

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Implementace vyššího stupně automatizační
techniky a digitalizace v logistických
procesech**

(Diplomová práce)



**Vysoká škola
logistiky
o.p.s.**

Zadání diplomové práce

student **Bc. Martin Diblík, DiS.**

studijní program Logistika
obor Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Implementace vyššího stupně automatizační techniky a digitalizace v logistických procesech**

Cíl práce:

Navrhnout nové vybrané automatizační a digitální technologie v automobilovém průmyslu. Součástí návrhu bude bezpapírová logistika v podobě epaperu v logistických procesech v automobilovém průmyslu pro zlepšení logistických procesů.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

- Úvod
- 1. Automatizace v logistice
- 2. Digitalizace v logistických procesech
- 3. Vizualizace logistických ploch
- 4. Optimalizace vychystávání sekvencí
- 5. Zrušení sekvenčních výlepů
- Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 9788070809525.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 9788090659445.

MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 9788072614400.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. Logistika. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 9788024841588.

BENEŠ, Pavel. Automatizace a automatizační technika: prostředky automatizační techniky. 5., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 9788025137475.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Libor Kavka, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce:

31. 10. 2019

Datum odevzdání diplomové práce:

14. 5. 2020

Přerov 31. 10. 2019



doc. Ing. Zdeněk Čujan, CSc.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Tímto prohlášením souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

V Přerově, dne 14. 05. 2020

.....

podpis

Poděkování

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování panu Ing. Liboru Kavkovi, Ph.D. za jeho cenné rady a doporučení při vedení mé diplomové práce. Taktéž bych chtěl poděkovat panu Bc. Jakubovi Sýkorovi a panu Ing. Tomáši Bártovi za vstřícnost, ochotu a pomoc při získání potřebných informací a podkladů. V neposlední řadě patří velké díky mým rodičům za podporu a trpělivost po celou dobu studia.

Anotace

Tato práce se zabývá návrhem nových vybraných automatizačních technologií v automobilovém průmyslu. Součástí návrhu bude bezpapírová logistika v podobě ePaperu v logistických procesech v automobilním průmyslu, pro zlepšení logistických procesů. Využitím technologie ePaper bude šetřena elektrická energie. Také se bude zabývat efektivnějším vychystáváním materiálu.

Klíčová slova

Bezpapírová logistika, digitalizace, logistické procesy, ePaper, robotizace, vizualizace, optimalizace.

Annotation

This work deals with the design of new automation technologies in the automotive industry. The proposal will adopt the ePaper solution for paperless logistics to improve the logistics processes in the automotive industry. Using ePaper will save electricity and improve efficiency in the material picking processes.

Keywords

Paperless logistics, digitization, logistic processes, ePaper, robotization, visualization, optimization.

Obsah

Úvod.....	10
1 Automatizace v logistice	12
1.1 Průmysl 4.0.....	12
1.1.1 Bezpečnost průmyslu 4.0	14
1.1.2 Logistika 4.0.....	14
1.1.3 Vládní iniciativa	15
1.2 Autonomní technologie v logistice	16
1.2.1 Autonomní AGV	17
1.2.2 Autonomní dron	18
1.3 Automatické manipulační a přepravní prostředky	19
1.3.1 Automatizované skladové vozíky	19
1.3.2 Automatizované naváděné vozíky	20
1.3.3 Poloautomatické nosiče nákladu	20
1.4 Vychystávací systémy současnosti	21
1.4.1 Pick by Watch	21
1.4.2 Pick by Light	22
1.4.3 Pick by ePaper	22
1.4.4 Pick by Scan	23
1.4.5 Pick by Frame.....	24
1.4.6 Pick by Point	25
1.5 Automatický sklad.....	25
1.6 Automatické objednávání materiálu	27
1.6.1 Automatické objednávání materiálu systémem SSW	27
1.6.2 Automatické objednávání materiálu systémem BMA	28
1.7 Automatické identifikační systémy.....	29

1.7.1	RFID.....	29
1.7.2	Identifikace QR kódem	30
1.7.3	Identifikace čárovým kódem.....	30
1.8	Robotizace	31
2	Digitalizace v logistických procesech.....	32
2.1	Digitální továrna.....	32
2.1.1	Cloudová úložiště.....	33
2.1.2	Internet věcí.....	34
2.1.3	Big data	35
2.1.4	Digitální personalistika	36
2.1.5	Digitální dodavatelský řetězec	37
2.1.6	Digitální technologie Blockchain.....	37
2.2	Simulační modely	38
2.2.1	Digitální dvojče	39
2.2.2	Virtuální realita	40
2.3	Digitální vizualizace	41
2.3.1	Vizualizace logistických ploch.....	41
2.3.2	Power BI.....	42
3	Vizualizace logistických ploch	44
3.1	System Placpart.....	44
3.2	Program Microstation.....	45
3.3	Technologie ePaper	47
3.4	Analýza současného stavu vizualizací ve skladech (N5; N9; N6; K1; M3; T8).....	48
3.5	Návrh optimalizace vizualizací ve skladech (N5; N9; N6; K1; M3; T8) pro zlepšení logistických procesů	50
3.5.1	Technické parametry navrhované technologie ePaper.....	53
3.5.2	Potřebné množství technologických součástí	54

3.5.3	Parametry požadovaných ePaperů	55
3.5.4	Náklady na pořízení systému	57
3.5.5	Náklady na montáž systému.....	59
3.5.6	Celkové náklady na implementaci vizualizační technologie ePaper	62
3.6	Úspora a návratnost navrhované implementace	62
4	Optimalizace vychystávání sekvencí	65
4.1	Zrušení sekvenčních výlepů	66
4.2	Analýza současného stavu sekvenčních pracovišť	66
4.3	Systém SoFISt II pro tvorbu sekvenčních výlepů	68
4.4	Využití digitálních nástrojů v logistice	70
4.5	Návrh optimalizace vychystávání sekvencí	71
4.5.1	Potřebné množství technologických součástí.....	73
4.5.2	Parametry navrhovaných ePaperů	74
4.5.3	Požadavky na aplikace	75
4.5.4	Požadované funkce a parametry tabletů.....	77
4.5.5	Náklady na pořízení technologických součástí pro optimalizaci současného systému.....	81
4.5.6	Náklady na montáž.....	83
4.5.7	Celkové náklady na implementaci navrhované optimalizace systému pro zrušení sekvenčních výlepů	84
4.6	Úspora a návratnost navrhované technologie	85
5	Zhodnocení.....	88
	Závěr	91
	Seznam zdrojů.....	92
	Seznam grafických objektů.....	94
	Seznam zkratk	96
	Seznam příloh	98

Úvod

Diplomová práce se zabývá implementací automatizace a digitalizace ve vyspělé podobě, a to zejména v logistických procesech automobilového průmyslu. V diplomové práci jsou zpracovány všechny současné trendy v automatizaci a digitalizaci v průmyslovém odvětví. Diplomová práce je zpracována ve čtyřech kapitolách. V prvních dvou kapitolách jsou popsány používané automatizační a digitální technologie současnosti, které jsou prostředkem k dosažení vysoké efektivity výroby a transformace velkých podniků. Automatizace a digitalizace zasahuje do veškerých procesů, zejména na logistiku se zvyšuje tlak z hlediska požadavků zákazníka a úspory energií. Podniky, které zajišťují logistické operace a chtějí zůstat konkurenceschopné, musejí do svého podnikání zahrnout implementace popisovaných nejmodernějších technologií. V logistických operacích je vysoká míra opakovaných procesů a transakcí. Proto je téměř nutností tyto technologie implementovat do logistických procesů. Logistika je ideálním odvětvím pro implementaci vyspělých automatizačních a digitalizačních technologií pro zvýšení efektivity, šetření energií a pracovních sil. Tyto technologie přináší nesporné množství výhod. Za pomoci popisovaných technologií v diplomové práci se bude dosahovat snižování nákladů, flexibility a úspory času. Cílem práce je navrhnout nové vybrané automatizační a digitální technologie v automobilovém průmyslu. Součástí návrhu bude bezpapírová logistika v podobě ePaperu v logistických procesech v automobilovém průmyslu pro zlepšení logistických procesů. Přináší s sebou také kvalifikované pracovní pozice, ale také i hrozby z hlediska kyberbezpečnosti, která je v diplomové práci uvedena. Popisované technologie jsou aktuálním trendem, který v budoucnu bude stát za přeměnou uplatňování většího množství zaměstnanců v oblasti IT technologií a elektroniky. Tento trend je cílen na zlepšování zákaznických služeb a zážitků.

Automatizace a digitalizace není jenom o vyřazení papírů z logistických procesů. Se současnými technologiemi, které jsou v diplomové práci uvedeny, je poměrně snadné zefektivnit a zrychlit pracovní procesy. Využitím nových popisovaných technologií se eliminují lidské chyby, spotřeba energií a materiálů. To však také vyžaduje transformaci myšlení zaměstnanců. Z uvedených textů v této diplomové práci vyplývá, že vývoj Průmyslu 4.0 se základními prvky automatizace a digitalizace představuje pro logistiku velké výzvy a příležitost dalšího rozvoje a růstu.

V druhé praktické části, počínaje třetí kapitolou, je zpracována ve dvou kapitolách, ve kterých se práce zabývá konkrétními návrhy pro logistiku ve Škoda Auto v Kvasinách. Navrhované implementace korespondují s popisovaným trendem automatizace a digitalizace. Oba návrhy jsou zhotoveny pro konkrétní logistická pracoviště ve Škoda Auto v Kvasinách. V třetí kapitole se zabývám návrhem na zlepšení vizualizací logistických ploch, konkrétně materiálových úložišť. Je provedena analýza současného stavu a na základě této analýzy je navržena optimalizace skladového hospodářství za pomoci technologie ePaper, která nahrazuje klasický papír. Po implementaci návrhu bude šetřena pracovní síla a spotřební materiál, zejména papír. Přehrávání informací bude probíhat automaticky na dálku příslušným pracovníkem. Budou tak šetřeny náklady na provoz a zrychlí se logistické procesy. Čtvrtá kapitola se zabývá optimalizací vychystávání sekvencí, kde je na základě analýzy současného stavu navrhováno zrušení papírových sekvenčních výlepů z vychystávacích procesů. Papírové sekvenční výlepy budou nahrazeny digitální formou. Sekvenční výlepy budou v digitální podobě přeposílány na průmyslový tablet, kde bude zobrazován a dále přeposlán na ePaper na sekvenční vozík. Tablet na pracovišti bude disponovat dalšími funkcemi, které jsou v diplomové práci uvedeny. Obě navrhované implementace zvyšují míru automatizace a digitalizace. Zvyšují efektivitu, snižují pracovní náročnost a po uplynutí doby návratnosti, která je poměrně krátká, budou sníženy náklady na provoz s urychlením logistických procesů.

1 Automatizace v logistice

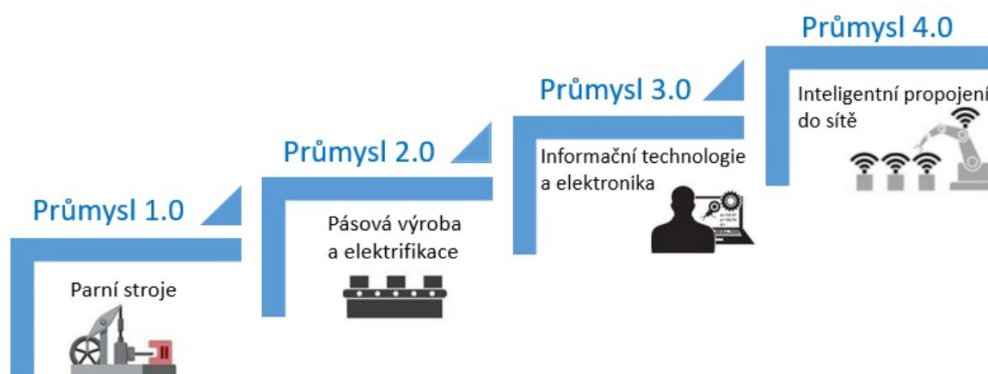
V současné době se do popředí zájmu logistiků dostávají technologie jako automatizace a umělá inteligence. Je to způsobeno vysokým zájmem online prodeje a jeho velkého nárůstu. Také poklesem dostupné kvalifikované pracovní síly, zásadní změnou trhů a nyní dostupnější špičkové technologie. Zavedením moderních technologií s vysokým stupněm automatizace je řešením v aktuální době vysokých požadavků. Řeší současné komplikace, vytváří značné úspory času a nákladů do budoucna při správné implementaci. Implementace vyžadují důkladnou analýzu, aby bylo zvoleno optimální řešení s minimálními riziky. Je zapotřebí přemýšlet do budoucna a implementovat adaptivní technologie, které lze přizpůsobovat aktuálním požadavkům. Při zavádění nových automatizačních technologií je zapotřebí pečlivě zvážit jejich dopad na současné procesy ve firmě. Při nevhodné implementaci moderní automatizační technologie, špatného plánu a postupu mohou mít za následek nevyužití jejich plného potenciálu. V takovém případě je většinou pracovníkům ponechána opakující se jednoduchá činnost a není využito jejich pracovní potenciál a očekávaný nárůst výrobního výkonu nemusí být dosažen. Poptávka po automatizovaných řešeních je velmi vysoká a roste rychlým tempem. Automatizace s autonomní technologií umožňují zavádění vysoce úsporných a efektivních řešení s vysokou škálou využití. Tento trend již není doménou pouze velkých kapitálně silných podniků, ale proniká i do menších společností a nahrazuje již zastaralé systémy.

1.1 Průmysl 4.0

Koncept průmyslu 4.0 je současný trend sofistikované moderní výroby. Tento název zaznívá čím dál častěji a spojuje se s pokrokovými metodami, které jsou lepší než současné. Ovšem se ale musí správně pochopit a využít v prospěch konkrétní firmy i lidstva. Průmysl 4.0 nemusí být spojován pouze s automatizací, robotizací a digitalizací. Hlavním cílem je správné využití těchto zefektivňujících technologií a dosažení správné harmonie. Tak aby účelně přispěla k větší flexibilitě a zpřesnění výroby bez chybovosti, a to při maximální úspoře surovin a nákladů s úsporou lidských zdrojů. Využívání virtuální výrobní linky, kde je možno vyzkoušet ideální nastavení a propojení jednotlivých kroků výroby k dokonalosti, než se zavedou do výroby. Dále také stroje

s prediktivní údržbou, které si hlídají opotřebenost komponent a včasné hlásí výměnu či opravu, je pouze malou částí, jak fungovat dle zásad Průmyslu 4.0. Hlavním aspektem je změna uvažování. Za pomoci programovatelných strojů a umělé inteligence s Internetem věcí, dále jen (IoT), bude možné výrobu posunout na maximální flexibilitu výroby. To přispěje ke snížení materiálových toků. Z hlediska udržení konkurenceschopnosti to už není jen téma velkých firem. Velmi pečlivě musí být sledován vývoj, aby se zavčas mohli uskutečnit změny. Je zapotřebí investovat do správných inovací s krátkou návratností. A to v řádu měsíců nebo několika let. Průmysl 4.0 klade velmi vysoké nároky na vzdělávání a společnost by se tak měla náležitě připravovat. Vzdělávání v tomto segmentu potrvá celý život. Hlavní investice musí být do lidských zdrojů a nejenom do technologií. Průmysl 4.0 je hlavně o investicích do lidských zdrojů. S postupným vývojem bude zapotřebí produkovat velké množství vysoce kvalifikovaných lidí.

Průmysl 4.0 je novodobá revoluce. Zcela nepochybně ovlivní kvalitu našich životů a budoucnost. Z hlediska historie máme 4 průmyslové revoluce. První průmyslová revoluce přinesla využití páry. Druhá průmyslová revoluce přinesla výrobu s použitím elektrické energie. Třetí průmyslová revoluce zavedla do výroby využití počítačů. Aktuální čtvrtá průmyslová revoluce přinesla masivní robotizaci výrobních procesů a jejich digitalizace s využitím umělé inteligence.[2] Čtvrtá průmyslová revoluce je doménou velkých firem s kvalifikovanými pracovníky s velkou zkušeností. Velký důraz je kladen na informační a komunikační technologii, dále jen ICT. S masivní digitalizací výroby také nastane problém s množstvím využívaných dat. To bude klást velký požadavek na kybernetickou bezpečnost.



Obr. 1.1 Vývoj průmyslových revolucí

Zdroj: [6].

1.1.1 Bezpečnost průmyslu 4.0

V průmyslu 4.0 je nutností zaměřit se komplexně na bezpečností výzkum, tak aby všechny systémy byly bezpečné a spolehlivé. Musí být zabezpečena infrastruktura a systémová bezpečnost včetně ochrany dat a práv. Rovněž musí být zpracována kritická infrastruktura a již zmíněná příprava dostatečného počtu kvalifikovaných pracovníků. Největší pozornost je potřeba zaměřit na počítačovou bezpečnost, která se nesmírně rychle vyvíjí a vznikají noví útočníci, kterým je potřeba zabránovat v zneužívání dat. V dnešní době vývojáři softwarů nemohou deklarovat stoprocentní bezpečnost systémů. Jedná se o neustálý boj mezi vývojáři a útočníky. Těmto útočníkům se stále daří nacházet nové možnosti napadení systémů. To přináší nemalé investice a náklady do IT sektoru. Bezpečnost Průmyslu 4.0 je globální záležitostí a je nutné ji na této úrovni řešit. Je potřeba dosáhnout konsensu v celém odvětví.

V posledních letech bylo zaznamenáno velké množství kybernetických útoků. Zejména v průmyslové automatizaci a digitalizaci včetně komunikačních sítí. S cílem odcizit data pro vlastní prospěch, nebo jakýmkoli způsobem poškodit podnik. To mohou činit jednotlivé osoby nebo organizované skupiny. Pro podniky je proto nesmírně důležité při přechodu na Průmysl 4.0 důkladně reorganizovat své procesy a odstranit tak mezery pro lehké napadení [3]. Zaměřit se na své pracovníky, aby byli důkladně proškolení a kvalifikováni. Při bezpečnosti v Průmyslu 4.0 je nejslabším článkem stále člověk. Také je nutno neopomíjet hrozby vnitřních zdrojů. Velké firmy často používají vlastní izolované systémy. To ale také nestačí a musí být vynaloženo další velké úsilí pro další bezpečnosti opatření. S nadsázkou se dá říct, že Průmysl 4.0 přináší velkou produktivitu práce.

1.1.2 Logistika 4.0

Definice logistiky dle Evropské asociace 1990 je „*organizace, plánování, řízení a výkon toku zboží vývojem a nákupem počínaje, výrobou a distribucí podle objednávky finálního zákazníka konče tak, aby byly splněny všechny požadavky trhu při minimálních nákladech a minimálních kapitálových výdajích.*“ [25, s. 1]

Označení logistika 4.0 je moderní označení, které souvisí s průmyslem 4.0. Jedná se o logistiku, která využívá moderní technologie. Využívá internet věci, cloudová úložiště a mnoho dalších nástrojů automatizace a digitalizace. Moderní logistiku je zapotřebí

digitálně transformovat. Využívání moderních technologií má vést k optimalizaci logistických procesů. Příchodem logistiky 4.0 se opouští od systému papír-tužka a přichází se k digitálním řešením. Logistika 4.0 přinese přehled a optimalizaci ve všech procesech. Logistika 4.0 se integruje do Průmyslu 4.0. Používané nástroje v Logistice 4.0, pracují s velkým objemem dat v reálném čase. To umožní flexibilně reagovat na aktuální podmínky, předvídat potencionální rizika a předem je eliminovat.

Zatímco předchozí položky představují významné benefity především pro společnosti a dopravce, tento benefit se zaměřuje i na zákazníky. Zdokonalování procesů má přímý dopad na úroveň zákaznických služeb a díky novým technologiím je možné reagovat na rostoucí očekávání zákazníků stran rychlosti a přesnosti doručení i průběžné komunikace stavu zakázky. Toho všeho je možné dosáhnout právě proto, že jednotlivé platformy, které využívají zákazníci, výrobci i dopravci jsou založené na stejných technologických principech a je proto možné je vzájemně propojit a potřebná data sdílet. Za těchto okolností sehraává každý ze zmíněných benefitů stále významnější roli a stává se tak klíčovou otázkou ve snaze zůstat konkurenceschopní na poli logistiky.[17]

Je nutné zabezpečit fungující chytrou továrnu a mít dokonalý přehled o logistických materiálových tocích. Všechny moderní automatizační systémy nebudou k užitku, pokud nebude zajištěn materiál v pravý čas, ve správném množství, kvalitě a nízké pořizovací ceně. To vše má zabezpečit chytrá logistika, nesoucí název Logistika 4.0 s využíváním moderních technologií, které se protínají s Průmyslem 4.0. Logistika 4.0 posouvá všechny požadavky o úroveň výše.

1.1.3 Vládní iniciativa

Čtvrtá průmyslová revoluce již dávno započala, a tak ministerstvo průmyslu a obchodu vypracovala dokument vládní iniciativy. Jedná se o rozsáhlý dokument, který je vyhotoven na 233 stran. Zde je krátký výtah z tohoto dokumentu. Zabývá se specifikací současného stavu v České republice a sleduje iniciativy v jiných zemích. Udává směry dalšího vývoje, předkládá technologické předpoklady a vize s jeho směry dalšího vývoje. Předkládá požadavky na aplikovaný výzkum. Zaměřuje se na bezpečnost systémů. Dále na právní a regulatorní aspekty, dopady na trh práce, kvalifikaci pracovní síly se sociálními dopady. V neposlední řadě vzděláním, efektivitou využívání zdrojů a investicemi, které by podpořily Průmysl 4.0. Česká republika má bohatou a dlouhou průmyslovou tradici a je potřeba v tom pokračovat a udržet Českou republiku v globálním

měřítku konkurenceschopnou. Využití či nevyužití této příležitosti bude mít přímý vliv na naši kvalitu života. Národní iniciativa se musí zabývat internetem věcí a výpočetní technikou ve výrobě. Je to velký objem generovaných dat s velkým nárokem na kybernetickou bezpečnost. Tyto změny musí komplexně postihnout. Nezbytné kroky jsou v technologické přípravě s využitím nejmodernějších metod. Spousta lidských pracovních aktivit, jsou vykonávány za pomoci internetu. V České republice musí být zajištěna kvalitní infrastruktura. Musí být využita kreativita, šikovnost a inteligence českých občanů. Proto je ale nutné nastavit adekvátní podmínky. Velké nároky jsou kladeny na aplikovaný výzkum a vybudování center podporující zvládnutí Průmyslu 4.0. Na globální úrovni zajistit standardizaci. Zabývat se sociálními dopady, vývojem zaměstnanosti – nezaměstnanosti. Vytvořit takové podmínky, aby zaměstnanci přivedly k růstu kvalifikace a inovující myšlení pro konkurenční výhodu. Zásadně zkvalitnit celý vzdělávací systém, aby vyhověl požadavkům Průmyslu 4.0. Proto je nutné přivést do školství více peněz, aby byly ve vzdělávacím systému kvalitní a kreativní učitelé. Taková investice je v konečném výsledku velmi rentabilní. Správné vytvoření legislativy pro zvládnutí čtvrté průmyslové revoluce. Zaměření se na logistické trasy, snížení energetické náročnosti a výhodné získávání surovin. Efektivně využívat všechny zdroje. Je zřejmé, že s Průmyslem 4.0 vzroste produktivita práce. Logickým krokem by bylo zkrátit pracovní dobu, jak se již děje v některých severských zemích. Zjevně ale z hlediska stálé hospodářské soutěže, tento krok nebude učiněn.

1.2 Autonomní technologie v logistice

Autonomita v dnešní době, je v podstatě nejvyšším stupněm automatizace. Umělá inteligence je v praxi zatím pouze pojmem a není zcela vyvinuta. Roboti zřejmě nemohou zcela nahradit lidi. Lidé mají schopnosti, které robot nedokáže zastat a pravděpodobně ani v budoucnu nedokáže. Roboti pouze přijímají a generují data. Nedisponují znalostmi výrobních procesů a nevědí přání zákazníků, schází jim lidské zkušenosti a kreativita. V dnešní době se začíná uplatňovat v praxi kolaborativní robot tzv. (cobot), kdy se vzájemně doplňuje člověk a robot a spolu eliminují slabé stránky. Používaný pojem autonomní, v dnešní době a praxi nespočívá ve vlastním vědomí, ale vyhodnocuje události za pomoci, kterých se rozhoduje v reálném čase a umí reagovat v dané situaci.

Ovšem ale v určité oblasti s podmínkami, které nadefinuje člověk. V takovém případě se tedy nejedná o plnou autonomitu ale o nejvyšší stupeň automatizace.

1.2.1 Autonomní AGV

Autonomní vozík, dále jen (AGV) častěji označován jako bezpilotní transportní vozík. Ve Škoda Auto je označován německy (FTS) a nese stejný význam. Autonomní bezpilotní transportní vozík je nejvyspělejším stupněm automatizovaných vozíků. V práci je použito anglické označení AGV, protože je to světový dorozumívací jazyk. Takovýto autonomní vozík je používán ve Škoda Auto ve Vrchlabí. Vozík operuje s prostorem, který byl naprogramován člověkem. Tento vozík ve Vrchlabí rozveze každý den statisíce dílů pro výrobu automatické dvojspojkové převodovky DQ200. Inteligence vozíků spočívá v tom, že potřebu další várky dílů rozpozná zcela sám. Pořízen byl v roce 2016 jako první v celém koncernu Volkswagen. Tento bezpilotní vozík má velmi vysoký stupeň automatizace, protože ke své orientaci nepotřebuje žádné vodící dráhy. Orientuje se pomocí rotačního laseru, který je umístěn na nejvyšším bodě pro dobrou viditelnost s rozmístěnými body. Tento rotační laser je umístěn na střeše vozíku. Můžete ho názorně vidět na obrázku č. (1.2). Další tři čidla má umístěna na své konstrukci, která skenují celé okolí vozíku, aby zabránila nárazu do překážky, čímž se zajistí bezpečnost pohybu robota po závodě. Bezpečnost je velmi důležitým atributem.



Obr. 1.2 Autonomní bezpilotní vozík

Zdroj: [8].

1.2.2 Autonomní dron

Drony jsou již v dnešní době běžnou věcí. Pomáhají v mnoha odvětvích. Nejvyužívanější jsou ve filmovém průmyslu. Hojně jsou využívány i záchranáři. Nesmí se ale zapomínat, že podléhají leteckému zákonu. Vědeckým záměrem je plně autonomní dron, který dokáže předcházet hrozbám a lovit jiné drony tzv. narušitele. V této práci je poukazováno na využití dronu v automobilovém průmyslu jako na velkého pomocníka. Protože vědecký záměr je směřován k systémům, které se implementují v interiérech, uzavřených prostorech bez použití externí lokalizace. Vývoj autonomních dronů je průmyslovým projektem pro inspekci hal či tunelů. V praxi je už systém nasazován hojně v zemědělství. Například při postřiku rostlin, to ušetří mnoho prostředků. Je také využíván pro dokumentaci historických budov. Zde ale hlavně poukazují na využití autonomního dronu pro inventuru podniku, zejména ve venkovních skladech.

Ve Škoda Auto v Mladé Boleslavi je již nasazen. Ke skenování objektů používá tzv. lidar. Skenuje jednotlivé body a pomocí algoritmu se skládá obrazy. Nasbíraná data jsou bezdrátově přenášena do počítače. Algoritmus vyhodnotí naskenované snímky a detekuje obaly. Pracovník pak vidí 3D model vyskladněných palet. Palety jsou spočítány a převedeny do excelové tabulky. Pracovník zároveň kontroluje, kolik je ve skladu palet a kontroluje se počet vyskladněných palet pro konkrétní dodavatele na příslušném úložišti. Ve všech směrech předčí člověka. Stačí pro obsluhu pouze jeden pracovník, který vezme dron z nabíjecí stanice na vzletovou dráhu, kde ho spustí a po dokončení letu zase uklidí na nabíjecí stanici. Pracuje se na vývoji, aby dron byl plně soběstačný. Tento dron je zatím nasazen ve Škoda Auto pro inventuru jen na jednom pracovišti mladoboleslavského závodu. Jistě bude ale implementován s postupem času na další z pracovišť.



Obr. 1.3 Autonomní dron ve Škoda Auto v Mladé Boleslavi

Zdroj: [7].

1.3 Automatické manipulační a přepravní prostředky

Automatické manipulační a přepravní prostředky zajišťují ve výrobě vysokou automatizaci určitých logistických procesů, která zajišťuje vysokou produktivitu. To se týká každodenních manipulačních procesů s materiálem. Tyto prostředky jsou ve větších podnicích již nezbytnou součástí. Optimalizují tok materiálů, a to efektivním řízením za pomoci inteligentního softwaru. Minimalizuje přepravní vzdálenosti a zabraňuje kolizím. Zvýší tak produktivitu všech operací 24 hodin 7 dní v týdnu. Jsou vybaveny moderními bezpečnostními laserovými scannery, které monitorují své okolí, aby včasně detekovali překážku a včas zastavily. To znamená, že zamezují lidským chybám a zvyšují bezpečnost manipulace v podniku.

1.3.1 Automatizované skladové vozíky

Jedná se o automaticky naváděný vozík. Tyto vozíky mohou být v různých provedeních, v podobě vláčku nebo jako podjezdový vozík nebo se specifickými úpravami. Naváděny jsou dle konkrétních možností v daném prostředí. Starším řešením je navádění podle magnetické pásky, toto řešení vyžaduje vizuální kontrolu a údržbu pásky po dané trati. Novějším řešením je navádění laserem, které je velice přesné a nevyžaduje složitou údržbu a dodatečné náklady. Vozíky mohou mít různé výkonové a zátěžové parametry dle nabídky výrobce. Tyto bezobslužné vozíky zastávají opakující se každodenní rutinní činnosti. Většinou ve skladových prostorech a následně přemístění k místu dalšího použití. Opět je zajištěna vysoká bezpečnost laserovou technologií. Nabízejí i řízení v manuálním režimu.



Obr. 1.4 Automatický skladový vozík

Zdroj: [9].

1.3.2 Automatizované naváděné vozíky

Tyto vozíky mohou být v různých provedeních, v podobě vláčku nebo jako podjezdový vozík nebo se specifickými úpravami. Vozíky mohou mít různé výkonové a zátěžové parametry dle nabídky výrobce. Opět se jedná o nahrazení rutinních denních činností. Ve většině případech jsou stále naváděny magnetickou páskou, někde se využívá laserové navádění. Slouží k přepravě materiálu z bodu A do bodu B. Většinou mají maximální tažnou hodnotu 500 kg, ale to je dle nabídky výrobce. Jsou bezpečné a přesné.



Obr. 1.5 Automatický naváděný vozík

Zdroj: [9].

1.3.3 Poloautomatické nosiče nákladu

Používá se pro automatizovaný pohyb palet, nejčastěji například v distribučních centrech a většinou mají dostatečnou ochranu a jsou vhodná i do chladných a vlhkých prostředí, ne každý sklad je zateplen. Nebo některé položky vyžadují teploty pod bodem mrazu. Jsou to vysokorychlostní nosiče nákladu a jsou umístěny ve speciálním regálovém systému. Také je lze řídit manuálně pomocí dálkového ovládání. Po založení už odebrání palet na konci regálového systému probíhá pomocí retraku nebo čelního vysokozdvíhacího vozíku. Umožňuje skladovat s vysokou hustotou skladování s maximálním počtem paletových pozic. Těmito poloautomatickými nosiči nákladu v podniku vznikne úspora místa a peněžních prostředků.



Obr. 1.6 Poloautomatický nosič nákladu

Zdroj: [9].

1.4 Vychystávací systémy současnosti

Tato kapitola popisuje současné a nejčastěji používané a pro obsluhu pohodlné vychystávací systémy v automobilovém průmyslu. Jsou používána, aby se obsluha nedopouštěla chyb při vychystávání. Uvedená zařízení jsou pro obsluhu přívětivá a snadno použitelná oproti jiným systémům. Existují i další systémy ale tyto jsou hojně používány. Ke každému pick by systému je poskytnuta kompletní dokumentace včetně konfigurací.

1.4.1 Pick by Watch

Vychystávací systém Pick by Watch je v současnosti nejnovějším používaným systémem, je efektivní a velice přívětivý pro obsluhu. Funguje na stejných principech jako jeho předchůdci. Systém v praxi funguje tak, že pracovník má na ruce efektivně a pohodlně připevněn telefon viz obr. (1.7). Po naskenování sekvenčního výlepu se mu do telefonu přenášejí data o konkrétním materiálu. Obsluha získá informace o počtu materiálu s informací, do které pozice má materiál vychystat v sekvenčním vozíku, který následně pokračuje k montážní lince na konkrétní pozici. Na skenování se používají chytré rukavice tzv. ProGlove, na které je umístěn lehký scanner oproti klasickému konvenčnímu scanneru, který musí být uchopen pevně v ruce. Pomáhají pracovníkům pracovat bezchybně, rychle a efektivně. Kódy může načítat vertikálně i horizontálně. Načtený kód se potvrzuje tlačítkem. Po správném naskenování je obsluha akusticky nebo vibračně informována. Při skenování ušetří až 40 % času. Toto moderní inteligentní zařízení je propojeno se serverem LUCA, kde jsou všechna potřebná data. LUCA je polský a německý výrobce vychystávacích systémů která spolupracuje se Škoda Auto a přebírá i veškerá data na svůj server. Spolupracuje i s mnoha dalšími firmami. Schéma systému je uvedeno v příloze L.



Obr. 1.7 Vychystávací systém pick by watch

Zdroj: [10].

