

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.**

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208T088 Podniková ekonomika a management provozu

## **NASAZENÍ AUTOMATICKÉHO ODVOLACÍHO SYSTÉMU PRO KLT A MONTÁŽE**

**Bc. Šárka KVAPILOVÁ**

Vedoucí práce: Ing. Pavel Wicher



Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne 17.05.2018

Kvapilová Šárka

Děkuji Ing. Pavlu Wicherovi za odborné vedení diplomové práce, ochotné poskytování rad a informačních podkladů. Zároveň patří mé velké díky panu Ing. Miroslavu Pekárkovi, pracovníkovi interní logistiky v závodě Kvasiny, za pomoc při získávání potřebných podkladů pro diplomovou práci. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu, především pak mému příteli za trpělivost a pomoc v průběhu studia na vysoké škole.

## Obsah

Úvod.....	6
1 Společnost ŠKODA AUTO a.s.....	7
2 Logistika.....	11
2.1 Interní logistika .....	13
2.2 Interní odvolací systémy.....	19
3 Vícekriteriální rozhodování .....	29
4 Analýza současného stavu poznání .....	32
2.1 Interní logistika v závodě Kvasiny .....	32
2.2 Odvolací systémy v závodě Kvasiny .....	34
2.3 Důvody pro změnu systému .....	36
5 Vlastní návrh řešení či aplikace .....	39
5.1 Návrh A .....	39
5.2 Návrh B .....	42
5.3 Návrh C .....	44
6 Vyhodnocení.....	46
6.1 Kritéria hodnocení .....	46
6.2 Stanovení vah kritérií.....	51
6.3 Výsledky vícekriteriálního hodnocení .....	52
Závěr .....	59
Seznam literatury .....	61
Seznam obrázků a tabulek.....	63

## Úvod

V současné době se stále více ve společnostech objevuje pojem „Průmysl 4.0“. Tento pojem se týká zavádění automatizací uvnitř společností. Jelikož je logistika nedílnou součástí podniku a je svou funkcí schopna ovlivňovat jak náklady, tak výnosy společnosti, týká se automatizace i této oblasti. V mnoha společnostech dochází k velkému nárůstu výroby, kterou již není snadné řídit vždy manuálně. Automatické systémy proto napomáhají svou funkcí i zvyšovat produktivitu práce. Díky řízení interní logistiky pomocí automatických systémů dochází ke snižování chybovosti, a proto je důležité se tímto tématem zabývat.

Ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. již mnoho automatických systémů napříč různými odděleními funguje. V závodě Kvasiny došlo v posledních pár letech k velkému nárůstu objemu výroby, z tohoto důvodu by pro něj byla automatizace uvnitř interní logistiky přínosem. Interní logistika v závodě Kvasiny byla doposud řízena Kanban systémem. Díky zvažování zavedení automatického odvolacího systému je v rámci této práce popsáno několik návrhů řešení této situace pomocí nasazení automatického odvolacího systému.

Cílem této práce je analyzovat prostředí interní logistiky v závodě Kvasiny a na základě těchto poznatků navrhnout pomocí metody vícekriteriálního rozhodování řešení pro nasazení automatického odvolacího systému.

Na začátku práce je stručně popsána společnost ŠKODA AUTO a.s., zejména pak události, jež se udály v průběhu roku 2017. Teoretická část je věnována poznatkům o logistice obecně, dále je popsáno řízení interní logistiky a interních odvolacích systémů, které se v posledních letech začínají vyskytovat čím dál více. Jelikož jsou návrhy řešení hodnoceny vícekriteriální analýzou, je zde stručně popsán i postup, podle kterého se vícekriteriální rozhodování uskutečňuje. V praktické části je pak zanalyzována současná situace v závodě Kvasiny, hlavním předmětem analýzy je interní logistika a odvolací systémy fungující uvnitř závodu. Dále jsou definovány i důvody, které vedly k myšlence nasazení automatického odvolacího systému. Na základě analýzy jsou navržena řešení a v závěru je pomocí již zmíněného vícekriteriálního rozhodování vybráno nejvhodnější řešení.

## **1 Společnost ŠKODA AUTO a.s.**

Společnost ŠKODA AUTO a.s. je jedním z největších a nejvýznamnějších průmyslových podniků na území České republiky. „Předmětem podnikatelské činnosti společnosti je zejména vývoj, výroba a prodej automobilů, komponentů, originálních dílů a příslušenství značky ŠKODA a poskytování servisních služeb,“ (*Výroční zpráva 2017, ŠKODA AUTO a.s., 2017*)

Tato automobilová společnost se může pyšnit jednou z nejstarších historií ze všech automobilek světa. Počátky působení sahají až do roku 1895, kdy společnost založil Václav Klement spolu s Václavem Laurinem. Díky nim se Česká republika stala tradičním výrobcem automobilů, jež trvá téměř nepřetržitě již přes 100 let. V současnosti společnost zaměstnává celkem přes 31 600 osob.

Od roku 1994 je společnost ŠKODA AUTO a.s. součástí koncernu VOLKSWAGEN, do kterého se mimo jiné řadí i Audi, Lamborghini, Bentley, Bugatti Automobiles, MAN, Scania a SEAT.

### **Závody společnosti ŠKODA AUTO a.s.**

Společnost ŠKODA AUTO a.s. má na území České republiky celkem 3 výrobní závody, avšak vozy této značky se vyrábí též v Číně, Indii, Rusku, Alžírě, na Slovensku a Ukrajině. Největším závodem v České republice a zároveň sídlem společnosti je závod v Mladé Boleslavi. Zde se vyrábí modely FABIA, RAPID, OCTAVIA, KAROQ a SEAT TOLEDO. Druhý výrobní závod se nachází v Kvasinách, ten je v současné době zaměřen především na modely SUV: KODIAQ, KAROQ a SEAT ATECA plus se zde vyrábí model SUPERB. Poslední závod na našem území působící v Pokrkonoší ve městě Vrchlabí se zabývá výrobou automatických převodovek DSG 200.

### **Produktové portfolio**

V roce 2017 došlo k inovaci vzhledu modelu ŠKODA CITIGO, která se týkala jak přední části vozu, tak jeho interiéru. Tento typ vozu se řadí mezi malá městská auta a je nabízen také v provedení poháněný plynem pro mírnější dopad užívání na životní prostředí.

ŠKODA FABIA od loňského roku nabízí, stejně jako modely vyšších řad, službu ŠKODA CONNECT, díky které může být zákazník vždy online. Díky této službě je chpen cestující převést díky aplikaci z chytrého telefonu hudbu nebo navigační data.

ŠKODA AUTO a.s. vylepšila v roce 2017 optický vzhled a technickou vybavenost i u modelu ŠKODA RAPID. Byla uchována jeho široká nabídka prostoru pro cestující i jejich zavazadla. Speciální verze tohoto modelu jsou vyráběny pro klíčové trhy v Indii, Číně a Rusku.

Model ŠKODA OCTAVIA je naprostým bestsellerem napříč produktovým portfoliem. V průběhu roku 2017 u něho došlo k velkým změnám týkajících se vzhledu vozu, mezi které patří nově designovaná přední maska, otvory pro přívod vzduchu a světlomety. Provedení ŠKODA OCTAVIA vedle typů liftack a combi nabízí také ŠKODA OCTAVIA SCOUT, G-TEC poháněnou zemním plynem a sportovní verze RS s výkonem 230 kW nebo 245 kW.

ŠKODA KAROQ se do produktového portfolia dostal právě roku 2017. Se svou délkou 4,38 m a zavazadlovým prostorem o objemu až 1 360 litrů se stal poněkud oblíbeným a zároveň druhým nabízeným SUV společnosti. Tento model se mimo jiné vyznačuje širokou nabídkou technické vybavenosti vozu, jako je např.: zadní sedadla vybavena systémem VaroFlex, virtuální pedál, systém ŠKODA CONNECT, Care Connect v případě nutnosti asistence nebo schopnost vozu vytvořit lokální wi-fi síť pro cestující.

ŠKODA KODIAQ byl prvním představeným modelem v produktové řadě SUV. Vůz v délce 4,70 m je nabízen v pětimístném i sedmimístném provedení podle potřeb zákazníka. Společnost díky němu otevřela dveře nové éře svého budoucího vývoje.

Posledním doposud nezmíněným je model ŠKODA SUPERB, který se stal průkopníkem nové éry ŠKODA AUTO vůbec. Jedná se již o třetí řadu tohoto úspěšného modelu, který je vyráběn ve verzích limousine a combi.

## **Finanční situace**

Rok 2017 byl pro společnost ŠKODA AUTO a.s. doposud nejúspěšnějším rokem v mnoha finančních oblastech. Celkem bylo zákazníkům dodáno 1 201 tis. vozů, čímž byla již počtvrté překročena hranice milionu prodaných vozů během jednoho roku.



Nejprodávanějšími modely roku 2017 byly ŠKODA OCTAVIA, ŠKODA FABIA a ŠKODA SUPERB. Zisk po zdanění za roční období 2017 dosáhl výše 31,8 mld. Kč a zaznamenal tím meziroční růst 26,2 %.

Na výzkum a vývoj nových produktů bylo investováno celkem 15,4 mld. Kč, který je pro budoucnost značky nezbytností.

## **Výroba**

Budoucnost ŠKODA AUTO a.s. se řídí i nadále podle nastavené Strategie 2025, kde jsou stanovené cíle a vize společnosti do roku 2025.

V průběhu roku došlo k mnoha změnám, a to především v závodě Kvasiny. Zde se přešlo kvůli navýšení výrobních kapacit na 18směnný systém, který souvisel i s novým nábořem zaměstnanců. V únoru došlo k ukončení výroby modelu ŠKODA YETI a následoval začátek výroby ŠKODA KAROQ, o který je velký zájem. Z tohoto důvodu se v současnosti vyrábí, jak v Kvasinách, tak v závodě Mladá Boleslav.

Celkový počet vyrobených vozů značky ŠKODA AUTO a.s. dosáhl na území České republiky počtu 767 474 a byl zaznamenán meziroční růst o 7,9 %. Pokud se do celkového počtu započítá i výroba modelů značky SEAT, jedná se o 858 103 vozů vyrobených společností ŠKODA AUTO za rok na území České republiky, celosvětově pak 1 330 318 včetně ostatních koncernových značek.

## **Prodej**

Největšími trhy, do kterých ŠKODA AUTO a.s. své vozy dodává, jsou Čína, Německo a Česká republika. Meziročně vzrostl prodej vozů značky ŠKODA o 6,6 %. Úpadek na prodejích pocítily modely ŠKODA CITIGO, OCTAVIA a YETI, naopak růst byl viděn u modelů ŠKODA FABIA, SUPERB a KODIAQ.

## **Řízení lidských zdrojů**

Meziroční změny se dotkly také zaměstnanců, jejichž počet byl navýšen celkem o 11,6 % napříč všemi třemi závody (Mladá Boleslav, Kvasiny a Vrchlabí). K těmto změnám došlo díky již zmíněnému růstu poptávky po vozech značky ŠKODA. Největší nárůst počtu proběhl v Kvasinách.

V souvislosti s těmito změnami společnost ŠKODA AUTO a.s. spolu s přispěním Vlády ČR navýšila investice do tohoto regionu, aby mohlo dojít ke zlepšení dopravní infrastruktury, rozvoji regionu, školství, zdravotnictví apod.

## 2 Logistika

„Za předmět logistiky jsou v novodobé teorii i praxi nejčastěji považovány fyzické a s nimi spojené informační a peněžní toky, které se uskutečňují při uspokojování požadavků po produktech (výrobcích i službách)“ (Macurová, 2014). Toky jsou zde myšleny jako jakýkoli pohyb, posun, přesun, apod. V případě fyzického toku se jedná o položky hmotného rázu. Řadí se mezi ně například materiál, polotovary, hotové výrobky, apod. Informační tok zajišťuje podklady a předává informace o tom, jak, kdy, v jakém množství, za jakých podmínek apod. má být fyzický tok uskutečněn, nebo dokumentuje samotný průběh toků. Posledním článkem v logistice je tok peněžní, který řeší pohyb peněžních prostředků spojených s problematikou materiálových a finančních toků.

Oxfordský slovník vyjadřuje logistiku jako „detailní koordinaci souboru operací zahrnujících velké množství lidí, zařízení a zásob,“ (Pearsall, 2001).

Dalším způsobem porozumění logistice je pohlížení na ni jako na soubor osmi důležitých pravidel, která spočívají v získání správného produktu, správnou cestou, ve správném množství a kvalitě, na správné místo, správnému zákazníkovi za správné náklady (Mangan, 2016). Zde je popsáno, jakým způsobem by logistika měla fungovat tak, aby byla efektivní.

Jiný zdroj logistiku definuje takto: „Průřezová funkce zabývající se prováděním a kontrolou hmotných a s nimi spojených informačních toků od dodavatele do podniku, uvnitř podniku a z podniku k odběrateli,“ (Tomek, 2014). Z této definice plyne, že se společnost musí zaměřit i na toky probíhající uvnitř podniku, aby mohl proces fungovat optimálně. Logistika může díky svému působení napomáhat společnosti dosahovat stanovených cílů a zároveň zvýšit schopnost konkurence vůči jiným společnostem (Tomek, 2009), proto je důležité se jí věnovat v rámci řízení výroby.

Cílem logistiky je zajistit bezporuchový a efektivní hmotný tok, což vyžaduje (Tomek, 2014):

- organizační uspořádání průběhu hmotných statků souvisejících s výrobou a nákupem ve firmě,
- vhodné prostorové uspořádání,
- organizaci, případně synchronizaci pohybu materiálu ve výrobě,

- výběr vhodných logistických zařízení, manipulačních a dopravních systémů,
- výměnu dat při předávání hmotných statků v rámci firmy a jejím okolí.

Dodržení všech těchto požadavků není vždy jednoduché, proto občas dochází k odchylkám od daných plánů. Tyto odchylky by měly být předem stanoveny a musí se pohybovat v určitých mezích, které by se už neměly dále překračovat. S těmito odchylkami počítají zároveň i účastníci logistického řetězce.

Logistický řetězec obsahuje spoustu článků a musí plnit určité činnosti. Mezi hlavní logistické činnosti se řadí (Sixta, 2009):

- zákaznický servis – Customer service,
- prognózování (plánování) poptávky – Demand forecasting (planning),
- řízení stavu zásob – Inventory management,
- logistická komunikace – Logistics communications,
- manipulace s materiálem – Material handling,
- vyřizování objednávek – Order processing,
- balení – Packaging,
- podpora servisu a náhradní díly – Parts and service support,
- stanovení místa výroby a skladování – Plant and warehouse site selection.

Logistických činností je celá řada a i zde se vztahují na tok materiálu, informací a peněžních prostředků s procesy spojenými.

V dnešní době rostoucího trendu poptávek po výrobcích a službách musí být logistika schopna se v co nejkratším čase přizpůsobit daným potřebám. Toto není vždy jednoduché – přizpůsobit se musí celý logistický řetězec, který zahrnuje mnoho článků. Logistický řetězec ve výrobních podnicích se typicky skládá z počáteční dopravy surovin a materiálu, následně jeho uskladnění, přepravy uvnitř podniku, kdy materiál mění společnost postupně ve finální výrobek, výstupní kontrola a balení, uskladnění hotových výrobků, expedice výrobků a finální doručení zákazníkovi (Christopher, 2010). Při takovéto složitosti je nutné využívat logistických systémů, které pomáhají jednotlivé toky řídit, tak aby na sebe plynule navazovaly.

