zóny pre výrobu hydroboxov, čo sa dotklo aj skladovacích priestorov. Najviac priestoru sa ušetrilo práve v skladových priestoroch, ktorých racionalizáciu je možné vidieť v prílohe VI. V strede hydrobox zóny sa vytvorila centrálna dopravná cesta, ktorá umožní praktickejši prívoz a odvoz materiálu a odpadov pre linku. Došlo tiež k presunu zóny kontrol kvality a v spolupráci s plánovacím oddelením k zrušeniu miesta vyhradeného pre nadzásoby. Celkovo tak vzniklo 640 m<sup>2</sup> voľného miesta, podrobný prehľad sa nachádza v tab. 14.

Tabuľka 14: Úspora skladovacích priestorov

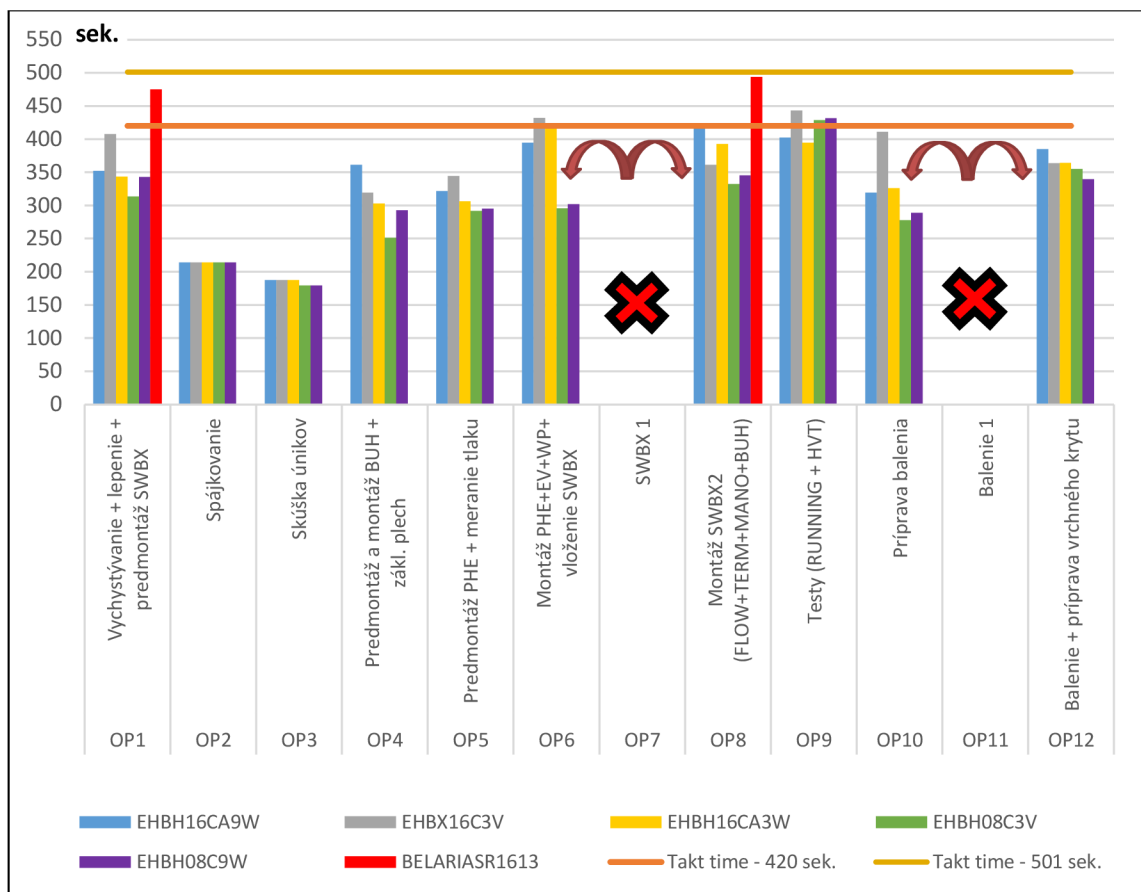
	Rozloha v m <sup>2</sup>			
	Starý layout	Nový layout	Rozdiel	
Výroba	594	461	133	22%
Sklad	1412	997	415	29%
Nadzásoby (overstock)	49	0	49	
Pracovisko QC	43	0	43	
<b>Voľné miesto</b>			<b>640</b>	

Zdroj: (Vlastné spracovanie/podnikové materiály)

## 4.2 Návrh line balance

### 4.2.1 Návrh výroby 52 a 62 ks/zmena

Pri tejto úrovni výroby je možné spojiť pozície hlavného vychystávania, lepenia a predmontáže switchboxu (OP1) vďaka novému rozmiestneniu layoutu. Na základe odstránenia statického dopravníku je takisto možné rozložiť činnosti montáže switchboxu z pôvodných dvoch operátorov na pozíciu OP6 a OP8. Meraním sa tiež ukázalo, že je možné rozložiť operácie, ktoré vykonávajú traja operátori medzi dvoch operátorov v čase taktu. Operácie spájkovania a skúšky únikov sú technologicky špecifické a zdieľané s výrobou hydrokitov, preto na tieto procesy nie sú prerozdeľované žiadne iné činnosti.



Graf 4: Simulácia výroby - 52 a 62 ks

Zdroj: Vlastné spracovanie

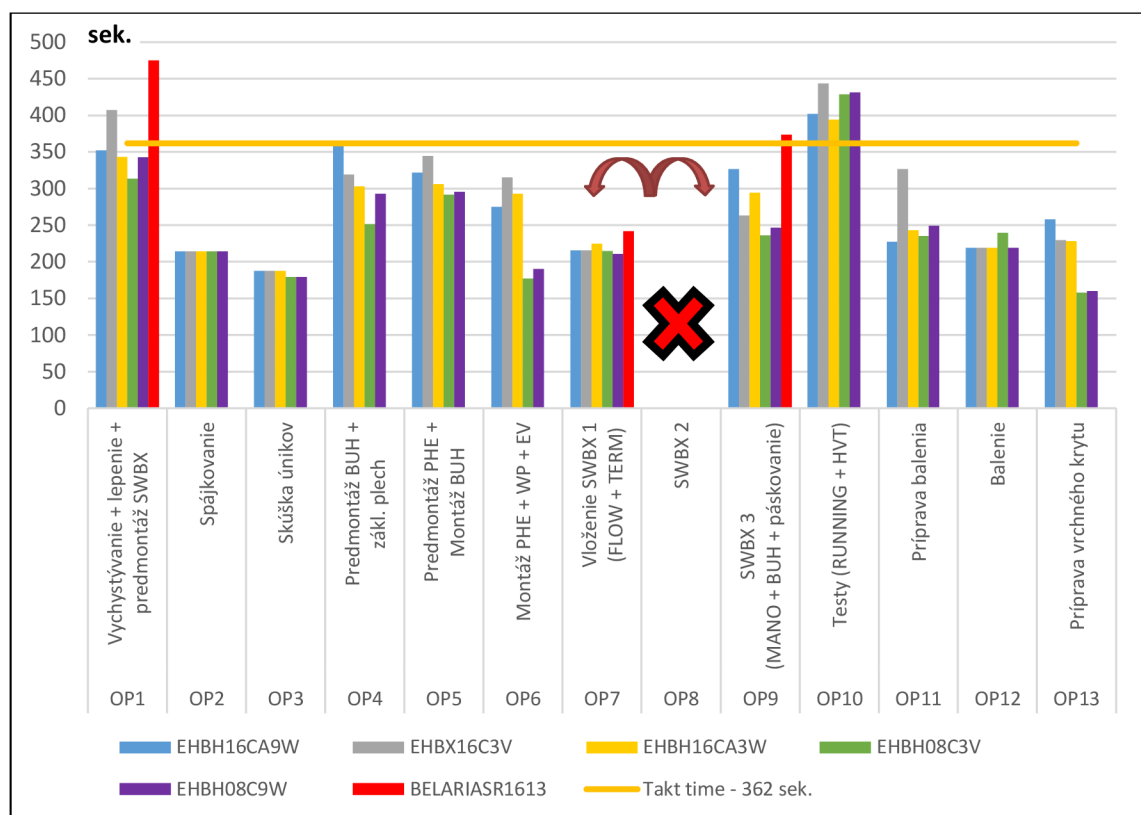
Pri úrovni výroby 52 ks je možné vidieť, že všetky činnosti sú kratšie ako je čas taktu - 501 sek. Pri úrovni 62 ks je už vidieť, že čas taktu 420 sek. prevyšuje model BELARIASR1613, ktorý je zobrazený na pozíciách, ktoré sú procesne časovo náročné -

predmontáž a montáž switchboxu. Na týchto pozíciách by požiadavka zákazníka nebola splnená iba v prípade, že celú zmenu by sa vyrábala zmiernený model. Vo firme sa však využíva vyrovnaná produkcia a denne sa vyrába niekoľko modelov v menších dávkach (viď 3.5). Preto by som takéto rozvrhnutie procesov odporúčal. Táto problematika bude vyriešená v kapitole 4.3 zvolením vhodného model mixu.

Celkovo je teda možné produkovať **52 a 62 kusov** hydroboxov pri **obsadení linky 10 operátormi**, čím môžeme **znižiť ich počet o 2**.

#### 4.2.2 Návrh výroby 72 ks/zmena

Pri tejto úrovni výroby ostane stále zachovaná prvá pozícia ako v predchádzajúcom prípade. OP4 sa bude striedať medzi predmontážou ohrievača a montážou základného plechu. OP5 zasa medzi predmontážou výmenníka a montážou ohrievača. Pri tejto úrovni výroby boli na montáži switchboxu vždy traja operátori (predmontáž, montáž z jednej strany, montáž z druhej strany). Vďaka zmene layoutu je teraz možné montovať switchbox v dvoch operátoroch, keďže predmontáž zostala zachovaná na prvej pozícii (OP1).

