



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## NOVÁ METODIKA TESTOVÁNÍ NA LINCE

NEW TESTING METHOD ON PRODUCTION LINE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MICHAL ZUHLA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL RUMÍŠEK, CSc.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2010/11

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Michal Zuhla

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie a průmyslový management (2303T005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### **Nová metodika testování na lince**

v anglickém jazyce:

### **New testing method on production line**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Zpracujte literární studii (rešerši) k problematice dané výroby a testování výrobků.
2. Proveďte popis současného stavu z hlediska produktů, obecného způsobu jejich testování a stávajícího uspořádání pracovišť linky.
3. Zpracujte detailní analýzu postupu testování (doba taktu, vybavenost, nastavení, DI a funkční test, doplňkové činnosti apod.)
4. Zpracujte variantní návrhy nové metodiky testování produktů na lince s provedením výběru optimální varianty.
5. Pro vybranou variantu vypracujte detailní popis nového způsobu testování (časový rozbor, vizualizace, návrh výstupního protokolu) a zpracujte ideový návrh univerzální testovací stolice.
6. Proveďte rozbor a technicko - ekonomické zhodnocení návrhu nového způsobu testování.

Cíle diplomové práce:

Řešením základních bodů zadání, zahrnujících mimo studii i rozbor problematiky, návrh způsobů řešení s výběrem optimální varianty a jejím zpracováním a ekonomickým posouzením budou prověřeny nejen odborné znalosti studenta, ale i jeho schopnosti dobré profesní orientace při řešení zadaného úkolu z průmyslové praxe.

Seznam odborné literatury:

Odborná literatura z oblasti technologického projektování.

DVOŘÁK, Milan., GAJDOŠ, František., NOVOTNÝ, Karel. Technologie tváření (Plošné a objemové tváření). Brno: VUT – FSI. 2007. 169 s. ISBN 978-80-214-3425-7

FOREJT, Milan, PÍŠKA, Miroslav. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Brno: VUT – FSI . 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. Brno: VUT – FSI.1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů. Brno: VUT – FSI. 1987. 201 s.

MILO, Peter. Technologické projektovanie v praxi. Bratislava: Alfa. 1990. 399 s. ISBN 80-05-00103-7

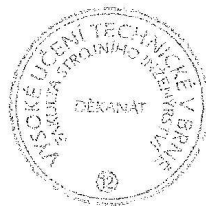
FREMUNT, Přemysl, PODRÁBSKÝ, Tomáš. Konstrukční oceli. Brno: VUT – FSI.1996. 261 s. ISBN 80-85967-95-8

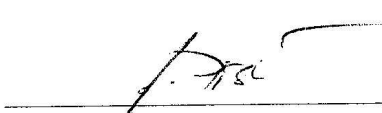
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.


Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/11.

V Brně, dne 23.11.2010

L.S.



  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

  
\_\_\_\_\_  
prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan

**ABSTRAKT**

Tato diplomová práce je zaměřena na testovací pracoviště na montážní lince nástupních schodů a ramp pro kolejová vozidla. Jsou zde popsány jednotlivé činnosti a problematika související s testováním těchto produktů. Dále je v práci zhodnocen původní postup testování a navržen optimální budoucí stav a doporučeny návrhy řešení nutné k jeho dosažení. Rozpracován je také návrh nového testovacího pracoviště.

**Klíčová slova**

Testování, testovací pracoviště, kolejová vozidla, nástupní mechanismy, montážní linka.

**ABSTRACT**

This Diploma thesis is aimed at testing centre at the assembly line for boarding steps and ramps for rail vehicles. This project describes various activities and issues associated with the testing of these products. The project also evaluates current testing processes and proposes optimal future state and recommends solutions necessary to achieve this. A new design of a testing centre is also developed.

**Key words**

Testing, testing centre, rail vehicles, boarding mechanism, assembly line.

**BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ZUHLA, Michal. *Nová metodika testování na lince*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 98 s., 6 příloh. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Nová metodika testování na lince vypracoval samostatně a na základě použití odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Datum

.....

Bc. Michal Zuhla

**Poděkování**

Děkuji tímto panu doc. Ing. Pavlovi Rumíškovi, CSc. za poskytnutou odbornou pomoc a metodické vedení. Dále děkuji společnosti IFE CR, a.s., za umožnění vypracování diplomové práce a zejména pak panu Ing. Igorovi Chorovskému za intenzivní spolupráci při jejím vytváření.

**OBSAH**

Abstrakt.....	3
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
Obsah .....	7
Úvod .....	10
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY .....	11
1.1 Popis společnosti IFE - CR.....	11
1.1.1 Založení a charakteristika společnosti IFE – CR.....	11
1.1.2 Historie společnosti IFE .....	13
1.1.3 Koncern Knorr – Bremse.....	14
1.2 Produkty společnosti IFE - CR.....	15
1.2.1 Posuvné dveře .....	15
1.2.2 Nástupní mechanismy.....	17
1.3 Popis současného způsobu výroby schodů.....	22
1.3.1 Současné uspořádání pracovišť.....	22
1.3.2 Tok materiálu .....	22
1.3.3 Vybavení pracovišť.....	23
1.3.4 Výrobní dokumentace na jednotlivých pracovištích.....	26
1.4 Analýza současného způsobu testování .....	29
1.4.1 Obecný postup současného způsobu testování.....	29
1.4.2 Nedostatky současného způsobu testování .....	30
1.4.3 Vývojový diagram a seznam prováděných operací při testování.....	31
1.4.4 Kontrola vizuální.....	33
1.4.5 Kontrola přednastavení testovaných produktů .....	35
1.4.6 Nastavení testovaných produktů .....	40
1.4.7 Ostatní činnosti.....	41
1.4.8 Kontrola mechanická.....	42
1.4.9 Vysokonapěťový test.....	44
1.4.10 Funkční test.....	44
1.4.11 Doplňkové činnosti.....	47

2	REŠERŽE LITERATURY .....	49
2.1.1	Výrobek a typ výroby .....	49
2.1.2	Projektování linek .....	50
2.1.3	Navrhování montáže .....	51
2.1.4	Montážní pracoviště .....	53
2.1.5	Projektování zkušebny .....	53
2.1.6	Pracoviště kontroly .....	55
2.1.7	Využití ergonomie v projektování .....	55
2.1.8	Sankeyův diagram.....	56
2.1.9	Automatizace a mechanizace .....	57
2.1.10	Toyota Production System.....	57
2.1.11	Poka-yoke.....	57
2.1.12	Kanban .....	58
3	NÁVRH NOVÉ METODIKY TESTOVÁNÍ .....	59
3.1	Základní předpoklady pro návrh nové metodiky testování.....	59
3.2	Seznam operací nového způsobu testování.....	60
3.3	Základní technické požadavky na testovací zařízení.....	61
3.3.1	Funkční požadavky .....	61
3.3.2	Obecné parametry.....	62
3.4	Konstrukce testovacího zařízení.....	63
3.4.1	Mechanická konstrukce.....	63
3.4.2	Elektrická konstrukce .....	67
3.4.3	Komunikační rozhraní .....	68
3.5	Průběh zkoušky .....	70
3.5.1	Inicializace.....	70
3.5.2	Vizuální kontrola.....	71
3.5.3	Kontrola přednastavení .....	71
3.5.4	Mechanická kontrola .....	75
3.5.5	Vysokonapěťový test.....	76
3.5.6	Funkční test.....	77
3.5.7	Dotazování .....	78
3.5.8	Řešení problémů .....	78

