

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

ERP SYSTÉM PRO PROJEKT BARMAN A JEHO PROPOJENÍ S MES

ERP SYSTEM FOR BARMAN PROJECT AND ITS INTEGRATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Konrád

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jakub Arm, Ph.D.

BRNO 2021



Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Jan Konrád

ID: 211428

Ročník: 3

Akademický rok: 2020/21

NÁZEV TÉMATU:

ERP systém pro projekt Barman a jeho propojení s MES

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Práce má za úkol vytvořit ERP systém ve zjednodušené podobě a propojit ho s existujícím MES systémem v projektu Barman. K tomu je potřeba provést komplexní rešerši, a poté vhodně navrhnout jeho koncepci, zvolit vhodné vývojové prostředí a dílčí komponenty.

- 1) Provedte rešerši v oblasti ERP systémů a jeho funkcí.
- 2) Definujte požadavky na vytvářený ERP systém.
- 3) Realizujte a konfiguruje.
- 4) Odzkoušejte a vyhodnoťte vlastnosti vytvořeného systému.
- 5) Vypracujte dokumentaci.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Bradford, M. Modern ERP: Select, Implement, and Use Today's Advanced Business Systems. 2014.

Termín zadání: 8.2.2021

Termín odevzdání: 24.5.2021

Vedoucí práce: Ing. Jakub Arm, Ph.D.

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato bakalářská práce zkoumá základy moderního řízení výroby v podnicích s využitím celopodnikových informačních systémů. Konkrétněji využití systému ERP a jeho vztah k MES. V první části práce jsou rozebrány základní pojmy týkající se řízení výroby, dále podklad k informačním systémům, ERP a MES, jejich implementace a společná integrace. Dále jsou rozebrány jednotlivé již existující řešení ERP systémů. V druhé části je pak autorova představa a realizace vhodného ERP systému pro projekt Barman.

Klíčová slova

ERP systém, MES, projekt Barman, výrobní zakázka, Dolibarr, databáze

Abstract

This bachelor thesis examines basics of modern production management with the use of Enterprise Information System. More specifically with the use of ERP with relation to MES. The first part of the thesis is about concepts of production management, basis for information systems, ERP and MES, their implementation and integration. Next chapter of the thesis is about individual existing solutions of ERP systems. The second part of the thesis is about author's idea and realization of the ERP system tailored for project Barman.

Keywords

ERP system, MES, project Barman, manufacturing order, Dolibarr, database

Bibliografická citace

KONRÁD, Jan. *ERP systém pro projekt Barman a jeho propojení s MES*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/130337>. Semestrální práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a měřicí techniky. Vedoucí práce Jakub Arm.

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení studenta: *Jan Konrád*

VUT ID studenta: *211428*

Typ práce: *Bakalářská práce*

Akademický rok: *2020/21*

Téma závěrečné práce: *ERP systém pro projekt Barman a jeho propojení s MES*

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: 24. května 2021

podpis autora

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Jakubu Armovi, Ph.D. za odbornou pomoc, navádění správným směrem a velkou trpělivost při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval mému tatškovi za odborné rady z praxe.

V Brně dne: 24. května 2021

.....

podpis autora

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK.....	10
ÚVOD	11
1. TEORETICKÁ ČÁST	12
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY.....	12
1.1.1 Řízení výroby.....	12
1.1.2 Druhy výroby z procesního pohledu	12
1.1.3 Metody řízení výroby a její optimalizace	13
1.1.4 Celopodnikový informační systém.....	14
1.1.5 Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA).....	15
1.1.6 Manufacturing Execution Systems (MES).....	15
1.1.7 Enterprise Resource Planning (ERP)	17
1.1.8 Komponenty ERP.....	17
1.1.9 Způsob implementace ERP	18
1.1.10 ISA-95.....	19
1.1.11 B2MML	20
1.2 EXISTUJÍCÍ ŘEŠENÍ.....	20
1.2.1 Excel.....	20
1.2.2 SAP.....	21
1.2.3 Helios.....	22
1.2.4 Money.....	23
1.2.5 QI	24
1.2.6 Microsoft Dynamics	25
1.2.7 Oracle Cloud ERP	26
2. PRAKTICKÁ ČÁST.....	27
2.1 POŽADAVKY NA VLASTNÍ ERP	27
2.2 DOLIBARR	28
2.2.1 Základní informace	28
2.3 UŽIVATELSKÉ ROZHŘANÍ SYSTÉMU DOLIBARR	28
2.3.1 Hlavní menu	28
2.3.2 Záložka Subjekty	30
2.3.3 Záložka Produkty	30
2.3.4 Záložka MRP.....	31
2.3.5 Nastavení Modulů	32
2.1 DŮLEŽITÉ TABULKY SYSTÉMU DOLIBARR.....	33
2.2 KOMUNIKACE MEZI SYSTÉMY	35
2.2.1 Operation Schedule.....	35
2.2.2 Operation Performance	36
2.2.3 Implementace komunikace	37
2.3 APLIKACE BARMAN	39
2.4 VÝSLEDNÁ FUNKČNOST	40
3. ZÁVĚR.....	41

LITERATURA.....	42
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	45
SEZNAM PŘÍLOH NA CD.....	46

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma Celopodnikového IS	14
Obrázek 2 Hierarchie podniku [8]	15
Obrázek 3 Purdue model systémů v podniku [18]	19
Obrázek 4 Kategorie definované v ISA-95 [18]	19
Obrázek 5 Hlavní lišta	28
Obrázek 6 Přehled výrobních zakázek a zákazníků	29
Obrázek 7 Přidání subjektu	30
Obrázek 8 Přidání produktu	30
Obrázek 9 Pohyby mezi sklady	31
Obrázek 10 Vytvoření výrobní zakázky	31
Obrázek 11 Výrobní zakázky a jejich možné stavy	32
Obrázek 12 Povolení modulů Správy produktů	32
Obrázek 13 Dodatečné atributy výrobních zakázek	32
Obrázek 14 Tabulky zakázek	33
Obrázek 15 Data v tabulce mrp_production	33
Obrázek 16 Doplněné tabulky atributů	34
Obrázek 17 Komunikace mezi systémy	35
Obrázek 18 Diagram Operation Schedule	35
Obrázek 19 Diagram Operation Performance	36
Obrázek 20 View do databáze Dolibarru ve tvaru Operation Schedule + jejich obsah	37
Obrázek 21 Zhotovené tabulky Operation Performance + jejich obsah	38
Obrázek 22 Potvrzení převzetí a následné potvrzení výroby	39
Obrázek 23 Vizualizace a jednotlivé přehledy aplikace Barman	39
Obrázek 24 Diagram funkčnosti výsledného programu	40

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Přehled typů výroby	12
Tabulka 2 Přehled systému SAP [22]	21
Tabulka 3 Přehled systému Helios [26, 27]	22
Tabulka 4 Přehled systému Money [28, 29]	23
Tabulka 5 Přehled systému QI [31]	24
Tabulka 6 Přehled systému Dynamics [33, 34]	25
Tabulka 7 Přehled systému Oracle [35]	26
Tabulka 8 Funkcionality SAP	27
Tabulka 9 Přehled vytvořených tabulek a view	34
Tabulka 10 Přehled všech Triggerů	37

ÚVOD

Pokud chceme svoji firmu v dnešní době posunout ve výkonnosti a efektivitě o úroveň výš je nutné přemýšlet nad digitalizací našeho podnikání. Digitalizace však pro mnoho lidí znamená zapsání svého účetnictví a jiných citlivých údajů do tabulek Excelu. Tímto však v dnešní globalizované společnosti podnikatelé nikdy neprorazí. Je nutné neustále zlepšovat podnikové procesy, aby podnik zůstal konkurence schopný. Proto se čím dál více menších a středně velkých podniků obrací na podnikové informační systémy, které v minulosti zůstávali výhradou velkých společností. Je to odpověď firem z vyspělých států na náklady provozu z méně vyspělých států. Využitím technologií, moderních pracovních postupů a optimalizací pak mohou firmy konkurovat.

ERP systémy přináší právě tuto optimalizaci a automatizaci pracovních postupů pro maximalizaci zisků. V dnešní době nejsou tyto systémy výhradou korporací a nadnárodních společností, díky vývoji Cloud služeb si dnes ERP můžou dovolit i jednotlivci.

Cílem této práce je teoretický rozbor vývoje a vlastností informačních systémů v podnicích, především pak ERP systémů. V oblasti informačních systémů jsou uvedeny základní údaje a ostatní systémy, které lze v podniku spolu s ERP implementovat. Samotné ERP je pak popsáno a rozděleno na jednotlivé moduly a způsoby implementace. Dále jsou uvedeny existující řešení ERP a jejich specifikace.

V praktické části jsou stanoveny požadavky na ERP systém a vybrání vhodného řešení. Pro tuto práci byl zvolen systém Dolibarr, který je následně popsán a upraven tak aby odpovídal našim požadavkům.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Základní pojmy

1.1.1 Řízení výroby

Řízení výroby, nebo dnes oblíbenějším slovem management výroby, je plánování a řízení průmyslových procesů, tak aby byl zajištěn bezproblémový provoz a byla udržena určitá úroveň výroby. Řízení výroby zahrnuje produkt, návrh procesu, plánování, řízení kapacit, kvality a organizaci pracovní síly, můžeme říct, že se jedná o činnost, která optimalizuje výrobní zdroje. [1]

Cíle řízení výroby je soubor požadavků, kterých by měl podnik v budoucnu dosáhnout. Tyto cíle mají několik dělení, například podle časového horizontu (krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé), podle jednotlivých oblastí činnosti (cíle vývoje výrobku, cíle marketingu, finanční cíle atd.). [2]

1.1.2 Druhy výroby z procesního pohledu

Výrobu můžeme dělit na dva základní druhy, na spojitě a diskrétní.

Diskrétní označujeme výrobní proces, který je ohraničen a je počítatelný. Tento výrobní proces postupuje podle definované sekvence kroků a kusovníku materiálu, který určuje, v jaké sekvenci materiál do výroby vstupuje. Polotovary se po výrobních stanovištích přesouvají v definované dávce. Pod diskrétní můžeme zařadit i kusovou (šaržovitou) výrobu, ta také postupuje podle definované sekvence a jejím výstupem jsou šarže, jelikož je výroba v šaržích, je možné postup výroby mezi šaržemi měnit. Spojitá výroba pak oproti diskrétní postupuje bez přerušení, tedy spojitě, tok výsledného výrobku je tedy taky spojitý. Typicky každý stroj vykonává jeden specifický úkon oproti diskrétnímu procesu, kde může výrobní zařízení zastávat více funkcí. [3]

Typ výroby	Vlastnosti	Flexibilita strojů	Kvalifikace operátorů	Výrobek
Diskrétní	Vysoká efektivita	Specializované	Vysoká	Automobil
Kusová	Variabilita výrobků	Univerzální	Vysoká	Léčiva
Spojité	Plně automatizované	Nízká	Nízká	Nafta

Tabulka 1 Přehled typů výroby

1.1.3 Metody řízení výroby a její optimalizace

Jsou takové metody řízení a optimalizace procesů, které jsou dnes součástí strategických přístupů k řízení výroby.

Manufacturing requirements planning (MRP) - Jedná se o plánování materiálů potřebných k výrobě. Materiál si však v tomto případě nesmíme představit pouze jako suroviny, ale i jako díly potřebné k výrobě a finální výrobek. Plánování samotného materiálu pak probíhá podle skutečných potřeb vyvolaných zákazníky nebo předpovědí obchodníků. Algoritmus MRP pracuje s časovou bilancí materiálových potřeb a aktuálním stavem zásob na skladě se zohledněním otevřených objednávek a zakázek.

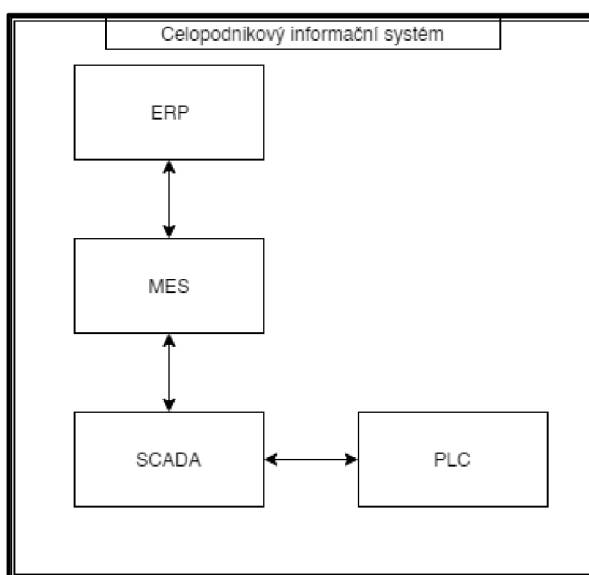
Kritikou této metody je vysoká cena a zdlouhavá implementace. Další výtkou jsou pak vysoké nároky na personál. Obecně však tyto problémy postihují všechny informační systémy.

