

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

Lukáš Hejna

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Analýza manipulačních systémů v automobilovém
průmyslu

Lukáš Hejna

Bakalářská práce

2021

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Lukáš Hejna**
Osobní číslo: **D18333**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**
Téma práce: **Analýza manipulačních systémů v automobilovém průmyslu**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza současného stavu manipulační techniky a její údržby.
2. Návrhové zlepšení údržby manipulační techniky.
3. Zhodnocení návrhového řešení údržby manipulační techniky.

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30 – 40**
Rozsah grafických prací: **3-4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
PERNICA, Petr. Logistika: aktivní prvky. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. ISBN 80-7079-808-4.
CEMPÍREK, Václav. Technologie ložných a skladových operací. [Pardubice]: Institut Jana Pernera, 2007. ISBN 80-86530-36-1.
ŠTURMA, Martin. Provoz, revize a údržba technických zařízení: vyhrazená technická zařízení elektrická, plynová, tlaková, zdvihací. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5121-4.
JURČA, Vladimír, Tomáš HLADÍK a Zdeněk ALEŠ. Možnosti zpracování a využití dat z řízení údržby. Praha: Česká společnost pro jakost, 2004. ISBN 80-02-01595-9.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Andrea Seidlová, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. července 2021**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2021

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji:

Práci s názvem Analýza manipulačních systémů v automobilovém průmyslu jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Lukáš Hejna

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mně pomohli s vypracováním mé bakalářské práce. Děkuji vedoucímu práce Ing. Andree Seidlové, Ph.D. za její cenné rady, připomínky a konzultace během zpracování této bakalářské práce. Dále velice děkuji firmě Promus Katowice za poskytnuté materiály.

ANOTACE

Práce se zabývá automatizační a manipulační technikou v automobilovém průmyslu. Technika se zde využívá pro posuny karoserií v jednotlivých technologických procesech. Vzhledem k charakteru mé práce ve společnosti je zde také obsažena i problematika údržby jednotlivých zařízení.

Práce seznamuje s jednotlivými druhy manipulační techniky, věnuje se údržbě jednotlivých zařízení, jak té pravidelné, tak neočekávané. Dále popisuje využití daných typů manipulační techniky v technologických procesech.

Závěr práce je shrnutím aktuálního stavu a doporučené změny, ke zlepšení a zrychlení všech procesů, kterými karoserie projíždí. Dále ke zlepšení a zrychlení údržbářských činností, jak pravidelných, tak neočekávaných.

KLÍČOVÁ SLOVA

Přepavní prostředek, manipulační prostředek, údržba.

TITLE

Analysis of handling systems in the automotive industry

ANNOTATION

The work deals with automation and handling technology in the automotive industry. The technology is used here for body shifts in individual technological processes. Due to the nature of my work in the company, there is also the issue of maintenance of individual equipment.

The work introduces the various types of handling equipment, is devoted to the maintenance of individual equipment, both regular and unexpected. It also describes the use of these types of handling techniques in technological processes.

The conclusion of the work is a summary of the current state and the recommended changes to improve and speed up all the processes that the body goes through. Furthermore, to improve and speed up maintenance activities, both regular and unexpected.

KEYWORDS

Means of transport, handling means, maintenance.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK.....	12
SEZNAM ZKRATEK.....	13
ÚVOD	14
1 Analýza současného stavu manipulační techniky a její údržby	15
1.1 Manipulační jednotka.....	15
1.2 Převážný prostředek neboli transportní rám.....	15
1.3 Manipulační prostředky	17
1.3.1 Válečkový dopravník	18
1.3.2 Zavěšovací elektrický dopravník.....	25
1.3.3 Příčný přesunovací dopravník.....	27
1.3.4 Otočný dopravník.....	31
1.3.5 Excentrický zvedací dopravník	33
1.3.6 Příčný plastový dopravník.....	35
1.4 Údržba	38
2 Návrhová řešení dopravníkové techniky a její údržby a jejich zhodnocení	41
2.1 Válečkový dopravník	41
2.2 Závěsný elektrický dopravník.....	51
2.3 Přesunovací příčný dopravník.....	54
2.4 Excentrický zvedací dopravník.....	57
2.5 Otočný stůl	59
2.6 Příčný plastový přesuvný dopravník.....	60
2.7 Prediktivní údržba (diagnostická údržba) a proaktivní údržba	63
2.8 Monitorování vibrací stroje.....	65
2.9 Školení nových pracovníků údržby.....	68
2.10 Optimalizace plánu údržby.....	70
3 Zhodnocení návrhového řešení údržby manipulační techniky	72
ZÁVĚR	73
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	75

SEZNAM PŘÍLOH.....	79
--------------------	----

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Skid.....	15
Obrázek 2 – Zavěšovací elektrický dopravník.....	16
Obrázek 3 – Příklad pasivních datových nosičů od firmy Balluf.....	17
Obrázek 4 – Válečkový dopravník-systém s řemeny od firmy ERTL.....	18
Obrázek 5 – Motor s čelní převodovkou a MOVI-SWITCHEM od firmy SEW-EURODRIVE.....	20
Obrázek 6 – MOVIMOT od firmy SEW-EURODRIVE.....	21
Obrázek 7 - MOVITRACK LTP-B od firmy SEW-EURODRIVE.....	21
Obrázek 8 – Rolna.....	22
Obrázek 9 – Snímače otočnou hlavicí od firmy Pepperl+Fuchs.....	23
Obrázek 10 – Příklad čtecích a zápisových hlav od firmy Baluff	24
Obrázek 11 – jednokolejová trolej od firmy VAHLE.....	25
Obrázek 12 – Řídící systém s technologií LJU od firmy LJU	26
Obrázek 13 – Příčný přesuvný dopravník od firmy Taiki-sha.....	28
Obrázek 14 – Převodový šnekový motor od firmy SEW-EURODRIVE	29
Obrázek 15 – Schéma kódovacích lišt	29
Obrázek 16 – Mechanický spínač XCKJ10543H7 od firmy Telemecanique.....	30
Obrázek 17 – Energetický řetěz	31
Obrázek 18 – Točna s otočením o 90° od firmy ERTL	33
Obrázek 19 – Točna s otočením o 360° od firmy ERTL	33
Obrázek 20 – Excentrický zvedací dopravník od firmy ERTL	35
Obrázek 21 – Příčný plastový dopravník od firmy Taiky-sha	38
Obrázek 22 – 1) Indukční snímač typ: NBN40-L2-A2-V1 a 2) Indukční snímač typ: NCB40-FP-A2-P1-V1 oba od firmy Pepperl+Fuchs.....	43
Obrázek 23 – Úprava umístění snímačů (nárys).....	44
Obrázek 24 – Úprava umístění snímačů (půdorys).....	45
Obrázek 25 – Úprava konstrukce pomocí plexiskla	45
Obrázek 26 – Původní válečkový dopravník	46
Obrázek 27 – Válečkový dopravník s úpravou konstrukce pro motor	47

Obrázek 28 – Ilustrativní obrázek válečkového dopravníku-systém s třecím bodem od firmy Taiky-sha.....	48
Obrázek 29 – Ilustrativní obrázek válečkového dopravníku-systém s třením od firmy ATS Group.....	48
Obrázek 30 – Podlahový jednokolejový dopravník od firmy Taiky-sha.....	49
Obrázek 31 – Systém VarioLok od firmy Eisenmann.....	50
Obrázek 32 – Systém VarioLok jako otočný stůl od firmy Eisenmann.....	50
Obrázek 33 – Jednokolejová dráha od firmy Eisenmann.....	52
Obrázek 34 – Twin Trolley od firmy Durr.....	53
Obrázek 35 – 1) R2.1, 2) E2 R, 3) R4.1L řetězy od firmy Igus.....	55
Obrázek 36 – Energetický řetěz autuglide 5 od firmy Igus.....	56
Obrázek 37 – EST Senzorická hnací hřídel od firmy Elbe Holding.....	56
Obrázek 38 – Převodovky typu lifgo v různých typech od firmy Leantechnik.....	58
Obrázek 39 – Lift-sink dopravník od firmy Leantechnik.....	59
Obrázek 40 – Otočný stůl od firmy HSC.....	60
Obrázek 41 – Pás CSB C s gumovým vrchem od firmy Ammeraal Beltech.....	61
Obrázek 42 – Původní konstrukce příčného plastového dopravníku.....	61
Obrázek 43 – Navrhovaná úprava konstrukce příčného podélného dopravníku.....	62
Obrázek 44 – Převodovka typu lean SL od firmy Leantechnik.....	63
Obrázek 45 – Ilustrativní obrázek využití převodovek lifgo a lean SL od firmy Leantechnik.....	63
Obrázek 46 – Graf potenciálu a poruchy.....	64
Obrázek 47 – A4900 Vibro se snímačem vibrací od firmy Adash.....	66
Obrázek 48 – Aplikační schéma on-line systému A3716 od firmy Adash.....	67
Obrázek 49 – Aplikační schéma A3800 od firmy Adash.....	68
Obrázek 50 – Ilustrativní obrázek vzdělávání pomocí VR od firmy VR Education	69

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Parametry pohonů DR.. od firmy SEW-EURODRIVE.....	19
Tabulka 2 – Synchronní motory DR..J s technologií LSMP od firmy SEW EURODRIVE	42
Tabulka 3 – Porovnání parametrů typů snímačů od firmy Pepprl+Fuchs	43
Tabulka 4 - Zhodnocení návrhu výměny komponentů	44
Tabulka 5 – Zhodnocení návrhových řešení úpravy konstrukce	47
Tabulka 6 – Zhodnocení návrhového řešení nových technologií	51
Tabulka 7 – Zhodnocení návrhového řešení úpravy konstrukce	52
Tabulka 8 – EST Sensorická hnací hřídel od firmy Elbe Holding	56
Tabulka 9 – Zhodnocení návrhového řešení nových komponentů	57
Tabulka 10 – Zařízení k údržbě	71
Tabulka 11 – Plán údržby	71

SEZNAM ZKRATEK

DT, ST – otočný stůl

EHB – Zavěšovací elektrický dopravník

EHT – excentrický zvedací dopravník

FIFO – First In, First Out

KTL – kataforické nanášení barvy

LIFO – Last In, First Out

LSMP – Line Start Permanent Magnet

MFP – Profibus fieldbus modul

RB – válečkový dopravník

VBH – proces aktivace, fosfátování a odmaštění karoserie

VR – virtuální realita

ÚVOD

Práce se zabývá analýzou současného stavu manipulační techniky v automobilovém průmyslu v lakovně osobních vozidel a její údržby. Je zde tedy technika starší, ale i nová. Použitím nových technologií se může zlepšovat stav současné manipulační techniky, nebo může být obměňována. Jde hlavně o to, že dnešní doba se stává rychlejší a automobilový průmysl je jeden z nejvíce se rozvíjejících průmyslových odvětví. S rozvojem přichází nová konkurence, a tedy nutnost snižování cen konečných automobilů a zvyšování rychlosti jejich výroby. Proto se všichni snaží inovovat výrobní proces a hlavně automatizovat, aby došlo ke snížení výrobních cen automobilů. Nejlepším řešením je výstavba nových hal, které jsou uzpůsobeny novým technologiím, ale bohužel je to velmi časově i finančně náročné, a proto se automobilové firmy vždy snaží o modernizaci stávajících výrobních hal. Jedním z opomíjených oborů je inovace údržby, která je v průmyslovém odvětví velice důležitá pro celkový chod celé firmy.

Cílem práce je zlepšení stavu manipulačních prostředků, aby byly eliminovány některé poruchy, zlepšena preventivní kontrola a zrychlena oprava poruchy během výrobní produkce. K tomu je také nutné zavést prediktivní údržbu a kvalitní zaškolování nových pracovníků. Dále je třeba navrhnout plán údržby, která by vedla k větší zodpovědnosti jednotlivých pracovníků.

1 Analýza současného stavu manipulační techniky a její údržby

Proces hledání literárních materiálů byl složitý, jelikož nejsou téměř žádné české materiály o manipulační technice v automobilovém průmyslu jedním z hlavních českých zdrojů, ze kterých práce čerpá je firma PROMUS Katowice Sp. z o.o.. a také ze zahraničních internetových webů a z praxe autora práce v automobilovém průmyslu.

1.1 Manipulační jednotka

Manipulační jednotka je svařená karoserie, na kterou se postupně aplikují všechny technologické procesy a ve výsledku je připravena na osazení všech komponentů na montáži.

1.2 Převravní prostředek neboli transportní rám

Převravní prostředek je v automobilovém průmyslu velice specifický. Nazývá se skid (viz Obrázek 1) a má většinou čtyři trny. Trny se zasunou do předem určených děr v přepravované karoserii, která je k tomu uzpůsobena. Trny drží karoserii na skidu, aby během procesu karoserie nesklouzla, ale zároveň se s ní mohlo plně pracovat ve všech technologických procesech. Je jasné, že v procesu oplachování a odmašťování (dále jen VBH) nebo procesu kataforického nanášení barvy (dále jen KTL) musí dojít k ponoření celé karoserie do lázní, ale je třeba zároveň zajistit, aby karoserie nemohla z trnů „uplavat“. Proto se v těchto procesech využije skid, který dokáže uzamknout karoserii na trnech, poté karoserie drží pevně na skidu.



Zdroj: (3)

Obrázek 1 – Skid

V technologických procesech, kdy potřebují pracovníci nebo roboti pracovat s podvozkem karoserie, není skid vhodným přepravním prostředkem, proto se využívá systém

zavěšovacího elektrického dopravníku (viz Obrázek 2), který je zároveň i manipulačním prostředkem. V kapitole 1.3.2 je více vysvětlen.



Zdroj: (8)

Obrázek 2 – Zavěšovací elektrický dopravník

Přepavní prostředky se během technologických procesů mohou stohovat do balíků po čtyřech, a následně opět rozdělovat na jednotlivé přepavní prostředky pro karoserie. Stohování se používá z důvodu šetření místa.

Každý přepavní prostředek má na sobě pasivní datový nosič s využitím vysoké frekvence 13.56 MHz, například od firmy Baluff (viz Obrázek 3). Datové nosiče musejí odolávat vysokým teplotám a různým agresivním prostředím v technologických procesech. Datový nosič má své unikátní číslo a informaci o právě přepavované karoserii. Informace do datového nosiče jsou zapsány pomocí zápisové hlavy. (1)

Jsou to informace o typu karoserie a další důležitá data pro dopravníkové systémy a robotické stanice. V závislosti na tom je s karoseriemi manipulováno a jsou na ně aplikovány technologické procesy správně a bez poruch. Pokud by došlo k chybě dat, může dojít ke špatné manipulaci s karoserií, nebo ke kolizi robotů s karoserií a dalším nehodám. Proto jsou datové nosiče kontrolovány, případně vyměněny při vyřazování skidů k odlakování.



Zdroj: (1)

Obrázek 3 – Příklad pasivních datových nosičů od firmy Balluff

Analýza údržby přepravního prostředku:

Vlivem všech procesů je skid znečištěn aplikačními prostředky, a také se může stát, že se během technologických procesů poškodí. Z tohoto důvodu je prováděno jejich **vyřazování**.

Dalším problémem je, že vlivem technologických procesů, transportem po přepravních prostředcích či manipulací pracovníků může docházet k mechanickým poškozováním nebo ohýbáním konstrukcí skidů. Tato poškození mohou vést k různým poruchám při transportu nebo při aplikaci aplikačních materiálů, proto musejí být údržbou opravovány.

Skid má přední a zadní část konstrukce zkosenou z důvodu jeho lepšího transportu mezi manipulačními prostředky. Pomocí zkosení nemůže dojít k jeho zaseknutí. Bohužel nastává problém s tím, že skidy mohou mít různá zkosení, to je dáno jejich opotřebením či jejich prohnutím a také nákupem skidů od různých výrobců. Z tohoto důvodu nemusí každý skid zastavit na snímači ve stejné poloze.

1.3 Manipulační prostředky

V technologických procesech se využívá několik prostředků, které jsou si navzájem hodně podobné, ale mají za úkol jinou činnost ve výrobě. Ovšem najdou se i prostředky, které jsou použity jen v jednom konkrétním procesu:

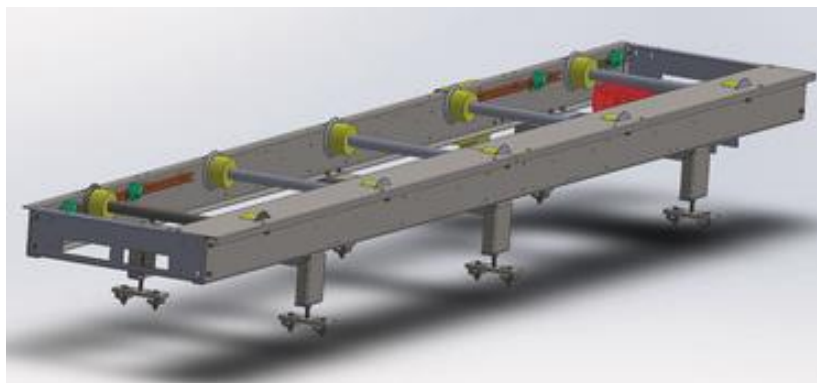
- Válečkový dopravník,
- zavěšovací elektrický dopravník,
- příčný přesuvný dopravník,
- otočný dopravník,
- excentrický zvedací dopravník,

- příčný plastový dopravník.

1.3.1 Válečkový dopravník

Někdy je také nazývaný skidovým dopravníkem (viz Obrázek 4), který slouží k podélným posunům skidu na další část linky. Je základním prvkem jak v manipulačních prostředcích, tak i v oblasti údržby manipulační techniky. Mohou být řešeny jako jedno stolové nebo dvou stolové, které mají jeden pohon jako jedno stolový dopravník, ale slouží k posunutí dvou skidů najednou.

Válečkové dopravníky se mohou využívat pro transport naložených, prázdných nebo nastohovaných skidů. V automobilovém průmyslu jsou vhodné pro taktový nebo plynulý typ transportu. (20)



Zdroj: (16)

Obrázek 4 – Válečkový dopravník-systém s řemeny od firmy ERTL

Systém s řemeny se skládá ze:

Základní části

- Motor,
- MFP,
- snímače,
- rolny,
- řemeny,
- řemenice,
- krycí plechy.

Doplňkové části

- Čtecí a zápisová jednotka,
- optoelektronické snímače,

- doplňující snímače,
- doplňující krycí části,
- naváděcí rolničky neboli zavaděče,
- rolničky na svedení napětí.

V každém procesu a na každém místě linky jsou specifické potřeby pro daný proces nebo bezpečnost pracovníků.

System s řemeny využívá k posunům skidu pohon, který přenáší točivý moment na řemeny, ty následně otáčejí rolnami a vzhledem k tomu se skid pohybuje v podélném směru.