3.6	Struktura zkušebního softwaru .....	78
3.6.1	Připojení k externímu počítači .....	79
3.6.2	Připojení do IFE sítě.....	79
3.6.3	Ukládání dat .....	79
3.6.4	Výstupní data .....	80
4	VARIANTNÍ NÁVRHY TESTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	81
4.1	Základní variantní návrhy testovacího zařízení .....	81
4.2	Výběr optimální varianty .....	84
5	NÁVRH TESTOVACÍHO PRACOVIŠTĚ .....	85
5.1	Popis testovacího pracoviště .....	85
5.2	Umístění a rozměry testovacího pracoviště.....	87
6	TECHNICKO- EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....	89
6.1	Technické zhodnocení.....	89
6.2	Ekonomické zhodnocení .....	90
	Závěr.....	94
	Seznam použitých zdrojů .....	95
	Seznam použitých symbolů .....	96
	Seznam příloh.....	97

## ÚVOD

Cílem všech moderních firem je upevňování své konkurenční pozice na trhu a s tím i související zvyšování výrobních kapacit. Jedním ze způsobů jak zvýšit produktivitu je zavedení linkové výroby, která podstatně snižuje výrobní časy. Toho využila i firma IFE pro své tři produkty – dveře, pohony a nástupní mechanismy (schody, rampy) určené pro kolejová vozidla. Jelikož firma produkuje od každého z těchto tří druhů výrobků několik desítek různých typů po malých sériích, docílilo se zavedením montážních linek a elektronických pracovních postupů výrazného zefektivnění výroby. Jako první byla zavedena linka na výrobu dveří, poté linka na výrobu pohonů a na jaře roku 2010 byla zavedena i linka na výrobu nástupních mechanismů.

Montáž nástupních mechanismů je ze všech výrobků firmy IFE nejnáročnější. Jedná se o výrobky konstrukčně často velmi odlišné a zároveň výrobky s největším počtem komponent. Podstatnou dobu montáže kompletního schodu či rampy zaberou samotné předmontáže. Výroba nástupních mechanismů probíhá na třech hlavních pracovištích, které na sebe bezprostředně navazují. Je to pracoviště předmontáží, samotná montážní linka a pracoviště testování. Pracoviště testování se jeví v současné době jako nejslabší článek. Linka má výrobní takt třicet minut. Při současném způsobu testování však není reálné nástupní mechanismy v daném taktu testovat. Dochází tedy k tomu, že se na pracovišti testování hromadí rozpracované výrobky.

Úkolem této diplomové práce je navrhnout vhodná řešení vedoucí k urychlení procesu testování a k minimalizaci vlivu lidské chyby při testování. Nejprve je nutné analyzovat stávající způsob testování a stav pracovišť testování. Poté zjistit nejdůležitější problémy, které se v této části výroby vyskytují a navrhnout vhodná řešení pro dosažení optimálního procesu testování. Na základě těchto informací bude možno také definovat požadavky na navrhované univerzální testovací pracoviště.

# 1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

## 1.1 Popis společnosti IFE - CR

### 1.1.1 Založení a charakteristika společnosti IFE – CR

Současný název firmy IFE je zkratka tří slov (Innovationen für Einstiegssysteme, popř. Innovations for Entrance Systems) v překladu znamenajících inovace vstupních systémů (Obr. 1). Společnost IFE je celosvětově největším výrobcem vstupních systémů do vlaků, tramvajů a meter.

Společnost IFE začala podnikat v České republice od roku 1996, když koupila českou společnost Hády-Metal, výrobce oken a dveří do vlaků. V roce 1997 došlo k začlenění společnosti do koncernu Knorr – Bremse a k postupnému uplatňování principů modelu Excellence EFQM (European Foundation For Quality Management). Postupem času již nebyla další expanze v původních prostorách možná, bylo tedy rozhodnuto o výstavbě nového závodu. Nové sídlo IFE - CR (Obr. 2) bylo vybudováno v roce 2002 v právě vznikajícím Central Trade Parku (CTP) v katastru města Modřice na okraji Brna. V roce 2001 došlo ještě k další velice významné události v historii IFE - CR, když společnost přešla pod Knorr – Bremse GmbH, Mödling/Österreich, výrobce brzdových systémů pro kolejová a užitková vozidla. Tímto krokem získala firma IFE silné zázemí, které jí umožnilo další rozvoj a upevnění pozice na mezinárodním trhu. Do nových výrobních prostor se začala postupně převádět výroba dveří, pohonů a také schodů z IFE Waidhofen. Díky zavedení koncernových standardů se stala společnost IFE - CR nejmodernějším výrobcem automatizovaných vstupních systémů na světě.

Produkty, které opouštějí výrobní závod v Modřicích, směřují především k zákazníkům jako je Alstom, Bombardier a Siemens se svými divizemi Transportation. Produkty firmy IFE – CR je možno vidět například v rychlovlacích Pendolino, tramvajích ve Vídni či Berlíně nebo ve vlacích v Americe či Austrálii.

Nejen na území České republiky, ale i v celém středoevropském regionu patří firma IFE k nejlépe hodnoceným průmyslovým firmám a dosahuje podstatných úspěchů ve svém oboru. V roce 2005 získala ocenění „Prize Winner“ za úspěšnou implementaci modelu EFQM při udělování prestižní Evropské ceny za jakost EQA (European Quality Award). Dále pak ve stejném roce získala i další velice významné ocenění „Prize Winner“ v soutěži „Národní cena České republiky za jakost“, pořádanou vládou České republiky. [1]



Obr. 1 Logo společnosti IFE-CR [2]



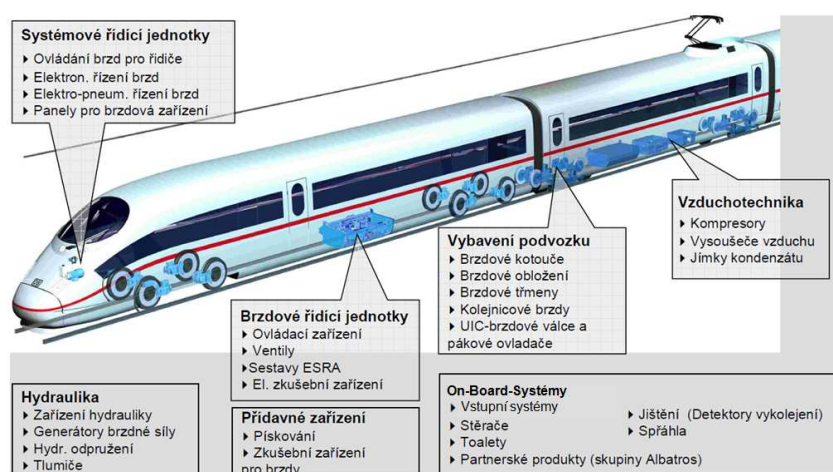
Obr. 2 Sídlo společnosti IFE-CR [2]