Manufacturing resource planning (MRP II) – Evolucí MRP se stalo MRP II, oproti předchozí metodě byl koncipován modulárně a zahrnoval komponenty plánování strojů, lidí a peněz. Tím se vyřešil nedostatek MRP, které sice řešilo dostupnost materiálů, ale zanedbávalo, jestli jsou pro tyto materiály vyhrazeny výrobní prostory v potřebnou dobu a je k dispozici jejich obsluha. MRP II plánuje dobu od kdy do kdy je potřeba výroba požadovaného množství položky, nestará se o jednotlivé časové úseky v technologickém postupu (např. časový úsek na soustruhu atd.). Pokud nastanou konflikty v plánování MRP II je samo o sobě nevyřeší, ale upozorní operátory, čímž poskytne významnou pomoc.

Just in Time (JIT) – Metoda vyvinutá firmou Toyota, někdy nazývaná Toyota Production System (TPS). Překlad do češtiny znamená “právě včas”, tato metoda, jak název napovídá počítá s materiálem přesně v čas, kdy je potřeba. Důležité je však i to, aby byl materiál expedován také včas a nevznikaly zbytečné zásoby. Vše zmíněné o této metodě je však teorie a v reálném světě žádná firma nemůže spoléhat na dodávání a expedování včas, každá firma vytváří zásoby k pokrytí případných výpadků dodávek. Užitečnost JIT tedy spočívá ve snížení materiálu v zásobovacím řetězci, čímž snižuje i náklady (méně předávání materiálu, menší náklady na skladování, menší administrativa). Méně zásob také umožňuje rychlejší reakce na změny a snižuje čas zakázky, změny ve výrobních procesech jsou zpracovány rychleji. Další výhodou je samotné uvolnění místa, které by nadbytečné zásoby materiálu a jejich logistika zabíraly.[\[4\]](#)

1.1.4 Celopodnikový informační systém

Obecně se (celo)podnikovému informačnímu systému rozumí jako informačnímu systému, který zlepšuje efektivitu a funkčnost podnikových procesů. Zpracovává velké množství dat, zkvalitňuje poskytované služby a pomáhá organizovat velké a komplexní organizace a podniky. Pod slovem podnik si však nesmíme představovat obecné znění tak jak ho známe, jako firmu usilující o zisk, v anglické definici Enterprise Information System (EIS) má slovo enterprise (podnik) více významů, může se tedy jednat jak o masokombinát, tak i o ministerstvo, univerzity nebo armádu. Dnes je pojem podnikového informačního systému používán prakticky pro vše, co se v podniku na počítači používá, většinou si tedy pod tímto pojmem rozumí ERP. To je dnes dostatečně rozšířené a je implementováno samostatně, což pak tedy odpovídá definici celopodnikového informačního systému, ve velkém počtu případů se však ERP implementuje spolu s jinými systémy, které tvoří celek, jenž nazýváme celopodnikový informační systém.



Obrázek 1 Schéma Celopodnikového IS

V předešlém odstavci jsou zmíněny podnikové procesy, v angličtině Business Process, jsou to postupy, podle kterých například podnik zpracovává reklamaci nebo úřad stížnost občanů. Podnikový proces tedy započiná jako podnět na externí vstup a jeho úkolem je zákazníkovi poskytnout výsledný produkt. Pro vizualizaci takového procesu se používají vývojové diagramy. Proces se může větvit, podle podmínek, které splňuje, tak aby dosáhl požadovaného úkolu nebo výstupu, může mít jeden nebo více vstupů, které mohou přicházet z jiných podnikových procesů nebo jiných oddělení, divizí. Zpracování podnikového procesu pak upřednostňuje celek před jednotlivcem, je důležité, aby byl dodržen Process Chain (řetězec procesů). Jednotlivé části těchto procesů pak může zpracovávat zaměstnanec manuálně nebo pomocí systémů jako je ERP. [\[5\]](#) [\[6\]](#)

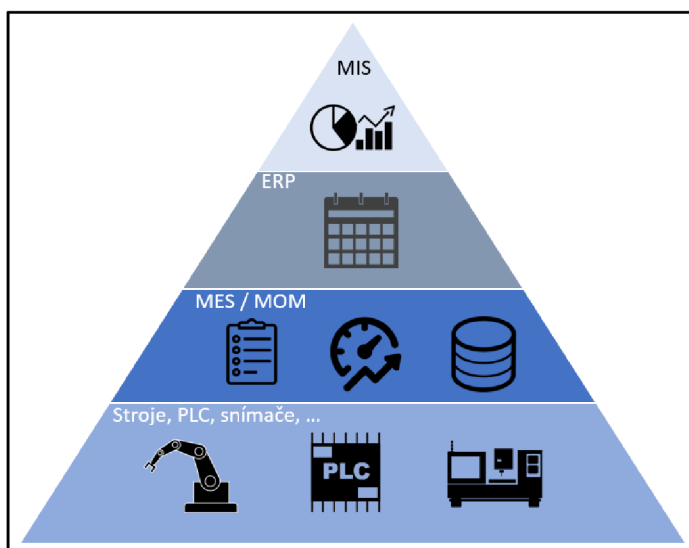
1.1.5 Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

V hierarchii celopodnikového informačního systému je systém SCADA nejnižší, pokud tedy nepočítáme PLC, které není v rozsahu této práce. Zkratka SCADA znamená v češtině supervizní řízení a sběr dat. Obecně nezastává funkci řídicího systému PLC, ale zaměřuje se na dispečink, monitoring a parametrizaci těchto systémů. Z tohoto vyplývá, že je provozován na vyšší úrovni než hardware (PLC, snímače, I/O moduly). Ke komunikaci s okolním prostředím využívají průmyslové linky jako RS-232/485, Profibus, dnes se však začíná více uplatňovat Ethernet. Nabíraná data pak SCADA ukládá například v textové podobě u jednodušších instalací nebo do SQL databází, kam ukládá enormní množství dat z velkých podniků. V minulosti byl standard pro monitoring pomocí SCADA monitor a stolní počítač, dnes lze díky integraci web technologií přistupovat vzdáleně například z tabletů, obecně se zvětšila i dostupnost těchto systémů a využívají se i mimo výrobní linky velkých podniků. [7]

1.1.6 Manufacturing Execution Systems (MES)

MES (Manufacturing Execution Systems) do češtiny přeložené jako Výrobní informační systém, je systém využívaný ve výrobních podnicích pro řízení a sledování výrobních procesů. Pomáhá pracovníkům rozhodovat, odhalovat případné problémy a tím zefektivnit výrobu. [8]

V hierarchii celopodnikového informačního systému řadíme MES pod ERP a nad SCADA.



Obrázek 2 Hierarchie podniku [8]

Nejproblémovější část MES systému a jeho největší nevýhoda je pak samotná implementace a integrace s okolními systémy, v tomto bodě mnoho projektů skončí neúspěchem. Pokud se pak implementace podaří, často je propojení to nejjednodušší možné, kdy jsou všechny systémy propojeny navzájem, což není efektivní. Řešení pak poskytuje sběrnice ESB, která je mezičlánkem mezi systémy, umožňuje práci s různými komunikačními protokoly. Mezičlánek však představuje další zdržení a zpomalení dat. [9]

Chceme-li vyjmenovat funkce MES, mezi hlavní se řadí správa výrobních zdrojů a postupů, řízení a vyhodnocení výroby, dispečerské řízení, sběr dat pro výkonnostní analýzy pro vyhodnocování efektivity. Jednotlivé funkce pak v roce 1992 definovala organizace MESA International pomocí modelu MESA-11, který prošel za řadu let několika změnami, avšak původních 11 funkcionalit se převážně nezměnilo. Mezi těchto 11 funkcionalit patří: [\[10\]](#)

- Sběr a archivace dat
- Řízení procesu
- Dispečerské řízení
- Řízení a přidělování zdrojů
- Operativní plánování
- Řízení kvality
- Řízení laboratoře
- Řízení údržby
- Správa dokumentace
- Sledování výrobku a jeho rodokmenu
- Analýza výkonnosti

V mnoha implementacích MES zasahuje do jiných oblastí, což je obecně pravdivé pro všechny systémy, podnik může fungovat bez SCADA a jeho funkci zastoupí MES, stejně tak může podnik fungovat bez MES jehož funkci zastoupí ERP.

1.1.7 Enterprise Resource Planning (ERP)

Systemy ERP mají svůj historický počátek v 60. letech minulého století, kdy český emigrant do Ameriky, Josef Orlický nastupuje do IBM a vypracovává teorii MRP. V roce 1972 vzniká společnost SAP a na MRP napojuje účetnictví. Koncem 70. let se pak k funkcím pro optimalizaci výroby přidávají také funkce pro zohlednění kapacit strojů a pracovníků, tímto vzniká MRP II. V 80. letech společnost PeopleSoft (dnes součástí Oracle) zahrnuje další funkce, čímž dává vzniknout systémům velice podobných dnešním ERP. [\[11\]](#) [\[12\]](#) [\[13\]](#)

Termín ERP je široký soubor činností podporovaných modulárním softwarem, pomáhajícím při organizaci důležitých částí podnikání. Mezi tyto části patří plánování produktů, nákup dílů, správa skladu, interakce s dodavateli, zákaznická podpora, sledování objednávek. ERP také může obsahovat finanční moduly a moduly pro správu lidských zdrojů. Běžně je ERP integrován společně s databázovým systémem. [\[14\]](#)

Většina prodejců ERP nabízí svůj systém dostatečně flexibilní, zákazník si pak může pořídit jen některé moduly místo kupování celého balíku. Většinou se tedy implementuje například modul financí nebo modul správy lidských zdrojů a zbytek nechávají na dalším uvážení.

1.1.8 Komponenty ERP

Jak bylo napsáno v předešlé kapitole ERP systémy jsou řešeny pomocí modulů, které jsou vzájemně propojené. Pokud implementujeme ERP systém je nutné kromě požadavků vlastního podniku znát i možnosti konkrétního systému. Výběr vhodného systému je pak stěžejní při implementaci a proveditelnosti jejího provedení. Znalost jednotlivých komponentů ERP systémů je pak kritické při rozhodování, jelikož je nutné zjistit jaké vazby budou mít jednotlivé moduly (komponenty) na podnikové procesy. [\[15\]](#)

- **Finanční aplikace** – Umožňuje sledování rozpočtu, analýzu nákladů, sledování aktiv, vytváření účetních uzávěrek.
- **Prodej a distribuce** – Tento modul umožňuje sledovat poptávku a vytvářet nabídku, spravovat reklamace, plánovat cenovou politiku a prodeje. Obecně se tomuto modulu říká CRM (Customer Relationship Management), využívají ho pak obchodní zástupci nebo zákaznická podpora pro automatizaci marketingu.
- **Lidské zdroje** – Tento modul spravuje požadavky na pozice ve firmě, nábor, výběr, zaškolení, ale i docházku, nastavuje cíle, které pak zaměstnanec musí plnit.
- **Výroba a logistika** – Tento modul zaštiťuje výrobu a logistiku, plánuje poptávku a nakupuje u dodavatelů. Řídí také výrobu samotnou, kontroluje kvalitu výrobku, uskladnění a distribuci. Konkrétně se jedná do moduly SCM (Supply Chain Management), MRP (Manufacturing Resource Planning), kde SMC řídí dodavatelský řetězec a poskytuje prognózy dalšího vývoje výroby, MRP pak vyhodnocuje z informací o materiálech, jak plánovat výrobu, vyhodnocuje efektivitu a spotřebu materiálu.
- **Správa zásob** – Modul poskytující přehled o tom, co má podnik na skladu, jak materiál přijal a zpracoval, tento modul se nazývá WMS (Warehouse Management System). Dále poskytuje dohledatelnost transakcí, optimalizaci skladu.