Jako pohon se nejčastěji využívají **motory** od firmy SEW-EURODRIVE typu DR. Jedná se o třífázové motory s čelní převodovkou a brzdou (viz Obrázek 5), která zaručuje rychlejší, a tedy i přesnější zastavení motoru. Tyto motory mají také teplotní snímač, který zabrání přehřátí motoru. Na trhu existují typy motorů s různými parametry a s různými vlastnostmi. Každá firma si podle svých výrobků musí vybrat ten správný typ. Firma SEW-EURODRIVE má na svých webových stránkách zpracovaný kvalitní konfigurátor na všechny své výrobky. Firma poskytuje také motory určené do výbušného prostředí, což se hodí v oblasti lakoven v některých technologických procesech. V tabulce (Tabulka 1) můžeme vidět základní typy s parametry při frekvenci 50 Hz, protože v České republice máme právě elektrickou síť s frekvencí 50 Hz. (5)

Tabulka 1 – Parametry pohonů DR.. od firmy SEW-EURODRIVE

Třída IE	Počet pólů	Typ motoru	Výkon [kW] při frekvenci 50 Hz
IE1	2 póly	DRS..	0,18 - 9,2
	4 póly		0,18 - 200
	6 pólů		0,25 - 7,5
IE2	2 póly	DRE...	0,75 - 9,2
	4 póly		0,37 - 200
	6 pólů		0,25 - 5,5
IE3	2 póly	DRN..	0,75 - 7,5
	4 póly		0,75 - 200
	6 pólů		0,75 - 7,5
IE4	4 poly	DRU..J	0,18 - 3

Zdroj: (5, s úpravou autora)

Pro motory do výkonu 3kW se využívá jako motorový spouštěč MOVI-SWITCH od firmy SEW-EURODRIVE (viz Obrázek 5). Tento spouštěč může být využit podobně jako

složitější prvek, a to jako typ MSW – 2S, který se v praxi moc nevyužívá, ale můžeme s jeho pomocí měnit směr otáčení motoru. Dále existují typy MSW-1E nebo MSW-1EM. Tyto typy se používají pro svou jednoduchost, kdy můžeme zvolit jenom jeden směr otáčení. Výhodou těchto systémů je, že jsou umístěny v motorové svorkovnici a jsou kompatibilní s motory řady DR. (5)

Pokud máme dopravník s motorem, který se otáčí jedním směrem, můžeme ho využít k transportům či jako zásobník typu LIFO neboli „Last In, First Out“.

Skladování skidů a karoserií v zásobnících je velice důležité vzhledem k prostojům nebo k vyrovnání stavu zásob v některých částech výrobní haly. V automobilovém průmyslu jde u zásobníku hlavně o funkci pojistnou, kdy velikost zásoby je podmíněna na stupni nejistoty o vývoji okolí. (Cempírek, 2007, s. 54)



Zdroj: (5)

Obrázek 5 – Motor s čelní převodovkou a MOVI-SWITCHEM od firmy SEW-EURODRIVE

Pokud během provozu potřebujeme měnit směr otáčení motoru například v zásobnících nebo jiných manipulačních prostředcích, které využívají konstrukci válečkového dopravníku, využijeme digitální frekvenční měnič MOVIMOT standardního provedení od firmy SEW-EURODRIVE (viz Obrázek 6), který můžeme připevnit na svorkovnici motoru. Použití je u výkonu v rozsahu od 0,37 do 4 kW. Jsou kompatibilní s motory řady DR. Tyto měniče mají signalizaci pro jednoduchou diagnostiku pomocí tří barevné LED žárovky. Signalizuje provozní i chybové hlášení. Tyto měniče dokážou měnit i rychlost otáčení. (5)

MOVIMOT je proto vhodný pro systémy zásobníků FIFO neboli „First In, First Out“, ale i k transportům mezi manipulačními prostředky.



Zdroj: (5)

Obrázek 6 – MOVIMOT od firmy SEW-EURODRIVE

Jednou z možností, jak řídit motor, je pomocí frekvenčních měničů, které jsou umístěny v rozvaděči. Vhodným typem je frekvenční měnič MOVITRACK LTP-B od firmy SEW-EURODRIVE (viz Obrázek 7). Slouží pro řízení otáček motorů s výkonem až do 15kW. (5)

Pomalé otáčky se využijí zejména na linkách, kde pracovníci musí pracovat na karoserii během jejího transportu. (5)



Zdroj: (5)

Obrázek 7 - MOVITRACK LTP-B od firmy SEW-EURODRIVE

Motor je umístěn ve středu motorové konzole, která se dá seřizovat pomocí šroubů a řemeny lze napnout pomocí spouštění motorové konzole. (20)

Ozubené **řemeny** přenášejí točivý moment mezi motorem a rolnou. Řemeny jsou různých šířek a délek podle využití **řemenic**, které musejí být stejně velké jak na motoru, tak na rolnách. Řemenice jsou dvouřadé.

Rolny (viz Obrázek 8) se skládají ze dvou ocelových částí, které jsou spojeny s hřídelí. Hnací kolo má vnější průměr 130 mm. Dalšími částmi rolny jsou ložiska, řemenice a vodící kolo. Hnací kolo s řemenicí dvojitého ozubeného řemene, je poháněno pomocí ozubeného řemene, a tím dochází k pohybu skidu v požadovaném směru. Vodicí kolo slouží k vedení druhé strany skidu. Hřídel má na obou koncích závit pro uchycení pomocí šroubu ke konstrukci dopravníku. (20)

Řemeny, řemenice a rolny se používají například od firmy Walther Flender.



Obrázek 8 – Rolna

Zdroj: (6)

Typy rolen

- Kovová,
- plastová bandáž,
- gumová bandáž,
- hnaná řemen,
- hnaná řetězem.

Kovové rolny slouží hlavně v technologických procesech, ve kterých se dosahuje vysokých teplot a dále v procesech, kde je důležité, aby byly poruchy méně časté. Jsou také vhodné ke svedení statického napětí, kterým se skid může nabít během technologických procesů a transportů. Bohužel někdy může dojít ke klouzání ocelového skidu po ocelové rolně. Pokud se opotřebuje hnací nebo hnaná část, musí být rolna vyměněna a vyhozena.

Rolny s gumovou bandáží jsou výhodné, jelikož se opotřebovávají méně než rolny plastové a mají dvě styčné plochy, protože pogumování je jak na hnacích, tak vodicích kolech.

Rolny plastové, které jsou nejčastější rolnou využívanou u válečkových dopravníků. Ze všech rolen vydrží nejméně, ale mohou se celé opravit přímo údržbou.

Snímače jsou indukční a využívají se jako spínací. Snímač snímá ocelové předměty. Je několik druhů snímačů podle použití v daném procesu. Jsou to snímače k použití do normálního prostředí, prostředí se zvýšenou teplotou a snímače do výbušného prostředí. Důležitou

vlastností je i vzdálenost snímání. Nejčastěji se využívá vzdálenosti 20 mm. Například snímače od firmy Pepperle + Fuchs (viz Obrázek 9) mají i otočnou hlavici (snímací část), kterou si každý může upravit svým potřebám, dále mají signalizaci, i přímo na snímači, pomocí LED diod. (7)

Funkce snímačů se liší podle softwarového řešení. Je to snímač zastavovací, zpomalovací a poziční. Pro snížení rychlosti skidu využijeme snímač zpomalovací, aby netrpěly všechny části válečkového dopravníku na zvýšené otřesy a rázy při zastavení z vysoké rychlosti. Vždy se umísťuje před snímač zastavovací, který slouží ke konečnému zastavení skidu. V oblastech, kde máme obousměrné dopravníky využijeme snímač poziční. Při zavážení skidů pracovníkem může dojít k otočení skidu, nebo k posláním karoserie na špatném typu skidu do linky, proto jsou na lince snímače ke kontrole skidu. Pokud by tyto snímače nebyly, mohlo by docházet ke škodám na zařízeních linky. Na válečkovém dopravníku mohou být snímače na kontrolu uzamčení růžic u KTL.

Držáky snímačů mohou být umístěny na vzpěrách vpředu i vzadu a vzhledem k jejich konstrukci mohou být seřizovány ve směru transportu a vertikálně. (20)



Zdroj: (7)

Obrázek 9 – Snímače otočnou hlavici od firmy Pepperl+Fuchs

Snímače jsou připojeny do přípojných **modulů MFP** od firmy SEW-EURODRIVE. Moduly dále komunikují pomocí průmyslových sběrnic. V automobilovém průmyslu se nejčastěji používá sběrnice PROFIBUS. Všechny komponenty, které jsou na válečkovém dopravníku, tedy motor a snímače, musejí být řízeny nadřazenými či řídicími systémy. (5)

Z důvodu bezpečnosti pracovníků a také proto, aby se nepoškodily části válečkového dopravníku při pádu cizích předmětů do oblasti dopravníku, jsou na dopravníku **základní krycí plechy**. Ty jsou k dopravníku připevněny pomocí šroubů. **Doplňující plechy** nebo jiné části slouží hlavně pro bezpečnost pracovníků na linkách, kde pracují s karoserií během jejího transportu.

Čtecí nebo zápisová jednotka HF (viz Obrázek 10) slouží pro zápis nebo čtení datových nosičů, které jsou na přepravním prostředku.

Signalizace stavu je přímo na jednotkách HF. Informace také poskytuje **vyhodnocovacím jednotkám HF BIS M** od firmy Balluff, které informace zpracují a poskytnou je pomocí průmyslové sběrnice dále řídicím nebo nadřazeným systémům, jako je PLC nebo počítač. (1)



Zdroj: (1)

Obrázek 10 – Příklad čtecích a zápisových hlav od firmy Balluff

Optoelektronické snímače jsou využity jako doplněk snímačů pro přesnější zastavování přepravních prostředků, pro zjišťování typu karoserie, pro kontrolu správného navěšení karoserie a bezpečnost při vyvážení nebo zavážení skidu ven z linek na ruční vozíky.

Liší se maximální snímací vzdáleností, vysílačem světla, principem senzoru a mnoha dalšími vlastnostmi. Jejich důležitou částí jsou také odrazky, které odráží vyslaný paprsek vysílačem zpět. (8)

Naváděcí rolničky neboli dva zavaděče jsou umístěny na náběhové straně válečkového dopravníku a slouží pro vedení manipulačního prostředku. (20)

Rolničky na svedení napětí jsou využívány tam, kde se používají skidy, které jsou nabity napětím z technologického procesu KTL. Svedení napětí se provádí přes vodič do konstrukce dopravníku.

Analýza údržby válečkového dopravníku:

System s řemeny je podle názoru autora z praxe velice složitý na údržbu. Kromě konstrukce válečkového dopravníku jsou všechny části náchylné na poškození, a to zejména z důvodu velkých rychlostí, těžkých přepravních prostředků s karoserií, nebo z důvodu technologických procesů, při kterých může docházet k znečišťování manipulačních prostředků.

Nejčastějšími poškozenými komponenty jsou řemeny a rolny. Ty jsou nejvíce zatěžovány a jsou náchylné také na nečistoty a cizí předměty. Dalším velice zatíženým

komponentem je motor. Z hlediska údržbáře jsou tyto komponenty těžko přístupné, a to zejména pokud na dopravníku je skid, který nelze přesunout na následující přepravní prostředek.

1.3.2 Zavěšovací elektrický dopravník

Dále jen závěs. Je využit také jako přepravní prostředek (viz kapitola 1.2.). Jako manipulační prostředek se využívá v rámci své výhody, kdy se pracovníci a roboti mohou snadno dostat k podvozku karoserie a místům, ke kterým se při transportu na běžném skidu nedostanou.

Jelikož je závěs nad zemí, musí se použít izolované jednokolejové troleje (viz Obrázek 11). Jsou to například izolované jednokolejové troleje U10 od firmy VAHLE. Používají se pro přenos napětí do 600 voltů mezi trolejí a řídicí jednotkou. Trolej musí být použita jenom ve vnitřních prostorách. Lze jí ohýbat do oblouků. Troleje se skládají z šestimetrových délek, ale mohou být i kratší. (13)

Podle Cempírka (2007, s.47) „dopravník má vodorovně uzavřenou dráhu, a to buď jen ve vodorovné rovině, anebo prostorově, (tj. i se šikmými úseky).“



Zdroj: (13)

Obrázek 11 – jednokolejová trolej od firmy VAHLE

Trolej je připevněna na ocelové konstrukci, aby po ní mohly jezdit hnací a hnaná kola podvěsné závěsu.

Na troleji jsou umístěny ocelové plíšky, ty jsou snímány indukčními snímači, které jsou umístěny na závěsu.

Základní části

- Motor,
- řídicí systém s technologií LJU,
- oběžná kola,
- opěrná kola,
- snímače,
- konstrukce pro zavěšení karoserie,
- doplňkové části,
- tyč proti nárazu.

Jako **pohon** se používají šnekové převodové motory konstrukční řady DR od firmy SEW-EURODRIVE (viz Obrázek 14) s velkou účinností a nízkou hlučností. Výhodou je, že šnekové převodovky jsou kompatibilní s motorovou řadou DR s parametry (viz Tabulka 1), ze kterých si můžeme vybrat různé varianty podle výkonů a dalších parametrů. Parametry budou v každé firmě trochu jiné, ale v tabulce si můžeme prohlédnout výkony různých typů konstrukční řady DR. (5)

Řídicí systém s technologií LJU (dále jen LJU) slouží jak pro jednoosé, tak víceosé aplikace. Pokud chceme provádět jenom běžnou jízdu neboli jednoosou aplikaci, tak nám stačí kompaktní jednotka, například ST-87x/ST-88x od firmy (viz Obrázek 12). Ta napájí motory o výkonu až 3 kW pomocí konektoru od výrobce Harting a slouží i jako jeho motorový spouštěč. Jednotka pracuje se signály od indukčních snímačů, které jsou spojeny s LJU konektory M12. LJU dokáže signalizovat chybová hlášení pomocí obrazovky, která je integrovaná přímo na LJU. Jednotka je vhodná k další konfiguraci parametrů, kterou si může provádět každá firma samostatně podle svých potřeb. (14)



Obrázek 12 – Řídicí systém s technologií LJU od firmy LJU

Zdroj: (14)

Oběžná kola jsou vyrobená z ocelové slitiny, jejich běhoun je z polyuretanu. (15)

Kolo slouží pro odvalování závěsu po EHB dráze, kterou využívají jako kolejnici. Každý závěs má dvě kola. Jedno kolo je spojeno s hřídelí šnekové převodovky a otáčí se prostřednictvím drážky v kolu a pera na hřídeli motoru. Toto kolo je tedy hnací. Druhé kolo obsahuje dvě ložiska a slouží jako hnané kolo.

Opěrná kola slouží k zajištění závěsu na EHB dráze, aby nedošlo k jeho vyjetí z EHB dráhy. Jsou vyrobeny z ocelové slitiny. V kolech jsou kuličková ložiska a mají polyuretanový běhoun. (15)

Snímače má každý závěs dva. Snímače jsou popsány výše v kapitole 1.3.1.

Celá konstrukce závěsu drží na kolejnici pomocí oběžných a opěrných kol. Ke konstrukci je připevněn motor, snímače, řídicí jednotka s technologií LJU a ocelová konstrukce pro zavěšení karoserie. K zavěšení karoserie slouží opět čtyři trny jako u skidu.

Tyč proti nárazu neboli „nos“ závěsu slouží jako záračka proti sražení závěsů, ke kterému může dojít při poruše snímače. Tyto tyče fungují bez problému, pokud se jedná o rovnou trolej. Bohužel pokud se na trase troleje nacházejí oblouky, může ke srážce karoserií či konstrukcí závěsů dojít.

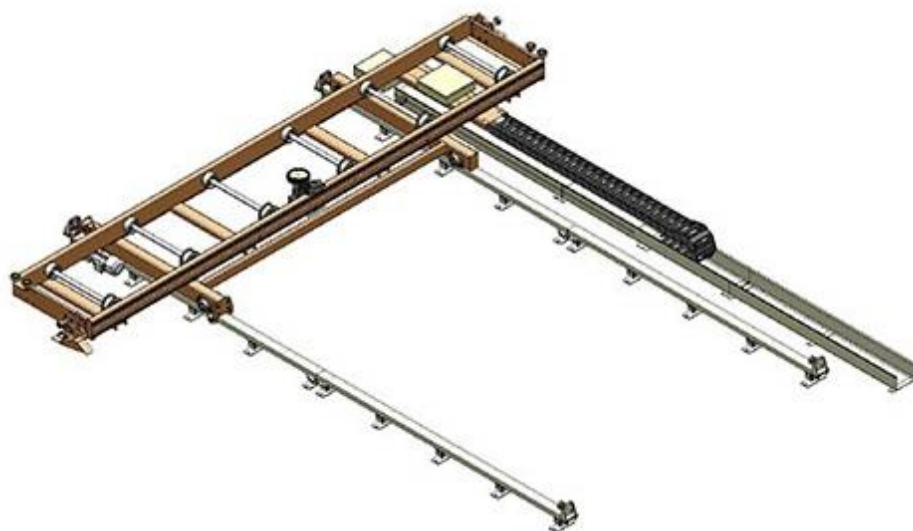
Analýza údržby zavěšovacího elektrického dopravníku:

Jelikož je celý dopravník nad zemí, představuje to velký problém pro údržbáře, protože se hned nedostane k vadným komponentům. Možným problémem je, pokud vadný komponent nejde opravit během několika minut přímo na hlavní troleji, musí se závěs přesunout až do opravné zóny nebo auditních míst, což je časově náročný úkon. Výměna jednotky LJU je velice rychlá, ale pokud se musí vyměnit motor nebo oběžné kolo, nastává problém. Při těchto poruchách musí dojít k nadlehčení závěsu z koleje, na které leží svou vahou a případně vahou karoserie.

1.3.3 Příčný přesunovací dopravník

Dále jen přesuvna (viz Obrázek 13). Jedná se o dopravník, který slouží k posunutí skidu ve směru příčném a transportu skidů do podélných linek. Skid najede z podélné linky na válečkový dopravník přesuvny, následně je přesunut v příčném směru na jinou podélnou dopravníkovou trasu, která je s přesuvnou v kolmé pozici. (20)

Vždy jsou řešeny jako jedno stolové. Je složen z konstrukce válečkového dopravníku a pojízdné konstrukce. Níže můžeme najít, z jakých částí se příčný přesunovací dopravník skládá.



Zdroj: (3)

Obrázek 13 – Příčný přesuvný dopravník od firmy Taiki-sha

Základní části

- Válečková dopravník,
- motor pro posuny po kolejnici,
- hřídel,
- snímače,
- kódovací lišty,
- kolejnice,
- pojezdová kola,
- mechanické dorazy,
- energetický řetěz.

Doplňkové části, které může obsahovat

- Čtecí nebo zápisová jednotka,
- fotonky,
- doplňující snímače,
- doplňující krycí části,
- naváděcí rolničky,
- rolničky na svedení napětí.

Válečkový dopravník a doplňkové části jsou shrnuty v kapitole 1.3.1.

Jako **pohon** se používají šnekové převodové motory konstrukční řady S..DR.. od firmy SEW-EURODRIVE (viz Obrázek 14). Více informací o motorech v kapitole 1.3.2.



Zdroj: (5)

Obrázek 14 – Převodový šnekový motor od firmy SEW-EURODRIVE

Jelikož se točna pohybuje obousměrně, jako motorový spouštěč je možno využít buď MOVIMOT nebo frekvenční měniče typu MOVITRACK LTP-B, které jsou více popsány v kapitole 1.3.1.

Pro pohyb na kolejnici jsou použity opět indukční **snímače** od firmy Pepperle + Fuchs, umístěné na přesuvně. Jsou využity pro zpomalení a zastavení přesuvny a zastavují na principu snímání železných plíšků. Dále se zde nacházejí snímače na určení polohy, ty snímají **kódovací lišty**. Kódovací lišty fungují na principu binární soustavy, jejich princip je pro lepší pochopení vysvětlen (viz Obrázek 15). Podle počtu obsazených snímačů je nám známa poloha přesuvny.