V těchto systémech se postupem času vyvinulo i několik logistických technologií, kam se řadí (Sixta, 2009):

- Kanban,
- Just-in-Time,
- Quick Response,
- Efficient Consumer Response,
- Hub and Spoke,
- Cross-Docking,
- koncentrace skladové sítě,
- kombinovaná přeprava,
- automatická identifikace,
- počítačově integrovaná technologie přípravy a řízení výroby i oběhu,
- komunikační technologie.

Tyto logistické technologie fungují napříč celým logistickým řetězcem. Obecně se logistika dělí na dvě velké podskupiny, jimiž jsou interní a externí logistika (Savitskie, 2007). V případě interní logistiky jsou brány v potaz veškeré logistické toky uvnitř společnosti. Oproti tomu externí logistikou je myšlena ta část procesů zabývající se toky, které probíhají v interakci s jinými společnostmi. Dnes se pro tyto činnosti používá pojem SCM (supply chain management) neboli řízení dodavatelských řetězců. Součástí řízení dodavatelských řetězců je mnoho logistických procesů, které na sebe navzájem navazují a řídí chod od dodavatele až po konečného zákazníka. Interní a externí logistika musí dohromady tvořit jeden celek a spolupracovat tak, aby nebyl ohrožen chod společnosti kvůli nedostatku nebo neefektivnosti toků, jež logistika obecně uskutečňuje.

## **2.1 Interní logistika**

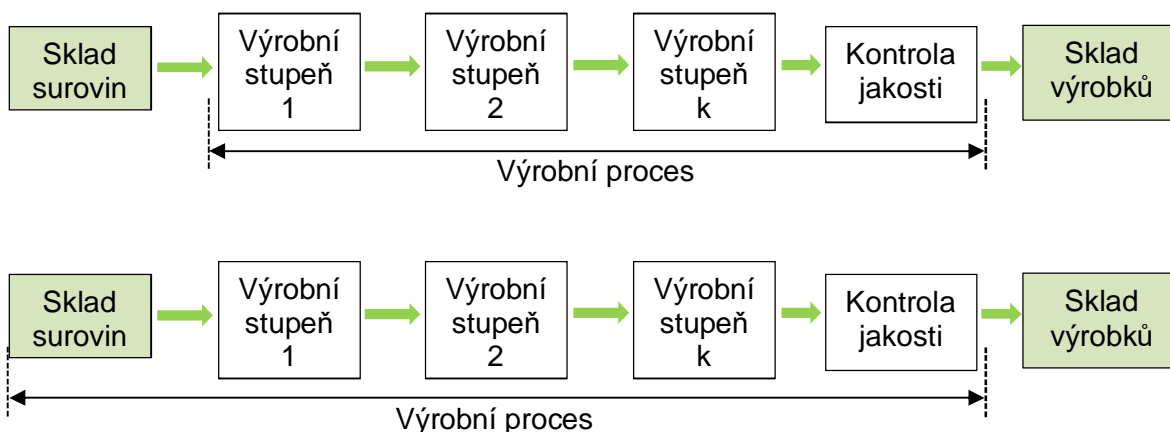
Interní logistikou se myslí logistika zajišťující tok fyzický, peněžní a informační uvnitř podniku. Úkolem interní logistiky je příprava materiálu pro potřeby výroby, ale také vychystání dodávek pro odběratele. Díky těmto krokům je logistika schopna ovlivňovat náklady a výnosy společnosti (Černý, 2014).

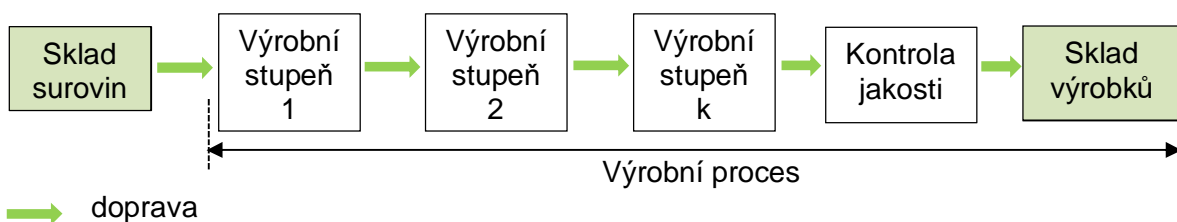
Úkolem interní logistiky je zajištění materiálového toku, které spočívá jak v navážení materiálu, tak i pohybu polotovarů a hotových výrobků. Tyto toky musí splňovat několik požadavků, tedy musí být (Jurová, 2013):

- přímočaré,
- přehledné,
- bez vracení,
- bez problémového křížení,
- co nejkratší,
- apod.

Z výpisu požadavků na tok uvnitř podniku je jasné, že se musí jednat o co nejméně komplikovaný proces, který musí být předem naplánován. Právě proto bývá logistické řízení součástí strategického plánování společnosti.

Inerní logistika je v širším pojetí součástí řízení výroby uvnitř podniku. „Výroba je uskutečňována v prostředí výrobních procesů tvořených souborem technologických a logistických operací, jejichž realizace je nezbytný pro výrobu výrobku v požadovaném množství, kvalitě, stanoveném termínu a požadovaných nákladech,“ (Gros, 2016). Jak je z definice zřejmé, logistické procesy hrají ve výrobě podstatnou roli. Může díky ní být ovlivně jak stanovený termín, tak náklady. Mezi tyto logistické operace se řadí doprava mezi operacemi, výrobními úseky, dílnami, skladování polotovarů mezi operacemi apod. Vymezení výrobního procesu s ilustrací logistického toku je znázorněn v Obrázku 1 níže.





**Obrázek 1** Vymezení výrobního procesu (Gros, 2016)

Z Obrázku 1 je zřejmé, že výrobní proces může být vymezen hned několika způsoby. Buď je výrobní proces definován pouze jako výrobní operace, nebo již od skladu surovin, nebo po sklad výrobků. Logistické toky mezi nimi jsou naznačeny šipkou.

V současnosti se společnosti zaměřují na princip štíhlé výroby, jejímž hlavním cílem je „takový redesign stávajících a návrh nových výrobních procesů, který zajistí zkrácení průběžné doby výroby a odstranění všech zdrojů plýtváním tak, aby došlo k razantnímu růstu produktivity práce a poklesu výrobních nákladů,“ (Gros, 2016).

Průběžná doba výroby je definována jako časový interval, který je vymezen dobou mezi zahájením první operace a ukončením poslední operace ve výrobě, (Sato, 2014). Mezi jednotlivé zdroje plýtvání se ve společnostech řadí (Gros, 2014):

- nadvýroba,
- zbytečné zásoby,
- realizace zbytečných činností,
- zbytečné prostoje,
- zbytečná doprava, manipulace,
- opravy.

Nadvýroba je způsobena výrobou příliš velkého množství výrobků, než zákazníci požadují. Vzniká díky proměnlivému zájmu zákazníků o produkt a ze strany společnosti snaha maximalizovat výrobu. Nadvýroba však přináší plýtvání v podobě zbytečných zásob. Zbytečné zásoby přinášejí nárůst nákladů na jejich skladování a postupem času výrobky ztrácejí díky skladování na hodnotě a společnost tyto vynaložené prostředky nemůže využít v jiných oblastech. Zbytečnými činnostmi jsou myšleny činnosti, jež nepřinášejí takový užitek společnosti a nejsou nezbytně nutné. Mezi tyto činnosti patří např. „činnosti nad rámec technologických a pracovních instrukcí,

nebo činnosti, které nepřinášejí hodnotu pro zákazníky,“ (Gros, 2014). Zbytečné prostojí, kam se řadí čekání strojů či pracovníků z důvodu nedostatku materiálu. Tento problém způsobuje společnosti nenahraditelné ztráty, které jsou též promítnuty do plýtvání. Zbytečná doprava a manipulace je výsledkem nedodržení zásad toků, kterými jsou požadavky na přímočaré, přehledné, co nekratší toky bez vracení a problémového křížení. Opravy, které jsou neplánované, způsobují též ztrátu v podobě zastavení výroby v důsledku odstraňování daného nedostku.

Interní logistika je také nazývána mikrologistikou nebo podnikovou logistikou (Magnusková, 2014). Jak je ale zřejmé, jedná se pouze o dílčí prvek logistiky, nejsou zde totiž zahrnuty toky od dodavatele, ani následně k zákazníkovi. Pro zlepšení fungování interní logistiky je potřebné dodržet určité kroky.

Prvním důležitým krokem je již zmíněná příprava materiálu pro výrobu. V mnoha případech se velikost balení dodávky od dodavatele neshoduje s přesnými požadavky výroby, a proto je nutné zajistit manipulační jednotku těmto požadavkům odpovídající. V některých případech je nutné materiálové položky předpřipravit již ve skladu, aby docházelo ke zrychlení výrobního procesu.

Druhým faktorem ovlivňujícím průběh výrobního procesu je, jakým způsobem je materiál do výrobního procesu zavážen. Materiál může být navážen buď logistickými operátory, nebo automaticky.

Oba tyto faktory souvisejí hlavně s funkcí skladovacích systémů. V případě štíhlého řízení výroby se požaduje co největší možné snižování skladových zásob, avšak i nadále musí mít společnost alespoň optimalizovanémnožství zásob uložených na skladě. Tyto sklady jsou tvořeny především z důvodu předcházení nedostatku materiálu ve výrobě.

„Primární – hlavní – funkcí skladu je expedovat materiál (zboží) v množství, kvalitě, skladbě, obalech a přepravních prostředcích, v čase (lhůtách, frekvenci) v pořadí (sekvenci) podle požadavků odběratelů,“ (Pernica, 2005). To, jakým způsobem je materiál ve skladu umístěn se souhrně nazývá skladovací technologie. Skladovací technologie se dělí na dvě části, a to na statickou a dynamickou (Gros, 2014). Skladování materiálu může být buď na volné ploše, ve skladovacích nádržích a silu, podzemních zásobnících, nebo v regálovém systému.



Zásoby vytvářené v rámci skladů je možné definovat podle specifické funkce, jež plní, a to na (Jurová, 2013):

- obratové zásoby,
- pojistné zásoby,
- zásoby pro předzásobení,
- vyrovnávací zásoby,
- zásoby v logistickém kanále,
- dopravní zásoby.

Obratová zásoba vzniká ve společnosti z důvodu ekonomické výhodnosti dodání materiálu v expedované dávce, kterou určuje zpravidla dodavatel. Materiál je dodáván v daném množství obsaženém v manipulační jednotce, proto ho naskladníme více, než je jeho skutečná spotřeba. Pojistná zásoba slouží k vykrytí neshody výkyvů v poptávce a čase, za který je schopen dodavatel materiál dodat. Zásoby pro předzásobení slouží společností v případě, že plánují či předvídají určitý výkyv, např. v době dovolených. Vyrovnávací zásoby bývají minimální a vznikají z důvodů očekávaných drobných výkyvů. Zásoby v logistickém kanále tvoří materiál, který je již objednaný, ale ještě nebyl doručen na místo určení. Posledním druhem zásob jsou dopravní zásoby, které zastupují prvky logistického řetězce, jež se přesouvají z jednoho místa na druhé.

Všechny výše zmíněné možnosti skladování materiálu se řadí do statické části skladovacích systémů. Na ni navazuje část dynamická, která má za úkol zajistit veškerou manipulaci s materiálem, dopravu, kompletaci a balení (Gros, 2014). Mezi dynamické části skladovacích systémů se řadí ruční manipulace, manipulační vozíky s motorovým pohonem, skluzy, dopravníky a jeřáby.

Dalším úkolem skladu je kompletace objednávek. Ta vyžaduje pro svou činnost využití lidské práce, ale u některých společností, kde vyřizují opravdu velké množství objednávek je vhodné i zavedení automatizace. Investice do tohoto systému je však finančně náročná. Kompletace je velmi náročná činnost, ať už fyzicky tak i časově. Společnosti se proto snaží nějakými kroky u zvyšování produktivity v této oblasti. „Vychystávání – proces získávání produktů ze skladů (nebo pojistných míst) v reakci na konkrétní přání zákazníka – patří k nejvíce pracným operacím ve skladech

s manuálními kompletačními systémy a velmi kapitálově náročným operacím ve skladech s automatizovanými systémy,“ (Tompkins, 2003). Z této definice je zřejmé, že se jedná o náročnou, ale nezbytně nutnou činnost.

Aby mohl být materiál přepravován, musí být součástí obalu a je shromažďován do manipulačních/přepravních jednotek. Obaly mají mnoho funkcí, jež musí splňovat (Gros, 2014):

- ochranná,
- manipulační,
- informační,
- ekologická.

Mezi manipulační jednotky se řadí: ukládací krabice, bedy, přepravky, paletové manipulační jednotky, manipulační plošiny, paletové kontejnery, velké kontejnery, lichter (člunové kontejnery schopné vlastní plavby).

Operátoři interní logistiky jsou pro chod společnosti (výrobního procesu) nezbytně nutní. Lidský faktor je v mnoha případech nenahraditelný. I přes to se společnosti v rámci bezpečnosti práce snaží pohyb operátorů logistiky ve výrobním procesu s narůstajícím objemem výroby minimalizovat. Negativním dopadem pro výrobu může být v případě lidského faktoru jeho chybovost, proto dostávají ve společnostech prostor čím dál více automatizované prvky, pokud je lze efektivně využít.

Příkladem automatického navážení materiálu, který je ve velké míře využíván v automobilovém průmyslu jsou automatické transportní vozíky neboli „FTS vozíky“ fungující třemi způsoby navážení materiálu na montážní linku. Těmito třemi způsoby jsou myšleny možnosti, jakými lze řídit trasy, po kterých se automatické vozíky pohybují.

Prvním způsobem je řízení automatického vozíku pomocí zadání zastávek spínačem. Tento vozík má jasně nastavená místa a navážený materiál, který musí na dané místo doručit a zároveň si zde vyzvednout prázdnou manipulační jednotku od původních dílů. Díky ručnímu zadávání zastávek se jejich počet a místa mohou libovolně lišit a nemusí čekat na daný termín navážení.

Druhým způsobem je systém řízení automatického vozíku nazvaný SQVISUAL. Tyto vozíky jsou propojené pouze s jedním místem ve výrobě a jsou autonomně

řízeny právě z tohoto místa. Často bývá jejich navázení řízeno dle předem vypočteného časového intervalu.

Třetím typem řízení tras jsou vozíky, jež projíždí skrz montážní linku v pravidelných časových intervalech a jejich zastávky jsou předem dané právě podle intervalů. Díly se stejným časovým intervalem jeho potřeby je navážen právě tím jedním automatickým vozíkem. Ve stejném pořadí projíždí i skladem, kde materiál nabírá.

## **2.2 Interní odvolací systémy**

Součástí logistických systémů jsou odvolací systémy fungující uvnitř podniku i mimo něj. Interní odvolací systémy v logistice slouží ke komunikaci skladu s konečným místem spotřeby nebo využití materiálu. Logističtí pracovníci musí být informováni o množství a druhu požadovaného materiálu, který je potřeba doručit na místo konečného zpracování. V této oblasti logistiky postupem času dochází k navyšování automatizace fungování těchto systémů a k urychlení a usnadnění daného procesu. S přibývajícím množstvím produkce ve výrobních podnicích a následnému odbytu je nutný co nejjednodušší, nejrychlejší a co možná nejpřesnější tok informací.