1.4.2 Pick by Light

Před zahájením tohoto systému se doporučuje přečíst příslušnou dokumentaci. Systém Pick by Light je rozšířen na supermarketu. Jak je zřejmé z názvu, vychystává se podle světelného signálu. Systém skenuje čárový kód, který je umístěn v horní části sekvenčního výlepu. Po naskenování čárového kódu se spustí systém, který rozsvítí diodu zelenou barvou (dle výrobce) na konkrétní pozici a při odebrání materiálu dioda zhasne. Svítí-li modrá dioda tak systém indikuje poslední položku. Systém také umožňuje kroky zpět. Odebrání materiálu se potvrdí tlačítkem vedle světelné signalizace a následně se vloží do sekvenčního vozíku. Tento systém, se ve většině případech používá se systémem Pick by Frame, který je uveden v následující podkapitole. Kompletní blokové schéma systému Pick by Light je uvedeno v příloze M.



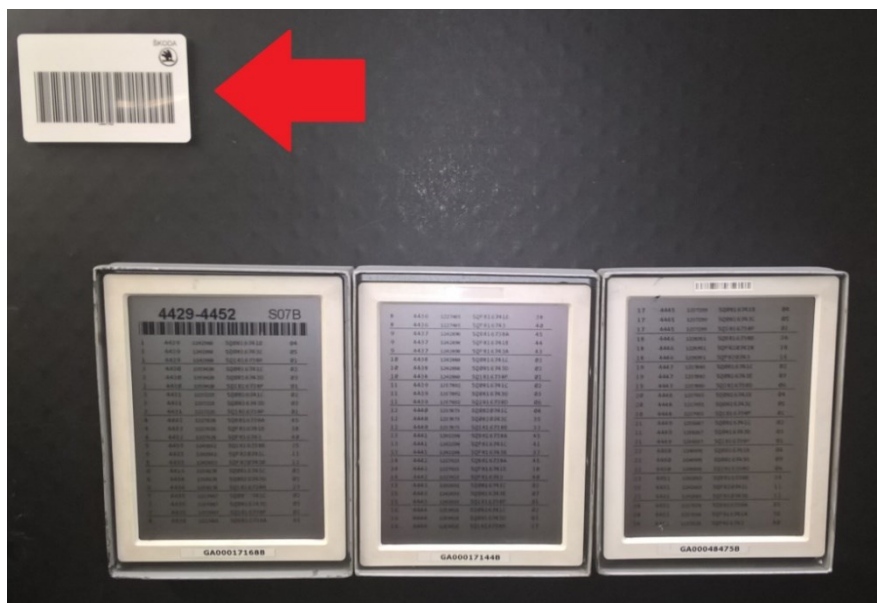
Obr. 1.8 Panel systému Pick by Light

Zdroj: [10].

1.4.3 Pick by ePaper

Ve snaze odstranit z logistických procesů velké množství používaného papíru se při vychystávání sekvenční výlep nahrazuje technologií ePaper (elektronický papír). V současné době je ale na vozíku stále přítomen papírový sekvenční výlep jako nouzová strategie. V praktické části bude navržen komplexní systém, kde technologie bude detailně popsána. Technologie ePaper je velmi nenáročná na spotřebu elektrické energie. Jedná se o pasivní displej, který spotřebovává elektrickou energii pouze při přepisu informací ze serveru na displej. Baterie v ePaperu jsou schopny vydržet několik roků, záleží na frekvenci přepisu dat. Většinou jsou statické a zobrazují potřebná data. Jedná se tak o vylepšení (optimalizaci) pick by systémů. Při deklarované výdrži baterií se dá hovořit o šetrnosti k životnímu prostředí. Obyčejný papír je sice lehce recyklovatelný, ale vzniká kolem něho mnoho dopravy. Technologie ePaper tedy postupem času

bez problémů nahradí klasický papírový sekvenční výlep. Obsahuje všechny potřebné informace jako je například: (čárový kód, číslo odvolávky, číslo dílu, kód dílu a označení dílu včetně typu vozidla a umístění v sekvenčním vozíku. Na každém vozíku jsou vždy 3. Jsou znázorněny na obr. (1.9). Když se spotřebují všechny díly ze sekvenčního vozíku tak se na ePaperu aktualizují data na nová. Aktualizuje se nový kód pro další odvolávku. Schéma systému je uvedeno v příloze N.



Obr. 1.9 Panely ePaperů umístěny na sekvenčním vozíku

Zdroj: [8].

1.4.4 Pick by Scan

Pick by Scan je jednoduchý a velice používaný systém pro vychystávání. Jeho jednoduché blokové schéma je uvedeno v příloze O. Obsluha bezdrátové scanneru načítá čárový kód ze sekvenčního výlepu. Po naskenování čárového kódu se pracovníkovi zobrazí na displeji scanneru číslo dílu s příslušnou pozicí. Systém je síťově propojen se serverem ve Škoda Auto, kde se nachází zdroj dat pro vychystávání. Konkrétně je přes Ethernet spojen se serverem LUCA. Při správném vychystání dílu na správnou pozici, je obsluha na scanneru informována probliknutím zelené kontrolky se zvukovým doprovodem dvojího pípnutí. Tím je obsluha informována, že díl byl správně vychystán. Při špatném vychystání dílu, na scanneru kontrolka problikne červeně a čtyřikrát pípne. Na displeji se obsluze zobrazí (špatný scanner). To znamená, že díl byl špatně vychystán.

Když celý proces vychystání proběhne správně, tak se na displeji zobrazí požadavek pro naskenování dalšího sekvenčního papíru. Tento systém se již používá jako kontrolní.

1.4.5 Pick by Frame

Systém využívá pojízdného rámu, který je přesně zkonstruován pro konkrétní sekvenční vozík příslušné sekvence, aby přesně pasoval. Vychystávání materiálu je na stejném principu jako u Pick by Light. Ve většině případech, se tyto dva systémy využívají současně. Opět je využíváno světelných signalizací, které jsou umístěny na rámu, a to u každé pozice pro sekvenční vozík. Když je materiál odebrán z regálu tak se na rámu rozsvítí světelná signalizace, která určuje místo kam má být materiál vychystán. Rám obsahuje čtečku čárových kódů pro odesílání příkazů. Načítání sekvenčního výlepu, potvrzení dílu a pozice. Jelikož je rám mobilní, musí být vybaven baterií s dostatečnou kapacitou a indikací jejího stavu. Rovněž je osazena příslušnými konektory pro nabíjení a napájení celého rámu. Opět systém komunikuje se serverem LUCA za pomoci bezdrátového přenosu Wi-Fi. Rám disponuje centrálním displejem, který komunikuje se systémem a informuje pracovníka o průběhu operace. Rám je osazen jednotlivými moduly na příslušných pozicích, které ukazují uložení materiálu ve vozíku. Když systém určí, že má být uložen na konkrétní pozici, tak se tento modul na příslušné pozici rozsvítí. Po uložení a potvrzení tlačítkem na modulu se barva změní. Vždy je nutné sledovat centrální displej s informacemi, který zobrazuje, kam má materiál směřovat. Všechny realizované procesy probíhají pomocí bezdrátové komunikace se systémem SoFISSt II, o kterém budu psát detailněji v praktické části. Před použitím Pick by Frame, je nutné, jako u všech systémů nastudovat kompletní dokumentaci od výrobce. Schéma systému uvádím v příloze P.

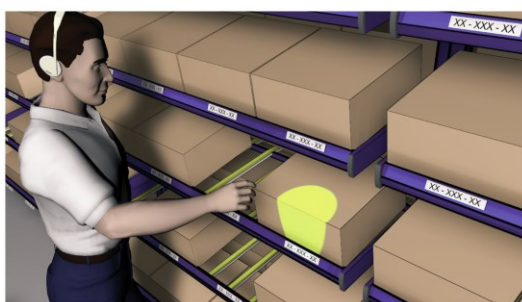


Obr. 1.10 Rám s kompletním příslušenstvím systému Pick by Frame

Zdroj: [10].

1.4.6 Pick by Point

Ve Škoda Auto se používá u palet s rozměrným materiálem pod zkratkou GLT. Před boxem GLT jsou na jednotlivých místech na zemi umístěna značení s kódem materiálu. A pro celou sekvenci je nad těmito boxy umístěn reflektor s barevným paprskem (světlem), který pohybem určuje umístění materiálu. Když se načte kód ze sekvenčního výlepu tak systém označí konkrétní materiál a čeká na potvrzení, že byl materiál odebrán a vložen do sekvenčního vozíku. Systém je používán i na menší obalové jednotky, to je ilustrativně znázorněno na obr. (1.11). Proces vychystávání je také přes server LUCA. Schéma systému je v příloze Q.



Obr. 1.11 Znázornění systému Pick by Point

Zdroj: [10].

1.5 Automatický sklad

Pro urychlení logistických procesů a ušetření pracovních sil se využívají automatické sklady. Mohou to být automatické paletové sklady nebo sklady pro drobné díly. U drobných dílů je to sofistikovaný regálový systém. Systém má svůj software a řídicí jednotky. Je vyžadována vysoká dynamika systému s velkou přesností s využitím minimální spotřeby energie. Automatické sklady jsou zaváděny kvůli zvyšujícím se požadavkům na trhu. Cykly objednávek se zkracují, velikosti zásilek se zmenšují a dodací lhůty jsou zkracovány na maximum. V automobilovém průmyslu jsou využívány sklady drobných dílů, dále jen AKL. Disponují optimálním využitím energie. Jedná se o komplexní systém s dopravníky a regálovými zakladači. To vše dnes již funguje v dokonalé souhře včetně manipulace, označování materiálu a jejich identifikace. Všechny operace se odehrávají ve správný okamžik. Jedním z hlavních cílů je úsporné skladování a automatický provoz. Skladové plochy stojí nemalé peníze. Proto jsou automatizované sklady nezbytnou investicí, aby podnik obstál v konkurenčním prostředí,

hlavně v globálním měřítku. V AKL skladech se skladuje nejrůznější zboží v normalizovaných přepravních bednách. Velmi používanou přepravní jednotkou je přepravní bedna pro drobný materiál, dále jen KLT. Sklad AKL umožňuje i přepravu v kartonových bednách. Záleží na konkrétní úpravě AKL skladu a jeho naprogramování. Využívá se plná výška skladového místa. Veškeré procesy od příjmu materiálu až po jeho vyskladnění řídí IT. Samotný sklad obsluhuje regálový zakladač nebo vertikální výtahový systém. Vše je vyskladňováno na vychystávací pracoviště za pomoci inteligentních dopravníků se snímači a akčními členy. Dále je zboží přebíráno pracovníky, kteří zboží rozvezou nebo zboží umístí na AGV vozík. Ten pak automaticky zboží rozveze. Pracuje se již na zvýšení stupně automatizace. Zboží, které je vyskladněno z AKL skladu odebere robot a umístí ho na AGV vozík. Nebo implementace sofistikovaného AGV vozíku, který bude mít obslužné rameno tzv. kolaborativního robota. Sám si zboží naloží a odveze na místo spotřeby. Využití AKL skladu je velmi efektivní a umožňují vysokou variabilitu.

V AKL se důsledně uplatňují principy Průmyslu 4.0. Naskladňování a vyjímání dílů z regálů probíhá plně automaticky. Menší díly se odtud dle potřeby dodávají just-in-sequence přímo na montážní linky. Na linku tedy přichází přesně v tom pořadí, v jakém budou montovány. Automatizace dovoluje další zvyšování preciznosti práce, další zrychlení logistických procesů a minimalizaci chybovosti. Roboty převezmou tělesně namáhavé činnosti a zaměstnancům tak uleví. Ti se pak budou moci věnovat jiným úkolům, jako je skenování štítků nebo pohyb malých přepravek (KLT) na příjmu a výdeji zboží. [11]

V novém AKL v Mladé Boleslavi se na plochu 2 000 metrů čtverečních vejde 71 000 přepravek typu KLT. Do 14 metrů vysokých regálů se za hodinu naskladní až 580 těchto malých plastových přepravek. Stejný počet KLT se za stejnou dobu stihne i vychystat. Dva roboty díly naskladňují, dva další se starají o vyskladňování a just-in-sequence dodávky do výroby. [11]

V červenci 2017 otevřela společnost ŠKODA AUTO ve svém závodě v Kvasinách srovnatelný automatický sklad menších dílů. Ten nabízí místo pro 45 000 KLT a v červnu 2018 získal při udělování Evropské ceny za logistiku ELA Cenu odborné veřejnosti. [11]

S otevřením automatického skladu menších dílů v Mladé Boleslavi pokračuje společnost ŠKODA AUTO v digitalizaci výroby, která je jedním z pilířů Strategie 2025. [11]

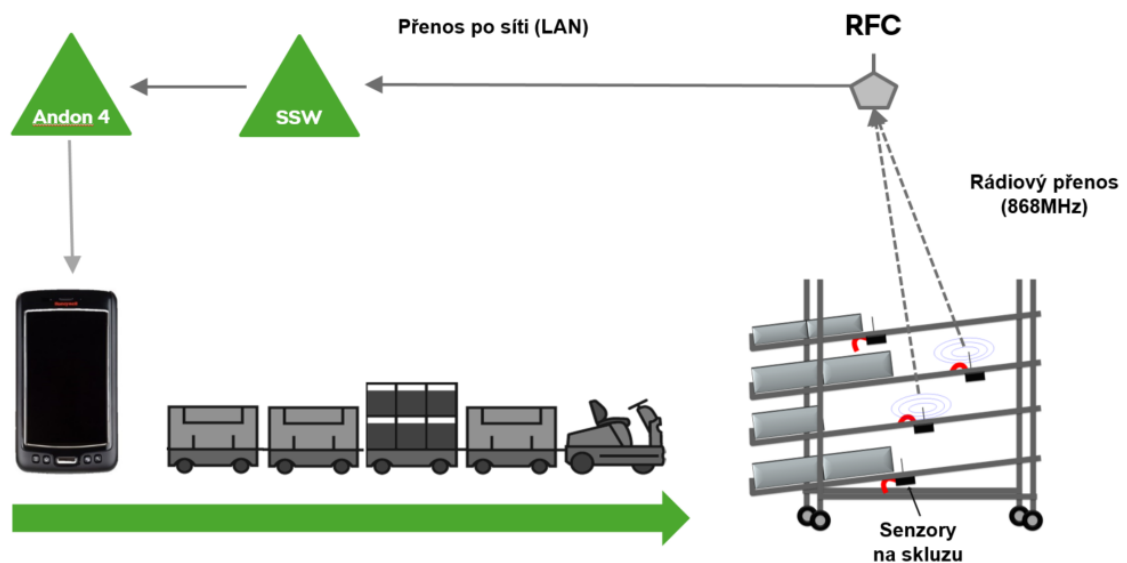
1.6 Automatické objednávání materiálu

Automatické objednávací systémy jsou zaváděny z důvodu finančních úspor, omezení chybovosti a zvýšení efektivnosti. V dnešní době jsou kladeny na logistické procesy vysoké požadavky. Automatické objednávání materiálu ulehčuje a splňuje logistické požadavky. Automatické systémy se používají především ve skladech, kde se systém nazývá komplexně warehouse management system, dále jen WMS. Jedná se o systém, který řídí automaticky objednávky a zásoby ve skladě. V této kapitole budou popsány automatické systémy, které automaticky objednávají materiál ze skladu na montážní linku ve Škoda Auto v Kvasinách. Tyto logistické operace musí probíhat ve správný okamžik. Systémy jsou zaváděny také z důvodu snížení objemu materiálu na montážní lince. Vzniká tak úspora místa a předchází se možným pracovním prostojům.

1.6.1 Automatické objednávání materiálu systémem SSW

Systém pro odvolávku materiálu, dále jen SSW, je přenosový řídicí systém pro plynulý přenos informací o stavu zásob na lince. Zasílá požadavky pro doplnění materiálu na linku, aby byla zajištěna plynulost. Celý komunikační systém funguje bezdrátově. Proces běží v rámci serverové aplikace Andon4. Systém má předem definované trasy rozvozu i nakládání materiálu. Jsou propočítávány dostatečné skluzy dle potřeby. Princip této automatické objednávky bude popsán. Na lince ve vozíku jsou umístěny senzory SSW. Tyto senzory jsou většinou umístěny na druhou nebo třetí pozici skluzu. Záleží na obrátkovosti materiálu. Když je tento senzor zatížen KLT přepravní jednotkou tak signalizuje plný stav. Když je KLT vyprázdněno a odebráno dojde k posunutí skluzu s další KLT přepravní jednotkou a dojde k uvolnění SSW senzoru a objedná se další. Senzor snímá zatížení pomocí oblého drátku, který je zatížen nebo odtížen. Když objednaný díl dorazí na linku, senzor se opět zatíží a čeká se na jeho odtížení, pak se proces opakuje. Systém reaguje na aktuální potřebu dílů na lince. U tohoto systému nedochází ke zkreslení v případě více spotřeby nebo repasních operací kdy musí být materiál odebrán, nebo při poškození dílů. Nevýhodou systému je, že objednaný materiál dorazí na linku nejdříve za 2 hodiny. Pokud je spotřeba vyšší než 1 KLT za 2 hodiny tak se postupem času systém dostane do stavu, kdy koník není zatížen. Systém tak bude neustále objednávat další KLT dokola. Za této situace materiál na lince dojde. Při vyšší

spotřebě než 1KLT za 2 hodiny je tak použit systém odvolávek řídicí se na základě potřeby, dále jen BMA. Tento systém je popsán v následující podkapitole.



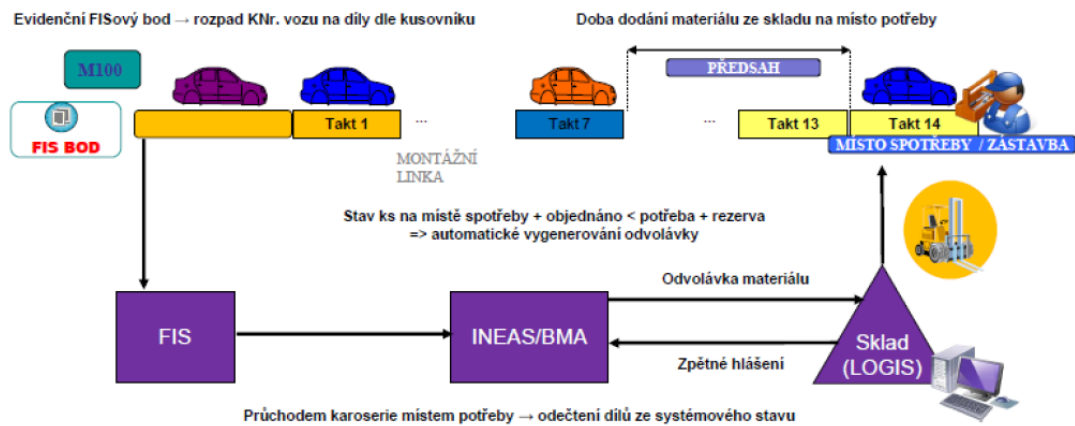
Obr. 1.12 Automatický systém objednání materiálu na výrobní lince

Zdroj: [8].

1.6.2 Automatické objednávání materiálu systémem BMA

Podobně jako systém SSW objednává materiál určený spotřebou. Vytváří automatické odvolávky v závislosti na počtu a typu vozidel jedoucích po montážní lince. Materiál má v určitém odstupu od místa spotřeby svůj odvolávací bod. Vzdálenost od místa spotřeby je fixní maximální dobu, za kterou může být materiál opět dodán na místo spotřeby od jeho odvolávky. Systém počítá s rezervou. Systém vidí aktuální stav počtu kusů konkrétního dílu s daným číslem a je nastaven minimální počet kusů pro automatické objednávání KLT. Stav počtu dílů je přepočítán podle vozů na lince. Systém vychází z počátečních bodů na montážní lince M100 a M191, který načítá všechny auta. Každé auto je tvořeno rozpadem dílů. Podle tohoto rozpadu všech vozů od bodu M100 nebo M191 až po umístění na lince je spočítáno množství potřebné pro výrobu daného dílu. Aktuální stav je neustále přepočítáván a s každým dalším vozem se počet kusů snižuje. Když dosáhne určité hranice, objedná se díl. Po doručení dílu na montážní linku se stav BMA navýší o dodaný počet kusů v KLT a čeká opět na dosažení minimální hranice. Tento systém je sice plně automatizován, ale vyžaduje neustálou kontrolu aktuálního stavu počtu dílů na lince i ručně. Často dochází k odebrání dílů z repasního oddělení.

Při poškození dílu na lince zase dochází k více spotřebě. Stav se tedy neustále mění a systém BMA vyžaduje přepočítání a opětovné nastavení.



Obr. 1.13 Systém odvělovky BMA řídicí se na základě spotřeby

Zdroj: [8].

1.7 Automatické identifikační systémy

Logistické procesy bez automatických identifikačních systémů jsou nepředstavitelné a na trhu by bez nich firmy byly nekonkurenceschopné. Identifikační technologie jsou založeny na fyzikálních vlastnostech. Mohou být například radiofrekvenční, magnetické, indukční nebo jiného principu. Používají se pro automatické získávání informací o materiálu, přepravní jednotce nebo prostředku. Používají se v distribučních centrech a dalších následujících procesech až ke konečnému spotřebiteli. Jsou nezbytnou součástí pro efektivní řízení logistických procesů.

1.7.1 RFID

Jedná se o radiofrekvenční identifikaci, dále jen RFID. Tato technologie umožňuje bezdrátovou automatickou identifikaci bez přímé viditelnosti. Její princip je založen na přenosu rádiových vln, které se ukládají do RFID tagu (čipu). Ty se mohou opětovně načítat nebo znovu přepisovat na jiné údaje. Tyto RFID čipy jsou v mnoha variantách. Varianty se volí podle daného prostředí a potřeb. Je mnoho tvarů a velikostí. Rozlišuje se i podle materiálu na který RFID přijde. Důležité je respektovat zákony elektromagnetické sloučitelnosti, tím se zabezpečí bezproblémová funkce technologie. K zapisování a čtení

slouží RFID čtečka, která může mít také mnoho variant. Může být jako velká čtecí brána nebo jako jen mobilní terminál. RFID nenahrazuje, ale doplňuje čárové kódy a používají se například ve své kombinaci. Výhodou RFID tedy je, že nemusí být přímá viditelnost čipu. Čipy lze používat opakovaně. Hojně jsou používány v podobě RFID štítku (labelu). Pokud máme i RFID tiskárnu, můžeme si kdykoli vytisknout potřebný RFID štítek. Data na něm mohou být chráněna heslem pro bezpečnost informací. Technologie je velmi rychlá, může načíst mnoho čipů v jeden okamžik. Je velmi odolná proti vlivům okolního prostředí. V současné době je pouze nevýhodou vyšší nákladovost technologie oproti ostatním.

1.7.2 Identifikace QR kódem

Výhodou této identifikace je, že může obsahovat několik set násobně informací než čárový kód. Uvádí se, že QR kód může obsahovat až 7089 čísel a 4296 znaků. O této identifikaci se někdy slangově hovoří jako o rozsypaném čaji. Na první pohled lidským okem je to chaotická mozaika černých teček a čtverečků na bílém podkladu. Nachází se v ní ale dokonalý řád a efektivní uskupení uložených informací. Tyto informace mohou být velice snadno a rychle načteny. Existují různé velikosti QR kódů, jsou ale limitovány snímacími zařízeními. Tyto kódy jsou běžně načítány chytrými mobilními telefony. Za pomoci mobilních telefonů můžeme tvořit i vlastní QR kódy. Stačí na to aplikace QR generátor. Při čtení QR kódu mobilní telefon supluje čtecí scanner. Výhodou QR technologie je, že je čitelná do natočení až 180 stupňů. Má velkou kapacitu informace a dá se načíst i při zhoršených podmínkách.

1.7.3 Identifikace čárovým kódem

Čárový kód patří mezi nepoužívanější základní identifikační prostředky. Je to nejrozšířenější identifikace. Mezi hlavní výhody čárového kódu patří přesnost, rychlost a jeho flexibilita. Rychlost získání informací je nesrovnatelný s klasickým klávesovým zadáváním informací. Čárové kódy můžeme přizpůsobit jakkoli velikostně ale i míru požadované odolnosti. Jeho možnosti jsou velké, záleží na prostředí, kde bude používán. Při jejich používání je zajištěna vysoká produktivita o desítky procent. Také lze zjistit podle čárového kódu zbývající stav zásob. Použitím čárových kódů velice vzroste efektivita procesů. Zvýší zisk a ušetří náklady. Jeho cena s ostatními technologiemi je téměř zanedbatelná. Po jednorázové malé investici se už dokupuje pouze papír a tisková

barva. Kód se skládá z tmavých a světlých mezer a je načítán speciální čtečkou. Jedná se o jednoduchý laserový snímač, který vyzařuje červené světlo. Funguje na principu odrazu světla obrazu, který je vyhodnocen. Mohou být použity i digitální snímače kódu bez červeného světla pro zvýšení rychlosti čtení. Tento princip čtení je obdobný jako u RFID za pomoci mobilního telefonu. Data na čárovém kódu mohou obsahovat téměř cokoli. Jsou do něho uložena veškerá potřebná data.

1.8 Robotizace

V průmyslu je o robotizaci velký zájem. Snahou nahradit méně kvalifikované pozice robotickým pracovištěm zdvihá poptávku. Příčinou je také špatná dostupnost levné lidské pracovní síly. Robotizace se hlavně využije při manipulaci těžkých předmětů, nebo u rychlých opakovaných manipulací. Využije se v nepříznivých podmínkách pro lidský organismus. Například ve vysokých teplotách nebo v místech vysoké radiace. V běžném průmyslu pak na materiály s ostrými hranami, manipulace s chemikáliemi a spousta dalších. Na pracovišti je pak zajištěna vysoká bezpečnost. Další výhodou je veliká přesnost a neúnavnost robota oproti lidské síle. Zpřísnování legislativy ohledně zdraví a bezpečnosti práce zaměstnanců zdvihají růst robotizace. Při pořizování robotického pracoviště musí být důkladně vypočítána návratnost. Údržba robotického pracoviště vyžaduje kvalifikované servisní techniky, na které jsou poměrně vysoké náklady. Pořízení robotického pracoviště musí být důkladně propočítáno a vyhodnoceno.

Můžeme předpokládat, že poptávka po robotizaci v dalších letech poroste. Dnes již máme hojně se rozšiřující kolaborativní roboty, kteří spolupracují s člověkem. To vše podporuje vysoká minimální mzda a náklady na zaměstnance. Pro méně odborné činnosti se již robotizace stává standartním řešením. V oblasti automatizace a robotizace výrobci již nabízejí i jezdící paletové robotické systémy. Ve skladovém hospodářství je to budoucnost pro maximální úroveň automatizace skladových procesů. Pro méně kvalifikované činnosti je automatizace a robotizace na špičkové úrovni. Veškerý vývoj nadále bude ovlivňovat zejména vláda a schválené zákony. Může nastat, že díky masivnímu nástupu robotizace se zvýší nezaměstnanost. Vláda by pak mohla zvažovat zdanění robotů. Dá se očekávat, že robotizace zvedne produktivitu a zvýší počet potřebných kvalifikovaných pracovníků. Je nutností transformovat školství požadavkům 21. století.

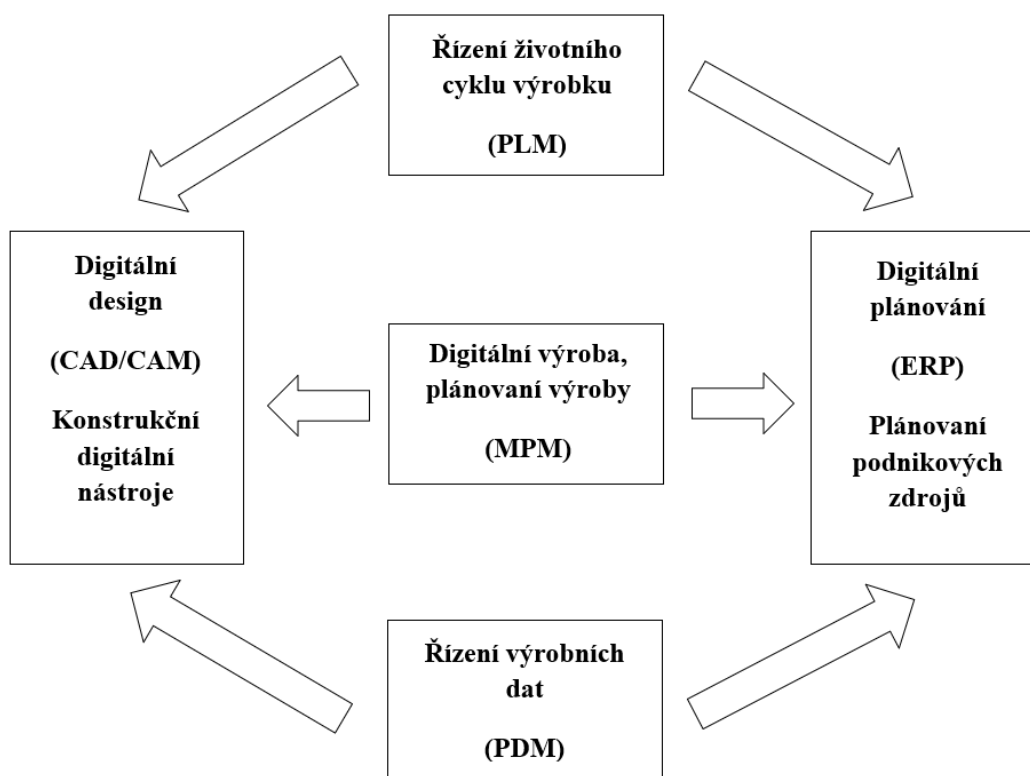
2 Digitalizace v logistických procesech

Digitalizace už není jen jednou z možností, je to nutnost pro všechny společnosti, které chtějí zůstat konkurenceschopné, produktivní, ziskové a dlouhodobě udržitelné. To přináší velké požadavky na IT. Zvyšují se požadavky na kvalitu, flexibilitu a typy požadovaných služeb. Je kladen veliký důraz na provozní náklady a firmy musí měnit či zlepšovat současné procesy a postupy, aby byla zabezpečena plynulost a maximální spolehlivost dodavatelského řetězce. Za pomoci digitalizace je umožněno optimalizovat kapacity, zvyšovat výkon a kvalitu celého řetězce. Proto je téměř jisté, že všechny firmy budou implementovat inovativní řešení, které budou schopni aplikovat s plným využitím digitální technologie, aby byly připraveny na výkyvy poptávky. V logistice se zejména jedná hlavně o intralogistiku. Správa skladů, jejich řízení a následné logistické procesy. Cílem je eliminace nebo úplné odstranění lidského faktoru a tím zamezení chybovosti. Nejvyšší formou je autonomní stupeň skladu, který v konkrétním podniku vyžaduje zařízení na míru. Všechna zařízení jsou pak samočinná a jsou koordinována. Cílem digitalizace je zvýšení výkonu a minimalizovat náklady. To společností umožňuje stabilně růst. V dnešní době jsou čím dál kratší doby návratnosti v investicích do digitálních technologií a firmy tak mají motivaci pokračovat v implementacích těchto technologií a transformovat své procesy v podniku.

2.1 Digitální továrna

Jedná se o souhrn digitálních řešení ve firmě. Souhrn všech digitálních metod, digitálních modelů a moderní digitální nástroje. Například hojně využívané simulační modely ve 3D. Za pomoci těchto simulačních modelů dosáhneme perfektní vizualizace. Využívá se virtuální reality pro úsporu nákladů. To vše je spojeno s rychlým rozvojem automatizační techniky a robotizace. Tento technický pokrok vyžaduje neustálé inovace v této oblasti. Digitální nástroje se používají pro zrychlení a zkvalitnění práce. Počínaje přípravou až po konečnou realizaci. Digitalizace se používá při přípravách výroby a v informačních systémech v podniku. Digitalizace je nejvíce využívána v automobilovém průmyslu. Cílem je digitální propojení všech firemních oblastí. Jde o komplexní systémové plánování s průběžným zlepšováním všech procesů. Digitalizace se stává neodmyslitelnou součástí plánování výroby. Velkou firmou, která poskytuje software

a mnoho dalšího je Siemens. Poskytuje simulační software pro plánování výroby. Výsledkem jsou pak 3D layouty (modely) pracovišť na kterých se vše odladí. Používá se v kombinaci s virtuální realitou. Těchto nástrojů je velká škála, záleží, v jakém odvětví a jaké pracoviště plánujeme vybudovat nebo zefektivnit. Digitalizace urychlí a zdokonalí technické přípravy výroby a výrobku. Investice do digitálních nástrojů je velmi dobrou investicí. Kdo na digitalizaci výroby nepřistoupí, nebude schopen čelit konkurenci, která digitalizuje. V této kapitole jsou uvedeny nejnovější využívané a vyvíjené digitální nástroje. Digitální nástroje pro výrobu a digitální nástroje informačních systémů. Rovněž využití digitalizace v personalistice podniku. Bude popsán pojem digitální dvojče, virtuální realita, internet věcí a digitální nástroje s ním spojená.



Obr. 2.1 Blokové schéma digitální továrny

Zdroj: vlastní zpracování podle [15].