1.1.9 Způsob implementace ERP

Volba způsobu implementace zdatně ovlivňuje úspěšnost, či neúspěšnost nasazení ERP systému do podniku. Způsob, který zvolíme pak závisí na faktorech jako technické zázemí podniku, komplexita řešení, lokace dodavatele. Dnes je možné s moderním druhem implementace spustit systémy i v podnicích, kam by se tradiční modely nikdy nedostaly. [15]

On-premise model byl první model pro ERP systémy, vyžaduje instalaci přímo do infrastruktury zákazníka. Je to nejdražší varianta implementace, pokud počítáme samotné zavedení a první rok od zavedení. Tím, že je vše instalováno přímo u zákazníka přebírá zodpovědnost za údržbu a provoz. To sebou nese další požadavky na IT oddělení, které se musí o servery systému starat, což je ve většině podniků podfinancované a náchylné na hackerské útoky. Tyto požadavky tedy vylučují implementaci do malého nebo středního podniku, nákup severů, softwaru, nábor zaměstnanců a jiné vstupní investice a rizika se podniku nevyplatí. Pro nějaké podniky výhodou pro některé nevýhodou je pak právě serverovna přímo v podniku, jelikož data má přímo u sebe. Existuje i hybridní model, kde je licence softwaru provozována na infrastruktuře dodavatele softwaru, tím pak mizí potřeba zaměstnanců, kteří by se o infrastrukturu museli starat. Možnost hybridního modelu se vyplatí především pokud podnik neplánuje využívat plně poskytnuté služby. [16]

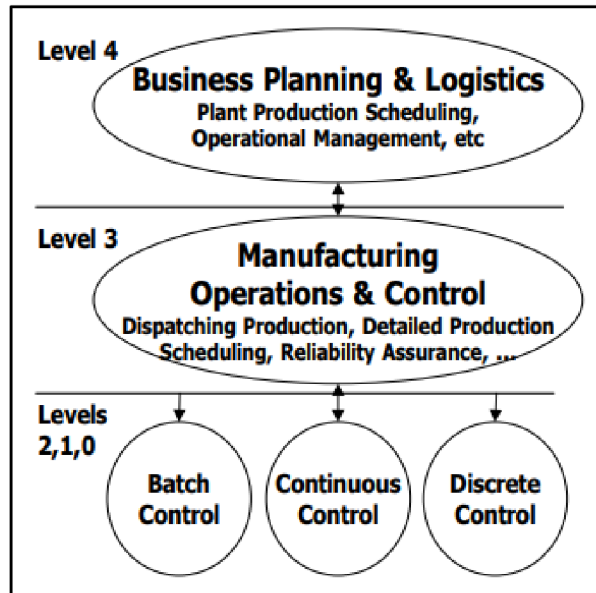
On-demand model funguje jako předplatné, odborně se tomuto přístupu říká SaaS (Software as a Service). Toto předplatné platí zákazník většinou měsíčně a platí pouze za využité služby a počet uživatelů. Poskytovatel těchto služeb má více zákazníků, tudíž je výpočetní kapacita sdílená s jinými podniky. Přístup k infrastruktuře poskytovatele pak probíhá pomocí veřejného internetu. Výhodou tohoto modelu je nízká vstupní investice a oproštění od správy infrastruktury. [16]

Open source model odpovídá stejné terminologii jako ostatní open source programy, většina je zdarma a lze je používat i pro komerční účely. Uživatel má přístup ke zdrojovému kódu, což dovoluje rozsáhlou modifikovatelnost. Může se implementovat jak on-demand, tak on-premise. Výhodou je tedy nulová vstupní investice a modifikovatelnost. Po těchto systémech je tedy poptávka u menších a středních podniků, jelikož tento model nabízí jednoduché nasazení komplexního systému, pokrývajícího většinu potřeb podniku, je jednoduše škálovatelný (s růstem podniku, roste i systém). Nevýhodami jsou pak především, horší optimalizace pro velké a komplexní podniky, modifikovatelnost se může stát i překážkou a zkomplikovat nasazení, vysoké požadavky na zaměstnance, a především pak poskytovatelé těchto služeb nejsou dostatečně prověřeni a může se stát, že systém přestanou podporovat. [17]

Cloud ERP model je nejmodernější přístup k implementaci řídicí se myšlenkou průmyslu 4.0. Stejně jako on-demand se jedná o hostovanou službu poskytovatele. Cloud technologie pak usnadňují nasazení ERP systému i k zákazníkům, kteří nemají zájem o správu infrastruktury systému, ale zajímá je úspora financí. Zákazník pak potřebuje jakékoliv zařízení, ve kterém spustí internetový prohlížeč, od mobilu po stolní počítač. [14]

1.1.10 ISA-95

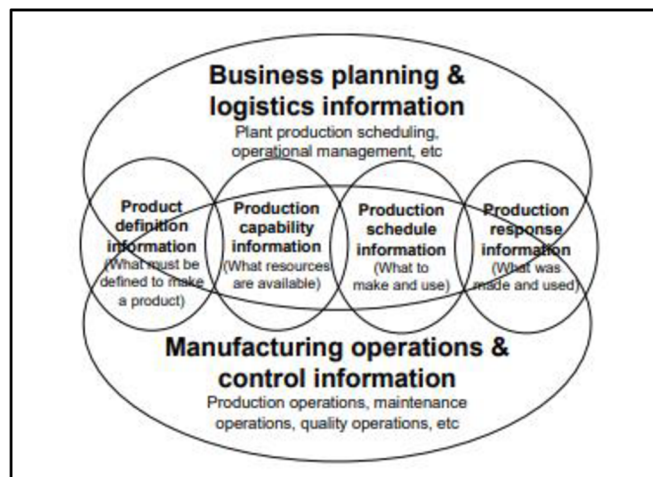
Mezinárodní standard, jehož cílem je definovat rozhraní kontrolních funkcí a podnikových funkcí, založené na Purdue modelu. Konkrétněji definovat vztah mezi 3. a 4. úrovní zmíněného modelu, kde 3. úroveň představuje výrobní úroveň a 4. úroveň představuje obchodní úroveň. [18]



Obrázek 3 Purdue model systémů v podniku [18]

ISA-95 se skládá ze tří základních částí: [19]

- **ISA-95 Část 1** definuje kategorie informací, které je nutné mezi obchodní a výrobní úrovní přenášet. Jedná se o Definicí produktu (Product definition), co musí být definováno k vytvoření produktu, Výrobní kapacita (Production capability), jaké prostředky jsou k dispozici, Harmonogram výroby (Production schedule), co při výrobě udělat a použít, Výkonnost výroby (Production performance/response), co bylo uděláno a použito.



Obrázek 4 Kategorie definované v ISA-95 [18]

- **ISA-95 Část 2** dále definuje atributy kategorií informací pomocí bloků. Díky popisu pomocí UML (Unified Modeling Language) jsou jednotlivé bloky nezávislé na použitém softwaru. Jednotlivé bloky pak obsahují popis obsahu rozhraní tzn. data, která se mají vyměnit mezi obchodní a výrobní úrovní.
- **ISA-95 Část 3** se zaměřuje na výrobní část Purdue modelu, tedy na 3. úroveň. Specifikuje modely obecných aktivit pro různé druhy výrobních operací jako výroba, údržba, sklad a kvalita.

Výhodou tohoto standardu je především usnadnění komunikace mezi pracovníky ERP a pracovníky MES, místo používání dvou názvů pro stejnou věc je díky tomuto standardu definován jeden název. Standard může být použit kýmkoliv od konečných uživatelů, prodejců nebo implementátorů. [\[18\]](#)

1.1.11 B2MML

B2MML je XML implementace pro standard ISA-95. Při výměně informací mezi systémy se pak B2MML využívá přímo, pokud systémy B2MML podporují, případně přes prostředníka. Jedná se o definici dat společnou pro ERP a ostatní systémy jako je například MES. Podle stránek výrobce je B2MML volně použitelném pod podmínkou zmínění originálního tvůrce. [\[20\]](#)

1.2 Existující řešení

Při návrhu vlastního řešení problému je dobré zjistit, zda již podobné řešení ve světě již neexistuje a pokud ano tak zjistit, zda mi řešení vyhovuje. Dále je napsáno několik nejpoužívanějších ERP systémů ve světě a v naší republice.

1.2.1 Excel

Program Excel od společnosti Microsoft je asi nejznámější tabulkový procesor a slouží jak pomocník spoustě podnikatelů. Pokud podnik implementuje ERP je jisté, že přechází právě z Excelu. Excel je účinný nástroj k analýze a vizualizaci dat, ne však k jejich úschově. Toto tvrzení se potvrdilo během koronavirové krize, když PHE (Public Health England) ve Velké Británii ukládalo data o nakažených do Excelu a po dosažení maximálního počtu řádků se další data neuložila. [\[20\]](#) Po přečtení několika diskusních fór na téma „Excel jako ERP“ se většině případů uživatelé shodli na proveditelnost, ale také na zbytečnost a nebezpečnost takového systému, obzvláště dnes, kdy jsou ERP systémy dostupné přes Cloud a Excel ERP nemá smysl.

1.2.2 SAP

Pokud mluvíme o ERP je pro většinu lidí synonymum SAP. Jedná se o největší a nejrozšířenější ERP systém a třetí největší softwarovou společností na světě. [21]

Původně byl SAP určen pro velké firmy, které měli jako jediné v minulosti dostatek prostředků pro implementaci systému, dnes však s všude přítomnou dostupností informačních technologií SAP rozšířil pole působnosti do menších a středních podniků.

Zjednodušeně řečeno můžeme říct, že SAP funguje jako nástavba prakticky jakékoliv databáze, tato flexibilita z něj právě udělala ve světě číslo jedna. SAP databázi pak pomáhá „organizovat“. Dnes je nejvíce rozšířená verze SAP R3, která využívá vlastní programovací jazyk ABAP. Postupně se však přechází na S4/HANA, kde se on-premise řešení nahrazuje cloudovou službou, lze však implementovat i hybridní řešení.

Říká se, že pokud podnik přežije implementaci SAP, přežije všechno.

Obecné informace		
Produkt	SAP Business One	SAP Business Suite
Výrobce	SAP SE	SAP SE
Formy implementace		
On-premise	Ano	Ano
Cloud	Ano	Ano
Hostované řešení	Ano	Ano
Možnosti systému - Moduly		
Podpora EET	Ano	Ano
Faktury – nákup, likvidace, prodej a vystavení	Ano	Ano
Zahraniční obchod	Ano	Ano
Správa odpadů	Ne	Ano
Možnosti systému – Typ výroby		
Spojité	Ne	Ano
Diskrétní	Ano	Ano
Zakázková	Ano	Ano
Možnosti systému – Sériovost výroby		
Kusová	Ano	Ano
Sériová	Ano	Ano
Hromadná	Ne	Ano
Architektura systému		
Architektura	klient/server	SAP ESA
Podporované komunikační protokoly	protokoly SAP	protokoly SAP
Podporované databáze	MS SQL, SAP HANA	SAP HANA, MS SQL, Oracle
Uživatelé v ČR a SR		
Počet zákazníků	250	1300
Vhodná velikost podniku		
Malé podniky	Ano	Ano
Středně velké podniky	Ano	Ano
Velké podniky	Ne	Ano

Tabulka 2 Přehled systému SAP [22]

SAP za dobu svého působení posunul sortiment systémů od velkých a nadnárodních společností ke středním až menším podnikům. SAP Business One je určen pro podniky

do 100 zaměstnanců (tím je myšleno 100 aktivních uživatelů, všichni ERP systém v podniku nevyužívají). Business One pak nabízí základní funkcionality pro finanční účetnictví, výrobu a CRM. Implementace je velice rychlá a vyžaduje pouze jeden server pro databázi. [23]

SAP Business Suite je soubor všech modulů, které SAP nabízí, tento produkt je pak mířen především na velké podniky s počtem uživatelů v tisících.