V dnešní době společnosti začínají využívat internet jako zdroj a úložiště dat, které pomáhá ke snadnější komunikaci mezi subjekty. Díky propojení touto sítí může dodavatel odvíjet svou výrobu podle objednávek subjektu, ve kterém se odehrává jeho konečná spotřeba.

Odvolací systémy se podle typu odvolávek řadí do dvou velkých skupin, kterými jsou:

- manuální odvolací systémy,
- automatické odvolací systémy.

Manuální odvolací systémy jsou nazývány manuálními právě díky potřebě operátorů logistiky při jejich odvolání. Zpravidla jsou pracovníci logistiky právě těmi, kteří odvolávku vyřizují a provádějí. Odvolávka probíhá tak, že zaměstnanec interní logistiky průběžně hlídá dostupnost materiálu na montážní lince a pokud je potřeba materiál doplnit, ze skladu vychystá, nebo nechá vychystat materiál a zpětně ho doplní na montážní linku.

Primárním cílem manuálního odvolávání je, že operátor logistiky musí hlídat, aby byl materiál vždy k dispozici pracovníkům výroby v dostatečném množství a nestalo se, že by musela být výroba zastavena.

Do této skupiny odvolávacích systémů se řadí např. Kanban systém, ale i některé další. V dnešní době jsou čím dál více nahrazovány a vylepšovány tak, aby veškeré procesy související s odvolávkou probíhaly automaticky.

Manuální odvolací systémy převládají spíše v menších podnicích, kde se nevyplatí investice do automatických odvolacích systémů.

Automatické odvolací systémy se začaly objevovat teprve v nedávné době a v současnosti zažívají rozmach díky rozvoji internetu a pojmu „Průmysl 4.0“, ve kterém jsou nové technologie čím dál více začleňovány jak do výrobních tak do logistických procesů.

Tyto automatické systémy slouží především velkým podnikům, kde je potřeba řešit obrovské množství materiálu dováženého pro výrobu. Díky automatizaci a spojení s různými podnikovými systémy má společnost i přehled o celém fyzickém toku dílů a podle nich může řídit své objednávky od dodavatele. Nejlepší využití nalézají ve spojení s výrobními programy, kde je vidět i potřeba daných dílů pro různé typy výrobků.

Přínosem automatických systémů je snížení chybovosti pracovníků a zároveň snížení jejich počtu v procesu. Ve vybraných společnostech mnohdy není možné uhlídnání odvolávek samotnými operátory logistiky díky komplexnosti hotového výrobku.

I existující systémy, jako již zmíněný Kanban systém, se začíná proměňovat v automatický systém. Jedná se o e-Kanban, který je schopen řídit odvolávky též sám na základě výpočtu potřeby materiálu pro výrobu.

Automatizace procesů probíhá napříč celými společnostmi a je důležité, aby si společnosti uvědomily, že logistika je jeden z nejdůležitějších komponentů, který by měl fungovat bezchybně. Systémy, které jsou schopny si podle průběhu výroby objednávat samy materiál a nejlépe byly propojené i se systémem u dodavatele, napomáhají plynulosti chodu výrobního procesu.

Do této skupiny odvolacích systému, jež zastávají čím dál větší podíl ve společnostech, patří např. BMA, SSW nebo e-Kanban. V současnosti jich je na trhu velké množství.

V návaznosti na tuto problematiku bylo vyvinuto několik typů odvolacích systémů využívaných napříč světovou produkcí. V Tabulce 1 jsou uvedeny příklady interních odvolacích systémů využívaných ve ŠKODA AUTO a.s.

Odvolací systém	Stručný popis systému
<b>Kanban</b>  Vícekanbanový  Jednkanbanový  Obalový	Odvolací systém fungující na základě Kanban karet  Počtem Kanban karet je řízen počet KLT v oběhu  Náročné na správu  Jedna Kanban karta pro všechny KLT přímo ve skluzu  Když jsou obaly v interním oběhu, tak se průběžně stahují a doplňují podle toho, jak tečou
<b>BMA</b> Bestellmaterialabruf	Automatické odvolávky na základě zadaných parametrů (kde, co, v jakém balení, na jakém taktu)  Systém si sám dopočítá/odečte spotřebu a odvolá  Musí se hlídat (inventura, zda sedí počty apod.), nikoli však na lince
<b>SSW</b> Sensor Signal Warehouse	Typ elektronického kanbanu  Zvedne se senzor, dojde k odvolávce a její kontrole + odeslání do skladového systému k odvolávce
<b>Andon</b>	Typ elektronického kanbanu  Nefunguje automaticky, v případě, že dochází materiál, musí být objednán stiskem tlačítka
<b>Inlog@web</b>	Místo Kanban karet jsou na skluzech čárové kódy, které jsou jednoznačnou kombinací skluzu a materiálu

	Operátor hlídá stav skluzů za svůj úsek a v případě potřeby naskenuje kód a objedná
--	---

**Tabulka 1** Odvolací systémy ve ŠKODA AUTO a.s.

Více informací o zmíněných odvolacích systémech fungujících v podnicích je uvedeno níže v jednotlivých podkapitolách.

## **Kanban systém**

Kanban systém se poprvé objevil v Japonsku ve společnosti Toyota Motor Corporation (Sixta, 2005), přičemž samotné slovo „kanban“ v překladu znamená „karta“. Systém pomáhá zvýšit konkurenceschopnost na principu efektivnějšího a flexibilnějšího řízení výroby uvnitř ale i vně podniku (např. při komunikaci s dodavateli). Díky kanbanu je společnost schopna optimalizovat velikost zásob, dílů, polotovarů a podobně, což vede zároveň ke snížení nákladů a zvýšení produktivity.

Tento systém je možné využít v podnicích se sériovou, velkosériovou a linkovou výrobou nebo výrobou s jednodušší strukturou výrobků. Pro správný chod a nasazení musí podnik splňovat několik předpokladů (Pernica, 1998):

- opakovatelnost výrobních toků,
- synchronizace a vyvážené kapacity,
- nízké časy na přetypování strojů,
- vysoká jakost výroby,
- uspořádání pracovišť směřující k jednosměrnému materiálovému toku,
- předpoklady pro rychlé odstranění poruch ve výrobě,
- motivace pracovníků,
- decentralizace kompetencí.

Fungování kanbanu je založeno na „pull“ systému neboli systému tahu ve výrobě. Velikost objednávky materiálu se odvíjí podle jeho skutečné spotřeby ve výrobě. Nevznikají tak zbytečně velké nebo naopak příliš malé zásoby materiálu potřebného pro výrobu. Vzniká plynulý tok materiálu ze skladu ke zpracování téměř bez jakýchkoli prodlev.

Kanban využívá pro své odvolávky tzv. kanban karty, na kterých jsou vypsány veškeré důležité informace o materiálu. Nachází se na nich (Mačenka, 2011):

- číslo dílu,
- kód, pod kterým je díl evidován v interním systému společnosti,
- druh palety,
- navážecí množství,
- číslo příjemce,
- číslo Kanban karty,
- úložiště ve skladu,
- místo konečné spotřeby.

Velikost kanbanové odvolávky se počítá pomocí několika faktorů a pro každý díl musí být vypočítána s dostatečnou rozvahou. Principiálně se jedná o nejmenší možnou jednotku s ohledem na čas odvolání, velikost spotřeby a čas dodání dílu na požadované místo. Samozřejmě musí být započítána i několika procentní rezerva při možné prodlevě s dodáním nových dílů ke spotřebě. Kanban systém vytváří tzv. kanbanovou smyčku (Sixta, 2005).

Když kanban vyšle signál o spotřebovaném materiálu pomocí kanban karty, je kanban karta odeslána k dodavateli (ke zdroji, ze kterého materiál čerpáme) a následně dodavatelem materiál doplněn a dodán na místo spotřeby. Tento signál se opakuje pokaždé, když je daný díl spotřebován s ohledem na potřebný čas k jeho dodání. Systém je tedy nastaven tak, aby nedocházelo k přerušování výroby z důvodu nedostatečnosti materiálu a zároveň se netvořily jeho zbytečné zásoby.

Uvnitř systému musí dojít k naprosté a bezchybné součinnosti dodavatele s odběratelem, aby Kanban fungoval dle předpokladů. V současné době došlo k upravení (dalo by se říci vylepšení) systému díky využití digitalizace, kde byl Kanban posunut na e-Kanban, kdy se odvolávání a vychystávání materiálu hlídá automaticky elektronickou cestou bez nutnosti používání fyzické karty.

Na tomto principu fungují např. obchodní domy, které mají systémy propojeny s dodavateli a ti si hlídají dostupnost zboží v obchodech bez jakéhokoli nutného zásahu společnosti. Na Kanban systém přešla dokonale i společnost McDonald's,

kde jsou produkty vyráběny na základě objednávky zákazníkem, nikoliv díky tvoření zásob hotových výrobků s nízkou dobou spotřeby.

## **BMA**

Odvolání materiálu pomocí systému BMA (Bestellmaterialabruf) funguje na principu automatického odvolání materiálu na základě zadaných parametrů. Mezi tyto parametry patří co, kde, v jakém balení a na jakém taktu je potřeba daný typ materiálu (Mačenka, 2011). Systém je tedy schopen sám si automaticky objednat množství materiálu na konkrétní místo jeho spotřeby.

Systém bývá napojený současně na systém výroby, aby byl schopen určovat množství potřebného materiálu na jednotlivých místech spotřeby. V souvislosti s tím má BMA informace o tom, kde se zpracováván výrobek na montážní lince zrovna nachází.

Čas, kdy mám být nová objednávka uskutečněna, se vypočítává pomocí množství dílů na místě konečné spotřeby, skutečné potřeby a rezervy. Znamená to, že pokud je množství dílů na místě konečné spotřeby menší, než jeho potřeba v součtu s rezervou, je nutné okamžitě vyslat novou objednávku materiálu na dané místo.

Díky hlášení o místě, kde se v současné době rozpracovává výrobek nachází, využívá BMA této pozice a odvolává si nový materiál v případě, že rozpracovaný výrobek projde označeným místem na montážní lince. Interval mezi tímto místem a místem konečné spotřeby je vypočten podle času potřebného pro odvolání a navedení nového materiálu pro výrobu. Systém BMA obdrží od výrobního systému signál nebo informaci o průchodu výrobku tímto místem a následně je uskutečněna objednávka. Po objednání ve skladu je odeslána zpětná informace systému o odeslání odvolávky na potřebné místo.

V systému je sledován výrobek dle jednotlivých rozpadů na potřebné díly pro montážní linku, podle toho je také jeho průchod sledován a monitorován stav na jednotlivých pracovištích po celé montážní lince. Tento fyzický stav by měl odpovídat stavu, který je počítán automaticky v systému. Pokles je vypočítáván podle současného stavu výroby dle typů výrobků, které projdou montážní linkou.



Veškerý materiál má na montážní lince již zmíněný bod, který je bodem jeho odvolání ze skladu, nejedná se však o bod jeho skutečné spotřeby, nýbrž bod nacházející se na montážní lince s dostatečným předstihem. Tento bod je vypočítán jako maximální možná doba na dodání materiálu na místo spotřeby ze skladu.

System podle výpočtů předpokládá plynulé odvolávky materiálu na místo spotřeby.

U tohoto typu systému je nutné provádět inventarizační kontrolu fyzického stavu spotřeby, zda odpovídá skutečné spotřebě na montážní lince. V případě, že by spotřeba byla vyšší než předpokládaná, např. způsobená zmetkovostí dílů, musela by se velikost odvolávek úměrně zvýšit. Naopak v případě nižší spotřeby materiálu než v systému uvedené, by se musela odvolávka snížit, aby nedocházelo k odvolání přílišného množství.

## **SSW**

SSW neboli Sensor Signal Warehouse představuje elektronický typ Kanbanu. Zjednodušeně funguje na principu senzoru umístěného ve skluzu, který když se zvedne, tak vyšle signál do systému o nutnosti odvolávky a po následné kontrole je materiál odvolán na místo konečné spotřeby. SSW je tedy systém pro zpracování a vyhodnocení signálů z jednotlivých senzorů, který je nápomocný jeho nadřazeným systémům, kterým může být např. modul pro navázení KLT (zpravidla box, který představuje manipulační jednotku) nebo systém pro skladové hospodářství společnosti.

V případě SSW systému je na skluzech jednotlivých regálů na montážní lince pod pozicí posledního KLT umístěný spínač, který komunikuje s nejbližšími Acces Pointy rozmístěnými v hale. Objednávka přes Acces Point na virtuální server, následně aplikace vyhodnotí, zda se jedná o náhodné (krátkodobé) uvolnění, nebo jestli se jedná o oprávněné uvolnění. Parametr zpoždění je zpravidla možné nastavit libovolně a následně po vyhodnocení situace je odeslána zpráva o objednání materiálu. Server přiřadí k odvolací zprávě místo potřeby z kmenových dat k tomuto signálu. Software pro sběr a řízení odvolávek odešle odvolané číslo dílu (tzv. referenční číslo) do systému, který odešle odvolávku na tiskárnu v příslušném skladu, na hand terminál operátorovi logistiky nebo do automatického skladu malých dílů (AKL skladu).

Automatická odvolávka funguje jako proces, jež je znázorněn níže na Obrázku 2. Signál je vyslán do systému SSW (Sensor Signal Warehouse), kde je následně

zpracován elektronicky přes systémy skladů a zaslán pracovníkovi logistiky na PDA zařízení s informací, že materiál je vychystán ve skladu a je potřeba ho přemístit na montážní linku podle štítku.



#### **Obrázek 2 Proces automatického odvolání**

V dalším kroku operátor logistiky doplní KLT s požadovaným materiálem do skluzu na místě konečné spotřeby a senzor zaznamená jeho dodání podle zatížení senzoru.

Software pro údržbu dat musí být přístupný společnosti, jež systém chce zavést, aby byla schopna změnit pozici dílu nebo jeho číslo jednotlivě, nebo hromadným přenosem dat včetně odvolacího senzoru s číslem dílu a pozicí. Aplikace zpravidla umožňuje náhled všech statusů odvolávky – zda je odvoláno, potvrzeno systémem a doplněno do skluzu s časovými údaji.

Mezi procesy, které řeší SSW patří:

- ověření připojovaných koncentrátorů,
- vyhodnocení a zpracování signálů,
- správa a konfigurace senzorů,
- monitoring senzorů,
- poskytování rozhraní pro nadřazené systémy.

Pro zavedení systému ve společnosti je nutné nejen nastavit senzory, jež budou hlídat stav KLT s potřebným materiálem ve skluzu. Do každého skluzu, který chce společnost řídit pomocí SSW musí umístit jeden senzor. Od konečného počtu se odvíjí také konečné náklady na zpracování.

Dalším potřebným krokem je nasatvení softwaru, který bude spolupracovat s již fungujícím systémem ve společnosti. V dnešní době je hojně využívaná počítačová síť nebo wifi signál, jež přenáší informace.

## **Andon**

Slovo Andon pochází původně z japonštiny. Zpočátku byl používán jako informační tabule u montážní linky, která zobrazovala aktuální stav pracoviště. Tento typ značení jako první využívala společnost Toyota Motors.

Jako odvolávací systém se využívá v dnešní době. Odvolávka funguje na způsobu manuálního zmáčknutí tlačítka u montážní linky, následně je informace o nedostatku materiálu odeslána do skladu logistiky a materiál je po vychystání odvezen na místo konečné spotřeby.

Pracovník výroby musí být informován o době, kdy je potřeba materiál odvolat, aby byl operátor logistiky na signál schopen reagovat a včas dovézt potřebná KLT na montážní linku.