2.1.1 Cloudová úložiště

Cloudová úložiště poskytují datové služby. Tyto služby umožňují ukládat data pomocí internetu nebo pomocí jiné sítě do cílového úložiště mimo místo pracoviště. Toto úložiště je spravováno třetí stranou. Cloudových úložišť je velké portfólium. Existují osobní

úložiště nebo podnikové. U osobních úložišť se jedná o zálohy běžných osobních souborů. Firmy využívají cloudová úložiště jako vzdálené zálohování pro bezpečný přenos a ukládání datových souborů nebo jejich sdílení mezi jednotlivými pracovišti (umístněními). Takových úložišť je velká škála, aby si zákazník mohl nadefinovat úložiště dle svých představ. Cílem je přístup k datům z jakéhokoliv umístění a zařízení. Cloudová úložiště mohou být veřejná, privátní a hybridní. Privátní poskytují vyšší ochranu s branou firewall. Hybridní je kombinace veřejných a privátních, které umožňuje vyšší flexibilitu. Za pomoci cloudových úložišť se podniku Škoda Auto daří plnit kvantitativní i kvalitativní cíle v získávání potencionálních zákazníků. Vznikla možnost nabízení marketingových aplikací importérům ze vzdálených lokalit. Například automobilový konfigurator. Sdílení dokumentací probíhá napříč všemi trhy a je navázána spolupráce mezi geograficky oddělenými lokalitami. Přínos implementace cloudových úložišť je zjednodušená integrace importérských systémů do centralizovaných systémů Škoda Auto. Tím se na obou stranách snižují náklady a zvyšuje se dostupnost. Také zjednodušení přípravy webových stránek. Je nutné následovat moderní technologické trendy a provozovat moderní marketingovou komunikaci.

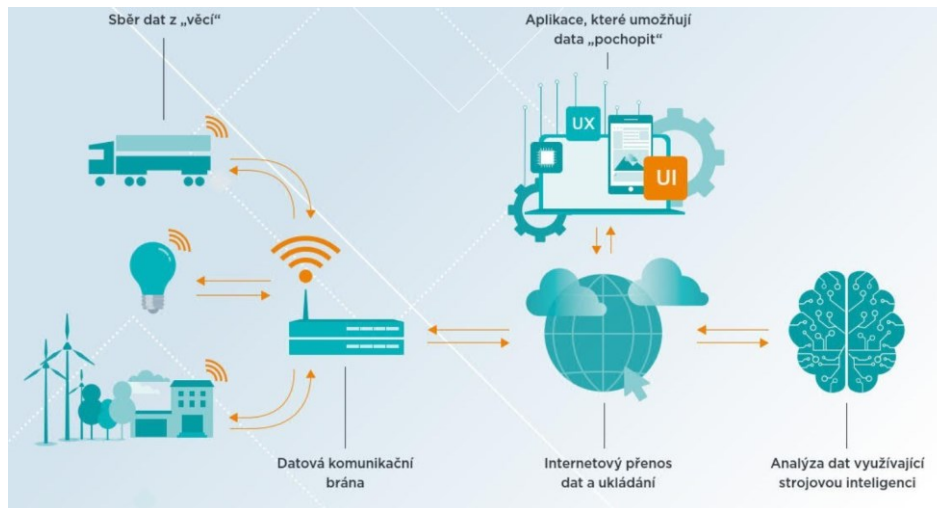
2.1.2 Internet věcí

Internet věcí, dále jen IoT je novým trendem v oblasti komunikace. Využití technologie mezi sebou a člověkem prostřednictvím bezdrátové technologie přenosu dat. Tímto propojením je umožněn velký sběr dat, které se následně zpracovávají dle potřeby. [5] To se využívá v mnoha oblastech. V logistice, to je vyvíjená a využívaná technologie. Spoustu zařízení je již dnes dálkově ovládána. Internet věcí v Průmyslu 4.0 je jednou z hlavních věcí. Stroje musí komunikovat mezi sebou i s člověkem. Tyto stroje jsou vzdáleně řízena a kontrolována. Internet věcí je doplněn o další technologie, jako jsou cloudová úložiště, umělá inteligence, chytré sklady a mnoho dalších.

IoT je síť fyzických věcí vybavených elektronikou, softwarem, čidly a síťovou konektivitou, díky které se tato zařízení mohou vzájemně propojit a vyměňovat si data – vzájemně komunikovat. IoT je nepochybně jedním z hlavních aktérů aktuálně probíhající rozsáhlé digitální transformace.[12]

Ze všech zařízení jsou nasbírána data, která jsou zpracována strojovou inteligencí. Strojová inteligence je podmínkou pro využívání vyvíjených a vyvinutých aplikací pro IoT. Počet připojených zařízení k internetu ve firmách rapidně stoupá. Tento koncept

se musí využívat efektivně a klást velký důraz na kybernetickou bezpečnost. Internet věcí, je nepostradatelný pro nastupující digitální transformaci. Pro úspěšnou implementaci IoT je potřeba vypracovat detailní strategii a vizi v podniku. Specifikovat jednotlivá použití a ověřit koncept. Musí být navrženo konkrétní propojení jednotlivých systémů. Analyzovat využitelnost dat, která jsou sbírána z jednotlivých zařízení. Hlavní pozornost bych zaměřil na kybernetickou bezpečnost.



Obr. 2.2 Blokové schéma IoT

Zdroj: [8].

2.1.3 Big data

Big data jsou obchodní strategií v oblasti ICT. Jedná se o soubor dat, která jsou velká a složitě se zachycují. V současné době se zpracovávají a používají neefektivně. Big data mají velké nároky na výpočty. Je zapotřebí mít datová centra a superpočítače. Nabízí se možnost Big data propojit s IoT. Velké objemy dat jsou obtížně zpracovatelné a v první řadě musíme vědět, co chceme najít. Následně můžeme data vizualizovat. Big data mohou v budoucnu měnit marketing a management podniků. Big data jsou nástrojem pro rozhodování. Podniky se snaží získávat zpětné vazby od zákazníků, obrázky, fotografie a další. Tyto data zpracovávají a využívají v praxi. Je umožněno porozumět zákazníkům a na základě toho uzpůsobit obchodní modely a procesy pro všestrannou spokojenost. Rizikem je bezpečnost a přístup k datům. Nasbíraná data je nutné chránit, konkurenti by mohli data získat a připravit firmu o obchodní příležitosti. Je nutné dávat pozor na jiná odvětví, kde už jsou Big data na vysoké úrovni.

2.1.4 Digitální personalistika

V dnešní je drtivá většina papírových dokumentů nahrazena elektronickou podobou včetně podpisu, ověření nebo archivace. Sdílení informací je tak mnohem jednodušší. Digitální podoba šetří papír, tiskárnu a čas. Velkou výhodou je, že můžeme mít všechny dokumenty stále u sebe k dispozici. Přestup k digitálním nástrojům je stále aktuálnější, a to ve všech odvětvích. Tyto nástroje papír zcela nevytlačí, ale výrazně eliminuje a odnaučí zbytečné nevhodné návyky. Používají se týmové weby neboli zaměstnanecký portál. Obsahuje skupinu nástrojů pro efektivní týmovou spolupráci. Umožňuje sdílení dokumentů a informací v jednom prostředí pro definovanou skupinu uživatelů s přidělenými přístupy. Tyto weby jsou vysoce zabezpečeny a zálohovány. Dalším hojně využívaným digitálním nástrojem je digitální podpis. Tento nástroj umožní vyřízení úředních záležitostí za zlomek času a nabízí vysokou úroveň důvěryhodnosti. Dokument jde podepsat ihned přes program Adobe Reader DC. S použitím osobního firemního průkazu s čipem přes ikonu certifikáty dokument digitálně podepíšeme. Podpis s údaji se vygeneruje automaticky. Všechny takto podepsané dokumenty lze zálohovat. Tyto nástroje už umožňují podpis několika uživatelů současně.

Dalším nástrojem je bezdrátové prezentování. Umožňuje také jednoduché sdílení. Nástroj je nasazován ve Škoda Auto a nese název Intel Unite. Velmi využívaným nástrojem je Skype for Business. Je to moderní a efektivní způsob firemní komunikace. Usnadňuje výměnu informací a šetří čas, psaní emailů a spotřebu papíru. Skype pro firmy umožňuje chat, audio a video hovory s propojením MS Outlook. Díky tomu vzniká přehled o dostupnosti kolegů při plánování schůzky. Práci lze usnadnit, a přitom ušetřit papír jde za pomoci e-poznámek jako digitální zápisníky. Digitální zápisníky lze provozovat přes aplikaci OneNote do které lze vkládat texty ale i kreslit, vkládat zvukové i obrazové záznamy, tabulky a mnoho dalších. Tím budou všechny poznámky na jednom místě. Ideální je používat tablet, který je vhodný pro časté cestování. Existují i digitální vizitky, které obsahují veškeré informace i s QR kódem pro rychlé načtení uživatele se všemi informacemi. Ve Škoda Auto, IT oddělení pracuje na přípravě dalších moderních nástrojů. Je to dlouhodobou iniciativou v oblasti služeb a inovací. Osobní kontakt, zvláště v obchodně – podnikatelské sféře, bude postupně z většiny nahrazen systémem šířením 3D audiovizuálních zpráv a virtuální realitou z důvodu pohodlí, vysokých finančních i časových nákladů cestování a také z důvodu ekologie (snížení zatížení přírody přepravou osob).

2.1.5 Digitální dodavatelský řetězec

Důležitým tématem je postupný přechod na digitální dodavatelský řetězec. Implementace nejnovějších technologií do dodavatelského řetězce. Je to podstatné pro udržení konkurenceschopnosti. Klíčovými technologiemi pro zavádění digitálního dodavatelského řetězce jsou analýzy z již popsaných Big Dat a cloudových úložišť. Nezbytnou technologií jsou simulační nástroje. Velkým zjednodušením dodavatelského řetězce je implementace 3D tisku. Touto transformací se docílí snížení zásob a údržby. Tyto aspekty sníží logistické náklady, zlepší kvalitu služeb a zvýší se efektivita dodavatelského řetězce. Digitální dodavatelský řetězec je flexibilní a má vysokou rychlost reakční doby. Při rychle měnících se podmínkách na trhu, digitální dodavatelský řetězec zvyšuje konkurenceschopnost.

Víme, že Logistika 4.0 je moderní formou logistiky s digitálně propojenými síťovými systémy, které umožňují rychlou komunikaci a rychlé reakce. Umožňují vzájemnou komunikaci strojů, lidí a všech zařízení. To znamená, že dnes se již bez digitálního dodavatelského řetězce neobejdeme. Digitalizace přináší úsporu nákladů, vynaloženou energii a čas všech zúčastněných. Digitálním dodavatelským řetězcem dosáhneme kratší dodací lhůty a vysokou flexibilitu procesů. Můžeme pracovat s nízkými zásobami ve skladě. Správa skladu bude rychlejší a efektivnější. Digitální dodavatelský řetězec nám umožní vysokou míru přesnosti plánování zásob a budoucí poptávky. Je však nutné mít všechna logistická pracoviště se všemi činnostmi plně digitalizována. Transformace dodavatelského řetězce musí být cílena i na požadavky zaměstnanců, kteří se s trendem musí ztotožnit. Pak vznikne neomezené množství konkurenčních výhod.

2.1.6 Digitální technologie Blockchain

Technologie Blockchain, se stává významným digitálním nástrojem. Blockchain je druh distribuované decentralizované databáze uchovávající neustále se rozšiřující řetězec chronologických záznamů (dat), které jsou propojeny pomocí kryptograficky zabezpečených peer-to-peer uzlů (řetězců). Data jsou v blockchainu uložena navždy a jsou veřejně přístupná. [19]

Blockchain je databáze dat, která funguje jako sklad pro různá data. Příkladem databáze jsou hojně využívaná velká datová centra, ve kterých je uloženo velké množství dat, serverů a velké množství pevných disků. Přes tyto datová centra permanentně proudí

velké množství různorodých dat. Tyto databáze jsou centralizovaná a vždy mají své hlavní úložiště na konkrétním místě. V případě výpadku centrálního datového centra jsou poškozeny uložená data. Takováto situace v popisované technologii Blockchain nehrozí. Blockchain totiž není centralizovaná databáze, ale je decentralizovaná. Tato databáze se tedy nenachází na jednom místě. V podstatě je všude. Jedná se o soubor s daty s rozšiřující se tendencí a tyto záznamy nelze smazat. Nelze tuto technologii zničit ani kontrolovat žádnou institucí. Proto se tato technologie setkává s velkou popularitou. Data jsou v technologii Blockchain uložena navždy, a to beze změny. Blockchain k tomu využívá internet s přenosovými protokoly zabezpečené kryptografií.

Tato technologie najde uplatnění ve vysoce automatizovaném řízení procesů. Také lze říci, že nahradí opakované činnosti úředníků, jako roboti nahrazují montážní dělníky. Do této technologie tak směřuje velké množství investic. Jedná se o nový technologický směr, který bude dosahovat větší efektivity a bezpečnosti. Základní princip Blockchainu tvoří dva druhy záznamů, a to transakce a bloky. Data, která uživatel vloží do databáze, tak jsou pro ně transakce a bloky potvrzujícími záznamy. Tyto bloky obsahují informace o konkrétní transakci, kdy byla přidána do databáze Blockchainu. Uživatel vytváří transakce, které systém používá jako databázi. Zmíněné bloky vytváří tak zvaní těžaři, kteří disponují příslušným softwarem a hardwarem, které vytváří bloky. Transakce jsou předávány z uzlu do uzlu mezi navázaným spojením mezi uživateli. Validní transakce obsahuje elektronický podpis uživatele, který utrácí peníze z existující peněženky. Těžaři vytváří následně blok, který potvrzuje a začleňuje tyto transakce do Blockchainu.

Hlavními výhodami technologie Blockchain tedy je, že databáze je distribuována mezi jednotlivé uživatele a tím pádem je zaručena bezpečnost. Systém nemá centrální autoritu, která by do systému zasahovala a ovlivňovala proces. Za potvrzení transakce jsou v systému poskytovány odměny. Druh této databáze je chráněn řetězením bloků a uvedeným těžením. Pravost verifikace transakcí je chráněna asymetrickou kryptografií.

2.2 Simulační modely

Simulační modely slouží k napodobení konkrétní situace a prostředí. Napodobuje se sestavením reálného modelu, na které se provádí konkrétní opakované experimenty. Simulace je deskriptivní nástroj, který hledá vyhovující řešení. Simulace používáme ve složitých modelech, kde chceme ušetřit čas a peníze. Nejdříve si určíme řešení

problém (situaci) a sestavíme simulační model, který verifikujeme.[4] Do tohoto modelu vkládáme návrhy, přesnost a výši nákladů. V poslední řadě důkladně provádíme experimenty v simulaci a vyhodnocujeme výsledky a následně projekt realizujeme.

2.2.1 Digitální dvojče

Logistika a řízení dodavatelsko-odběratelského řetězce představují rozsáhlý a komplexní ekosystém pod neustálým vlivem mnoha variabilních faktorů. I to je jeden z důvodů akcelerace jejich digitální transformace a inovačních procesů. Jako nezbytná technologie pro efektivní optimalizaci řízení vnitropodnikové logistiky a dodavatelského řetězce se potvrdilo digitální dvojče. Stoupající význam této technologii připisuje i prestižní mezinárodní analytická společnost Gartner, která jej vzhledem k jejím možnostem a rozsahu funkčnosti zařadila na čtvrtou příčku top technologických trendů pro rok 2019. [13]

Digitální dvojče je jedním z hlavních nástrojů současné logistiky 4.0. Jedná se o virtuální model fyzického objektu s přesnými a reálnými daty. V takovém modelu můžeme simulovat potřebné procesy a situace. Pro projekty Průmyslu 4.0 je to nezbytnou součástí. Digitální dvojče je duplikát reálného protějšku a obsahuje veškeré informace. Vznikne tak velmi přesný virtuální model se všemi daty. Ulehčuje a urychluje rozhodovací procesy, šetří čas a finanční prostředky. Za pomoci digitálního dvojčete, se odhalují úzká místa, která je nutné odstranit nebo optimalizovat pro vysoký výkon procesů. V logistice se používá zejména v oblasti výroby a materiálových toků. Digitální dvojče rozvíjí automatické logistické systémy, které zabezpečují dynamiku, rychlost a spolehlivost. Je neustálým nástrojem pro optimalizaci logistických procesů. Používá se i v kombinaci s internetem věcí. Zajišťuje tak operativní a autonomní řízení logistiky. Nástroj digitálního dvojčete je provázáno s dalšími současnými technologiemi jako je umělá inteligence, strojové učení, Big Data, IoT a další. Má všestranné využití a je velkým přínosem pro podniky. Je to velmi používaná technologie současnosti i budoucnosti.

Budoucnost směřuje k výrobním linkám, které si budou samy řídit a nastavovat výrobní program. Digitální dvojčata tento cíl významně urychlují. Dnes již je možné během malého momentu vytvořit model výrobku ve 3D formě. Následně vytvořit mnoho variací daného výrobku. K tomu se využívá a zpracovává velký objem dat. Digitální dvojče zajistí synchronizaci výrobních a projekčních týmů a následné kroky v plánování budou bezproblémové. Využívá se ke statistickému simulování a vyhodnocení plánovaného výrobního systému. Vyhodnocuje, zda nasadit lidskou pracovní sílu, roboty nebo jejich

kombinaci. Může simulovat všechny pracovní postupy včetně výpočtu spotřeby energie pracovního procesu. Hojně se používá pro rozšiřování výrobních kapacit a pro budování dalších výrobních objektů pro zvýšení objemu výroby s co nejnižšími náklady na výstavbu a uvedení do provozu. Takto lze vytvořit duplikát výrobního zařízení kdekoli je to potřeba s okamžitým náběhem výroby s duplicitní kvalitou a přesností.



Obr. 2.3 Digitální dvojče logistického objektu s využitím virtuální reality

Zdroj: [14].

2.2.2 Virtuální realita

Díky virtuální realitě se již nemusí zdlouhavě prezentovat a vysvětlovat. Je jedním z projektů průmyslu 4.0. tento nástroj umožňuje vysokou úroveň automatizace a robotizace. Jejím předpokladem je využívání kyberneticko-fyzikálních a robotických systémů. Pro zobrazení virtuálního prostředí se používají nejmodernější virtuální brýle, dále jen VR. Tato technologie umožňuje vstoupit do prostředí, které existuje pouze v digitálním prostředí. V tomto prostředí se můžeme volně pohybovat. Bez většího úsilí můžeme sledovat vytvořený model pomocí headsetu pro virtuální realitu nebo rozšířenou realitu. Vývojáři pracují se simulovaným modelem. Procesy se mohou vyhodnocovat přímo v simulaci. V rozšířené realitě lze model promítnout v reálném prostředí.

Ve Škoda Auto se virtuální realita využívá již 21let. Zde pracuje tým špičkových odborníků. Využívá se pro designové návrhy automobilu. To dříve trvalo tři měsíce. Dnes za pomoci dnešní moderní virtuální reality pouhý týden. Zaměřuje se i na celkový vzhled a funkčnost. Sleduje se, jak řidič vnímá své okolí. Zjišťuje se výhled z vozidla, což je velmi důležité pro bezpečnost. Je velkým pomocníkem při konstrukci automobilu, kde se ověřuje, jestli jednotlivé díly dobře sedí. Když díly nesedí, pomocí VR se řeší alternativní řešení. Ověřují se montážní postupy, aby měli správnou posloupnost

a maximální efektivitu. Virtuální realita je běžným technologickým nástrojem pro výrobní procesy špičkových firem. Virtuální realita práci člověka nenahradí, ale výrazně ji zrychlí a zjednoduší.

2.3 Digitální vizualizace

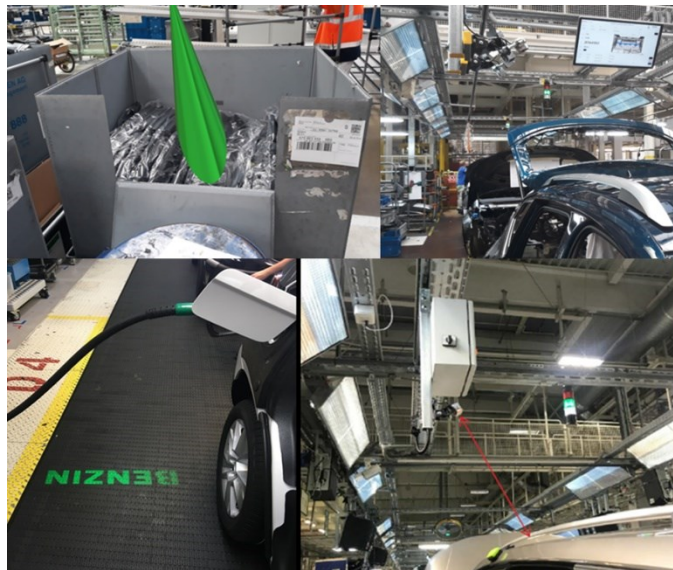
Digitální vizualizace je klíčovou oblastí pro firemní prezentaci informací a dat. Principem je rychle, přehledně a srozumitelně předat data a komplexní pohled na věc. Druhů vizualizací je velká škála. Důležité je, co budeme vizualizovat, kdo to bude sledovat a jaký má být účel. Vizualizace mohou být počítačové, počínaje grafem až po sofistikované vizualizační nástroje. Mohou to ale být i pracovní návody a označení na pracovišti včetně layoutů. V této kapitole popíšeme projekt dProdukce ve Škoda Auto v Kvasinách, který zvyšuje přesnost a rychlost pracovníků na montážní lince. Bude zmíněn nový nástroj, který ulehčuje prezentaci firemních dat a urychluje rozhodovací procesy.

2.3.1 Vizualizace logistických ploch

Vizualizace se používá v mnoha logistických procesech. Využívá se při představování nových projektů a ověření jejich bezchybné funkce. Před zavedením nových výrobních prostorů a pracovišť se za pomoci vizualizační technologie představuje celý koncept v reálných hodnotách. Digitální vizualizace se používá i ke statickému zobrazování informací. Používají se i sofistikované systémy, které vizualizují pracovní postupy pro zvýšení efektivity. Tento systém bude představen, používá se v automobilovém průmyslu ve Škoda Auto v Kvasinách. Tento systém se velice rychle implementuje na další pracoviště, protože je velice efektivní. Hojně se využívá 3D vizualizace a to v mnoha odvětvích. Nástrojů je velká spousta, od statických zobrazení a 2D layoutů až po rozsáhlé animace nebo konfiguratory. Vizualizace jsou již také rozšířeny o virtuální realitu. V takové vizualizaci můžeme reálně být a vše si odzkoušet, je to nejvyšší stupeň vizualizační technologie. Existují i vizualizační programy, které efektivně sumarizují a přepočítávají nashromážděná data a velice efektivně a přehledně je prezentují. Jeden takový nástroj představím v následující podkapitole. V této podkapitole je popsán systém pracovní vizualizace ve Škoda Auto v Kvasinách, který nese název dProdukce.

Nástroj dProdukce poskytuje na pracovišti mnoho informací o vozidle včetně důležitých montážních postupů. Vizualizuje nám informace o karoserii, zobrazuje čísla dílů a mnohé další

informace. Pomocí technologie RFID nás informuje o pozici vozu na lince. Čip RFID obsahuje všechna potřebná data o vozidle. Vizualizace používá řízené směrové světlo pro správné odebírání materiálu, také zobrazuje světelně celý název pohonného média na konkrétním vozidle. Systém používá kontrolní kamery, které kontrolují správné osazení hagusů. Kontroluje, jestli byly namontovány a jestli mají správnou barvu. Další kamera kontroluje víčka palivové nádrže, jestli byly správně osazeny. Dále se laserovými skenery kontroluje správné osazení skel. Kontrolují správný tón zatmavení skel. Dalším rozšířením systému je optická kontrola zavazadlového prostoru a akustická kontrola klaksonů. Tato technologie vytváří komplexní reporty, které automaticky generuje. Vzniká tak analýza a predikce. Redukují se opakující se rutinní úkony. Systém prezentuje závady na pracovišti, které se následně odstraňují a dělají se konkrétní opatření. Optický systém také kontroluje přítomnost lemů blatníku, spoilerů a aeronástavků. Projekt dProdukce se v budoucnu bude rozšiřovat o další zjednodušování technologických operací a postupů. Několik příkladů vizualizace dProdukce, jsou uvedeny v přílohách (I; J; K).



Obr. 2.4 Ukázka dílčích nástrojů projektu dProdukce

Zdroj: [8].

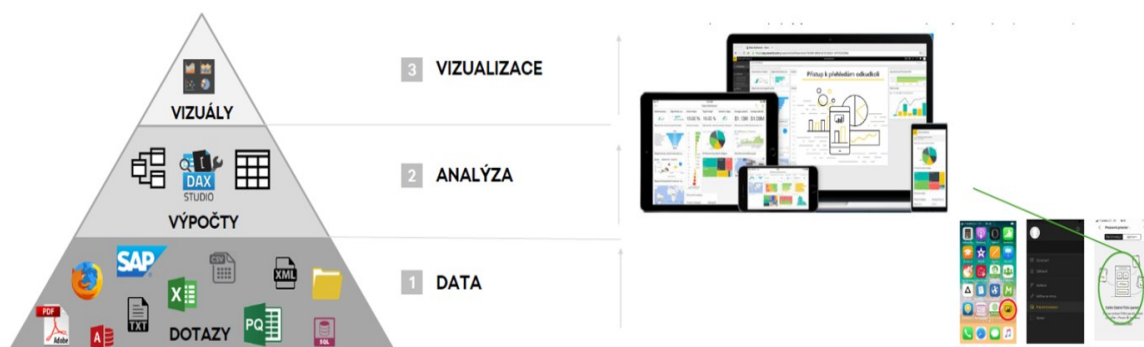
2.3.2 Power BI

Nástroj inteligentního byznysu, dále jen BI se používá pro vytváření interaktivních datových analýz a jejich prezentaci. Program je velice intuitivní. Nástroj za velmi krátký čas lze efektivně proměnit velké množství dat v užitečné informace, podle kterých se rychleji a kvalitněji rozhodujeme. Umožňuje snadné připojení ke zdrojům dat, vizualizaci nebo k analýze a můžeme je sdílet s mnoha uživateli nebo jen s konkrétními.

Je vhodný pro každého, kdo ovládá základní logiku práce s daty nebo kdo dobře pracuje s Excelem. Vytváří se pokročilé interaktivní manažerské real time reporty a přehledy. Tvorba reportů je možná s využitím Microsoft Office 365, který obsahuje i licenci Power BI professional. Vizualizace dat jsou tak dostupné pomocí prohlížeče, prostřednictvím aplikace v telefonu nebo v aplikaci na počítači.

Umožňuje ucelenou a efektivní práci s firemními daty. Může zpracovávat data z minulosti, ale také slouží pro předpovědi nebo simulace budoucího vývoje. Je to datově řízené rozhodování. Power BI data sbírá, analyzuje, integruje a přetváří je ve srozumitelné informace, které vizualizuje.

Většina firem disponuje velkým množstvím dat v Excelových tabulkách. V některých případech jsou velmi rozsáhlé a vyžadují použití mnoha filtrů pro získání konkrétních dat. Takový postup je časově náročný a nepřehledný. Nástroj Power BI umí tato data propojit dle potřeby a přehledně je vizualizuje za zlomek času.



Obr. 2.5 Hierarchie programu s ukázkou prostředí

Zdroj: [8].

3 Vizualizace logistických ploch

Tato kapitola navrhuje implementaci systému, která zlepší logistické procesy ve skladech. Systém je navrhován pro sklady ve Škoda Auto v Kvasinách. Systém je digitální a má vysoký stupeň automatizace. Do systému se budou pouze zadávat nové informace příslušným pracovníkem. Pracovník zadá informace do systému Placpart, který převede informace na statický ePaper prostřednictvím navrhovaného komunikačního rozhraní a akčních členů. Systém bude označovat veškeré potřebné informace o materiálu na dané vychystávací pozici ve skladech. U konkrétně řešených skladů se jedná o 4 838 pozic – úložišť. Cílem navrhovaného systému je eliminace pracovních sil a ušetření vizualizačních prostředků. Zejména se jedná o papír a tavící folie. Tento navrhovaný systém usnadní a velmi urychlí reakce na změny materiálů. Příslušný pracovník jen od počítače aktualizuje data, aby zobrazované informace byly aktuální. Systém je navrhován ve skladech (N5;N9;N6;K1;M3;T8). Po úspěšné implementaci může být systém rozšiřován do dalších skladů a na montážní linku, kde je velmi obtížné vizualizaci měnit manuálně při chodu linky. Proto by se následně návrh implementace tohoto systému mohl rozšířit na montážní linky.

Budou uvedeny základní informace o systému Placpart v kterém probíhá přepisování dat pro jednotlivá úložiště. Následně popíší hlavní navrhovanou technologii ePaper a jeho zákonitosti. Bude uvedena analýza současného stavu vizualizačního postupu s ilustrativními obrázky. Také současně potřebná technika včetně personálu. V následujících podkapitolách bude uváděn návrh na zlepšení vizualizace ve skladech. Včetně technických parametrů navrhované technologie ePaper s potřebným množstvím technologických součástí. Budou uvedeny konkrétní požadavky na pořízení systému i náklady na jeho montáž. Následně bude vypočítána celková cena pro úspěšnou implementaci navrhovaného systému, s využitím technologie ePaper. Budou spočítány úspory, které navrhovaný systém přinese. Na závěr z početních výsledků, bude spočítána návratnost investice na tento systém.

3.1 Systém Placpart

O systému Placpart jsou zde uvedeny základní informace, systém Placpart je nedílnou součástí navrhovaného systému. Je to systém používaný ve Škoda Auto v Kvasinách

pro vizualizaci materiálů se všemi potřebnými informacemi. Například číslo dílu a pozice kde je materiál uložen, způsob navážení na linku, nebo způsob objednávání materiálu a další informace. Používá se při změnových řízeních, veškeré změny informací o dílech (materiálech) se odehrávají přes systém Placpart. Proto tento systém bude nedílnou součástí návrhu na optimalizaci. Systém obsahuje mnoho informací o materiálu. To můžeme vidět na obrázku číslo 3.1.

The screenshot shows the 'Data - logistická - aktuální' window of the Placpart system. It displays a table with 23 rows of material data. The columns include: Poř. (Order), M1/M2 (Material type), G. (Group), Ulož. (Storage), Hm. (Weight), Číslo dílu (Part number), Alt. (Alternative), Název dílu (Part name), Dod. (Supplier), Typ výjeje (Type of release), BN (Batch number), Balení (Packaging), Platí od (Valid from), Ukončen (Completed), Původ (Origin), Tisk (Print), Typy (Types), Seky. (Sections), and Nick. The table lists various components like 'ORLOZENI DVERLYNI', 'ILUMENI', 'VEDENI PASU', 'DRZAK', 'VEDENI', 'VEDENI VYTRIK FLYNY', 'VEDENI ADAPTERU', 'CRASHSTREBE', 'VZPERA TAZNA', 'TESNENI KAPOTY', 'KRYT VNITRNI', and 'VEDENI VZDUCHU'. The status '5280' is consistently shown for most items, with a date of 02.05.2017. The interface also shows a 'Počet vět: 4 135' and a 'Zobrazit 25 položek' button.

Obr. 3.1 Ukázka části systému Placpart

Zdroj: [8].

Systém je využíván pro nové náběhy a vyhodnocování změn. Ze systému Placpart se tisknou veškeré vizualizace. Na ilustrativním obrázku číslo 3.3 jsou zobrazeny typy vizualizací, které navrhovaný systém nahradí digitálně pomocí ePaperu. Při jakékoli změně se v systému přehrají informace a v řádech sekund budou informace vizualizovány ve skladě na ePaperu. Informace tak během chvíle budou aktualizovány.

3.2 Program Microstation

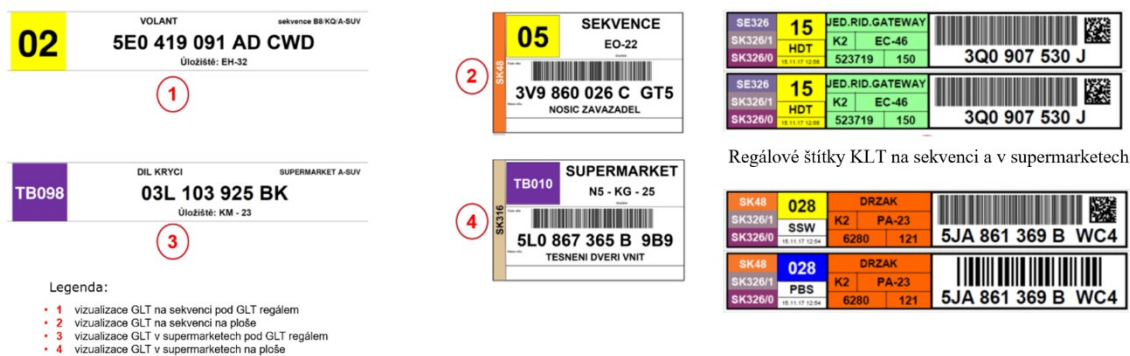
Pro zjištění potřebných komponent v této kapitole byl používán program Microstation. Za pomoci tohoto programu, v kterém je zakreslen kompletní layout řešených skladů se všemi parametry, byl vypočítán potřebný počet IR Transmitterů a Ethernet Controllerů pro následnou montáž. Z toho pak vyplývající počet potřebných LAN připojení do komplexní sítě. Na obrázku číslo 3.2 je zobrazeno prostředí programu s layoutem skladů a montážních linek. Program Microstation je jeden z mnoha využívaných

CAD systémů. Používá se ve stavebním inženýrství, zpracovatelském průmyslu, telekomunikačních inženýrských sítích a mnoha dalších. Ve Škoda Auto v Kvasinách se používá pro layouty logistických ploch. Zhotovené layouty logistických ploch jsou aktualizovány. Uživateli také umožňuje i 3D modely objektů. Zhotovené modely jsou elektronicky simulovány se všemi reálnými parametry. Přizpůsobují se jednotlivým fázím návrhu, projektování a mnoho dalších. To zjednodušuje vedení projektu. Funkcí programu je transformace návrhu za pomoci počítače z elektronického kreslení na inženýrské modelování. Program Microstation pracuje s informacemi na vysoké úrovni. Je vhodný pro výměnu dat a jejich opakované použití. Vytváří robustní platformy pro širokou škálu aplikací. Pro tento program byla sepsána i rozsáhlá příručka. V tomto programu se překreslují materiálová úložiště ve skladech, které v této kapitole navrhuji vizualizovat digitálně. Po překreslení úložiště se informace dálkově přehraje, jak je popsáno v této kapitole.