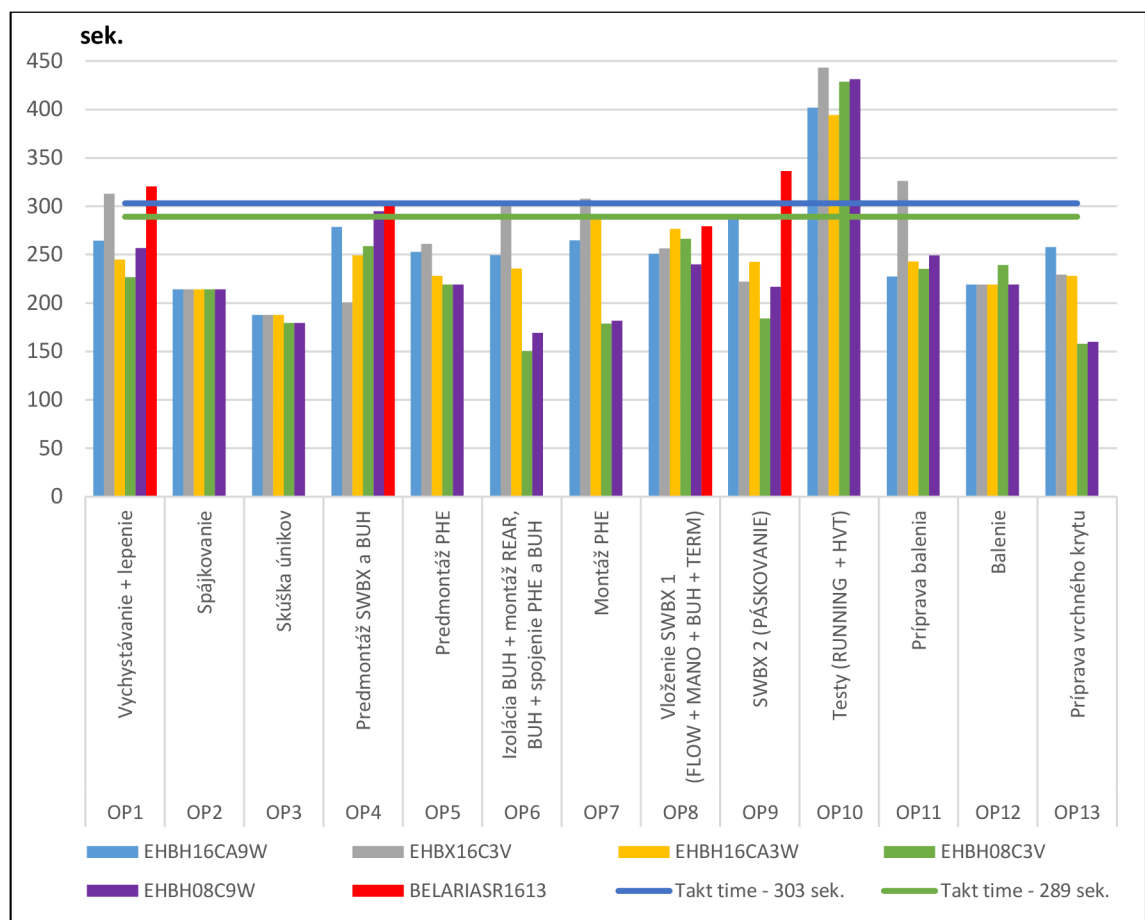


**Graf 5: Simulácia výroby - 72 ks**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Balenie už musí byť vykonávané v troch operátoroch. Testovanie (OP10) už prevyšuje čas taktu, čo však neznamená, že je nutné pridať ďalšieho operátora. Druhú testovaciu stanicu obsluhuje operátor primárne určený pre testovanie hydrokitov, ktorý v takomto prípade začne testovať aj hydroboxy. Hydrokitov sa totiž vyrába približne o dve tretiny menej ako hydroboxov, pričom časová náročnosť otestovania jednej jednotky je rovnaká.

Celkovo je teda možné produkovať **72 kusov** hydroboxov pri **obsadení linky 12 operátormi**, čím môžeme znížiť ich počet o 1.

#### 4.2.3 Návrh výroby 86 a 90 ks/zmena



**Graf 6: Simulácia výroby 86 a 90 ks**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Pri tomto množstve výroby už nie je možné vykonávať predmontáž switchboxu. Návrh počíta s vytvorením novej pozície (OP4), ktorý by vykonával predmontáž switchboxu a ohrievača. Na montáž switchboxu stále stačia dvaja operátori (OP8 a OP9), teda o jedného menej ako v pôvodnom stave. Na predpríprave však dôjde k vytvoreniu

vyššie zmienenej pozície predmontáže, takže celkový počet operátorov ostane v podstate rovnaký ako pri pôvodnej výrobe. Ako je zrejmé z grafu, výhodou tohto rozpoloženie je dobré vybalansovanie linky.

Celkovo je teda možné produkovať **86 a 90 kusov** hydroboxov pri **obsadení linky 13 operátormi**.

### 4.3 Návrh rozvrhovacieho systému

Na základe analýzy v kapitole 3.5 boli vybrané tri typické model mixy, pre ktoré je spracovaný rozvrhovací systém v tabuľkovom editore MS Excel. Ako príklad bude na nasledujúcich riadkoch popísaný prvý model mix, ktorý je celý zobrazený v prílohe X. Popísané budú jednotlivé časti prílohy, a to podľa súvislosti nasledovne:

- Tabuľka A + výber úrovne výroby
- Tabuľka B + Graf B
- Tabuľka C + Graf C

#### 4.3.1 Tabuľka A + výber úrovne výroby

Táto tabuľka zobrazuje v ľavej časti model mix, ktorý bol vybraný ešte počas analytickej časti v kapitole 3.5. V tomto prípade, je tabuľka doplnená o jednotlivé úrovne výroby v pravej časti. Podľa úrovne výroby je potom prepočítaný počet kusov z každého modelu. Napr. počet kusov modelu EHBH16C3V pri úrovni výroby 72 kusov vypočítame ako  $72 * 0,32183908 \doteq 23$ .

**Tabuľka 15: Model mix 1 - TABUĽKA A**

G4      fx      =D4\*\$G\$2

	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>TABUĽKA A</b>							
2	<b>Model mix 1</b>	<b>Ks</b>	<b>Ks relatívne</b>	<b>52</b>	<b>62</b>	<b>72</b>	<b>86</b>	<b>90</b>
3	EHBH08C3V	38	0,436781609	23	27	31	38	39
4	EHBH16C3V	28	0,32183908	17	20	23	28	29
5	BELARIASR16E	15	0,172413793	9	11	12	15	16
6	EHBX16C3V	6	0,068965517	4	4	5	6	6
7	<b>SUMA</b>	<b>87</b>	<b>1</b>	<b>52</b>	<b>62</b>	<b>72</b>	<b>86</b>	<b>90</b>

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

S touto tabuľkou súvisí aj tab. 16. Tá obsahuje rolovací zoznam, kde si užívateľ môže vybrať úroveň výroby. Výber úrovne výroby je v podstate jediná vec, ktorú musí

**Tabuľka 16: Výber úrovne výroby**

Množstvo výroby (ks)	72
	52
	62
	72
	86
	90

užívateľ sám zvoliť po tom čo si otvorí rozvrhovací systém. Následne sa podľa tabuľky A automaticky prepočítajú aj údaje v ostatných tabuľkách a tiež zmenia grafy.

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### 4.3.2 Tabuľka B + Graf B

Táto tabuľka obsahuje zoznam jednotlivých operátorov a činnosti, ktoré sa na danej pozícii vykonávajú. Nachádza sa tam 13 pozícií, čo je najvyšší počet operátorov, ktorý vyplynul z kapitoly 4.2. Ako bolo spomenuté, tabuľka sa automaticky aktualizuje podľa zvolenej úrovne výroby (tab. 17, bunka F13). V prípade nižšej produkcie, kedy je potrebný počet operátorov menší ako 13, ostanú nadbytočné riadky vyplnené nulou (tab. 17 - op. 13).

Tabuľka 17: Model mix 1 - TABUĽKA B

F13		f <sub>c</sub> =KDYŽ(\$L\$2=\$E\$2;'HB SIMULATION'!G99;(KDYŽ(\$L\$2=\$F\$2;'HB SIMULATION'!G113;(KDYŽ(\$L\$2=\$G\$2;'HB SIMULATION'!G129;(KDYŽ(\$L\$2=\$H\$2;'HB SIMULATION'!G148;(KDYŽ(\$L\$2=\$I\$2;'HB SIMULATION'!G170;''))))))))				
B	C	D	E	F	G	H
<b>TABUĽKA B</b>						
10	Operátor	72 ks - pracovné pozície	EHBH08C3V	EHBH16C3V	BELARIASR16I3	EHBX16C3V
11	1	PICKING + GLUE + SWBX PRE	313,5	343,2	475,1	407,4
12	2	BRAZING	214,2	214,2	214,2	214,2
13	3	LEAKTEST	179,4	187,7	187,7	187,7
14	4	BUH PRE ASSY + REAR	251,3	303	261,6	319
15	5	PHE PRE + BUH ASSY	291,6	306	386,2	344,3
16	6	PHE + PUMP + EV	177,2	292,8	299,6	315
17	7	SWBX 1	214,6	224,8	241,9	215,5
18	8	SWBX 2	235,9	294,3	374,7	263
19	9	RUNNING + HVT	428,7	394,3	389	443,3
20	10	PACKING PRE ASSY	235,3	243	317,1	326,3
21	11	PACKING	239,3	219	199,4	219
22	12	COVER PRE	158	228	223	229,3
23	13		0	0	0	0

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Graf B v prílohe X zobrazuje line balance pre zvolenú úroveň výroby. Je to grafické zobrazenie tabuľky B. Zobrazuje ešte aj čas taktu, kde vidíme, či daný proces kapacitne stíha požiadavku zákazníka. Tento graf je založený na rovnakom princípe ako grafy v kapitole 4.2. Jednotlivé stĺpce odzrkadľujú stav, ak by sa vyrábala iba ten daný model celú zmenu.

Preto boli vytvorené model mixy, ktoré odzrkadľujú zmiešanú výrobu rôznych modelov v rámci jednej zmeny. To je vyriešené prostredníctvom tabuľky C a grafu C.

### 4.3.3 Tabuľka C + Graf C

Táto tabuľka už obsahuje procesné časy, ktoré sú vynásobené počtom vyrábaných kusov daného modelu pre zvolenú úroveň výroby, čiže procesný čas z tabuľky B pre výrobu jedného kusu je vynásobený počtom vyrábaných kusov konkrétneho modelu.