1.2.3 Helios

Přesto, že dříve zmíněný SAP dominuje světovému trhu, Helios dominuje českému a slovenskému. Varianta Green je určena pro střední a velké podniky, obsahuje standardní moduly, ale také specializované, určené pro jednotlivé druhy výroby. Oproti SAP je realizován pomocí Microsoft .NET, tudíž je kompatibilní se všemi dalšími programy. Varianta Orange míří především na malé a střední podniky, oproti Helios Green nenabízí tak robustní ERP, ale systém, který není nutné nijak upravovat či programovat.[24, 25]

Obecné informace		
Produkt	Helios Orange	Helios Green
Výrobce	Asseco Solutions	Asseco Solutions
Formy implementace		
On-premise	Ano	Ano
Cloud	Ano	Ano
Hostované řešení	Ano	Ano
Možnosti systému - Moduly		
Podpora EET	Ano	Ano
Faktury – nákup, likvidace, prodej a vystavení	Ano	Ano
Zahraniční obchod	Ano	Ano
Správa odpadů	Ano	Ano
Možnosti systému – Typ výroby		
Spojité	Ano	Ano
Diskrétní	Ano	Ano
Zakázková	Ano	Ano
Možnosti systému – Sériovost výroby		
Kusová	Ano	Ano
Sériová	Ano	Ano
Hromadná	Ano	Ano
Architektura systému		
Architektura	klient/server	klient/server
Podporované komunikační protokoly	XML, HTTP, HTTPS	XML, HTTP
Podporované databáze	MS SQL	MS SQL
Uživatelé v ČR a SR		
Počet zákazníků	6319	405
Vhodná velikost podniku		
Malé podniky	Ano	Ne
Středně velké podniky	Ano	Ano
Velké podniky	Ne	Ano

Tabulka 3 Přehled systému Helios [26, 27]

1.2.4 Money

Money S4 je podobné konkurenčnímu Helios Orange, nabízí ERP systém v hotové podobě, s nutností minimálních úprav a programování. Je vhodný pro středně velké podniky, využívá platformu Microsoft .NET a databáze MS SQL. Money S5 nabízí stejné technologie jako S4 s tím, že lze jednotlivé funkce a procesy přizpůsobovat na míru. [28]

Obecné informace		
Produkt	Money S4	Money S5
Výrobce	Cigler Software	Cigler Software
Formy implementace		
On-premise	Ano	Ano
Cloud	Ne	Ne
Hostované řešení	Ano	Ano
Možnosti systému - Moduly		
Podpora EET	Ano	Ano
Faktury – nákup, likvidace, prodej a vystavení	Ano	Ano
Zahraniční obchod	Ano	Ano
Správa odpadů	Ano	Ano
Možnosti systému – Typ výroby		
Spojité	Ano	Ano
Diskrétní	Ano	Ano
Zakázková	Ano	Ano
Možnosti systému – Sériovost výroby		
Kusová	Ano	Ano
Sériová	Ano	Ano
Hromadná	Ano	Ano
Architektura systému		
Architektura	klient/server	klient/server
Podporované komunikační protokoly	XML	XML, EDI
Podporované databáze	MS SQL	MS SQL
Uživatelé v ČR a SR		
Počet zákazníků	neuveдено	810
Vhodná velikost podniku		
Malé podniky	Ano	Ano
Středně velké podniky	Ne	Ano
Velké podniky	Ne	Ne

Tabulka 4 Přehled systému Money [28, 29]

1.2.5 QI

QI je propagováno jako elastický ERP systém, který je možné přizpůsobovat potřebám zákazníka za chodu. Důraz je především kladen na modularitu. [30]

Obecné informace	
Produkt	QI
Výrobce	QI GROUP
Formy implementace	
On-premise	Ano
Cloud	Ano
Hostované řešení	Ano
Možnosti systému - Moduly	
Podpora EET	Ano
Faktury – nákup, likvidace, prodej a vystavení	Ano
Zahraniční obchod	Ano
Správa odpadů	Ano
Možnosti systému – Typ výroby	
Spojité	Ano
Diskrétní	Ano
Zakázková	Ano
Možnosti systému – Sériovost výroby	
Kusová	Ano
Sériová	Ano
Hromadná	Ano
Architektura systému	
Architektura	Vícevrstvá architektura
Podporované komunikační protokoly	HTTP, TCP/IP
Podporované databáze	MS SQL
Uživatelé v ČR a SR	
Počet zákazníků	1305
Vhodná velikost podniku	
Malé podniky	Ano
Středně velké podniky	Ano
Velké podniky	Ano

Tabulka 5 Přehled systému QI [31]

1.2.6 Microsoft Dynamics

Společnost Microsoft nabízí svoji řadu ERP systémů skrze své partnery, kteří systém implementují. Microsoft Dynamics AX je pak mířena na střední a velké podniky ve formě SaaS. Nabízí moduly pro správu financí, prodejů, marketingu, uživatelskou podporu, skladu, výroby atd.

Microsoft Dynamics NAV je určen pro menší a střední podniky, je zaměřen spíše na finanční stránku podniku jako finance a marketing. Preferovaný model implementace je stejně jako u Dynamics AX, SaaS.

Velkou výhodou systému je samotný výrobce, Microsoft. Uživatelské rozhraní je podobné aplikacím Office, přechod je tak například s Excelu velice jednoduchý. Systém je jednoduše propojitelný s ostatními aplikacemi Microsoftu. [32]

Obecné informace		
Produkt	Dynamics AX	Dynamics NAV
Výrobce	Microsoft	Microsoft
Formy implementace		
On-premise	Ano	Ano
Cloud	Ano	Ano
Hostované řešení	Ano	Ano
Možnosti systému - Moduly		
Podpora EET	Ano	Ano
Faktury – nákup, likvidace, prodej a vystavení	Ano	Ano
Zahraniční obchod	Ano	Ano
Správa odpadů	Ano	Ano
Možnosti systému – Typ výroby		
Spojité	Ano	Ano
Diskrétní	Ano	Ano
Zakázková	Ano	Ano
Možnosti systému – Sériovost výroby		
Kusová	Ano	Ano
Sériová	Ano	Ano
Hromadná	Ano	Ano
Architektura systému		
Architektura	Třívrstvá	Klient/server, třívrstvá
Podporované komunikační protokoly	XML, HTTP	XML, HTTP
Podporované databáze	MS SQL	MS SQL
Uživatelé v ČR a SR		
Počet zákazníků	135	770
Vhodná velikost podniku		
Malé podniky	Ne	Ano
Středně velké podniky	Ano	Ano
Velké podniky	Ano	Ano

Tabulka 6 Přehled systému Dynamics [33, 34]

1.2.7 Oracle Cloud ERP

Oracle je společnost známá především svojí databází Oracle Database, na kterou byl v roce 2012 vyvinut ERP systém fungující výhradně jako Cloud. Oracle Cloud ERP je poskytován jako SaaS fungující na technologiích Oracle v Cloud centrech. Systém dostává dvakrát ročně aktualizace. Mezi podporované moduly patří: Finanční modul, účetnictví, Správa dodavatelského řetězce, Správa výkonnosti, ale také moduly využívající umělou inteligenci k predikci a optimalizaci. [35]

Obecné informace	
Produkt	Oracle Cloud ERP
Výrobce	Oracle Corporation
Formy implementace	
On-premise	Ne
Cloud	Ano
Hostované řešení	Ne
Možnosti systému - Moduly	
Podpora EET	Ano
Faktury – nákup, likvidace, prodej a vystavení	Ano
Zahraniční obchod	Ano
Správa odpadů	Ano
Možnosti systému – Typ výroby	
Spojité	Ano
Diskrétní	Ano
Zakázková	Ano
Možnosti systému – Sériovost výroby	
Kusová	Ano
Sériová	Ano
Hromadná	Ano
Architektura systému	
Architektura	Vícevrstvá architektura
Podporované komunikační protokoly	HTTP, XML
Podporované databáze	Oracle, MS SQL
Uživatelé v ČR a SR	
Počet zákazníků	120
Vhodná velikost podniku	
Malé podniky	Ano
Středně velké podniky	Ano
Velké podniky	Ano

Tabulka 7 Přehled systému Oracle [35]

2. PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Požadavky na vlastní ERP

Při návrhu vlastního ERP byl jako referenční systém zvolen SAP. Jedná se o nejstaršího a nejspolehlivějšího tvůrce ERP systémů, který definoval budoucí vývoj a funkcionality. Rozsah implementace byl tedy inspirován funkcionalitami systému SAP.

Rozsah implementace		
FI – Finanční účetnictví	FI-AA – Správa majetku	CO – Vnitropodnikové účetnictví
<ul style="list-style-type: none"> Hlavní kniha Pohledávky Zakázky Pokladny Skladové účetnictví Daňové účetnictví 	<ul style="list-style-type: none"> Dlouhodobý hmotný i nehmotný majetek Evidence majetku Odepisování majetku 	<ul style="list-style-type: none"> Organizační struktura společnosti Účetnictví nákladových středisek Vyhodnocování zakázek Analýza ziskovosti
MM – Nákup a skladování	SD – Podpora prodeje	PP – plánování výroby
<ul style="list-style-type: none"> Správa dat materiálů Správa dat dodavatelů Nákup zboží Zpracování objednávek Skladování materiálu 	<ul style="list-style-type: none"> Struktura prodeje Správa dat odběratelů Správa dat výrobků Správa kontraktů Ceník 	<ul style="list-style-type: none"> Kmenová data výroby (kusovníky, receptury, pracovní postupy, výrobky a polotovary) Receptury Propočet režijních nákladů Kalkulace ceny Automatický odpis surovin dle receptury

Tabulka 8 Funkcionality SAP

V tabulce 8 jsou jednotlivé moduly a jejich funkce systému SAP, seznam funkcí byl upraven pro projekt Barman, vyškrtnutý byl například modul Řízení Jakosti, který obsahuje testování v laboratořích a výstupní kontrolu, další vyškrtnutý modul byl Báze a rozhraní, což je specifický modul pro správu a monitoring SAP. Zredukované také jsou služby jako Intrastat (mezinárodní obchod) nebo příplatky, které se v praxi prakticky nepoužívají.

Dle těchto funkcionalit je tedy nutné zvolit vhodný systém, který je bude podporovat. V této implementaci je především podstatná část PP – plánování výroby, jelikož chceme do výroby posílat výrobní zakázky a kontrolovat sklady.

2.2 Dolibarr

V teoretické části jsou zmíněny jedny z nejpoužívanějších ERP systémů, bohužel se po prozkoumání všech těchto možností ukázalo, jak náročné by implementace a získání jednotlivých řešení bylo. Většina společností nenabízí studentské verze pro své programy a samotné licence programů jsou pro jednotlivce finančně náročné. I po získání licence se však člověk potřebuje s programem seznámit a řídit se jeho neměnnou strukturou, která může být svazující. Proto bylo zvoleno open source řešení, především pro svoji dostupnost a modifikovatelnost. Open source ERP systémů však není mnoho, řadí se mezi ně systémy jako Odoo a ERPNext, ty jsou však zdarma pouze s finančním modulem a za další moduly se musí připlácet, což je učinilo nevhodné. Jakožto vhodné řešení byl nalezen systém Dolibarr, všechny jeho moduly jsou plně modifikovatelné a zdarma.

2.2.1 Základní informace

Dolibarr je open source projekt cílící na modifikovatelnost a širokou dostupnost. Je psán jako webová aplikace v programovacím jazyce PHP (verze 7.3.12), to z něj dělá aplikaci dostupnou na jakémkoliv zařízení s internetovým připojením.

Jakožto webová aplikace je nutná příslušná databáze pro ukládání dat, k tomu slouží SQL databáze MariaDB, ta běží na verzi 5.5.5-10.4.10. Dále je nutný webový server Apache na verzi 2.4.41.

Použitá verze systému Dolibarr pro tuto implementaci je 13.0.2. [36]

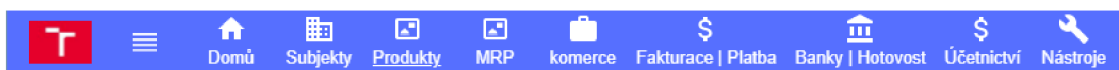
2.3 Uživatelské rozhraní systému Dolibarr

Hlavním a nejdůležitějším prvkem celého systému je pro uživatele to co vidí na obrazovce, uživatelské rozhraní. K porozumění systému je pak dobré uživatelské rozhraní popsat a vysvětlit k čemu jednotlivé části slouží.

2.3.1 Hlavní menu

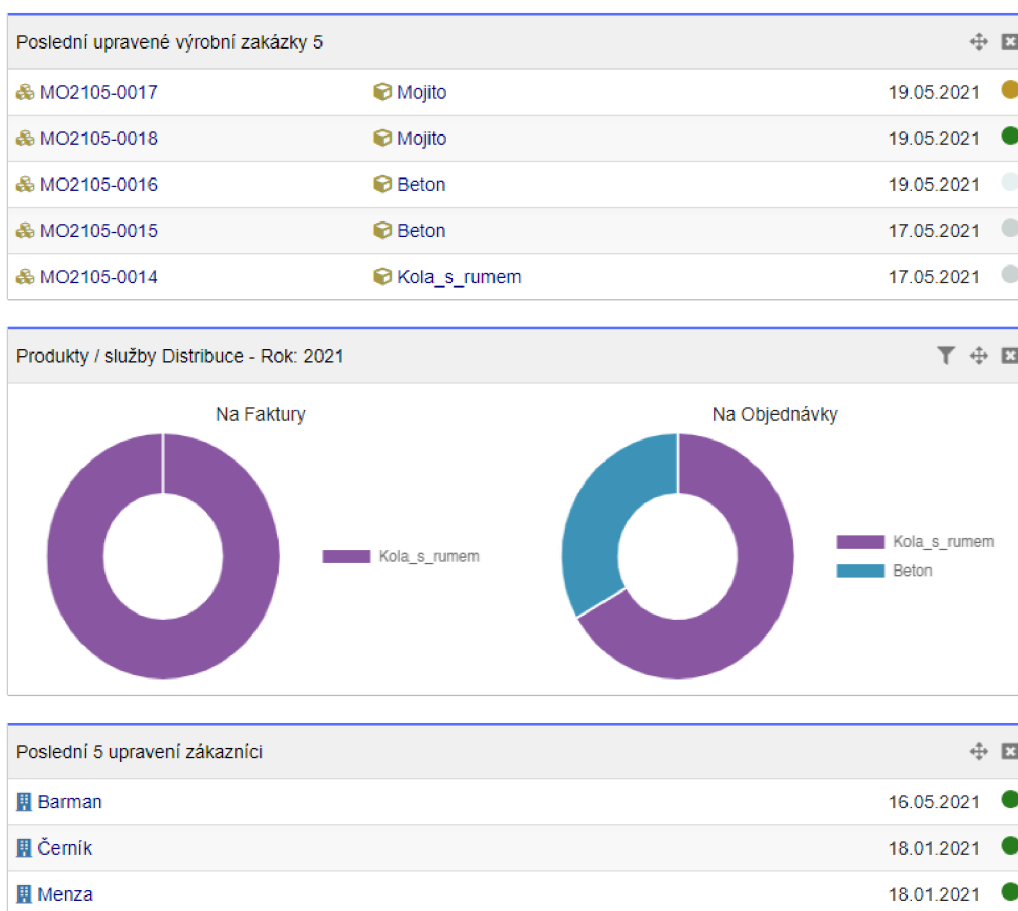
Po spuštění se uživatelům zobrazí obrazovka s obecným přehledem a historií objednávek, produktů, zákazníků a skladů. V této části také vidíme, kolik zaplacených a otevřených objednávek zůstává. Všechny tyto přehledy jsou modifikovatelné a uživatel si může hlavní menu přizpůsobit svým potřebám.