Obr. 3.2 Ukázka prostředí programu Microstation

Zdroj: vlastní zpracování podle [8].



Obr. 3.3 Současné papírové vizualizace ve skladech, které budou nahrazeny ePaperem

Zdroj: [8].

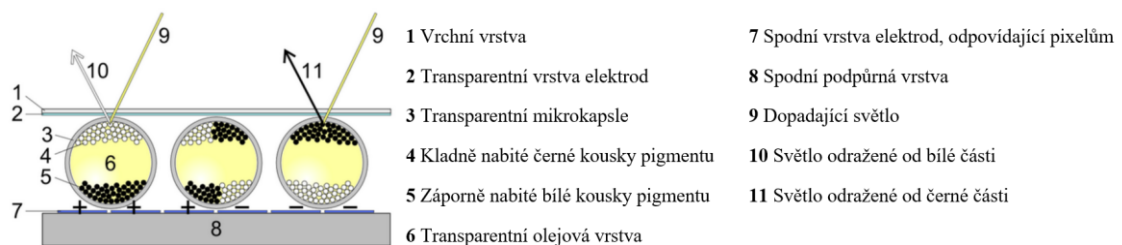
3.3 Technologie ePaper

Tato technologie již byla použita v úspěšných projektech. Například jízdni řády byly místo papíru nahrazeny ePaperem. Tato technologie se neustále vyvíjí a vylepšuje. Postupem času bude technologie nabízet větší barevnou škálu. Technologie spotřebovává minimální množství elektrické energie. Elektrickou energii spotřebovává, pouze když se přehrávají informace do ePaperu. Technologie věrně napodobuje vzhled obyčejného inkoustu na papíru. Umí zobrazovat nejenom text ale i grafické objekty. Záleží, jaký typ a v jaké cenové hladině ePaper zakoupíme. Moderní ePapery umějí 4 a více barev. Elektronický papír nezpůsobuje oslnění a má vynikající viditelnost a vysokou čitelnost ze všech úhlů.

Technologie pracuje s miliony inkoustových kuliček. Tyto kuličky jsou naplněny čirou tekutinou obsahující drobné částice. Každá z těchto částic je široká jako lidský vlas. Tyto kuličky mají různé barvy a různé elektrické náboje. Elektrody jsou umístěny nad a pod filmem kuličky. Když je přivedeno kladné nebo záporné elektrické pole na jednu z elektrod, barevné částice s odpovídajícím nábojem se budou pohybovat v horní nebo dolní části kapsle viz obrázek číslo 3.4. To způsobí, že povrch displeje ePaperu bude zobrazovat určitou barvu. V nejzákladnější variantě ePaperu budou částice uvnitř inkoustové kapsle černé nebo bílé. Bílé částice obsahují kladný náboj a černé částice mají záporný náboj. Když je elektrický náboj záporný, záporné částice černého inkoustu budou odpuzeny na horní část kapsle a na tomto místě bude povrch zbarven černě. Proto se někdy ePaper nazývá, jako elektronický displej. To znamená, že funguje na základě pohybu rozptýlených částic v tekutině pod vlivem elektrického pole. Způsob, jak inkoust funguje, se liší od ostatních displejů ve dvou klíčových bodech. Je

bistabilní nebo reflexní. Stejně jako zobrazovaná informace na monitoru počítače, bude taktéž ePaper zobrazovat, dokud tuto informaci nevymažeme. Bude zobrazovat statický obraz, a to bez elektrické energie. Způsob fungování inkoustu v ePaperu se liší od ostatních displejů ve dvou bodech. Obrazovka ePaperu odráží světlo z prostředí a spotřebovává elektrickou energii, pouze když se obraz mění. Proto má ePaper velkou výhodu. Například LCD obrazovka se musí aktualizovat přibližně 30krát za sekundu. Proto je elektronický papír mimořádně energeticky efektivní. To znamená, že může být napájen z baterií.

Elektronický papír neoslňuje a nezpůsobuje světelné znečištění. Elektronický displej je reflexní. To znamená, že světlo z okolí se odráží od povrchu displeje směrem k očím uživatele, stejně jako u tradičního papíru. Poskytuje široký pozorovací úhel než většina ostatních displejů. Obsah na displeji je dokonale viditelný i na přímém slunečním světle. Používá se i jako digitální značení elektronických značek. Tato technologie může být využívána ve všech odvětvích a prostředcích. Tato technologie má předpoklady pro budoucí vzestup a bude hojně nasazována v rámci digitalizace. Technologie je čím dál více vyspělejší. Moderní ePapery jsou už flexibilní, tenké, robustní a odolné. Mají čím dál větší výdrž baterií a jejich barevná škála je rozšiřována o další barvy. Proto bude mít tato technologie slibnou budoucnost.



Obr. 3.4 Černobílá verze technologie ePaper

Zdroj: [16].

3.4 Analýza současného stavu vizualizací ve skladech (N5; N9; N6; K1; M3; T8)

V současné době, veškeré vizualizační změny ve skladech (N5;N9;N6;K1;M3;T8) probíhají manuálně prostřednictvím pracovního personálu. Na tuto pracovní činnost jsou zaměstnání tři zaměstnanci. Když se materiál přemístí nebo se změní informace, tak je tato informace nejdříve změněna v systému Placpart. Při přemístění materiálu je

překresleno umístění materiálu s reálnými rozměrovými hodnotami v programu Microstation. Při těchto změnách musí být vytvořena nová vizualizace s aktuálními informacemi o materiálu včetně úložiště. Aktuální informace jsou ze systému vytisknuty na papír potřebné velikosti. Vizualizací, kterou se práce zabývá, jsou 3 druhy a každá má jiné rozměry. Jejich rozměry budou uvedeny v podkapitole požadovaných parametrů. Při nahrazení současných vizualizací, technologie ePaper, budou zachovány současné rozměry pro zachování dobré viditelnosti a čitelnosti vizualizací. Po vyhotovení tisku vizualizací je zapotřebí je upravit na konkrétní rozměr. Vizualizační pracovníci, vizualizaci vystříhnou na požadovaný rozměr a připraví si potřebný vizualizační rámeček, dle typu vizualizace. Typy, které řeší tato analýza, jsou současně tři. Jeden typ vizualizací používá magnetický rámeček, který je umístěn na kovový regál. Další typ je závěsný s plastovým rámečkem. Třetí nejmenší vizualizace je umístěna na spádových regálech v malém plastovém pouzdře. Tyto současné vizualizace, můžeme vidět na obrázku číslo 3.4. Změny probíhají sporadicky ale poměrně často. Výměna vizualizací je časově náročný úkon i z hlediska velké plochy, které jsou vizualizovány. Některé vizualizace jsou dobře přístupné a některé jsou velmi špatně dostupné. A to z toho důvodu, že na vizualizační pozici je umístěn materiál, který znemožňuje nebo zhoršuje přístup pro výměnu vizualizace. U některých vizualizačních míst postačí vysoký pracovník. Jsou ale ovšem vizualizační pozice, kde je zapotřebí vysokozdvizná technika. Používá se velké množství papíru a tiskových barev s vizualizačními štítky. Optimalizaci vizualizací, která bude navrhována, všechny tyto problémy odstraňuje, včetně ušetření personálu. Systém, který bude navrhován, by mohl být po analýze montážní linky, implementován časem i na montážní linku. Na montážní lince jsou místa, kde je velmi obtížné měnit vizualizace a neomezovat pracovníky montážní linky.



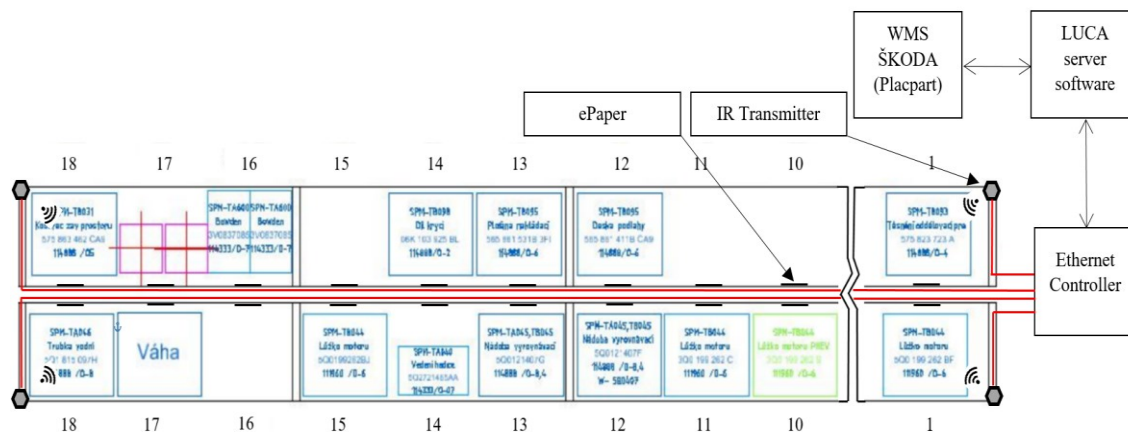
Obr. 3.5 Současné typy papírových vizualizací ve skladech

Zdroj: vlastní foto.

3.5 Návrh optimalizace vizualizací ve skladech (N5; N9; N6; K1; M3; T8) pro zlepšení logistických procesů

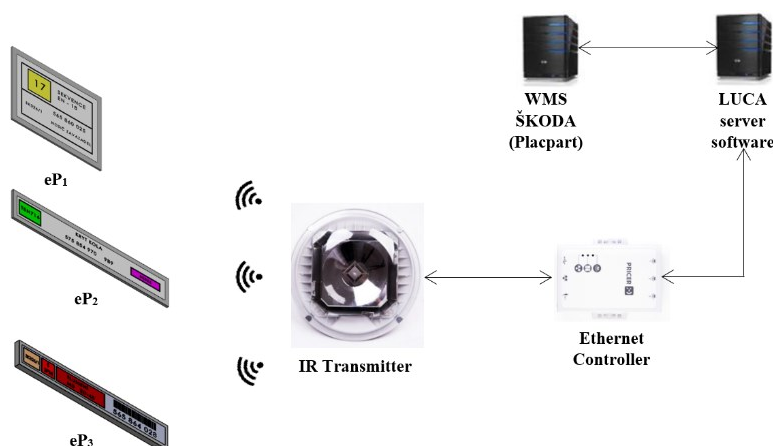
Navrhovaný systém bude používat technologii ePaper. Když bude tento systém implementován, ušetří se dva zaměstnanci vizualizačního týmu. Úspory také vzniknou tím, že se přestane používat papír s fóliemi. Ušetří se také samotný tisk. Tyto úspory budou početně uvedeny a řešeny v následujících podkapitolách. Implementace vyžadují důkladnou analýzu, aby bylo zvoleno optimální řešení s minimálními riziky. Analýza byla provedena v reálném prostředí s konkrétními zaměstnanci pro detailní pohled na problematiku. Na tomto základě bude navržena implementace pro optimalizaci popisovaných procesů.

Systém bude využívat elektronický papír, který bude vizualizovat informace téměř totožně jako na klasickém papíře. Tyto elektronické papíry budou za pomoci infračerveného světla, dále jen IR bezdrátově komunikovat s IR Transmittery. Jedná se o elektromagnetické záření s vlnovou délkou větší než viditelné světlo. Je možné použít i jiné technologie bezdrátového přenosu. Tyto IR Transmittery jsou zapojeny v síti pomocí Power of Ethernet, dále jen PoE. Jedná se o přivedení napájecího napětí a datové komunikace. Takto je možné napájet zařízení řádově na desítky metrů. Pro každý Ethernet Controller bude muset být použita vlastní LAN přípojka. Zřízení jednotlivých LAN připojení je poměrně nákladné. Tyto náklady budou následně spočítány. Mezi ePapery a IR Transmittery bude probíhat bezdrátová komunikace. IR Transmittery budou propojeny s krabičkou Ethernet Controller, která je síťově propojena s LUCA serverem a síťovým softwarem Placpart, který byl vyvinut pro Škoda Auto v Kvasinách. Ze systému Placpart vychází veškeré potřebné informace. LUCA server tyto informace spravuje a zabezpečuje správnou funkci. LUCA je firma, která poskytuje logistické systémy pro mnoho firem. V tomto případě by se zakázka na realizaci zadávala této firmě z hlediska dlouhodobé spolupráce. Navrhované blokové zapojení systému můžeme vidět na obrázku číslo 3.6. Veškeré změny jsou přehrány v systému Placpart a jsou převedeny přes LUCA server a Ethernet na IR transmittery, které bezdrátově přehrají informace na ePaperech na aktuální. To vše řádově během vteřin, zvládne vzdáleně jeden pracovník od počítače, z příslušného pracoviště, aniž by musel toto pracoviště opustit. To přináší urychlení logistických procesů a velice rychle se může reagovat na změny. Odpadne namáhavé manuální předělávání vizualizací. V rámci digitalizace to je krok správným směrem.



Obr. 3.6 Ilustrativní blokové schéma vizualizačního systému ePaper

Zdroj: vlastní zpracování.



Obr. 3.7 Blokové schéma vizualizačního systému s ePapery

Zdroj: vlastní zpracování podle [10].

Zapojení a montáž IR Transmitterů musí být v dosahu a v dobré viditelnosti ePaperu. Komunikace IR Transmitteru a ePaperu, neumožňuje, aby mezi nimi byla překážka. Proto je na ilustrativním blokovém schématu obr. 3.6 počet IR Transmitterů zdvojen, z důvodu dobré viditelnosti na ePapery. Systém by se při implementaci nejdříve odzkoušel a odladil na jednom regálu. Po důkladném odzkoušení celého systému, by se implementace rozšířila do všech skladů. Také může být systém použit i na montážních linkách. Tento systém je vyvinut a navrhován s komunikací infračerveného světla. V případě větších požadavků by se mezi IR Transmittery a ePapery zavedla bezdrátová komunikace wifi, nebo bluetooth. To by umožnilo bezdrátovou komunikaci bez přímé viditelnosti a možnost přenosu signálu skrz překážky. Všechny hodnoty pro výpočty vychází

z programu Microstation, který byl použit při analýze. Jedná se o CAD systém, v kterém je nakreslen kompletní layout skladů. Za pomoci tohoto layoutu jsem získal všechny potřebné rozměry ve skladech pro zjištění počtu komponent a jejich umístění pro následnou implementaci. Layouty konkrétních skladů jsou uvedeny v přílohách - (A; B; C; D).

Nezbytnou součástí je Ethernet Controller, jak je znázorněno na obrázku 3.5. Zprostředkovává komunikaci se systémem a akčními členy. Ethernet Controller je spojen s IR Transmittery a za pomoci IR vln s ePapery. Ethernetový konektor se dále spojuje se serverem LUCA. Ovládá mnoho displejů v reálném čase a má obousměrnou interakci se zobrazovacími displeji. Jeden komunikátor (Ethernet Controller) může ovládat mnoho sběrných zón. Vzdálenost montovaných IR Transmitterů je maximálně 22 metrů. Nesmí být také překročen úhel viditelnosti paprsku.



Obr. 3.8 Ethernet Controller

Zdroj: [10].

Na obrázku 3.9 je uvedeno, jak vypadá reálně IR Transmitter, který bude použit v systému. Tyto IR Transmittery mají dosah 12 metrů v otevřeném prostoru s využitím propojení principu PoE. Mohou vytvářet skupiny transceiverů a roamingu. Jedná se o princip infračerveného světla.



Obr. 3.9 Ukázka IR Transmitteru

Zdroj: [10].

3.5.1 Technické parametry navrhované technologie ePaper

Elektronické štítky (papíry) mohou být ekonomickým a ekologickým řešením místo běžně tištěných papírů. Navrhovaný systém s technologií ePaper je provozován téměř bez obsluhy, snadno se používá a je spolehlivý. Bezdrátová aktualizace informací zobrazovaných na ePaperech umožní kdykoli a kdekoli upravovat data. Je to řešeno specializovaným softwarem ve spolupráci se serverem LUCA, jak již bylo zmíněno. Pro přenos informací se používá infračervené světlo. Rozlišení ePaperu se liší dle velikosti. Technologie nespotřebovává žádnou energii, pokud se nepřehrávají informace. Navrhované ePapery využívají napájení pomocí baterií. U poskytovaných baterií je deklarována minimální životnost baterií 3 roky a očekávaná životnost je 5 let s průměrnou komunikací třicet minut denně. Technologie umožňuje pozorovací úhel téměř 180°. Jejich používání je určeno pro teplotní podmínky v rozmezí pěti stupňů nad nulou až po 40 stupňů nad nulou. Všechny typy ePaperů mají bezpečnostní osvědčení. Jsou snadné pro instalaci, integraci a údržbu. Na pracovišti jsou tak vždy včasné uvedeny aktuální údaje odpovídající skutečné situaci na pracovišti. Umožňuje rozsáhlé řešení pro celý závod v rámci digitalizace s co nejnižší spotřebou elektrické energie. V tabulce 3.1 je uveden stručný přehled technických parametrů navrhované technologie ePaper.

Tab. 3.1 Technické parametry navrhovaných ePaperů

Název	eP ₁	eP ₂	eP ₃
Rozměry (mm)	300 x 210 x 3	420 x 65 x 3	165 x 23 x 3
Ochrana	Voděodolný, magneticky odolný, odolný proti úderům		
Teplotní rozsah	5°C – 40°C		
Pracovní napětí	5 V		
Technologie displeje	E – ink		
Pozorovací úhel	180°		
Výdrž baterie	Minimálně 3 roky, očekávaných 5 s průměrnou komunikací 30 minut denně		
Spotřeba energie	Žádná spotřeba energie mezi aktualizacemi dat		

Zdroj: vlastní zpracování.

V případě výpadku osvětlení ve skladových prostorách může být ePaper podsvícený LED světlem. Při objednávce ePaperů je součástí plná technická dokumentace a návod pro konfiguraci. Napájecí napětí se pohybuje okolo 3,3 – 5 voltů. Vývoj ePaperů jde rychlým tempem. Pravděpodobně v blízké budoucnosti, bude umět zobrazovat bez elektrické energie širokou škálu barev. Z hlediska digitalizace je to strategická technologie, která šetří energii a přispívá zelené logistice. Na obrázku 3.10 je ilustrativně uveden černobílý ePaper v nezákladnější verzi. Technologie bude postupem času čím dál více finančně dostupnější.



Obr. 3.10 Ilustrativní ukázka černobílého ePaperu od polské pobočky firmy LUCA

Zdroj: [10].

3.5.2 Potřebné množství technologických součástí

V této podkapitole je uveden potřebný počet všech součástí, pro implementaci celého systému. Informace jsou získány z reálných pochůzek po pracovištích. Byl využit program Microstation, který je využívaným CAD systémem. V tomto programu byl k dispozici nakreslený aktuální layout skladů s reálnými rozměry, který byl použit pro výpočet potřebných komponent pro návrh celého systému. U IR Transmitterů nemusí být jejich počet zcela přesný. Počet u IR Transmitterů je orientační ale na maximálním počtu, který nebude překročen.

Jedná se o problematiku dostatečného pokrytí signálem. IR Transmittery vyžadují přímou viditelnost na ePapery. Regály mohou být mírně odlišné a bude nutné montáž přizpůsobit dané situaci. To znamená, že bude muset být IR Transmitter přidán nebo ubrán. Celý systém by se také před kompletní montáží testoval pouze na jednom regálu. Po odzkoušení by se implementoval do všech regálů. Ethernet Controller musí mít vlastní LAN přípojku, takže počet zřízení LAN připojení, bude totožný jako počet Ethernet Controllerů. Tyto LAN připojení vstupují do Ethernet Controlleru, který je propojený se serverem LUCA a se systémem Placpart. V ceně pořízení jedné LAN přípojky, je vždy počítáno i s délkou síťového kabelu. Ve Škoda Auto, je to při montážních pracích takto počítáno. Na skladech jsou úložiště, které nejsou nikterak obsazeny materiálem. Tato práce ale ve svém návrhu počítá s plným obsazením všech úložišť. Všechna úložiště budou osazena ePaperem a bude zabezpečeno dostatečné propojení. To umožňuje vysokou variabilitu skladu a plné obsazení všech úložišť materiálem. Ten pak bude bez problému dálkově systémem označován. Systém nemá mnoho součástí, ale má velký počet jednotlivých komponent, a to z důvodu rozsáhlých skladů s mnoho úložišti. Počet potřebných druhů hardwarových součástek, které se musí pořídit, jsou čtyři druhy. Zbytek hardwarových a softwarových komponent jsou již ve Škoda Auto zavedeny. Jedná se tedy o ePapery, IR Transmittery, LAN přípojky a Ethernet Controllery. Všechny potřebné počty součástek jsou uvedeny v následující tabulce 3.2.

Tab. 3.2 Přehled počtu potřebných součástek pro montáž

Název	Počet	Cena za kus [Kč]
IR Transmitter	221	1000
LAN přípojka	80	12000
Ethernet Controller	80	300
eP₁	27	600
eP₂	2927	400
eP₃	1844	200

Zdroj: vlastní zpracování.

3.5.3 Parametry požadovaných ePaperů

V návrhu na optimalizaci vizualizací ve skladech budou ponechány současné rozměry vizualizací. Z důvodu dobré čitelnosti a minimální změny pro příslušné pracovníky ve skladech. Všechny typy ePaperů budou duplicitně zastávat stejnou funkci se stejnými rozměry. U montovaných ePaperů bude požadavek minimálně na čtyři barvy, aby byla umožněna variabilita vizualizací a plnili svou funkci. Displeje ePaperů mohou disponovat LED přisvětlením při výpadku osvětlení ve skladových prostorách. Použité ePapery

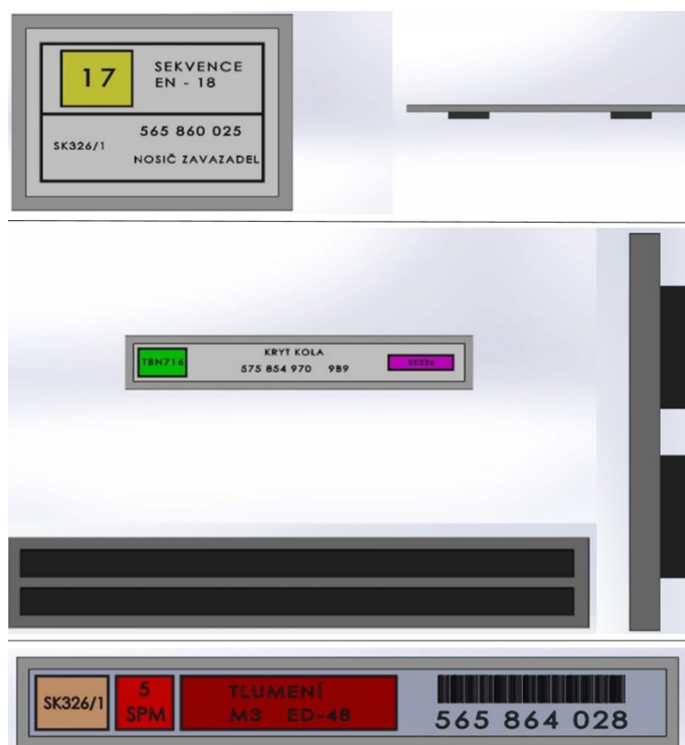
splňují energetickou nenáročnost, kdy na jednu baterii vydrží v provozu téměř pět let, při průměrné komunikaci 30 minut denně. Ve skladových prostorách se tato doba výdrže baterie dá deklarovat, protože tak k časté komunikaci pro přehrávání informací nedochází. Tyto ePapery jsou čitelné i z obtížných pozorovacích úhlů. Potřebné rozměry ePaperů pro montáž do skladů jsou uvedeny v tabulce 3.3. Všechny požadavky současná technologie ePaper umožňuje. Případná firma, která by technologii dodala včetně montáže, se musí přizpůsobit zakázce. Hlavním úkolem firmy je vyrobit požadované rozměry ePaperů s požadovanou barevnou škálou. Požadovaná barevná škála (počet barev), který ePaper musí umět zobrazovat, by se upřesnila při zadávání zakázky. A to z důvodu vizualizačních změn při výrobě. Stanovila by se přesná vizualizační metodika, která by určila požadované barvy pro vizualizace.

Tab. 3.3 Rozměry požadovaných ePaperů

Název	Rozměr
eP1	300 x 210 x 5
eP2	420 x 65 x 5
eP3	165x23x5

Zdroj: vlastní zpracování.

Při nákupu ePaperů, konkrétně dvou větších typů jsem do ceny započítal i potřebný materiál pro uchycení ePaperů na regály. Při konfiguraci systému musí být znemožněno přemístění ePaperu z dané pozice. Toto přemístění musí projít schvalovacím procesem a následně budou údaje přehrány. Tím se zamezí nežádoucímu přemístování ePaperů ve skladech. U malého vizualizačního ePaperu se využijí současná plastová pouzdra, do kterých se ePaper vloží. U dvou zbylých větších ePaperů, je počítáno s uchycením na regál za pomoci magnetických pásek. Výrobce je na ePaper namontuje nebo nalepí. Následně pak tyto ePapery přijdou na kovový regál. To umožní snadnou montáž a demontáž ePaperů na regály. Při výměně baterií to bude také výhodou. Proto ePapery musí disponovat elektromagnetickou slučitelností. Musí být tedy elektromagneticky odrušeny a magnety na přichycení jim nesmí činit problémy ve své funkci. Na obrázku číslo 3.11 jsou zobrazeny ePapery (eP1, eP2, eP3). U ePaperů eP1 a eP2 jsou součástí i magnety pro snadnou montáž. Magnety jsou nezbytnou součástí pouze pro eP2. V přílohách (F, G, H) jsou přiloženy technické výkresy těchto navrhovaných ePaperů.



Obr. 3.11 Modely výkresů navrhovaných ePaperů

Zdroj: vlastní zpracování.

3.5.4 Náklady na pořízení systému

Podkapitola popisuje všechny potřebné náklady na pořízení všech potřebných komponent, které jsou podloženy výpočty. Jsou zde uvedeny výpočty pro celkovou cenu nákupu potřebných dílů. Je spočítána celková cena pro pořízení všech potřebných typů ePaperů. Dále celková cena pořízení Ethernet Controllerů a celková cena na pořízení IR Transmitterů s LAN přípojkami. Ceny dílčích komponent systému se v reálné zakázce mohou lišit. Závěrem této podkapitoly bude celkový výpočet nákladů na pořízení všech uvedených součástí systémů.

Náklady na pořízení ePaperů

$$C_{eP} = eP_1 * c_{eP1} + eP_2 * c_{eP2} + eP_3 * c_{eP3} \quad (3.1)$$

$$C_{eP} = 27 * 600 + 2927 * 400 + 1844 * 200$$

$$C_{eP} = 1\,555\,800 \text{ Kč}$$

- C_{eP} – celkové náklady na pořízení ePaperů
- eP_1 – počet prvního typu ePaperu (300 x 210 x 5)
- eP_2 – počet druhého typu ePaperu (420 x 65 x 5)

- eP_3 – počet třetího typu ePaperu (165 x 23 x 5)
- c_{eP1} – pořizovací cena prvního typu ePaperu
- c_{eP2} – pořizovací cena druhého typu ePaperu
- c_{eP3} – pořizovací cena třetího typu ePaperu

Celkové náklady na pořízení ePaperů činí 1 555 800 korun českých.

Náklady na pořízení Ethernet Controllerů

$$C_{nEC} = n_{EC} * c_{EC} \quad (3.2)$$

$$C_{nEC} = 80 * 300$$

$$C_{nEC} = 24\,000 \text{ Kč}$$

- C_{nEC} – celkové náklady na pořízení Ethernet Controllerů
- n_{EC} – potřebný počet Ethernet Controllerů
- c_{EC} – pořizovací cena Ethernet Controllerů

Celkové náklady na pořízení Ethernet Controllerů činí 24 000 korun českých.

Náklady na pořízení IR Transmitterů s LAN připojením

$$C_{T+L} = n_T * c_T * n_L * c_L \quad (3.3)$$

$$C_{T+L} = 221 * 1000 + 80 * 12000$$

$$C_{T+L} = 1\,181\,000 \text{ Kč}$$

- C_{T+L} – celkové náklady na pořízení IR Transmitterů s LAN připojením
- n_T – potřebný počet IR Transmitterů
- n_L – potřebný počet LAN připojení
- c_T – pořizovací cena IR Transmitteru
- c_L – pořizovací cena LAN připojení

Celkové náklady na pořízení IR Transmitterů s LAN připojením činí 1 181 000 korun českých.

Výpočet celkových nákladů na pořízení všech komponent systému pro montáž

$$C_n = C_{eP} + C_{nEC} + C_{T+L} \quad (3.4)$$

$$C_n = 1\,555\,800 + 24\,000 + 1\,181\,000$$

$$C_n = 2\,760\,800 \text{ Kč}$$

- C_n – celkové náklady na pořízení všech komponent systému pro montáž
- C_{eP} – celkové náklady na pořízení ePaperů
- C_{nEC} – celkové náklady na pořízení Ethernet Controllerů
- C_{T+L} – celkové náklady na pořízení IR Transmitterů s LAN připojením

V této podkapitole byly propočítány jednotlivé náklady na pořízení všech potřebných komponent. Jednoduchým součtem byly spočítány celkové náklady na pořízení všech komponent systému pro následnou montáž. **Tyto náklady činí 2 760 800 korun českých.**

V následující kapitole se budu zabývat montáží systému do skladu. Cenami jednotlivých montážních prací, ze kterých budou spočítány celkové náklady na montáž celého systému.

3.5.5 Náklady na montáž systému

Tato podkapitola uvede ceny jednotlivých prací pro montáž komponent navrhovaného systému. Ceny montáže vychází z předešlých zakázek ve Škoda Auto v Kvasinách podobného charakteru. Rychlost montáže jednotlivých komponentů byla reálně odhadnuta. Přesto jsou však tyto údaje orientačními. Také nepočítají s případnými komplikacemi při montáži, které jsou téměř vždy součástí montáže takového rozsahu. Základní přehled cen montáže a její rychlosti uvádím v následující tabulce 3. 4.

Tab. 3.4 Přehled montážních prací

Název	Cena montáže za hodinu v korunách	Rychlost montáže za hodinu v kusech
IR Transmitter	2 523	10
LAN + Ethernet Controller	2 523	5
ePaper	2 523	20

Zdroj: vlastní zpracování.

Cena softwaru a jeho zprovoznění

Nezbytnou součástí systému bude vyvinutí softwaru pro správnou komunikaci mezi jednotlivými prvky systému. Tato operace může trvat přibližně půl roku s kompletní konfigurací systému. Na základě předchozích zkušeností předešlých zakázek, byla částka vyčíslena na 2 000 000 korun českých. S touto částkou budu dále pracovat a zahrnuji ji do ceny montáže pod zkratkou C_s – cena softwaru a konfigurace se systémem Placpart.

Cena montáže IR Transmitterů

$$C_{m(T)} = \frac{n_t}{v_m} * c_h \quad (3.5)$$

$$C_{m(T)} = \frac{221}{10} * 2523$$

$$C_{m(T)} = \mathbf{55\ 758,3\ Kč}$$

- $C_{m(T)}$ – celkové náklady na montáž IR Transmitterů
- n_t – počet IR Transmitterů pro montáž
- v_m – rychlost montáže IR Transmitterů
- c_h – hodinová sazba

Celkové náklady na montáž IR Transmitterů do skladových prostor činí 55 758,3 korun českých.

IR Transmittery budou montovány na každém regále odlišně. A to z důvodu odlišných délek regálů a jejich provedení. IR Transmittery musí být montovány tak aby byly v dosažitelné vzdálenosti od ePaperů s kterými musí bezdrátově komunikovat. Pro bezchybnou komunikaci a přenos dat mezi ePaperem a IR Transmitterem nesmí být překážka a musí být na sebe v přímé viditelnosti. Proto montážní dělníci budou muset tyto IR Transmittery montovat individuálně.

Cena montáže LAN připojení a Ethernet Controllerů

$$C_{m(L+E)} = \frac{n_{L+E}}{v_m} * c_h \quad (3.6)$$

$$C_{m(L+E)} = \frac{80}{5} * 2523$$

$$C_{m(L+E)} = \mathbf{40\ 368\ Kč}$$

- $C_{m(L+E)}$ – celkové náklady na montáž LAN připojení a Ethernet Controllerů
- n_{L+E} – počet LAN připojení a Ethernet Controllerů pro montáž
- v_m – rychlost montáže LAN připojení a Ethernet Controllerů
- c_h – hodinová sazba

Celkové náklady na montáž LAN připojení a Ethernet Controllerů do skladových prostor činí 40 368 korun českých. Montáž LAN připojení a Ethernet Controllerů jsou počítány dohromady. Mají totiž stejnou hodinovou sazbu a totožnou rychlost montáže.

Cena montáže ePaperů

$$C_{m(ep)} = \frac{n_{eP}}{v_m} * c_h \quad (3.7)$$

$$C_{m(ep)} = \frac{4798}{20} * 2523$$

$$C_{m(ep)} = \mathbf{605\ 267,7\ Kč}$$

- $C_{m(ep)}$ - celkové náklady na montáž ePaperů
- n_{eP} – počet ePaperů pro montáž
- v_m – rychlost montáže ePaperů
- c_h – hodinová sazba

Celkové náklady na montáž ePaperů do skladových prostor činí 605 267,7 korun českých.

Montáž ePaperů, nebude pro montážní pracovníky časově náročnou činností. Navržené ePapery mají magnetické pásky pro uchycení na regály nebo jednoduchá uchycení do plastových pouzder která jsou na pracovišti.