Poloha	Schéma kódovacích lišt	Binární Soustava
První poloha		0001
Druhá poloha		0010
Třetí poloha		0011
Čtvrtá poloha		0100
Pátá poloha		0101
Šestá poloha		0110
Sedmá poloha		0111
Snímače polohy		

Zdroj: Autor

Obrázek 15 – Schéma kódovacích lišt

Jako bezpečnostní prvek je použit **mechanický snímač**, také nazýván jako bezpečnostní snímač, například XCKJ10543H7 od firmy Telemecanique (viz Obrázek 16). Funguje jako mikrospínač a sepne při přejetí přesuvny v koncových polohách. (9)



Zdroj: (9)

Obrázek 16 – Mechanický spínač XCKJ10543H7 od firmy Telemecanique

Kolejnice se skládá ze dvou hraněných U-plechů, které jsou připevněny k podlaze. (20)

Kolejnice slouží pro jízdu celé přesuvny. Jsou zapotřebí dvě kolejnice. Styk přesuvny s kolejnicí zajišťují dvě hnací kola a dvě hnaná kola. Na kolejnici jsou připevněny také plíšky pro zastavování a určování polohy. Po kolejnici jezdí **pojezdová kola**, která jsou vysvětlena v kapitole 1.3.2. Tato kola mohou být různých velikostí.

Pojezdová kola jsou poháněna kloubovým hřídelem typu 0.106.101 L=2700 mm s přírubou typu 1.107.240, který je od firmy ELBE. (20), (21)

Přesuvna v žádném případě nesmí sjet z kolejnic, a to ani v případě poruchy všech snímačů. Proto jsou na koncích kolejnice **mechanické dorazy** vyrobeny z gumy, která tlumí, při případném naražení přesuvny do dorazu, velké rázy. Rázy by mohly poškodit některé části přesuvny.

Pojízdový rám je vyroben z ocelové konstrukce a je přizpůsoben pro pohyb na kolejnicích.

Jelikož je přesuvna pohybující se manipulační prostředek, vodiče, které vedou k elektrickým komponentům, musejí jezdit v **energetickém řetězu** (viz Obrázek 17). Pohybuje se ve své kolejnici, do které také zapadají jeho plastové články, ze kterých je složen.

Energetický řetěz slouží pro jejich vedení a ochranu vodičů. Energetické řetězy jsou různých šíří, výšek a délek. Vzhledem k tomu, že je složen z článků, se dá jednoduše měnit jeho délka podle potřeb dané přesuvny. (11)



Zdroj: (10)

Obrázek 17 – Energetický řetěz

Doplňkové části jsou podle potřeb daného místa a bezpečnosti (viz kapitola 1.3.1) o válečkovém dopravníku.

Analýza údržby příčného přesunovacího dopravníku:

Největším problémem je, že tyto přesuvny spojují důležitá místa, která nelze „obejít“ jinou trasou manipulačních prostředků. Další problém představuje právě energetický řetěz, jelikož se do něj mohou dostat nečistoty a aplikovaný materiál z karoserií nebo skidů. Materiál je dále roznášen po celé výrobní hale. Z tohoto důvodu je řetěz špatně ohebný nebo vyjede ze své kolejnice a může dojít k přetržení kabeláže, což je z hlediska časové náročnosti na opravu velmi zdoluhavé. Pokud jdou vodiče spojit pomocí lisovacích spojek, je čas ušetřen. Pokud se kabely musí natáhnout nové, může vzniknout velký časový problém. Dalším velice opotřebovaným komponentem jsou pojezdová kola.

1.3.4 Otočný dopravník

Točna slouží pro otočení karoserie. Využití otočení je v rozích, nebo na koncích výrobních hal, anebo z důvodu potřeby následujícího technologického procesu. Točny se dělí podle možnosti jejich otočení. Jsou to točny s otočením o 360°, v technologických procesech využito jen otočení o 180° (dále jen DT), nebo s otočením o 90° (dále jen ST).

Základní části

- Válečkový dopravník,
- motor pro posuny po kolejnici,
- snímače,

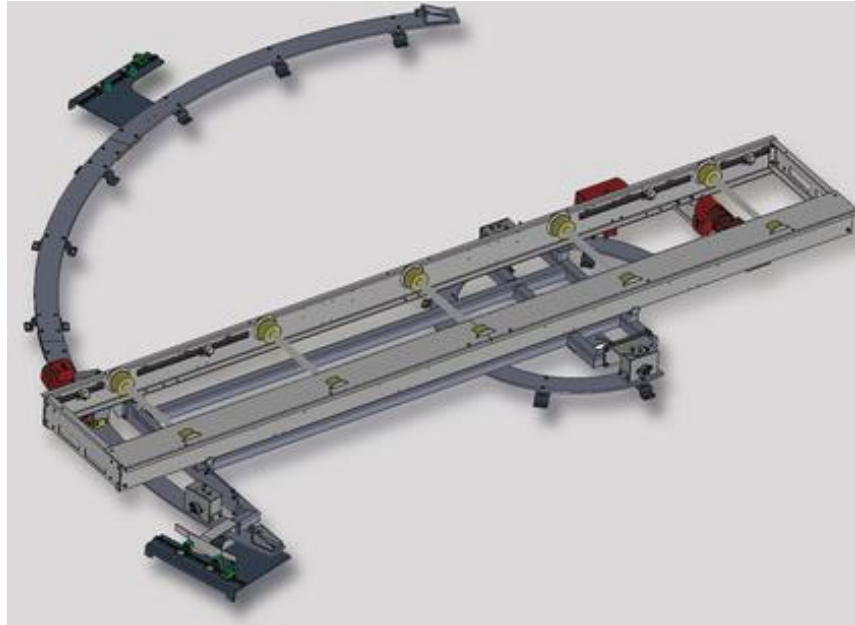
- kódovací lišty,
- kolejnice,
- pojezdová kola,
- mechanické dorazy.

Doplňkové části, které může obsahovat

- Čtecí nebo zápisová jednotka,
- fotonky,
- doplňující snímače,
- doplňující krycí části,
- naváděcí rolničky,
- rolničky na svedení napětí,
- přesuvna.

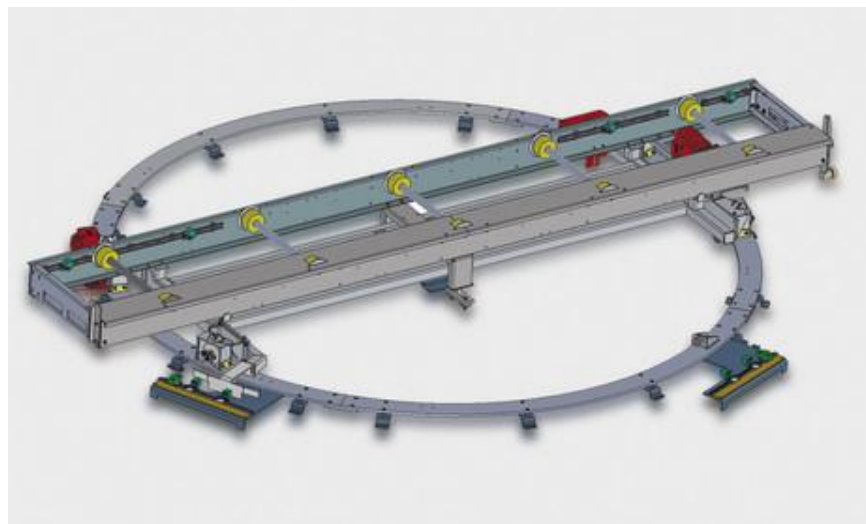
Všechny základní části jsou více definovány v kapitole 1.3.1 o válečkovém dopravníku a v kapitole 1.3.3 o příčném přesunovacím dopravníku. Rozdíly od předchozích dopravníků si definujeme zde.

Některé odchylky můžeme vidět u točny **ST** (viz Obrázek 18), která musí jezdit po dvou oběžných **kolejnicích**. Pohon pro otáčení je vždy jeden, je pevně spojen s **hnacím kolem**, který přenáší točivý moment na kolejnici. Hnací kola jsou stejná jako u přesuvny, mohou mít různé parametry velikosti. Točna **DT** (viz Obrázek 19) je podstatně jednodušší. Využívá jenom jednu kolejnici, která je ve tvaru kružnice. Zbylá tři **kola** jsou **hnaná**, která musí mít ložiska. V každém procesu nebo místě v lince jsou specifické potřeby pro daný proces nebo bezpečnost pracovníků. Některé točny DT jsou také přesuvnami.



Obrázek 18 – Točna s otočením o 90° od firmy ERTL

Zdroj:(16)



Obrázek 19 – Točna s otočením o 360° od firmy ERTL

Zdroj:(16)

1.3.5 Excentrický zvedací dopravník

Neboli také EHT (viz Obrázek 20). Slouží jako doplňkový manipulační prostředek u příčného plastového dopravníku, který je shrnut v kapitole 1.3.6. Je využíván pro zvednutí skidu z pásů příčného plastového dopravníku. Kombinací EHT a příčného plastového dopravníku vznikne malý zásobník.

Další jeho vlastností je rozmíst'ování karoserií do podélných linek s různou výškovou úrovní. (20)

Základní části

- Válečkový dopravník,
- pohon pro zvedání,
- čtyři excentrické páky,
- řemeny,
- ozubené kolo,
- dvě zdvihací hřídele,
- základní rám,
- zdvihací rám,
- snímače pro polohu,
- zdvihací hřídele.

Doplňkové části, které může obsahovat

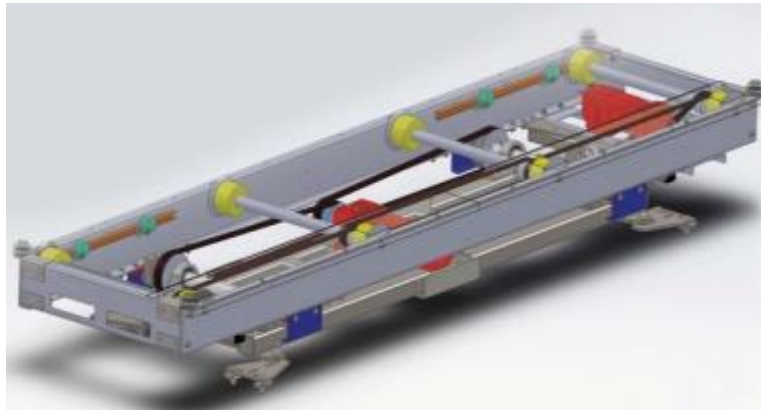
- Čtecí nebo zápisová jednotka,
- naváděcí rolničky,
- dosedací silony.

EHT je složen ze **zdvihacího rámu**, který obsahuje válečkový dopravník (viz kapitola 1.3.1). Zdvihací rám je zdvihán pomocí pohonu s převodovkou (viz kapitola 1.3.2), samozřejmě s jiným výkonem (viz Tabulka 1) EHT se sice pohybuje nahoru a dolů, ale motor vykonává pohyb jedním směrem, proto je možno využít jako motorový spouštěč buď MOVI-SWITCH, MOVIMOT, nebo frekvenční měniče typu MOVITRACK LTP-B. Ty jsou více popsány v kapitole 1.3.1. Pohyb nahoru a dolů vytvářejí **excentrické páky**. Hřídel převodovky je spojena s **ozubeným kolem**, a to pohání **dva řemeny**, které otáčí dvěma **zdvihacími hřídelemi**, které jsou uloženy v ložiskových pouzdrech základního rámu. Zdvihací hřídele slouží k otáčení čtyřmi excentrickými pákami, kdy na každé hřídeli jsou dvě. Excentrické páky dělají z točivého momentu motoru pohyb zdvihací. (20)

Hřídele mohou být použity od firmy ELBE. (21)

Všechny předchozí vysvětlené části jsou uloženy v **základním rámu**, který stojí pevně na zemi. **Indukční snímače** (viz kapitola 1.3.1) jsou zde pro určení polohy EHT. Jsou uloženy na pevném místě, tedy na základním rámu a snímají plíšek, který je umístěn na zdvihacím rámu. (20)

Poloha snímačů je dole a nahoře. Doplnkové části, které jsou velmi časté, jsou **dosedací silony**, které slouží k lepšímu navedení skidu, který se při pohybu po příčném plastovém dopravníku může vychýlit a nemusí být naveden na rolny válečkového dopravníku EHT přesně, proto může dojít k poruše, nebo dokonce k pádu skidu z EHT. Další části jsou naváděcí rolničky a čtecí nebo zápisové jednotky, které jsou více popsány v kapitole 1.3.1 o válečkovém dopravníku.



Zdroj: (16)

Obrázek 20 – Excentrický zvedací dopravník od firmy ERTL

Analýza údržby excentrického zvedacího dopravníku:

V praxi může být problém s tím, že jsou špatně seřizené hřídele a excentrické páky. Z tohoto důvodu může docházet k nerovnoměrnému zvednutí EHT vůči ostatním manipulačním prostředkům.

1.3.6 Příčný plastový dopravník

K příčným posunům, jak je popsáno výše v kapitole 1.3.3, slouží příčný přesunovací dopravník. Ten oproti příčnému plastovému dopravníku (dále jen QGF) (viz Obrázek 21) dosahuje větších rychlostí. Další vlastností QGF je nižší pozice nad zemí než u ostatních manipulačních prostředků, proto musí být doplněn o EHT (viz kapitola 1.3.5), takže skid nejdříve najede na EHT a později je pomocí EHT snížen do spodní polohy a dosedne na pásy QGF, poté může být posunut v příčném směru. To, že je dopravník doplněn o EHT, je výhodou. Může být využit i jako zásobník, záleží na jeho velikosti. Dále se může použít k posunům mezi několika řadami válečkových dopravníků, které slouží jako zásobník nebo ke třídění, kam dané karoserie budou transportovány.

Delší dopravníkové dráhy s využitím QGF, na kterých se nacházejí vstupy a výstupy podélných linek jsou rozděleny do menších QGF s délkou 3600/3200 mm, jsou seřazeny za sebou a překrývají se s přesahem asi 400 mm tak, aby v místech přechodu byl zajištěn plynulý a bezchybný pohyb skidu. (20)

Základní části

- Motor se šnekovou převodovkou,
- dvě hnací hřídele,
- kloubová hřídel,
- dvě hnací kola,
- dvě hnaná kola,
- dva plastové pásy,
- základní rám,
- napínací stanice,
- snímače,
- konstrukce.

Doplňkové části

- Gumové dorazy.

Motor se šnekovou převodovkou (viz kapitola 1.3.2), typy a výkony motorů (viz Tabulka 1), je umístěn mezi dvě ocelové **konstrukce** a přenáší točivý moment přes **kloubovou hřídel** na **dvě hnací hřídele**, ty jsou uloženy ve stojatých ložiscích. Hřídele slouží pro přenos točivého momentu na **dvě hnací kola**, která jsou opatřena navulkanizovanou gumovou vrstvou (dvě strany plastového příčného dopravníku). (20)

Hřídele mohou být použity od firmy ELBE. (21)

Kola jsou ozubená a do jejich ozubení zapadají články plastových pásů. **Dvě hnaná kola** jsou na protější straně hnacích kol. Kola mají ložiska a jsou upevněna v základních konstrukcích.

Napínací stanice je složena ze dvou rámu na jedné straně jsou uložena hnací kola v kuličkových ložiscích. Rámy jsou vedeny do konstrukce a seřízení napnutí pásu je pomocí matice. (20)

Mezi koly obou konstrukcí jsou nataženy **plastové pásy**, které jsou poháněny hnacími ozubenými koly. Jsou to vlastně nekonečné pásy, které se stále otáčejí dokola. Na těchto pásech se přesouvají skidy v příčném směru.

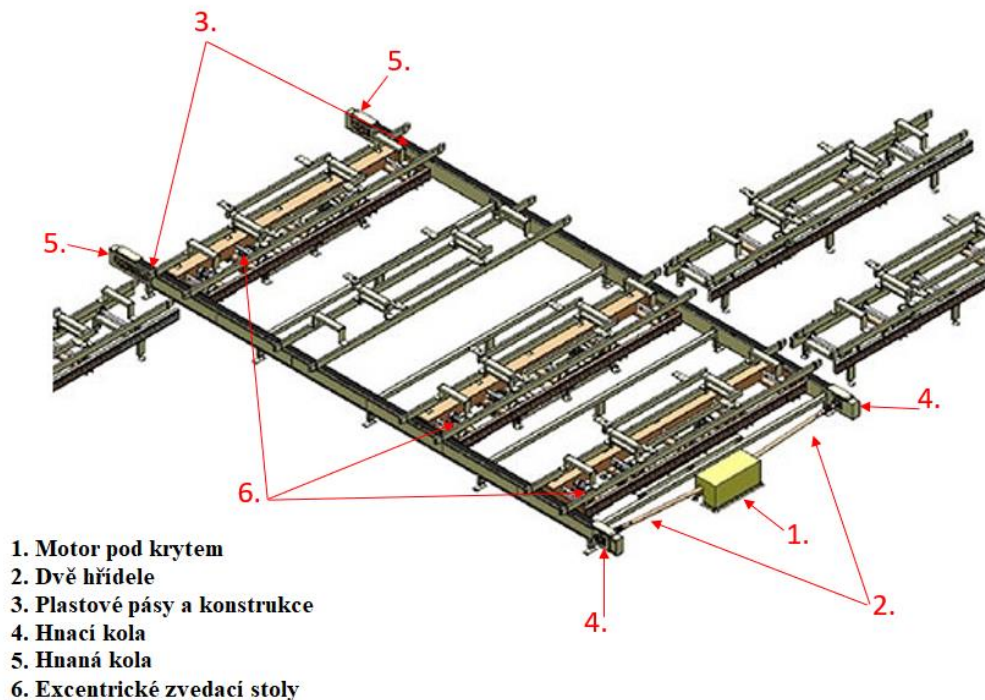
S mezerami asi 2000 mm jsou pásy po stranách vedeny vždy dvěma vodícími komponenty z plastu. Volná část pásu se pohybuje v konstrukci na bezúdržbových válečcích s kluznými ložisky a kotouči s lemem. (20)

Indukční snímače, více popsány v kapitole 1.3.1, jsou zde pro zjištění polohy skidu, ale také pro přesné zastavení, aby mohl být skid nadzvednut správně pomocí EHT, a následně transportován dále v podélném směru pomocí válečkových dopravníků. Snímače jsou tedy zpomalovací, zastavovací a poziční, což znamená, že kontrolují skidy, aby byly ve vodorovné pozici vůči následujícím podélným linkám.

Gumové dorazy slouží pro ohraničení QGF dráhy a slouží jako bezpečnostní doraz a v případě poruchy některých snímačů zabrání pádu skidu. (20)

Analýza údržby příčného plastového dopravníku:

Příčný plastový dopravník je velice jednoduchý, ale bohužel vlivem transportu naložených skidů po QGF může docházet k jeho prohnutí. Prohnutí skidu je velký problém, a to hlavně při transportu mezi dopravníky, kdy nemusí být „nabrán“ novým dopravníkem. Jeden z problémů nastává při zastavování na indukčních snímačích, kdy skid zastaví vlivem prohnutí až po delší době. Špatně zjištěným problémem je také natažení některého pásu v určitém místě. To způsobí, že jedna strana skidu „předbíhá druhou“, a je tedy transportován šikmo. Vzhledem k tomu může dojít ke špatnému dosednutí skidu na EHT, anebo dokonce pádu skidu z EHT. U QGF je dalším problémem „roznášení“ aplikovaných materiálů po manipulačních prostředcích, kdy skidy mohou při zastavení nebo rozjezdu pásu proklouznout a dojde opět k šikmému transportu.