**1.1.2 Historie společnosti IFE [2]**

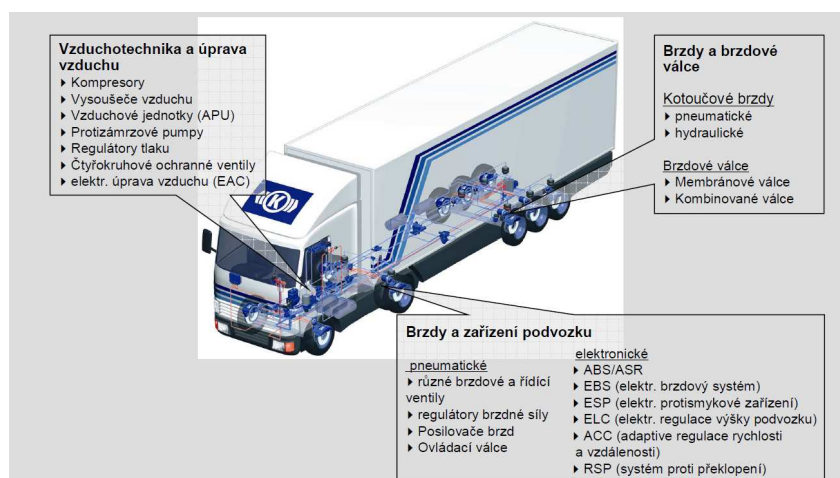
- 1947 Založení společnosti IFE ve Vídni, jako institut pro vědu a výzkum.
- 1965 Vznik bývalého sídla a výrobního závodu ve Waidhofenu/Ybbsu.
- 1985 Uvedení prvního plně elektrického pohonu dveří na trh.
- 1990 Převzetí německé společnosti Kiekert Automatiktüren.
- 1996 Převzetí českého výrobce součástí Hady Metall od rakouské společnosti Berndorf AG.
- 1997 Převzetí 49% akcií IFE-AG koncernem Knorr-Bremse.  
Založení IFE Iberica, Španělsko.
- 1998 Založení IFE UK, Anglie.
- 1999 Prodej výrobků divize automobilové techniky společnosti FX Meiller.  
Založení IFE Severní Amerika.
- 2000 Získání společnosti Tebel Group – Holandsko a Rakousko.
- 2001 Zvýšení podílu akcií koncernu Knorr-Bremse v IFE na více než 90%.  
Vybudování společnosti IFE-CR pro výrobu dveřních křídel pro Evropu.
- 2002 Ukončení působení společnosti IFE na autobusovém trhu.
- 2005 Prodejní růst a zvýšené požadavky trhu, vyžadují další expanzi produkce dveří ve společnosti IFE-CR.
- 2006 Přesun výroby pohonů a schodů do IFE-CR.
- 2007 Založení společnosti IFE Čína.
- 2008 Převzetí české konkurenční firmy IGE.
- 2009 Přemístění rakouské centrály do nové budovy v Kematenu.

### 1.1.3 Koncern Knorr – Bremse

Koncern Knorr-Bremse, pod který společnost IFE spadá, byl založen již roku 1905 v Berlíně Georgem Knorrem a nyní je předním světovým výrobcem brzdových systémů pro kolejová vozidla (Obr. 3) a užitková vozidla (Obr. 4). Společnost Knorr-Bremse tak výrazně přispívá k bezpečnosti na železnici a silnici. Další produkty představují dveřní systémy pro kolejová vozidla, klimatizační zařízení, tlumiče torzního kmitání pro spalovací motory, přídatná zařízení apod. Téměř 14 400 zaměstnanců vytvořilo v obchodním roce 2010 obrát ve výši 4 mld. euro. Úspěch společnosti spočívá v součinnosti obou divizí pro kolejová a užitková vozidla, v celosvětovém postavení koncernu a inovační síle. [3]



Obr. 3 Příklady výrobků koncernu Knorr – Bremse pro kolejová vozidla [2]



Obr. 4 Příklady výrobků koncernu Knorr – Bremse pro užitková vozidla [2]

## 1.2 Produkty společnosti IFE - CR

Mezi produkty společnosti IFE - CR patří vstupní systémy, které se skládají ze dveří a jejich pohonů a z nástupních mechanismů. Vzhledem k tomu, že je tato diplomová práce zaměřena právě na testování nástupních mechanismů, jsou zde tyto výrobky představeny podrobněji.

### 1.2.1 Posuvné dveře

#### **Posuvné dveře typu sliding door (STI, STA)**

Křídlo těchto typů dveří se posouvá buďto podél vnitřní strany vozu (STI), nebo podél vnější strany (STA). Pohonné jednotky těchto dveří jsou převážně elektrické, ale jsou k dispozici i jednotky s pohonem pneumatickým. Jedná se o velice jednoduché systémy s krátkou otevírací a zavírací dobou. Používají se v metrech a vlacích kyvadlové dopravy (Obr. 5), zejména v Asii a ve Spojených státech.



Obr. 5 Vozidlo s typem dveří sliding door [1]

#### **Posuvné dveře typu sliding plug door (RLS, E3, ZAR, ESCO)**

Tyto dveře jsou v zavřené poloze v jedné rovině s vnější stranou vozu a při otevírání se mírně vysunou dopředu a poté zasunou podél vozidla (Obr. 6). Používané pohonné jednotky jsou opět elektrické, případně pneumatické. Mezi výhody těchto typů dveří patří atraktivní design, dobré těsnící vlastnosti, jednoduchá konstrukce, spolehlivost a úspora místa v prostoru pro cestující. V Evropě je těmito dveřními systémy vybavena většina tramvají, meter a regionálních vlaků a stále více se tento systém začíná používat i v Asii.



Obr. 6 Vozidlo s typem dveří sliding plug door [1]

**Posuvné dveře pro RIC vozy (SST)**

Tento dveřní systém je používán většinou v jednokřídlé variantě, především u RIC vozidel (Obr. 7). Používají se různé struktury a dveřní výplně z důvodu vysokých požadavků na zvukovou a tepelnou izolaci u těchto vlaků. K výrobě těchto dveří je nezbytné použití velice kvalitních materiálů a komponent, které zajišťují i v extrémním rozmezí teplot v různých regionech bezpečnou funkci.



Obr. 7 Vůz typu RIC [1]

**Posuvné dveře pro rychlovlaky (DET)**

Tyto dveřní systémy jsou určeny pro rychlovlaky (Obr. 8), které dosahují rychlosti až 350 km/h, musí tedy zajišťovat výborné těsnící vlastnosti proti měnícímu se tlaku vzduchu. Princip otevírání je stejný jako u dveřních systémů typu sliding plug door. Tyto rychlovlaky jsou používány v různých zemích, zejména ve Francii, Španělsku, Německu, Itálii a především v Číně.



Obr. 8 Rychlovlak [1]

**Vnitřní a spojovací dveře (internal doors, cab doors, slam doors)**

Jedná se o jednoduché a méně nákladné dveře (Obr. 9). Používají se především jako postranní dveře do metra či příměstských vlaků nebo jako koncové a vnitřní dveře u rychlovlaků, dvoupatrových vlaků apod.



Obr. 9 Spojovací dveře [1]

### **1.2.2 Nástupní mechanismy**

Přístupová zařízení lze rozdělit na tři základní skupiny, schody výsuvné, schody výklopné a rampy. Zástupci jednotlivých typů schodů z každé skupiny mají obdobnou konstrukci. Základ schodů tvoří lakovaný rám, na který jsou poté montovány ostatní komponenty.