Celkové cena všech montážních prací

$$C_{nm} = C_{m(T)} + C_{m(L+E)} + C_{m(ep)} + C_s \quad (3.8)$$

$$C_{nm} = 55\ 758,3 + 40\ 368 + 605\ 267,7 + 2\ 000\ 000$$

$$C_{nm} = \mathbf{2\ 701\ 394\ Kč}$$

- C_{nm} – celkové náklady všech montážních prací
- $C_{m(T)}$ - celkové náklady na montáž IR Transmitterů
- $C_{m(L+E)}$ – celkové náklady na montáž LAN připojení a Ethernet Controllerů
- $C_{m(ep)}$ - celkové náklady na montáž ePaperů
- C_s – cena softwaru a konfigurace se systémem Placpart

Celkové náklady na všechny montážní práce pro uvedení systému do provozu činí 2 701 394 korun českých.

3.5.6 Celkové náklady na implementaci vizualizační technologie ePaper

$$C_{nl} = C_n + C_{nm}$$
$$C_{nl} = 2\,760\,800 + 2\,701\,394 \quad (3.9)$$

$$C_{nl} \doteq 5\,461\,400 \text{ Kč}$$

- C_{nl} – celkové náklady na implementaci vizualizační technologie ePaper
- C_n – celkové náklady na pořízení všech komponent systému pro montáž
- C_{nm} – celkové náklady všech montážních prací

Celkové náklady (investice) na implementaci vizualizační technologie za pomoci ePaperu, činí 5 461 400 korun českých.

Využití navrhované vizualizační metody jako digitální nástroj není příliš nákladnou položkou. Pro tento systém bude spočítána úspora a návratnost. Systém eliminuje personál, tiskárny a používané fólie, které se používají na současné vizualizace. Nesporně to zjednoduší vizualizační činnosti ve firmě. Zrychlí se i logistické procesy. Vše může být na vizualizacích změněno za pár vteřin. Náklady na výměnu baterií zde není uvedeno. První výměny by probíhaly ve čtvrtém nebo pátém roce používání. Ceny baterií jsou zatím neznámé a bude záležet na různých nabídkách od firem. Za tuto dobu se ale technologie zlevní a zefektivní. Nebude se jednat o vysoké částky. Tato investice se vyplatí a bude v následující kapitole spočítána úspora a návratnost. Návratnost vychází v době, kdy životnost baterií bude v polovině životnosti. Vizualizační systém od této doby bude přinášet úspory. Vynaložení peněžních prostředků na nové baterie do ePaperů za další dekádu nebudou velká. Jestliže baterie vydrží v ePaperech 5 let jedná se o technologii, která přispívá zelené logistice. A to tak, že šetří papír, fólie a tisk. Také dopravu, která je s tím spojena.

3.6 Úspora a návratnost navrhované implementace

Implementací navrhovaného systému vzniknou úspory. Tyto úspory vzniknou odstraněním současných vizualizačních postupů. V současné situaci se musí vizualizace vytisknout, případně zatavit do fólie a upravit. Následně je vizualizace vyměněna za aktuální. Použitím navrhovaného systému celý tento proces odpadá. Papír a fólie již nebudou potřeba a v používaných tiskárnách se ušetří tunery a opotřebení tiskáren. Za celý pracovní rok to činí nezanedbatelnou úsporu financí. Další úspora vznikne

snížením počtu vizualizačních pracovníků. Ve vizualizačním týmu pro tuto konkrétní činnost jsou zaměstnání tři zaměstnanci. Po implementaci navrhovaného systému bude stačit pouze jeden zaměstnanec. Tento zaměstnanec by se staral o údržbu implementovaného systému. Nadbyteční zaměstnanci, by byli přesunuty na pracovní pozice, kde je potřeba doplnit pracovní kapacity zkušenými firemními zaměstnanci. Snížení počtu zaměstnanců přinese velkou úsporu.

Za pomoci zjištěných celkových nákladů na implementaci nového systému, bude zjištěna jeho návratnost. A to tak, že budou spočítané získané úspory za rok, vzniklé implementací nového systému. V tom okamžiku jsou známé celkové náklady a celkové úspory, které systém vytvoří, a může být jednoduchým krokem spočítána návratnost navrhované implementace systému. Náklady na zaměstnance na pracovní rok činí 1 600 000 korun českých. Vizualizační pracovníci chodí na jednu směnu. Náklady na jednoho zaměstnance činí 800 000 za rok. To znamená 2 x 800 000 korun českých. Ušetří se dva zaměstnanci. Úspora za rok bude 1 600 000 korun českých. Vznikne úspora odstraněním vizualizačních prostředků, která činí 300 000 korun českých. V tomto okamžiku máme všechny potřebné informace a můžeme vypočítat návratnost navrhované implementace.

Obtížně vyčíslitelnou úsporou, která zde nebude propočítána, je zrychlení logistických procesů ve skladech. Sklad může rychleji reagovat na jiné požadavky a téměř okamžitě reagovat na změny. Na tyto změny bude reagovat příslušný pracovník, který bude spravovat informace zobrazované na vizualizačních ePaperech. Všechny změny provede za pomoci počítače na dálku během pár vteřin. Možnost takovýchto rychlých změn je ve skladech velkým přínosem.

Celková úspora po implementaci systému za pracovní rok

$$U_r = U_z + U_v \quad (3.10)$$

$$U_r = 1\,600\,000 + 300\,000$$

$$\mathbf{U_r = 1\,900\,000\,Kč}$$

- U_r – celková úspora po implementaci systému za pracovní rok
- U_z – úspora finančních prostředků na zaměstnance za pracovní rok
- U_v – úspora vizualizačních prostředků za pracovní rok

Celková úspora po implementaci nového navrhovaného systému bude činit 1 900 000 korun českých za pracovní rok.

Návratnost navrhované implementace

$$N = \frac{C_{nl}}{U_r} \quad (3.11)$$

$$N = \frac{5\,461\,400}{1\,900\,000}$$

$$N \doteq 2,9 \text{ roku}$$

- N – návratnost navrhované implementace
- C_{nl} – celková investice (náklady) na implementaci navrhovaného systému
- U_r – celková úspora po implementaci systému za pracovní rok

Návratnost navrhované implementace jsou 2 roky a 247 pracovních dní. Systém ale také kromě úspor přináší zrychlení logistických procesů.

4 Optimalizace vychystávání sekvencí

Následující kapitola se zabývá návrhem na optimalizaci vychystávání sekvencí ve Škoda Auto v Kvasinách. V současné době je v Kvasinách 200 sekvencí. Hlavním cílem je z vychystávacích procesů odstranit papír a zvýšit míru digitalizace. Toho lze dosáhnout odstraněním současných sekvenčních tiskáren z provozu. Tisk by probíhal pouze v nutnosti jako nouzová strategie. Tiskárny budou nahrazeny průmyslovými tablety, které budou bezdrátově komunikovat za pomoci wifi sítě se sekvenčním systémem SoFIS II. Sekvenční výlepy tak budou ihned digitálně zobrazovány na tabletech. Zaměstnanec bude mít ihned všechny potřebné informace. Po vychystání sekvenčního výlepu si v tabletu odškrtně jeho vychystání a tento digitální výlep dále příkazem na tabletu odešle na malý ePaper, který bude umístěn na sekvenčním vozíku. Vychystávací proces se tak obejde bez použití papírů a pracovních sešitů. Ušetří se také zbytečné pohyby zaměstnanců, které musí absolvovat se současnými sekvenčními výlepy. Navrhované tablety budou disponovat dalšími digitálními funkcemi pro optimalizaci procesů, které v podkapitole uvedu. Přesně nastavenými digitálními postupy se zvýší míra bezchybného vychystání dílů.

Bude provedena analýza současného stavu a popsány jednotlivé části systému pro vychystávání sekvencí. Popíši důležitost využívání digitálních nástrojů v logistice. Detailně bude popsán návrh na optimalizaci vychystání sekvencí, kde uvedu potřebný počet technologických součástí pro realizaci navrhované optimalizace. U součástí budou popsány konkrétní požadavky. U technologie ePaper bude zhotoven výkres s přesnými rozměry. Pro navrhovanou optimalizaci bude nutné vyvinout dvě aplikace s konkrétními požadavky. Tím se bude zabývat podkapitola s požadavky na aplikace. U tabletů budou popsány požadované funkce a potřebné parametry. V posledních podkapitolách budou vypočítány náklady na pořízení všech technologických součástí, které jsou potřebné pro implementaci navrhované optimalizace. Bude počítáno i s náklady na komplexní montáž systému včetně vývoje aplikací. Z toho budou vypočteny celkové náklady návrhu optimalizace vychystávání sekvencí. Odstraněním sekvenčních tiskáren vzniknou značné úspory, které budou početně uvedeny. Po vypočítání nákladů a vzniklých úspor bude spočítána doba návratnosti navrhované optimalizace vychystávání sekvencí. Podnik Škoda Auto si tak zváží, zdali je pro ně navrhovaná optimalizace rentabilní.

4.1 Zrušení sekvenčních výlepů

Podkapitola se zabývá vytvořením návrhu implementace na optimalizaci vychystávání sekvenčních dílů ve Škoda Auto v Kvasinách. V současné době se při vychystávání sekvenčních dílů spotřebovává veliký počet papírů. Pro zhotovení sekvenčních výlepů je ve skladech používáno mnoho tiskáren. Jejich provoz včetně údržby externí firmou je nákladnou položkou. Spotřeba papíru za pracovní rok je enormní. Tyto sekvenční listy po zhotovení a vychystání materiálu jsou upevněny na konkrétním vozíku a doprovází vychystaný materiál na montážní linku. Pro tento celý proces bude navržena optimalizace zrušením těchto sekvenčních výlepů a to způsobem, který koresponduje s trendem digitalizace a vyššího stupně automatizace. Z interního systému pro tvorbu sekvenčních výlepů, budou data pro sekvenční výlep bezdrátově přenášena do tabletu, místo toho, aby byla tisknuta na papír. Pořízené tablety budou disponovat i dalšími užitečnými funkcemi. To vše bude uvedeno v návrhu, kde budou popsány požadavky na aplikaci. Na těchto tabletech si pracovníci zobrazí digitální sekvenční výlep, podle kterého do vozíku vychystají materiál. Na vozících budou umístěny malé ePapery s identifikačním čárovým kódem, které budou nahrazovat sekvenční výlep. V případě potřeby informací u výrobní linky bude načten čárový kód terminálem a pracovníkovi se zobrazí informace o sekvenčních dílech. Budou popsány jednotlivé části navrhovaného systému a spočítány jeho náklady včetně montáže pro jeho následnou implementaci. Po zjištění všech potřebných údajů budou spočítány úspory, které by systém přinášel za pracovní rok. V poslední řadě bude spočítána návratnost implementace navrhovaného systému pro optimalizaci vychystávání sekvenčních dílů.

4.2 Analýza současného stavu sekvenčních pracovišť

V současné době je na sekvenčních pracovištích zaměstnáno 80 pracovníků logistiky. Tito pracovníci vychystávají sekvenční díly do sekvenčních vozíků podle sekvenčního výlepu. Tyto sekvenční výlepy jsou tisknuty z interního softwaru SoFIS II. Sekvenční výlep obsahuje všechny potřebné informace. Všechny sekvenční výlepy jsou tisknuty za pomoci sedmdesáti tiskáren. Na každém sekvenčním pracovišti musí být tiskárna. Jedna tiskárna obsluhuje tři sekvence. Momentální počet sekvencí ve Škoda Auto je 200. Používané tiskárny vyžadují údržbu, která za pracovní rok dosáhne jednoho milionu korun. Spotřeba papíru na sekvenční výlepy je 13 320 A4 listů denně. Jeden sekvenční

výlep je použit až na 18 vozů. V Kvasinách se vyrábí 1 200 vozů za den. Když počet vyráběných automobilů podělíme počtem vozů, který obsáhne sekvenční výlep, vyjde nám necelých 70 sekvenčních výlepů na jednu sekvenci. Sekvencí je celkem 200. Počet sekvencí se vynásobí počtem sekvenčních výlepů na jednu sekvenci za den. Po vychystání materiálu je sekvenční výlep připnut na sekvenční vozík a pokračuje s ním na montážní linku jako nositel informací. Současný proces vychystávání má velkou spotřebu papírů a tonerů v používaných tiskárnách. To vyžaduje opakované vynakládání nákladů. Pracovník si vychystané položky zapisuje do sešitu, tyto sešity se také odstraní využitím talbetů. Po celém procesu vychystání pracovník připraví vozík na určené místo, kde je zapojován a odvážen na montážní linku. Po vychystání určených sekvencí, pracovník začíná celý proces znovu od první sekvence, které má přiděleny. Současný stav se neztotožňuje se strategií podniku, která má za cíl digitální transformaci. Proto bude navržena optimalizace, která z procesu odstraní papíry a tiskárny. Současný stav je zobrazen na obrázku číslo 4.1.

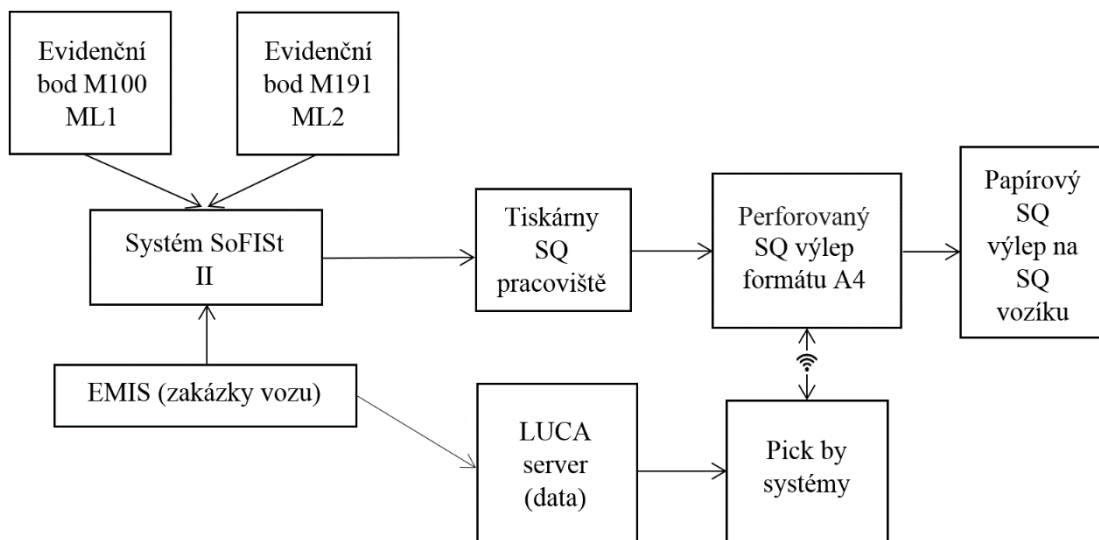


Obr. 4.1 Tiskárny se sekvenčními výlepy na sekvenčním pracovišti

Zdroj: vlastní foto.

Na obrázku číslo 4.2 je zobrazeno současné blokové schéma, podle kterého fungují procesy vychystávání sekvencí. Na schématu jsou znázorněny toky potřebných informací. Vychystávání sekvencí je realizováno pro dvě montážní linky v Kvasinách. Pro první linku ML1 je počáteční bod označován M100. Pro druhou linku je bod označován M191. Jedná se o počáteční bod na montážní lince, kde je dopravena zákaznickova konkrétní karoserie vozidla z lakovny. Tyto karoserie s konkrétními specifikacemi zákazníka je obsažen v systému EMIS, který obsahuje zakázky konkrétních vozů. Popsané evidenční body a zakázkový systém EMIS jsou spojeny se sekvenčním programem SoFIS^t II. Program SoFIS^t II z poskytnutých informací

z evidenčních bodů a ze zakázkového systému EMIS vytvoří konkrétní sekvenční výlepy. Program SoFISSt II odešle informace v podobě sekvenčního výlepu do konkrétních sekvenčních tiskáren na příslušnou sekvenční linku. Systém EMIS poskytne informace pro LUCA server, který zpracovává informace, které dále poskytuje příslušným vychystávacím systémům. Na jednotlivých pracovištích jsou konkrétní vychystávací pick by systémy, které pro započítání vychystávání sekvenční linky naskenují čárový kód ze sekvenčního výlepu. Následně pracovník může vychystávat. Vychystání si pracovník pro kontrolu ručně zapisuje. Po dokončení vychystávání, pracovník sekvenční list umístí na sekvenční vozík, do kterého vychystal materiál. Sekvenční výlep odjíždí se sekvenčním vozíkem na místo spotřeby, jako nositel informací o vychystaném sekvenčním vozíku.



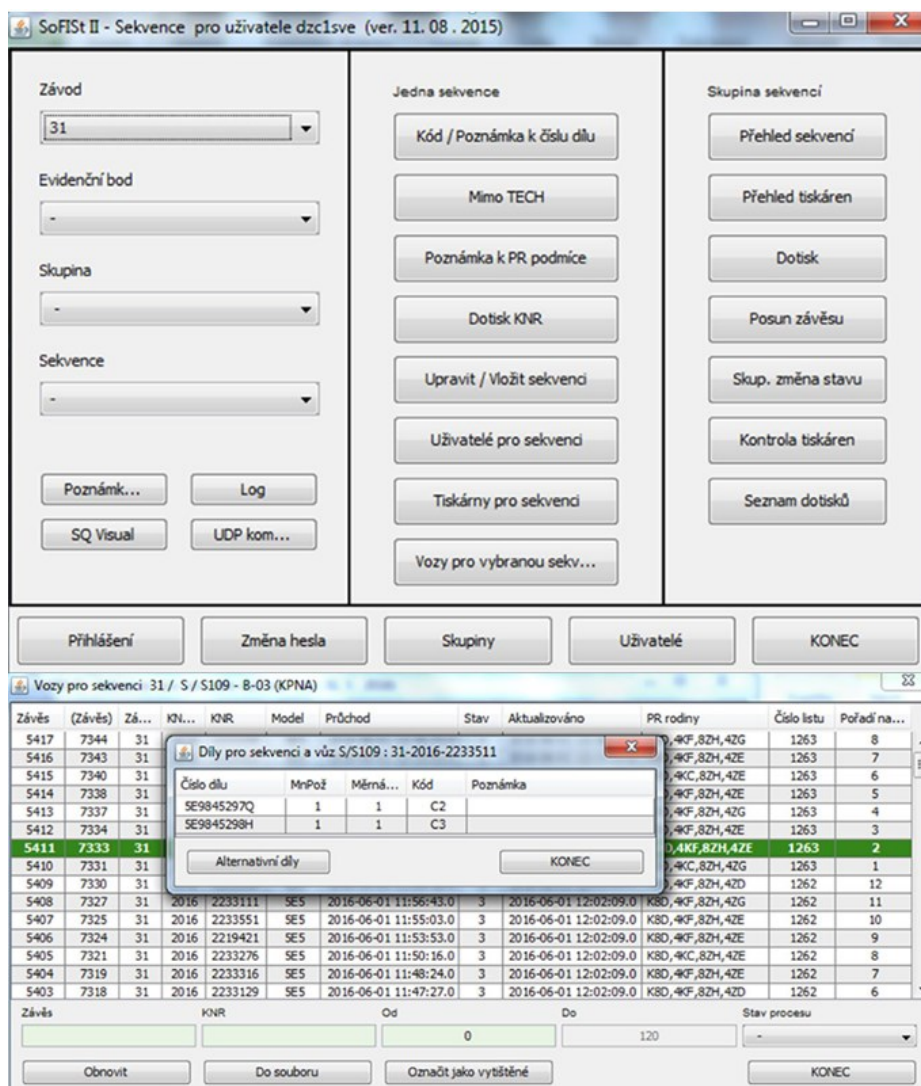
Obr. 4.2 Současné blokové schéma pro vychystávání sekvenčních dílů

Zdroj: vlastní zpracování.

4.3 Systém SoFISSt II pro tvorbu sekvenčních výlepů

Tento systém vytváří a spravuje jednotlivé sekvenční linky ve Škoda auto. Z tohoto systému jsou následně tisknuty sekvenční výlepy. Aktuálně systém spravuje 200 sekvenčních link. Systém má své zákonitosti a před jeho používáním je potřeba nastudovat uživatelskou příručku a být zaučen. Je to tedy primární sekvenční systém. Poskytuje všechny potřebné informace pro tisk sekvenčních výlepů, které jsou následně používány pro vychystávání materiálů, které jsou sekvenčními díly. Tento software je napojen na tak zvaný bod M100 a bod M191 pro druhou montážní linku. Od těchto bodů vše začíná po přesunu karoserie z lakovny.

Jsou tedy umístěny v tunelu mezi lakovnou a montážní linkou. Evidují se zde informace karoserie, které jsou použity jako vstupní data pro software SoFISSt II. Od zmíněných bodů M100 a M191 pokračuje karoserie v neměnném pořadí až na montážní linku. Při evidenci karoserie program SoFISSt II obdrží informace o dílech, která se mají montovat do konkrétní karoserie a následně jsou tyto díly vychystány v supermarketu. SoFISSt II rozešle tyto informace do jednotlivých sekvencí za pomoci sekvenčních výlepů, které vytiskne a podle nich se materiál vychystá.



Obr. 4.3 Ukázka uživatelského rozhraní softwaru SoFISSt II

Zdroj: [8].

Pro názornost jsou zde zobrazeny současné sekvenční výlepy, které jsou tisknuty ve skladech na konkrétních tiskárnách. Popíší základní informace, kterými sekvenční výlep disponuje. Tyto informace můžeme názorně vidět na obrázku 4.4.

SKODA AUTO a. s. SPFIST II -P4P- Form: 1
Tisk: 10.02.2022 04:51 List: 5902 Zaves (od 29) 2899-2904

Sevence: CW kryty(SA4A)

Zaves Mod.	KNR	Cislo dilu	Kod	Mn	PR dilu	Pozn.
4	2902 MS7	0727371	500825230J	01	1	60B, L06, S0V
2	2900 3V3	0719571	300825102A	02	1	601, L05, S03
5	2903 3V3	0719560	300825102A	02	1	601, L05, S4V
3	2901 3V5	0719567	300825236D	06	1	604, L08, S11
2	2900 3V3	0719571	500825235C	07	1	601, L05, S03
5	2903 3V3	0719560	500825235C	07	1	601, L05, S4V
6	2904 3V5	0727926	300825236C	13	1	610, L08, S11

Obr. 4.4 Základní informace sekvenčního výlepu

Zdroj: vlastní zpracování.

- 1 – Pořadové číslo dílu na sekvenčním výlepu
- 2 – Název sekvence
- 3 – Pořadové číslo sekvenčního listu
- 4 – Pozice palety na sekvenci
- 5 – Čárový kód
- 6 – Číslo závěsu vozu
- 7 – Číslo dílu

4.4 Využití digitálních nástrojů v logistice

Velké množství firem stále nevyužívá možností pro snižování nákladů logistických procesů a zaostávají ve využití digitalizace a automatizace v dodavatelských řetězcích. V dnešní době se nabízí široká škála softwarových i hardwarových technologií, které se dají implementovat a optimalizovat tak logistické procesy. Firmy mají možnost přímého zadání požadavků na softwarové a hardwarové technologie pro konkrétní činnost. Vývoj digitálních technologií se ubírá rychlým tempem, ale firmy ještě neumějí tento potenciál zcela využívat. Tato oblast je klíčová pro konkurenceschopnost podniku. Je nejvyšší čas začít maximálně využívat moderní technologická řešení. Například

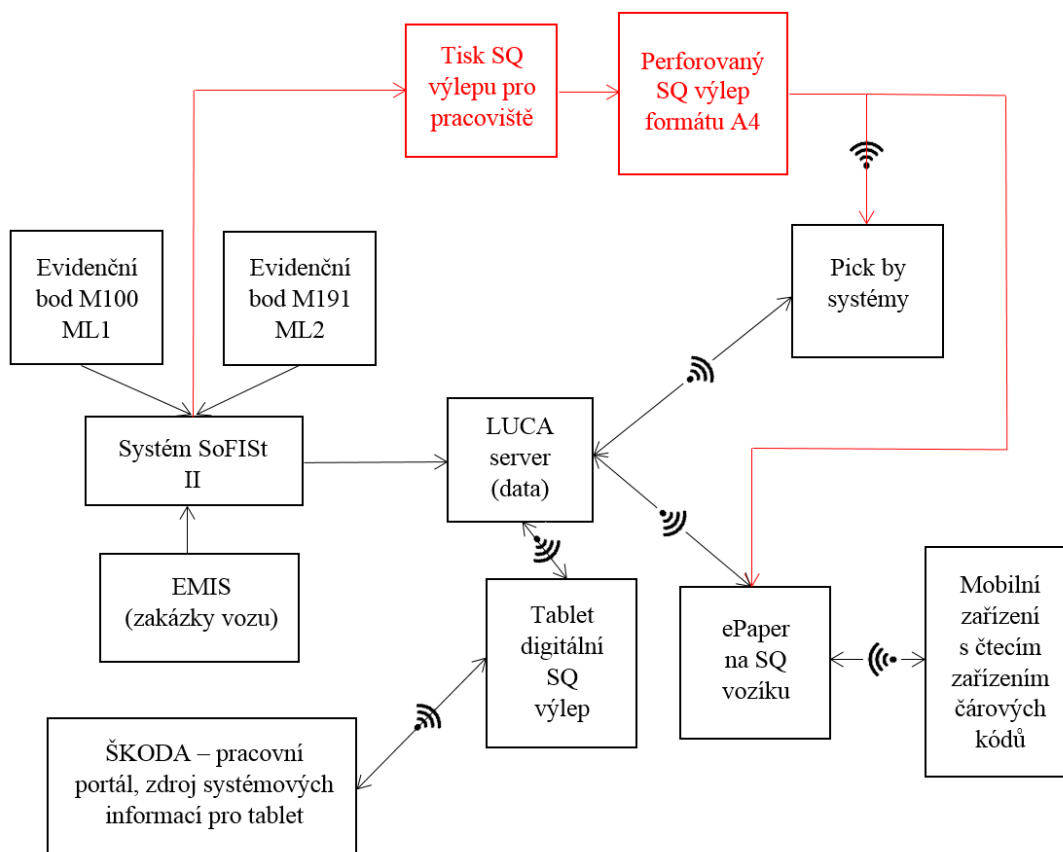
nasazováním inteligentních aplikací, které optimalizují procesy, šetří čas a peníze. V logistice zatím převládají manuální metody. Většina procesů v odvětví logistiky není stále digitalizována. Je vytvářeno velké množství dokumentů a nakládání s nimi je náročný proces. Tyto procesy produkují velké množství papírů. V těchto procesech je i poměrně vysoká pravděpodobnost vzniku chyb, které následně logistické procesy zpomalují. Když se všechny tyto procesy zdigitalizují, zvýší se efektivita ve všech ohledech. Umožní tak detailní přehled o všech procesech. Sdílením dat se vytváří kvalitní datové podklady a je možné dálkově ovládat jednotlivá zařízení, monitorovat stav zboží, odhalovat úzká místa a předvídat rizika. Ve všech logistických procesech vznikne detailní přehled v reálném čase a na základě získaných dat můžeme tyto procesy optimalizovat. Umožňuje využívat technologie nové generace. Například zmíněný 3D tisk, internet věcí, umělá inteligence, cloudová úložiště a mnoho dalších technologií. Pro úspěšné využívání nástrojů digitalizace je nezbytně nutná spolehlivost všech dodavatelů dílů a ostatních článků řetězce.

V této podkapitole bude navrhována digitalizace části procesu vychystávání sekvenčních dílů na montážní linku. Jak již bylo zmíněno v analýze současného stavu, všechny potřebné informace se tisknou na papír. Cílem je zrušit tyto sekvenční výlepy a to tak, že se část procesu optimalizuje digitálním řešením. Informace ze systému SoFIS II budou bezdrátově přenášena do tabletů, kde budou digitálně zobrazována. Následně podle těchto dat bude materiál vychystáván. Tyto informace budou bezdrátově přenášena i na malý ePaper, který bude umístěn na sekvenčním vozíku. Digitalizováním tohoto procesu se ušetří mnoho papíru a tiskárny již nebudou zapotřebí. Bez digitální transformace se už logistika neobejde, má-li být konkurenceschopná.

4.5 Návrh optimalizace vychystávání sekvencí

Optimalizace vychystávání sekvencí bude spočívat v tom, že se uspoří náklady na provoz vychystávání sekvencí. Při implementaci budou odstraněny všechny tiskárny ze sekvenčních pracovišť a budou zrušeny papírové sekvenční výlepy. Obsluha nebude muset sekvenční výlepy odebírat z tiskárny. Sekvenční výlepy bude mít obsluha na jednom místě. Sekvenční výlepy budou zobrazovány digitálně na obrazovce tabletu. Systém bude navrhován tak aby trvale snížil náklady na provoz sekvenčních pracovišť. Ze systému SoFIS II budou data pomocí LAN sítě přenášena do wifi bodů, které budou

bezdrátově zasílat data na jednotlivé sekvenční tablety. Na tabletu si pracovník zobrazí sekvenční výlep, podle kterého vychystá materiál. Z tabletu také budou data přenášena na malý ePaper, který bude umístěn na sekvenčním vozíku. Na malém ePaperu bude čárový kód, který bude nositelem informace v případě potřeby informací na montážní lince. Na montážní lince si pracovník terminálem naskenuje čárový kód a zobrazí se mu všechny potřebné informace. Použité tablety budou mít další užitečné funkce pro příslušné zaměstnance. Tyto specifikace budou uvedeny v podkapitole požadavků na aplikaci. Uvedu zde přehledné blokové schéma systému se všemi prvky. Po implementaci tohoto navrhovaného systému bude dosahováno velkých úspor a odstraní papír z logistického procesu. Z důvodu nouzové strategie, bude ponecháno spojení systému SoFIS II se sekvenčními tiskárnami a pick by systémy. Tento návrh koresponduje s cílem Škoda Auto, která se zaměřuje na digitalizaci procesů a zvyšování automatizovaných postupů. Na obrázku číslo 4.5 je zobrazeno blokové schéma navrhovaného systému.



Obr. 4.5 Nové navrhované blokové schéma pro vychystávání sekvenčních dílů

Zdroj: vlastní zpracování.

4.5.1 Potřebné množství technologických součástí

Pro optimalizaci vychystávání sekvencí bude uveden potřebný počet technologických součástí nutné pro implementaci návrhu za pomoci digitálních nástrojů. Na sekvenčních pracovištích ve Škoda Auto je aktuálně zaměstnáno 80 pracovníků. Pro tyto pracovníky budou pořízeny průmyslové tablety, na kterých se budou zobrazovat sekvenční výlepy pro vychystávání sekvenčních materiálů. Proto bude uveden požadavek na zakoupení osmdesáti průmyslových tabletů. Tyto zobrazované sekvenční výlepy v digitálním souboru a budou dále bezdrátově přeposílány na konkrétní ePaper, který bude umístěn na sekvenčním vozíku. Sekvenčních vozíků je v Kvasinách používáno 1000 kusů. Navrhovaných ePaperů musí být tedy objednáno také 1000 kusů. Co se týče hardwarových prvků tak jsou zapotřebí popsané tablety a ePapery. Všechny ostatní potřebné hardwarové prvky pro správný chod navrhovaného systému jsou již v závodě v Kvasinách zavedeny. Nedílnou součástí je pořízení aplikací, fungující na jednotlivých operačních systémech. Požadavek na vývoj aplikací je následovný. Jsou zapotřebí dvě aplikace pro správný chod navrhovaného systému. Jedna bude provozována na operačním systému Windows 10, kterým disponují navrhované průmyslové tablety. Druhá aplikace bude provozována na operačním systému Android v mobilních telefonech. V této práci bude později vše reálně vyčísleno. V následující tabulce číslo 4.1 uvádím přehled potřebných technologických součástí, které jsou potřebné pro implementaci navrhovaného systému pro zlepšení vychystávání sekvencí.

Tab. 4.1 Přehled potřebného množství technologických součástí

Název	Potřebné množství v kusech	Cena za kus v Kč
Průmyslový tablet SIMATIC ITP1000	80	50 000
ePaper	1000	300
Aplikace Android (mobilní telefon)	1	500 000
Aplikace pro průmyslový tablet s operačním systémem Windows 10	1	900 000

Zdroj: vlastní zpracování.

4.5.2 Parametry navrhovaných ePaperů

Technické parametry požadovaných ePaperů na sekvenční vozíky jsou obdobné jako v předešlé kapitole, kde ePapery byly navrhovány pro statickou vizualizaci. Princip této technologie byl již v práci uveden. U těchto ePaperů postačuje černobílé provedení zobrazovaných informací, ale mohou být i barevné pro rozlišení sekvencí. Rozměr a technické parametry navrhovaných ePaperů jsou uvedeny v tabulce 4.2. Tyto ePapery budou zobrazovat čárový kód a nezbytné technické informace. Po načtení čárového kódu mobilním zařízením se nám zobrazí celý digitální sekvenční výlep. Tyto údaje budou do ePaperu bezdrátově přenášeny a přehrávány na aktuální. Tyto informace budou do ePaperů odesílány z průmyslového tabletu. Navrhované ePapery splňují energetickou náročnost, kdy na jednu baterii vydrží v provozu téměř pět let, při průměrné komunikaci 30 minut denně. Ostrým provozem se následně ověří potřebná denní komunikace, a tedy po jaký čas jsou denně informace přehrávány. Baterie by měly vydržet v ePaperech 3 roky, což je dostatečná doba. Pro prodloužení intervalů výměny baterií by muselo být použito externí napájení s větší kapacitou baterie s výstupem 5 voltů. Tyto ePapery budou na sekvenční vozíky přilepeny kvalitním lepidlem, aby byla zabezpečena dostatečná pevnost přichycení k vozíku. Druhou dodatečnou variantou by bylo přimontování rámečků šroubovými spoji k vozíku, do kterého by byl ePaper zacvaknut. Navrhované ePapery budou velmi dobře čitelné. Případnou firmou, která by ePapery dodala včetně montáže s konfigurací je firma LUCA, která má s touto technologií bohaté zkušenosti a se Škoda Auto již několik let spolupracuje. V příloze E je uveden technický výkres navrhovaných ePaperů na sekvenční vozíky. V následující tabulce číslo 4.2 jsou uvedeny technické parametry navrhovaných ePaperů na sekvenční vozíky.