Tabuľka 18: Model mix 1 - TABUĽKA C

M15		fx		=(KDYŽ(\$L\$2=\$E\$2;G15*\$E\$5;(KDYŽ(\$L\$2=\$F\$2;G15*\$F\$5;(KDYŽ(\$L\$2=\$G\$2;G15*\$G\$5;(KDYŽ(\$L\$2=\$H\$2;G15*\$H\$5;(KDYŽ(\$L\$2=\$I\$2;G15*\$I\$5;"")))))))))/60			
	K	L	M	N	O	P	Q
9	EHBH08C3V	EHBH16C3V	BELARIASR16I3	EHBX16C3V	Celkový čas procesu/zmena (min)	Dostupný čas/zmena (min)	Celkový vs. dostupný čas
10	Čas/model/zmena (min)	Čas/model/zmena (min)	Čas/model/zmena (min)	Čas/model/zmena (min)			
11	164,3172414	132,5462069	98,29655172	33,71586207	428,8758621	434	OK
12	112,2703448	82,72551724	44,31724138	17,72689655	257,04	434	OK
13	94,03034483	72,49103448	38,83448276	15,5337931	220,8896552	434	OK
14	131,7158621	117,0206897	54,12413793	26,4	329,2606897	434	OK
15	152,8386207	118,1793103	79,90344828	28,4937931	379,4151724	434	OK
16	92,87724138	113,0813793	61,9862069	26,06896552	294,0137931	434	OK
17	112,48	86,81931034	50,04827586	17,83448276	267,182069	434	OK
18	123,6441379	113,6606897	77,52413793	21,76551724	336,5944828	434	OK
19	224,697931	152,2813793	80,48275862	36,68689655	494,1489655	434	NOT OK
20	123,3296552	93,84827586	65,60689655	27,00413793	309,7889655	434	OK
21	125,4262069	84,57931034	41,25517241	18,12413793	269,3848276	434	OK
22	82,8137931	88,05517241	46,13793103	18,97655172	235,9834483	434	OK
23	0	0	0	0	0	434	OK

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Tieto časy sú sčítané v tab. 18 v stĺpci O. V stĺpci P sa nachádza celkový dostupný čas na zmenu, a to 434 minút. Ak je celkový čas procesu menší ako dostupný čas na zmenu, znamená to, že je možné zvolený počet kusov za danú zmenu vyrobiť. Ak celkový čas procesu vyšší, v stĺpci Q je zobrazená správa *NOT OK*. Znamená to, že daný proces už musí byť rozdelený medzi viac pozícií.

Táto tabuľka je vizuálne zobrazená v grafe C. Je to skladaný graf, ktorý ukazuje procesné časy zohľadňujúc daný modelový mix. V stĺpcoch je celkový procesný čas (tab. 18, stĺpec O) a horizontálna priamka predstavuje dostupný čas na zmenu (tab. 18, stĺpec P). V prípade, tab. 16, by to znamenalo, že stĺpec predstavujúci proces v riadku 19 by bol nad horizontálnou priamkou (*NOT OK*).

#### Zhrnutie

V prílohe X sa nachádza príklad rozvrhovacieho systému pre model mix 1 pre úroveň výroby 52 ks, v prílohe XI pre úroveň 90 ks, aby bol viditeľný rozdiel. Takýto rozvrhovací systém bude slúžiť pre supervizora výrobnéj linky, ktorý takto bude môcť s predstihom rozplánovať obsadenie operátorov podľa plánu výroby.



## 4.4 Zhodnotenie prínosov

Návrhy predstavené v tejto diplomovej práci je možné rozdeliť do troch skupín, ktoré medzi sebou úzko súvisia a spoločne vytvorili pridanú hodnotu. Prvý návrh sa týka zmeny priestorového rozloženia výrobnéj linky tepelných čerpadiel a jej skladových priestorov. V súvislosti s týmto návrhom bol na základe analýzy a merania práce vytvorený line balance pre nový layout linky. Posledným krokom bolo vytvorenie systému pre rozvrhovanie procesov a operátorov, ktorý bude slúžiť pre rozhodovanie supervízora linky.

### 4.4.1 Finančné zhodnotenie

Náklady na zmenu výrobnéj linky boli vyčíslené na **440 000 Kč**. Ich rozpad na jednotlivé položky sa nachádza v tab. 19:

Tabuľka 19: Investície na zmenu layoutu

Nákladová položka	Hodnota (Kč)
2x pracovný stôl na mieru	80 000
Náradie, spojky, balanséry	30 000
8x pracovný vozík na mieru	150 000
Materiál na rozvody (elektro, vzduch, plyn)	90 000
Koľaj pre hlavnú montáž (trať, zatáčka)	80 000
Iné (diely pre úpravu vozíkov, závažia)	10 000
<b>Suma</b>	<b>440 000</b>

Zdroj: Podnikové materiály

Návrhmi nového line balance je možné **ušetriť dvoch operátorov** pre úroveň výroby 52 a 62 ks/zmena a jedného operátora pre úroveň 72 ks/zmena oproti pôvodnému stavu. Na základe dát z predchádzajúceho roka väčšinu roka prevláda práve výroba na úrovni 62 ks/zmena. Celkové náklady na jedného operátora ročne predstavujú ročne **300 000 Kč**. Pri znížení počtu operátorov o dvoch vypočítame ekonomickú návratnosť investície nasledovne:

$$\text{Návratnosť investície} = \frac{440\,000}{600\,000} \doteq \mathbf{0,73 \text{ roka}}$$

#### 4.4.2 Ostatné prínosy

Okrem ekonomického zhodnotenie treba zmieniť aj ďalšie nefinančné prínosy. Jedná sa hlavne o:

- **Úsporu priestorov** - došlo k úspore výrobných priestorov o 22% a o zníženie skladovacích priestorov o 29%. Celkovo ostalo po zmene layoutu **voľných 640 m<sup>2</sup>**, ktoré je možné využiť na ďalšie účely (zvýšenie súčasnej kapacity, možnosť umiestnenia novej výroby a pod.).
- **Zvýšenie flexibility** - systém koľajníc, vozíkov a rýchlo meniteľného náradia umožňuje jednoduchú a flexibilnú zmenu hlavnej montáže linky v prípade zmeny vyrábaného množstva
- **Zvýšenie produktivity** - návrhom line balance pre nový layout je možné ušetriť dvoch operátorov do úrovne výroby 62 ks/zmena a jedného operátora pri výrobe 72 ks/zmena pri zachovanom výstupe výroby
- **Zjednodušenie rozhodovania** - navrhnutý systém rozvrhovania procesov a operátorov do výroby výrazne zjednoduší prácu supervízora linky, ktorý môže rýchlo a presne reagovať na zmeny vyrábaných produktov

## Záver

Cieľom tejto práce bolo navrhnuť systém pre rozvrhovanie výrobných procesov a pracovníkov na linke pre produkciu tepelných čerpadiel.

V teoretickej časti boli popísané aktuálne teoretické prístupy k riadeniu a rozvrhovaniu výroby, priestorovému usporiadaniu výroby a procesnému riadeniu.

Analytická časť pozostávala z troch dielčích častí. V prvej boli analyzované výrobkové modely, keďže na predmetnej linke sa vyrába množstvo variácií. To bolo nevyhnutné pre vytipovanie modelov, ktoré najviac vyťažujú výrobnú kapacitu. Ďalej boli preskúmané výrobné procesy, na základe čoho bola spracovaná procesná mapa pre ich lepši prehľad kvôli následnému meraniu práce. Priamym spôsobom merania boli zaznamenané procesné časy najdôležitejších modelov, čo umožnilo analyzovať súčasné vybalansovanie linky. Poslednou úlohou bolo vybranie troch reprezentatívnych model mixov, ktoré by slúžili pre vytvorenie rozvrhovacieho systému.

V návrhovej časti bol v prvom rade predstavený nový layout priestorov výrobné linky, na základe ktorého bolo možné efektívne navrhnuť nový balans linky pre rôzne úrovne výroby. Z toho potom vychádzal konečný návrh systému rozvrhovania výrobných procesov a operátorov pre vybrané model mixy.

Čo sa týka prínosov vyjadriteľných v číslach, tak na základe merania práce a vytvorenia nové balansu linky bolo zistené, že je možné znížiť počet operátorov na linke o dvoch. Návrh bol realizovaný a znamenal úsporu 600 000 Kč ročne a predstavuje návratnosť vynaloženej investície na zmenu linky 0,73 roka. Výrobný priestor sa podarilo zmenšiť o 22% a skladové priestory o 29%, čo vytvorilo novú voľnú plochu o rozlohe 640 m<sup>2</sup>, ktorú je možné využiť ďalej na rozšírenie výrobné kapacity, prípadne na rozbeh novej výroby.

Vytvorený systém pre rozvrhovanie výrobných procesov a pracovníkov na linke umožňuje supervízorovi jednoducho a pohotovo rozhodovať v prípade zmien vyrábaného množstva tak, aby bola v prvom rade uspokojená potreba zákazníka v požadovanom množstve, čase a kvalite. Nová linka je svojou stavbou oveľa flexibilnejšia a kedykoľvek pripravená reagovať na zvýšenie výroby svojou jednoduchou modifikáciou.

Navrhované zmeny boli v plnom rozsahu realizované a plnia efekty, ktoré sa od nich očakávali. Ako prípadný strategický námet na ďalšie zlepšovanie v rámci linky, autor práce navrhuje upraviť pracovisko testov, ktoré je úzkym miestom vo výrobnom procese, avšak jeho modifikácia by bola veľmi náročná kvôli vybudovanému systému vodovodných potrubí.

## Zoznam použitých zdrojov

- BAUER, M. a kol., 2012. *KAIZEN: Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2
- CARDA, A. – R. KUNSTOVÁ, 2001. *WORKFLOW – Řízení firemních procesů*. Praha: Grada Publishing. 136 s. ISBN 80-247-0200-2
- CHASE, Richard B. – J. Nicholas AQUILANO, 1995. *Production and operations management: Manufacturing and services*. 7th ed. Chicago: Irwin. 853 s. ISBN 0-256-14023-5
- ČAMBÁL, M. – V. CIBULKA, 2008. *Logistika výrobného podniku*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave. 198 s. ISBN 978-80-227-2904-8
- DAIKIN AC. Daikin Altherma. Daikinac.com [online]. ©2015 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <<http://www.daikinac.com/content/residential/whole-house/daikin-altherma/>>
- DAIKIN. Prečo tepelné čerpadlo? *Daikin.sk* [online]. ©2015 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <[http://www.daikin.sk/minisite/daikin\\_altherma\\_lt/preco-tepelne-cerpadlo/](http://www.daikin.sk/minisite/daikin_altherma_lt/preco-tepelne-cerpadlo/)>
- DDC - DAIKIN DEVICE CZECH REPUBLIC. *Politika integrovaného systému managementu*. Brno: Daikin Device Czech Republic, 2014 [online]. [cit. 2015-01-20]. Dostupné z: <[http://daikinbrno.cz/download/Politika\\_integrovaneho\\_systemu\\_managamentu.pdf](http://daikinbrno.cz/download/Politika_integrovaneho_systemu_managamentu.pdf)>
- DDC - DAIKIN DEVICE CZECH REPUBLIC. *Základní informace o společnosti Daikin Device Czech Republic (DDC)* [online]. ©2014 [cit. 2015-01-18]. Dostupné z: <[http://daikinbrno.cz/pages\\_cs/information.php](http://daikinbrno.cz/pages_cs/information.php)>
- DENV - DAIKIN EUROPE. *About us* [online]. ©2011 [cit. 2015-01-20]. Dostupné z: <<http://www.daikin.eu/corporate-home/about-daikin/index.jsp>>
- DLABAČ, J. – P. DEBNÁR, 2010. Štíhlé výrobní systémy - princip „Best of Best“. *Úspěch: Produktivita a inovace v souvislostech*. č. 1, s. 6. ISSN 1803-5183
- DLABAČ, J., 2012. Analýza a měření práce. *Úspěch: Produktivita a inovace v souvislostech*. č. 1, s. 11. ISSN 1803-5183