Zdroj: (3, s úpravou autora)

Obrázek 21 – Příčný plastový dopravník od firmy Taiky-sha

1.4 Údržba

Podle Jurči (2004, s.2) je v literatuře popsáno mnoho systémů údržby, ale z praktického použití připadají v úvahu jenom dva, a to:

- „*Preventivní standartní údržba založená na normativu doby provozu nebo doby používání objektu.*
- *Preventivní diagnostická údržba založená na výsledku diagnostické prohlídky (porovnávání naměřených hodnot s hodnotami varovnými a mezními) nebo průběžného monitorování technického stavu.“*

Konkrétní objekty (stroje) jsou vyrobeny z několika komponentů, z jejichž hlediska opravitelnosti jsou rozděleny na **neopravované prvky**, které se mění za nové a **opravované prvky**. Tyto prvky může údržbář či externí firma zrenovovat hlavně kvůli finančním stránkám firmy. (17)

Podle Jurči (2004, s.14) „*k obnově charakterizovaných strojních prvků může dojít třemi základními systémy údržby:*

- Neplánovanou údržbou, kdy obnova je vždy vykonána až po poruše.*

b) *Tradiční preventivní údržbou – založenou buď na pevném intervalu pro obnovu (bez ohledu na případnou poruchu – na stáří prvku) – periodická údržba, nebo na klouzavém intervalu pro obnovu (s ohledem na případnou poruchu – na stáří prvku) – věková údržba.*

c) *Preventivní diagnostickou údržbou založenou na sledování technického stavu, přičemž obnova je vykonána po dosažení optimální hodnoty ukazatele technického stavu.“*

V procesu údržby máme dva ukazatele, kterými jsou komplexní ukazatele produktivní údržby a provozních ukazatelů produktivity údržby. Pomocí ukazatelů můžeme údržbu stále hodnotit a zlepšovat. (17)

Dalším důležitým aspektem údržby je znalost pracovníků, jak se všemi stroji a komponenty pracovat, aby nedošlo k újmě na zdraví jak jejich, tak ostatních pracovníků, nebo nedošlo ke škodě na zařízeních. Podle Šturmy (2015, s. 75) *„každá obsluha vyhrazeného technického zařízení má své povinnosti a úkoly, které vedou nejen k tomu, že zařízení je funkční, ale také k prevenci. Existuje mnoho výkladů povinnosti obsluh jednotlivých zařízení, ale primárně by se měly řídit provozními předpisy, které vytvoříte vy, majitelé či provozovatelé, na základě zkušeností s provozem.“*

Z pohledu údržbáře je největším problémem velkých průmyslových automobilových firem obrovský počet zařízení, která potřebují údržbu, oproti poměrně malému počtu pracovníků v údržbě. Nejde o to, že by pracovníci nebyli, ale musejí mít zkušenost jak s elektrotechnickým, tak i se strojním oborem. Takových pracovníků je skutečně málo. Další problém je v tom, že každý měsíc se musejí pracovníci učit nová zařízení nebo technologie, jež postupně nahrazují ty zastaralé. To klade na pracovníky údržby neustálý tlak. Tlak se stupňuje i od pracovníků linek a všech nadřízených, kteří pochopitelně vyžadují, aby linky fungovaly nepřetržitě a bez poruch. Pokud tedy dojde k poruše, nebo nucenému zastavení linky, stupňuje se nervozita všech zúčastněných, což může vést k tomu, že údržba je tlačena do situací, kdy volí např. alternativní postupy, aby linky fungovaly do doby, kdy bude plánovaná odstávka, při které dojde k dokončení opravy. Bohužel toto může vést k větší nehodovosti, jak na samotných zařízeních, tak i pracovníků linek i údržby.

Z pohledu autora je jeden z problémů v sestavení údržby z několika směn z důvodu zajištění nepřetržitého provozu. To znamená, že určitou část zařízení má na starost více pracovníků, kteří si zařízení musí předávat a spoléhat se na to, že předešlá směna byla zodpovědná a provedla vše, co provést měla.

Když už jsme zmínili nepřetržitý provoz, který ve většině automobilových firem funguje, tak to znamená, že pracovní linky fungují šest dní v týdnu. Z toho důvodu má údržba

na opravy, při vypnutých linkách pouze 24 hodin. To je velice málo času, jelikož údržba má na starost i další povinnosti, jako běžné úkony, které se musí dělat kvůli správné funkci technologických procesů. Dále v tomto čase pomáhá externím firmám, které uvádějí do provozu nová zařízení nebo nové technologie. Poslední, a asi nejdůležitější činností údržby, je preventivní údržba a výměna komponentů na stávajících zařízeních. Z toho je patrné, že za 24 hodin odstávky je velice náročné všechny tyto činnosti zvládnout.

Jedním z problémů je nemožnost sledovat jednotlivé komponenty dopravníků na dálku. Při takovém množství dopravníků je obtížné všechny pečlivě zkontrolovat, a také v některých případech nemusíme pomocí vizuální a zvukové kontroly problém odhalit.

2 Návrhová řešení dopravníkové techniky a její údržby a jejich zhodnocení

Vždy je složitější navrhnout něco lepšího, než je stávající stav zařízení, a to speciálně v automobilovém průmyslu, který je v této době asi jedním z nejlépe financovaných a nejvíce se rozvíjejících průmyslů. Všechny nové technologie se soustředí do automobilového průmyslu, z důvodu jeho velkého rozvoje a potenciálu. Bohužel, jak se zrychluje doba, tak se zrychluje i výroba, proto je financování zaměřeno hlavně na technologie, které zrychlí výrobu automobilů, ale často nebere ohled na následky, které to přinese do budoucna vzhledem k zvýšené potřebě údržby, poruchovosti a dalším problémům. Některé návrhy už mohou někde existovat, ale pokud budeme brát analýzu podle kapitoly 1, tak tohle jsou aktuální možná řešení:

1. **Výměna komponentů** – jde o nejdříve navrhované úpravy ve smyslu výměny některých komponentů za nové s malým zásahem do úpravy konstrukce manipulačního prostředku

2. **Úpravu konstrukce manipulačních prostředků** – Bohužel je velmi málo dostupných materiálů s přesnými nákresey, proto jsou i návrhové nákresey v této práci pouze ilustrační. Jelikož má každý výrobce jiné míry a případně si návrhová řešení uzpůsobí svým manipulačním prostředkům, nemělo by to ničemu vadit. Úprava konstrukce vede k zásahu do ní samotné – někdy s větším zásahem do konstrukce, někdy s menším zásahem.

3. **Instalace nových technologií**, které mohou už někde existovat. Ve své praxi jsem se s nimi nesešel, ale podle popisu a obrázků jsou dobré alespoň pro zamyšlení

2.1 Válečkový dopravník

1. Výměna komponentů
2. Úprava konstrukce
3. Nové technologie

1. Analýza současného stavu válečkového dopravníku je shrnuta v kapitole 1.3.1. Tento manipulační prostředek je nejpoužívanějším, a proto je firmy stále vylepšují a přidávají do nich nové komponenty. Jedním z nejdůležitějších řešení je zabránění příčin poruch a pokud porucha vznikne, musí dojít k její rychlé opravě.

Jednou z možností je výměna pohonů za **pohony** s maximální energetickou účinností, například synchronní motory DR..J s technologií LSMP – Line Start Permanent Magnet se třemi

třídami účinností IE2, IE3 a IE4. Motor je třífázový asynchronního typu. Avšak v rotoru ukrývá kotvu nakrátko s permanentními magnety, což znamená, že po asynchronním rozběhu se motor synchronizuje na napájecí frekvenci a pomocí toho dále běží v synchronním režimu. V synchronním režimu mají motory menší ztráty a velkou účinnost. Tento typ motorů má také velký rozsah otáček s konstantním kroutícím momentem bez nutnosti přídavného ventilátoru. Tyto motory jsou přizpůsobeny k provozu s jednoduchými měniči s regulací otáček/frekvence, to jsou tedy motorový spouštěč MOVIMOT a frekvenční měnič MOVITRACK LTP-B, které jsou více vysvětleny v kapitole 1.3.1. V tabulce (Tabulka 2) si můžeme prohlédnout parametry motorů s provozem s frekvenčním měničem/50 Hz s konstantním kroutícím momentem 300–1500 min⁻¹ [CT 1:5] a provoz na síti/50 Hz s jmenovitými otáčkami: 1500 min⁻¹ má stejné parametry. (5)

Tabulka 2 – Synchronní motory DR..J s technologií LSMP od firmy SEW EURODRIVE

Provedení	Třída účinnosti	Konstrukční velikost	Výkon P _N [kW]
DRE..J	IE2	71S - 100M	0,37 - 4,0
DRP..J	IE3	71S - 100L	0,37 - 4,0
DRU..J	IE4	71S - 100L	0,18 - 3,0

Zdroj: (5)

Velice důležitá je také rychlá výměna pohonu během poruchy. Firmy SEW EURODRIVE poskytují již instalované konektory od výrobce Harting do svorkovnice motoru. Pomocí těchto konektorů je možná rychlá a také bezchybná výměna motoru při poruše. Úprava nastává u každého dopravníku, kdy musíme opatřit každý přívodní vodič deseti pinovou zásuvkou, jejím krytem a průchodkou od firmy Harting. Poté je celková cena za 1 kus kolem 1 005 Kč (dle internetového zdroje: www.tme.eu) je to poměrně velká cena, ale když zahrneme množstevní cenu a odběr velké firmy, tak se určitě cena sníží a za další se sníží rychlost výměny pohonu, protože se nebudou muset přepojovat jednotlivé vodiče zvlášť, ale dojde pouze k přepojení konektoru.

Indukční snímače místo využití typů NBB20-U1-A2 je lepší typ NBN40-U1-A2, který eliminuje problém s prohnutím skidů (tento problém je vysvětlen v kapitole 1.2). Tento snímač využívá místo snímací vzdálenosti 20 mm vzdálenost 40 mm. Další možností náhrady jsou typy s větší plochou pro snímání, například typ NCB40-FP-A2-P1. Bohužel některé typy jsou mnohem dražší.

Možným řešením, které by vedlo k rychlé výměně snímačů, je využití snímačů s rychlou výměnou. Typy těchto snímačů jsou NBN40-L2-A2-V1 a NCB40-FP-A2-P1-V1, oba snímače si můžeme prohlédnout (viz Obrázek 22). Tyto snímače jsou opatřeny zástrčkovými konektory M12, které jsou například i na řídicím systému s technologií LJU (viz kapitola 1.3.2). Cena zásuvky M12 se čtyřmi piny za 1 kus je 319 Kč (dle internetové zdroje: www.cz.farnell.com). Všechny zmíněné snímače jsou od firmy Pepperl+Fuchs. Na porovnání jednotlivých snímačů se můžeme podívat (viz Tabulka 3)

Tabulka 3 – Porovnání parametrů typů snímačů od firmy Pepperl+Fuchs

Typ	Jmenovitá provozní vzdálenost [mm]	Cena [Kč]
NBB20-U1-A2	20	2 415
NBN40-U1-A2	40	2 415
NCB40-FP-A2-P1	40	4 486
NBN40-L2-A2-V1	40	1 583
NCB40-FP-A2-P1-V1	40	4 803

Zdroj: autor



Zdroj: (7)

Obrázek 22 – 1) Indukční snímač typ: NBN40-L2-A2-V1 a 2) Indukční snímač typ: NCB40-FP-A2-P1-V1 oba od firmy Pepperl+Fuchs

Zhodnocení výměny komponentů

Výměna motoru je čistě z energetických důvodů. Výměna snímačů by měla za následek eliminaci poruch snímání skidu ať už v důsledku prohnutí či jiného zkosení v přední části. Údaje k porovnání oproti původnímu stavu si můžeme prohlédnout (viz Tabulka 4).

Tabulka 4 - Zhodnocení návrhu výměny komponentů

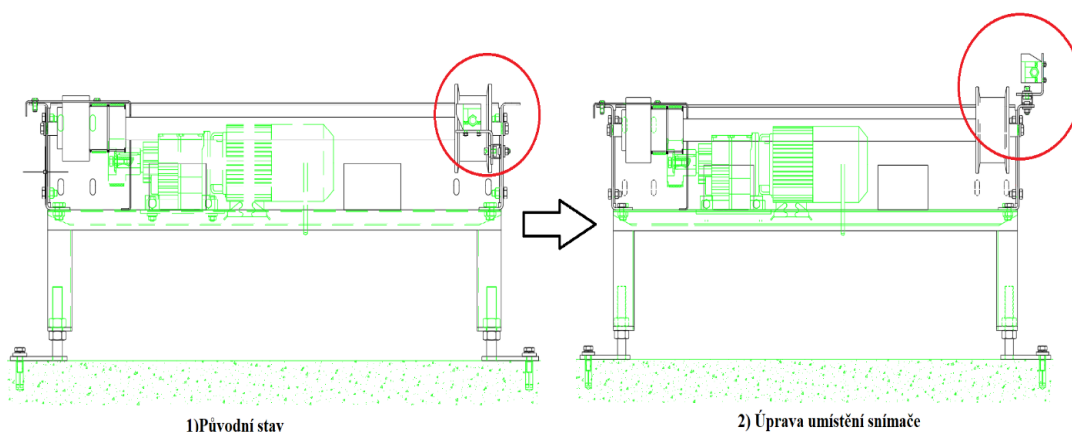
	Zrychlení údržby při poruše	Eliminace poruch	Vyšší účinnost (šetření elektrické energie)
Pohony DR..J			✓
Výměna snímačů	✓	✓	

Zdroj: autor

2. Úprava konstrukce je složitějším procesem. Některé úpravy nebudou tak složité udělat již na stávající dopravníky, ale poměrná část se vzhledem k časové náročnosti jejich realizace nemůže provést na všech dopravnících, ale mohou se vybrat důležité oblasti, kde dochází k velkým ztrátám produkce automobilů či ovlivnění dalšího chodu firmy.

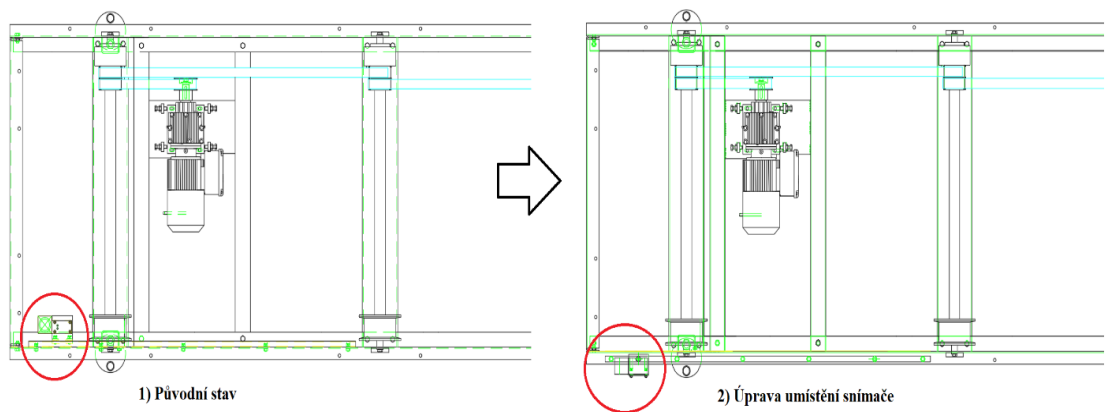
Úprava umístění snímačů

Jedním z možných řešení, které by zabránilo poruchám vznikajícím prohnutým či různě zkoseným skidům, je instalace **indukčních snímačů** po boku válečkového dopravníku místo současného umístění v dráze skidu. Pro lepší představu se můžete podívat (viz Obrázek 23 a Obrázek 24). Celá konstrukce pro uchycení snímače zůstane stejná, dojde pouze k zrcadlovému otočení snímače na svém držáku. Lišta, ve které je uchycen držák snímače, bude připevněna k vrchní části dopravníku, tak aby snímač snímal boční část skidu.



Zdroj: (20, s úpravou autora)

Obrázek 23 – Úprava umístění snímačů (nárys)

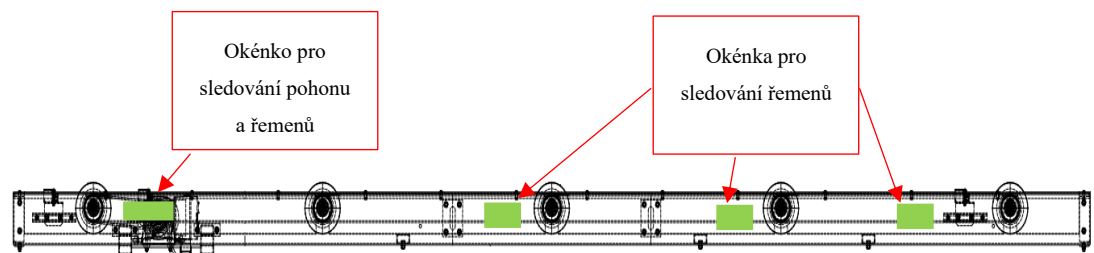


Zdroj: (20, s úpravou autora)

Obrázek 24 – Úprava umístění snímačů (půdorys)

Úprava konstrukce pomocí plexiskla

Vzhledem k bezpečnosti pracovníků údržby, ale i ke správné funkci válečkového dopravníku, je možnost opatřit **krycí plechy a konstrukci** okénky s plexisklem, aby mohli pracovníci sledovat důležité části, jako je motor a řemeny během produkce a nemohlo dojít k újmě na zdraví pracovníků. Toto řešení je velice jednoduché a úprava velmi snadná, jelikož by se do **krycích plechů a konstrukce** opatřily otvory, které by se poté zakryly pomocí plexiskla, pro lepší pochopení znázornění okének (viz Obrázek 25). Cena plexiskla o velikosti 1x2 m a tloušťce 2 mm (dle internetového zdroje: www.multiplast.cz) je asi 480 Kč. Velikost musí každý výrobce stanovit dle jeho rozměrů krytu válečkového dopravníku. Do konstrukce se vytvoří závit M6. Plexisklo bude přichyceno šrouby M6 s válcovou hlavou pro imbus. Cena jednoho kusu šroubu M6 o délce 10 mm je 0,86 Kč (dle internetového zdroje: <https://www.briol.cz/>). Dále budeme potřebovat podložku DIN 433 pro šroub s válcovou hlavou o průměru 6,4 mm cena jednoho kusu je 0,14 Kč (dle internetového zdroje: <https://www.briol.cz/>). Pro každé okénko je potřeba 4 kusy šroubů a podložek. Jde o velice levnou, a přitom prospěšnou úpravu.



Zdroj: (20, s úpravou autora)

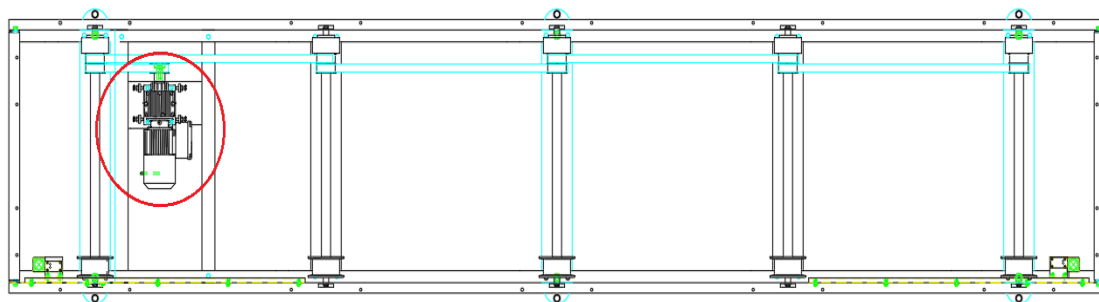
Obrázek 25 – Úprava konstrukce pomocí plexiskla

Úprava krycích plechů

Jednou z možností je upravit **krycí plechy**, které kryjí rolny, řemeny a řemenici motoru. Tyto plechy jsou rozděleny na dvě části a jsou připevněny ke konstrukci válečkového dopravníku pomocí šroubů. Problém může být se závity v konstrukci, kdy šrouby mohou mít stržené hlavy, a to vše brání sundání plechu. Další problém nastává v tom, že plechy jsou dlouhé a někdy těžké, a proto musejí být sundávány dvěma pracovníky. Pokud bychom osadili na konstrukci a krycí plechy panty, mohly by se plechy jednoduše odklopit jedním pracovníkem. V případě potřeby jdou panty rozdělat a sundat krycí plech z dopravníku. Upevněny by byly pomocí aretačních čepů s pružinou. To by během poruchy znamenalo její rychlejší opravu.