Tab. 4.2 Technické parametry navrhovaných ePaperů

Název	eP4
Rozměry (mm)	100 x 50 x 5
Ochrana	Voděodolný, magneticky odolný, odolný proti úderům
Teplotní rozsah	5°C – 40°C
Pracovní napětí	5 V
Technologie displeje	E – ink
Pozorovací úhel	180°
Výdrž baterie	Minimálně 3 roky, očekávaných 5 s průměrnou komunikací 30 minut denně
Spotřeba energie	Žádná spotřeba energie mezi aktualizacemi dat

Zdroj: vlastní zpracování.



Obr. 4.6 Obrázek modelu malého ePaperu umístěného na sekvenčním vozíku

Zdroj: vlastní zpracování.

4.5.3 Požadavky na aplikace

Na vývoj aplikace budou kladeny konkrétní požadavky na plnění požadovaných funkcí. Na sekvenčních pracovištích, kde bude používán průmyslový tablet na zobrazování sekvenčních výlepů, nebude jedinou požadovanou funkcí. Tyto poměrně nákladné tablety jsou hardwarově a softwarově na vysoké úrovni a bude téměř nutností využít jejich potenciál, který nabízí. Ve Škoda Auto, jsou již zavedeny systémy přístupné na serveru portálu Škoda Auto, jako jsou například car RFID, který poskytuje informace o konkrétním vozidle včetně jeho polohy. Dalším užitečným systémem je výrobní systém FIS s důležitými informacemi pro logistiku. Zavedených a fungujících systémů, které jsou využitelné a užitečné pro logistiku je více a budou uvedeny v přehledu požadavků na aplikaci pro průmyslové tablety s operačním systémem Windows 10, které za pomoci vyvinuté aplikace budou tyto systémy využívat. Tyto systémy budou dlaždicově a přehledně uspořádány v tabletu ve vyvinuté aplikaci a plně k dispozici. Tablety tak mohou plnit více užitečných činností. Požadavek na druhou aplikaci, pro mobilní telefony s operačním systémem Android, bude plnit pouze jednu funkci. Tato aplikace za pomoci mobilního telefonu bude snímat čárové kódy, které budou zobrazovány na ePaperech umístěné na sekvenčních vozících. Po načtení čárového kódu zaměstnancem bude v pdf souboru zobrazen konkrétní digitální sekvenční výlep.

Přehled požadavků na aplikaci pro průmyslové tablety SIMATIC ITP1000 s operačním softwarem Windows 10. Tyto tablety budou nasazeny na sekvenčních pracovištích.

- Přístup do současných zavedených systémů
 - Car RFID
 - PBS
 - RTLS
 - FleetMng
 - FIS
- Informace o vozové technice
- Přehled o vychystávání sekvenční zakázky
- Objednávání dílů přes tablet – funkce jako současné PC na pracovišti se systémem LOGIS
- Analýzy vychystávání sekvencí
- Online hlášení problémů
- Informace o vozové technice – rozšíření systému FleetMng
- Pracovní návody v tabletu
- Informace o zaměstnancích na pracovišti

Přehled požadavků na aplikaci pro mobilní telefony se softwarem Android. Těmito telefony zaměstnanci již disponují.

- Načítání čárového kódu z malého ePaperu umístěného na sekvenčním vozíku. Po načtení čárového kódu aplikace zobrazí v souboru pdf digitální sekvenční výlep.

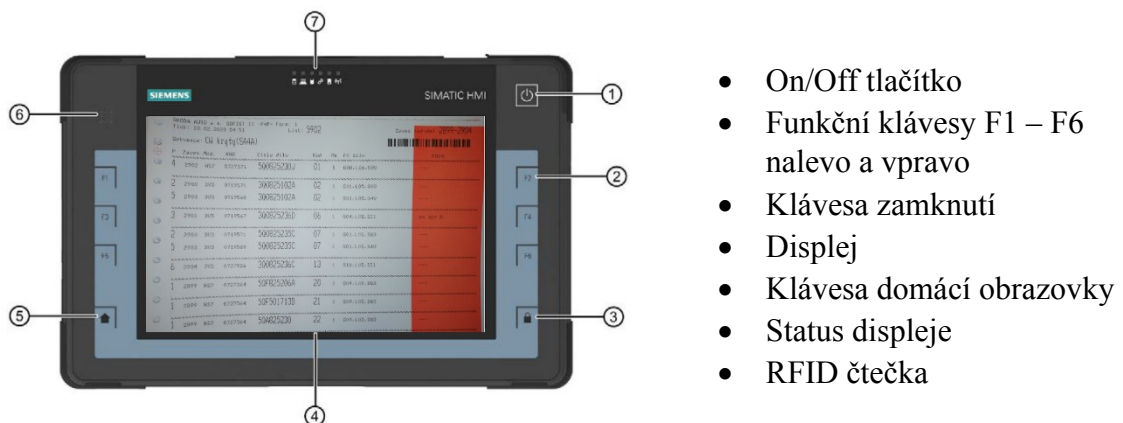
Pro stručnost navrhovaného řešení zde bude v krátkosti uvedeno, co jsou aplikace a jejich náležitosti. Mobilní aplikace je software neboli program, který běží v mobilním telefonu. Jsou navrhovány pro provoz v telefonech a tabletech. V dnešní době mobilní aplikace fungují na operačních systémech Android a iOS. V této práci je navrhována aplikace pro systém Android a Windows 10. Systém Android je nejrozšířenějším operačním systémem pro mobilní telefony a tablety od firmy Google. Systém Android používá téměř většina zařízení. Co se týče aplikací pro navrhované průmyslové tablety s operačním systémem Windows je vývoj aplikace nutné vyvíjet pro toto prostředí. Windows 10 má již aplikace zavedeny, také se mohou nainstalovat vyvinuté programy pro tento software. Aplikace bude fungovat na jiné bázi a bude vyvíjená přímo pro software Windows 10.

Aplikace jsou základem digitalizace a mají největší potenciál měnit celá odvětví. V tomto případě odvětví logistiky. Tyto aplikace mají velký potenciál maximalizovat efektivitu logistických procesů. Pokud má být firma na výsluní, musí tyto pokrokové metody co nejvíce implementovat, aby byla globálně konkurenceschopná. Pokud má firma ambice inovovat, vylepšit nebo změnit kvalitu zaběhlého odvětví tak jsou digitální aplikace ten správný směr. Je k tomu zapotřebí konkrétní originální koncept s ověřeným nápadem s dostatečným vyčleněným rozpočtem. Vývojem aplikace to ovšem většinou nekončí. Po spuštění aplikace se vše v provozu odlaďuje. Vývoj aplikace je proces, který nikdy nekončí. Je potřeba ji neustále rozvíjet a zlepšovat. Vždy je co zlepšovat.

4.5.4 Požadované funkce a parametry tabletů

V návrhu je počítáno s vyřazením dosavadních tiskáren ze sekvenčních pracovišť, tudíž bude odstraněn veškerý současně používaný papír formátu A4. Tyto tiskárny budou nahrazeny digitálním nástrojem ve formě průmyslového tabletu s konkrétními požadavky a funkcemi, které bude plnit, aby nahradil současné řešení, které je používáno. Pořizované tablety musí být průmyslového typu, který bez problémů zvládá režim 24 hodin 7 dní v týdnu. Navrhovaný tablet disponuje i čtečkou RFID, QR kódu a hojně používanou čtečkou čárových kódů. Čárové kódy jsou stále nejvíce využívané z hlediska ceny a jednoduchosti technologie. Tablet umožňuje připojení LAN, wifi a bluetooth. Další detailnější specifikace parametrů průmyslového tabletu jsou uvedeny v tabulce číslo 4.5. Navrhovaný tablet bohatě splňuje všechny požadované funkce, je softwarově i hardwarově před vybaven pro rozšíření budoucích požadavků na pracovištích. Hlavním požadavkem na tablet je spolehlivá bezdrátová komunikace s okolními systémy a zařízeními. Tento tablet bude suplovat klasický papír A4. Za pomoci bezdrátového přenosu bude zobrazovat digitální sekvenční výlep pro vychystávání v dané aplikaci, která bude mít i mnoho dalších funkcí, aby byl využit potenciál tabletu na pracovištích. Po vychystání konkrétního sekvenčního výlepu si obsluha na tabletu digitálně potvrdí vychystání. V současném stavu se toto potvrzení musí zapisovat do pracovního sešitu. Po vychystání sekvenčního výlepu obsluha přes tablet bezdrátově odešle digitální sekvenční výlep na ePaper, který bude umístěn na sekvenčním vozíku. Všechny tyto informace poskytne sekvenční software SoFIS II jak již bylo uváděno ve schématech. Dalším požadavkem na tablet je plnění dalších užitečných funkcí pro řídicí zaměstnance. Za pomoci vyvinuté aplikace pro prostředí Windows 10 bude průmyslový tablet poskytovat náhledy do současně zavedených systémů, jako jsou car RFID, PBS, RTLS, FleetMng a FIS pro potřebu vedoucích

zaměstnanců. Navržená aplikace bude u tabletu ukazovat informace o vychystání sekvenční zakázky. Dále také informace o vozové technice. Bude provádět analýzy vychystávání sekvencí, hlásit problémy v reálném čase, poskytovat informace o vzniklých závadách a zobrazovat informace o zaměstnancích na pracovištích. Požadavkem také je, aby na tabletu v aplikaci byly k dispozici digitální pracovní návody. Všemi těmito funkcemi bude tablet na sekvenčních pracovištích disponovat. To umožní dokonalý přehled o logistických procesech a umožní včasné reakce. Primárním úkolem a požadavkem na průmyslový tablet je digitální zobrazení a vychystávání sekvenčních výlepů a jejich bezdrátový přenos na další zařízení v rámci navrženého systému.



Obr. 4.7 Objednávaný typ průmyslového tabletu v návrhu

Zdroj: [18].

Na následujícím obrázku je ilustrativní ukázka sekvenčního výlepu, který se podle návrhu bude zobrazovat při vychystávání na pracovištích. Sekvenční výlep bude bezdrátově zasílán do tohoto tabletu.



Obr. 4.8. Ilustrativní zobrazení sekvenčního výlepu, který bude zobrazován na tabletu

Zdroj: vlastní zpracování podle [18].

Průmyslové tablety jsou nákladnou položkou navrhovaného systému. Byl zvolen konkrétní typ průmyslového tabletu od výrobce Siemens, který bude splňovat všechny potřebné požadavky. Byl osloven prodejce průmyslového tabletu SIMATIC ITP1000. Osloveným prodejcem je firma ELVAC a.s. Při navázání s produktovým manažerem této firmy jsem byl odkázán na konkrétní požadovanou konfiguraci průmyslového tabletu. Byla zvolena požadovaná konfigurace a byla mě poskytnuta cenová nabídka na požadované průmyslové tablety, které jsou nezbytnou součástí navrhovaného systému pro optimalizaci sekvenčních pracovišť.

Při emailové korespondenci s produktovým manažerem firmy ELVAC a.s. bylo přislíbeno možné zlevnění ceny při následné realizaci návrhu. Jedná se o velký počet průmyslových tabletů a o ceně zajisté půjde jednat. Proto je ve výpočtech použita cena za jeden kus 2000 euro. Tato cena by byla přijatelná. U převodu na české koruny, počítám aktuální kurz jednoho eura na 25Kč Dodací termín je do dvou týdnů.

Tab. 4.3 Cenová nabídka na průmyslové tablety značky Siemens od firmy ELVAC

Objednací číslo	Popis výrobku	Katalogová cena (EUR)	Množství	Cena celkem za položku (EUR)	Zakázková cena (EUR)/1ks
6AV7880-0CA22-0AA2	V tabulce (4.5)	3460	80	193760	2422

Zdroj: vlastní zpracování.

Tab. 4.4 Cenová nabídka po přislíbeném smlouvání o ceně při realizaci

Objednací číslo	Popis výrobku	Katalogová cena (EUR)	Množství	Cena celkem za položku (EUR)	Zakázková cena (EUR)/1ks
6AV7880-0CA22-0AA2	V tabulce (4.5)	3460	80	160000	2000

Zdroj: vlastní zpracování.

Tab. 4.5 Parametry průmyslového tabletu SIMATIC ITP1000

Název	Průmyslový tablet SIMATIC ITP1000
Rozměry (mm)	328 mm x 215 mm x 33 mm
Připojení	LAN, Wifi, Bluetooth
Provoz	24 hodin 7 dní v týdnu
Čtecí zařízení	Čtečka čárových a QR kódů, RFID čtečka
Baterie	Vyměnitelná baterie s výdrží až 6 hodin
Software	Operační software Windows 10 dovoluje použít inženýrské prostředí Siemens TIA Portal Vizualizační software WinCC nebo systém COMOS
Technické parametry	<p>CPU Intel Core-i5 DualCore (Skylake H)</p> <p>Paměť 4 GB RAM / nebo volitelná 8GB RAM</p> <p>Harddisk SSD >=128GB</p> <p>Displej 10,1“ (1280x800), Multi-Touch</p> <p>Barcode / Camera / RFID 1D/2D Čtečka čárových kódů/ Camera / RFID</p> <p>External interfaces LAN 1 GBit, 2 x USB, SD-card slot, 1 DC-in, 1 x serial, 1 x USB typ C, miniDP, Kensington</p> <p>Bezdrátové připojení Wifi 802.11 a/c, Bluetooth 4.0</p> <p>Speciální funkce 6 volně programovatelných klíčových funkcí</p> <p>Protection class /drop height / teplota IP40 / dle MIL810 / od 0 do 45°C</p> <p>Kapacita/výdrž baterie: 5900mAh / ~5h (MobileMark 2014)</p> <p>Váha ~ 1,64 kg (záleží na sestavě)</p>
Příslušenství	<p>Easy One-Hand-Docking</p> <p>Připojení tabletu ke spolehlivé dokovací stanici</p> <p>2 x USB, 1 x LAN, 1 x DP, 1 x SV, 1 x Kensington</p> <p>Jednoduchý servis: snadno vyměnitelné docking connectors</p>
Ostatní	<p>Využití pro mobilní aplikace / operace ve výrobě, logistice nebo údržbě</p> <p>Standardní záruka 36 měsíců, opravy zajišťované celosvětově v IPC Repair Centrech</p> <p>Dostupnost až 3 a půl roku + 1 rok postupného vyřazování + 5 let opravy a náhradní díly</p> <p>SIMATIC RT Software – dostupné SIMATIC softwarové balíčky</p> <p>Konfigurovatelný hardware – na míru vyvinutý a zhotovený v Německu</p> <p>Úpravy designu - úprava jednotlivých prvků</p>

Zdroj: vlastní zpracování podle [18].

4.5.5 Náklady na pořízení technologických součástí pro optimalizaci současného systému

Tato podkapitola uvádí výpočty všech nákladů na pořízení potřebných komponent pro montáž navrhovaného systému. Jedná se o pořízení malých ePaperů na sekvenční vozíky, na kterých budou připevněny a budou nahrazovat současné sekvenční výlepy, které jsou upínány za pomoci pružiny mechanickým držákem. Cena jednotlivých ePaperů byly odhadnuty na základě reálných cen z internetu. Bylo přihlédnuto na budoucí zlevnění této technologie a z hlediska potřebného počtu i na množstevní slevu. Další nejnákladnější položkou bude pořízení průmyslových tabletů, které umožňují provoz 24hodin 7 dní v týdnu. Ceny tabletů jsou uváděny na základě cenové nabídky. Posledním a nezbytným nákladem je vývoj potřebných aplikací. Zadání počítá s vývojem dvou aplikací. Jedna aplikace bude pro operační systém Windows 10 a druhá pro operační systém Android. Požadavky a funkce aplikací jsou uvedeny v podkapitole požadavky na aplikace. Odhadovaná cena aplikací je vyčíslena na 2 000 000 korun českých. Aplikace pro Android bude plnit pouze jednu funkci. Aplikace pro průmyslové tablety s operačním systémem Windows 10 bude plnit více funkcí, tudíž bude vyžadovat sofistikovanější řešení.

Náklady na pořízení ePaperů

$$C_{ePv} = eP_v * c_{ePv} \quad (4.1)$$

$$C_{ePv} = 1000 * 300$$

$$C_{ePv} = 300\,000 \text{ Kč}$$

- C_{ePv} – celkové náklady na pořízení ePaperů na SQ vozíky
- eP_v – potřebný počet ePaperů na SQ vozíky
- c_{ePv} – pořizovací cena jednoho ePaperu na SQ vozík

Celkové náklady na pořízení ePaperů na sekvenční vozíky činí 300 000 korun českých.

Náklady na pořízení průmyslových tabletů SIMATIC ITP1000

Náklady na pořízení průmyslových tabletů jsou nejdražší položkou v navrhované optimalizaci systému. Tyto tablety zastanou mnoho užitečných funkcí.

$$C_T = c_T * T_p \quad (4.2)$$

$$C_T = 50\,000 * 80$$

$$C_T = 4\,000\,000 \text{ Kč}$$

- C_T – celkové náklady na pořízení průmyslových tabletů SIMATIC ITP1000
- c_T – pořizovací cena jednoho průmyslového tabletu SIMATIC ITP1000
- T_p – potřebný počet průmyslových tabletů SIMATIC ITP1000

Celkové náklady na pořízení průmyslových tabletů SIMATIC ITP1000 činí 4 000 000 korun českých.

Náklady na pořízení aplikací

Pro implementaci navrhovaného systému je zapotřebí vyvinout a naprogramovat dvě aplikace. Jedna bude programována pro software Windows 10, který je používán v průmyslových tabletech. Druhá aplikace bude programována pro systém Android pro mobilní telefony, které zaměstnanci již mají na pracovišti k dispozici. Cena obou aplikací je dle zkušeností odhadována na 1 400 000 korun českých. Tímto vývojem aplikací by byla opět oslovena firma LUCA, která má bohaté zkušenosti a se Škoda Auto již několik let spolupracuje.

$$C_A = C_{AA} + C_{AW}$$

$$C_A = 500\,000 + 900\,000 \quad (4.3)$$

$$C_A = 1\,400\,000 \text{ Kč}$$

- C_A – celkové náklady na vývoj aplikací
- C_{AA} – cena vývoje aplikace pro operační systém Android
- C_{AW} – cena vývoje aplikace pro operační systém Windows 10

Celkové náklady na vývoj obou aplikací činí 1 400 000 korun českých.

Výpočet celDobrkových nákladů na pořízení všech komponent potřebné pro implementaci navrhovaného zlepšení systému

$$C_n = C_{ePv} + C_T + C_A \quad (4.4)$$

$$C_n = 300\,000 + 4\,000\,000 + 1\,400\,000$$

$$C_n = 5\,700\,000 \text{ Kč}$$

- C_n – celkové náklady na pořízení komponent pro následnou montáž a konfiguraci
- C_{ePv} – celkové náklady na pořízení ePaperů
- C_T – celkové náklady na pořízení průmyslových tabletů
- C_A – celkové náklady na vývoj aplikací

Celkové náklady na pořízení všech komponent pro následnou montáž a konfiguraci činí 5 700 000 korun českých.

4.5.6 Náklady na montáž

Nedílnou součástí nákladů jsou montážní práce. Budou zde uvedeny montážní náklady navrhovaného systému. Ve Škoda Auto je již wifi pokrytí zavedeno po celém závodě, to ušetří montáž potřebných wifi bodů. Bude uvedena cena montáže ePaperů na sekvenční vozíky a cena nákladů na pracovníky, kteří systém budou uvádět do chodu. Ceny jsou odvozeny z prací, které již ve Škoda Auto probíhaly. Pracovníci celý systém komplexně nakonfigurují a zprovozní na všech sekvenčních pracovištích. V tabulce číslo 4.6 jsou uvedeny časové náročnosti jednotlivých operací s jejich hodinovou sazbou.

Tab. 4.6 Přehled cen montážních operací

Název	Cena montáže v korunách	Rychlost montáže za hodinu	Doba konfigurace v hodinách
ePaper SQ vozík	2 523	20	-
Konfigurace systému	2523	-	240

Zdroj: vlastní zpracování.

Cena montáže ePaperů

$$C_{m(ePv)} = \frac{n_{ePv}}{v_m} * c_h \quad (4.5)$$

$$C_{m(ePv)} = \frac{1000}{20} * 2523$$

$$C_{m(ePv)} = 126\ 150\ K\check{c}$$

- $C_{m(ePv)}$ – celkové náklady na montáž ePaperů na sekvenční vozíky
- $n_{(ePv)}$ – potřebný počet ePaperů na sekvenční vozíky
- v_m – rychlost montáže
- c_h – hodinová sazba

Celkové náklady na montáž ePaperů na sekvenční vozíky činí 126 150 korun českých.

Cena za zprovoznění (konfiguraci) systému

Po pořízení všech potřebných komponent a rozmístění na jednotlivá pracoviště je systém zapotřebí uvést do chodu. Proto je uváděna cena za zprovoznění a konfiguraci systému.

$$C_K = C_h * t_K \quad (4.6)$$

$$C_K = 2523 * 240$$

$$C_K = \mathbf{605\ 520\ Kč}$$

- C_k – celkové náklady na konfiguraci systému
- C_h – hodinová sazba
- t_k – doba konfigurace v hodinách

Celkové náklady na konfiguraci systému činí 605 520 korun českých.

Celková cena všech montážních a konfiguračních prací

$$C_{nm} = C_{m(ePv)} + C_K \quad (4.7)$$

$$C_{nm} = 126\ 150 + 605\ 520$$

$$C_{nm} = \mathbf{731\ 670\ Kč}$$

- C_{nm} – celkové náklady všech montážních a konfiguračních prací
- $C_{m(ePv)}$ - celkové náklady na montáž ePaperů na sekvenční vozíky
- C_K – celkové náklady na konfiguraci systému

Celkové náklady všech montážních a konfiguračních prací činí 731 670 korun českých.

4.5.7 Celkové náklady na implementaci navrhované optimalizace systému pro zrušení sekvenčních výlepů

Zde je uveden celkový výpočet potřebných nákladů na implementaci navrhovaného systému, který zlepší logistické procesy a po uplynutí doby návratnosti bude šetřit náklady na provoz vychystávání sekvenčních dílů. Doba návratnosti nebude dlouhá. Úsporám a době návratnosti se budou věnovat následující podkapitoly.

$$C_{nl} = C_n + C_{nm} \quad (4.8)$$

$$C_{nl} = 5\ 700\ 000 + 731\ 670$$

$$C_{nl} \doteq \mathbf{6\ 431\ 700\ Kč}$$

- C_{ni} – celkové náklady na implementaci systému pro zlepšení současného stavu
- C_n – celkové náklady na pořízení komponent pro následnou montáž a konfiguraci
- C_{nm} – celkové náklady všech montážních a konfiguračních prací

Celkové náklady na implementaci navrhovaného systému pro optimalizaci současného stavu činí 6 431 700 korun českých.

4.6 Úspora a návratnost navrhované technologie

Po implementaci navrhovaného zlepšení vychystávání sekvenčních dílů a uplynutí doby návratnosti budou šetřeny náklady na provoz a dojde k optimalizaci pracovních postupů. Jak již bylo v této práci zmiňováno, je používáno velké množství papírů a mnoho tiskáren. Po zavedení navrhované implementace se veškerý papír z provozu odstraní a s ním i nákladné udržování tiskáren, o které se stará externí firma. Všechny tyto úspory zde početně uvedu a následně bude spočítána doba návratnosti.

Jako první uvedu úsporu papíru za celý pracovní rok. Tato úspora bude početně uvedena. Ve Škoda Auto se za den vyrobí 1200 vozů. Na jeden sekvenční výlep se vejde 18 vozů. Když počet vyrobených vozů vydělíme počtem možných vozů na sekvenčním výlepu, dostaneme počet sekvenčních výlepů pro jednu sekvenci. V Kvasinách je současný počet sekvencí 200. Výsledek počtu sekvenčních výlepů pro jednu sekvenci vynásobíme počtem všech sekvencí a vyjde nám celkový počet sekvenčních výlepů za jeden den. Tento a další výpočty jsou následně uvedeny.

Počet sekvenčních výlepů za jeden den pro jednu sekvenci

$$N_{1SQd} = \frac{n_{vd}}{nv_{1SQ}} \quad (4.9)$$

$$N_{1SQd} = \frac{1200}{18}$$

$$N_{1SQd} = 66,6 \text{ SQ výlepů/den}$$

- N_{1SQd} – počet sekvenčních výlepů za jeden den pro jednu sekvenci
- n_{vd} – počet vyráběných vozidel za den
- nv_{1SQ} – počet vozidel na jednom sekvenčním výlepu

Celkový počet sekvenčních výlepů pro jednu sekvenci je 66,6 za jeden den.

Počet vytisknutých SQ výlepů za jeden den pro všechny sekvence

$$N_{SQd} = N_{1SQd} * N_{SQ} \quad (4.10)$$

$$N_{SQd} = 66,6 * 200$$

$$N_{SQd} = \mathbf{13\ 320\ A4/den}$$

- N_{SQd} – počet sekvenčních výlepů za jeden den pro všechny sekvence
- N_{1SQd} – počet sekvenčních výlepů za jeden den pro jednu sekvenci
- N_{SQ} – počet sekvencí v Kvasinách

Počet vytisknutých sekvenčních výlepů za jeden den pro všechny sekvence je 13 320 A4 za jeden den.

Počet vytisknutých sekvenčních výlepů za pracovní rok

$$N_{SQr} = N_{SQd} * n_{pd} \quad (4.11)$$

$$N_{SQr} = 13\ 320 * 274$$

$$N_{SQr} = \mathbf{3\ 649\ 680\ A4/rok}$$

- N_{SQr} – počet všech vytisknutých sekvenčních výlepů za pracovní rok
- N_{SQd} – počet sekvenčních výlepů za jeden den pro všechny sekvence
- n_{pd} – počet pracovních dní v roce

Za pracovní rok se v Kvasinách vytiskne 3 649 680 sekvenčních výlepů formátu A4. Při ceně 1 Kč za A4 dosáhneme úspory 3 649 680 Kč za pracovní rok.

Úspora odstraněním sekvenčních výlepů v podobě papíru formátu A4

Z předešlých výpočtů vyplývá, že na vychystávání sekvenčních dílů se v současném stavu spotřebovává enormní množství papíru. Za pomoci výpočtů jsme dospěli, že za pracovní rok se spotřebuje množství papíru v hodnotě 3 649 680 Kč. Po implementaci navrhovaného systému tedy docílíme úspory 3 649 680 korun českých. Úspora za papír bude ve výpočtech uvedena pod zkratkou U_p .

Úspora odstraněním tiskáren

V současné době je na sekvenčních pracovištích využíváno 70 tiskáren, které jsou pro provoz režimu 24 hodin 7 dní v týdnu. O tyto tiskárny se stará externí firma, která je udržuje v požadovaném stavu. Dle získaných informací tato údržba stojí firmu 1 000 000 korun českých za rok. Úspora tedy činí tuto uvedenou částku a bude uvedena ve výpočtu celkových úspor pod zkratkou U_T .

Celková úspora po úspěšné implementaci návrhu na optimalizaci

$$U_r = U_p + U_T \quad (4.12)$$

$$U_r = 3\,649\,680 + 1\,000\,000$$

$$U_r = \mathbf{4\,649\,700\,Kč}$$

- U_r – celková úspora po úspěšné implementaci za pracovní rok
- U_p – celková úspora finančních prostředků na papír za pracovní rok
- U_T – celková úspora finančních prostředků na externí personál pro údržbu tiskáren za pracovní rok

Celková úspora navrhované implementace pro optimalizaci současného systému činí 4 649 680 korun českých.

Návratnost navrhované implementace

$$N = \frac{C_{nI}}{U_r} \quad (4.13)$$

$$N = \frac{6\,431\,700}{4\,649\,700}$$

$$N = \mathbf{1,38\,roku}$$

- N – návratnost navrhované implementace
- C_{nI} – celková investice (náklady) na implementaci navrhovaného systému
- U_r – celková úspora po úspěšné implementaci za pracovní rok

Návratnost navrhované implementace, je jeden rok a 104 pracovních dní. Systém ale také přinese řadu vylepšení, které zde nejsou vyčísleny. Bude umožněn větší přehled a kontrola logistických procesů.

5 Zhodnocení

V diplomové práci byly zhotoveny dva návrhy na optimalizaci logistických procesů s prvky automatizace a digitalizace. Tyto návrhy byly zhotoveny na základě analýz současných stavů s praktickými poznatky. První návrh v třetí kapitole se zabývá vizualizacemi materiálových úložišť bez potřeby spotřebních materiálů. Byl zhotoven komplexní systém s návrhem implementace technologie ePaper. Tato technologie je energeticky velmi efektivní a už se na trhu začínají objevovat firmy, které nabízejí ePapery požadovaných rozměrů. U návrhu je zhotoveno ekonomické zhodnocení, kde byly vypočítány náklady na potřebné komponenty včetně montážních prací. Také byly uvedeny přínosy návrhu ve formě ročních úspor. **Závěrem je uvedena návratnost, která je 2 roky a 247 pracovních dní. Tato doba návratnosti není z hlediska rozsahu využití dlouhou dobou. Po uplynutí této doby bude systém ročně spořit 1 900 000 korun českých za pracovní rok.** Na následující tabulce 5.1 jsou uvedeny jednotlivé investice pro implementaci návrhu s technologií ePaper pro vizualizaci materiálových úložišť pro konkrétní sklady.

Tab. 5.1 Přehled nákladů pro realizaci vizualizačního systému

Název	Cena v korunách českých
Náklady na pořízení komplexního systému pro vizualizace materiálu ve skladech	2 760 800 Kč
Náklady na montáž systému	2 761 946 Kč
Celková investice	5 461 400 Kč

Zdroj: vlastní zpracování.

U tohoto návrhu je navržen a spočítán přenos informací mezi ePaperem a IR Transmittery infračerveným světlem, který používá zmíněná firma LUCA u některých svých systémů. Tento přenos informací není však jediným řešením. Lze použít komunikaci Wifi nebo 4G či 5G síť. Tyto typy datových přenosů nevyžadují přímou viditelnost s ePapery. Tento návrh by se mohl v krátké budoucnosti implementovat s drobnými úpravami poplatné dané době.

Druhý návrh byl zhotoven s cílem odstranit ze sekvenčních pracovišť sekvenční výlepy. Jedná se o kompletní odstranění papíru z procesů sekvenčního vychystání. Systém uvedený v návrhu využívá již zavedené komponenty ve Škoda Auto v Kvasinách. Papírový sekvenční výlep je nahrazován digitálním souborem, který je poslán na průmyslový tablet na pracovišti. Tablety na sekvenčních pracovištích obsahují přístup k dalším užitečným systémům. Dále je sekvenční

list přeposlán na ePaper, který je umístěn na sekvenčním vozíku a pokračuje na montážní linku, kde si pracovníci za pomoci telefonu načtou digitální sekvenční výlep prostřednictvím čárového kódu, který je umístěn na ePaperu. Technologie ePaper byla pro svoje kladné vlastnosti použita i v tomto návrhu. Tato technologie, bude mít v budoucnu uplatnění. Celková investice na optimalizaci vychystávání na sekvenčních pracovištích je uvedena v tabulce 5.2. **Po zhotovených výpočtech je návratnost tohoto návrhu 1 rok a 104 pracovních. Po uplynutí této doby navrhovaný systém bude ročně spořit 4 649 700 korun českých.**

Tab. 5.2 Přehled nákladů pro optimalizaci sekvenčních pracovišť

Název	Cena v korunách českých
Náklady na pořízení komponent pro optimalizaci vychystávání sekvencí	5 700 000 Kč
Náklady na konfiguraci systému	731 670 Kč
Celková investice	6 431 700 Kč

Zdroj: vlastní zpracování.

Závěrem této kapitoly uvádím celkové ekonomické zhodnocení obou návrhů na optimalizaci logistických procesů. Nejprve tedy v následující tabulce 5.3 jsou uvedeny celkové investice obou návrhů, pro jejich úspěšnou implementaci. V tabulce je zároveň uvedena celková úspora za pracovní rok obou návrhů po jejich implementaci.

Tab. 5.3 Celkové investice a úspory obou zhotovených návrhů za pracovní rok

Název	Cena v korunách českých
Celková investice obou návrhů	11 893 100 Kč
Celková úspora za rok po implementaci obou návrhů po uplynutí doby návratnosti	6 549 700 Kč

Zdroj: vlastní zpracování.

Po uvedených vypočtených hodnotách je zde vypočtena návratnost obou návrhů.

$$N_c = \frac{C_{I2}}{U_{2r}} \quad (5.1)$$

$$N_c = \frac{11\,893\,100}{6\,549\,700}$$

$$N_c = 1,81 \text{ roku}$$

- N_c – celková návratnost obou návrhů
- C_{I2} – celková investice obou návrhů pro úspěšnou implementaci
- U_{2r} – celková úspora obou návrhů po úspěšné implementaci za pracovní rok

Celková návratnost obou návrhů pro zlepšení logistických procesů činí 1 rok a 222 pracovních dnů. Tato návratnost dosáhla velmi dobré časové hodnoty a návrhy lze realizovat. Oba vypracované návrhy po uplynutí doby návratnosti budou spořit 6 549 700 korun českých za pracovní rok ve Škoda Auto v Kvasinách.