- DEBNÁR, P., 2009. Stream Manager - optimalizace produktové řady. *Úspěch: Produktivita a inovace v souvislostech*. č. 2, s. 6. ISSN 1803-5183
- GEORGE, I., D. ROWLANDS a B. KASTLE, 2005. *Co je Lean Six Sigma?*. Brno: SC&C Partner. 94s. ISBN 80-239-5172-6
- JUROVÁ, M. a kol, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks. 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9
- IMAI, M., 2004. *Kaizen: Metóda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press. 272 s. ISBN 80-251-0461-3
- Podnikové materiály společnosti Daikin Device Czech Republic
- Podnikové materiály společnosti Del Monte Foods
- KAVAN, M., 2002. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada Publishing. 424 s. ISBN 80-247-0199-5
- KENAIDAN. Integrated Management System (IMS). *Kenaidan.com* [online]. [cit. 2015-01-20]. Dostupné z: [http://www.kenaidan.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=13&Itemid=43](http://www.kenaidan.com/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=43)
- KEŘKOVSKÝ, M., 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck. 115 s. ISBN 80-7179-471-6
- KOŠTURIÁK, J. – Z. FROLÍK a kol., 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 240 s. ISBN 80-86851-38-9
- KOŠTURIÁK, J. – J. CHAL, 2008. *Inovace vaše konkurenční výhoda*. Brno: Computer Press. 164s. ISBN 978-80-251-1020-7
- KOVÁČ, J. - G. IŽARIKOVÁ, 2008. Projektovanie linkových štruktúr výrobných systémov. *Transfer inovácií*. č. 11, s. 243. ISSN 1337-7094
- MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI. *Verejný rejstřík a sbírka listin: Daikin Device Czech Republic s.r.o.*[online]. ©2012-2014 [cit. 2015-01-18]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=611048>
- ŘEPA, V., 2012. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada Publishing. 304 s. ISBN 978-80-247-4128-4

SIXTA, J. – V. MAČÁT, 2010. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: Computer Press. 318 s. ISBN 80-251-0573-3

SLACK, N., S. CHAMBERS a R. JOHNSTON, 2010. *Operations management*. 6th ed. Harlow, England: Financial Times Prentice Hall, 2010. 686 s. ISBN 978-0-273-73046-0

SVOZILOVÁ, A., 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing. 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0

ŠMÍDA, F., 2007. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada Publishing. 293 s. ISBN 978-80-247-1679-4

ŠOPOR, T., 2013. *Návrh štíhlých procesů ve výrobním podniku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská. 69 s. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc..

TOMEK, G. – V. VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby*. 2. rozšířené a doplnené vydání. Praha: Grada publishing. 408 s. ISBN 80-7169-955-1

TOMEK, G. – V. VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada publishing. 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5

UČEŇ, P., 2008. *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. Praha GRADA Publishing. 190s. ISBN 978-80-247-2472-0

WIKIA. Logo Daikin. *Logos.wikia.com* [online]. ©2014 [cit. 2015-01-18]. Dostupné z: <[http://logos.wikia.com/wiki/File:Logo\\_daikin.jpg](http://logos.wikia.com/wiki/File:Logo_daikin.jpg)>

ZELENKA, A. - M. KRÁL, 1995. *Projektování výrobních systémů*. Praha : Vydavatelství ČVUT. 365 s. ISBN 80-01-01302-2.

## Zoznam použitých skratiek

<b>Skratka</b>	<b>Anglicky</b>	<b>Slovensky</b>
DDC	Daikin Device Czech Republic, s.r.o.	-
DICz	Daikin Industries Czech, s.r.o.	-
DENV	Daikin Europe, N.V.	-
DIL	Daikin Industries, Ltd.	-
PHE	Plate Heat Exchanger	Doskový tepelný výmenník
BUH	Back-Up Heater	Záložný ohrievač
WP	Water Pump	Vodná pumpa
SWBX	Switch Box	Spínacia skrinka
IMS	Integrated Management System	Integ. systém manažérstva
ASSY	Assembly	Montáž
PRE-ASSY	Pre-Assembly	Predmontáž
HB	Hydrobox	Tepelné čerpadlo
HK	Hydrokit	-
PN	Part Number	Číselné označenie dielu
OEM	Original Equipment Manufacturer	Pôvodný výrobca zariadenia
HVT	High Voltage Test	Test vysokým napätím



## Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Vzťah riadenia výroby a logistiky .....	13
Obrázok 2: Štruktúra operatívneho riadenia výroby.....	21
Obrázok 3: Štruktúra spotreby času pracovníka v pracovnej zmene.....	24
Obrázok 4: Prístup k analýze výrobných kapacít .....	25
Obrázok 5: Takt time - situácia 1.....	27
Obrázok 6: Takt time - situácia 2.....	27
Obrázok 7: Takt time - situácia 3.....	28
Obrázok 8: Technologické usporiadanie pracovísk.....	31
Obrázok 9: Predmetné usporiadanie pracovísk .....	32
Obrázok 10: Bunkové usporiadanie výrobného procesu .....	33
Obrázok 11: Logo spoločnosti Daikin .....	39
Obrázok 12: DDC v Brne .....	39
Obrázok 13: Organizačná štruktúra spoločností DAIKIN v EMEA regióne .....	40
Obrázok 14: IMS .....	41
Obrázok 15: Organigram IMS .....	42
Obrázok 16: Organigram DDC.....	42
Obrázok 17: Daikin Altherma.....	43
Obrázok 18: Schéma fungovania tepelného čerpadla.....	44
Obrázok 19: Schéma hydroboxu.....	46
Obrázok 20: Pick-to-light systém .....	52
Obrázok 21: Predmontáž BUH.....	53
Obrázok 22: Spájkovanie PHE .....	53
Obrázok 23: Skúška únikov PHE .....	54
Obrázok 24: Izolácia PHE (Zdroj: Vlastné spracovanie) .....	54
Obrázok 25: Predpríprava riadiacej jednotky .....	55
Obrázok 26: Hlavné vychystávanie .....	55
Obrázok 27: Montáž zadného panelu a BUH.....	56
Obrázok 28: Montáž PHE.....	56
Obrázok 29: Montáž pumpy .....	56
Obrázok 30: Montáž EV .....	57
Obrázok 31: Montáž SWBX.....	57

Obrázok 32: Running test .....	58
Obrázok 33: Predpríprava balenia .....	59
Obrázok 34: Príprava krytu.....	59
Obrázok 35: Proces balenia .....	60
Obrázok 36: Hydrobox zóna.....	62
Obrázok 37: Hydrobox linka .....	63
Obrázok 38: Statický dopravník .....	63
Obrázok 39: Nadbytočný pohyb pri vychystávaní .....	64
Obrázok 40: Statický dopravník .....	64
Obrázok 41: Hlavná montáž - nadbytočný pohyb .....	65
Obrázok 42: Plech switchboxu .....	65
Obrázok 43: Pracovisko lepenia .....	66
Obrázok 44: Procesný tok – nový layout.....	73
Obrázok 45: Zmena hlavnej montáže .....	74

## Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Odvodzovanie cieľov .....	18
Tabuľka 2: Výrobné stratégie .....	19
Tabuľka 3: Výhody a nevýhody technologického usporiadania .....	31
Tabuľka 4: Výhody a nevýhody predmetného usporiadania .....	32
Tabuľka 5: Množstvo vyrobených kusov v reprezentatívnom mesiaci podľa modelov .....	49
Tabuľka 6: Vyrábané množstvá vs. procesné časy .....	49
Tabuľka 7: Využitelný časový fond linky .....	67
Tabuľka 8: Výroba v rokoch 2013 -2014 .....	69
Tabuľka 9: Najvyrábanejšie modely v jednotlivých mesiacoch .....	70
Tabuľka 10: Počet modelov podľa dní .....	70
Tabuľka 11: Modely mixy .....	70
Tabuľka 12: Hlavné výhody a nevýhody - súčasný stav .....	71
Tabuľka 13: Časová realizácia návrhov.....	72
Tabuľka 14: Úspora skladovacích priestorov .....	75
Tabuľka 15: Model mix 1 - TABUĽKA A.....	80
Tabuľka 16: Výber úrovne výroby .....	80
Tabuľka 17: Model mix 1 - TABUĽKA B.....	81
Tabuľka 18: Model mix 1 - TABUĽKA C .....	82
Tabuľka 19: Investície na zmenu layoutu.....	83

## Zoznam grafov

Graf 1: Vážená denná priemerná produkcia .....	50
Graf 2: Vážená denná priemerná produkcia kumulatívne .....	51
Graf 3: Výroba 62 ks - skutočný stav .....	68
Graf 4: Simulácia výroby - 52 a 62 ks .....	76
Graf 5: Simulácia výroby - 72 ks.....	77
Graf 6: Simulácia výroby 86 a 90 ks .....	78

## **Zoznam príloh**

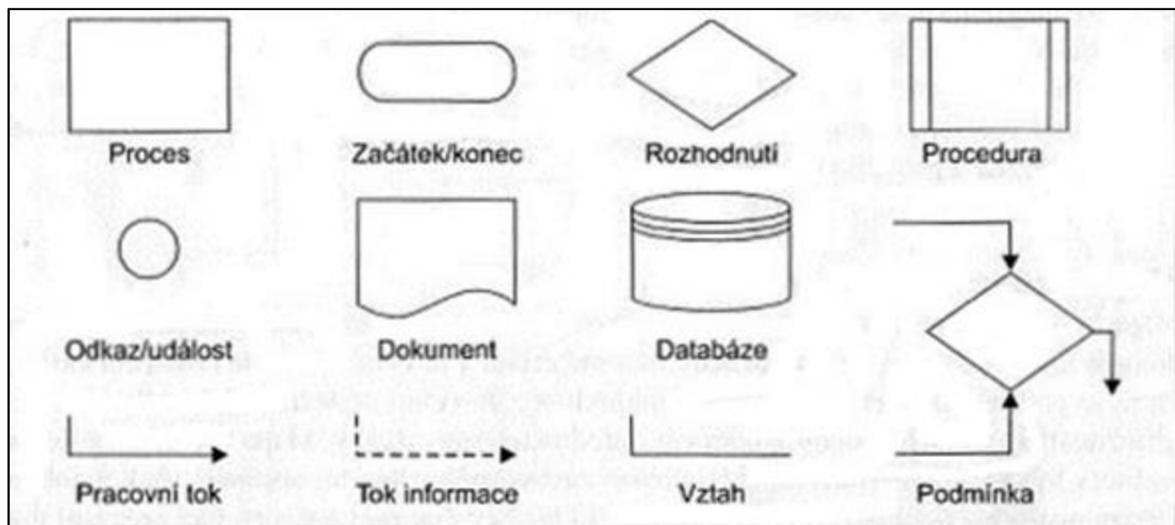
- Príloha I: Štruktúra vyrábaných modelov
- Príloha II: Znaký BPMN
- Príloha III: Procesný diagram
- Príloha IV: Layout DDC 2 - súčasný stav
- Príloha V: Meranie procesných časov
- Príloha VI: Porovnanie súčasného a budúceho stavu
- Príloha VII: Zmena hlavnej montáže – nový layout
- Príloha VIII: Vychystávací vozík – nový layout
- Príloha IX: Zmena balenia
- Príloha X: Úroveň výroby 52 ks/zmena
- Príloha XI: Úroveň výroby 90 ks/zmena