Jediné menu, které uživatel vidí v jakékoliv záložce systému je hlavní lišta se záložkami jednotlivých modulů, v této implementaci nás nejvíce zajímají první čtyři záložky, Domů, Subjekty, Produkty a MRP.



Obrázek 5 Hlavní lišta

Na obrázku níže (Obrázek 6) lze vidět přehled posledních výrobních zakázek. Kódy každé z těchto zakázek generuje systém automaticky, MO v kódu značí Manufacturing order (výrobní zakázka), 2105 pak označuje rok a měsíc vytvoření zakázky a číslo za pomlčkou vyjadřuje pořadí zakázky. Uprostřed tabulky je uveden druh produktu, který byl objednan a v pravé části datum vytvoření a stav zakázky. Jednotlivé barvy u datumu slouží jako indikátor stavu, šedivá znamená vyrobeno, bílá zrušeno, zelená ve výrobě a tmavě žlutá znamená ověřeno, čeká se na odpověď výroby. Pod tabulkou zakázek je graf distribuce produktů pro rok 2021. Poslední tabulka pak zobrazuje aktivní zákazníky, které máme v systému uložené.



Obrázek 6 Přehled výrobních zakázek a zákazníků

2.3.2 Záložka Subjekty

V této záložce se nachází správa všech zákazníků a kontaktů pro které podnik zhotovuje objednávky, kromě obecné statistiky zákazníků se zde nachází i lišta pro přidání nového subjektu (zákazníka). Po kliknutí se zobrazí formulář pro vyplnění potřebných údajů, jak je vidět na obrázku níže (Obrázek 7). Vytvořeného zákazníka pak můžeme vybírat při tvorbě objednávky nebo výrobní zakázky.

Nový subjekt (cíl, zákazník, dodavatel)

Název subjektu			
Alias jméno (komerční, ochranná známka, ...)			
Cíl / Zákazník	<input type="text"/>	Kód zákazníka	CU2105-00004
Postavení	Otevřeno		
Adresa	<input type="text"/>		
PSČ		Město	
Země	Česká republika (CZ)		
Stát/Okres			
Telefon	<input type="text"/>	Fax	<input type="text"/>
E-Mail	<input type="text"/>		

Obrázek 7 Přidání subjektu

2.3.3 Záložka Produkty

Záložka produktů obsahuje jako ostatní záložky obecné statistiky a stavy produktů, především se však zde nové produkty přidávají, stejně tak se zde spravuje skladové hospodářství a pohyby výrobků mezi sklady.


Nové produkty se přidávají na levé straně obrazovky, informace se vyplňují do formuláře, zde může uživatel vyplnit všechny potřebné informace pro produkt, které z hlediska ERP dávají smysl, jako postavení produktu (pro nákup nebo prodej), fyzické atributy produktu, cenu nebo limity pro hlídání minimálního počtu produktu na skladu.

Nový produkt

Ref.	<input type="text"/>		
Štítek			
Postavení (Prodávát)	Na prodej		
Postavení (Nákup)	Pro nákup		
Popis	<input type="text"/>		
Veřejná URL	<input type="text"/>		
Výchozí sklad	<input type="text"/>	Požadované optimální zásoby	<input type="text"/>
Skladový limit pro upozornění	<input type="text"/>		
Druh produktu (materiál / hotový)	<input type="text"/>		
Hmotnost	kg		
Délka x Šířka x Výška	x	x	m
Plocha	m ²		
Objem	m ³		
Kód cta / komodity / HS		Země původu	<input type="text"/>
Poznámka (není vidět na návržích faktury, ...)	<input type="text"/>		

Obrázek 8 Přidání produktu

Důležitou součástí záložky produktů je skladová část, především pak pohyby produktů ve skladech. Zde můžeme vytvářet nové sklady a upravovat stávající.


 Seznam skladových pohybů (19)



Ref.	Datum	Produkt čj.	Štítek produktu	Sklad	Inventární/pohybový kód	Štítek pohybu	Druh pohybu	Původ	Množství
19	19.05.2021 17.32	Mojito	M1	Výrobní	Vyroba MO2105-0017	Vyroba MO2105-0017	Zvýšení zásob	MO2105-0017	10
18	17.05.2021 13.31	Beton	KR2	Kumbál	Vyroba MO2105-0015	Vyroba MO2105-0015	Zvýšení zásob	MO2105-0015	5
17	17.05.2021 12.47	Kola_s_rumem	KR1	Kumbál	Vyroba MO2105-0014	Vyroba MO2105-0014	Zvýšení zásob	MO2105-0014	5
16	17.05.2021 06.54	Houba	H1	Výrobní	Vyroba MO2105-0013	Vyroba MO2105-0013	Zvýšení zásob	MO2105-0013	50
15	17.05.2021 06.51	Beton	KR2	Výrobní	Vyroba MO2105-0012	Vyroba MO2105-0012	Zvýšení zásob	MO2105-0012	50
14	17.05.2021 06.50	Beton	KR2	Výrobní	Vyroba MO2105-0012	Vyroba MO2105-0012	Zvýšení zásob	MO2105-0012	50
13	16.05.2021 23.54	Houba	H1	Výrobní	Vyroba MO2105-0010	Vyroba MO2105-0010	Zvýšení zásob	MO2105-0010	15

Obrázek 9 Pohyby mezi sklady

2.3.4 Záložka MRP

Pro tuto implementaci je nejdůležitější záložka MRP, zde se vytváří požadavky dále do výroby. Využijí se zde všechny poskytnuté informace z předchozích záložek. Tučně napsaný text na obrázku níže (Obrázek 10) je pro zadání výrobní zakázky povinný a nelze bez něj zakázku vytvořit, do kolonky Subjekt se pak zadává zákazník, pro kterého je zakázka míněna, kolonka sklad pro výrobu pak určuje, do kterého z vytvořených skladů se přičte počet vyrobených kusů. Obsluha, Zařízení a Další požadavky jsou atributy dodělané pro projekt Barman, tak aby odpovídalo zadání zakázky standardu B2MML. V kolonce Obsluha se upřesňuje druh pracovníka nebo přímo konkrétní pracovník, který je k výrobě potřeba. Kolonka Zařízení upřesňuje, jaké zařízení je k výrobě potřeba, v této implementaci se jiné zařízení, než Barman nepoužije, tudíž je v kolonce pouze jedna možnost. Poslední kolonkou jsou Další požadavky se specifikuje například jaký druh sklenice se použije.

 Nové Mo

BOM	
Produkt	
Množství k výrobě	
Štítek	
Subjekt	
Projekt	
Sklad pro výrobu	
Datum zahájení je naplánováno ⓘ	 00 : 00 Nyní
Datum ukončení je naplánováno	 00 : 00 Nyní
Obsluha ⓘ	
Zařízení ⓘ	
Další požadavky ⓘ	

Obrázek 10 Vytvoření výrobní zakázky

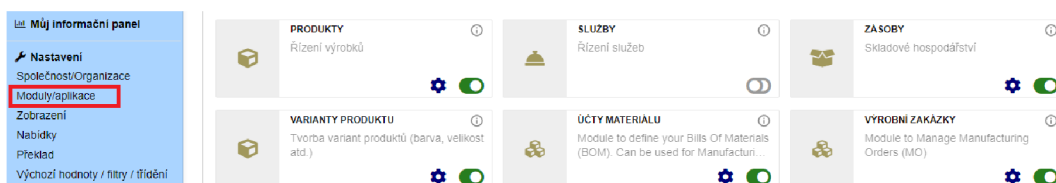
Na obrázku níže (Obrázek 11) lze vidět jednotlivé výrobní zakázky v seznamu. Kromě kódového označení, druhu výrobku, počtu kusů a datumů se zde zobrazuje stav zakázek. Systém Dolibarr má zabudované čtyři stavy, Vyrobena, Zrušený, InProgress a Ověřené. Každý stav má své barevné označení a nastává v různých částech výroby. První stav, který nastane je Ověřené, ten se u zakázky zobrazí po zadání a potvrzení odeslání v ERP, nyní se čeká na odpověď výroby pro potvrzení proveditelnosti. Po potvrzení od výroby nastane stav InProgress, výroba probíhá a čeká se na dokončení. Pokud vše proběhne v pořádku nebo nepřijde příkaz k přerušování výroby, odešle se potvrzení o dokončení zakázky, to nastaví stav na Vyrobena.

MC2105-0017	Mojito	10,00	19.05.2021 17.30	19.05.2021 18.30	19.05.2021 16.31	Vyrobena
MC2105-0018	Mojito	10,00	27.05.2021 06.40	28.05.2021 07.40	19.05.2021 16.47	Zrušený
MC2105-0019	Mojito	2,00	27.05.2021 16.30	28.05.2021 16.30	21.05.2021 15.34	InProgress
MC2105-0020	Houba	4,00	25.05.2021 21.35	26.05.2021 22.35	21.05.2021 15.35	Ověřené

Obrázek 11 Výrobní zakázky a jejich možné stavy

2.3.5 Nastavení Modulů

Pokud chce uživatel přidat nebo odebrat některé z modulů může tak udělat v hlavním menu v kolonce nastavení a moduly/aplikace.



Obrázek 12 Povolení modulů Správy produktů

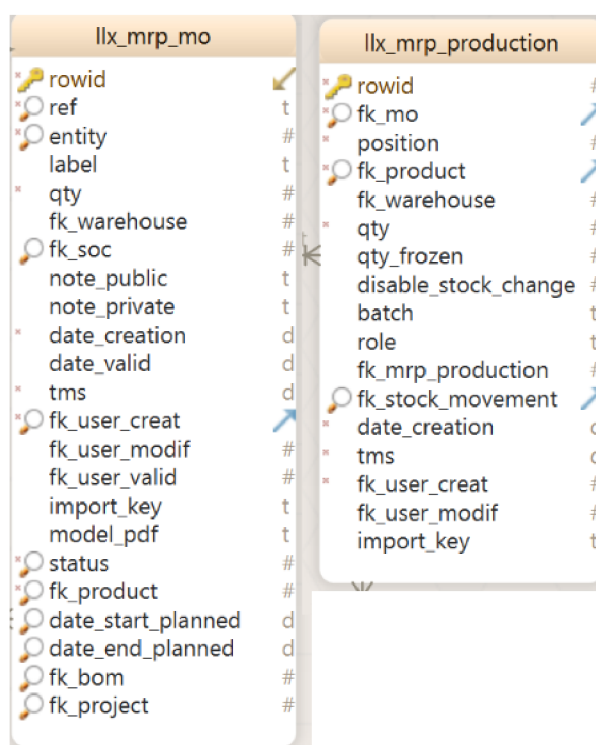
Dolibarr v základu poskytuje 74 modulů od řízení lidských zdrojů po modul placení pomocí PayPal, všechny jsou plně dostupné a zdarma, tudíž systém poskytuje dobrou škálovatelnost. V případě projektu Barman je základem takzvaná Správa produktů, zde se nachází modul pro vytváření produktů, skladové hospodářství a výrobní zakázky neboli všechny moduly popsány v předchozích kapitolách. Přes ozubené kolečko u každého z modulů lze provádět modifikace, například přidání atributů. Tato funkčnost byla využita, jak je ukázáno níže (Obrázek 13).