#### **a) Schody výsuvné**

Výsuvné schody slouží především pro přehrazení mezer mezi dopravním prostředkem a nástupištěm. Tyto schody lze rozdělit do dalších tří skupin, lišících se zejména v typu rámu a upevnění schodnice.

#### **Schody typu EMU NDW, EMU NSB a Ill de France**

Základ první skupiny výsuvných schodů tvoří montovaný rám obdélníkového tvaru. Rám montuje u schodů typu EMU NSB a Ill de France (Obr. 10) již dodavatel. U schodu typu EMU NDW je rám montován až v lince. Mezi základní komponenty těchto výsuvných schodů patří vodící lišty, elektromotor, kabeláž, zámek, hnací hřídele, řemeny a schodnice. Schodnice je připevněna pomocí unašečů k řemenům, které zajišťují její pohyb. Základ schodnic tvoří svařovaný rám, na který je montován u schodů typu EMU NSB nerezový plech s lepeným protiskluzovým pásem. U ostatních dvou typů schodů je na rám schodnice montován eloxovaný hliníkový plech. Pro detekci překážky nebo hrany nástupiště jsou schodnice u schodů typu EMU NDW a EMU NSB vybaveny kontaktními lištami. Na schod typu EMU NDW je ještě navíc montován ultrazvukový senzor. U typů schodu Ill de France je detekce překážky či nástupiště zaznamenána pouze zvýšeným elektrickým napětím na motoru.

Určitou výjimkou v této skupině jsou dva typy schodů EMU NSB, které jsou tvořeny dvěma schody na sobě. V případě potřeby se poté v závislosti na výšce nástupiště vysouvá vrchní nebo spodní schod.



Obr. 10 Výsuvný schod typu III de France

### **Schody typu X61, Regio Shuttle a SD Israel**

Rám druhé skupiny výsuvných schodů má robustnější konstrukci, skládá se z několika částí a je montován až v lince. Do rámu jsou namontována dvě vodící pouzdra, do kterých jsou následně vloženy hřídele. Tyto hřídele jsou u schodů typu X61 a Regio Shuttle (Obr. 11) opět pomocí unašečů připevněny k řemenům. U schodů typu SD Israel se k pohybu schodnice používá místo řemenů šroubovice, ke které je jedna z hřídelí připevněna. Na hřídele je poté namontována samotná schodnice. Montáž schodnice však u těchto typů schodů probíhá až na pracovišti testování. Na rozdíl od první skupiny výsuvných schodů se schodnice nezasouvá do prostoru rámu. U schodů typu X61 je schodnice tvořena kovovým pozinkovaným roštem s kontaktní lištou a po ověření správné funkčnosti je poté opět demontována a odesílána zákazníkovi samostatně se schodem. Schodnice u schodu typu Regio Shuttle je svařena s několika dílů a je vybavena kontaktní nášlapnou plochou. Nejsložitější konstrukci schodnice mají schody typu SD Israel. Schodnice je montována s více částí se zabudovanými pružinami a elektronickými prvky pro detekci překážky či hrany nástupiště. Samotná nášlapná plocha je pak tvořena nerezovým plechem s lepeným protiskluzovým pásem.



Obr. 11 Výsuvný schod typu Regio Shuttle

### **Schod typu Tram Zaragoza**

Schody typu Tram Zaragoza (Obr. 12) jsou s kategorie výsuvných schodů nejmenší. Rám je tvořen z jednoho kusu silného ohýbaného plechu s několika dalšími přivařenými prvky. K pohybu schodnice je zde využíván podobně jako u schodů výklopných pákový mechanismus, pohyb schodnice je však přímočarý. Schodnice je opět tvořena svařovaným rámem, na který se montuje nerezový plech s lepeným protiskluzovým pásem. Schodnice není vybavena žádnými detekčními prvky. Zastavení vysouvajícího se schodu při kontaktu s překážkou je tedy zajištěno pouze přepětím na motoru.



Obr. 12 Výsuvný schod typu Tram Zaragoza

**b) Schody výklopné**

Výklopné schody slouží především pro zkrácení vzdálenost mezi úrovní nástupiště a pevnými schody ve vlaku.

**Schody typu Railjat a Velaro D**

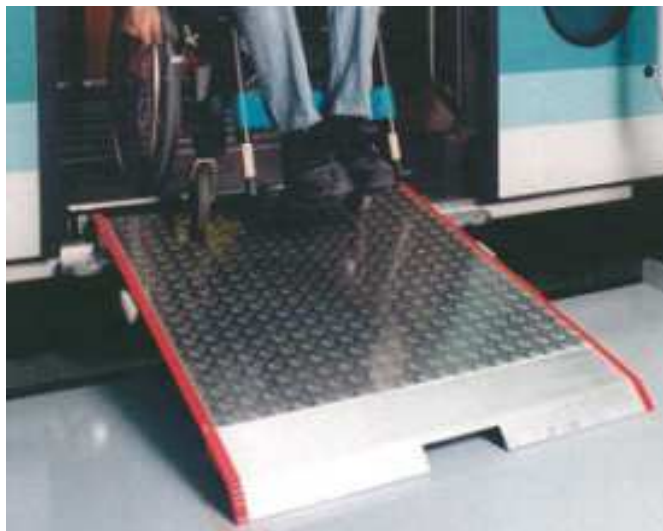
Rám schodů typu Railjat (Obr. 13) tvoří ocelová deska a schodů typu Velaro D silný tvarovaný plech. Součástí rámu těchto výklopných schodů je opět několik dalších přivařených prvků. Tyto typy schodů jsou o poznání menší, než schody výsuvné a mají pevnější konstrukci. Protože se zde na rozdíl od schodů výsuvných k pohybu schodnice nepoužívají řemeny, ale pákový mechanismus, jsou tyto schody vybaveny výkonnějšími elektromotory a obsahují také celou řadu odlišných mechanických součástí. Svařované schodnice výklopných schodů bez detekčních prvků jsou připevněny pomocí šroubů přímo k samotnému pohyblivému mechanismu.



Obr. 13 Výklopný schod typu Railjat

**c) Rampy**

Rampy se používají v případě rozdílné úrovně mezi vozidlem a nástupní platformou pro zajištění bezbariérového přístupu (Obr. 14). Jejich konstrukce je velice podobná, jako u schodů výsuvných.

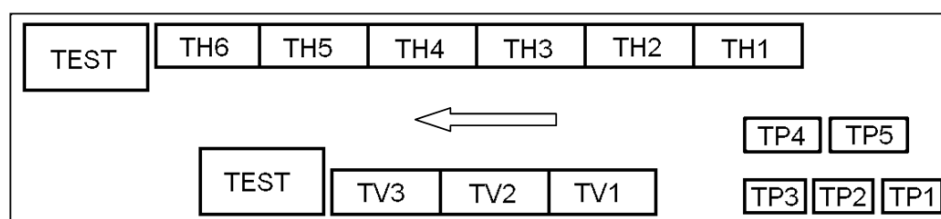


Obr. 14 Rampa

### 1.3 Popis současného způsobu výroby schodů

#### 1.3.1 Současné uspořádání pracovišť

Segment výroby schodů se skládá z pracoviště předmontáží, které je tvořeno pěti samostatnými pracovišti (TP1 až TP5), vedlejší linky se třemi pracovišti (TV1 až TV3), hlavní linky s šesti pracovišti (TH1 až TH6) a dvou pracovišť testování. Tyto pracoviště jsou rozmístěny dle následujícího dispozičního řešení (Obr. 15).