## **Inlog@web**

Systém Inlog@web funguje podobně jako Kanban systém. Rozdíl oproti Kanban systému je hlavně v tom, že místo Kanban karet vyskytují čárové kódy, podle kterých je materiál označen a odvoláván.

Tento čárový kód je jedinečnou kombinací, pod níž je v systému k nalezení číslo materiálu a místo, kde je ve skladu umístěn a kde je na montážní lince spotřebováván.

V případě tohoto systému se nejedná o automatický odvolací systém, ale je zde nutná obsluha operátorem logistiky. Tento operátor má zpravidla na starosti určitý úsek montážní linky, který obsluhuje a zajišťuje u něho včasné dodání materiálu v případě jeho nedostatku. V rámci tohoto úseku operátor logistiky průběžně kontroluje množství materiálu na místě jeho konečné spotřeby a pokud je potřeba materiál znovu odvolat, načte si čárový kód na své čtecí zařízení a následně ho ze skladu doručí na již zmíněné místo konečné spotřeby.

V systému fungování zde není velký rozdíl oproti Kanban systému. Rozdíl je pouze v detailu – nevyskytují se zde žádné karty, které by musel operátor logistiky přemísťovat v případě potřeby z montážní linky do skladu a zpět. Nehrozí zde tedy její ztráta, jelikož data jsou zachycena ve čtecím zařízení pracovníka.

### 3 Vícekriteriální rozhodování

U mnoha rozhodovacích problémů není možné vybrat optimální řešení pouze podle jednoho kritéria, právě proto se začala používat metoda vícekriteriálního hodnocení. Díky němu je rozhodovatel nebo hodnotitel schopen vybrat buď jedno optimální řešení, nebo varianty seřadit od nejvhodnější po nejméně vhodnou.

Při vícekriteriálním rozhodování je podstatné dojít k nějakému rozhodnutí, což znamená „vybrat jednu nebo více variant z množiny přístupných řešení“ (*Vícekriteriální rozhodování z jistoty*). Rozhodovatelem je myšlen subjekt, jehož úkolem je vykonat rozhodnutí. Zpravidla je v úlohách určena konečná množina variant, ze které se vybírá tzv. optimální varianta. Jedná se o variantu, jež nejlépe splňuje podmínky nebo kritéria hodnocení.

Pro rozhodování jsou velice důležitá kritéria. „Kritéria představují hlediska, ze kterých jsou varianty posuzovány“ (*Vícekriteriální rozhodování za jistoty*). Kritéria se dělí do skupin dle jejich povahy a kvantifikovatelnosti. Z hlediska povahy se jedná o kritéria maximalizační a minimalizační. V případě maximalizačních kritérií představuje nejvyšší hodnota nejlepší hodnocení. V opačném případě, kdy jsou kritéria minimalizační je tomu naopak – tedy nejmenší hodnoty představují nejlepší hodnocení. V některých případech rozhodování jsou kritéria hodnocení jak maximalizační tak minimalizační. Zde se musí hodnoty převést všechny na jeden způsob hodnocení, aby bylo možné najít opravdu optimální variantu. V druhém případě, kdy se kritéria dělí dle kvantifikovatelnosti, jsou rozděleny na kvantitativní a kvalitativní. Kvantitativní kritéria se dají objektivně změřit podle nějaké jednotky. Kvalitativní kritéria se řídí subjektivním hodnocením hodnotitele. Tento typ kritéria nemá řádné jednotky, podle kterých by bylo možné je změřit.

Hodnocení vícekriteriálního rozhodování je většinou založeno na metodě stanovení vah kritérií, jelikož málokdy mají kritéria pro hodnotitele stejný význam. Mezi metody stanovení vah patří (*Vícekriteriální rozhodování za jistoty*):

- metoda pořadí,
- Fullerova metoda,
- bodovací metoda,
- metoda kvantitativního párového srovnání (Saatyho metoda),

- metoda postupného rozvrhu vah.

Pro potřeby této práce bude blíže popsána metoda bodového hodnocení, podle něhož budou hodnocena i kritéria vícekritériálního rozhodování v praktické části práce.

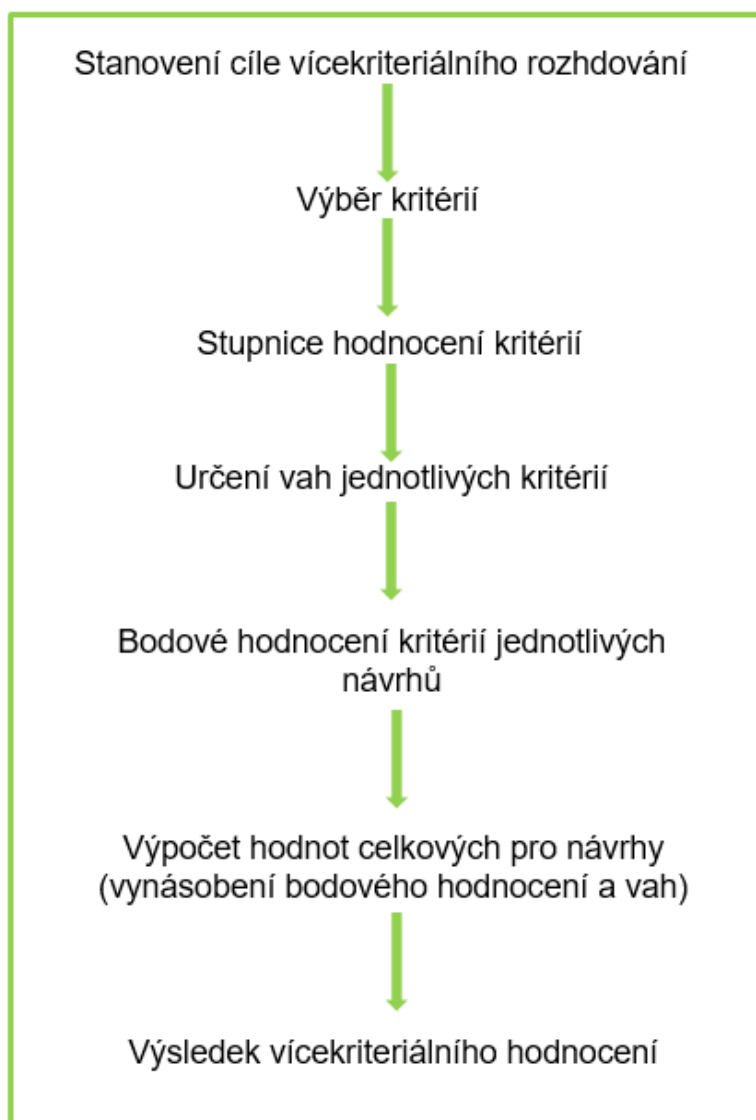
Metoda bodového hodnocení se vyznačuje ohodnocením kritérií dle důležitosti pomocí bodové stupnice. Kritérium, které je pro hodnotitele důležité, je ohodnoceno nejvyšším počtem bodů a naopak nejnižší získává bodů nejméně. Bodovací stupnice může mít rozsah, jaký si hodnotitel zvolí sám. Ve speciálním případě dochází k rozdělování 100 bodů mezi kritéria (tzv. Metfesselova alokace). Při rozdělení právě 100 bodů mezi kritéria získáme normované váhy, pokud udělené body vydělíme 100.

Dalším krokem jsou metody stanovení pořadí variant. Po ohodnocení kritérií a určení jejich vah se dostává vícekritériální rozhodování do fáze stanovení pořadí variant. Zpravidla varianta s nejlepším hodnocením se stává variantou nejlepšího kompromisního řešení podle stanovených kritérií. Výsledky jednotlivých metod se mohou od sebe navzájem lišit, záleží na rozhodovateli, jakou metodu si zvolí. Samotné metody se dělí podle toho, jaký typ informace vyžadují (*Vícekritériální rozhodování za jistoty*):

- metody vyžadující znalost aspirační úrovně vícekritériálních metod (konjunktivní metoda, disjunktivní metoda, metoda PRIAM),
- metody vyžadující ordinální informace o variantách podle každého kritéria (metoda pořadí, lexikografická metoda, permutační metoda, metoda ORESTE),
- metody vyžadující kardinální informace o variantách podle každého kritéria, kde existují tyto přístupy:
  - maximalizace užitku (metoda váženého součtu, metoda bodovací),
  - minimalizace vzdálenosti od ideální varianty (TOPSIS),
  - preferenční relace (ELECTRE, PROMETHEE),
  - metody založené na mezní míře substituce (metoda postupné substituce).

Následně je provedena analýza citlivosti preferenčního pořadí variant. Jedná se o experimentování na modelech, kdy je zjišťována preference variant při menících se vahách kritérií. Pokud preferenční pořadí variant zůstává stejné, význam jednotlivých kritérií byl rozhodovatelem správně určen. V případě, že se preferenční pořadí variant výrazně mění díky citlivosti na změny, je nutné jejich spolehlivost zvýšit. Při vícekriteriálním hodnocení variant je důležité použít více metod pro stanovení preferenčního pořadí variant, aby bylo rozhodnutí opravdu správné a rozhodovatel ho mohl považovat za nejvýhodnější.

Zjednodušený postup vícekriteriálního rozhodování za jistoty je znázorněn v Obrázku 3 níže.



Obrázek 3 Postup při vícekriteriálním rozhodování

## 4 Analýza současného stavu poznání

Současným stavem se myslí stav na obou montážních linkách v závodě Kvasiny společnosti ŠKODA AUTO a.s. V průběhu roku 2017 zde docházelo k mnoha změnám ve výrobě, které ovlivnili jejich chod.

Na montážní lince jedna (ML I) se nyní vyrábí veškeré modely SUV, kterými je myšlen KODIAQ, KAROQ a také SEAT ATECA. Druhá montážní linka je zaměřena na výrobu modelu SUPERB. Rozšíření výroby na dvě montážní linky bylo výsledkem přibývání modelů do portfolia společnosti a s ním spojený nárůst zájmu o tyto automobily. Průměrná denní produkce nyní dosahuje počtu zhruba 1200 vozů vyrobených během tří směn. Průměrná týdenní produkce je tedy rovna až 7000 vozů. Před několika lety byly výrobní kapacity téměř poloviční a takový nárůst je spojen i se změnami, které se týkají též logistického oddělení.

Mnoho odborníků se shoduje, že aby mohla být výroba dynamická a progresivní, případně vedena jako průmysl 4.0, musí tomuto řízení být přizpůsobena hlavně logistika. Výrobní závody jsou na kvalitě logistiky většinou závislé a odvíjí se podle ní celý výrobní (montážní) řetězec. Nejedná se totiž pouze o pohyb materiálu na montážní linku, ale o veškerý pohyb materiálu, polotovarů, hotových výrobků, ale také informací a peněz s nimi spojených napříč společností (závodem).

### 2.1 Interní logistika v závodě Kvasiny

V závodě Kvasiny se počet zaměstnanců interní logistiky pohybuje okolo 1 250 s rozdílem  $\pm 50$  lidí, která zahrnuje přirozenou fluktuaci pracovníků. Na technických pozicích je zaměstnáno 70 lidí, zbytek zaměstnanců zastává pozice dělnické. Logistika stejně jako výroba funguje v 18 směnném režimu, tedy 6 dní v týdnu po 3 směnách za den.

Oddělení interní logistiky musí spolupracovat s oddělením výroby, aby mělo k dispozici plány, podle kterých sestavují a připravují materiál na montážní linky. Se zvyšováním výrobních kapacit se zvyšují i požadavky kladené na interní logistiku v oblasti nulové chybovosti a časové přesnosti. Pracovníci se proto snaží naleznout způsob, jak nejlépe tyto požadavky plnit, aby nemusela být zastavována výroba v důsledku nedostatku materiálu u montážní linky.



Interní logistika v závodě Kvasiny se dělí na několik celků dle zaměření jejich pracovní činnosti.

Interní logistika Kvasiny		
Logistika Kvasiny	Logistické projekty Kvasiny	Logistické systémy Kvasiny

**Tabulka 2 Interní logistika Kvasiny**

První pracovní skupinou je logistika Kvasiny. Útvar zajišťuje plynulé zásobování výrobních linek materiálem, jeho skladování a další podpůrné činnosti vedoucí k zajištění toku materiálu v závodě Kvasiny. Mezi hlavní úkoly tohoto útvaru patří:

- příjem, zaskladnění, skladování a výdej výrobního materiálu,
- svěšování a expedice karoserií,
- externí a interní kanban výrobního materiálu,
- zápůjčky služebních vozů pro oddělení PFK.

Útvar logistických projektů zajišťuje podporu pro procesy oddělení logistiky Kvasiny. Hlavními úkoly útvaru jsou:

- podpora při náběhu logistických konceptů, procesů apod. v oblasti logistiky svařovny, lakovny a montáže,
- podpora při plánování, realizaci a provozu Pick-by systémů,
- podpora pro systémy Placpart, BMA, SSW, RBBT, SAP PM atd.,
- podpora související s procesem sekvencování a sekvenčními pracovišti,
- podpora související s procesem v supermarketech a supermarketovými pracovišti,
- podpora při plánování nových pracovišť, jejich vybavení atd.,
- činnosti související s provozem AKL, FTS a zajištění vizualizace na pracovišti,
- zajištění běžné údržby pro logistická vybavení.

Posledním útvarem oddělení interní logistiky závodu Kvasiny jsou logistické systémy Kvasiny, jejichž hlavními úkoly jsou:

- zajištění technického zázemí pro logistické systémy,

- správa logistických dat,
- podpora logistických systémů.

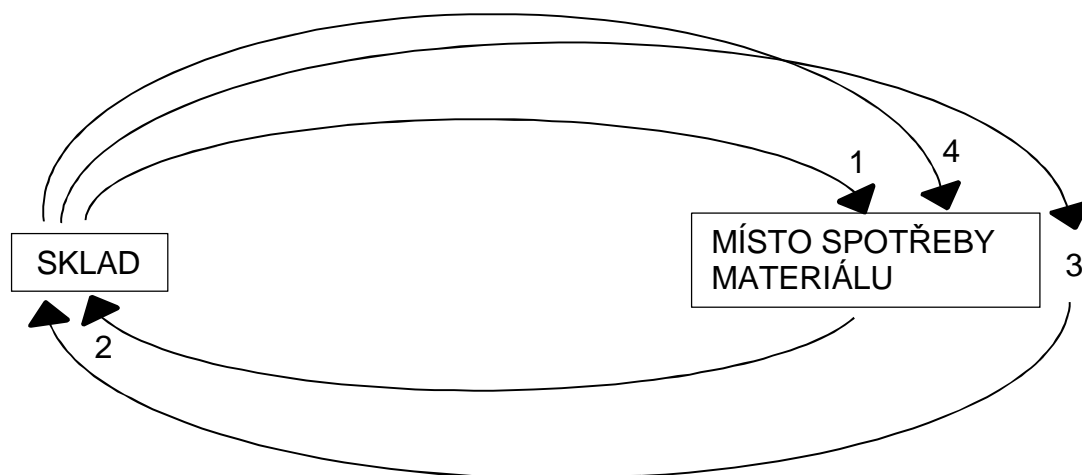
Každý útvar interní logistiky v závodě Kvasiny má jasně určené kompetence a zabývá se úkoly, jež jsou vypsány v předchozím přehledu. V případě zavádění nového systému do interního logistického procesu bývají zpravidla zapojeni všichni ve vzájemné spolupráci na projektu. Útvar interní logistiky je zapojen např. ve smyslu skladování a výdeje materiálu. Zde se změna bude týkat především způsobu vyskladňování a vychystávání materiálu pro výrobu. Útvar logistických projektů je zaměřen na podporu při náběhu nových logistických konceptů, či projektů a následně na podporu systémů v průběhu jejich fungování. Útvar logistických systémů spravuje veškerá logistická data, která systémy potřebují pro své fungování.