Pozice	Popisek nebo překladový klíč	Překladový řetězec	Kód atributu	Typ	Velikost	Vypočtené pole	Unikátní	Potřebný	Může být vždy editován	Visible
1	Obsluha	Obsluha	p1	Vyberte z tabulky			Ne	Ne	Ne	1
2	Zařízení	Zařízení	z1	Vyberte z tabulky			Ne	Ne	Ano	1
100	Další požadavky	Další požadavky	dp1	Vyberte z tabulky			Ne	Ne	Ano	1

Obrázek 13 Dodatečné atributy výrobních zakázek

2.1 Důležité tabulky systému Dolibarr

Pro propojení obou systémů je nutné najít příslušné tabulky v Dolibarru, jednou z nich je tabulka *mrp_mo* (MRP Manufacturing Order). Pro propojení systémů je důležitá, jelikož obsahuje typ a množství výrobku, který chceme vyrobit (řádek *fk_product* a *qty*), tyto hodnoty pak vystavuje systému MES. Řádek *fk_warehouse* je pak cizí klíč odkazující na sklad do kterého se výrobky naskladní. Řádek *status* odpovídá stavu, ve kterém se zakázka nachází, tento řádek pak upravuje odpověď výroby. Když výroba odpovídá statusem 2, znamená to, že probíhá výroba zakázky (v Dolibarru InProgress, zelený indikátor), výroba také může odpovědět číslovkou 9, což znamená zrušeno nebo chyba (Dolibarr nezná stav chyba, proto je oboje pod označením Zrušeno, bílý indikátor), číslovka 3 znamená vyrobeno (v Dolibarru Vyrobeno, šedý indikátor).



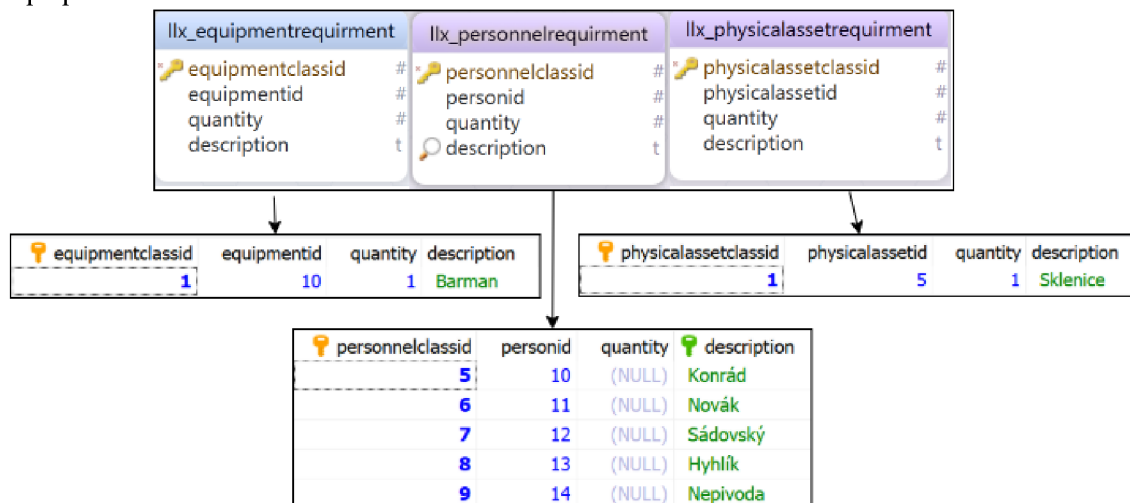
Obrázek 14 Tabulky zakázek

Další podobnou, ale důležitou tabulkou je *mrp_production*, nachází se zde typ zakázky, řádek *role*. Tento řádek systém vyplní v případě výroby textem *toproduce*, čímž oznamuje, že je zakázka typu vyrob. Když dojde k vyrobění zakázky zapíše se *produced*, vyrobeno.

rowid	fk_mo	position	fk_product	fk_warehouse	qty	qty_frozen	disable_stock_change	batch	role
2	2	1	2	(NULL)	20	(NULL)	(NULL)	(NULL)	toproduce
3	2	0	2	1	20	(NULL)	(NULL)	(NULL)	produced
4	3	1	2	(NULL)	50	(NULL)	(NULL)	(NULL)	toproduce
5	3	0	2	1	50	(NULL)	(NULL)	(NULL)	produced

Obrázek 15 Data v tabulce mrp_production

Do systému muselo být doplněno několik atributů, které původně neobsahoval, jak bylo zmíněno v odstavci 2.3.4.. Tyto atributy, Equipment Requirement, Personnel Requirement a Physical Asset Requirement také potřebují své vlastní tabulky v databázi s příponou llx.



Obrázek 16 Doplněné tabulky atributů

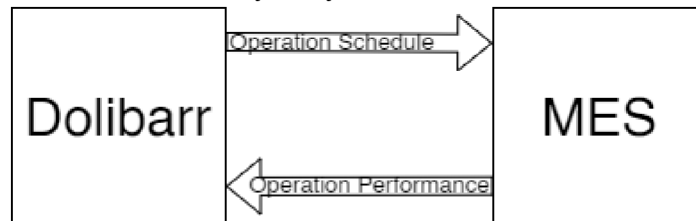
Tyto tabulky pak sdružují informace ohledně personálu, zařízení a dalších požadavků, jak je ukázáno na Obrázek 16.

Přehled vytvořených tabulek a View	
Název	Typ
operationschedule	View
operationrequest	View
segmentrequirement	View
materialrequirement	View
equipmentrequirement	View
personnelrequirement	View
physicalassetrequirement	View
operationperformance	Tabulka
operationresponse	Tabulka
segmentresponse	Tabulka
materialactual	Tabulka
equipmentactual	Tabulka
personnelactual	Tabulka
physicalassteactual	Tabulka
llx_equipmentrequirement	Tabulka
llx_personnelrequirement	Tabulka
llx_physicalassetrequirement	Tabulka

Tabulka 9 Přehled vytvořených tabulek a view

2.2 Komunikace mezi systémy

V teoretické části byl zmíněn standard pro komunikaci B2MML. Ten byl také zvolen pro komunikaci a standardizaci výměny informací mezi ERP a MES.



Obrázek 17 Komunikace mezi systémy

2.2.1 Operation Schedule

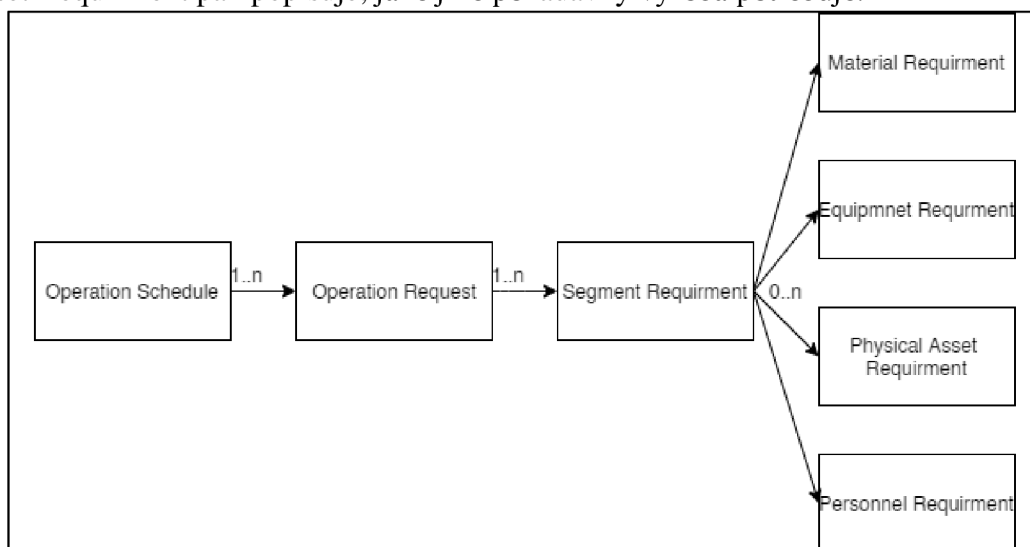
Základem pro komunikaci směrem z ERP je model Operation Schedule neboli plánování operací, ten se skládá ze stejnojmenného bloku Operation Schedule, který obecně obsahuje jeden nebo více Operation Request. Dále také může obsahovat informace o času zadání objednávky, její nejzazší čas dodání a druh operace.

Po bloku Operation Schedule následuje blok Operation Request, který definuje požadavek operace, musí obsahovat alespoň jeden Segment Requirement. Obsahuje prioritu, se kterou se má operace vykonávat.

Segment Requirement je blok popisující potřeby pro vykonání operace, jako je druh výrobku, potřebný personál, nejdřívější možný čas započetí výroby a nejzazší čas pro dokončení výroby.

V datovém modelu se pak může objevit i Segment Response neboli odpověď segmentu po provedení operace, tato část je však lépe popsána v modelu Operation Performance a nebyla použita.

Poslední rozvětvení modelu na čtyři bloky pak popisuje požadavky na jednotlivé části výroby, Material Requirement popisuje, kolik a jaký výrobek má být vyroben, Equipment Requirement popisuje, jaké zařízení podniku se má pro výrobu použít, Personnel Requirement popisuje, kolik a jak klasifikovaná obsluha má výrobu provádět, Physical Asset Requirement pak popisuje, jaké jiné požadavky výroba potřebuje.



Obrázek 18 Diagram Operation Schedule

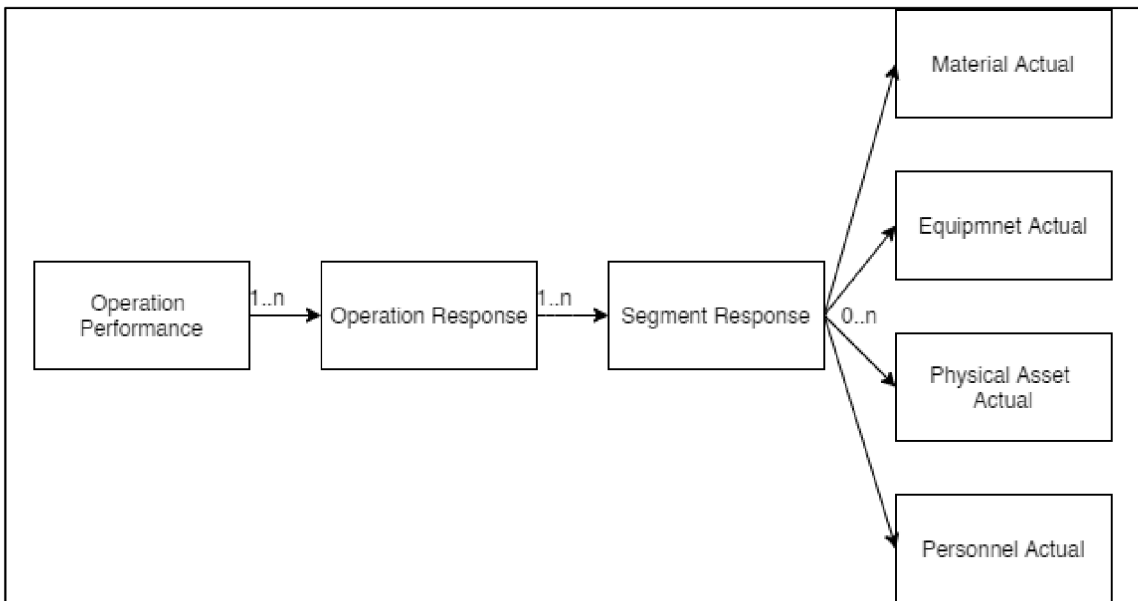
2.2.2 Operation Performance

Podobně jako Operation Schedule, existuje podle standardu B2MML odpověď směrem z výroby, tedy z MES. Tento model se nazývá Operation Performance, výkonnost operace. Základem tohoto modelu je blok Operation Performance obsahující informace o původním času začátku a konce operace a o stavu ve kterém se blok nachází. Obsahuje také ID bloku Operation Schedule původního požadavku z ERP. Blok Operation Performance pak obsahuje blok Operation Response.

Operation Response se skládá z původního času začátku a konce operace a stavu ve kterém se blok nachází. Navíc také obsahuje ID bloku Operation Request (odkazuje se na jaký Operation Request odpovídá) a blok Segment Response.

Segment Response se podobně jako Segment Requirement rozděluje na několik podtabulek, konkretizujících jednotlivé požadavky výroby. Samotný blok Segment Response pak obsahuje skutečný čas začátku a konce výroby a stav ve kterém se blok nachází.