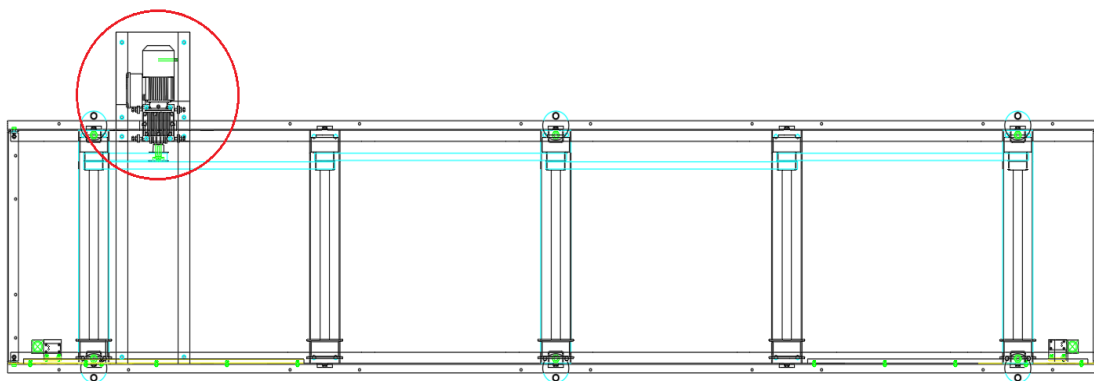
Úprava konstrukce upevnění pohonu

Poslední úprava je v oblasti pohonu, k němuž je špatný přístup během poruchy, pokud je válečkový dopravník obsazený skidem s karoserií či čtyřmi skidy v balíku a nejde s nimi přejet na následující dopravník z důvodu jeho obsazení. Pohon s napínacím rámem by mohl být umístěn mimo konstrukci dopravníku. To by znamenalo, že by se mohl vyměnit i pokud by byl dopravník obsazený. Tuto úpravu si můžeme prohlédnout (viz Obrázek 27) a porovnat s původním stavem (viz Obrázek 26).



Zdroj: (20, s úpravou autora)

Obrázek 26 – Původní válečkový dopravník



Zdroj: (20, s úpravou autora)

Obrázek 27 – Válečkový dopravník s úpravou konstrukce pro motor

Zhodnocení návrhu úpravy konstrukce

Všechny úpravy konstrukce vycházejí z praxe a jsou navrženy pro snadnější a rychlejší opravy poruch během produkce výroby. Efektivnější kontrola některých částí během provozu zařízení zajistí snížení nákladů na údržbu a výrobu. Jednotlivé vylepšení si můžeme prohlédnout (viz Tabulka 5).

Tabulka 5 – Zhodnocení návrhových řešení úpravy konstrukce

	Zrychlení údržby při poruše	Eliminace poruch	Zefektivnění preventivní kontroly
Úprava umístění snímačů		✓	
Úprava konstrukce pomocí plexiskla		✓	✓
Úprava krycích plechů	✓		✓
Úprava konstrukce upevnění pohonu	✓		✓

Zdroj: autor

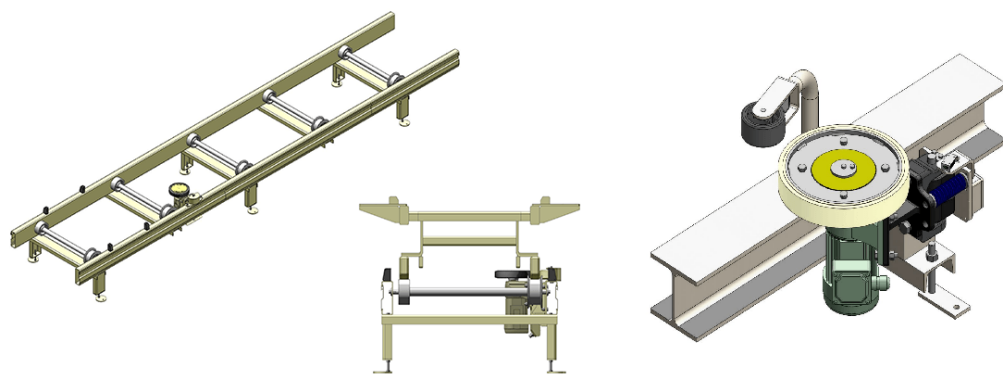
3. Poslední možností úpravy je výběr nové technologie, která již v některých firmách je zavedena. Bohužel kvůli jedinečnosti v daném průmyslu těchto technologií není mnoho.

Systém s třecím bodem

Technologii, kterou jsem objevil na webových stránkách firmy Taiki-sha (viz Obrázek 28) a firmy ATS Group (viz Obrázek 29), mě velice zaujala, jelikož jsem takový systém u válečkového dopravníku ještě nikdy v praxi neviděl. Bohužel jsem k tomuto systému našel jenom obrázky bez většího popisu či vysvětlení. Proto Vám ho vysvětlím dle obrázku

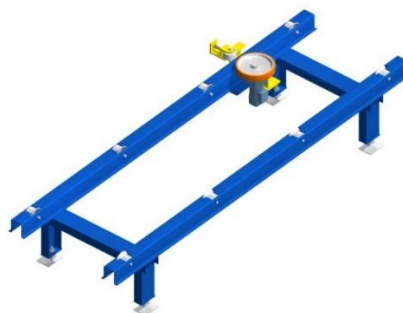
a mých zkušeností s podobnými zařízeními. Jedná se o systém s třecím bodem, to znamená, že točivý moment motoru je přenášen na ocelové kolo s polyuretanovým běhounem. Kolo následně vyvíjí na konstrukci skidu třecí a točivou sílu a díky tomu skid vykonává pohyb.

Z hlediska údržby komponentů je to velice zajímavý systém. Z komponentů je odstraněn řemen, který je velice poruchový. Hnací kola rolen slouží jenom k odvalování skidů, a proto nedochází k jejich velkému opotřebení jako při systému s řemeny. Namáhán zde bude hlavně pohon a úplně nejvíce běhoun ocelového kola. To musí v ideálním případě mít stále stejný přítlak na konstrukci skidu, jinak se může měnit jeho rychlost transportu a tím pádem i poruchovost. Na druhou stranu, pokud bude přítlak příliš velký, může docházet k velkému zatížení motoru a případně k jeho poruše.



Zdroj: (3)

Obrázek 28 – Ilustrativní obrázek válečkového dopravníku-systém s třecím bodem od firmy Taiky-sha



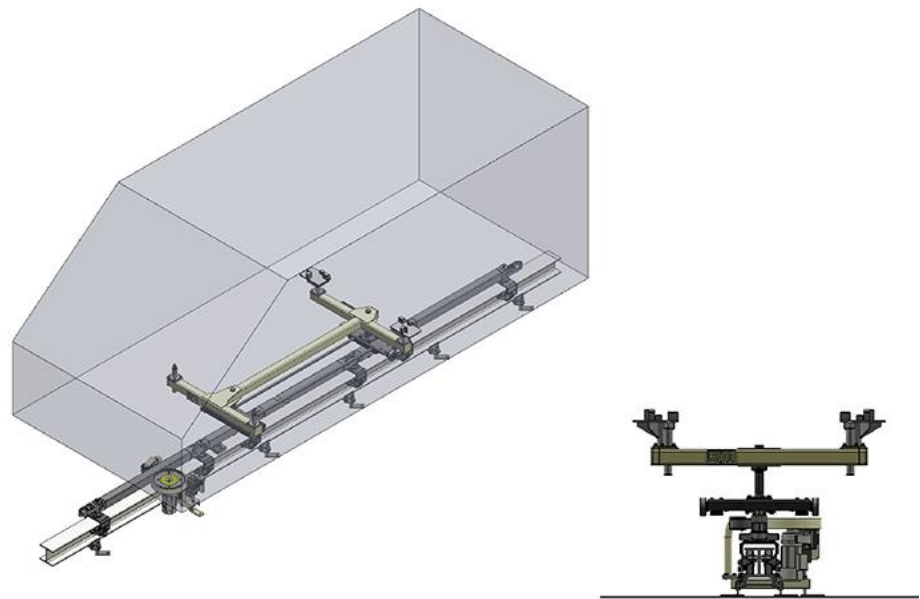
Zdroj: (26)

Obrázek 29 – Ilustrativní obrázek válečkového dopravníku-systém s třením od firmy ATS Group

Podlahový jednokolejový dopravník

Tato technologie by mohla být náhradou válečkových dopravníků s řemeny je opět od firmy Taiky-sha nazvaný jako podlahový jednokolejový dopravník (viz Obrázek 30). Existují dva typy těchto dopravníků. U prvního typu jsou využity pojízdné vozíky s řetězy a třením u druhého typu jsou využity skidy s použitím válečkových loží. Dle firmy jsou tyto

typy vhodné použít jak u nepřetržitého i taktového provozu a při vysokorychlostním pohybu. Firma také poskytuje zdvihací zařízení. (3)



Zdroj: (39)

Obrázek 30 – Podlahový jednokolejový dopravník od firmy Taiky-sha

Zhodnocení technologie podlahového jednokolejového dopravníku

Z pohledu autora je řetěz skvělý, pokud jsou preventivně měněny jeho komponenty. Výhodou je určitě, že se nemusejí používat různé typy manipulačních prostředků, jelikož se dá jednokolejový dopravník uzpůsobit obloukům a tím pádem nepotřebujeme otočné a příčné přesunovací dopravníky. Použity jsou speciální skidy, které mají jenom jednu nosnou spodní ližinu. To představuje nevýhodu v jejich stabilitě, protože by se špatně stohovaly do zásobníků a manipulace pracovníků s nimi by byla velmi obtížná. Z tohoto důvodu by musely být při ruční manipulaci převěšeny na „klasické“ skidy se dvěma ližinami, které jsou popsány více v kapitole 1.2.

Systém VarioLok:

Velice zajímavou je technologie VarioLok od firmy Eisenmann (viz Obrázek 31 a Obrázek 32), která spojuje technologii jednokolejové troleje (viz Obrázek 11), jež je uložena na podlaze s pohybem vpřed, vzad, jízdou do oblouků a stoupání, proto by mohla nahradit všechny manipulační prostředky v této bakalářské práci. Vůči technologii válečkových dopravníků s řemeny dokáže snížit investiční náklady o 38 %, a to z důvodu snížení pohonů na polovinu, snížení počtu snímačů a eliminace čtecích bodů (viz 1.3.1). Údržbářské úkony lze provádět ve stanicích údržby, které jsou odděleny od výrobní linky. (25)



Zdroj: (25)

Obrázek 31 – Systém VarioLok od firmy Eisenmann



Zdroj: (25)

Obrázek 32 – Systém VarioLok jako otočný stůl od firmy Eisenmann

Zhodnocení návrhu nových technologií

Výměna válečkových dopravníků za systém VarioLok by byla finančně náročná, proto je toto řešení spíše použitelné v nových výrobních halách, výjimečně jej lze užít pro obměnu některých částí linek. Řešení se systémem VarioLok by mohlo přinést úsporu z hlediska uskladněných komponentů pro svou vzájemnou podobnost s elektrickým závěsným dopravníkem (viz kapitola 1.3.2). Elektrický závěsný dopravník totiž využívá jednokolejovou trolej stejně jako systém VarioLok. Také tato technologie by vedla ke zmenšení počtu různých typů manipulačních prostředků a v rámci toho i rychlejšímu zaškolení nových zaměstnanců. Na jednotlivé rozdíly se můžeme podívat (viz Tabulka 6).

Tabulka 6 – Zhodnocení návrhového řešení nových technologií

	Menší počet komponentů		Menší počet typů manipulačních zařízení
	na zařízení	uskladněných	
Systém s třecím bodem	✓	✓	
Podlahový jednokolejový dopravník	✓	✓	✓
Systém VarioLok	✓	✓	✓

Zdroj: autor

2.2 Závěsný elektrický dopravník

1. Výměna komponentů
2. Konstrukce pro údržbu
3. Nové technologie

1. Podle mě jsou závěsy velmi jednoduché a výborně zkonstruované, proto jediným možným řešením je výměna pohonů jako u válečkového dopravníku za pohony DR..J (viz kapitola 2.1). Tyto pohony dělají v několika typech a různých výkonech (viz Tabulka 2)

2. Konstrukce pro údržbu je vhodné navrhnout už při stavbě troleje, jelikož to je vzhledem k časovým nárokům delší proces realizace.

Lávkový systém

Závěsný elektrický dopravník je velmi obtížný k údržbě, jelikož je ve výšce, kam se pracovník údržby nedostane. Proto by bylo vhodné při realizaci jednokolejové troleje vytvořit lávkový systém v úrovni troleje. Pomocí této lávky by se mohli dostat pracovníci údržby k hlavním komponentům jako je pohon, oběžná kola a řídicí systém s technologií LJU a samotné troleji.

Odstavné plochy pro údržbu

Důležitou částí při návrhu jednokolejové troleje je realizace dostatečného počtu odstavných ploch pro případnou údržbu bez zpomalení výrobních linek, jelikož při poruše, kterou nelze odstranit rychle, je hlavní nevýhodou závěsů, že brzdí celou výrobní linku.

Zhodnocení návrhu úpravy konstrukce

Zlepšení údržby pomocí lávkového systému a vytvoření odstavných ploch pro údržbu by vedlo k rychlejšímu odstraňování poruch, a tím i ke snížení nákladů z důvodu odstávek provozu. Na přínosy úprav konstrukcí se můžeme podívat (viz Tabulka 7).

Tabulka 7 – Zhodnocení návrhového řešení úpravy konstrukce

	Zefektivnění preventivní kontroly	Zrychlení údržby při poruše	Snížení počtu komponentů
Lávkový systém	✓	✓	
Odstavné plochy pro údržbu	✓	✓	

Zdroj: autor

3. Další možností je výměna celé technologie jednokolejové troleje či závěsů. Jednokolejové dráhy od firmy Eisenmann (viz Obrázek 33) umožňují volitelné otočení karoserie, což je výhodou pro pracovníky, kterým to usnadní práci s karoserií a mohou se dostat ke všem částem karoserie bez větších problémů.



Obrázek 33 – Jednokolejová dráha od firmy Eisenmann

Zdroj: (25)

Systém Twin Trolley

Systém Twin Trolley od firmy Durr (viz Obrázek 34) se skládá ze dvou vozíků, které nesou karoserii a modulu pohonu, který se dále skládá z pohonné jednotky, napínací jednotky, dvojitého ozubeného řemene a pozičních snímačů. Dva vozíky jsou spojeny konstrukcí a jezdí po hliníkové kolejnici jeden za druhým ve specifických vzdálenostech od sebe. Pohonné jednotky jsou od sebe vzdáleny podle vozíků, které se na nich pohybují, aby vždy jeden ze dvou vozíků byl poháněn dvojitým ozubeným řemenem. Střídání poháněných vozíků zaručí nepřetržitý harmonický proces. Směr jízdy je možný v obou směrech. Kolejnice se opět dá nahýbat do oblouků, ale je možné využít kombinace s příčnou přesuvnou koleje a otočnou

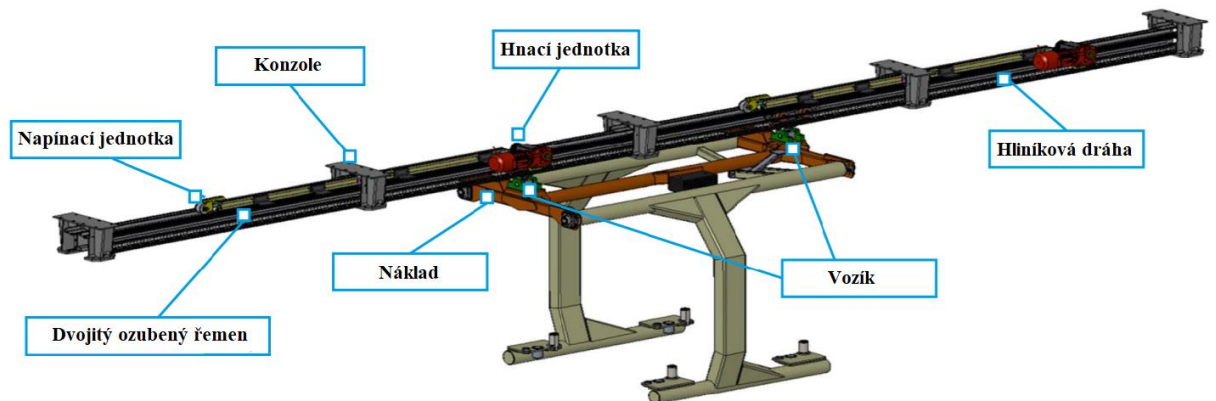
kolejí s otočením o 90° nebo 180°. Další možností je využití výtahu u víceúrovňových výrobních hal, ale použít je mohou i firmy, které chtějí Twin Trolley systém využít jako podlahový dopravník, který je dalším dopravníkem, jenž by mohl nahradit válečkový dopravník (viz kapitola 1.3.1). Tento systém lze využít pro linky s nepřetržitým provozem, ale i jako linky „stop and go“ v překladu „zastav a jed“. Firma Durr dodává, že je to systém s nízkými náklady na montáž, údržbu a opravy, s nízkou spotřebou energie a tichým provozem bez nutnosti mazání. (8)

Typy systému Twin Trolley:

- TTS classic: pro střední užitečné zatížení (v automobilovém průmyslu pro karoserie a finální montáž dílů),
- TTS light pro zatížení do 500 kg (v automobilovém průmyslu ke komponentům a nástavbám),
- TTS heavy pro zatížení až do 6 500 kg (v leteckém průmyslu či těžké automobilové vozy).

(8)

Tento systém je velice podobný jednokolejovému systému od firmy Taiki-sha (viz kapitola 2.1), ale firma Durr ho právě poskytuje i ve variantě nadzemního dopravníku.



Zdroj: (8 s úpravou autora)

Obrázek 34 – Twin Trolley od firmy Durr

Zhodnocení návrhu technologie Twin Trolley

Z pohledu autora je tento systém oproti závěsnému elektrickému dopravníku (viz kapitola 1.3.2) velice složitým a v konečném důsledku i více poruchovým, jelikož navíc obsahuje dvojitý ozubený řemen a napínací jednotku, přičemž řemen je velice poruchový komponent. Výhodu představuje z pohledu jeho použití místo válečkového dopravníku.

2.3 Přesunovací příčný dopravník

Výměna komponentů

Hlavní problémy jsou vysvětleny v kapitole 1.3.3. V krátkosti je hlavní problém s energetickými řetězy. Kvůli zrychlování výroby se „roznášejí“ aplikační materiály po celé výrobní hale i po manipulačních prostředcích. Největším problémem je právě znečištění energetických řetězů, které vlivem aplikačních materiálů a nečistot ztrácí své vlastnosti.

Indukční snímače

Vhodná je také výměna snímačů (dle kapitoly 2.1) za rychleji vyměnitelné pomocí konektorů nebo za snímače s větší snímací plochou pro lepší snímání ocelových plíšků k zastavení přesuvny či kódovacích lišt pro zpomalení.

Pohony

S vysokou energetickou účinností od firmy SEW Eurodrive konstrukční řady DR..J s výběrem výkonu (viz Tabulka 2).