Závěr

Diplomová práce, zpracovávaná na téma „Implementace vyššího stupně automatizační techniky a digitalizace v logistických procesech“ jsem se věnoval vyspělým automatizačním a digitálním technologiím současnosti. Popisované technologie byly směřovány do oboru Logistika a byla zmíněna důležitost vybraných technologií pro konkurenceschopnost podniku. Také automatizační technologie s prvky autonomie. U digitálních technologií mají velký význam simulační modely s využíváním virtuální reality. Za pomoci těchto technologií lze vytvářet digitální dvojčata, která pro následné implementace do výroby, významně spoří čas a peníze. Digitální technologie také lze využívat pro různé vizualizace a v personalistice podniku. Digitalizace následně spoří náklady, čas a odstraňuje z logistických procesů papír, který je ve velkém měřítku stále používán. V praktické části práce bylo cílem navrhnout vybrané automatizační a digitální technologie v automobilovém průmyslu. Součástí návrhu je bezpapírová logistika, která je dosahována za pomoci technologie ePaper v logistických procesech v automobilovém průmyslu ve Škoda Auto v Kvasinách pro zlepšení logistických procesů. Dle tohoto cíle byly zhotoveny dva návrhy obsahující implementaci technologie ePaper. První návrh se zabývá optimalizací vizualizací ve skladech za pomoci technologie ePaper. V návrhu byl odstraněn veškerý spotřební materiál a eliminovali se pracovní síly. Využitím technologie ePaper budou moci vizualizační procesy probíhat vzdáleně a za zlomek času. Tímto návrhem se procesy stávají automatizovanými s velkou rychlostí a přesností. V druhém návrhu jsou navrženy postupy k odstranění sekvenčních výlepů ze sekvenčních pracovišť ve Škoda Auto v Kvasinách. V tomto návrhu byly použity digitální nástroje s využitím technologie ePaper. Návrh zcela odstraňuje papír ze sekvenčního vychystávání materiálu a je nahrazen digitálními nástroji. Tím je učiněna optimalizace a vznikají značné úspory. Oba návrhy v diplomové práci mají krátkou dobu návratnosti. Po uplynutí návratnosti tyto návrhy dosahují značných úspor za pomoci automatizačních a digitálních technologií. Oba návrhy byly ekonomicky zhodnoceny. Dle výsledků jsou oba návrhy rentabilní.

Seznam zdrojů

- [1] Gros, Ivan et al. *Velká kniha logistiky*. Praha: VŠCHT, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5. Dostupné také z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/publikace?uid=uid_isbn-978-80-7080-952-5.
- [2] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 978-80-906594-4-5.
- [3] MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
- [4] MACUROVÁ, Pavla, KLABUSAYOVÁ, Naděžda a Leo TVRDOŇ. *Logistika*. Ostrava: VŠB-TU, 2018. ISBN 978-80-248-4158-8.
- [5] BENEŠ, Pavel. *Automatizace a automatizační technika: prostředky automatizační techniky*. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-251-3747-5.
- [6] Datamix.eu. *Nová průmyslová revoluce – Průmysl 4.0* [online]. Olomouc: DATAMIX Solutions, 2020, 28. 4. 2017 [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: <https://www.datamix.eu/blog/nova-prumyslova-revoluce-prumysl-4-0/>.
- [7] Radiozurnal.rozhlas.cz. *Inventuru v mladoboleslavské automobilce provádí od května dron*. [online]. Praha: Český rozhlas, 2020, 23.12.2018 [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: <https://radiozurnal.rozhlas.cz/inventuru-v-mladoboleslavske-automobilce-provadi-od-kvetna-dron-7711416>.
- [8] ŠKODA AUTO A.S. *Interní dokumentace*. Kvasiny: Škoda Auto a.s., 2020. Dostupné z: ředitelství Škoda Auto a.s.
- [9] Toyota-forklifts.cz. *Automatické skladové vozíky* [online]. Praha: Toyota, 2020 [cit. 2020-01-17]. Dostupné z: <https://toyota-forklifts.cz/automatizace/automatizovane-agv-voziky/#truck>.
- [10] Luca.eu. *The professional picking systems from LUCA* [online]. Opole: LUCA Logistic Solutions, 2020 [cit. 2020-01-17]. Dostupné z: <https://www.luca.eu/en/luca-systems/>.
- [11] ŠKODA AUTO A.S. *Skoda-auto.cz. ŠKODA ve svém hlavním výrobním závodě v Mladé Boleslavi otevírá automatický sklad menších dílů*. [online]. Mladá

- Boleslav: Škoda Auto a.s., 2020, 13. 11. 2018 [cit.2020–01-20]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/novinky/novinky-detail/2018-11-13-automatically-sklad-mensich-dilu>.
- [12] Visionsmag.cz. *Internet věci v kostce*. [online]. Praha: SIEMENS, 2020 [cit. 2020–01-22]. Dostupné z: <https://www.visionsmag.cz/internet-veci-v-kostce>.
- [13] Systemonline.cz. *Digitální dvojče jako klíčový nástroj Logistiky 4.0* [online]. Brno: SystemOnLine, 2020, 1. 2. 2019 [cit.2020–01-22]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/digitalni-dvojce-jako-klicovy-nastroj-logistiky-4.0.htm>.
- [14] Br-automation.com. *Od CAD systému po digitální dvojče*. [online]. Brno: B&R Headquarters, 2020, 19. 8. 2019 [cit. 2020–01-22]. Dostupné z: <https://www.br-automation.com/cs/o-nas/tiskove-zpravy/od-cad-systemu-po-digitln-dvoje-19-08-2019/>.
- [15] Mmspektrum.com. *Digitální továrna jako strategický nástroj pro plánování výroby*. [online]. Praha: MMSpektrum, 2020 [cit.2020–01-22]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/digitalni-tovarna-jako-strategicky-nastroj-pro-planovani-vyroby.html>.
- [16] ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ. Cvut.cz. *E Ink displeje* [online]. Praha: ČVUT, 2013, 11. 12. 2013 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: <http://noel.feld.cvut.cz/vyu/a2b31hpm/index.php/U%C5%BEivatel:Subcizde>.
- [17] Kla.cz. *Logistika 4.0. Jaké benefity přináší?* [online]. Ostrava: Komora logistických auditorů, 2020 [cit.2020–02-11]. Dostupné z: <http://www.kla.cz/cs/aktualne/164/logistika-40-jake-benefity-prinasi>.
- [18] Support.industry.siemens.com. *SIMATIC ITP1000 Operating Instructions*. [online]. Praha: SIEMENS, 2020, 22. 1. 2019 [cit.2020–02-11]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109745234/simatic-itp1000-operating-instructions?dti=0&lc=en-WW>.
- [19] Finex.cz. *Blockchain – Co je blockchain a jak funguje?* [online]. FINEX.CZ, 2020, 27. 11. 2018 [cit. 2020–02-5]. Dostupné z: <https://finex.cz/blockchain/>.

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Vývoj průmyslových revolucí	13
Obr. 1.2 Autonomní bezpilotní vozík	17
Obr. 1.3 Autonomní dron ve Škoda Auto v Mladé Boleslavi.....	18
Obr. 1.4 Automatický skladový vozík	19
Obr. 1.5 Automatický naváděný vozík	20
Obr. 1.6 Poloautomatický nosič nákladu	20
Obr. 1.7 Vychystávací systém pick by watch	21
Obr. 1.8 Panel systému Pick by Light	22
Obr. 1.9 Panely ePaperů umístěny na sekvenčním vozíku	23
Obr. 1.10 Rám s kompletním příslušenstvím systému Pick by Frame	24
Obr. 1.11 Znázornění systému Pick by Point	25
Obr. 1.12 Automatický systém objednání materiálu na výrobní linku	28
Obr. 1.13 Systém odvolávek BMA řídicí se na základě spotřeby	29
Obr. 2.1 Blokové schéma digitální továrny	33
Obr. 2.2 Blokové schéma IoT	35
Obr. 2.3 Digitální dvojče logistického objektu s využitím virtuální reality	40
Obr. 2.4 Ukázka dílčích nástrojů projektu dProdukce	42
Obr. 2.5 Hierarchie programu s ukázkou prostředí	43
Obr. 3.1 Ukázka části systému Placpart	45
Obr. 3.2 Ukázka prostředí programu Microstation	46
Obr. 3.3 Současné papírové vizualizace ve skladech, které budou nahrazeny ePaperem	47
Obr. 3.4 Černobílá verze technologie ePaper	48
Obr. 3.5 Současné typy papírových vizualizací ve skladech	49
Obr. 3.6 Ilustrativní blokové schéma vizualizačního systému ePaper	51
Obr. 3.7 Blokové schéma vizualizačního systému s ePapery	51
Obr. 3.8 Ethernet Controller	52
Obr. 3.9 Ukázka IR Transmitteru	53
Obr. 3.10 Ilustrativní ukázka černobílého ePaperu od polské pobočky firmy LUCA....	54
Obr. 3.11 Modely výkresů navrhovaných ePaperů.....	57

Obr. 4.1 Tiskárny se sekvenčními výlepy na sekvenčním pracovišti.....	67
Obr. 4.2 Současné blokové schéma pro vychystávání sekvenčních dílů.....	68
Obr. 4.3 Ukázka uživatelského rozhraní softwaru SoFIS II.....	69
Obr. 4.4 Základní informace sekvenčního výlepu.....	70
Obr. 4.5 Nové navrhované blokové schéma pro vychystávání sekvenčních dílů.....	72
Obr. 4.6 Obrázek modelu malého ePaperu umístěného na sekvenčním vozíku.....	75
Obr. 4.7 Objednávaný typ průmyslového tabletu v návrhu.....	78
Obr. 4.8. Ilustrativní zobrazení sekvenčního výlepu, který bude zobrazován na tabletu	78

Seznam tabulek

Tab. 3.1 Technické parametry navrhovaných ePaperů.....	54
Tab. 3.2 Přehled počtu potřebných součástí pro montáž.....	55
Tab. 3.3 Rozměry požadovaných ePaperů.....	56
Tab. 3.4 Přehled montážních prací.....	59
Tab. 4.1 Přehled potřebného množství technologických součástí.....	73
Tab. 4.2 Technické parametry navrhovaných ePaperů.....	74
Tab. 4.3 Cenová nabídka na průmyslové tablety značky Siemens od firmy ELVAC....	79
Tab. 4.4 Cenová nabídka po přislíbeném smlouvání o ceně při realizaci.....	79
Tab. 4.5 Parametry průmyslového tabletu SIMATIC ITP1000.....	80
Tab. 4.6 Přehled cen montážních operací.....	83
Tab. 5.1 Přehled nákladů pro realizaci vizualizačního systému.....	88
Tab. 5.2 Přehled nákladů pro optimalizaci sekvenčních pracovišť.....	89
Tab. 5.3 Celkové investice a úspory obou zhotovených návrhů za pracovní rok.....	89

Seznam zkratek

AGV	Automatic Guided Vehicle – (automatický bezpilotní vozík)
AKL	Automatisches Kleinteilelager – (automatický sklad malých dílů)
BI	Business Intelligence (inteligentní byznys)
BMA	Bedarf sorientierter abruf (systém odvolávek řídicí se na základě spotřeby)
CAD	Computer Aided Manufacturing (počítačem řízená výroba)
CAM	Computer Aided Design (počítačem podporované navrhování)
Car RFID	Informace o vozidle včetně polohy, Radio Frequency Identification (radiofrekvenční identifikace)
ELA	Evropská cena za logistiku
FIS	Systém řízení výroby
FIS	Systém řízení výroby
FleetMng	Systém pro barvy dílů
FTS	Fahrerloses Transport System - (automatický bezpilotní vozík)
GLT	Großladungsträger - (Celé palety velkých materiálů)
ICT	Information and Communication Technologies – (informační a komunikační technologie)
iOS	iPhone Operating System
IoT	Internet of Things - (internet věcí)
IR	Infrared (infračervené záření)
IT	Intelligent technology – (inteligentní technologie)
KLT	Kleinladungsträger (přepravní bedna pro drobný materiál)
LAN	Local Area Network
LED	Light-Emitting Diode (elektroluminiscenční dioda, též světelná dioda)
PBS	Pick by system (vychystávací systémy)

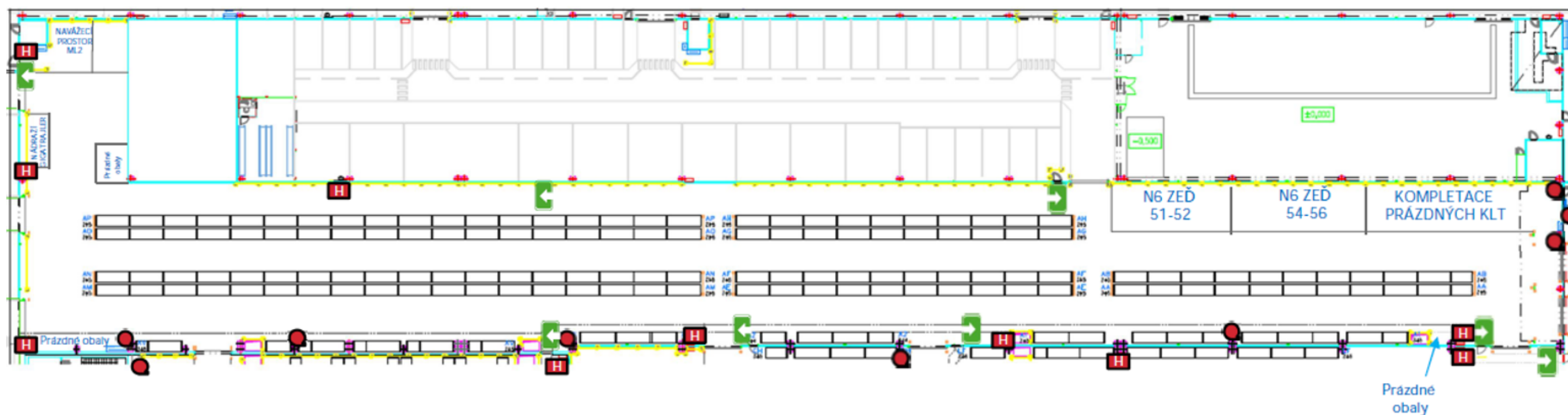
PoE	Power of Ethernet
QR	Quick Response (rychlá odezva, identifikační technologie)
RFC	Koncentrátory pro rádiový přenos informace
RFID	Radio Frequency Identification (radiofrekvenční identifikace)
RTLS	Real location systém (online monitoring)
SSW	Signal sensor warehouse (systém pro odvolávku materiálu)
VR	Virtual reality (virtuální realita)
WMS	Warehouse management systém (automatický systém skladu)

Seznam příloh





Příloha A	Layout skladů K1, N6 pro které je navrhována implementace
Příloha B	Layout skladů N9, N6, T8 pro které je navrhována implementace
Příloha C	Layout skladů N9, N6, M3 pro které je navrhována implementace
Příloha D	Layout skladu N5 ve kterém je navrhována implementace
Příloha E	Výkres ePaperu eP ₄ pro sekvenční vozíky
Příloha F	Výkres ePaperu eP ₁ pro vizualizaci úložišť ve skladech
Příloha G	Výkres ePaperu eP ₂ pro vizualizaci úložišť ve skladech
Příloha H	Výkres ePaperu eP ₃ pro vizualizaci úložišť ve skladech
Příloha I	Optická kontrola zavazadlového prostoru
Příloha J	Prezentace vizualizace závad
Příloha K	Blokové schéma vizualizace dílů na montážní lince
Příloha L	Schéma systému Pick by watch
Příloha M	Schéma systému Pick by Light
Příloha N	Schéma systému Pick by ePaper
Příloha O	Schéma systému Pick by Scan
Příloha P	Schéma systému Pick by Frame
Příloha Q	Schéma systému Pick by Point

Layout skladů K1, N6 pro které je navrhována implementace

Layout skladu K1, N6

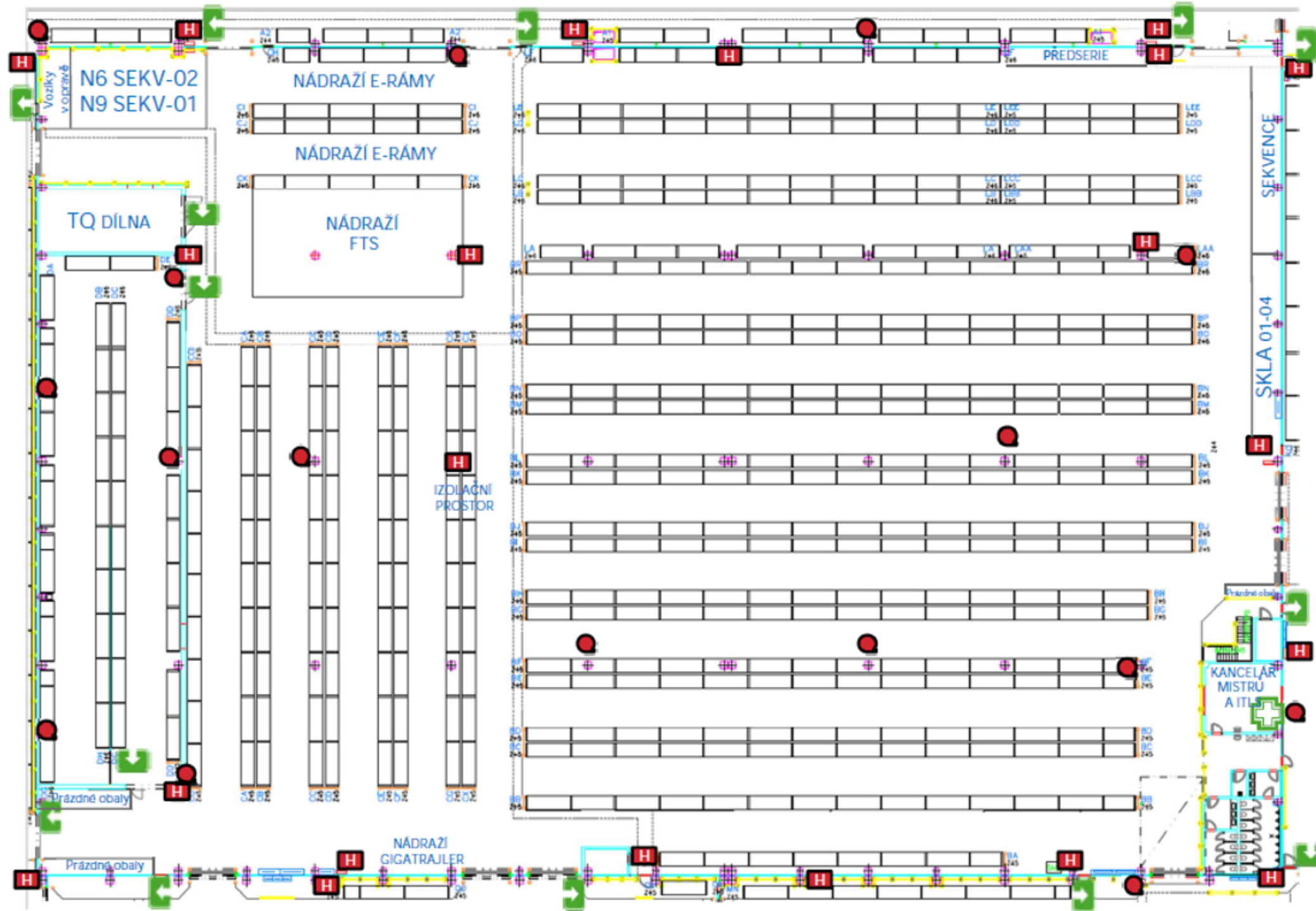


Legenda:

 hydrant hasicí přístroj zde stojíte lékárnička únikový východ

Layout skladů N9, N6, T8 pro které je navrhována implementace

Layout skladu N9,N6,T8



Legenda:



hydrant



hasící přístroj



zde stojíte



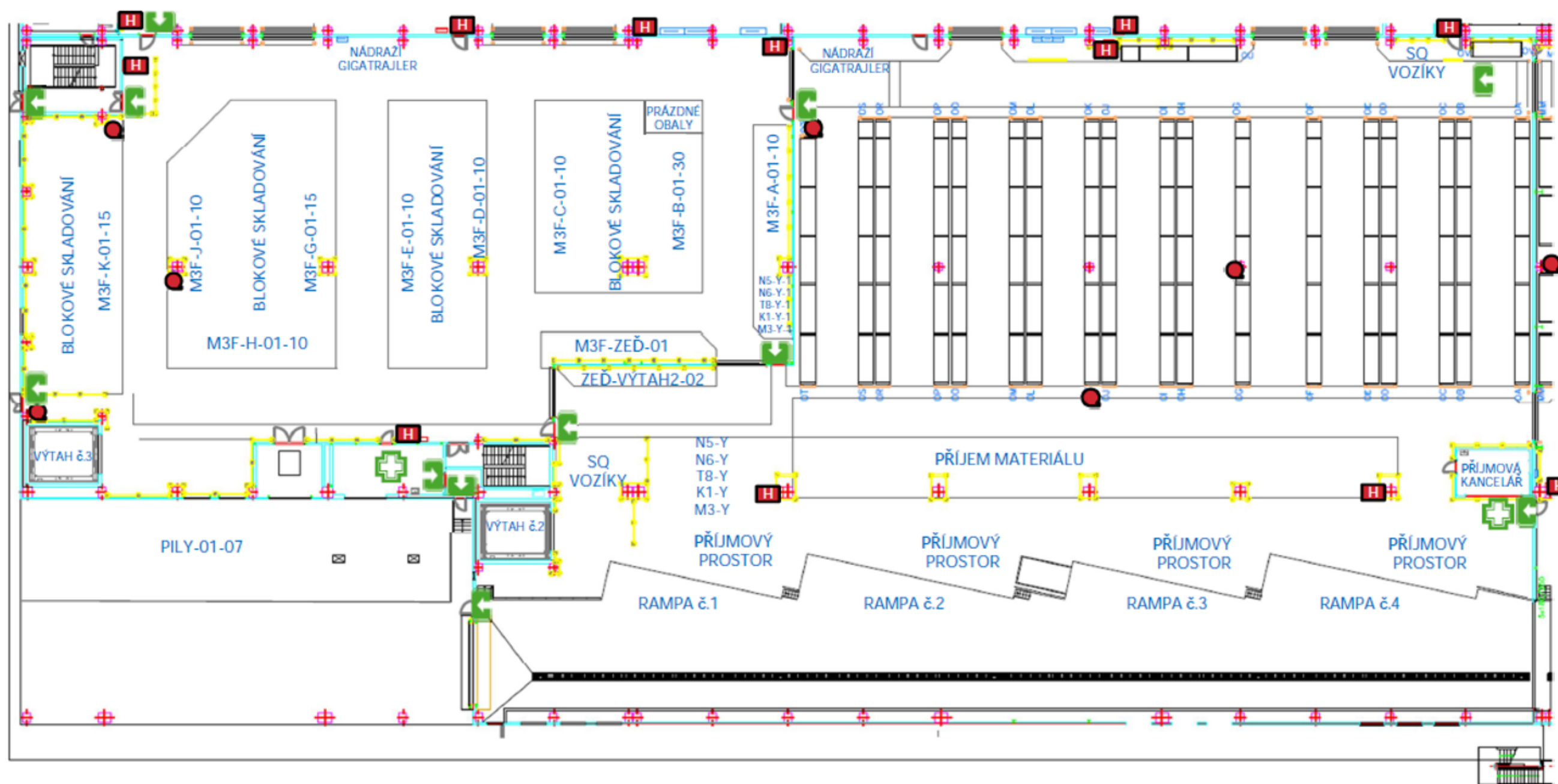
lékárnička



únikový východ

Layout skladů N9, N6, M3 pro které je navrhována implementace

Layout skladu N9,N6,M3



Legenda:



hydrant



hasící přístroj



zde stojíte



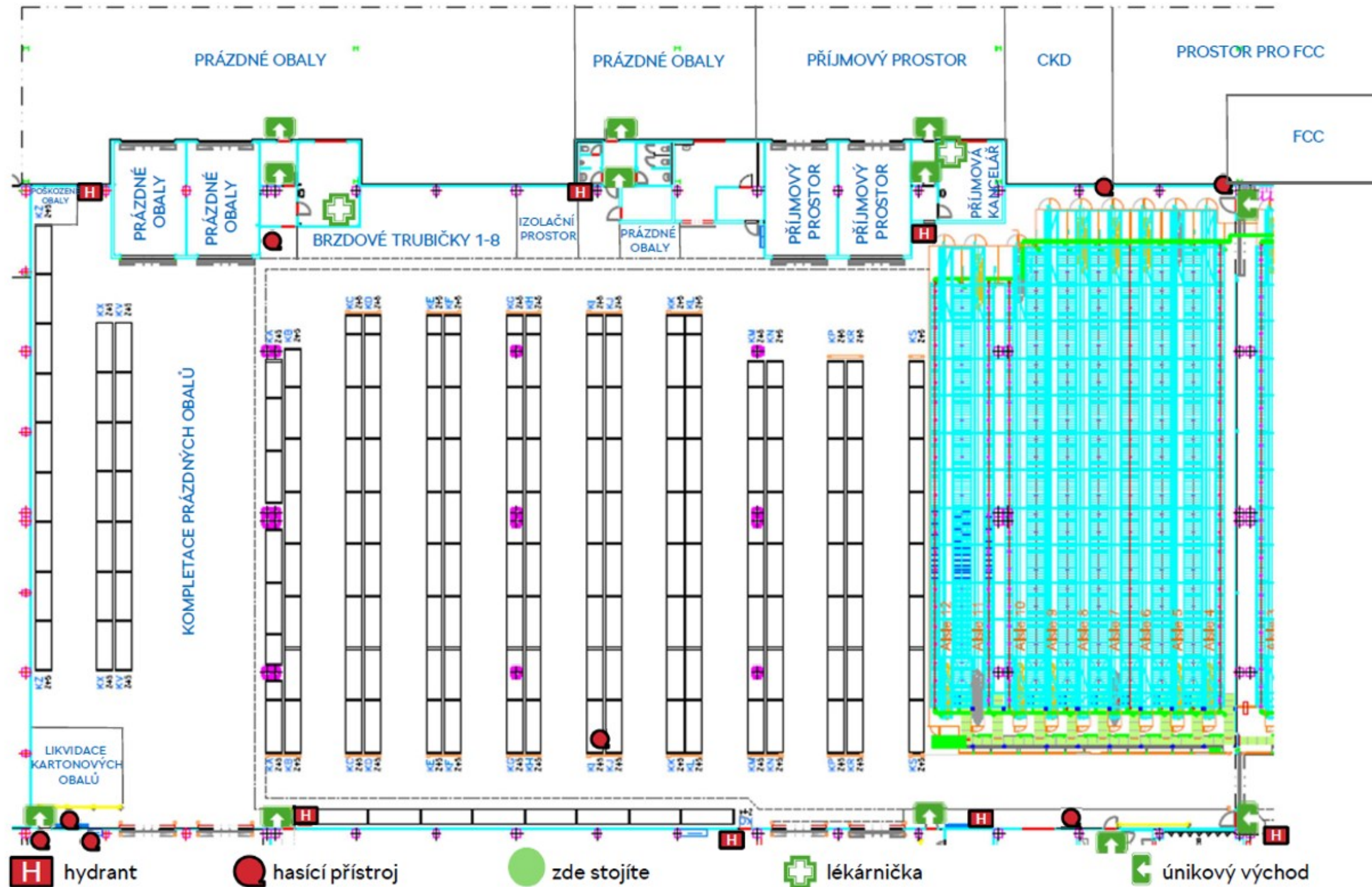
lékárnička



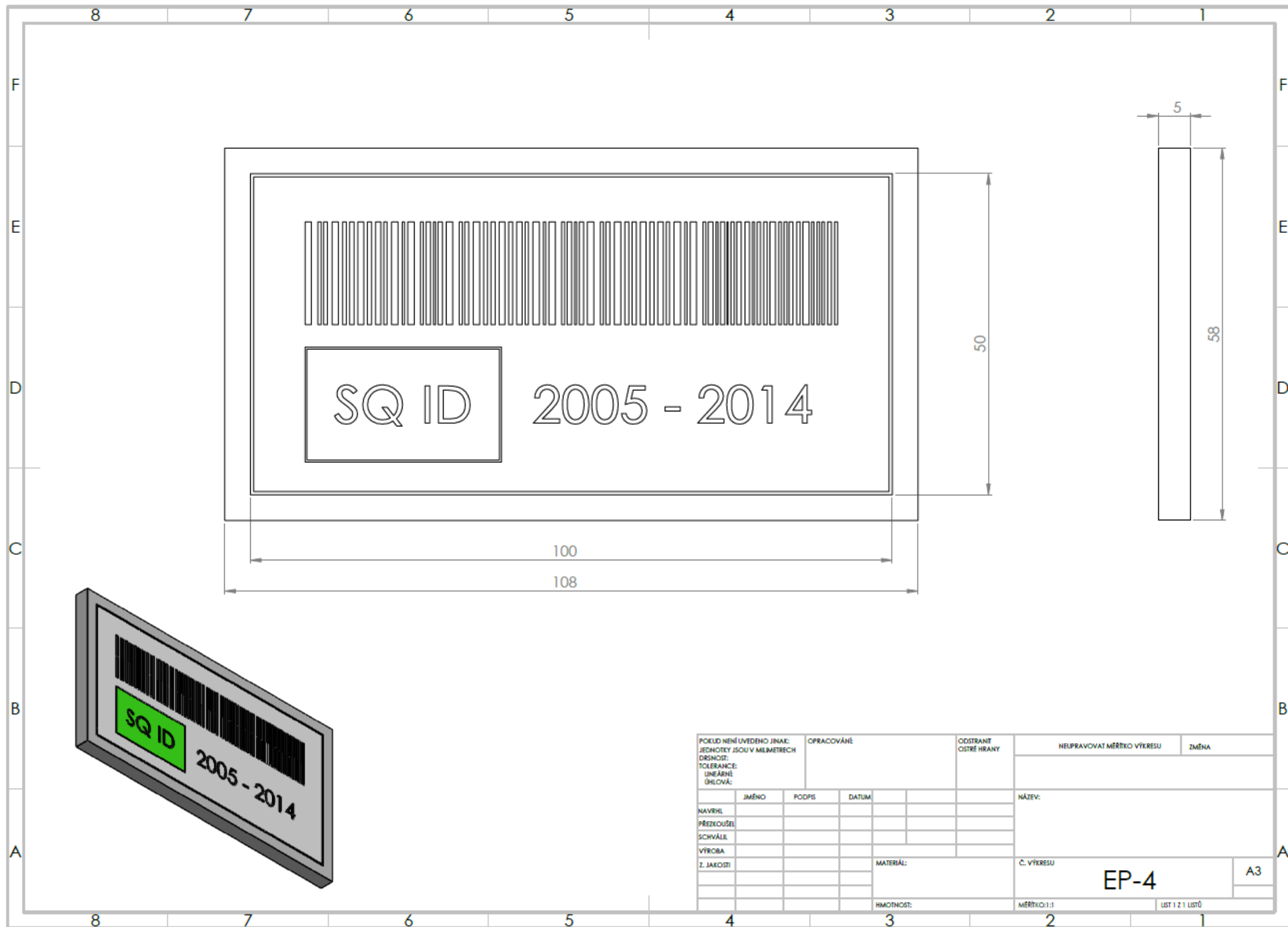
únikový východ

Layout skladu N5 ve kterém je navrhována implementace

Layout skladu N5

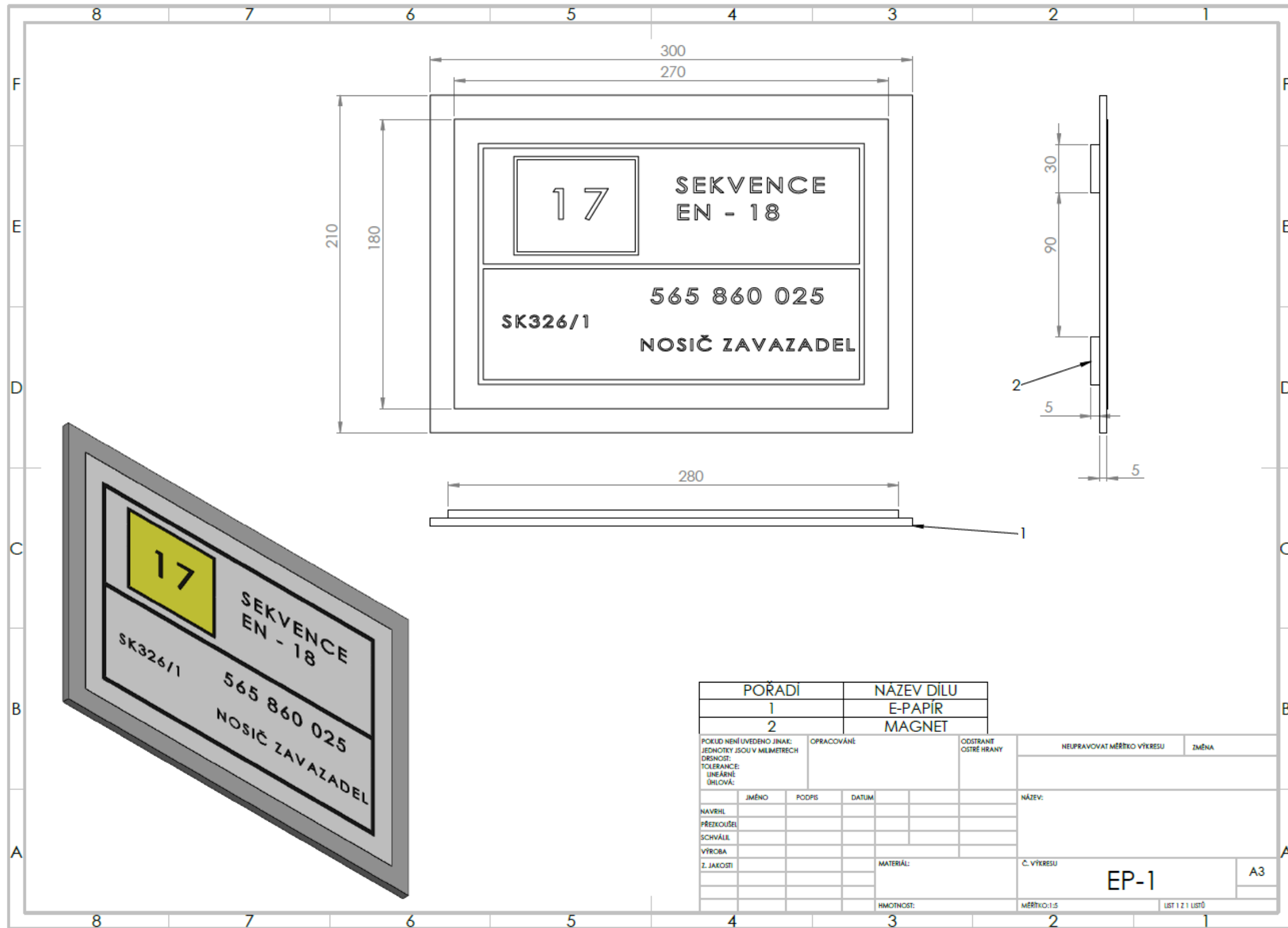


Výkres ePaperu eP4 pro sekvenční vozíky

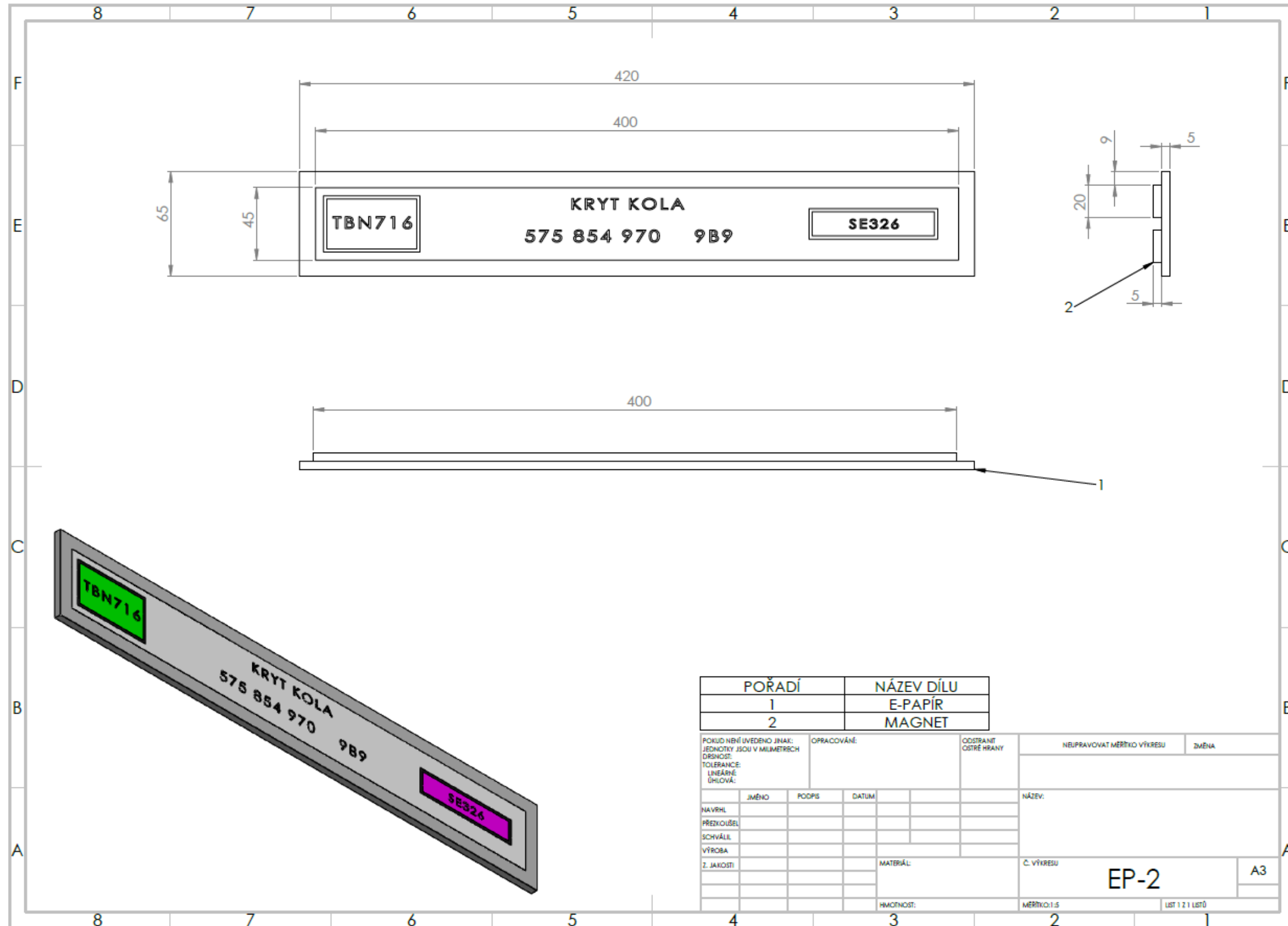


POKUD NENÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH		OPRACOVÁNÍ		ODSTRANIT OSTŘÍ HRANY	NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	ZMĚNA
DRSNOST: TOLERANCE: LINEÁRNĚ ÚHLOVĚ:						
	JMÉNO	PODPIS	DATUM		NÁZEV:	
NAVRHL						
PŘEZKOŠEL						
SCHVÁLIL						
VÝROBA						
Z. JAKOSTI				MATERIÁL:	C. VÝKRESU	
					EP-4	
				HMOTNOST:	MĚŘÍTKO: 1:1	A3
					LIST 1 Z 1 LISTŮ	

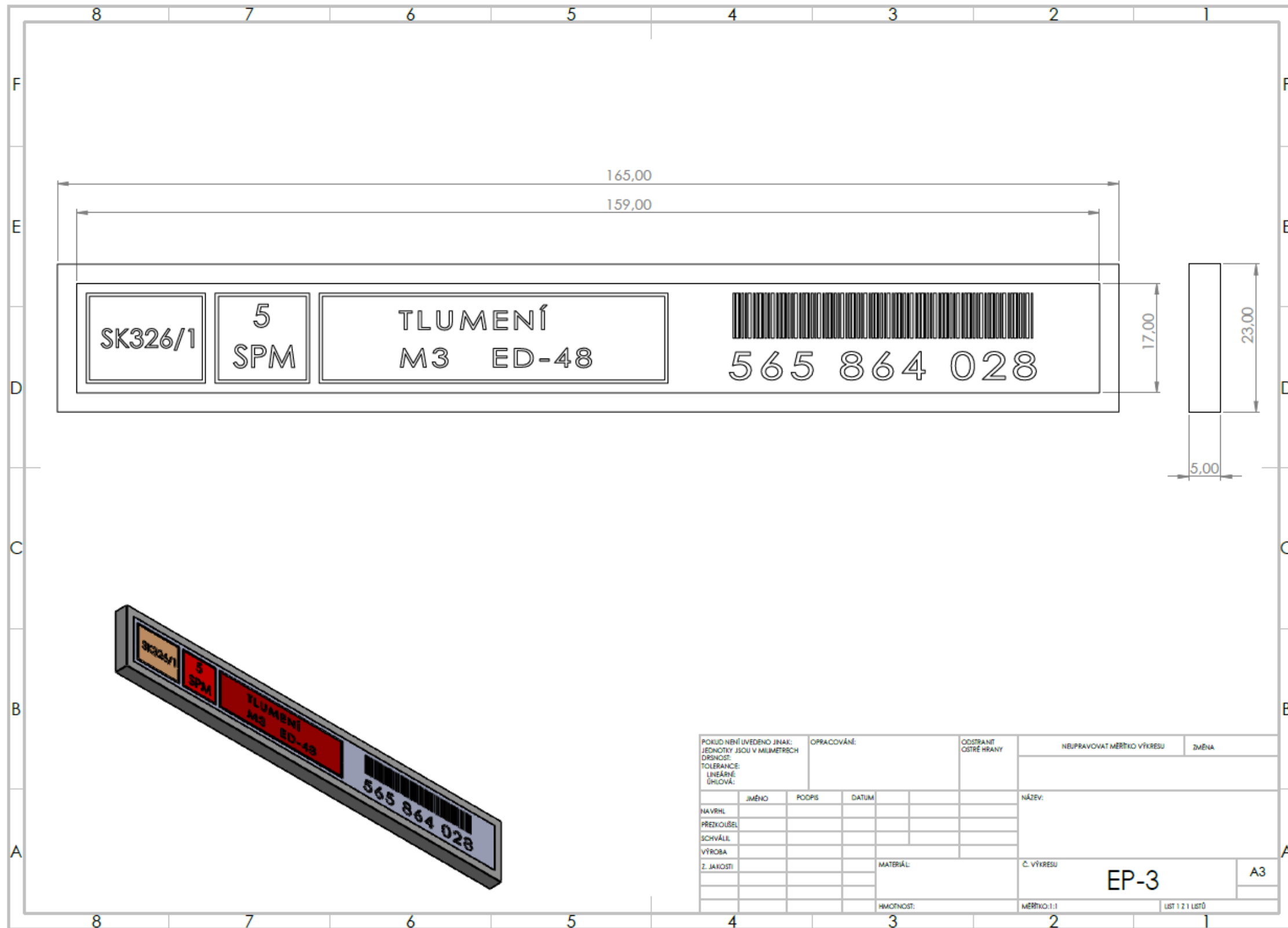
Výkres ePaperu eP₁ pro vizualizaci úložišť ve skladech



Výkres ePaperu eP2 pro vizualizaci úložišť ve skladech



Výkres ePaperu eP3 pro vizualizaci úložišť ve skladech



POKUD NEBÍ UVEDENO JINAK: JEDNOTKY JSOU V MILIMETRECH DRŽNOSTI: TOLERANCE: LINEÁRNÍ ÚHLOVÁ:	OPRACOVÁNÉ:			ODSTRANIT OSTŘE HRANY	NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	ZMĚNA
	JMÉNO	PODPS	DATUM		NÁZEV:	
NAVRHL					Č. VÝKRESU EP-3	A3 LIST 1 Z 1 LISTŮ
PŘEVLOUŠEL						
SCHVÁLIL						
VÝROBA						
Z. JAKOSTI				MATERIÁL:		
				HMOTNOST:	MĚŘÍTKO: 1:1	

Optická kontrola zavazadlového prostoru

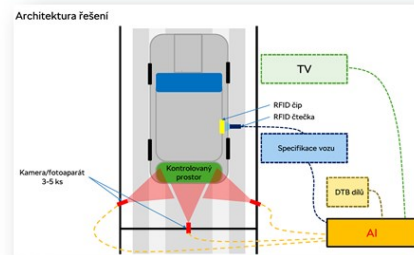
Optická kontrola zavazadlového prostoru (GoodAI, Digi Lab)

automatická kontrola zavazadlového prostoru za použití umělé inteligence

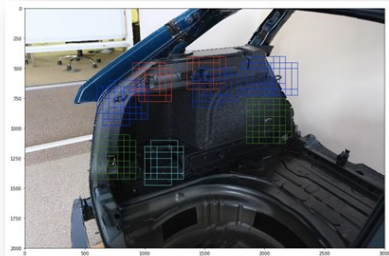
- Cíle**
- vytvoření automatického, kontrolního systému pro zavazadlový prostor
 - použití umělé inteligence pro rozpoznávání dílů

Dodavatel - GoodAI Applied

Řešení pro produkční nasazení



Automatická kontrola pomocí AI



Testovací prostředí



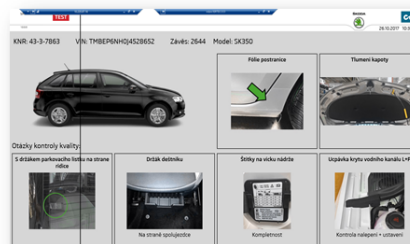
Prezentace vizualizace závad

Prezentace závad

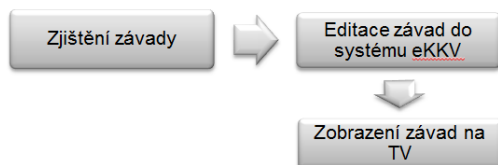
Vizualizace TOP závad

- Přiřazení závady na halu a pracoviště
- Pojmenování závady
- Import fotografie závady
- Přiřazení závady k modelu
- Přiřazení závady k PR popisu vozu
- Otermínování vizualizace závady
- Editace z kancelářského PC ve všech směnách (zodpovědnost PF1-M)

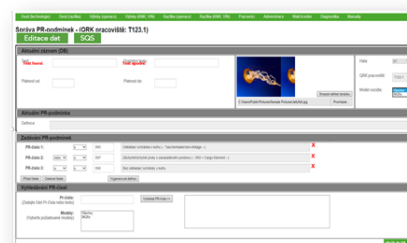
Vizualizace závad, výstupní obrazovka



Obrazovka typ 2 (řada vozů)



Prostředí pro editaci



Blokové schéma vizualizace dílů na montážní lince

Varianta B

Vizualizace dílů na montážní lince

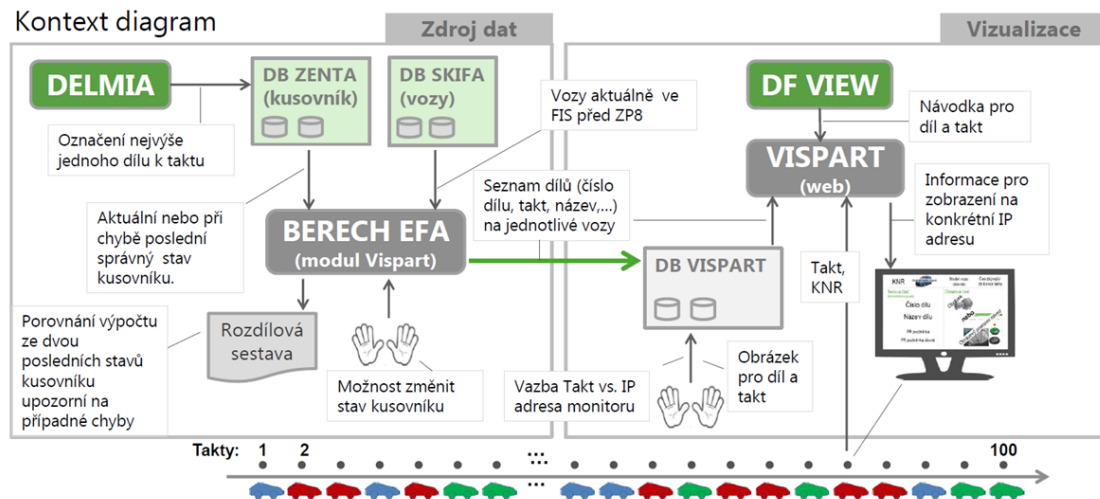


Schéma systému Pick by Watch

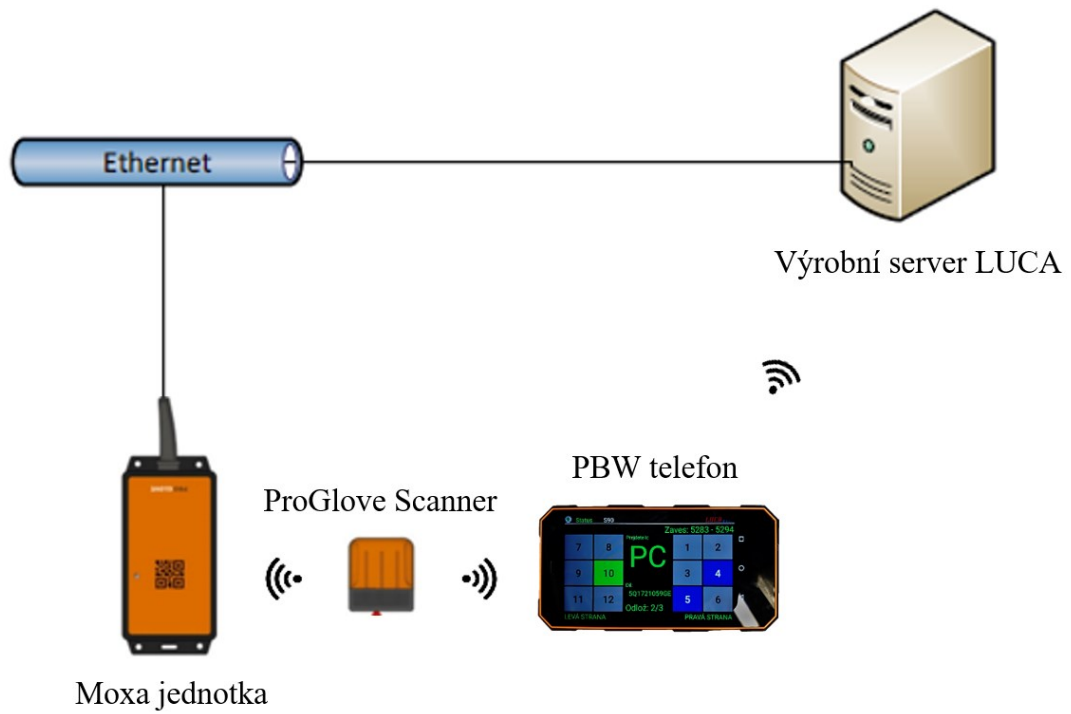
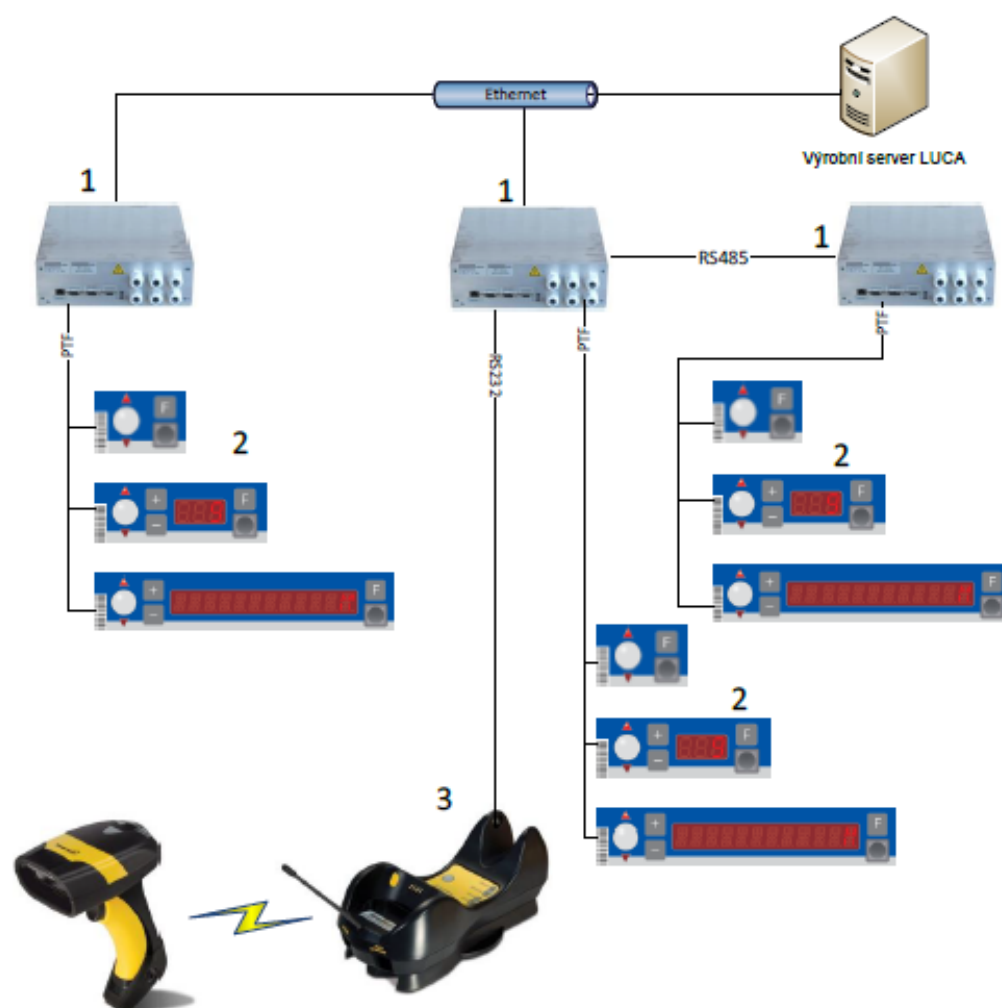


Schéma systému Pick by Light



Obrázek 3.1 Struktura systému

Prvek	Zařízení	Počet
1	Kontrolér systému LUCA Pick-by-Light	Min. 1
2	Moduly systému LUCA Pick-by-Light	
3	Skener čárových kódů	

Schéma systému Pick by ePaper

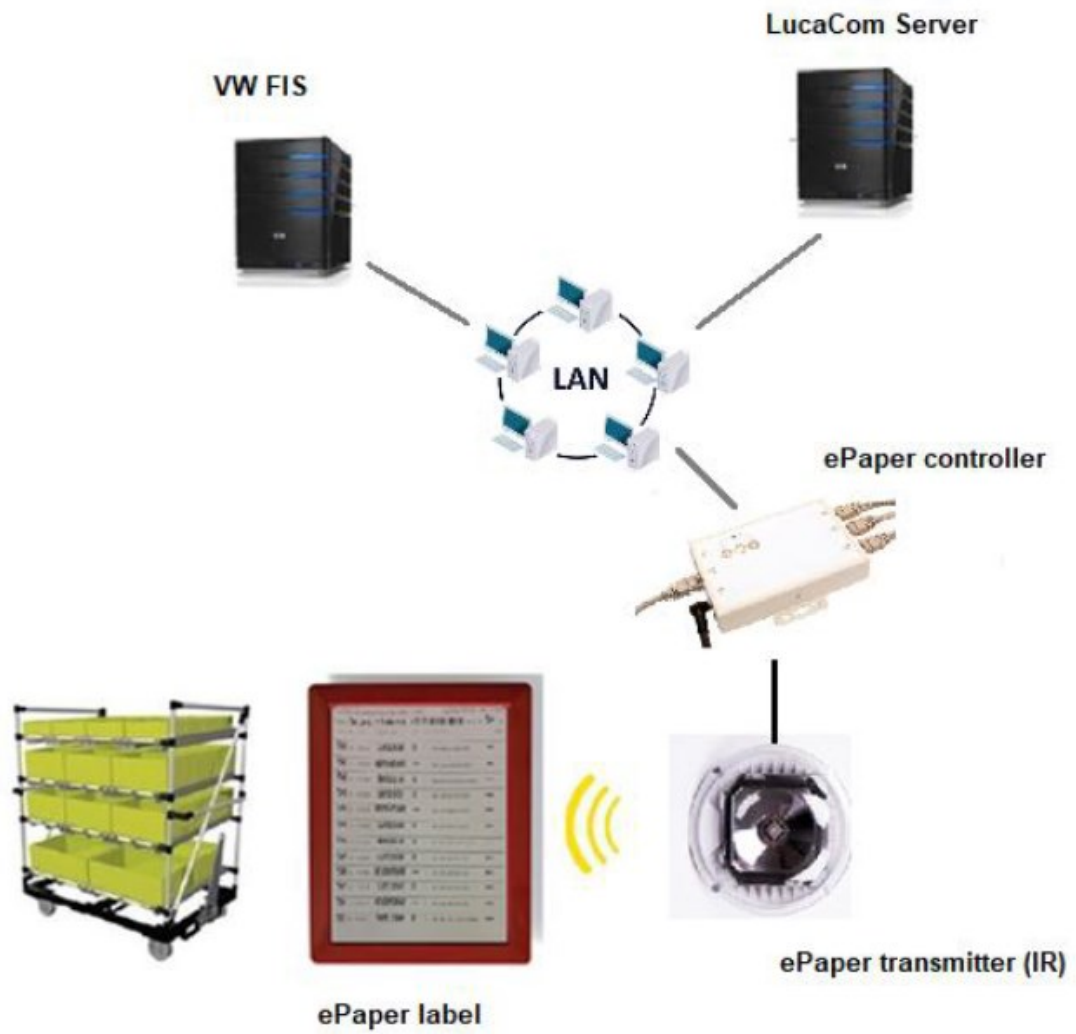
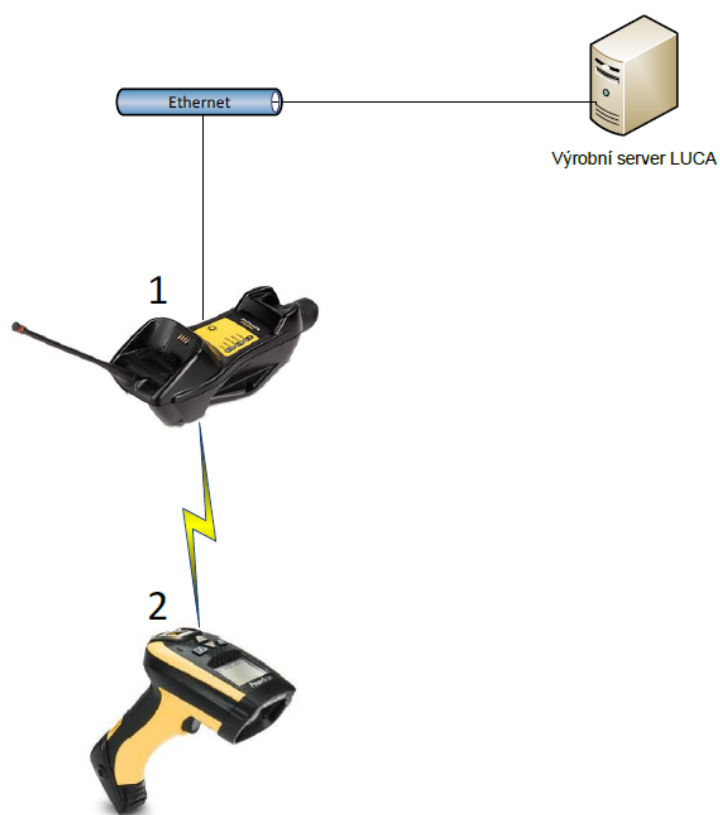


Schéma systému Pick by Scan



Obrázek 3.1 Struktura systému

Prvek	Zařízení	Počet
1	Hlavní stanice skeneru čárových kódů	1
2	Skener čárových kódů	1

Schéma systému Pick by Frame

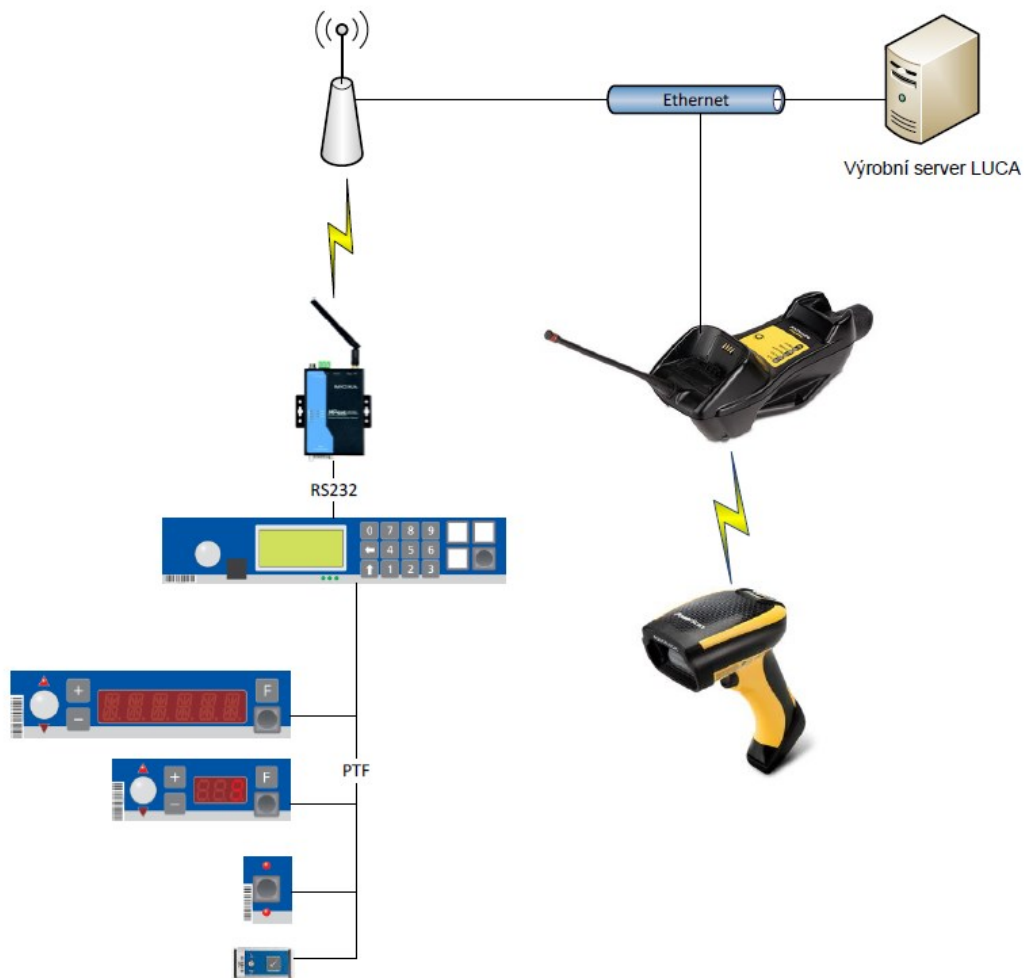
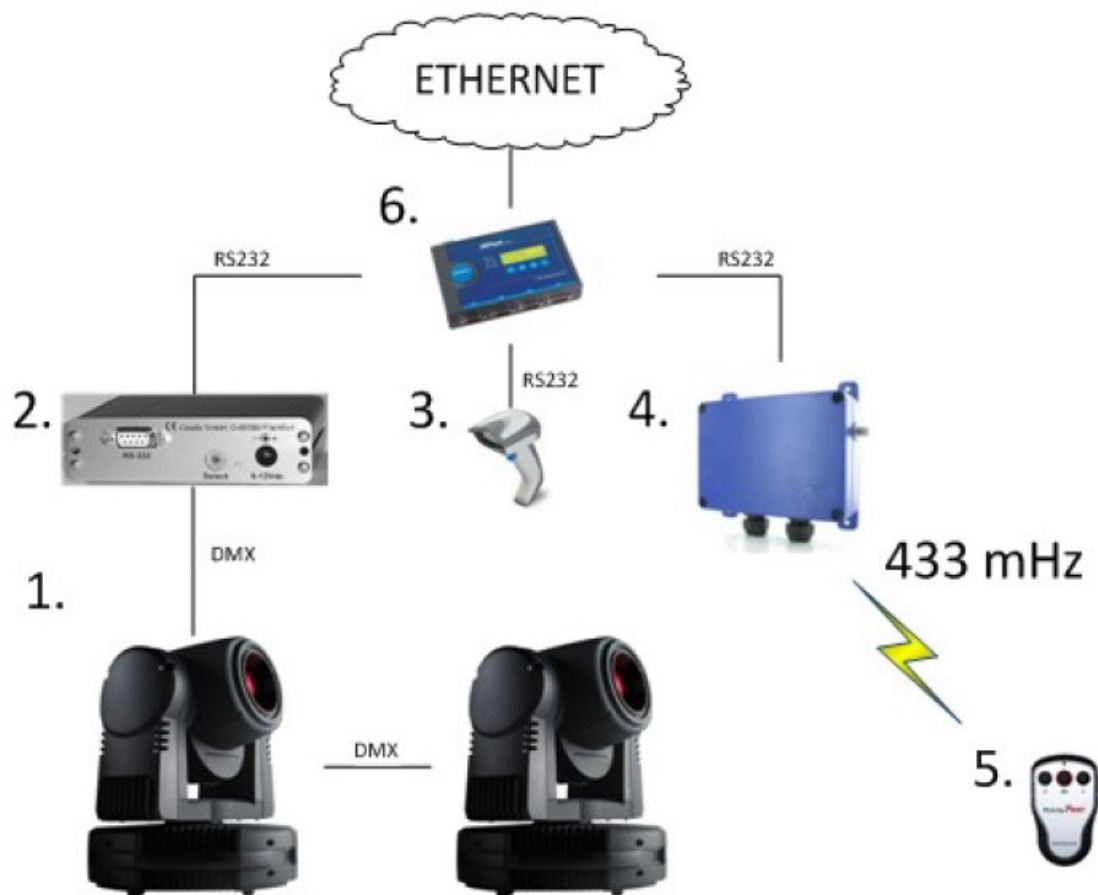


Schéma systému Pick by Point



Autor/ka	Bc. Martin Diblík, DiS
Název DP	Implementace vyššího stupně automatizační techniky a digitalizace v logistických procesech
Studijní obor	LOG
Rok obhajoby DP	2020
Počet stran	82
Počet příloh	17
Vedoucí DP	Ing. Libor Kavka, Ph.D.
Anotace	Tato práce se zabývá návrhem nových vybraných automatizačních technologií v automobilovém průmyslu. Součástí návrhu bude bezpapírová logistika v podobě ePaperu v logistických procesech v automobilním průmyslu, pro zlepšení logistických procesů. Využitím technologie ePaper bude šetřena elektrická energie. Také se bude zabývat efektivnějším vychystáváním materiálu.
Klíčová slova	Bezpapírová logistika, digitalizace, logistické procesy, ePaper, robotizace, vizualizace, optimalizace.
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	