## Príloha I: Štruktúra vyrábaných modelov

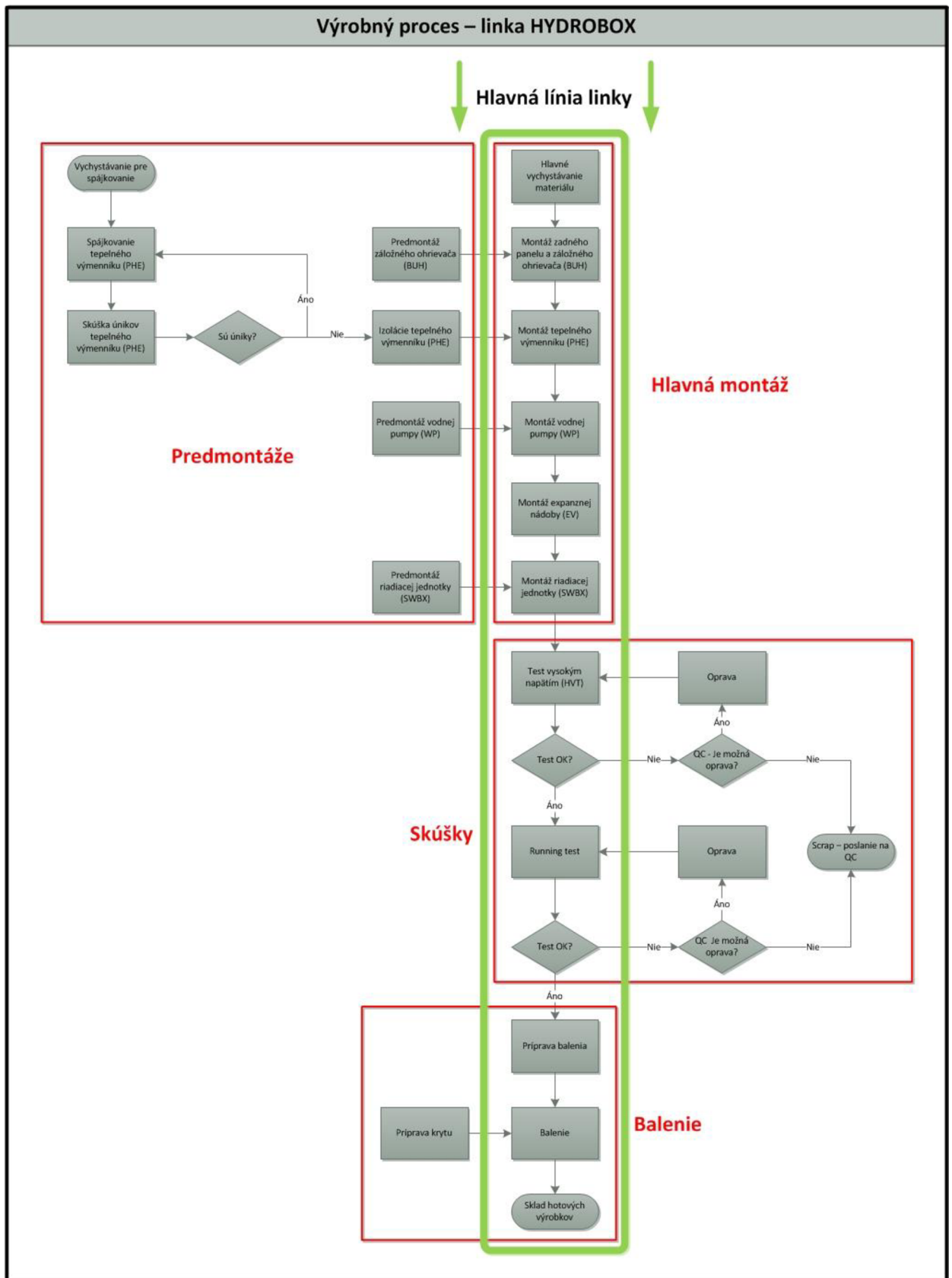
Popis jednotlivých modelov sa nachádza v podkapitole 3.1.1.

Heating system	Model structure	GBS / GQI	Type H / X	Europe market category	PN	
<b>H Y D R O B O X</b>	<b>L T W M</b>	<b>GBS</b>	heating only	daikin	EHBH04C3V	1
				daikin	EHBH08C3V	2
				daikin	EHBH08C9W	3
				rotex	RHBH04CA3V	4
				rotex	RHBH08CA9W	5
			reversible	hoval	BELARIASR04I3	6
				hoval	BELARIASR08I3	7
				daikin	EHBX04C3V	8
				daikin	EHBX08C3V	9
				daikin	EHBX08C9W	10
				rotex	RHBX04CA3V	11
			rotex	RHBX08CA9W	12	
		<b>GQI</b>	heating only	daikin	EHBH16C3V	13
				daikin	EHBH16C9W	14
				rotex	RHBH16CA9W	15
			reversible	hoval	BELARIASR16I3	16
				daikin	EHBX16C3V	17
				daikin	EHBX16C9W	18
	rotex			RHBX16CA9W	19	
	<b>VRV</b>		daikin	HXY080A	20	
			daikin	HXY125A	21	
	<b>H Y B R I D</b>	<b>GBS</b>	heating only	daikin	EHYHBH05AV3	22
				daikin	EHYHBH08AV3	23
				daikin	EHYHBH05AV32	24
				daikin	EHYHBH08AV32	25
				rotex	RHYHBH05AAV3	26
				rotex	RHYHBH08AAV3	27
			reversible	daikin	EHYHBX08AV3	28
				rotex	RHYHBX08AAV3	29
<b>H Y D R O K I T</b>	<b>CHILLER</b>		GBS	minichiller	2PW71850-1 E	30
			GBS	minichiller	2PW71850-2 E	31
			GQI	minichiller	2PW59308-1 A	32
			GQI	minichiller	2PW59308-2 A	33
	<b>MONOBLOCK</b>	GBS	monoblock	2PW61545-1 M	34	
		GQI	standard	2PW55841-13 H	35	
		GQI	standard	2PW55841-14 H	36	
		GQI	nordic	2PW55841-15 H	37	
		GQI	nordic	2PW55841-16 H	38	