Na montážní lince v závodě Kvasiny je celkem 2 868 KLT, u kterých bude navrhována změna současného řešení systému. Už z tohoto počtu je vidno, že se jedná o opravdu velký zásah do fungování logistického procesu. S nárůstem jejich počtu do takovýchto objemů již operátoři interní logistiky nejsou schopni odvolávky řešit manuálně, z tohoto důvodu se také na změnu odvolacího systému práce zaměřuje.

Aby byly počty KLT přesnější a jejich navázení definováno, jedná se o 2 102 KLT s materiálem, jež je spotřebováván na různých místech spotřeby a zároveň je v nich umístěn pokaždé jiný typ dílu. Zbytek KLT, tedy 766 KLT jsou díly, které se spotřebovávají zároveň na více místech napříč montážní linkou, a jejich spotřeba není na obou místech rovnoměrná. Může se jednat o případ, kdy je typ dílu na jednom místě spotřebováván ze 30% a na místě jiném ze 70% celkového množství tohoto materiálu. Z tohoto důvodu je potřeba zvážit využití odvolacích systémů, aby na jednom místě spotřeby nedocházelo k přebytku a na druhém k nedostatku.

## **2.2 Odvolací systémy v závodě Kvasiny**

V závodě Kvasiny slouží k odvolání materiálu již dlouhou dobu Kanban systém. Kanban systém funguje na principu Kanban karet, které se nachází na každém KLT (boxem s materiálem). Tyto Kanban karty nesou pokaždé označení dílu, kde se díl ve skladu nachází, kde dochází k jeho spotřebě na montážní lince a může obsahovat i další informace. Další informace závisí na společnosti, jež Kanban karty užívá. Systém fungování tohoto systému je znázorněn níže na Obrázku 4.



**Obrázek 4** Navážení materiálu v Kanban systému

Z Obrázku 4 je patrné, že nejprve operátor logistiky vyjede na pravidelnou cestu (objížděku) kolem motnážní linky s několika zastávkami, kde si ověří, zda není na pracovišti nutné doplnit materiál. Pokud je některá z Kanban karet nachystaná k odběru, což značí nedostatek materiálu na lince a nutnost jeho doplnění, vezme si operátor Kanban kartu s sebou (1). Ve skladu posbírané Kanban karty předá pracovníkovi skladu a ten je podle požadavků přichystá (2). Po předání Kanban karet k doplnění si převezme již vychystaný materiál podle předchozích Kanban karet včetně karet a rozveze během objížděky materiál zpět na linku a znovu cestou kontroluje stav Kanban karet na pracovištích (3). Následně si ve skladu materiálu vyvedne vychystané díly, které zaveze na místo spotřeby (4) a tento proces se opakuje až do skončení jeho směny, kdy je nahrazen jiným pracovníkem.

Tento systém navážení materiálu na montážní linku je pro pracovníky velice zdlouhavý a při neustálém zvyšování výrobních kapacit poněkud složitý na pohyb operátorů logistiky po motnážní lince.

Kanban systém může fungovat dvěma způsoby, co se týká karet. V jednom případě jsou Kanban kartou označena veškerá KLT s materiálem, jež jsou v oběhu. Tento způsob je náročný na správu veškerých karet, aby nedošlo k jejich ztrátě nebo nadbytečnému počtu v oběhu. Kanban karta je v případě docházejícího materiálu vzata z konečného místa spotřeby a následně odeslána až k dodavateli. Dodavatel doplní potřebný materiál a ten zašle zpět do společnosti i s příslušnou Kanban kartou. Druhým způsobem a zároveň jediným používaným ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. je označení druhu materiálu na místě spotřeby pouze jednou kartou, která je „plovoucí“

v procesu. V případě, že je materiál navážen na více míst po montážních linkách, je samozřejmě označen také zvlášť svou vlastní Kanban kartou. Jde o to, že se v procesu nevyskytují dvě stejné Kanban karty s naprosto identickými informacemi. Vždy pouze jedna s daným označením. Tato karta necestuje v procesu až k dodavateli, ale nachází se pouze v prostoru místa spotřeby a místa uskladnění v logistickém skladu materiálu.

V případě ztráty je však nutné kartu nahradit co nejdříve, a proto je na každé směně přítomen správce Kanban karet, který je schopen včasné na vzniklou situaci zareagovat a kartu nahradit novou. Ztrátu nebo poškození Kanban karty by měli pracovníci nahlásit co nejdříve, aby proces mohl pokračovat bez ohrožení výroby s případným zastavením celého výrobního procesu způsobené nedodaným materiálem.

### **2.3 Důvody pro změnu systému**

Kanban systém na montážních linkách v Kvasinách funguje tak, jak by Kanban fungovat měl, i přesto je zde několik podnětů pro nutnost změny.

Jak již bylo zmíněno, v průběhu roku 2017 došlo v závodě Kvasiny k mnoha změnám a jednou z nich bylo navýšení výrobních kapacit, které oproti předchozím roků bylo až dvojnásobné. Navážení materiálu na montážní linku operátory logistiky již není tak snadné jako dříve. Důležitá je přesnost, nulová chybovost a minimální časový interval. Na Obrázku 4 je vidět, že navážení Kanban systémem je složitější jak na přípravu, tak na čas. Potřebný čas se díky tomuto způsobu navážení prodlužuje a pracovníci montážní linky musí mít dostatečné množství materiálu na pracovišti, aby výroba nemusela být zastavena v případě jeho nedostatku.

Hlavními důvody pro změnu byly tyto níže uvedené:

- pilotní nasazení skladu AKL (sklad malých dílů) – odvolávky do AKL možné pouze automaticky, ne pomocí Kanban karet,
- přetížené komunikace na montážních linkách – navážení pouze plných KLT, pracovníci nestíhají sbírat Kanban karty,
- usnadnění náběhů/souběhů nových modelů – zrychlení navážení KLT na montážní linky,
- snadné automatické odvolávky KLT na dvě montážní linky z jednoho skladu – úspora plochy a personálu,

- možnost 100 % využití i při/po přetaktování montážní linky – značné zrychlení a zkvalitnění tohoto procesu, lepší kontrola toku KLT na montážních linkách,
- snížení rizika nedodaného materiálu na montážní linky – ztráta Kanban karty apod.

Problematika přetížených komunikací mezi montážními linkami je již téměř na každodenním pořádku a situace znemožňuje jakýkoli pohyb v těchto prostorách v případě nutnosti. Objednávky (odvolávky) materiálu jsou někdy doručovány i se zpožděním a dochází tak problémům ve výrobě. Operátoři již nejsou schopni sbírat všechny Kanban karty na montážních linkách, kde je potřeba doplnit materiál, tím pádem je na těchto místech jeho nedostatek jako v případě zpožděného doručení. Toto jsou dvě situace, ke kterým by ve výrobním podniku nemělo docházet.

V minulosti probíhala několik měsíců současně výroba modelu ŠKODA SUPERB na obou montážních linkách zároveň. I zde docházelo k problémům navážení materiálu na správné místo.

Díky umístění skladu na jedné ploše dochází k úspoře prostor, kde se doposud sklad nacházel. Tato úspora je také spojena s nižšími požadavky na personální obsazenost a obsluhu skladu, dále také ušetření nákladů s tím spojených. Jedno hromadné místo, ze kterého se odebírá materiál pro obě montážní linky je i orientačně lepší pro operátory logistiky.

Při náběhu nového modelu bude usnadněné zařazení materiálu a jeho označení. V případě přetaktování montážní linky, je schopna logistika okamžitě operativně jednat a nedochází tak ke zdlouhavému procesu úpravy Kanban karet týkající se místa konečné spotřeby materiálu. Při zavedení automatického odvolacího systému je logistika schopna reagovat na změny zcela flexibilně a má jasný přehled o pohybu KLT na montážní lince díky jejich sledování v rámci systému.

Riziko nedodaného materiálu na montážní linky je hrozbou pro výrobu. Tato situace bývá ve většině případů způsobena ztrátou Kanban karty v průběhu procesu odvolání materiálu. Ztráta Kanban karty je velkým rizikem, jelikož po zjištění tohoto nedostatku je nutné kontaktovat osobu, jež spravuje veškeré Kanban karty fungující uvnitř společnosti a její ztrátu v co nejkratším čase napravit.

Dalším úskalím je záměna Kanban karty. Tato záměna může nastat mezi dvěma KLT a pokud se na ni nepřijde včas, bude na místo spotřeby dodán jiný materiál.

Požadavek na nové vyřešení problému je mimojiné i zrychlení času odvolávek, který je v současné situaci až příliš zdlouhavý. Díky automatizaci procesu by mělo dojít ke znatelnému snížení časového intervalu, za který budou operátoři logistiky materiál schopni dodat.

## 5 Vlastní návrh řešení či aplikace

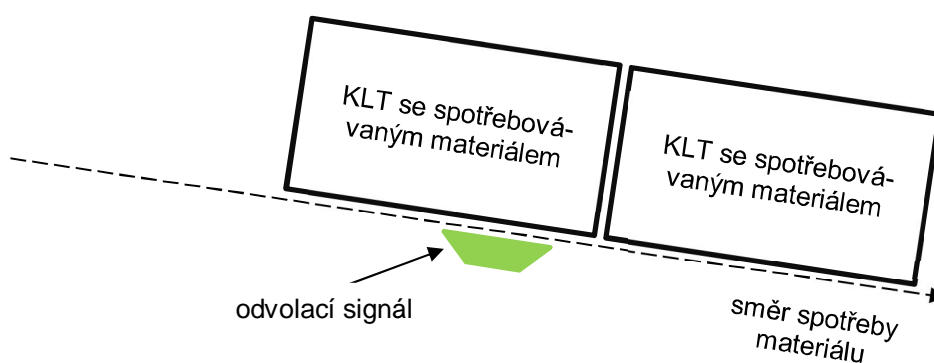
Do vzniklé situace je potřeba navrhnout nová řešení, z nichž bude následně vybráno jedno optimální řešení dle vícekritériální analýzy. Pro vyřešení jsou navržena tři řešení pro změnu současné situace, která by měla zlepšit stav odvolacích systémů na montážních linkách v závodě Kvasiny.

Druhým možným řešením automatického odvolávání v závodě Kvasiny je řešení pomocí BMA systému, jež si automaticky vypočítává spotřebu materiálu dle výrobní produkce společnosti.

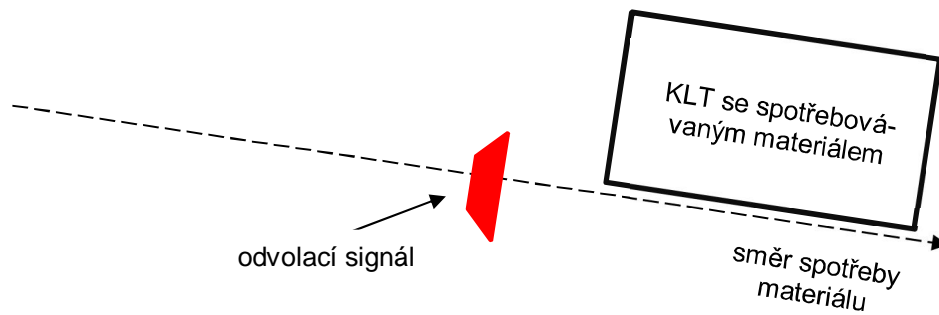
### 5.1 Návrh A

Jelikož bylo již předem rozhodnuto, že se na odvolávání všech 2 868 KLT zavede automatický odvolací systém. V návrhu A je rozepsána problematika nasazení systému SSW (Sensor Signal Warehouse).

Řešením je zavedení automatického odvolacího systému na montážních linkách, které funguje na principu signálu (senzorem umístěným ve skluzu). Tento druh signálu je umístěn na montážní lince v tzv. skluzu – místo (regál) vedle montážní linky, kde se materiál ke spotřebě nachází. Jeho funkce je zakreslena v Obrázku 5 a 6 níže.



Obrázek 5 Odvolací signál při dostatku materiálu



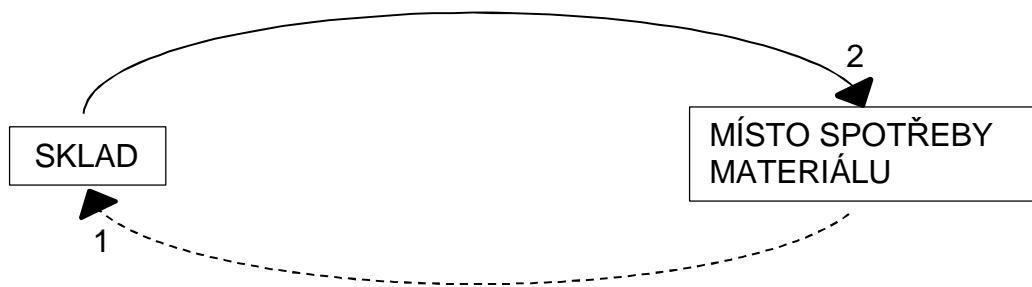
**Obrázek 6 Odvolací signál při nedostatku materiálu**

Odvolací signál je ve skluzu umístěn tak, že při dostatku materiálu je ve výchozí pozici a je na něm umístěno KLT s potřebnými díly pro výrobu, jak je vidět v Obrázku 5. Do skladu není vysílán žádný signál, jelikož materiálu ve skluzu je stále ještě dostatek. Při spotřebování materiálu v daném KLT a jeho odstranění ze skluzu je odvolací signál uvolněn a posílá informaci do automatického skladu o nutnosti doplnění materiálu na dané místo, jak je zobrazeno v Obrázku 6. Pracovníci interní logistiky ve skladu obdrží signál, že je nutné vychystat materiál a v co nejkratším čase doplnit zásoby na montážní linku. Při doplnění materiálu do skluzu se odvolací senzor nachází opět ve výchozí pozici. Tímto způsobem funguje právě automatický odvolací systém SSW.

Z pohledu technického systému odvolávky funguje takto: požadavek na materiál se ze senzoru umístěného na skluzu regálu přenáší pomocí rádiového signálu do koncentrátoru, který signál převádí na protokol TCP/IP a posílá informaci pomocí kabelu do počítačové sítě. Server signál zachytí, zpracuje a uloží do databáze, která ho vyhodnotí dle konfigurace senzoru a v případě potřeby vytvoří požadavek na materiál.

Místo, kam bude ve skluzu signál umístěn, se odvíjí podle času potřebného pro vychystání materiálu a jeho doručení na montážní linku tak, aby nemusela být výroba kvůli nedostatku zastavena. Při využití tohoto způsobu odvolání je zpravidla čas odvolání nižší než u Kanban systému. Rozdílný způsob odvolání materiálu je znázorněn v Obrázku 7.





**Obrázek 7 Automatický odvolací systém**

Do skladu materiálu je automaticky odesílá signál (1), což je kratší než v případě vyzvednutí Kanban karty na pracovišti a odvezení do skladu k vychystání, následně je materiál vychystán a odvezen na místo spotřeby bez jakýchkoli prodlení (2).

Do jednotlivých regálů, jejichž materiál chce interní logistika nechat automaticky odvolat, musí umístit nějaký ze signálů k tomu sloužících.