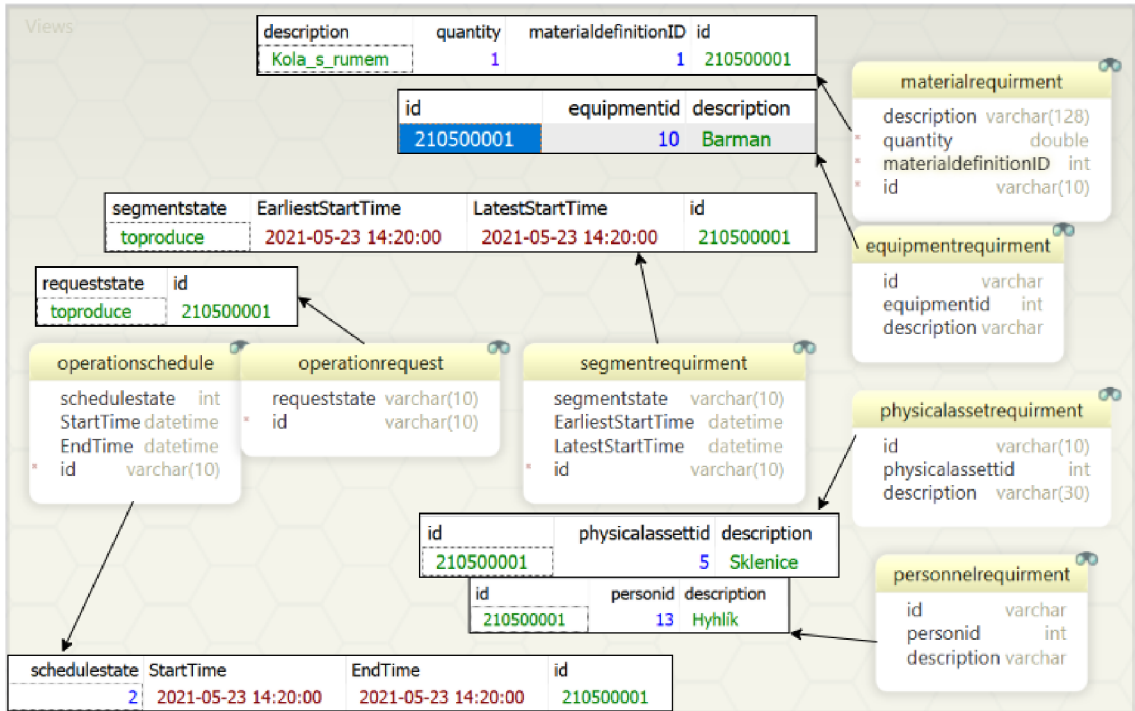
Podtabulky Segment Response jsou Material Actual, Equipment Actual, Physical Asset Actual a Personnel Actual. Material Actual specifikuje jaký produkt a kolik tohoto produktu se ve skutečnosti vyrobilo. Equipment Actual specifikuje jaké zařízení se pro výrobu skutečně použilo. Personnel Actual specifikuje jaká obsluha byla skutečně použita. Physical Asset Actual specifikuje jaké jiné požadavky na výrobu se ve skutečnosti použily.



Obrázek 19 Diagram Operation Performance

2.2.3 Implementace komunikace

Samotná implementace Operation Schedule byla provedena pomocí View do databáze Dolibarru. Všechny prvky view jsou pak podle standardu pojmenovány, stejně tak i samotné názvy view, stačí tedy z protistrany, která dodržuje standard B2MML pomocí Selectu přečíst data a nehrozí žádné nechtěné přepsání.

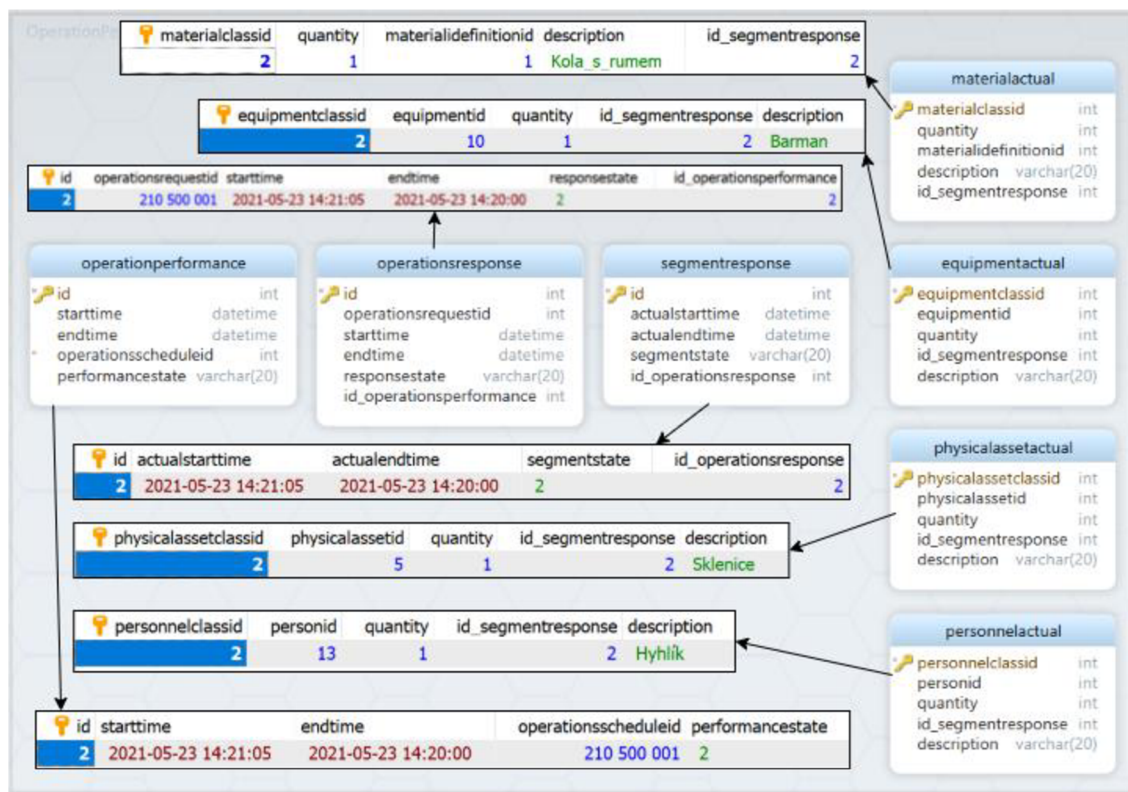


Obrázek 20 View do databáze Dolibarru ve tvaru Operation Schedule + jejich obsah

Přehled všech Triggerů použitých pro zápis do Operation Performance			
Název	Tabulka	Čas	Událost
Bar_Insert_Data_Tab_Equipmentactual	segmentresponse	AFTER	INSERT
Bar_Insert_Data_Tab_Materialactual	segmentresponse	AFTER	INSERT
Bar_Insert_Data_Tab_Personnelactual	segmentresponse	AFTER	INSERT
Bar_Insert_Data_Tab_Physicalassetactual	segmentresponse	AFTER	INSERT
Bar_Insert_Data_Tab_Segmentresponse	operationresponse	AFTER	INSERT
Bat_Insert_Data_Tab_Operationsresponse	operationperformance	AFTER	INSERT
Update_Status_Dolibar_After_Update_Barman	operationperformance	AFTER	UPDATE
Update_Status_Vyroba_After_Insert_Barman	operationperformance	AFTER	INSERT

Tabulka 10 Přehled všech Triggerů

Na požadavek Operation Schedule také musí přijít odpověď, k tomuto účelu jsou tedy vytvořeny tabulky Operation Performance. Jejich plnění je zajištěno pomocí po sobě jdoucích a navazujících Triggerů.



Obrázek 21 Zhotovené tabulky Operation Performance + jejich obsah

Příklad jednoho z těchto Triggerů je uveden níže, jeho podstatou je naplnění tabulky Operation Response po INSERT do tabulky Operation Performance.

```
CREATE TRIGGER `Bat_Insert_Data_Tab_Operationsresponse` AFTER INSERT ON
`operationperformance`
FOR EACH ROW BEGIN
SET @operationsrequestid = (select operationscheduleid from
operationperformance where operationscheduleid =
NEW.operationsscheduleid);
SET @starttime = (select starttime from operationperformance where
operationsscheduleid = NEW.operationsscheduleid);
SET @endtime = (select endtime from operationperformance where
operationsscheduleid = NEW.operationsscheduleid);
SET @responsestate = (select performancestate from operationperformance
where operationscheduleid = NEW.operationsscheduleid);

insert into operationsresponse (operationsrequestid, starttime, endtime,
responsestate, id_operationsperformance) values (@operationsrequestid,
@starttime, @endtime, @responsestate, NEW.id);
END
```

2.3 Aplikace Barman

V průběhu práce bylo rozhodnuto, že se systém Dolibarr nebude připojovat přímo na MES projektu Barman, proto bylo nutné nasimulovat funkčnost pomocí vlastní protistrany. K této funkci byl vytvořen simulátor výroby jakožto webová aplikace v HTML a PHP.

Přehledová obrazovka tohoto simulátoru nabízí:

- Převzít objednávky do výroby
- Dokončit výrobu objednávky
- Zrušit objednávku
- Zobrazit historii vyrobených objednávek

Na základě přechodů mezi těmito stavy se pomocí Triggerů vyplňují jednotlivé tabulky Operation Performance.

BARMAN

Přehledová obrazovka výroby

Objednávky k převzetí do výroby

Ref. č. výroby	Výrobek	Množství	Pracovník	Zařízení	Balení	Požadované naskladnění	Potvrzení	Zrušit
210500004	Mojito	10	Novak	Barman		2021-05-25 04:00:00	Převzít do výroby	Zrušit výrobu

Objednávky ve výrobě

Ref. č. výroby	Výrobek	Množství	Pracovník	Zařízení	Balení	Požadované naskladnění	Potvrzení výroby	Zrušit objednávku
210500003	Beton	5	Kouřád	Barman	Sklenice	2021-05-23 21:46:00	Vyrobeno	Zrušit výrobu

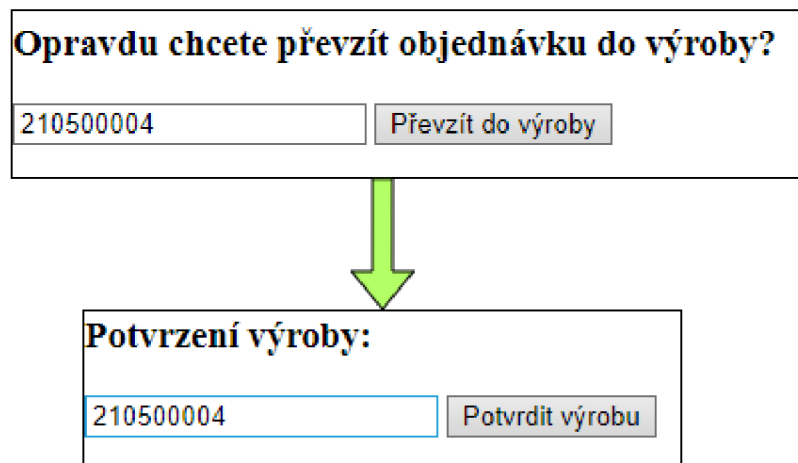
Objednávky zrušené výrobou

Ref. č. výroby	Výrobek	Množství	Pracovník	Zařízení	Balení	Požadované naskladnění	Obnovit objednávku
----------------	---------	----------	-----------	----------	--------	------------------------	--------------------

Vyrobeno

Ref. č. výroby	Výrobek	Množství	Datum výroby
210500001	Kola_s_rutnem	1	2021-05-23 14:20:00
210500002	Beton	10	2021-05-23 15:33:00