Obr. 15 Zjednodušené dispoziční řešení linky schodů

#### 1.3.2 Tok materiálu

Výroba schodů probíhá po malých sériích (20~30)ks při velké rozmanitosti jednotlivých projektů, což klade vysoké nároky na organizaci manipulace s materiálem. Materiál je ze skladu a z Kanbanu přednostně dopravován na pracoviště předmontáží, která jsou univerzální a jsou využita různě v závislosti na daném projektu. Poté co jsou potřebné předmontáže hotovy je dopraven zbývající materiál, který se uloží stejně jako předmontované díly do přepravek a umístí se do skluzů na jednotlivých pracovištích linek. Spojovací materiál z kanbanu je umístěn do krabiček na pojízdných paletách a rozměrnější díly jsou umístěny na materiálových vozících poblíž jednotlivých pracovišť. Rámy schodů jsou umístěny na materiálových vozících před linkami. Na pracoviště testování je dopravováno pouze malé množství spojovacího materiálu a kryty. Poté co je všechn materiál a předmontáže k dispozici je zahájena montáž. Na vedlejší lince jsou při montáži vždy využita všechna tři pracoviště a na lince hlavní stačí k montáži schodů většinou pět pracovišť. Hotové výrobky jsou z linek přemísťovány na pracoviště testování a po otestování jsou ukládány na expediční vozíky. Sankeyův diagram zobrazující tok materiálu na obou linkách je uveden v příloze 1.

### **1.3.3 Vybavení pracovišť**

#### **Pracoviště předmontáží**

Schody jsou konstrukčně značně náročné, a proto zabírají předmontáže v některých případech až 60% z celkového montážního času schodu. Každé pracoviště předmontáží (Obr. 16) je vybaveno stolem s gumovou deskou, šuplíkovým boxem, pracovní židlí a čtečkou čárových kódů. Na rámu z Bosch profilů je dále upevněn dotykový monitor, větrák, osvětlení a papírové utěrky. Na rám je také možno připevňovat plastové krabičky se spojovacím materiálem. Vedle každého pracoviště je vyhrazen nezbytný prostor pro vozík se vstupním materiálem. Dále se na pracovišti nachází jedna společná skříň pro ukládání univerzálních palet s nářadím určených pro jednotlivá pracoviště linky a pracoviště předmontáží. Do této skříně jsou ukládány také ostatní druhy méně používaného nářadí a pomocné přípravky určené pro montáž. Další skříň je určena pro ukládání chemikálií, jako jsou například maziva, konzervanty a lepidla.

Každý pracovník si načte potřebný pracovní postup v elektronické podobě, podle kterého zhotoví danou předmontáž. Hotové předmontáže jsou poté odkládány do přepravek, případně materiálových vozíků, které se označí příslušným číslem předmontáže a číslem pracoviště linky, na které je tato předmontáž určena.



Obr. 16 Pracoviště předmontáží

**Montážní linky**

Samotná montáž schodů probíhá v lince. K montáži schodů jsou určeny dvě souběžné linky. Vedlejší linka je určena k montáži jednodušších schodů, zejména schodů výklopných a v budoucnu k montáži schodnic. Na začátku vedlejší linky se nachází pracoviště mluvčího linky a pracovníka kvality. Na hlavní lince se montují všechny ostatní typy schodů.

Pracoviště (Obr. 17) na obou linkách jsou stejná. Schody se upínají do výklopných ramen, která jsou připevněna k řetězu. Tento řetěz zabezpečuje pohyb schodů mezi jednotlivými pracovišti. Na posledním pracovišti jsou po vyjmutí smontovaného schodu ramena sklopena a zadní stranou linky se postupně posouvají v taktu linky zpět na první pracoviště. Na rámu z Bosch profilů je na každém pracovišti opět připevněn dotykový monitor a čtečka čárových kódů. Dále je každé pracoviště vybaveno skluzou pro přepravky s potřebným materiálem a hotovými předmontážemi, pojezdy pro uložení palet s krabičkami se spojovacím materiálem, světlem, větrákem, papírovými utěrkami a pojízdným pultem. Tento pult slouží k umístění univerzální palety s nářadím a je k němu připevněna krabička na odkládání případného odpadu. Rozměrnější díly a předmontáže jsou ukládány na materiálové vozíky pro které je vyhrazen prostor mezi hlavní a vedlejší linkou. Nad každým pracovištěm je umístěn ještě majáček se třemi barvami. Červená barva signalizuje poruchu nebo nouzové zastavení, žlutá barva signalizuje požadavek pracovníka nebo chybějící díl a zelená barva signalizuje automatický chod linky.

Přeprava smontovaných schodů z posledních pracovišť obou linek na pracoviště testování je zajištěna jeřáby. Kolejnice jeřábu na vedlejší lince se stáčí a sahá na i čtvrté pracoviště hlavní linky. Tato konstrukce bude sloužit k plánovanému přemísťování souběžně montovaných schodnic z vedlejší linky na hlavní linku, kde se schodnice budou montovat na samotný schod.

Do budoucna se plánuje také na některá pracoviště umístit dávkovače lepidla, vazelíny, utahovací momentová centra a další Poka-yoke přípravy.



Obr. 17 Pracoviště hlavní linky

#### *Doba výrobního taktu linek:*

Zákaznický takt určuje dobu, za kterou musí být zkompletován jeden výrobek tak, aby byla uspokojena poptávka. Zákaznický takt na hlavní lince byl spočítán na 30 minut. Při výpočtu se vycházelo z plánu zakázek na rok 2009 a z kapacitních parametrů linky. Na vedlejší lince je takt proměnlivý v závislosti na obtížnosti montáže daného typu schodu.

#### ***Pracoviště testování***

Za oběma linkami se nachází pracoviště testování (Obr. 18). Obě pracoviště jsou vybavena jedním vozíkem pro ukládání rozpracované výroby z linky určené k testování a jedním vozíkem pro hotové výrobky. Testování probíhá na pojízdných, nastavitelných stolech, případně stolicích v závislosti na daném typu schodu. Na pracovišti testování za hlavní linkou je umístěna ještě také jedna větší upínací stolička z Bosch profilů. Dispoziční řešení pracovišť testování jsou uvedeny v příloze 2. Manipulace se schodem probíhá opět pomocí jeřábu. V případě menších výklopných schodů se často používá také různých provizorních upínacích přípravků. Pracovníci testování mají k dispozici pojízdný testovací stojan, na kterém je umístěn napájecí zdroj, ovládací pult, příslušná řídicí jednotka, propojovací kabeláž, vysokonapěťový tester, zkušební a výkresová dokumentace, krabičky s potřebným spojovacím materiálem a stahovacími pásky na dokončovací operace. Na obou

pracovištích se nachází také skříně k uložení veškerých testovacích zařízení, dokumentace, náradí, chemikálií a testovacích přípravků. Po otestování je každý schod uložen na expediční vozík, který je připraven hned vedle pracovišť testování.



*Obr. 18 Pracoviště testování*

#### **1.3.4 Výrobní dokumentace na jednotlivých pracovištích**

Z důvodů malé sériovosti a velkého množství typů jednotlivých výrobků bylo nutno zavést bezpapírové pracovní postupy stejně jako na ostatních dvou linkách pro montáž pohonů a dveří. Tyto bezpapírové pracovní postupy jsou v současné době zavedeny pouze na pracovišti předmontáží a montážních linkách. S těmito postupy se pracuje pomocí systému Grall, což je původní název výrobce softwaru.