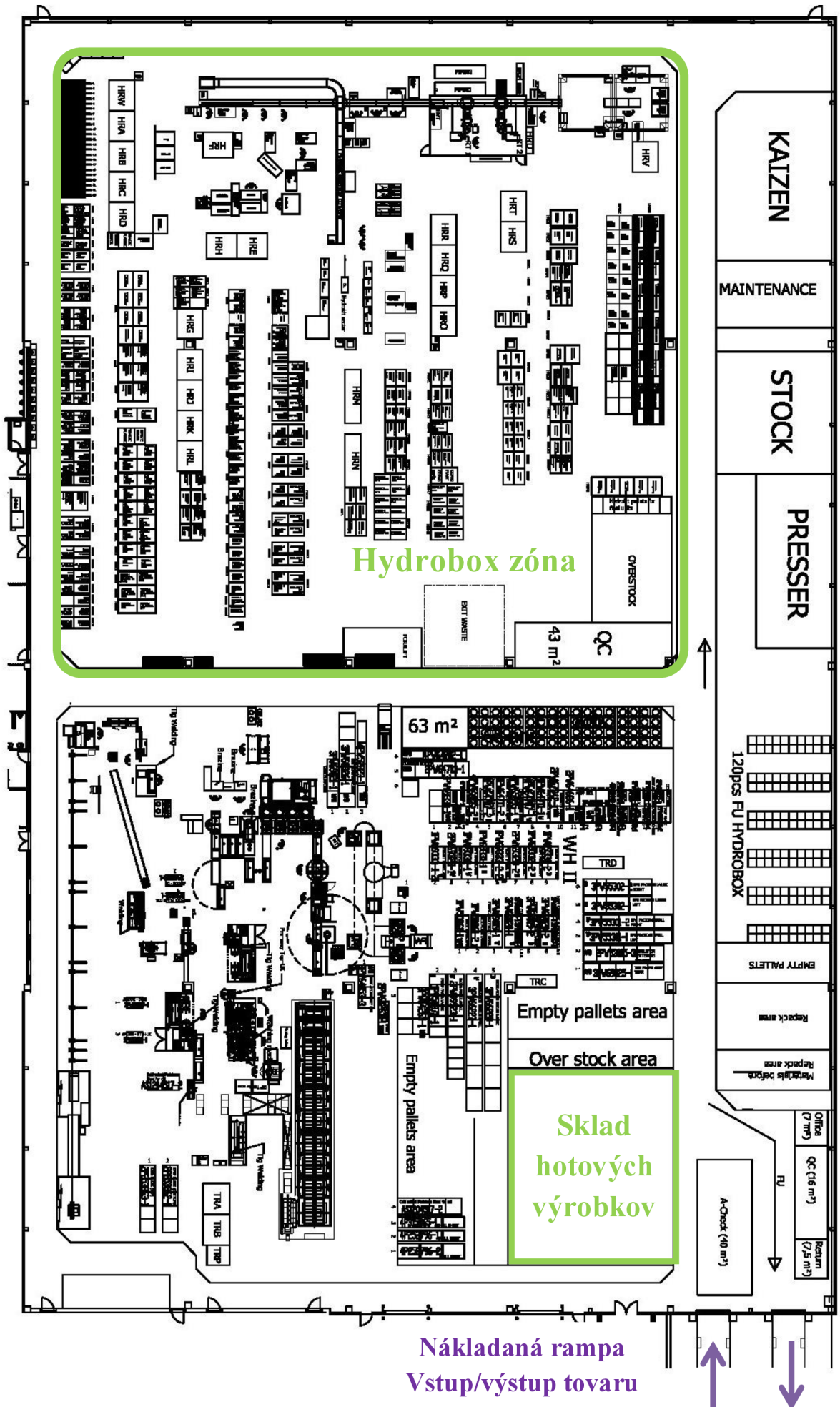
## Príloha II: Znaky BPMN



# Príloha III: Procesný diagram



# Príloha IV: Layout DDC 2 - súčasný stav

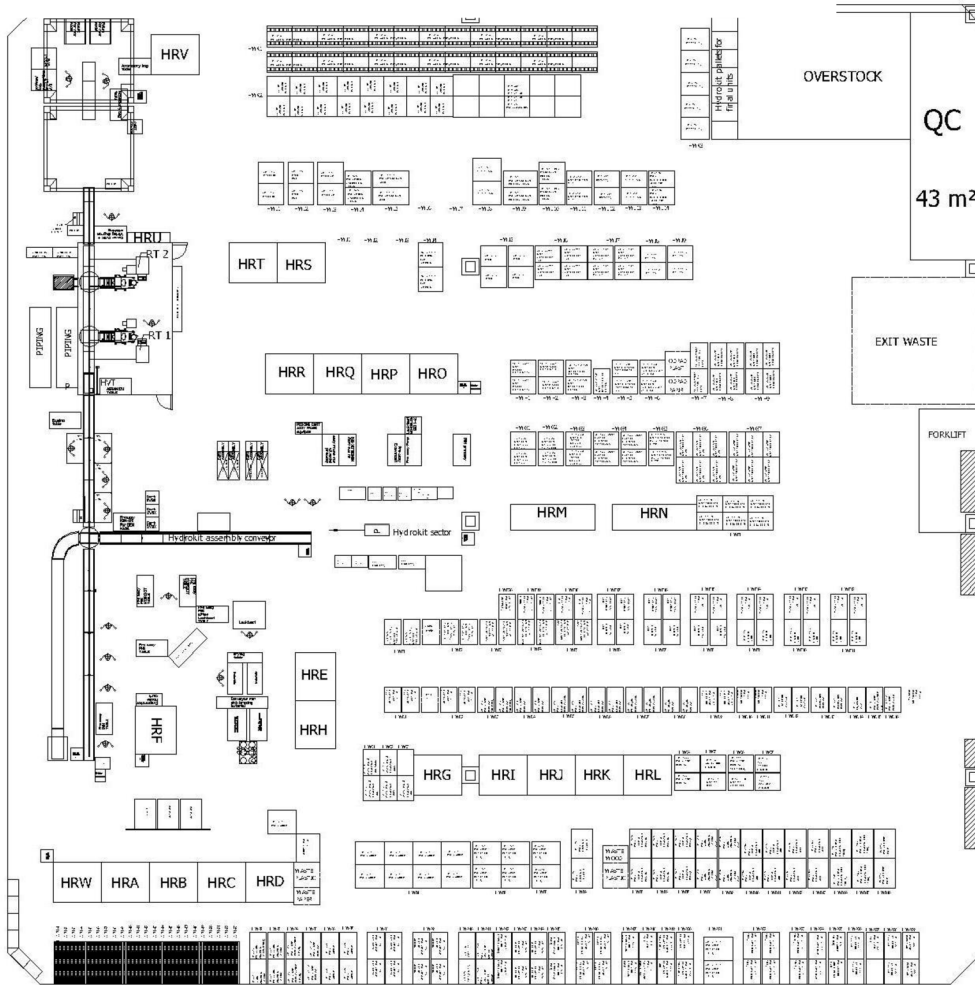




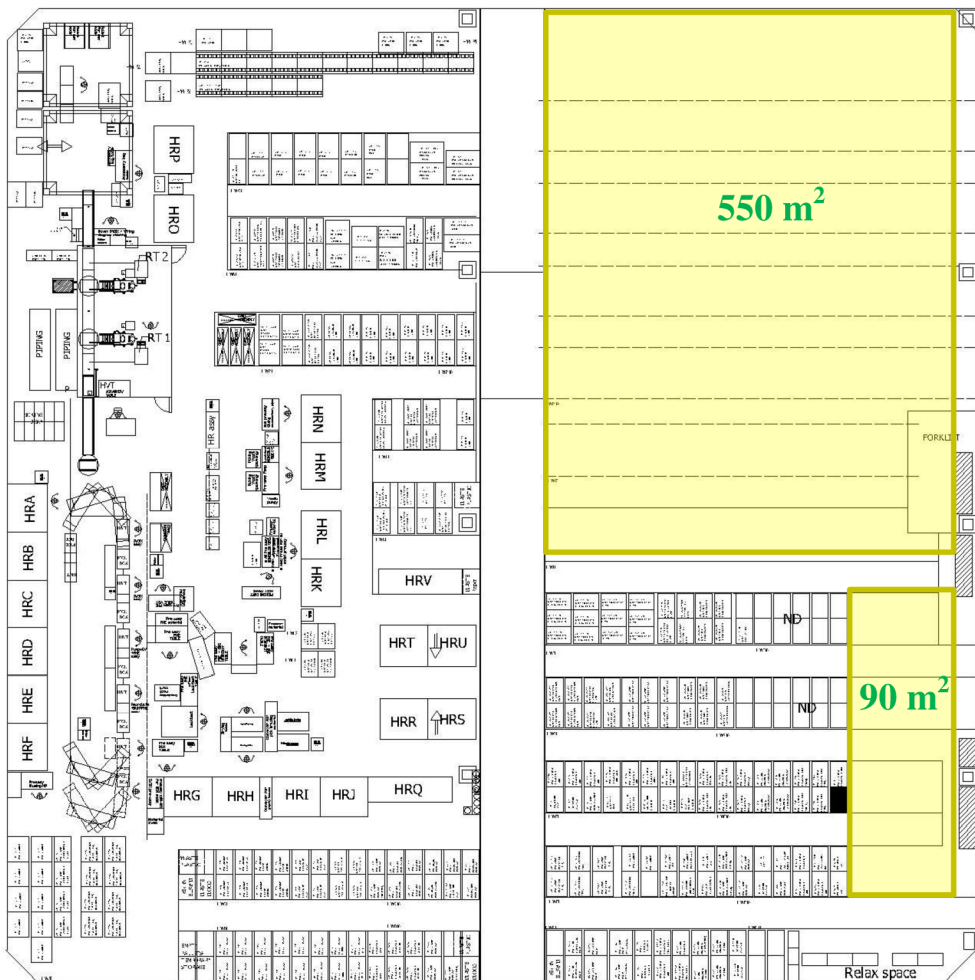
## Príloha V: Meranie procesných časov

Proces	Činnosti	Modely (čas v sek.)					
		EBHH16CA9W	EBHX16C3V	EBHH16CA3W	EBHH08C3V	EBHH08C9W	BEIARIASR1613
PICKING	prevzatie vozika	8,7	9,2	8	9	15,3	7,3
	picking	151	198,4	132,7	116	131,7	202
	HATA + overovací sken	14,7	18	16,7	16	18,3	14,3
	rear plate+pick box	11	10,6	11	9,3	14,3	15,7
	odvoz vozika	5	3	2,7	2,7	3,3	7,3
BRAZING	pickovanie	60	60	60	60	60	
	označovanie výmeníkov	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	
	lepenie závitov	17,3	17,3	17,3	17,3	17,3	
	vloženie do prípravku	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	
	pájení	107,3	107,3	107,3	107,3	107,3	
	príprava matky + pružiny	8,3	8,3	8,3	0	0	
LEAKTEST	uchytenie do prípravku + kaplery	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	
	test	12	12	12	12	12	
	vizuálna kontrola	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	
	test	54,7	54,7	54,7	54,7	54,7	
	vyndanie na PHE PRE table	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	
	kaplery	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
	ofúkanie	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	
		252,7	261	228	219	219	
BUH PRE ASSY	picking súčiastok z regálu	28,3	23,8	21	23	30,8	
	vtlačenie matky	37,3	28,5	22	28,3	43	
	montáž water pipe out	67,3	35,5	54,7	56,3	80,8	
	montáž water pipe + páskovanie	57,7	18,5	53	64,3	54	
	izolácia	43,7	109,8	42	37,7	39,3	
REAR PLATE ASSY	šnúbovanie	19,7	17,3	17	18	20,5	
	príprava nitov	49,7	29,3	31,7	0	0	
	nitovanie	11,3	11,3	14,3	0	0	
	upevnenie supportov	38,7	34,7	35	23,7	24,3	
	lepenie	7,3	10,3	12,3	0	0	
BUH ASSY	upevnenie a prichytení BUH	35,7	42,3	37,7	39,3	36	
	meranie tlaku + káble	33,3	41	40,3	33,3	40,3	
PHE ASSY	uloženie PHE	12,7	11,7	13,3	19,3	17	
	montáž trubky + spojenie s BUH	30,7	36,7	32,3	12,3	32	
	montáž PHE k rear + páskovanie	40,3	81,3	45	49	43,7	
	predmontáž WP (+jej izolácia)	93	90,3	101,3	0	0	
	montáž WP k supportom	27	30,3	32,3	48	48	
	vloženie EV + káble	46,7	41,7	48,3	30,3	29,3	
	prískrutkovanie EV	24,3	23	20,3	18,3	20,3	
SWBX	SWBX preassy	49,7	49,7	60	49,7	50,3	39,7
	insert + scan	29,3	26,3	27,7	20,3	24,7	26,7
	2 zapojenie pumpy+uzemnenie	57,3	59,1	58,9	57,9	59,3	72,4
	3 zapojenie flowsensory + termistory	59,1	61	60,8	59,7	61,2	74,7
	4 tyčinka do BUH	36,3	37,4	37,3	36,6	37,6	45,8
	5 páskovanie	110,6	114,1	113,7	111,8	114,6	139,8
	6 gumová izolácia	27,3	28,2	28,1	0	0	34,5
	1 swbx+ ev support assy	33,3	31,7	40,1	40,1	27,7	22,3
	7 opáskovanie BUH kabeláže	45,2	33	41,7	41,8	37,5	52,3
	8 manometr	35,5	41	51,8	51,9	29,5	37,3
	9 zapojenie kabeláže	78,1	24	30,3	30,4	64,8	82
	10 gumová izolace	29,8	22,7	28,7	0	0	27,7
	prípadanie kabelov	222	165,3	192,7	193	184,3	216
	páskovanie	290,7	299,7	298,7	293,7	301	367,3
HVT		36,3	30,3	30	31	29	
RUNNING	presun z linky + zapojenie	51,7	53,3	65,3	75	85	
	test (operátor čaká)	266,3	319	255	270,7	264,7	
	odpojenie + presun z linky	47,7	40,7	44	52	52,7	
PACKING PRE ASSY	final izolácia	0	84	0	0	0	
	picking + zabalenie príslušenstva	86,7	88,5	91,3	89	88	
	prichytenie príslušenstva	0	0	0	0	0	
	osadenie bokov + príšrubovanie	70	82,3	75	72	84	
	manipulácie jednotky na packing	35,7	36,5	41,7	41,3	42	
PACKING	príprava bottom krabice	24,7	24,7	24,7	14	24,7	
	vychystanie bottom	10,3	10,3	10,3	19	10,3	
	sken + príslušenstvo	28	28	28	31	28	
	príšrubovanie SWBX + cover	84	84	84	91,3	84	
	dosadenie topu + štitky	63,3	63,3	63,3	68	63,3	
	opáskovanie (spolu)	23,7	23,7	23,7	27,3	23,7	
	presun na paletu	20	20	20	21,7	20	
COVER PRE ASSY	cover	144,7	123,7	124	115,7	120,3	
	panel (trojuholník)	43	38,3	33	39,3	36,3	
	panel s izoláciou	49	46,3	50	3	3,3	
S'TRIHANIE		21	21	21	0	0	
GLUEING		73,8	73,8	73,8	73,8	73,8	73,8
TERMISTORY		38,3	44,7	38,3	37	35,7	39,3
K3MKIT		-	-	-	-	-	75,7