Automatický odvolací systém je součástí rozsáhlého komplexního systému WMS využívaného napříč celým logistickým řetězcem pro usnadnění skladových procesů. Systém WMS tak zahrnuje dílčí procesy od přijmutí zboží přes jeho uskladnění, inventory, až po jeho vychystání a expedici.

Počáteční náklady jsou stejné jako při zavádění jakéhokoli nového systému do logistického procesu společnosti, jediné rozdílné je investice spojená s umístěním senzorů na jednotlivé skluzy. Celkem se jedná o 2 868 KLT a tím pádem i o 2 868 senzorů po celé montážní lince, které by museli být umístěny a napojeny na systém tak, aby fungovaly co nejlépe. Počáteční investice je z důvodu utajení pouze orientační a po výpočtu podle nabídky společnosti se pohybuje okolo 2 mil.Kč. Z této částky je rozdělení na jednotlivé položky zhruba třetina samotný systém a zbytek ceny zahrnuje zavedení senzorů a koncentrátorů.

Provozní náklady tohoto návrhu jsou díky využívání senzorů, ve kterých je umístěna baterie, vyšší. Baterie mají životnost zhruba jeden rok a každý rok by se tak musely obměnit baterie u všech nasazených senzorů, jež vydávají signál. V případě nefunkční baterie by nedocházelo k odvolávkám a to by vedlo k zastavení výroby.

Co se týká složitosti implementace systému do společnosti, SSW se řadí mezi průměrně složité systémy na zavedení. Záleží zde na počtu umísťovaných senzorů, podle kterých se odvíjí také doba implementace. V tomto případě jde o 2 868 senzorů, což je poměrně vysoké číslo.

Efektivita práce je díky využití automatického odvolacího systému zvýšena. Chybovost se nasazením sníží a odvolání materiálu bude probíhat plynule.

Časový interval dodání materiálu na montážní linku je také nižší než v případě využití Kanban karet, které se musí nejprve posbírat na montážní lince, odvézt do skladu k vychystání materiálu a následně je materiál dopraven na montážní linku zpět. Je zde započítán i čas, než operátor logistiky odebere Kanban kartu na montážní lince, to s nasazením systému odpadá. Signál je do skladu vyslán automaticky. U SSW systému je čas v určité míře odvíjen od vzdálenosti pracoviště od skladu a pohybuje se okolo 15-20 min.

Správa systému je také ve srovnání s využitím Kanban karet poněkud snadnější. V případě poruchy se pracovníci obrátí na společnost, jež produkt do interní logistiky nasadí a ta je schopna poruchu ihned řešit a napravit zpravidla online.

Úskalí, jež tento systém přináší, je rozsáhlá implementace v případě zavedení na všech potřebných KLT s naváženým materiálem. Jedná se o poměrně velký počet míst (skluzů), kde by musely být umístěny senzory a doba implementace by se tak od tohoto počtu odvíjela. V případě vybití baterie v senzoru je nutné tento nedostatek co nejdříve vyřešit. Pracovníci logistiky by měli být na tuto situaci dostatečně připraveni.

## **5.2 Návrh B**

Dalším návrhem pro vyřešení situace na montážních linkách v závodě Kvasiny je také nasazení automatického odvolacího systému. V tomto případě se však jedná o systém BMA.

Jak již bylo zmíněno v teoretické části, systém BMA funguje ve spolupráci s výrobním systémem. Toto propojení je z hlediska odvolacích systémů ve velkých společnostech výhodou. Systém je schopen si díky propojenosti s výrobním programem samostatně vypočítat spotřebu dílů v jednotlivých místech konečné spotřeby a s dostatečným předstihem si odvolat materiál v případě, že dochází výrobě.

Zcela stručně je systém propojen s výrobním na té úrovni, že je stanoven počet dílů v KLT potřebných pro jednotlivý vůz, systém si tedy z KLT automaticky odpočítává jeho spotřebu podle výrobních kapacit. Tyto propočty musí být co nejpřesnější a

pokud se jedná o materiál s vyšší zmetkovostí, je nutné započítat i tento faktor. Materiál je na základě těchto propočtů odvoláván z místa, které se nachází v dostatečném předstihu od místa konečné spotřeby, aby byl vždy včas k dispozici.

Pro optimální fungování tohoto systému je nutné u jednotlivých KLT určit maximální dobu trvání jeho odvolání. Jedná se totiž o bod, ze kterého je následně odesílána odvolávka.

V případě nepravidelné spotřeby materiálu je však složité tento problém definovat uvnitř systému, aby byl schopen s touto informací pracovat. Materiál je v některých případech spotřebováván zároveň na více místech, avšak s různou velikostí spotřeby. Celkem je to 766 KLT, které jsou tímto způsobem navázeny na montážní linku současně na několik míst. Tuto problematiku je nutné zpracovat pro funkčnost nasazovaného systému.

Počáteční investice do tohoto systému v podstatě není rozdílná oproti jiným nasazovaným systémům stejně jako systém SSW. Stejně jako u prvního návrhu jsou z důvodu utajení náklady na implementaci pouze orientační, tudíž se jedná zhruba o 1,5 mil.Kč. Částka za samotný systém je v tomto případě zhruba poloviční s celkové ceny za zavedení.

Provozní náklady se týkají především údržby systému ve spolupráci s výrobním programem. Jedná se o online služby, které nabízí poskytovatel systému. V případě přetaktování nebo přemístění výrobní operace, musí pracovníci logistiky promítnout změnu do odvolacího systému. V pravidelných intervalech je potřebné provádět inventarizaci materiálu, zda skutečná fyzická spotřeba materiálu odpovídá té vypočítané systémem.

Implementace systému do společnosti se zpravidla odvíjí na složitosti napojení do výrobního systému. Do systému musí být promítnuta i aktuální spotřeba dílů umístěných v jednotlivých KLT na pracovištích. Před implementací je nutné také vypočítat u těchto odvolávaných KLT maximální možný čas odvolávky. Podle něho jsou na montážní lince rozmístěny body, které zajišťují odvolávku materiálu.

Při správném vypočítání časů odvolávky se efektivita práce s využitím systému samozřejmě zvyšuje. S každým nasazením automatického odvolacího systému se efektivita zvyšuje. Zde je však nutné brát v potaz nemožnost vypočítání spotřeby u míst s nepravidelnou spotřebou na více místech montážní linky.

Časový interval dodání odvolávky na místo konečné spotřeby je minimální, jeikož díly jsou automaticky odvolávány podle aktuálního výrobního programu. Časový interval dodání je v porovnání s ostatními systémy jeden z nejrychlejších. Pohybuje se okolo 10-15min.

Správa systému je vyžadována pouze minimální. Pracovníci interní logistiky zajišťují, aby data v logistickém systému byla vždy aktuální podle místa a velikosti spotřeby materiálu.

Úskalí problému se nachází právě v místě, kdy se materiál spotřebovává zároveň na dvou místech s nepravidelnou spotřebou. V tomto případě je složité pro systém vypočítávat, jakým způsobem se zde spotřebovává materiál, tak aby byl včas odvolán. Bohužel systém BMA není schopen díky automatickému odpočtu s touto situací pracovat.

### **5.3 Návrh C**

V předchozích návrzích byly popsány varianty, které se týkaly vždy nasazení jednoho vybraného systému. Třetí návrh je zaměřen na využití obou automatických odvolacích systémů v rámci jedné změny. Nasazení dvou systémů zároveň je poměrně složitější na implementaci než nasazení právě jednoho. V některých případech však musí být navrhnout i tento způsob.

Jak již bylo zmíněno, změna se týká 2 868 KLT s naváženým materiálem, které se následně dělí do dvou podskupin dle typu materiálu a místa konečné spotřeby. Většina materiálu je navázena způsobem, že jeden typ materiálu je navážen na jedno místo konečné spotřeby. Zbytek materiálu je navážen na montážní linku hned na několik míst s rozdílnou spotřebou.

Řešením by mohla být kombinace dvou předchozích systémů. V tomto případě by se jednalo o 2 102 KLT s naváženým materiálem na základě systému BMA, kdy bude jeho spotřeba vypočítávána podle aktuálního výrobního programu a 766 KLT odvolávána systémem SSW.

Tímto způsobem by mohl být vyřešen problém, se kterým systém BMA neumí pracovat, avšak i toto řešení má hned několik negativních stránek. Jednotlivé parametry jsou popsány níže.

Počáteční investice do kombinace dvou systémů zároveň je v rámci utajení uvedena pouze orientačně a to na částku, jež zahrnuje zavedení obou systémů a následné náklady týkající se např. senzorů apod. Celková částka je zhruba vyčíslena na  $\pm 2,3$  mil. Kč podle předpokládaných cen potřebných komponentů.

Provozní náklady se odvíjí podle provozních nákladů obou systémů. S rozdílem poměru jejich celkových provozních nákladů a t tak, že náklady na SSW budou v tomto případě čtvrtinové a náklady na BMA budou z celkových nyní ve výšce 75%.

Implementace je v případě zavedení dvou systémů zároveň složitější, než kdyby se zaváděl pouze jeden systém, což je zřejmé. Také časová náročnost zavedení je znatelně delší. Operátoři logistiky se musí naučit pracovat s dvěma rozdílnými systémy téměř zároveň, což přidává na náročnosti implementace.

Čas odvolání je minimální oproti původnímu řešení stejně jako v případě využití systémů samostatně. Odvolání probíhá automaticky, tak je zde důležitý pouze čas vychystání materiálu a dodání na montážní linku, který se odvíjí podle vzdálenosti pracoviště od skladu, kde je materiál uložen. Časový interval potřebný pro odvolávku nelze u použití dvou odvolacích systémů zároveň jednoznačně definovat. V tomto případě se časový interval odvolávky odvíjí podle systému, ve kterém je odvolávka učiněna. Časy dodání materiálu v jednotlivých systémech jsou definovány již v předchozích návrzích, kde je čas u SSW stanoven na 15-20 min. a u BMA se jedná o 10-15 min.

Efektivita práce je ještě více podnícena díky nasazení systému BMA a SSW zároveň. Je zde odbourána problematika výpočtu již zmíněných míst se stejným materiálem, avšak rozdílnou spotřebou.

Úskalí nového návrhu je skryto v současném nasazení dvou systémů zároveň. Pro společnost bývá náročné zavedení pouze jednoho systému, natož dvou systémů zasahujících do procesu fungování interní logistiky. Vše je nutné provést v průběhu fungování procesu, aniž by byl ohrožen. Řešením je spuštění pilotních projektů jednotlivých systémů na vzorku dílů.

## 6 Vyhodnocení

Vyhodnocení je provedeno pomocí vícekritériální analýzy, jež pomůže při výběru za více stanovených kritérií, kterým musí konečný výběr vyhovovat. Mezi jednotlivá kritéria hodnocení patří: počáteční investice na zavedení systému, provozní náklady zvoleného systému, implementace systému do interní logistiky, čas odvolávky, efektivita práce a úskalí navrhovaného systému. U jednotlivých kritérií musí být také stanoveny stupnice jejich hodnocení. Následně bude vybrána metoda hodnocení variant a v samotném závěru bude vybrána nejvhodnější varianta.

### 6.1 Kritéria hodnocení

Celkem je stanoveno šest kritérií, podle kterých bude vyhodnoceno vícekritériální rozhodování. Každé kritérium má jiný stupeň priorit pro rozhodování o nasazení nového interního logistického systému, a proto jsou jednotlivě popsána včetně stanovených hranic. Tyto priority jsou zaznamenány v rámci přisuzování vah jednotlivým kritériím, což je provedeno později.

#### Náklady na počáteční investici

Prvním kritériem, které bude v rámci vícekritériálního rozhodování použito, jsou počáteční náklady na investici do systému. U mnoha společností jde o velmi důležitý faktor hrající roli při výběru konečné varianty řešení.

Do počátečních nákladů jsou započítány veškeré náklady spojené s pořízením nového systému. Řadí se sem cena za samotný software, jeho implementace, případně např. cena za senzory pro komunikaci se softwarem pro fungování systému. Jinými slovy je investice do systému v součtu se zprovozněním, aby byl schopen po jeho nákupu již fungovat.

Stupnice hodnocení pro kritérium počátečních nákladů je přehledně zobrazena v Tabulce 3.

Náklady na počáteční investici	
Stupeň hodnocení	Popis hodnocení
1	Investice > 2 500 000 Kč
2	Investice v rozmezí 2 000 000 Kč – 2 500 000 Kč

3	Investice v rozmezí 1 500 000 – 2 000 000 Kč
4	Investice v rozmezí 1 000 000 – 1 500 000 Kč
5	Investice < 1 000 000 Kč

**Tabulka 3 Náklady na počáteční investici**

Počáteční investice může být také řešena z pohledu návratnosti investice a různých dalších výpočtů. V této situaci tento ukazatel řešen v rámci této práce nebude. Společnost s touto informací však bezpochyby při zavádění nových systémů pracuje.

### Provozní náklady

Provozní náklady by mohly být počítány do celkových nákladů, ale pokud se tyto dvě skupiny rozdělí a pohlíží se na ně zvlášť, je možné pozorovat rozdíly mezi nimi. V některých případech je totiž počáteční investice nízká, ale provozní náklady systému jsou až neúměrně vysoké a naopak.

Do provozních nákladů se řadí náklady na údržbu samotného systému nebo komponentů s ním souvisejících, dále také personální obsazení apod.

Provozní náklady v tomto případě nejsou vypočítány jako celková suma z důvodu utajení společností, ale hodnocení je vyjádřeno slovně a uvedeno v Tabulce 4 níže.

Provozní náklady	
Stupeň hodnocení	Popis hodnocení
1	Zachování stavu personálu, vysoké náklady na údržbu
2	Snížení stavu personálu, vysoké náklady na údržbu
3	Zachování stavu personálu, nízké náklady na údržbu
4	Snížení stavu personálu, průměrné náklady na údržbu
5	Snížení stavu personálu, nízké náklady na údržbu

**Tabulka 4 Provozní náklady**

Uvedené změny stavu personálu se týkají především zatíženosti personálu potřebného pro správu systému. Při zachování stavu personálu se jedná o obsazenosti všech 3 směn během dne, kdy je nutná přítomnost pracovníka, který správu zajišťuje. V případě snížení stavu personálu je počítáno s pracovníkem potřebným pouze v jednosměnném systému. Tedy jeden zaměstnanec na den.

Náklady na údržbu jsou porovnávány s předchozím stavem interního logistického systému. Vysoké náklady na údržbu jsou myšleny ve smyslu vyšších nákladů na údržbu než u předchozího systému, průměrné znamenají přibližně stejné jako u předchozího systému a nízké náklady samozřejmě nižší než dříve u původního stavu nasazeného systému interní logistiky.

## Implementace systému

Implementace systému je myšlena z pohledu složitosti zavedení systému do interní logistiky společnosti. Toto kritérium je při rozhodování o zavedení nového systému také potřebné sledovat, aby bylo možné v konečné fázi systém napojit na již fungující síť uvnitř společnosti tak, aby komunikovala dle předpokladů.

Do kritéria implementace je začleněn i časový faktor, tedy čas potřebný pro implementaci systému. Z důvodu rozsáhlosti zavedení jednotlivých systémů není možné přesně definovat čas v jednotkách.

Ani v tomto případě není možné kritérium vyčíslit a tak je hodnoceno slovně. Hodnocení tohoto kritéria je uvedeno níže v Tabulce 5.