Systém GRALL se skládá ze tří základních aplikací (modulů):

1. TRACE EDIT - Aplikace pro tvorbu a aktualizaci pracovních postupů, ve které pracuje technologie.
2. TRACE VIEWER - Aplikace pro zobrazování informací na terminálech s dotykovou obrazovkou (Obr. 19).



Obr. 19 Zobrazení pracovního postupu na lince v aplikaci Trace viewer

3. TRACE REPORT - Aplikace pro zobrazení výrobních výsledků (produktivita, počet chyb, aktuální projekty ve výrobě, obsazení pracovišť).

#### *Přihlášení do systému:*

Do systému se přihlásí každý pracovník pomocí čárového kódu umístěného na své identifikační kartě. K načtení projektu slouží další dva čárové kódy, které se lepí na rám schodu, případně se dodají samostatně pro pracoviště předmontáží.

#### **a) Výrobní dokumentace na pracovišti předmontáží**

Při načtení projektu se pracovníkovi na pracovišti předmontáží zobrazí seznam všech předmontáží pro daný projekt. Jednotlivé pracovní postupy jsou ve formátu PDF a po otevření v nich pracovníci mohou listovat. Každý postup obsahuje fotografie doplněné o nezbytné běžně používané instrukce a potřebný materiál pro danou operaci. Dále je v postupu uveden seznam náradí a instrukce, jak tento smontovaný díl označit a uložit.

***b) Výrobní dokumentace na montážních linkách***

Pracovní postupy na obou montážních linkách jsou od postupů na pracovišti předmontáží odlišné. Po jejich načtení se zobrazí seznam kroků určených pro dané pracoviště. Ke každému kroku je přiřazena opět upravená fotografie, doplněná instrukcemi, dále potřebný materiál pro danou operaci, technologické podmínky a kritické body či kvalitativní požadavky. Zobrazit lze také výkres, celkový kusovník a katalog kvality. Každý krok je časově normovaný a po uplynutí času určeného pro danou operaci systém automaticky přepne na další krok. Jednotlivé kroky jsou rozděleny na pracoviště tak, aby linka pracovala v požadovaném taktu.

***c) Výrobní dokumentace na pracovišti testování***

Pracovníci na pracovišti testování mají prozatím k dispozici dokumenty pouze v papírové podobě. Testování probíhá tedy dle základních kontrolních předpisů a výkresů. Podrobnější kontrolní předpisy jsou zhotoveny jen pro několik málo projektů. Jednotlivé instrukce jsou z velké míry pouze v písemné podobě bez grafické dokumentace, proto je tento postup testování z časového hlediska náročnější, zejména pak pro nově příchozí pracovníky testování.

Základní testovací předpisy obsahují seznam nejdůležitějších kritických bodů, které je nutno kontrolovat. Dále jsou v předpisech uvedeny základní hodnoty, které je nutno měřit a případně popsány postupy měření. Součástí testovacích předpisů jsou také návody na provedení vysokonapěťového testu a zkoušky elektrické funkčnosti a dále seznam zkušebních prostředků.

## **1.4 Analýza současného způsobu testování**

### **1.4.1 Obecný postup současného způsobu testování**

Pomocí jeřábu je nejprve přemístěn smontovaný schod z vozíku s rozpracovanými výrobky na testovací stoličce či stůl a řádně upnut. Na testování jednoho schodu se poté podílí většinou dva pracovníci. V první řadě probíhá vizuální kontrola, po které následuje kontrola přednastavených prvků z linky. Pokud pracovníci zjistí chybné přednastavení některého z prvků, jsou povinni tyto prvky přenastavit. Poté následuje samotné nastavování, které nebylo provedeno v lince. Po nastavení přichází na řadu případné ostatní činnosti a mechanická kontrola. Jakmile jsou všechny předchozí činnosti hotové, je nutné ověřit izolaci kabeláže. Pokud je kabeláž v pořádku, může se přistoupit k vysokonapěťovému testu a následně k funkčnímu testu, kterým se ověří správný chod. Délka procesu testování se u jednotlivých typů schodů částečně liší, průměrný čas testování se pohybuje kolem 50 minut na kus. Na závěr testování se provádí ještě celá řada nezbytných dokončovacích operací.

Poté co je schod otestován, je opět upnut na jeřáb a přemístěn na expediční vozík. Na tento vozík lze uložit různý počet kusů v závislosti na typu daného schodu.

Pokud pracovníci narazí během testování na případné chyby z předchozí montáže, zaznamenají daný problém do protokolu sběru dat výkonnosti procesu. Tento protokol je uveden v příloze 3. Jedná se o chyby typu jako nesprávná montáž dílu, záměna dílu, poškození kabeláže, laku apod. Tyto data slouží k pozdějšímu vyhodnocení, které provádí pracovník kvality.

Dalším formulářem, který jsou povinni pracovníci testování vyplňovat je zkušební protokol montáže, který je uveden v příloze 4. Tento protokol obsahuje data k identifikaci konkrétního výrobku, jako je číslo projektu, zakázky, výrobní číslo v dávce apod. Dále obsahuje seznam kritických bodů s příslušnou tabulkou k zaznamenání o provedené kontrole a případných naměřených hodnot. V protokolu jsou také zaznamenána jména pracovníků, kteří jednotlivé operace vykonávali.

### **1.4.2 Nedostatky současného způsobu testování**

Současný způsob testování není optimální. Nízká efektivita pracovišť testování vyplývá z následujících problémů:

#### ***Ztížená manipulace se schodem***

Se schody není možno při testování otáčet, což značně komplikuje přístup ke schodům ze spodní strany. Při nutnosti natočení je nezbytné použít jeřáb.

#### ***Zaznamenávání jen nejn nutnějších údajů***

Do testovacích protokolů v papírové podobě se zapisují pouze ty nejn utnější údaje. Tato skutečnost neumožňuje zpětné dohledání většiny měřených hodnot, případně některých záznamů o konkrétním schodu či průběhu testování.

#### ***Nekvalitní testovací dokumentace***

Nekvalitně zpracovaná testovací dokumentace v papírové podobě je jednou z hlavních problémů současného stavu. Pracovníci často nemají podrobné instrukce k postupu testování.

#### ***Nepřehledné uspořádání náradí a nedostatečné vybavení pracovišť***

Pracovníci nemají přesně vyhrazený prostor pro odkládání náradí a pomůcek při testování. Často si musejí také některé druhy náradí a prostředků v průběhu testu dodatečně obstarávat.