# Príloha VI: Porovnanie súčasného a budúceho stavu



Súčasný stav



Budúci stav



## Príloha VII: Zmena hlavnej montáže – nový layout



*Vedenie koľajnice*



*Náradie visiace na balanséroch*



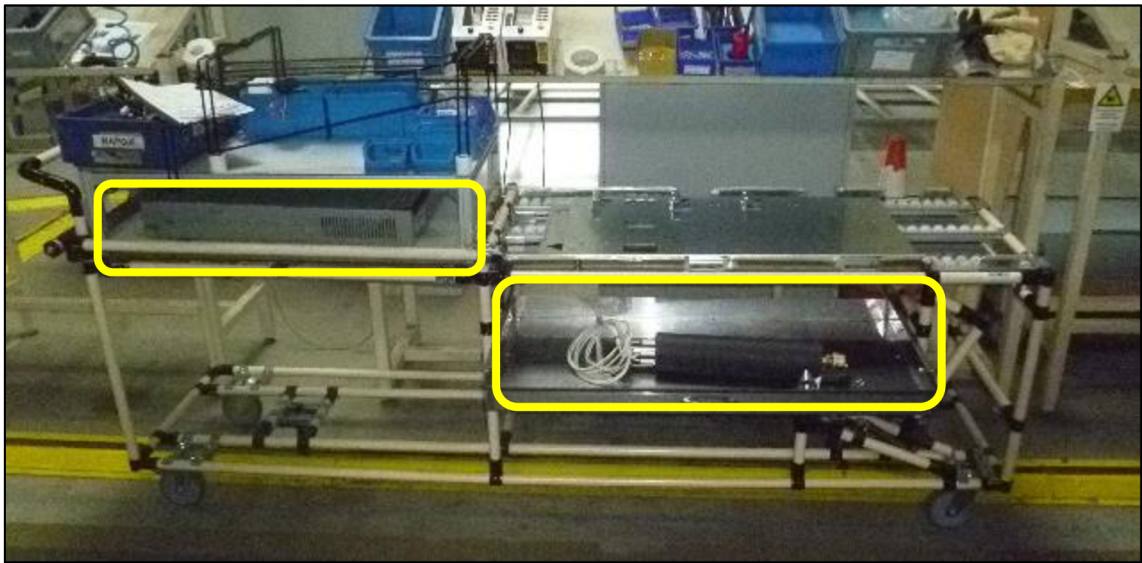
*Otočný stôl pred testovacou zónou*



*Presun jednotky na otočný stôl*



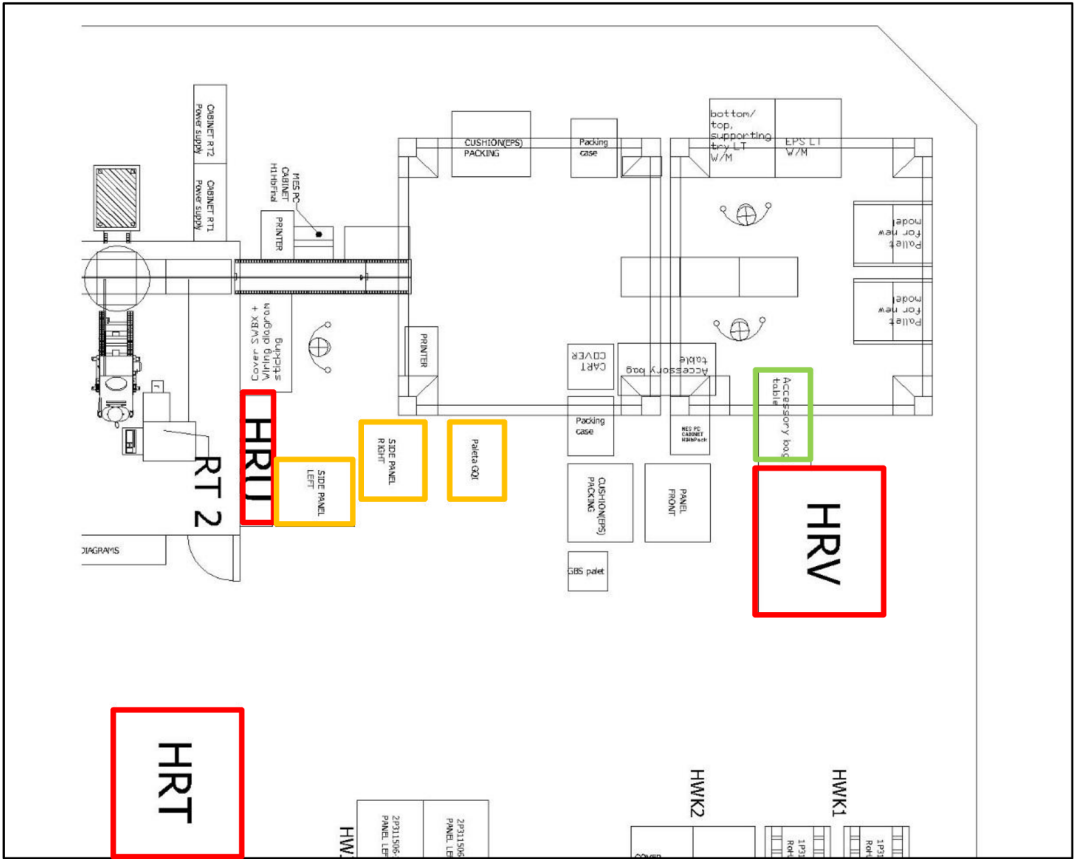
## Príloha VIII: Vychystávací vozík – nový layout



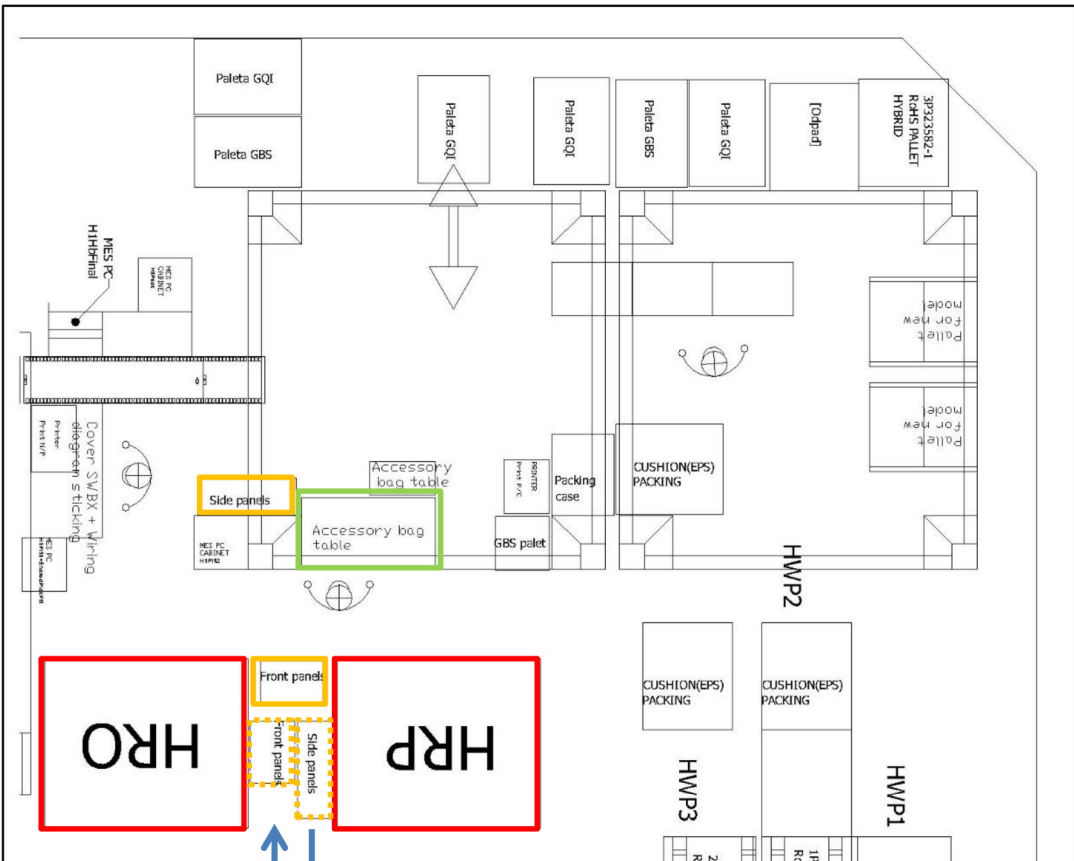
Vozík pre hlavné vychystávanie prispôsobený pre nový layout. Zvláštna polica pre switchbox (vľavo) a zásuvka pre BUH (vpravo) umožnili umiestniť predprípravu týchto komponent na začiatok linky, pričom ich montáž sa vykoná neskôr.