Implementace systému	
Stupeň hodnocení	Popis hodnocení
1	Problematická
2	Průměrná, dlouhá doba implementace
3	Bez jakýchkoli problémů, dlouhá doba implementace
4	Průměrná, krátká doba implementace
5	Bez jakýchkoli problémů, krátká doba implementace

**Tabulka 5 Implementace systému**

Problematická implementace je definována jako velmi náročná pro společnost, jelikož by muselo dojít k mnoha úpravám. V tomto případě je lepší se zaměřit na jiný systém. Nutné rozsáhlejší úpravy se odvíjí od ojedinelosti systému, v některých případech jsou totiž nezbytné. Některé systémy mohou být nahraditelné, proto je nutné akceptovat i problematickou implementaci. Průměrnou implementací je definováno pár drobných změn např. při spojení systému s již fungujícím systémem. Implementace bez jakýchkoli problémů nepotřebuje komentář.



Z časového hlediska je krátká doba měřena v týdnech, maximálně však několika měsících. Dlouhá doba implementace je stanovena na rok a více.

### Časový interval odvolávky materiálu

Časový interval trvajících odvolávek je dalším zkoumaným kritériem tohoto vícekritériálního rozhodování. Do časového intervalu odvolávky se také promítá vzdálenost pracoviště od skladu materiálu. Hodnocení tohoto kritéria již je možné stanovit v jednotkách.

Čas, za který je díky automatickému odvolacímu systému schopna interní logistika reagovat na požadavek, je faktor, který je také u logistických projektů zcela podstatný. Jeho stupnice hodnocení je uvedena v Tabulce 6 níže.

Časový interval odvolávky materiálu	
Stupeň hodnocení	Popis hodnocení
1	Odvolávka > 30 min.
2	Odvolávka 20-30 min.
3	Odvolávka 15-20 min.
4	Odvolávka 10-15 min.
5	Odvolávka < 10 min.

**Tabulka 6** Časový interval odvolávky materiálu

Časové intervaly jsou uvedené v rozmezí dle možnosti systémů uvedených návrzích.

### Efektivita práce

Efektivitu práce nelze v tomto případě měřit v jednotkách, proto je následně v Tabulce 7 okomentována slovně. Z hlediska výpočtu se jedná o poměr vstupů a výstupů do procesu. Pro potřeby této práce efektivita jako kritérium zohledňuje včasné dodání odvolávky, bezchybnost apod.

Efektivita práce	
Stupeň hodnocení	Popis hodnocení
1	Výrazně snížená efektivita

2	Snížená efektivita
3	Stejná efektivita
4	Zvýšená efektivita
5	Výrazně zvýšená efektivita

**Tabulka 7 Efektivita práce**

Při hodnocení výrazně zvýšené efektivitě se jedná o výrazné snížení času odvolávky a zároveň téměř nulové chybovosti. Zvýšenou efektivitou je myšleno snížení času odvolávky s pozůstatkem drobné chybovosti. Při stejné efektivitě zůstává na úrovni před změnou odvolacího systému, tedy čas i chybovost se nijak nemění. Snížená efektivita značí ne příliš výrazné prodloužení doby odvolávky a drobná chybovost. U výrazně snížené efektivitě se čas odvolávky prodloužil a chybovost systému je znatelná.

### Úskalí nového návrhu

Při řešení úskalí nového návrhu jako kritéria je hodnocení opět popsáno slovně z důvodu lepšího pochopení typu výskytu možných problémů během nasazování nového systému a v průběhu jeho fungování.

Stupnice hodnocení je uvedena níže v Tabulce 8.

Úskalí nového návrhu	
Stupeň hodnocení	Popis hodnocení
1	Nepřekonatelné
2	Drobné nepřekonatelné
3	Překonatelné
4	Drobné překonatelné
5	Žádné

**Tabulka 8 Úskalí nového systému**

V případě žádného úskalí vznikajícího při nasazení nového odvolacího systému je nejlepší možné hodnocení. Pokud se u nasazování objeví drobné překonatelné úskalí jako např. drobné úpravy v systému apod., které lze vyřešit v řádu dnů. Překonatelné úskalí může pokrývat větší množství vyskytujících se nedostatků, které je však možné odstranit v rámci týdnů jako např. proškolení personálu. U drobného

nepřekonatelného úskalí je již na zvážení zadavatele, zda přistoupí na implementaci systému do společnosti, jelikož může jít i o sice drobný, ale pro společnost zásadní problém. V případě nepřekonatelného úskalí se vyskytuje problém, díky němuž nemůže být nový odvolací systém zaveden.

## 6.2 Stanovení vah kritérií

Stanovení vah jednotlivých kritérií je provedeno metodou bodového hodnocení. Mezi kritéria je rozděleno celkem 100 bodů podle Metfesselovy alokace.

Určení vah kritériím je zobrazeno v Tabulce 9 níže.

Kritérium	Body	Normované váhy
<b>Náklady na počáteční investici</b>	10	0,1
<b>Provozní náklady</b>	20	0,2
<b>Implementace systému</b>	10	0,1
<b>Časový interval odvolávky materiálu</b>	25	0,25
<b>Efektivita práce</b>	20	0,2
<b>Úskalí nového návrhu</b>	15	0,15
<b>CELKEM</b>	<b>100</b>	<b>1,0</b>

Tabulka 9 Stanovení vah kritérií

Pro společnost je nejdůležitějším kritériem položka časového intervalu odvolávky materiálu. Je to zároveň nejdůležitější faktor, kvůli kterému se zavedení nového automatického odvolacího systému zvažuje.

Druhými v pořadí jsou provozní náklady, které jsou hrazeny pravidelně a zároveň efektivita práce, od které očekává zvýšení.

Třetí důležité místo zastává úskalí nového návrhu, které může naprosto změnit pořadí, pokud bude úskalí opravdu znatelné.

Posledními v pořadí jsou implementace systému a náklady na počáteční investici, které nemají tak vysoké hodnocení, jelikož společnost investici plánuje již delší dobu a je ochotna za cenu zvýšení produktivity náklady vynaložit.

### 6.3 Výsledky vícekriteriálního hodnocení

V tomto kroku jsou stanoveny hodnoty pro jednotlivá kritéria u všech tří návrhů řešení.

Kritérium	A	B	C
Náklady na počáteční investici	3	4	2
Provozní náklady	2	5	4
Implementace systému	3	4	3
Časový interval odvolávky materiálu	3	4	4
Efektivita práce	4	4	5
Úskalí nového návrhu	3	1	4
<b>CELKEM</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>22</b>

Tabulka 10 Hodnoty kritérií pro návrhy

Stanovení hodnot kritérií je učiněno na základě popisu jednotlivých návrhů.

V případě návrhu A je jako nejlépe hodnocená označena efektivita práce, která se díky nasazení systému zvyšuje. S nejmenším počtem bodů jsou provozní náklady. Tato částka je bohužel díky senzorům poháněným baterií vyšší.

V případě návrhu B jsou nejlépe hodnocené provozní náklady, které zahrnují téměř jediné, a to správu systému. Bohužel je zde ale velké úskalí v podobě nemožnosti využití v případě KLT s materiálem, který se spotřebovává nepravidelně na více místech.

V případě návrhu C je nejlépe hodnocená efektivita práce. Díky využití obou systémů je odvolání přesné a včasné. Nejhorše hodnocené jsou náklady na počáteční investici, které zahrnují oba softwary.

Jak je vidět v tabulce, průběžný součet stanovených hodnot kritérií je u návrhu A celkem 18 a u návrhů B i C shodně 22. Tyto body však ještě o výsledku vícekriteriálního hodnocení nevyprávějí. Záleží na vahách, jež jednotlivá kritéria získala. Tento výsledek by byl brán jako konečný pouze v případě, kdy by hodnotitel považoval všechna kritéria za stejně důležitá bez stanovení priorit.

Po stanovení hodnot pro všechna kritéria je výsledek pronásoben s váhami jednotlivých kritérií a vytvořen vážený součet u všech variant. Tento výpočet je uveden v Tabulce 11 níže.

Kritérium	Váhy	A	B	C
<b>Náklady na počáteční investici</b>	<b>0,1</b>	0,3	0,4	0,2
<b>Provozní náklady</b>	<b>0,2</b>	0,4	1,0	0,8
<b>Implementace systému</b>	<b>0,1</b>	0,3	0,4	0,3
<b>Časový interval odvolávky materiálu</b>	<b>0,25</b>	0,75	1,0	1,0
<b>Efektivita práce</b>	<b>0,2</b>	0,8	0,8	1,0
<b>Úskalí nového návrhu</b>	<b>0,15</b>	0,45	0,15	0,6
<b>CELKEM</b>	<b>1,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,75</b>	<b>3,9</b>

**Tabulka 11** Výsledky vícekritériálního hodnocení

Pro návrh A možného řešení současné situace je výsledek roven 3,0. Z celkového počtu výsledků je však nejnižší, a proto nejspíš nebude systém SSW využit samostatně jako řešení pro zavedení nového odvolacího systému do společnosti. U výsledku jednotlivých kritérií získal nejlepší hodnocení u efektivity práce, nejhorší však u nákladů na počáteční investici a u implementace systému.

Druhým v pořadí se stal návrh B, který součtem získal konečnou hodnotu 3,75. Ani návrh B, který představuje použití systém BMA samostatně, nebude nejspíš využit. Největší hodnotu získal u hodnocení provozních nákladů a současně u časového intervalu odvolávky. Nejhorše hodnocené ovšem bylo úskalí návrhu.

Nakonec se stal nejlépe hodnoceným návrh C, jež představuje kombinaci dvou předchozích systémů a jeví se jako nejlepší možná varianta. Nejvyšší hodnoty u tohoto návrhu byly nabývány u časového intervalu odvolávky a současně u efektivity práce. Nejhorše hodnoceným se staly náklady na počáteční investici.

Pro potvrzení výsledku vícekritériální analýzy by měl být proveden ještě výpočet kontrolní s pozměněnými váhami jednotlivých kritérií, abychom se mohli spolehnout, že vybraná varianta je opravdu nejvhodnější.

Níže v Tabulce 12 jsou uvedeny dvě kontrolní varianty stanovených bodů a vypočítaných normovaných vah pro jednotlivá kritéria.

Kritérium	Varianta I		Varianta II	
	Body	Body / váhy	Body	Body / váhy
<b>Náklady na počáteční investici</b>	15	<b>0,15</b>	23	<b>0,23</b>
<b>Provozní náklady</b>	12	<b>0,12</b>	5	<b>0,05</b>
<b>Implementace systému</b>	8	<b>0,08</b>	14	<b>0,14</b>
<b>Časový interval odvolávky materiálu</b>	15	<b>0,15</b>	18	<b>0,18</b>
<b>Efektivita práce</b>	30	<b>0,3</b>	27	<b>0,27</b>
<b>Úskalí nového návrhu</b>	25	<b>0,25</b>	13	<b>0,13</b>
<b>CELKEM</b>	<b>100</b>	<b>1,0</b>	<b>100</b>	<b>1,0</b>

**Tabulka 12 Stanovení kontrolních vah kritérií**

U Varianty I byla připuštěna největší priorita kritériu efektivity práce, jež byla v původním určení vah hodnocená méně. Nejmenší váhu v tomto případě zastává implementace systému.

U Varianty II je přisouzena největší hodnota efektivity práce, nejmenší váhu v tomto případě mají provozní náklady.

Následný postup je stejný jako u původního provedení hodnocení vícekritériálního hodnocení. Hodnoty kontrolních vah jsou pronásobeny s hodnocením kritérií a proveden vážený součet, který stanoví výsledek. Tabulky jsou uvedeny zvlášť pro Variantu I a Variantu II. Propočty jsou uvedeny níže v Tabulce 13 a v Tabulce 14 podle variant kontrolních vah.

Kritérium s kontrolními váhami	Váhy	A	B	C
<b>Varianta I</b>				
<b>Náklady na počáteční investici</b>	<b>0,15</b>	0,45	0,6	0,3
<b>Provozní náklady</b>	<b>0,12</b>	0,24	0,6	0,48
<b>Implementace systému</b>	<b>0,08</b>	0,24	0,32	0,24
<b>Časový interval odvolávky materiálu</b>	<b>0,15</b>	0,45	0,6	0,6
<b>Efektivita práce</b>	<b>0,3</b>	1,2	1,2	1,5
<b>Úskalí nového návrhu</b>	<b>0,25</b>	0,75	0,25	1,0

<b>CELKEM</b>	<b>1,0</b>	<b>3,33</b>	<b>3,57</b>	<b>4,12</b>
---------------	------------	-------------	-------------	-------------

**Tabulka 13 Kontrolní výpočet - Varianta I**

V případě kontrolního výpočtu podle stanovení vah ve Variantě I se stal nejlépe hodnoceným opět návrh C, což částečně potvrzuje výsledky z předchozího rozhodování.

Návrh A byl ohodnocen celkem hodnotou 3,33 – v tomto případě nejnižší. V rámci výpočtu bylo nejlépe hodnoceno kritérium efektivity práce s hodnotou 1,2 a nejhůře provozní náklady spolu s implementací systému s hodnotou 0,24.

Návrh B dosáhl celkem hodnoty 3,57. Nejlépe hodnoceným kritériem se stala, jako u návrhu A, efektivita práce s hodnotou 1,2. Oproti tomu nejhůře hodnocené bylo úskalí problému stejně jako u původního hodnocení.

Návrh C obdržel celkem hodnotu 4,12. Celkově je to nejvyšší výsledek u tohoto provedeného výpočtu. V rámci kritérií byla i u tohoto návrhu nejlépe hodnocená efektivita práce, nejméně hodnocená byla implementace systému.

Pro úplnou jistotu je proveden výpočet i druhými kontrolními váhami kritérií podle Varianty II. Propočet zobrazen v Tabulce 14 níže.

<b>Kritérium s kontrolními váhami</b>	<b>Váhy</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Varianta II</b>				
<b>Náklady na počáteční investici</b>	<b>0,23</b>	0,69	0,92	0,46
<b>Provozní náklady</b>	<b>0,05</b>	0,1	0,25	0,2
<b>Implementace systému</b>	<b>0,14</b>	0,42	0,56	0,42
<b>Časový interval odvolávky materiálu</b>	<b>0,18</b>	0,54	0,72	0,72
<b>Efektivita práce</b>	<b>0,27</b>	1,08	1,08	1,35
<b>Úskalí nového návrhu</b>	<b>0,13</b>	0,39	0,13	0,52
<b>CELKEM</b>	<b>1,0</b>	<b>3,22</b>	<b>3,66</b>	<b>3,67</b>

**Tabulka 14 Kontrolní výpočet - Varianta II**

V případě druhého kontrolního výpočtu došlo k potvrzení pořadí hodnocených návrhů. Rozdíl mezi nejlépe hodnoceným a druhým v pořadí je ale velice mizivý. V tomto případě je na zvážení rozhodovatele, zda ještě provede kontrolní propočet.

Kontrolní propočty jsou prováděny z důvodu zjištění, případně potvrzení správnosti zvolených kritérií.

Návrh A se stal nejhůře hodnoceným návrhem s celkovou hodnotou 3,22. Nejlépe hodnoceným kritériem byla opět efektivita práce s hodnotou 1,08, nejhůře pak provozní náklady s hodnotou 0,1 stejně jako v předchozím případě.

Návrh B dosáhl celkového hodnocení 3,66. Nejlépe hodnoceným se stala i u tohoto návrhu efektivita práce s hodnotou 1,08 a nejhůře hodnocení bylo opět úskalí nového návrhu s hodnotou 0,13.