#### ***Vysoké procento lidských chyb***

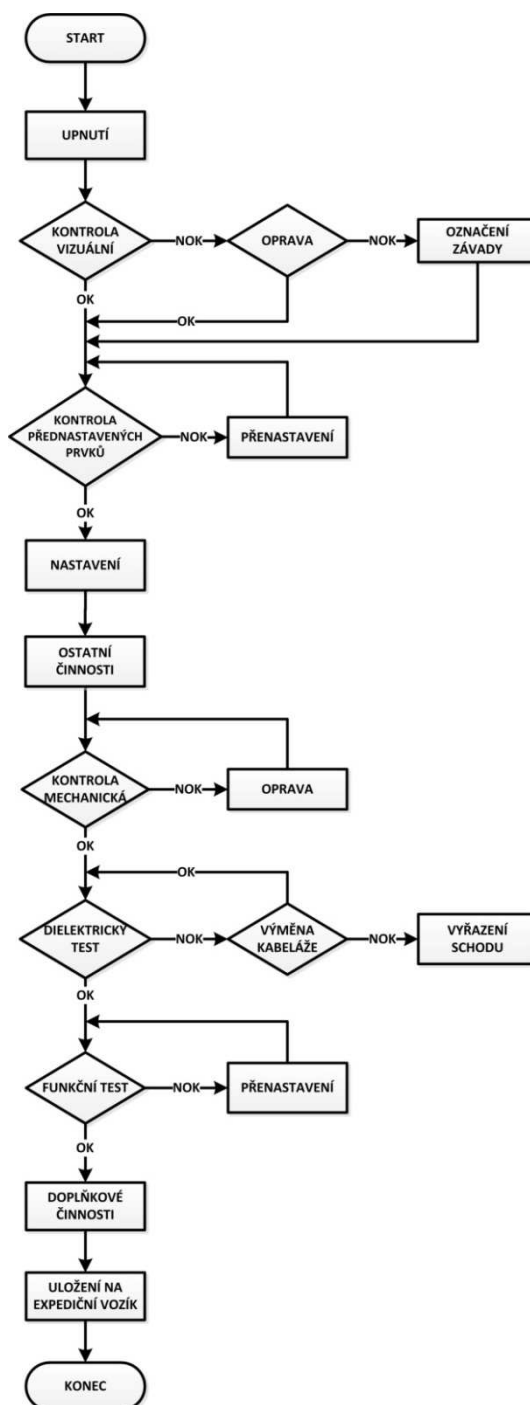
Z důvodů nekvalitní dokumentace a nepřehledně uspořádaného a často nedostatečného vybavení vzniká celá řada chyb. Tyto schody jsou poté reklamovány, což se negativně promítne do nákladů firmy. Případně jsou tyto chyby odhaleny ještě ve firmě a musí být dodatečně opraveny.

#### ***Časová náročnost testování***

Soubor všech výše uvedených nedostatků se v součtu projevuje v celkovém času potřebném k testování a je důvodem hromadění rozpracované výroby.

### 1.4.3 Vývojový diagram a seznam prováděných operací při testování

Vývojový diagram (Obr. 20) a souhrnná tabulka jednotlivých operací testování (Tab. 1) byly sestaveny na základě pozorování současného postupu testování a analýzy kontrolních předpisů pro jednotlivé typy schodů. Z tabulky je možno určit společné a individuální prováděné operace pro jednotlivé typy schodů.



Obr. 20 Vývojový diagram operací při testování



#### **1.4.4 Kontrola vizuální**

Při této kontrole není potřeba provádět žádnou manipulaci se schodem ani jeho částmi, pouze se vizuálně ověří kontrolní body.

##### **Kontrola kompletnosti a poškození**

Prvním krokem vizuální kontroly je prohlídka celého schodu, při které se kontroluje, zda jsou všechny požadované díly namontovány a zda není v některých místech poškozen lak, případně jestli nejsou některé plochy znečištěny např. používaným lepidlem Loctite nebo seznačovací barvou.

##### **Kontrola konzervování**

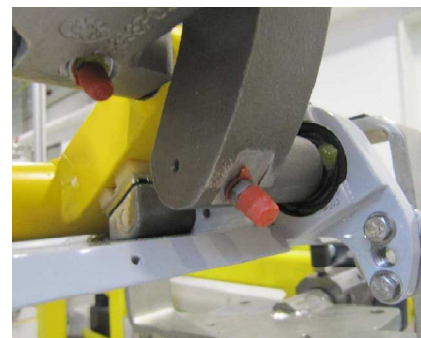
Dále se kontroluje předepsané konzervování pomocí různých antikoročních přípravků. Konzervují se některé nelakované plochy, dutiny, konce jisticích kolíků a čepů, některé šroubové spoje, zemní šrouby (Obr. 21) apod.



*Obr. 21 Kontrola konzervování zemních šroubů*

##### **Kontrola mazání**

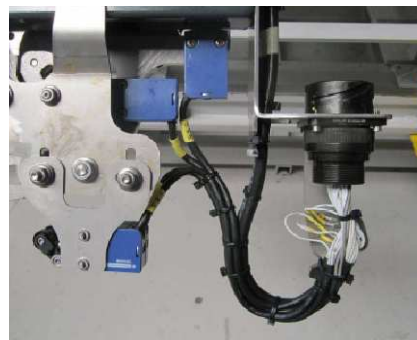
Mezi další základní kroky vizuální kontroly patří kontrola mazání požadovaných prvků. Mazání je nezbytné pro správnou funkci jednotlivých vzájemně pohyblivých dílů. Používá se plastické mazivo Isoflex LDS18, kterým se pomocí štětce mažou především vodící lišty, stykové plochy zámku, pružiny a u schodů výklopných pomocí pákové maznice ložiska pohyblivých mechanismů (Obr. 22). Zda jsou tyto mechanismy patřičně namazány, lze však zjistit pouze podle přebytečné vazelíny na maznicích a částečně vytlačené vazelíny kolem namazaných ložisek.



*Obr. 22 Kontrola mazání pákového mechanismu*

**Kontrola vyvázání kabeláže**

Nezbytným prvkem vizuální kontroly všech typů schodů je také kontrola správného vyvázání kabeláže (Obr. 23). Kabeláž musí být vyvázána úhledně přesně podle dokumentace, nesmí být v žádných místech příliš napnutá a jednotlivé kabely ve svazcích se nesmí křížit. Kabeláž se nesmí také v žádném případě dotýkat pohyblivých dílů a ostrých hran. Na ostré hrany jsou kvůli zamezení poškození kabeláže lepeny pomocí vteřinového lepidla různé druhy chrániček. K vyvázání kabeláže se používají kabelové svorky a stahovací pásky, které musí být řádně dotaženy a jejich konce zastříženy. Je také nezbytné kontrolovat správné zapojení a zajištění spínačů a konektorů.



*Obr. 23 Příklad správně vyvázané kabeláže*

U schodů typu Velaro D se dále kontroluje správná poloha šroubu, sloužícího k nouzovému vyklopení schodnice a u schodu typu EMU NDW správné zatmelení krytu, které je prováděno již v lince.

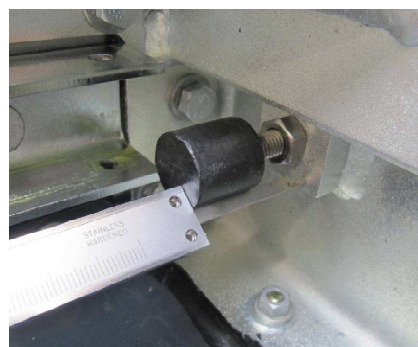
### **1.4.5 Kontrola přednastavení testovaných produktů**

Určité prvky jsou již přednastaveny z linky, ale je potřeba je zkontrolovat a v případě objevení závady tyto prvky přenastavit.