# Príloha IX: Zmena balenia

**Súčasný stav**



**Budúci stav**





**TABUĽKA A**

Model mix 1	Ks	Ks relativne	52	62	72	86	90
EBBH08C3V	38	0,436781609	23	27	31	38	39
EBBH16C3V	28	0,32183908	17	20	23	28	29
BELARIASR16I3	15	0,172413793	9	11	12	15	16
EBHX16C3V	6	0,06896517	4	4	5	6	6
SUMA	87	1	52	62	72	86	90

**Výber úrovne výroby**

Množstvo výroby (ks)	52
----------------------	----

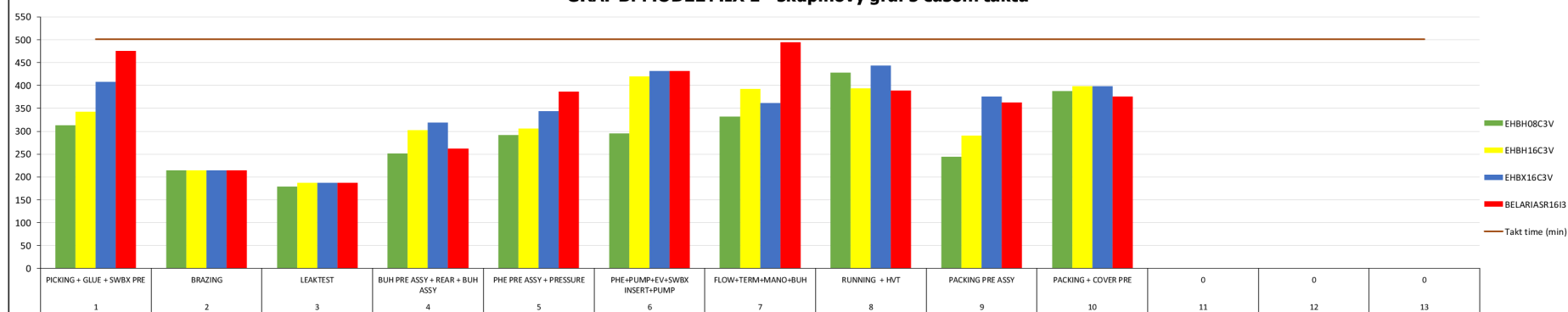
**TABUĽKA B**

Operátor	52 ks - pracovné pozície	EBBH08C3V	EBBH16C3V	BELARIASR16I3	EBHX16C3V
1	PICKING + GLUE + SWBX PRE	313,5	343,2	475,1	407,4
2	BRAZING	214,2	214,2	214,2	214,2
3	LEAKTEST	179,4	187,7	187,7	187,7
4	BUH PRE ASSY + REAR + BUH ASSY	251,3	303	261,6	319
5	PHE PRE ASSY + PRESSURE	291,6	306	386,2	344,3
6	PHE+PUMP+EV+SWBX INSERT+PUMP	295,5	419,5	431,9	432,1
7	FLOW+TERM+MANO+BUH	332,2	392,4	494,1	361,4
8	RUNNING + HVT	428,7	394,3	389	443,3
9	PACKING PRE ASSY	244,6	291	363,1	375,9
10	PACKING + COVER PRE	388	399	376,4	398,7
11		0	0	0	0
12		0	0	0	0
13		0	0	0	0

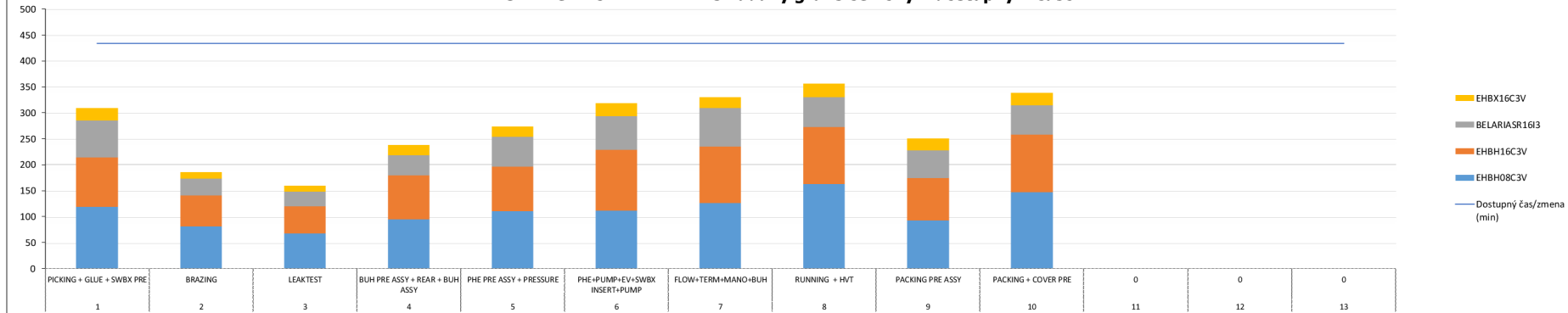
**TABUĽKA C**

Takt time (min)	EBBH08C3V	EBBH16C3V	BELARIASR16I3	EBHX16C3V	Celkový čas procesu/zmena (min)	Dostupný čas/zmena (min)	Celkový vs. dostupný čas
	Čas/model/zmena (min)	Čas/model/zmena (min)	Čas/model/zmena (min)	Čas/model/zmena (min)			
501	118,6735632	95,72781609	70,99195402	24,35034483	309,7436782	434	OK
501	81,08413793	59,7462069	32,00689645	12,80275862	185,64	434	OK
501	67,9108046	52,35463602	28,04712644	11,21885057	159,5314176	434	OK
501	95,12812261	84,51494253	39,08965517	19,06666667	237,799387	434	OK
501	110,3834483	85,35172414	57,70804598	20,57885057	274,022069	434	OK
501	111,8597701	117,0099617	64,53678161	25,82666667	319,2331801	434	OK
501	125,7523372	109,4510345	73,83103448	21,60091954	330,6353257	434	OK
501	111,8597701	109,9809962	58,12643678	26,49609195	356,885364	434	OK
501	92,59187739	81,16781609	54,25632184	22,46758621	250,4836015	434	OK
501	146,8750958	111,291954	56,24367816	23,83034483	338,2410728	434	OK
501	0	0	0	0	0	434	OK
501	0	0	0	0	0	434	OK
501	0	0	0	0	0	434	OK

**GRAF B: MODEL MIX 1 - skupinový graf s časom taktu**



**GRAF C: MODEL MIX 1 - skladaný graf s celkovým dostupným časom**



# Príloha XI: Úroveň výroby 90 ks/zmena

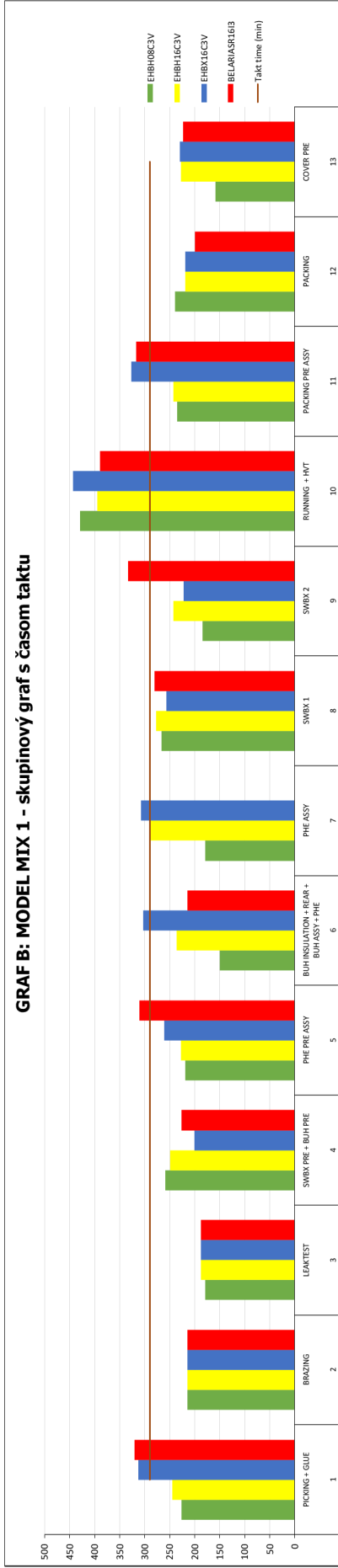
Výber úrovne výroby  
Množstvo výroby (ks) 90

Model/mix 1	KS	52	62	72	86	90
EHBO8CEV	38	23	27	31	38	39
EHBH16CEV	28	17	20	23	28	29
BELARIASRL163	15	4	11	15	15	16
EHBX16CEV	6	4	4	5	6	6
SWVA	87	52	62	72	86	90

TABUĽKA C

Operátor	90 ks - pracovné pozície		Takt time (min)		EHBO8CEV		EHBH16CEV		BELARIASRL163		EHBX16CEV		Celkový čas procesu/zmena (min)	Dostupný čas/zmena (min)	Celkový vs. dostupný čas
	EHBO8CEV	EHBH16CEV	EHBO8CEV	EHBH16CEV	EHBO8CEV	EHBH16CEV	BELARIASRL163	EHBX16CEV	EHBO8CEV	EHBH16CEV	BELARIASRL163	EHBX16CEV			
1 PICKING + GLUE	226,8	249,9	226,8	249,9	289	289	148,5931034	118,2273822	82,8620887	32,27531034	382,0920689	434	OK		
2 BRAZING	214,2	214,2	214,2	214,2	289	289	140,5379311	103,4069966	59,39859172	22,135892069	276,137113	434	OK		
3 LEAKTEST	252,6	187,4	252,6	187,4	289	289	159,4735821	130,028821	59,5188207	39,7474893	368,9124198	434	OK		
4 SWIBX PRE + BUH PRE	219	278	219	278	289	289	143,4827886	110,689655	80,21413792	20,7650689	260,7758621	434	OK		
5 PHE PRE ASSY	219	278	219	278	289	289	143,4827886	110,689655	80,21413792	20,7650689	260,7758621	434	OK		
6 BUH INSULATION + REAR + BUH ASSY + PHE	150,3	235,6	150,3	235,6	289	289	98,47241279	113,737931	55,5	0	299,0865517	434	OK		
7 PHE ASSY	178,9	282,5	178,9	282,5	289	289	117,2103448	138,931034	0	31,820688966	289,8241379	434	OK		
8 SWIBX 1	266,5	276,6	266,5	276,6	289	289	174,6163483	138,931034	72,46551724	26,53448276	407,1344828	434	OK		
9 SWIBX 2	184	242,5	184	242,5	289	289	100,5517241	117,0689655	86,146551724	22,96551724	346,7307586	434	OK		
10 RUNNING + HVT	428,7	394,3	428,7	394,3	289	289	280,8724138	190,3517241	100,6034483	45,85862069	617,6862069	434	NOT OK		
11 PACKING PRE ASSY	239,3	243	239,3	243	289	289	154,162069	117,3103448	82,00862069	33,75517241	387,2362069	434	OK		
12 PACKING	239,3	219	239,3	219	289	289	156,7827586	105,7241379	51,56896552	22,65517241	336,7310345	434	OK		
13 COVER PRE	158	228	158	228	289	289	103,5172414	110,0689655	57,67241379	23,72068966	294,9793103	434	OK		

GRAF B: MODEL MIX 1 - skupinový graf s časom taktu



GRAF C: MODEL MIX 1 - skladaný graf s celkovým dostupným časom