Obrázek 23 Vizualizace a jednotlivé přehledy aplikace Barman

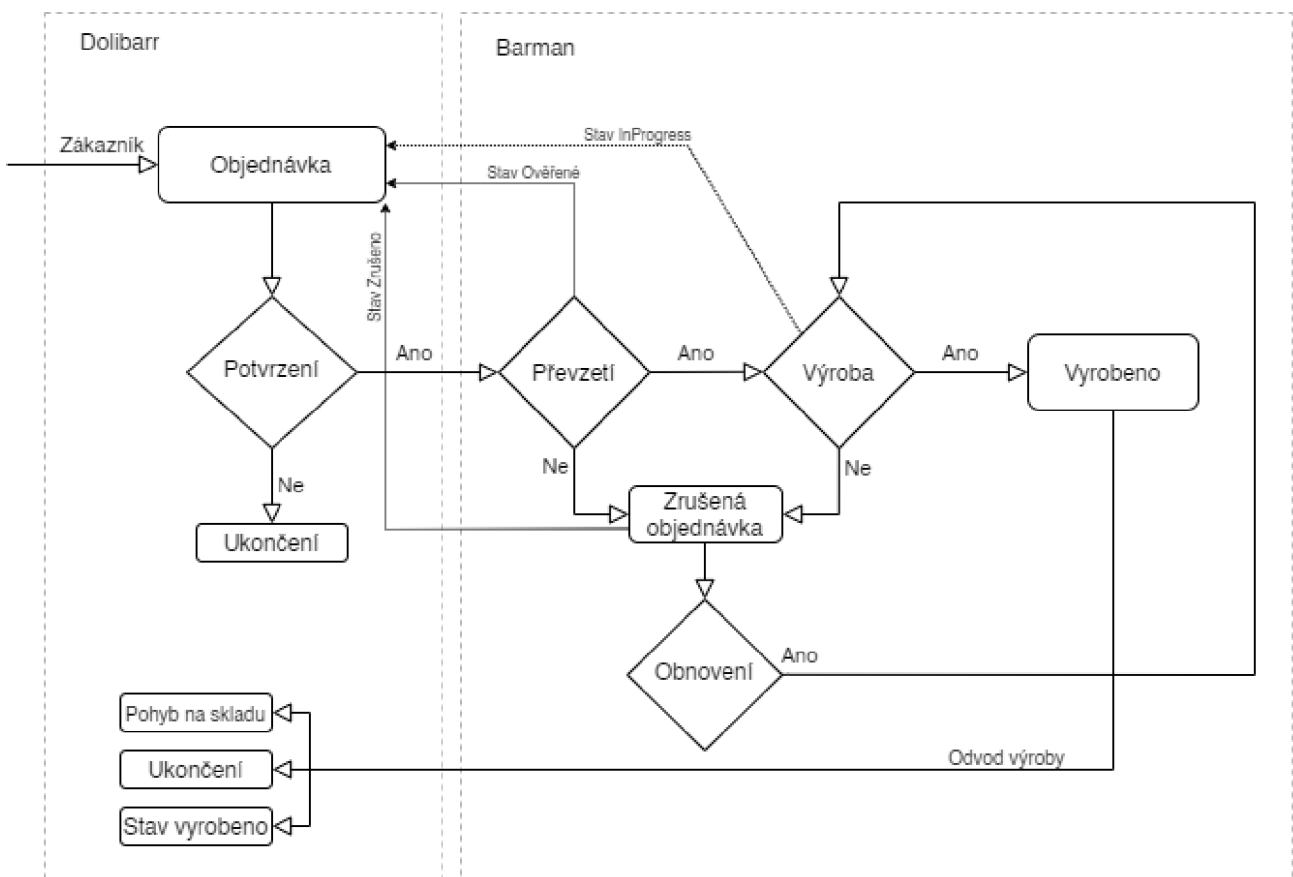


Obrázek 22 Potvrzení převzetí a následné potvrzení výroby

Aplikace se skládá z index.php, což je rozcestník, update.php pak aktualizuje stavy, produce.php zapisuje vyrobené produkty a pohyby skladů do Dolibarru a DBConn.php zajišťující připojení k databázi.

2.4 Výsledná funkčnost

Výsledná funkčnost lze popsat pomocí diagramu (Obrázek 24), který shrnuje celou logiku vyvinutého řešení. Po zadání objednávky od zákazníka do Dolibarru se v obrazovce konečného přehledu objednávky před odesláním potvrdí její správnost, čímž se odešle do aplikace Barman. Zde výroba buďto potvrdí, že je objednávku schopna vyrobit nebo ji zamítne. Pokud ji potvrdí a převezme dostává se objednávka do výroby, zde ji může výroba opět přerušit nebo dokončit. Pokud ji dokončí je výsledek odeslán zpět do Dolibarru, kde dojde k zaznamenání stavu, počtu vyrobených kusů a pohybu na skladech. Vždy když se objednávka zruší ve výrobě lze ji obnovit, po potvrzení obnovy je umístěna do výroby. V každé části tohoto schématu se v Dolibarru sleduje stav pomocí indikátoru, ten je měněn prvně po potvrzení odeslání, pak po převzetí výrobou dále se změní při výrobě, a nakonec při dokončení, samozřejmě se změní i v případě zrušení objednávky výrobou.



Obrázek 24 Diagram funkčnosti výsledného programu

3. ZÁVĚR

Práce měla za cíl zprovoznit ERP systém ve zjednodušené podobě a propojit ho s existujícím MES projektem Barman. K porozumění problematice vývoje a správné volby ERP systémů bylo předem nutné zpracovat rešerši ohledně jejich možností, dostupnosti a funkcí. V této rešerši byl vysvětlen princip a vznik řízení podniků a výroby, dále byl popsán a na jednotlivé komponenty rozebrán obecný ERP systém. Byla popsána implementace ERP systémů a její různé druhy. Dalším důležitým bodem rešerše byla samotná komunikace mezi systémy a její možné standardizování. Poslední bod rešerše se zabýval existujícími produkty na trhu ERP a jejich funkcionalitami.

V praktické části bylo za využití poznatků z rešerše vybráno vhodné řešení pro projekt Barman. Nejdříve se uvažovalo nad naprogramováním vlastního jednoduchého ERP, to by však mohlo zabrat více času než přizpůsobení již existujícího řešení. Při analýze existujících řešení se ukázalo, že nalezení programu splňující požadavky bude náročnější, než se zdálo. Naštěstí po vyřazení všech velkých komerčních systémů zbyla kategorie open source, zde se výběr zúžil na tři konkurenty, ze kterých vyšel vítězně francouzský systém Dolibarr, a to především kvůli tomu, že je zcela zdarma.

Po zvolení tohoto systému jej bylo nutné upravit pro komunikaci s okolím. K této komunikaci byl zvolen standard B2MML, který byl zmíněn v rešerši. Po nastudování tohoto standardu se upřesnily, jaké části budou pro tuto implementaci dostatečné. Těmito částmi jsou Operation Schedule a Operation Performance. Na straně Dolibarru byl připraven Operation Schedule jako View do databáze, čímž se minimálně zasáhlo do původního programu. Jednou z mála úprav přímo v Dolibarru pak bylo přidání dodatečných atributů pro výrobu, které v základu neposkytoval.

Bohužel v průběhu práce bylo rozhodnuto opustit od připojení přímo na MES projektu Barman, čímž se vytvořil problém s chybějící protistranou při komunikaci. Tento problém byl vyřešen za pomoci vlastní aplikace Barman, zde se simulují jednotlivé stavy výroby, díky kterým je možné pomocí Triggerů a SQL příkazů plnit tabulky Operation Performance, tedy odpovědět ERP.

Závěrem je nutné konstatovat, že byl ERP systém úspěšně upraven pro komunikaci s okolím za pomoci standardu B2MML, ale i přes simulaci odpovědí z výroby by se při reálném zapojení projevila řada problémů, které je teď obtížné detekovat a vyřešit.

LITERATURA

- [1] Production management | industrial engineering. *Encyclopedia Britannica* [online]. [vid. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/production-management>
- [2] *Výroba* [online]. 2020 [vid. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=V%C3%BDroba&oldid=18670806>
- [3] USER, Super. Základní typy výroby z procesního pohledu. *MES Center* [online]. [vid. 2020-11-25]. Dostupné z: <http://www.mescenter.org/cz/clanky/70-rozdeleni-vyroby-dle-zakladnich-typu>
- [4] Just in Time: Co to vlastně je? *Průmyslové Inženýrství.cz* [online]. 24. leden 2018 [vid. 2020-12-29]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/just-in-time-co-to-vlastne-je/>
- [5] *Business process* [online]. 2020 [vid. 2021-01-01]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Business_process&oldid=997271654
- [6] *Process (SAP Library - Business Intelligence)* [online]. [vid. 2021-01-01]. Dostupné z: https://help.sap.com/doc/saphelp_nw70/7.0.31/en-US/7b/d4313b38bea774e10000000a114084/content.htm?no_cache=true
- [7] *Co je to SCADA?* [online]. [vid. 2021-01-01]. Dostupné z: <https://www.promotic.eu/cz/pmdoc/WhatIsPromotic/WhatIsScada.htm>
- [8] USER, Super. MES systém (Manufacturing Execution System). *MES Center* [online]. [vid. 2020-11-29]. Dostupné z: <http://www.mescenter.org/cz/clanky/5-co-je-to-mes-system>
- [9] USER, Super. MES / MOM: Integrace s okolními systémy. *MES Center* [online]. [vid. 2021-01-01]. Dostupné z: <http://www.mescenter.org/cz/clanky/44-mes-mom-integrace-s-okolnimi-systemy>
- [10] *MESA Model* [online]. 27. červen 2019 [vid. 2021-01-02]. Dostupné z: <http://www.mesa.org/en/modelstrategicinitiatives/MESAModel.asp>
- [11] ERBEN, Lukáš. Příchod hackerů: český otec MRP. *Root.cz* [online]. [vid. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://www.root.cz/clanky/prichod-hackeru-cesky-otec-mrp/>
- [12] BOEHM, Haley. The Difference Between MRP I and MRP II. *Software Connect* [online]. [vid. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://softwareconnect.com/manufacturing/mrp-i-vs-mrp-ii/>
- [13] VODIČKA, Jakub. Kritické faktory implementace ERP systému pro výrobce průmyslových těsnění [online]. 2017 [vid. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://dspace.lib.vutbr.cz/xmlui/handle/11012/65766>

- [14] OLSON, David L. a Subodh KESHARWANI. *Enterprise Information Systems: Contemporary Trends And Issues*. B.m.: World Scientific Publishing Company, 2009. ISBN 978-981-310-750-2.
- [15] JÍCHA, Karel. *Zavedení ERP systému v podniku* [online]. B.m., 2016 [vid. 2021-01-03]. Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/ym7qc/>
- [16] ERP On-demand Vs. On-premise. *ERP Cloud Blog* [online]. 9. listopad 2015 [vid. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://erpsoftwareblog.com/cloud/2015/11/erp-on-demand-vs-on-premise/>
- [17] ANDREW LY. Open-Source ERP Software: Benefits, Challenges and Top Vendors. *Better Buys* [online]. 8. červen 2020 [vid. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://www.betterbuys.com/erp/open-source-erp/>
- [18] ISA95, Enterprise-Control System Integration- ISA. *isa.org* [online]. [vid. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-standards/isa-standards-committees/isa95>
- [19] JOHNSON, Charlotta. ISA 95 - how and where can it be applied. In: . 2004.
- [20] Excel: Why using Microsoft's tool caused Covid-19 results to be lost. *BBC News* [online]. 2020 [vid. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/technology-54423988>
- [21] SAP [online]. 2020 [vid. 2020-12-29]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=SAP&oldid=996399844>
- [22] *SAP Business One* [online]. [vid. 2020-11-29]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/ekonomicke-systemy/sap-business-one.htm>
- [23] *Podnikový informační systém SAP Business One pro řízení malých a středních podniků | CloudOne* [online]. [vid. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.cloudone.cz/cs-CZ/Produkty/SAP-Business-One-1.aspx>
- [24] WWW.BENES-MICHL.CZ, Beneš & Michl. *HELIOS Orange | HELIOS.eu* [online]. [vid. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://products.helios.eu/helios-orange/>
- [25] *CVIS* [online]. [vid. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=1312>
- [26] *HELIOS Orange* [online]. [vid. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/helios-orange-2.htm>
- [27] *HELIOS Green* [online]. [vid. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/helios-green-5.htm>

- [28] Ekonomické systémy Money pro každou společnost. *Money* [online]. [vid. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://money.cz/produkty/ekonomicke-systemy/>
- [29] *Money S5* [online]. [vid. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/money-s5-1.htm>
- [30] Informační systém QI, ERP systém. *QI.cz* [online]. [vid. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.qi.cz/>
- [31] *QI* [online]. [vid. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/qi-4.htm>
- [32] CORPORATION, Microsoft. *Business Central | Microsoft Dynamics 365* [online]. [vid. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://dynamics.microsoft.com/en-us/business-central/overview/>
- [33] *Microsoft Dynamics 365* [online]. [vid. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/microsoft-dynamics-365-for-finance-and-operations-1.htm>
- [34] *Microsoft Dynamics NAV* [online]. [vid. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/microsoft-dynamics-nav.htm>
- [35] *Oracle JD Edwards* [online]. [vid. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/prehled-informacnich-systemu/erp-systemy/oracle-jd-edwards.htm>
- [36] *Dolibarr ERP - CRM - Browse /Dolibarr installer for Windows (DoliWamp) at SourceForge.net* [online]. [vid. 2021-05-23]. Dostupné z: <https://sourceforge.net/projects/dolibarr/files/Dolibarr%20installer%20for%20Windows%20%28DoliWamp%29/>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratky:

ERP	Enterprise resource planning
MES	Manufacturing Execution System
MRP	Manufacturing requirements planning
MRP II	Manufacturing resource planning
JIT	Just In Time
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte
B2MML	Business to Manufacturing Markup Language
CRM	Customer Relationship Management
SaaS	Software-as-a-Service
PLC	Programovatelný logický automat
IBM	International business machines
I/O	Input/Output
SQL	Structured Query Language
ESB	Enterprise service bus
MO	Manufacturing Order

SEZNAM PŘÍLOH NA CD

SLOŽKA – DOKUMENTACE

- BP_xkonra03
- Ukázka Funkčnosti.mkv

SLOŽKA – KOMPLETNÍ PROGRAM

- Dolibarr
- kompletniDatabazeDolibarru.sql

SLOŽKA – VLASTNÍ PROGRAMOVÁ ČÁST

- Barman
 - _notes
 - Templates
 - dbConn.php
 - index.php
 - produce.php
 - Update.php
- Triggery.sql
- Views.sql
- VlastniTabulky.sql