Energetické řetězy s ochranou proti nečistotám

Energetické řetězy řady plně uzavřených od firmy Igus (viz Obrázek 35) chrání před prachem, třískami, nečistotami a dalšími vnějšími vlivy. Pomocí těsné a robustní konstrukci lze využít při vysokých rychlostech a při velkém mechanickém zatížení. (11)

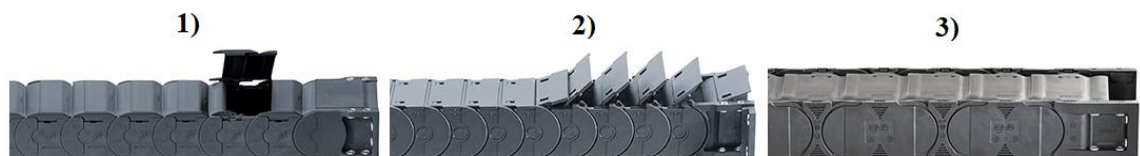
Typy energetických řetězů pro ochranu proti nečistotám pro použití u přesuven:

- R2.1 – s vnitřní výškou od 26 do 75 mm, ve dvou variantách s otevíráním z obou stran podél vnějšího či podél vnitřního poloměru, integrovaná brzda pro tichý chod,
- E2 R – s vnitřní výškou od 25 do 45 mm, kryty má otvíratelné podél vnějšího poloměru a tichý chod zajišťují malé rozteče mezi články řetězu, má skvělou ochranu proti šponám a dosahuje vysokých rychlostí,
- E2 R100 – s vnitřní výškou od 21 do 50 mm, kryty se mohou otevřít z obou stran podél vnitřního poloměru, cenově výhodné proti ochraně vůči nečistotám a pilinám,

- R4.1L – vnitřní výška od 40 do 300 mm, otevíratelný z obou stran podél vnějšího poloměru, plně uzavřená konstrukce s integrovanou brzdou pro tichý chod, vyniká vysokou absorpcí sil,
- R4.1 – vnitřní výška od 30 do 800 mm, kryty otevíratelné podél vnitřních a vnějších poloměrů, pro náročné aplikace s velkou absorpcí sil, pro velké samonosné délky, s brzdou pro snížení hluku a volitelným tlumičem hluku,
- R4/light – vnitřní výška od 50 do 600 mm, s menší tloušťkou bočních stěn a příček.

(11)

Tyto typy jsou rozděleny do jednotlivých podtypů podle jejich rozměrů, rozmístění článků a podle jejich otevírání.



Zdroj: (11, s úpravou autora)

Obrázek 35 – 1) R2.1, 2) E2 R, 3) R4.1L řetězy od firmy Igus

Energetický řetěz autoglide 5

Řetěz autoglide od firmy Igus (viz Obrázek 36) se využívá do rychlosti 4 m/s a vzdálenosti až 80 m s tichým provozem. Řetězem jsou vedeny vodiče pro energii, data, hadice pro vzduch a kapalinu. U přesuvny (viz kapitola 1.3.3) využijeme hlavně přenos energie a dat, v ojedinělých případech by se mohl využít i vzduch. Prvky autoglide zajišťují jejich odolnost proti opotřebení a pro přesné odvalování horního chodu řetězu. Dalším ojedinělým prvkem je nahrazení běžné kolejničky pro pohyb energetického řetězu ocelovým lanem připevněným k podlaze po laně se následně pohybuje energetický řetěz autoglide 5. (11)



Zdroj: (11)

Obrázek 36 – Energetický řetěz autuglide 5 od firmy Iigus

EST Sensorická hnací hřídel

Senzorická hnací hřídel od firmy Elbe Holding (viz Obrázek 37) umožňuje predikce údržby pomocí monitorování a optimalizaci procesů během chodu zařízení. Snímače jsou uvnitř hnací hřídele chráněny proti vnějším vlivům. Snadné bezdrátové použití s řídicím či měřicím počítačem pro detekci, ukládání událostí a analýzu dat senzoru v reálném čase. Snímač má také integrované monitorování teploty a ukládání signálních sekvencí. (27)

Více parametrů technologie snímače hnací hřídele (viz Tabulka 8)

Tabulka 8 – EST Sensorická hnací hřídel od firmy Elbe Holding

Točivý moment [Nm]	Síla na nápravu [N]	Boční síla [kN]	Zrychlení [g]	Rychlost otáčení [ot./min.]
od 25 do 6 000	od 50 do 125 000	až 100	až 30	až 2 500

Zdroj: (27, autor)



Zdroj: (27)

Obrázek 37 – EST Sensorická hnací hřídel od firmy Elbe Holding

Zhodnocení návrhu nových komponentů

Komponenty jako pohon a indukční snímače jsou zhodnoceny v kapitole 2.1. Energetické řetězy s ochranou proti nečistotám by vedly k menší poruchovosti přesuven. Energetický řetěz má prvky, které by zabránily jeho špatnému odvalování a nemůže, tak dojít k jeho přetržení či jinému poškození. Výměna řetězů vede k eliminaci poruch a tím ke snížení ztrát z důvodu odstávek provozu.

EST Sensorické hnací hřídele jsou vhodnější obměnou klasických hřídelí, protože mají monitorovací systém, který může upozornit na špatný stav hřídele a díky tomu se zlepší preventivní kontrola zařízení a mohou se naplánovat opravy během odstávky výrobní produkce. Všechny nové komponenty jsou porovnány (viz Tabulka 9).

Tabulka 9 – Zhodnocení návrhového řešení nových komponentů

	Eliminace poruch		Predikce údržby
	vlivem nečistot	vlivem odvalování řetězu	
Energetické řetězy s ochranou proti nečistotám	✓		
Energetický řetěz autoglide 5		✓	
EST Sensorická hnací hřídel			✓

Zdroj: autor

2.4 Excentrický zvedací dopravník

Více vysvětlen v kapitole 1.3.5. V krátkosti je EHT použit jako doplněk pro příčný plastový dopravník či pro víceúrovňové výrobní haly.

1. Výměna komponentů

Pohony

Pro efektivní a nízko spotřební výrobní haly jsou vhodné velice efektivní pohony DR..J, které jsou více popsány v kapitole 2.1.

Indukční snímače

Možné je opět nahradit snímače za rychleji vyměnitelné či snímače s větší plochou snímání pro polohu EHT.

2. Nové technologie

Možnou novou technologií je technologie s hřebenovou převodovkou typu lifgo od firmy Leantechnik (viz Obrázek 38). Tyto převodovky převádějí točivý moment motoru na lineární pohyb pomocí pastorku a hřebene. Jejich modulární konstrukce umožňují použití v různých možnostech. Jsou vhodné i pro delší pojezd či extrémní zvedání při umístění převodovek vedle sebe. Technická data dle typu převodovky si můžeme prohlédnout (viz Příloha B). (28)

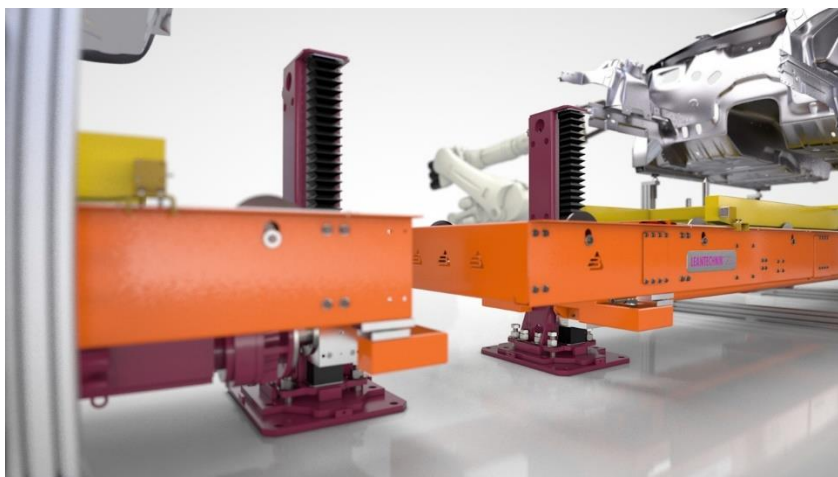


Zdroj: (28)

Obrázek 38 – Převodovky typu lifgo v různých typech od firmy Leantechnik

Tato firma poskytuje s technologií lifgo zvedací zařízení Lift-Sink conveyor (dopravník) (viz Obrázek 39) pro víceúrovňové výrobní haly. Pro podélný posun je využita technologie válečkového dopravníku, která je více vysvětlena v kapitole 1.3.1. Pro zdvihání využívají dva zvedací sloupy s převodovkami typu lifgo 5.3, které poskytují zvedací sílu až 15 900 N pro zvednutí a spuštění dopravníku. Zatížení takového zvedacího zařízení je do 750 kg. (28)

Samozřejmě existuje více typů s různými parametry, které si můžeme prohlédnout (viz Příloha A)



Zdroj: (28)

Obrázek 39 – Lift-sink dopravník od firmy Leantechnik

Zhodnocení technologie Lift-Sink

Z pohledu údržby je to zajímavé zvedací zařízení, které by mohlo nahradit EHT, jelikož si autor myslí, že převodovka bude fungovat bezchybně a bude odstraňovat problémy s řemeny, excentrickými pákami, hřídelemi a jejich uložením. Jedinou nevýhodou je použití dvou méně výkonných pohonů pro každou převodovku nebo využití jednoho výkonnějšího pohonu s hřídelemi, například od firmy Elbe se snímači pro predikci údržby více v kapitole 2.3. Pohony lze využít od firmy SEW Eurodrive konstrukční řady DR..J s výkony a třídou efektivnosti, které si můžeme vybrat (viz Tabulka 2).

2.5 Otočný stůl

1. Výměna komponentů
2. Nové technologie
- 1. Výměna komponentů**

Pohony pro efektivní a nízko spotřební výrobní haly jsou vhodné velice efektivní pohony DR..J, které jsou více popsány v kapitole 2.1.

Indukční snímače pro snímání polohy je možné nahradit snímače za rychleji vyměnitelné či snímače s větší plochou snímání.

2. Technologie od firmy HSC

Technologie od firmy HSC, která (dle Obrázek 40) využívá ocelové ozubené kolo, které přenáší otáčivý moment pohonu na velké ozubené kolo, na kterém je usazen válečkový

dopravník pro podélný pohyb. Vzhledem k tomu u této technologie nejsou využity oběžná kola s běhounem z polyuretanu, a proto budou otočné stoly méně poruchové.



Zdroj: (29)

Obrázek 40 – Otočný stůl od firmy HSC

Zhodnocení technologie od firmy HSC

Ocelové a ozubené kolo od firmy HSC by mohly vést k eliminaci poruch způsobených odvalováním oběžných kol po kolejnici.

2.6 Příčný plastový přesuvný dopravník

1. Výměna komponent
2. Úprava konstrukce
3. Nová technologie

1. Výměna komponentů

Pohony pro efektivní a nízko spotřební výrobní haly jsou vhodné velice efektivní pohony DR..J, které jsou více popsány v kapitole 2.1.

Indukční snímače pro snímání polohy je možné nahradit snímače za rychleji vyměnitelné či snímače s větší plochou snímání.

Pásky je možno nahradit typem CSB C s gumovým vrchem od firmy Ammeraal Beltech (viz Zdroj: (30)

Obrázek 41), která nevyužívá jenom hladké plastové pásky, po kterých se skid může klouzat, ale na plastových pásech jsou gumové doplňky. Díky gumovým doplňkům se skid neklouže po pásu.

Hřídele lze využít se snímači pro prediktivní údržbu, které jsou více vysvětleny v kapitole 2.3.

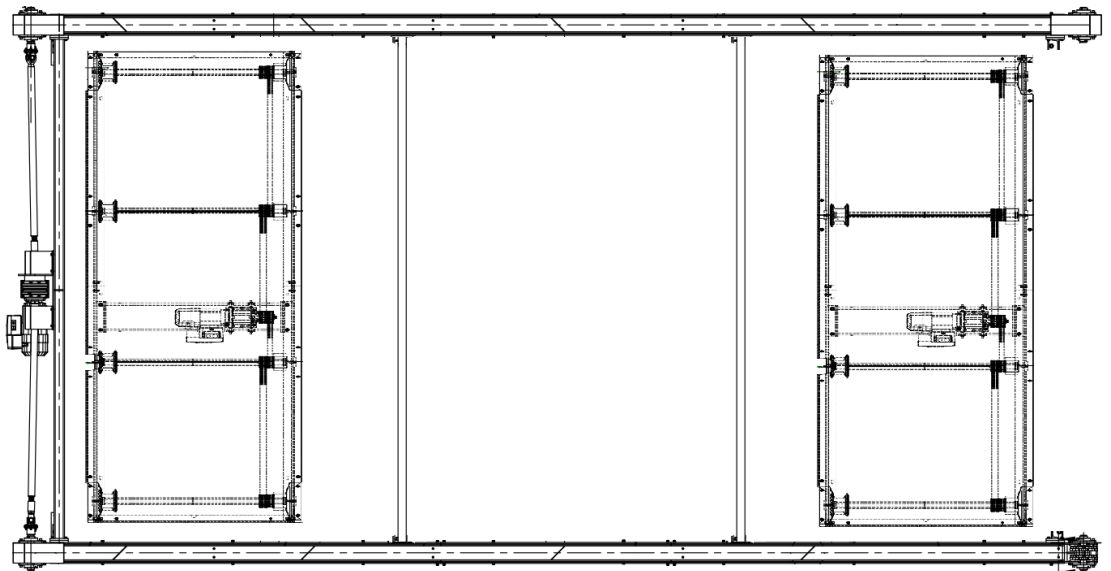


Zdroj: (30)

Obrázek 41 – Pás CSB C s gumovým vrchem od firmy Ammeraal Beltech

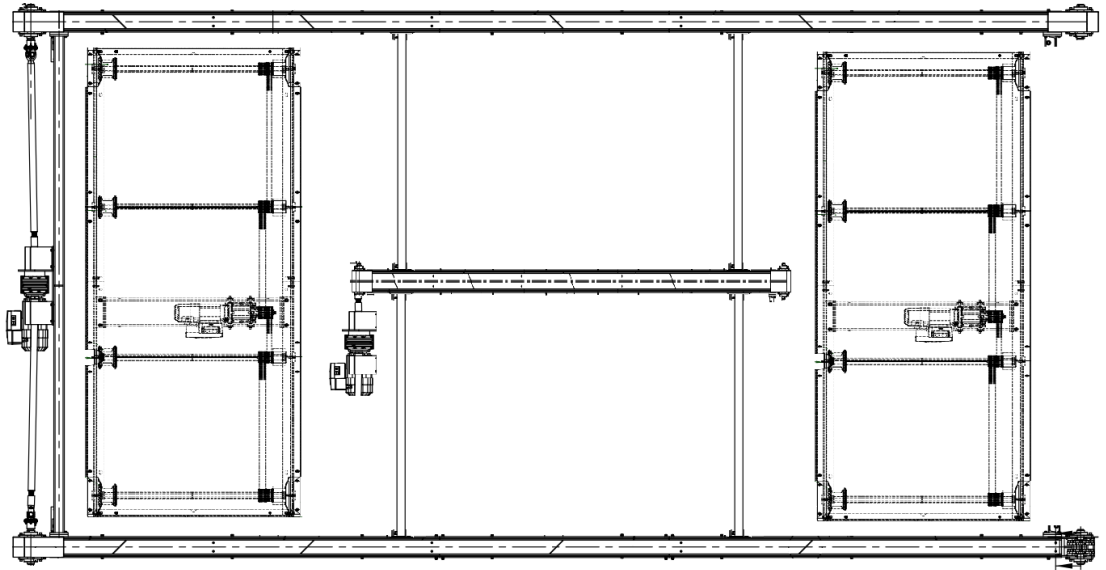
2. Úprava konstrukce

Vlivem velké mezery mezi pásy dochází k prohýbání skidů a z důvodu prohnutí může skid vytvářet na různých zařízeních poruchy, proto by bylo vhodné u delších QGF (viz kapitola 1.3.6), které se využívají bez doplnění EHT tedy mají jednu příchozí trasu linky a jednu odchozí trasu linky, doplnit o třetí konstrukci s pásem, aby nedošlo k prohnutí skidu, EHT by se využili jenom u tras navazujících na podélné linky. Tuto úpravu si můžeme prohlédnout (viz Obrázek 43) a porovnat si jí s původním řešením (viz Obrázek 42). Samozřejmě by musela být také využita další pohonná jednotka.



Zdroj: (20, s úpravou autora)

Obrázek 42 – Původní konstrukce příčného plastového dopravníku



Zdroj: (20, s úpravou autora)

Obrázek 43 – Navrhovaná úprava konstrukce příčného podélného dopravníku

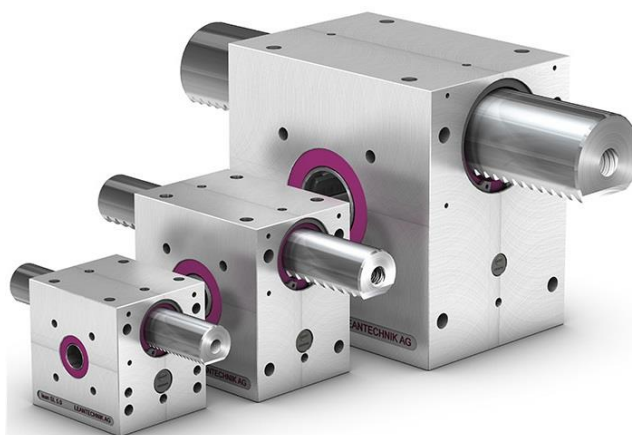
Zhodnocení úpravy konstrukce

Pomocí třetího pásu nebude vlivem velké mezery a případného zatížení skidu docházet k prohýbání skidu, díky tomu budou eliminovány poruchy i na jiných zařízeních vlivem deformace skidu.

3. Nová technologie

Nových technologií v oblasti tohoto dopravníku zatím moc není, ale místo EHT lze určitě využít systém převodovek lifgo pro zdvihání, které jsou více vysvětlených v kapitole 2.4 spolu s převodovkami lean SL od firmy Leantechnik.

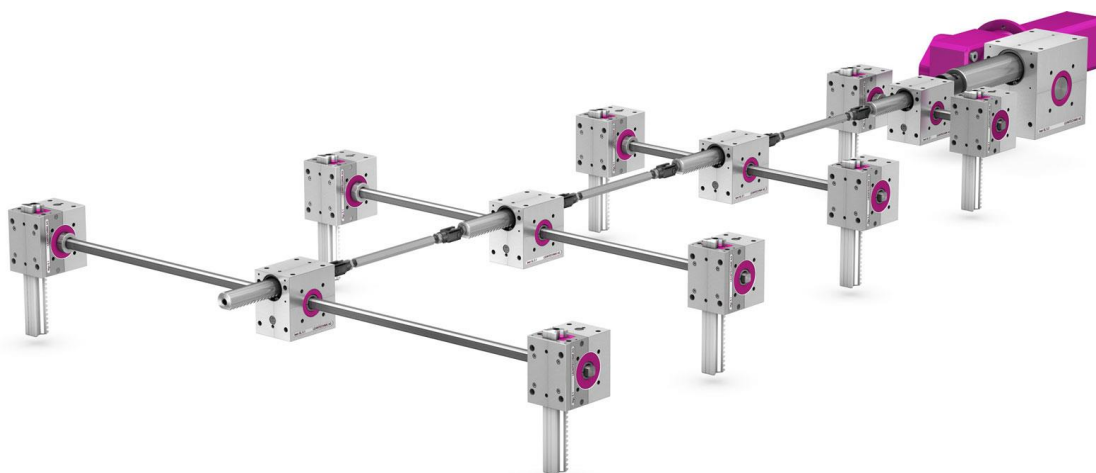
Převodovky lean SL fungují na stejném principu jako převodovky lifgo. V jednoduchosti otáčivý moment motoru je přenos pomocí pastorku v předovce na hřeben s velkým průměrem a s širokým rozstupem zubů, který zajišťuje jeho dlouhou životnost. Opět máme více typů převodovek lean SL, které jsou rozděleny podle jejich parametrů. Všechny parametry si můžeme prohlédnout (viz Příloha B).