Návrh C se stal i v tomto případě nejlépe hodnoceným návrhem celkem s výsledkem 3,67. Největší hodnocení získala efektivita práce s hodnotou 1,35 a nejhůře hodnocené se staly provozní náklady s hodnotou 0,2.

Pomocí kontrolních výpočtů při změněných vahách jednotlivých kritérií bylo ověřeno, že kritéria pro toto vícekritériální hodnocení byla zvolena správně. V případě ověřování správnosti vybraných kritérií se při konečném rozhodování bere vždy ohled na výsledek při původně stanovených kritériích.

Návrh A ve vícekritériálním hodnocení nejvíce trafil na vysokých provozních nákladech a implementaci systému. Vysoké provozní náklady tohoto systému jsou způsobeny náklady na baterie, které jsou součástí senzorů. Tyto baterie mají výdrž zhruba jeden rok, poté je nutné je vyměnit. Implementace systému je složitá ze stejného důvodu. Velké množství senzorů by muselo být umístěno napříč montážní linkou tak, aby systém mohl fungovat dle předpokladů. Celkem se jedná o 2 868 senzorů, kterých by se implementace týkala. Systém SSW v celkových výsledcích vyšel jako nejslabší řešení i přes výrazné zvýšení produktivity práce.

Návrh B se ve vícekritériálním rozhodování umístil na druhém místě. Systém BMA je druhým nejlepším řešením. Nejhůře byl systém hodnocen kritériem úskalí nového návrhu. Tento problém je bohužel u systému BMA zásadní. Jedná se o druhy materiálu, jež jsou naváženy současně na několik míst montážní linky a na těchto místech jsou spotřebovávány nerovnoměrně. S touto situací neumí systém BMA pracovat, z toho důvodu se nemůže stát nejlépe hodnoceným a nejvíce vhodným pro vyřešení současné situace.



Návrh C byl celkově nejlépe hodnoceným řešením. Jedná se o kombinaci obou předchozích systémů, která se ve výsledku jeví jako nejlepší možná. Nejhůře hodnoceným kritériem celkem se staly náklady na počáteční investici. Tato investice je vyšší v důsledku nasazování dvou systémů do společnosti. Donákladů jsou promítnuty dva softwary plus ostatní náklady s tím spojené, těmi jsou např. cena senzorů potřebných pro fungování systému SSW, proškolení personálu, aby byl schopen s oběma systémy v rámci interní logistiky pracovat apod.

Pokud bude na návrhy možného řešení hleděno z pohledu silných stránek, bude možné vidět, v jaké oblasti jsou systémy nejvhodnější.

U návrhu A byla nejlépe hodnocená efektivita práce. Snížení času odvolávky a snížení chybovosti je u systému SSW znatelné. K výraznému snížení času odvolávky dochází u využití jakéhokoli automatického odvolacího systému. Oproti výchozí situaci je snížení času odvolávky až několikanásobné. Snížení chybovosti je dáno snížením zainteresovanosti operátorů logistiky do vyřízení odvolávky. Při nezátíženosti senzoru je nejprve situace vyhodnocena, zda se jedná o neúmyslné sundání KLT nebo je nutné vyřídit odvolávku materiálu.

V případě návrhu B je také jako nejlépe hodnocené kritérium brána efektivita práce, avšak v kombinaci s provozními náklady. Efektivita práce je zvýšena téměř ze stejných důvodů jako v předchozím návrhu, proto není třeba ji blíže popisovat. Rozdíl je akorát ve způsobu fungování automatických odvolávek. Ty jsou v tomto případě vypočítávány podle předpokládané spotřeby materiálu v závislosti na výrobním programu. Nízké provozní náklady tohoto systému jsou znatelné. Nejnáročnější je výpočet maximálního možného času odvolávky tak, aby byli operátoři logistiky po odeslání informace o nutnosti doplnění materiálu schopni ho včas dodat na místo konečné spotřeby. Provozní náklady jsou však v tomto případě minimální. Jediným podstatným nákladem je správa systému tak, aby fungoval podle předpokladů. Nemusí zde být umísťovány senzory napříč montážní linkou, jedná se pouze o propojení systému řízení interní logistiky s výrobním systémem.

Návrh C byl nejlépe hodnocený kritériem efektivitu práce a časovým intervalem odvolávky. Efektivita práce byla hodnocena nejvíce body z důvodu odstranění nedostatků ze systémů použitých separátně. Díky využití kombinace SSW a BMA v daném poměru vyřešilo největší úskalí systému BMA – problému odvolávání stejných

dílů s různými místy spotřeby a zároveň i slabou stránku SSW – vysokých provozních nákladů z důvodu udržování baterií, které jsou součástí senzorů. Tímto způsobem byly vykryty nedostatky jednotlivých systémů a nasazení obou zároveň je tedy nejlepším možným a zároveň nejvhodnějším řešením současné situace. Časový interval odvolávky byl oproti současnému stavu též minimalizován. O tuto minimalizaci právě společnost usilovala. Snížení u automatických odvolacích systémů je zcela razantní a velikost intervalu se odvíjí od vzdálenosti místa konečné spotřeby od skladu materiálu, ze kterého je vychystáván.

## Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat prostředí interní logistiky v závodě Kvasiny a na základě těchto poznatků navrhnout pomocí metody vícekriteriálního rozhodování řešení pro nasazení automatického odvolacího systému.

Jednalo se o nasazení systému SSW, BMA a jejich kombinace. Oba systémy se řadí mezi automatické odvolací systémy, jež pomáhají v interní logistice zvýšit produktivitu práce a zároveň snížit čas odvolávek materiálu.

Pro vícekriteriální rozhodování bylo stanoveno celkem 6 kritérií, mezi které se řadí: náklady na počáteční investici, provozní náklady, implementace systému, časový interval odvolávky, efektivita práce a úskalí nového návrhu. U jednotlivých kritérií byly stanoveny váhy podle priorit potřebných pro nalezení vhodného řešení. Nejpodstatnějším kritériem z hlediska stanovení vah byl časový interval odvolávky materiálu. Společnost usilovala o co nejkratší možnou dobu, za kterou bude odvolávka uskutečněna. V případě užití automatických odvolacích systémů se hovoří až o několikanásobném snížení této doby. Nejmenší prioritu získaly náklady na počáteční investici a implementace systému. Společnost usilovala o zavedení automatického odvolacího systému na montážních linkách již delší dobu. Investice do tohoto systému byla tedy plánovaná a prioritou se v tomto případě nestaly. Složitost implementace byla též z hlediska stanovení vah hodnocena jako ne příliš prioritní, jelikož na ni společnost byla připravena.

Následně bylo provedeno vícekriteriální hodnocení, kde se nejlépe hodnoceným návrhem stal návrh C – tedy kombinace obou systémů. Pro potvrzení stanovení správných kritérií byly provedeny dvě kontrolní hodnocení s pozměněnými váhami jednotlivých kritérií. Tímto bylo ověřeno, že stanovená kritéria jsou vhodná. V obou kontrolních výpočtech se stal návrh C také nejlépe hodnoceným. Z tohoto důvodu je návrh C považován za nejvhodnější řešení současné situace.

Návrh C je kombinací systému SSW a BMA. Při nasazení obou systémů zároveň budou totiž vykryty nedostatky, jež by nastaly při použití systémů separátně. Celkem se totiž jedná o 2 868 KLT s materiálem, který je na montážní linku navážen. V podstatě se však jedná o dvě skupiny materiálu podle způsobu spotřeby na montážní lince. První skupinu tvoří celkem 2 102 KLT s materiálem, jež je navážen pouze na jedno místo spotřeby a je pro něj vhodné využít systému BMA, který je schopen ve

spolupráci s výrobním programem odvolávat materiál dle výpočtů očekávané spotřeby na montážní lince a v případě docházejícího množství automaticky zaslat informaci do skladu o nutnosti jeho doplnění. Bohužel neumí pracovat s odvoláváním materiálu, který je spotřebováván na několika místech zároveň s nepravidelnou spotřebou. Tento problém se týká druhé skupiny materiálu. Jedná se celkem o 766 KLT s materiálem spotřebováváním na více místech zároveň s již zmíněnou nepravidelnou spotřebou. Pro tento druh materiálu je vhodný právě systém SSW, který vyřizuje automatické odvolávky podle zatížení senzoru umístěného ve skluzu u montážní linky.

Doporučením na závěr je tedy nasazení právě této kombinace automatických odvolacích systémů, jež jsou schopny stoprocentně plnit požadavky interní logistiky a vykrytí možné nedostatky při použití pouze jednoho z navrhovaných systémů.

Vzhledem k náročnosti implementace obou systémů by bylo vhodné nejprve nasadit systémy v podobě pilotních projektů a následně je využít napříč montážní linkou u všech 2 686 KLT dle návrhu.

## Seznam literatury

ČERNÝ, Josef. *Jak zlepšovat interní logistiku výrobního podniku* [online]. SystemOnline. 2014. [cit. 8.5.2018]. Dostupné z <https://www.systemonline.cz/rizeni-vy-roby/jak-zlepsovat-interni-logistiku-vyrobniho-podniku.htm>.

CHRISTOPHER, Martin. *Logistics & supply chain management*. 4th ed. Harlow: Financial Times Prentice Hall, 2010. ISBN 9780273731122.

GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technická v Praze, 2016. ISBN: 978-80-7080-952-5.

JUROVÁ Marie. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2014. ISBN: 978-80-248-3791-8.

MAČENKA, Jiří. *Logistické systémy ve ŠKODA AUTO a.s.* [online]. 2011. [cit. 8.5.2018]. Dostupné z <http://docplayer.cz/5801715-Logisticke-systemy-ve-skoda-auto-a-s.html>

MAGNUSTKOVÁ, Jana. *Průmyslová logistika: skripta*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, 2014. ISBN 978-80-248-3485-6.

MANGAN, John a Chandra LALWANI. *Global logistics and supply chain management*. Third edition. Chichester: Wiley, 2016. ISBN 978-1-119-11782-7.

OUDOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. Aktualizované 2. vydání. Prostějov: Computer Media, 2016. ISBN 978-80-7402-238-8.

PEARSALL, Judy a Patrick, HANKS. *The new Oxford dictionary of English*. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN 9780198604419.

PERNICA Petr, *Logistický management: Teorie a podniková praxe*. 1. vydání. Praha: RADIX, spol. s r.o., 1998, ISBN: 80-86031-13-6.

PERNICA Petr, *Logistika pro 21.století: Supply chain management*. Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.

SATO, Alexej a Jaroslav HALÍK. *International business operations*. Praha: Oeconomica, 2014. ISBN 978-80-2452053-7.

SAVITSKIE, Katarina. *Internal and external logistics information technologies: The performance impact in an international setting* [online]. 2007. [cit. 8.5.2018]. Dostupné z <https://doi.org/10.1108/09600030710763378>.

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press, 2009. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2563-2.

SIXTA J. a MAČÁT V., *Logistika – teorie a praxe*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství a vydavatelství CP Books a.s., 2005, ISBN:80-251-0573-3.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Jak zvýšit konkurenční schopnost firmy*. Praha: C.H. Beck, 2009. C.H.Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-098-0.

TOMPKINS, James A. *Facilities planning*. 3rd ed. Hoboken, NJ: J.Wiley, c2003. ISBN 9780471389378.

*Vícekritériální rozhodování za jistoty* [online]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. [cit. 23.4.2018]. Dostupné z <http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/tspp/data/teorie/Vicekritko.pdf>

*Výroční zpráva 2017* [online]. ŠKODA AUTO a.s. 2017. [cit. 23.4.2018]. Dostupné z <https://www.skoda-storyboard.com/cs/vyrocní-zpravy/>.

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obrázek 1 Vymezení výorního procesu (Gros, 2016) .....	15
Obrázek 2 Proces automatického odvolání .....	26
Obrázek 3 Postup při vícekritériálním rozhodování .....	31
Obrázek 4 Navážení materiálu v Kanban systému .....	35
Obrázek 5 Odvolací signál při dostatku materiálu .....	39
Obrázek 6 Odvolací signál při nedostatku materiálu .....	40
Obrázek 7 Automatický odvolací systém .....	41

### Seznam tabulek

Tabulka 1 Odvolací systémy ve ŠKODA AUTO a.s. ....	22
Tabulka 2 Interní logistika Kvasiny .....	33
Tabulka 3 Náklady na počáteční investici .....	47
Tabulka 4 Provozní náklady .....	47
Tabulka 5 Implementace systému .....	48
Tabulka 6 Časový interval odvolávky materiálu .....	49
Tabulka 7 Efektivita práce .....	50
Tabulka 8 Úskalí nového systému .....	50
Tabulka 9 Stanovení vah kritérií .....	51
Tabulka 10 Hodnoty kritérií pro návrhy .....	52
Tabulka 11 Výsledky vícekritériálního hodnocení .....	53
Tabulka 12 Stanovení kontrolních vah kritérií .....	54
Tabulka 13 Kontrolní výpočet - Varianta I .....	55
Tabulka 14 Kontrolní výpočet - Varianta II .....	55

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	Bc. Šárka Kvapilová		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	6208T088 Podniková ekonomika a management provozu		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Nasazení automatického odvolacího systému pro KLT a montáže		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Ing. Pavel Wicher		
<b>KATEDRA</b>	KLAT - Katedra logistiky, kvality a automobilové techniky	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	2018
<b>POČET STRAN</b>	63 stran		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	7 obrázků		
<b>POČET TABULEK</b>	14 tabulek		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	Žádná příloha		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Tato diplomová práce je zaměřena na specifickou oblast interní logistiky, a to na automatické odvolací systémy. Hlavním tématem je nasazení automatického odvolacího systému pro KLT a montáže v závodě Kvasiny.</p> <p>Na základě analýzy současné situace jsou navržena tři řešení, která jsou hodnocena metodou vícekritériálního rozhodování. Mezi jednotlivé návrhy patřil systém SSW, systém BMA a následně jejich kombinace.</p> <p>Podle stanovených kritérií se stala nejlépe hodnoceným návrhem kombinace systému SSW a BMA.</p> <p>Společnosti je v závěru navrženo počáteční nasazení pilotního projektu a následně implementace systému v celkovém rozsahu.</p>		
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Logistika, interní logistika, automatický odvolací systém, Kanban systém, metoda vícekritériálního rozhodování, systém SSW, systém BMA		



## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Bc. Šárka Kvapilová		
<b>FIELD</b>	6208T088 Production Management and Global Business		
<b>THESIS TITLE</b>	The introduction of the automatic call-off systém for the car assembly line feeding with materiels packed in small load carries		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. Pavel Wicher		
<b>DEPARTMENT</b>	KLAT Department of Logistics, Quality and Automotive Technology	<b>YEAR</b>	2018
<b>NUMBER OF PAGES</b>	63 pages		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	7 pictures		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	14 tables		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	No appendice		
<b>SUMMARY</b>	<p>This thesis is focused on a specific area within the internal logistics, namely on the automatic call-off systems. The main subject in the introduction of the automatic call-off system for the car assembly line feeding with materials packed in small load carriers in the plant Kvasiny.</p> <p>On the basis of the analysis of teh current situation, there are three solutions proposed which are being evaluated by the multiple-criteria decision-making. The SSW system, the BMA system and, subsequently, the combination of them were falling into the respective proposals.</p> <p>On the predefined criteria, the combination of the systems SSW and BMA was evaluated as the best proposal.</p> <p>In conclusion, the company is being suggested to launch a pilot project initially and, successively, to implement the system in its entirety.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	Logistics, internal logistics, automatic call-off system, Kanban system, multiple-criteria decision-making, SSW system, BMA system		