Zdroj: (31)

Obrázek 44 – Převodovka typu lean SL od firmy Leantechnik

Kombinací obou převodovek a pohonu, například od firmy SEW Eurodrive s optimálním pohonem (viz Tabulka 2), můžeme získat různé varianty podle potřeb daného výrobního procesu. Jedna z možností je ilustrativně znázorněna (viz Obrázek 45).



Zdroj: (31)

Obrázek 45 – Ilustrativní obrázek využití převodovek lifigo a lean SL od firmy Leantechnik

2.7 Prediktivní údržba (diagnostická údržba) a proaktivní údržba

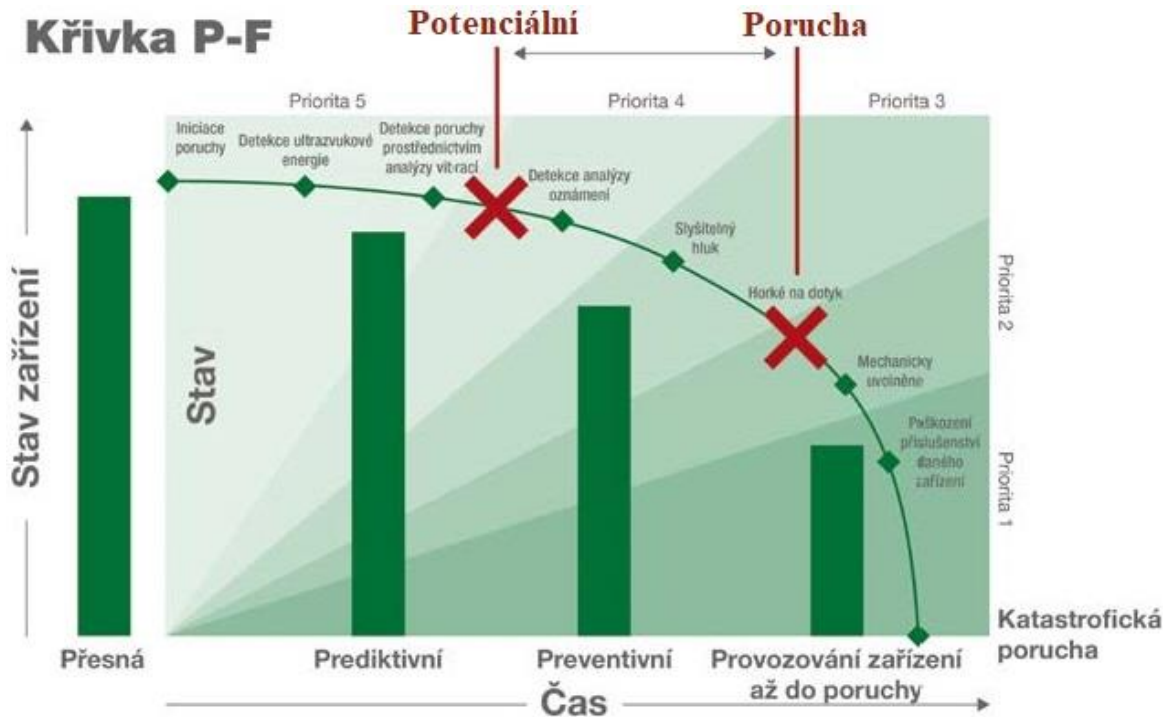
Prediktivní údržba

Už z návrhových řešeních je patrné, že jednou z nejdůležitějších věcí je predikce neboli zjištění vadných komponentů, než dojde k poruše, která omezí, či úplně zastaví funkčnost stroje či zařízení. Pokud jsou nalezeny nějaké závady, údržbářské činnosti mohou být pečlivě naplánovány a hlavně načasovány. (35)

Prediktivní údržba se využívá už u stávajících systémů, které se potřebují zmodernizovat. Mezi technologie pro prediktivní údržbu patří například EST Senzorická hnací

hřídel od firmy Elbe Holding (viz kapitola 2.3 a kapitola 2.8 Monitorování vibrací stroje od firmy Adash). Mohou se využít samozřejmě další systémy jako akustická diagnostika, termodiagnostika, elektrodiagnostika, tribodiagnostika a defektoskopie. (Vdoleček 2008, s. 31)

V grafu (viz Obrázek 46) si můžeme prohlédnout jakou výhodu má právě prediktivní údržba z pohledu hlavně časových možností na opravu zařízení.



Zdroj: (35, s úpravou autora)

Obrázek 46 – Graf potenciálu a poruchy

Modely prediktivní údržby pomocí prostředí MATLAB

Jsou buď založené na **podobnosti**, To znamená, že předpovídají životnost zařízení na principu chování podobných zařízení. Porovnávají aktuální data zařízení s historickými daty daného zařízení nebo podobného zařízení.

Model založený na **přežití** nevyužívá historická data, ale pouze informace o časech poruch či údržby a pomocí těchto informací se předvídat poruchy hlavně z časových hledisek.

Degradační model pracuje s předchozím chováním daného zařízení a pomocí toho predikuje budoucí chování s pomocí známého prahu selhání zařízení. Tento model také poskytuje intervaly spolehlivosti odhadu a pravděpodobnost poruch. (36)

Proaktivní údržba

Vychází z prediktivní údržby, kterou dále zdokonaluje. Kombinuje různé druhy diagnostiky pro přesnější diagnostiku stroje či zařízení. Hlavní novinkou je to, že se diagnostické technologie aplikují již na nově vyráběné stroje či zařízení přímo jejich výrobci,

nebo výrobci připravují stroje na budoucí využití s diagnostickými technologiemi. Na stroji plánují místa pro snímače, odběrná místa vzorků, a zajištění pro další odběr vzorků. Pokud je stroj s technologií sledování už vyroben nebo k ní uzpůsoben, jsou nižší náklady na pořízení diagnostiky. (Vdoleček 2008, s. 31)

Jak prediktivní, tak proaktivní údržba představuje výhody hlavně v analýze příčin poruchy zařízení a procesů, snižuje problém s kvalitou výrobků (u manipulačních prostředků ne), optimalizuje zásoby náhradních komponentů a zajišťuje spolupráci s obchodními a výrobními plány. Snižuje nečekané poruchy, a tím i výpadky výroby. Zajišťuje včasné naplánování opravy vzhledem k životnostem jednotlivých dílů a možnosti poruch. Může mít za následek třeba i snížení počtu pracovníků údržby, jelikož by nemusela být vyžádána tak častá preventivní údržba. (38)

Hlavní nevýhodou je pořizovací cena diagnostických systémů a případná cena přizpůsobení a rozšíření stávajících zařízení novým systémům. Další nevýhodou jsou náklady na samotný provoz diagnostických zařízení. Avšak oproti nákladům na opravy a možné odstávky výroby z důvodů poruch, jsou tyto výdaje minimální. (Vdoleček 2008, s. 31)

Zhodnocení prediktivní údržby

V dnešní době je prediktivní údržba důležitým aspektem, aby průmyslové firmy dokázaly obstát ve velké konkurenci. Prediktivní údržba předpovídá poruchy a v rámci toho se nemusejí zastavovat výrobní linky v důsledku nějaké poruchy. Prediktivní systémy dokážou údržbě ušetřit finanční prostředky, jelikož jim systémy dokážou nahlásit přesný problém. Včasná oprava také znamená opravu méně komponentů, protože se vlivem jednoho poškozeného komponentu mohou poškodit další komponenty.

2.8 Monitorování vibrací stroje

Snímání vibrací v místě měření

Jednou z možností je u všech motorů vytvořit systém pro analýzu vibrací, diagnostiku motoru a převodovky, případně celého stroje. Diagnostika vibrací slouží k předvídání případných poruch stroje. Pokud je prováděno monitorování a kontrola stroje, předejdeme mnoha problémům. Monitorování nám zajistí ušetření financí i v případě vadného stroje, jelikož máme více informací, o jakou závadu stroje by se mohlo jednat a vzhledem k tomu můžeme provést přesnou a včasnou opravu. Jedním z řešení je vibrační diagnostika od firmy Adash, která pomocí snímače umístěného na stroji snímá vibrační signály a pomocí vibrometru je zpracovává a následně informuje o vážnosti vibrací a predikuje možné závady stroje. Nejvíce častými závadami jsou nevyváženost, nesouosost, mechanické uvolnění a závady ložisek

motoru. Pomocí analýzy máme informace o celkovém stavu stroje neboli nízkých vibračních frekvencích a stavu ložisek neboli vysokých vibračních frekvencích. Informace změřené pomocí vibrometru či analyzátoru vibrací přeneseme do softwaru DDS, díky kterému můžeme sledovat vyvíjející se trend vibrací a pozorovat aktuální stav vibrací všech motorů. (32)

Celý systém

- Vibrometr, analyzátor vibrací nebo on-line systém,
- kabel,
- snímač vibrací,
- software DDS.

Část na motoru

- Měřicí podložka nalepena na motoru,
- magnet snímače pro lepší přenos vibrací do snímače,
- snímač vibrací.

Přenosný vibrometr či analyzátor lze vybrat z více druhů, které jsou dostupné od firmy Adash. Například jednotka A4900 se snímačem vibrací (viz Obrázek 47).



Zdroj: (33)

Obrázek 47 – A4900 Vibrio se snímačem vibrací od firmy Adash

Tento systém je vhodný pro menší provozy, jelikož pracovník údržby musí dojít ke každému stroji zvlášť, změřit a uložit záznam do softwaru DDS.

Snímání vibrací na dálku

Další variantou je využití snímače na motoru, jako v předchozím případě, ale ze snímače je vyveden kabel do rozvaděče, kde se nachází například on-line monitorovací systém A3716

od firmy Adash. Ten může pracovat samostatně nebo jako nadřazený systém nad současným ochranným prvkem. Tyto systémy měří spojitě a nepřerušovaně a předávají všechna změřená data do softwaru DDS pomocí Ethernetu. Informace ze softwaru DDS jsou přístupná z různých pracovišť. Vše je měřeno automaticky. Dostupné jsou dva typy on-line systému A3716. Celé schéma připojení si můžeme prohlédnout (viz Obrázek 48). (33)

Typy on-line systému A3716

- 2U ten obsahuje 16AC,16DC kanálů a 4 TACHO vstupy.
- 3U obsahuje 16AC,16DC kanálů, 4 TACHO vstupy a navíc 16 BNC výstupů pro měření výstupních signálů, 16 reléových výstupů, 16 výstupních proudových smyček 4–20 mA. (33)

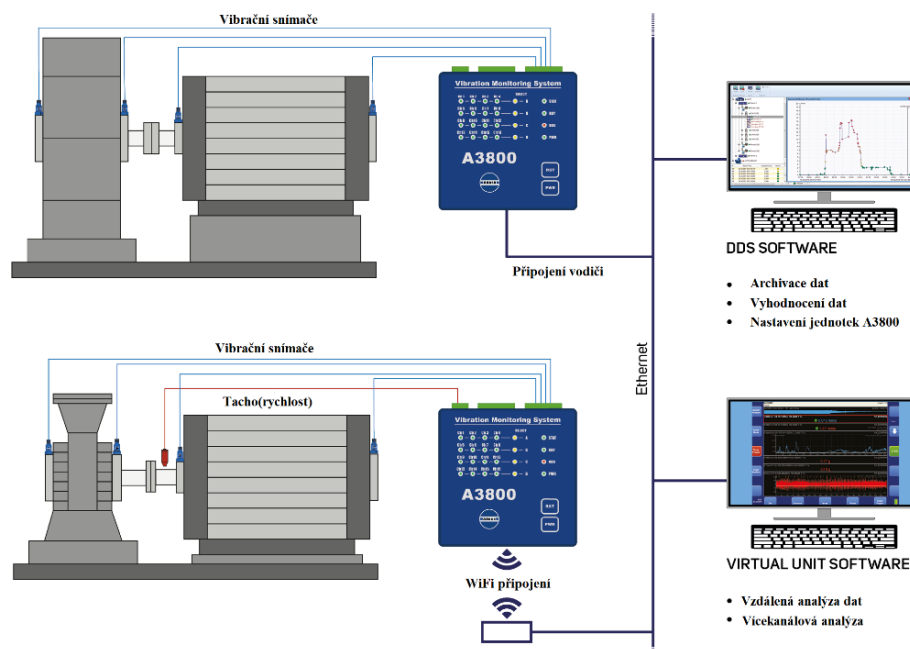


Zdroj: (32, s úpravou autora)

Obrázek 48 – Aplikační schéma on-line systému A3716 od firmy Adash

On-line systém je určitě výhodný pro velké provozy, což automobilové podniky jistě jsou. Ty potřebují snímat a hlídat až tisíce motorů současně.

Poslední variantou je on-line monitorovací systém A3800, který má volitelný počet AC a DC vstupních kanálů (4,8,12 či 16), dále lze využít 1-4 TACHO vstupy. Systém A3800 je uložen opět v rozvaděči. Tento systém lze využít pro spojení pomocí Ethernetu se softwarem DDS jako systém A3716, ale tato jednotka nabízí i správu jako výkonný vícekanálový analyzátor přímo u motoru pomocí Wi-Fi sítě připojené k VA5 Pro (analyzátor vibrací). Aplikační schéma systému A3800 si můžeme prohlédnout (viz Obrázek 49). (33)



Zdroj: (32, s úpravou autora)

Obrázek 49 – Aplikační schéma A3800 od firmy Adash

Tento systém má výhodu v analýze vibrací stroje jak v místě motoru, tak pomocí on-line správy softwarem DDS.

Zhodnocení návrhu monitorování vibrací stroje

Monitorovací systém je jedním ze způsobů prediktivní údržby, který dokáže eliminovat poruchy při produkci, jelikož by upozornil na případný problém předtím, než by došlo k poruše na zařízení, která by mohla způsobit zastavení linky. Pro údržbu by to znamenalo zjednodušení preventivní kontroly.

2.9 Školení nových pracovníků údržby

Virtuální realita

Vhodnou variantou, kdy si mohou pracovníci vyzkoušet vše a bez jakýchkoliv problémů, je virtuální realita (dále jen VR) (viz Obrázek 50). Vede k většímu zefektivnění a zlepšení procesu vzdělávání ve firmě. Pomocí VR si vše lépe zapamatujeme, jelikož s informacemi musíme v dané situaci pracovat, ale nemusíme vyvíjet vyšší aktivitu. Možnou výhodou je, že výukové materiály mohou být formou zábavy. Některá školení mohou být pro pracovníky velice nudná, ale pomocí VR musejí pracovníci být stoprocentně aktivní a vzhledem k tomu si zapamatují mnohem více informací, které při klasických školeních vůbec nezaregistrují. Dalším problémem je, že si mnoho lidí myslí, že něco umí, ale pokud nastane

krizová situace, tak najednou neví, co mají dělat. Při školení pomocí virtuální reality si mohou kritické situace procvičit a v praxi je pak lépe zvládají. Školení může probíhat kdekoliv a každý si může podle své potřeby opakovat nepochopené informace bez omezení ostatních školených pracovníků. Dle univerzity Yale byli chirurgové, kteří prošli VR tréninkem o 29 % rychlejší a dělali 6x méně chyb. VR vede k reálné simulaci všech možných poruch či situací, ke kterým může dojít během práce údržbáře. Vzdělávání vede k lépe připraveným pracovníkům a vznikům méně rizik s neodbornou manipulací či ovládním zařízení. To vede ke snížení škod na zařízeních a jsou i méně častá zranění pracovníků. Možnou výhodou je simulace historických poruch nebo porušení jakýchkoliv pravidel pro lepší pochopení pracovníků. Značná výhoda je i pro absolventy škol, kteří se během studia většinou k praktickým věcem novodobých technologií nedostanou, ale pomocí VR si mohou vyzkoušet vše, co k budoucímu zaměstnání budou potřebovat a případně si mohou výukové materiály pouštět i z pohodlí domova. (37)



Zdroj: (37)

Obrázek 50 – Ilustrativní obrázek vzdělávání pomocí VR od firmy VR Education

Kategorie vzdělávání

- Klasické školení (například pravidelné či školení na nové zařízení),
- pro zvýšení bezpečnosti,
- školení BOZP,
- první pomoc,
- školení na jednotliví stroje a technologické procesy,
- nápravná opatření,
- nábor nových zaměstnanců.

(37)

Samozřejmě některé typy informací musejí být sděleny klasickým systémem fyzických školení. (37)

Práce se zařízením

Následujícím řešením je vytvoření místa na pracovišti, kde se budou nacházet všechny typy manipulačních prostředků. Pracovníci si mohou vyzkoušet všechny typy preventivních oprav, ale i možnou simulaci některých poruch, které se mohou stát během provozu na manipulačním prostředku. Tento systém je velice nákladný a z pohledu místa na pracovišti velice složitý na realizaci. Myslím si, že je ale lepší než systém s virtuální realitou, jelikož si na některé věci musí člověk přijít sám, aby pochopil funkčnost celého zařízení. V případě, že něco nový pracovník neví, může se zeptat na radu od školitele či pracovníka, který má s daným problémem zkušenosti.

Zhodnocení školení nových pracovníků

Díky virtuální realitě a oddělenému pracovišti se mohou noví pracovníci připravit lépe na práci při provozu a vyvarovat se některým špatným postupům nebo neznalostem jejich řešení. Údržbě by tyto metody mohly přinést nové pracovníky, kteří se zaškolí mnohem rychleji a hlavně kvalitněji. Pomocí správného zaškolení nebudou pracovníci dělat zbytečné chyby, proto budou eliminovány případné finanční výdaje za pochybení pracovníků údržby.

2.10 Optimalizace plánu údržby

První z řešení je celková úprava plánu preventivní údržby. **Denní preventivní údržba**, která je pro vyhledávání případných závad na zařízeních (také nazývána vizuální a zvuková kontrola zařízení), by zůstala na každém pracovníkovi, jelikož predikce je velice důležitá část údržby. **Preventivní výměna komponentů** naplánovaná ať už výrobcem zařízení nebo stanovená údržbou firmy z důvodu většího zatížení výrobou, než je výrobcem předpokládané zatížení zařízení. Celou výrobní halu (všechny zařízení a stroje) si rozdělíme například na tři části (Alfa, Beta, Gamma). Tyto části si rozdělíme na následující čtyři podčásti (I., II., III., IV.), to můžeme vidět (viz Tabulka 10). Rozdělení těchto zařízení přidělíme pracovníkům všech směn (viz Tabulka 11).

Tabulka 10 – Zařízení k údržbě

Zařízení	Části zařízení
Alfa	I.
	II.
	III.
	IV.
Beta	I.
	II.
	III.
	IV.
Gamma	I.
	II.
	III.
	IV.

Zdroj: autor

Tabulka 11 – Plán údržby

Směna	Pracovníci	Typ směny Denní/Noční	Zařízení k údržbě	Denní preventivní údržba	Preventivní údržba komponentů zařízení
A	1.	Denní	Alfa	Alfa	I.
	2.	Denní	Beta	Beta	I.
	3.	Denní	Gamma	Gamma	I.
B	1.	Noční	Alfa	Alfa	II.
	2.	Noční	Beta	Beta	II.
	3.	Noční	Gamma	Gamma	II.
C	1.	Denní	Alfa	Alfa	III.
	2.	Denní	Beta	Beta	III.
	3.	Denní	Gamma	Gamma	III.
D	1.	Noční	Alfa	Alfa	IV.
	2.	Noční	Beta	Beta	IV.
	3.	Noční	Gamma	Gamma	IV.

Zdroj: autor

Zhodnocení optimalizace plánu údržby

Vzhledem k tomuto plánu nemůže dojít k odložení údržby nebo svádění problémů či povinností na jiné pracovníky. K tomu často dochází, pokud se preventivní výměna komponentů mění dle směn. Tento návrh by mohl vést ke zlepšení celkového stavu zařízení.

3 Zhodnocení návrhového řešení údržby manipulační techniky

Ve všech jednotlivých podkapitolách návrhové části (viz kapitola 2) jsou zhodnocena jednotlivá návrhová řešení oproti stavu z kapitoly 1. Tyto řešení jsou přínosná hlavně pro pracovníky údržby v průmyslových odvětvích. Při aplikaci těchto řešení se může zlepšit celkový stav údržby zařízení. Vlivem úpravy manipulačních prostředků, ať už výměnou komponentů za jiné, úpravou konstrukce, nebo výměnou celého zařízení za novou technologii, nebo kombinací variant, může dojít k eliminaci některých poruch, ušetření finančních nákladů spojených s opravami, ale i snížení ztrát díky přerušení výroby vlivem poruchy a snížení počtu uskladněných komponentů k údržbě. Konstrukční úpravy zajistí eliminaci některých poruch či deformací skidů a také zajistí zkvalitnění a zefektivnění pravidelné preventivní kontroly. Díky zlepšení preventivní kontroly se mohou snížit celkové náklady spojené s opravami zařízení a je možné zamezit poruchám většího charakteru celého zařízení. To také souvisí s prediktivní údržbou, která má mnoho variant a každá varianta je významnější pro jiný manipulační prostředek či zařízení. Jedním z typů, který je v práci definován, je systém pro monitorování vibrací stroje. Tento systémlepší a zjednoduší preventivní kontrolu motorů, a hlavně je přesnější než pouhá kontrola pracovníkem. Zajistí, že vadné komponenty budou včas vyměněny a nezpůsobí tak zbytečné ztráty v důsledku zastavení výroby.

Noví a kvalitně zaučení pracovníci přinášejí v dnešní době konkurenční výhodu a znalí pracovníci nedělají chyby, které znamenají finanční následky či nehody a zranění. Noví zaměstnanci nemusejí být ve stresu při zaučování, a tolepší jejich koncentraci při učení se novým informacím.

Navržení plánu údržby přinese větší zodpovědnost jednotlivých zaměstnanců a díky tomu selepší celkový stav údržby a dojde ke zkvalitnění preventivní údržby.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce by mohla být přínosná pro všechny výrobce manipulačních prostředků, kteří by mohli využít nápady na úpravy konstrukcí nebo obměnu komponentů na svých dosavadních manipulačních prostředcích. To by jim mohlo přinést konkurenční výhodu.

Dále by tato práce mohla mít přínos pro údržbu manipulačních prostředků, která pracuje přímo v automobilovém průmyslu či s podobnými zařízeními, jelikož jsou zde shrnuty základní komponenty všech manipulačních prostředků a je vysvětleno k čemu slouží, případně jak fungují. Vědět o všech komponentech je zásadní při jejich opravování nebo při preventivní výměně komponentů. Vedoucí pracovníci údržby mohou čerpat mnoho informací z návrhové části, kde jsou představeny i drobné úpravy stávajících zařízení, které by po dohodě s firmami a výrobci mohly být zavedeny do praxe. Úpravy by přinesly lepší kontrolu některých komponentů během provozu a mohlo by dojít ke zkrácení doby opravy během poruchy při provozu výrobní haly. Samozřejmě dojde ke zkrácení času potřebného k opravám při plánovaných preventivních výměnách. Vzhledem k tomu mohou pracovníci ušetřený čas využít pro opravy některých jiných částí nebo k jiné práci, které je během odstávky výroby velké množství. Při výměně komponentů za novější typy, které jsou popsány v návrhové části (2), může být zabráněno některým poruchám během provozu, a také dojde k úspoře a optimalizaci komponentů, které údržbáři musejí mít uskladněny.

Jednou z možností, kterou mohou firmy využít je zkvalitnění prediktivní údržby (2.7), která může předejít mnoha poruchám a v závislosti na tom dojde ke snížení nákladů, protože budou opravovány jenom komponenty, které vykazují poruchový stav. Možnou variantou je například využití vibračních systémů (2.8) právě pro analýzu a hlídání strojů. Tento systém přináší monitorování strojů pomocí dálkové správy a můžeme analyzovat jednotlivé stroje a porovnávat je se stavem, kdy byly stroje nové. Další z možností, jak zlepšit stav údržby, je optimalizovat celkový plán údržby (viz kapitola 2.10).

Důležitou věcí je správné a plnohodnotné zaškolení nových pracovníků. To je velice významné, aby nedocházelo ke zbytečným poruchám, protože pracovníci například neznají indicie, které mohou předznamenávat budoucí poruchy. Také by se snížila možnost poškození strojů vlivem nesprávně prováděné údržby, což by i snížilo náklady firem na údržbu. Jednou z možností, jak kvalitně školit nové pracovníky, je virtuální realita (viz kapitola 2.9). Díky tomu si mohou noví pracovníci vše vyzkoušet bez větších problémů a stresů během provozu výrobní

haly. Další možností je vytvoření místa na pracovišti (viz kapitola 2.9), kde se budou nacházet všechny manipulační prostředky a noví zaměstnanci si budou moci vše v klidu vyzkoušet.

V rámci návrhových řešení (viz kapitola 2) si mohou firmy vybrat nové technologie, které by do svých výrobních hal využily. Některé přínosy mohou naleznout i v úpravě či výměně komponentů svých dosavadních manipulačních prostředků. Úprava stávajících někdy zastaralých manipulačních prostředků přinese firmám snížení výdajů na opravy a pokles ztrát způsobený častými poruchami. Pokud firmy investují dostatek peněz do predikce údržby (viz kapitoly 2.7 a 2.8), zlepší to celý stav výroby automobilů a v rámci toho dojde k celkovému ušetření finančních prostředků. Při náboru běžných pracovníků mohou využít systém virtuální reality (viz kapitola 2.9) pro motivaci zájemců, a následně pak pro jejich lepší a rychlejší zaškolení. Plynulost výroby a kvalitní pracovníci v údržbě mohou výrazně přispět k vyšší produkci firem, a tedy i k větším výnosům.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- 1 HF (13.56 MHz). *Balluff* [online]. Praha 9 - Kyje: Balluff CZ, c2021 [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: <https://www.balluff.com/local/cz/productfinder/#/ca/A0003/cg/G0304>
- 2 PRODUCTS FOR EFFICIENT AUTOMATION: Průmyslový RFID systém BIS M - VOLUME 3. Balluff [online]. Praha 9 - Kyje: Balluff CZ, c2021 [cit. 2021-6-18]. Dostupné z: https://assets.balluff.com/WebBinary1/LIT_CAT_CATALOG_VOLUME_3_EN_E21_DRW_942498_02_000.pdf
- 3 Skid Conveyor. *TAIKI-SHA* [online]. Tokyo: Taikisha, c2021 [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://www.taikisha-group.com/service/conveyor/skid-conveyor/>
- 4 Data & dokumenty. *SEW EURODRIVE* [online]. Hostivice: SEW-EURODRIVE CZ, c2021 [cit. 2021-6-20]. Dostupné z: https://www.sew-eurodrive.cz/os/dud/?tab=productdata&country=CZ&language=cs_cz&search=01.1376488803.0016.10&doc_lang=cs-CZ
- 5 *SEW-EURODRIVE* [online]. Hostivice: SEW-EURODRIVE CZ, c2021 [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://www.sew-eurodrive.cz/domu.html>
- 6 HEAVY-DUTY CONVEYOR ROLLERS FOR AUTOMOBILE PRODUCTION (SKID). *Walther Flender* [online]. Düsseldorf: Walther Flender, c2021 [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://www.walther-flender.de/en/conveyor-rollers/>
- 7 *Pepprl+fuchs* [online]. Praha 8: Pepprl+fuchs, c2021 [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: https://www.pepperl-fuchs.com/czech_republic/cs/classid_143.htm?view=productdetails&prodid=4020
- 8 *DURR* [online]. Bietigheim-Bissingen: DURR [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://www.durr.com/en/>
- 9 XCKJ10543H7. *Schneider Electric* [online]. PRAHA 5: Schneider Electric CZ, c2021 [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://www.se.com/ww/en/product/XCKJ10543H7/limit-switch%2C-limit-switches-xc-standard%2C-xckj%2C-steel-roller-lever-variable-length%2C-1nc%2B1-no%2C-snap%2C-1-2npt/>
- 10 Energetický řetěz 15BF02. *CNCshop.cz* [online]. Opava: CNC shop, c2010 [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <http://www.cncshop.cz/energeticky-retez-15bf02>
- 11 *Igus* [online]. Litoměřice: Hennlich, c2021 [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://www.igus.cz/>

- 12 8. Hřídle (hřídlové čepy, hřídle). *Studentske.cz* [online]. Studentske.cz, c2021 [cit. 2021-6-21]. Dostupné z: <https://strojirenstvi.studentske.cz/2010/10/8-hridele-hridelove-cepy-hridele.html>
- 13 IZOLOVANÉ JEDNOPÓLOVÉ TROLEJE. *VAHLE* [online]. Banská Bystrica: S.D.A. [cit. 2021-6-22]. Dostupné z: <http://www.pozitronvahle.cz/cs/vyrobky/izolovane-jednopolove-troleje/>
- 14 Control system. *LJU* [online]. Potsdam: LJU, c2021 [cit. 2021-6-22]. Dostupné z: <https://www.ljuonline.de/en/control-system.html>
- 15 Samostatná kola. *B2B Partner* [online]. Ostrava - Zábřeh: B2B Partner, c2010-2021 [cit. 2021-6-22]. Dostupné z: <https://www.b2bpartner.cz/transport-a-manipulace/pojzdovakolecka/samostatna-kola/>
- 16 ERTL - SKID MATERIALS HANDLING TECHNOLOGY. *ERTL* [online]. Budapester StraÙe: ERTL Automation, [21.století] [cit. 2021-6-22]. Dostupné z: <https://www.ertl-gmbh.de/en/product-service-spectrum/handling-technology/skid-materials-handling-technology/>
- 17 JURČA, Vladimír, Tomáš HLADÍK a Zdeněk ALEŠ. *Možnosti zpracování a využití dat z řízení údržby*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2004. ISBN 80-02-01595-9.
- 18 ŠTURMA, Martin. *Provoz, revize a údržba technických zařízení: vyhrazená technická zařízení elektrická, plynová, tlaková, zdvihací*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5121-4.
- 19 CEMPÍREK, Václav. *Technologie ložných a skladových operací*. [Pardubice]: Institut Jana Pernera, 2007. ISBN 80-86530-36-1.
- 20 Interní firemní materiály PROMUS Katowice Sp. z o.o.
- 21 The Original since 1919: also elbe. *Elbe elso* [online]. Bietigheim-Bissingen: Elbe Holding, [21.století], 2020 [cit. 2021-6-24] prezentace ve formátu PDF. Dostupné z: https://www.elbe-group.de/files-elbe-group/EN_KAT_ElsoElbe_2020.pdf
- 22 *Farnell* [online]. Leeds: An Avnet Company, c2021 [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <https://cz.farnell.com/>
- 23 *TME* [online]. Ostrava - Mar. Hory: TME, c2021 [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <https://www.tme.eu/cz/>
- 24 PLEXISKLO ČIRÉ 2 MM. *E-SHOP MULTIPLAST* [online]. Smržovka: TITAN – MULTIPLAST, c2021 [cit. 2021-6-25]. Dostupné z: <https://www.multiplast.cz/eshop/transparentni-plexisklo-58/plexisklo-cire-02-mm-plexiglas-xt->

- [261?colorId=274&dimId=612&dim2Id=3772&gclid=Cj0KCQjw_dWGBhDAARIsAMcYuJyIUaopj25TRq81wqfvi05Qmmdz-XCHfsMOGPvjoBSyHNet70ou3YMaAm7TEALw_wcB](https://www.eisenmann.com/automobil/lackiererei/)
- 25 LACKIEREREI: FÖRDERSYSTEME. *EISENMANN* [online]. Tübingen: Eisenmann, [21.století] [cit. 2021-6-27]. Dostupné z: <https://www.eisenmann.com/automobil/lackiererei/>
- 26 Powered roller bed: THE MAINTENANCE-FREE CONVEYOR. *ATS Group* [online]. Mulhouse: ATS Group, [21.století] [cit. 2021-6-27]. Dostupné z: <https://www.ats-group.com/EN/product-solutions/products/powered-roller-bed.html>
- 27 EST Senzorická hnací hřídel. *Elbe elso* [online]. Bietigheim-Bissingen: Elbe Holding, [21.století] [cit. 2021-6-28]. Dostupné z: <https://www.elbe-group.de/en/est-sensory-drive-shaft>
- 28 Lifting table meets skid conveyor. *LEANTECHNIK* [online]. Duluth: Leantechnik, c2021 [cit. 2021-6-28]. Dostupné z: <https://leantechnik.com/us/lift-sink-conveyor/>
- 29 *HSC* [online]. North America: HSC, c2019 [cit. 2021-6-28]. Dostupné z: <https://hsc-lr.com/>
- 30 Skid and Pallet Conveying. *Ammeraal Beltech* [online]. Heerhugowaard: Heerhugowaard, c2021 [cit. 2021-6-28]. Dostupné z: <https://www.ammeraalbeltech.com/en/industries/automotive/automotive-production/skid-and-pallet-conveying/>
- 31 *LEANTECHNIK* [online]. Duluth: Leantechnik, c2021 [cit. 2021-6-28]. Dostupné z: <https://www.leantechnik.com/us>
- 32 Vibrační diagnostika. *Adash* [online]. Ostrava: Adash, c2021 [cit. 2021-6-30]. Dostupné z: <https://adash.com/cs/vibracni-diagnostika>
- 33 *Adash* [online]. Ostrava: Adash, c2021 [cit. 2021-6-30]. Dostupné z: <https://adash.com/cs/>
- 34 VDOLEČEK, František. [Http://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/37313.pdf](http://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/37313.pdf). *AUTOMA* [online]. 2008, **2008**(5), 30-32 [cit. 2021-7-1]. Dostupné z: http://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/37313.pdf
- 35 Prediktivní vs. preventivní: Debata a budoucnost. *VŠE O PRŮMYSLU* [online]. Český Těšín: TRADEMEDIA INTERNATIONAL, c2020, 2.10.2017 [cit. 2021-7-1]. Dostupné z: <https://www.vseoprmyslu.cz/udrzba-a-diagnostika/asset-management/prediktivni-vs-preventivni-debata-a-budoucnost.html>
- 36 Prediktivní údržba a monitorování stavu zařízení v prostředí MATLAB. *VŠE O PRŮMYSLU* [online]. Český Těšín: TRADEMEDIA INTERNATIONAL, c2020, 7.8.2019

- [cit. 2021-7-1]. Dostupné z: <https://www.vseoprmyslu.cz/inspirace/firemni-novinky/prediktivni-udrzba-a-monitorovani-stavu-zarizeni-v-prostredi-matlab.html>
- 37 7 Možností vzdělávání firem ve virtuální realitě. *VR Education* [online]. Olomouc: VR Education, c2021 [cit. 2021-7-1]. Dostupné z: <https://vreducation.cz/7-moznosti-vzdelavani-firem-ve-virtualni-realite/>
- 38 Prediktivní údržba: Analýza dat senzorů výrobních linek a strojů pro redukcii odstávek a zvýšení kvality produktů. *Dolphin consulting* [online]. Praha 9: dolphin consulting, c2014-2021 [cit. 2021-7-1]. Dostupné z: <http://ce.almanachprodukce.cz/media/down/materialy/pdf/a678b6e0d2c717a280f3ff771db719f6.pdf>
- 39 Floor Conveyor Mono-track Conveyor. *TAIKI-SHA* [online]. Japan: Taikisha, [21.století] [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <https://www.taikisha-group.com/service/conveyor/flc-conveyor/>
- 40 *Briol: spojovací materiál* [online]. Čistá u Litomyšle: BRIOL, c2013-2021 [cit. 2021-7-4]. Dostupné z: <https://www.briol.cz/>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Technický list-převodovek lifgo.....	80
Příloha B – Technický list-převodovek Lean SL.....	81

lifgo® 5 • Technical data & dimension sheets

- i** The technical data on this page apply to all versions of the lifgo®series (lifgo®, lifgo® linear, lifgo® double, lifgo® linear double).
- i** Breakaway force for new, unlubricated gear rack guides is 30N per lifgo® unit. This value drops to near zero after the run-in phase.
- i** The breakaway force of hardened gear racks is approximately 80N.
- i** The pretensioning of guide cars is 2%.

lifgo® series technical data		Unit	5.0	5.1	5.3	5.4
Lifting power	F_{max}	N	2000	3800	15900	25000
Lifting speed	v_{max}	m/s	3	3	3	3
Acceleration	a_{max}	m/s^2	50	50	50	50
Torque	M_{max}	Nm	20	76	477	1000
Pitch diameter	\varnothing pt.	mm	20	40	60	80
Lifting gear ratio	Stroke	mm/360°	62.8318	125.6637	188.4955	251.3274
Efficiency	η		0.92	0.92	0.92	0.92
Temperature resistance	t	°C	-10 to +80	-10 to +80	-10 to +80	+80
Static torque	M_{tx} stat.	Nm	570	760	4400	5500
Dynamic torque	M_{ty} stat.	Nm	380	650	3300	3300
	M_{ty} dyn.	Nm	180	330	1600	1600
	M_{tz} stat.	Nm	380	650	3300	3300
	M_{tz} dyn.	Nm	180	330	1600	1600
	Static load rating	F stat.	N	38400	51200	161400
Dynamic load rating	F dyn.	N	19100	25900	79600	79600

Zdroj: (31)

Příloha A – Technický list-převodovek lifgo

lean SL® Series • Technical data

i The performance data listed apply to both the lean SL® and lean SL® versions of each size.

The frictional forces in the bushings increase due to torques. This leads to reduced efficiency and increased wear of the bushings (sliding bearings). Please note that this means that a greater driving torque will be required.

lean SL® Series technical data	Unit	SL 5.m	SL 5.0	SL 5.1	SL 5.3	SL5.5
Lifting power	F_{max} N	300	800	2000	8000	25000
Lifting speed	v_{max} m/s	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Acceleration	a_{max} m/s ²	30	30	30	30	30
Torque	M_{max} Nm	3	8	40	240	1200
Pitch diameter	$\varnothing T_k$ mm	12	20	40	60	96
Lifting gear ratio	mm/360°	37.6991	62.8318	125.6637	188.4955	301.5929
Efficiency	η	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Temperature resistance	t °C	+100	-10 to +100	-10 to +100	-10 to +100	+100
Static torque	$M_{x, stat.}$ Nm	0	0	0	0	0
Dynamic torque	$M_{x, dyn.}$ Nm	0	0	0	0	0
	$M_{y, stat.}$ Nm	100	200	400	2000	7000
	$M_{y, dyn.}$ Nm	9	18	22	150	800
	$M_{z, stat.}$ Nm	250	500	1000	4000	15000
	$M_{z, dyn.}$ Nm	25	50	110	700	4500

Zdroj: (31)

Příloha B – Technický list-převodovek Lean SL