#### **Kontrola přednastavení dorazů**

Mezní požadované rozměry zavřeného a otevřeného schodu dle výkresu se nastavují pomocí dorazů (Obr. 24). Některé dorazy se nastavují již v lince a je potřeba je překontrolovat. Jde především o dorazy pro zavřenou polohu u schodů výsuvných typu EMU NDW, EMU NSB a Ill de France, které slouží k nastavení a vystředění schodnice při montáži. Zbylé dorazy pro otevřenou polohu těchto typů schodů se nastavují až při testování. Dále se v lince přednastavují všechny dorazy schodů výklopných. Dorazy se montují přímo na rám schodu, většinou dva pro otevřenou polohu a další dva pro zavřenou polohu. Tyto dorazy bývají pryžové nebo plastové.

Dorazy u schodů typu X61, Regio Shuttle a SD Israel jsou tvořeny pryžovými kroužky různých tloušťek navlečenými na vodící tyče. Dorazy pro otevřenou polohu jsou nastavovány v lince a dorazy pro zavřenou polohu se nastavují až při montáži schodnice při testování.

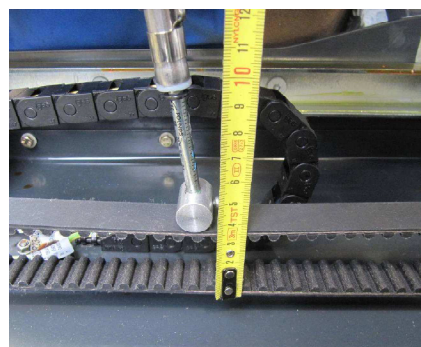


*Obr. 24 Kontrola přednastavení dorazů*

#### **Kontrola přednastavení napnutí řemenů**

Mezi další přednastavené prvky u schodů výsuvných kromě schodů typu Tram Zaragoza patří nastavení napnutí řemenů, které zajišťují samotný pohyb schodnice. Je nezbytné zajistit předepsané nastavení tak, aby řemeny nebyly příliš volné a nemohlo dojít k jejich prokluzu, nebo naopak velmi napnuté a nezpůsobovaly nadměrné ztěžování elektromotoru. Kontrola správného napnutí řemenů se provádí pomocí siloměru a metru (Obr. 25), kdy se měří

průhyb řemene při stanovené působící síle. Pro přesnější měření se v některých případech používá elektronického siloměru.



*Obr. 25 Kontrola přednastavení napnutí řemenů*

### ***Kontrola přednastavení vodících lišt***

Mezi přednastavené prvky u schodů výsuvných typu EMU NSB a III de France patří především nastavení vodících lišt. Vodící lišty mají v řezu tvar písmene L a jsou montovány přímo na samotný rám schodu pod vrchní vodící plochy, které jsou již součástí rámu. Po těchto vodících lištách se poté pohybují kladky, které jsou montovány na boční strany rámu schodnice. Přednastavení těchto lišt na požadovanou hodnotu je kontrolováno u schodů typu EMU NSB pomocí posuvného měřítka a u schodů typu III de France pomocí přípravku (Obr. 26). Správné nastavení vodících lišt je důležité pro hladký chod schodnice. Pokud by nebyly dodrženy předepsané tolerance a lišty byly nastaveny pod minimální rozměr, mohlo by při pohybu schodnice dojít v určitých místech mezi kladkami a vodícími lištami k nadměrnému tření, které by zvyšovalo potřebnou sílu pro otevření a zavření schodu. Naopak při nastavení lišt nad maximální přípustný rozměr by nebylo zajištěno správné vedení pohybující se schodnice.



*Obr. 26 Kontrola přednastavení vodících lišt pomocí přípravku*

***Kontrola přednastavení vystředění schodnice***

Vystředění schodnice předchází v lince kroku nastavování stranových vodících kladek a destiček, kterými je poté správná poloha schodnice zajištěna. Na pracovišti testování se kontroluje při zavřeném schodu správné vystředění schodnice v ose výsuvu (Obr. 27) a vzdálenost schodnice od zadní strany rámu (Obr. 28). Zároveň je nutno kontrolovat, zda schodnice dosedá na oba koncové dorazy pro zavřenou polohu. Tato kontrola se provádí pomocí svinovacího metru nebo posuvného měřítka u schodů typu EMU NDW, EMU NSB, Ill de France a Tram Zaragoza pro ověření, zda schodnice není zkřížena a je tak zajištěn její správný chod.

Při kontrole vystředění schodnice v ose výsuvu se měří na každé straně ve dvou místech vzdálenost schodnice od bočních stran rámu schodu, přičemž se musí tyto míry na obou stranách schodu ve stanovených tolerancích shodovat. Kontrolu stejné vzdálenosti schodnice od zadní strany rámu je nutno provádět také minimálně ve dvou místech.



*Obr. 27 Kontrola vystředění schodnice v ose výsuvu*



*Obr. 28 Kontrola vzdálenosti schodnice od zadní strany rámu*

***Kontrola přednastavení stranových vodících kladek a destiček***

K zajištění správného vystředění schodnice se u výsuvných schodů typu EMU NSB a Ill de France používají stranové vodící kladky (Obr. 29) a u výsuvných schodů typu EMU NDW a Tram Zaragoza stranové vodící destičky (Obr. 30). Tyto kladky a destičky vymezují mezeru mezi schodnicí a rámem, ve kterém se schodnice pohybuje. Při nastavení velké mezery by schodnice měla nadměrnou stranovou vůli, naopak při nastavení příliš malé, nebo žádné mezery by se nadměrně zvýšila potřebná posuvná síla.

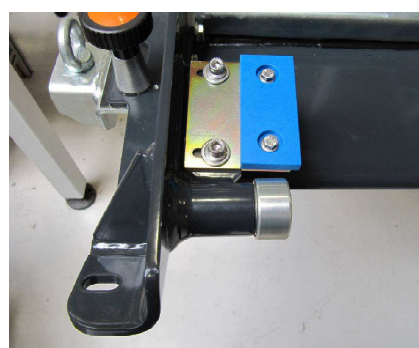
Většina stranových vodících kladek se přednastavuje již v lince, ostatní se poté nastavují až při testování. Na schody jsou montovány dva páry vodících kladek, jeden pár je montován na rám schodu a druhý na rám schodnice.

Stranové vodící destičky jsou v současné době nastavovány již v lince. U schodu typu EMU NDW se montují opět dva páry vodících destiček a u schodů typu Tram Zaragoza pouze jeden pár na schodnici.

Mezera se v obou případech nastavuje a kontroluje spároměrkami, pouze u projektu Ill de France jsou používány speciální přípravky.



Obr. 29 Kontrola přednastavení stranových vodících kladek



Obr. 30 Příklad stranové vodící destičky

### **Kontrola přednastavení výklopné schodnice**

U schodů výklopných se kontroluje digitálním sklonoměrem přednastavení rovnoběžnosti roviny schodnice a rámu v otevřené poloze (Obr. 31). Tuto rovnoběžnost je nutno zajistit z toho důvodu, aby otevřený schod namontovaný na vozidle nebyl pod určitým sklonem, ale rovnoběžně s rovinou nástupiště. Dále se kontroluje u schodů typu Velaro D předepsaný úhel sklopení schodu a u schodů typu Railjat správné dovření schodnice. Správné dovření schodnice je nezbytné z toho důvodu, aby bylo zajištěno, že zavřený schod bude v jedné rovině s vnější stranou vozu.



Obr. 31 Kontrola přednastavení úhlu sklopení schodnice

***Kontrola přednastavení ultrazvukového senzoru***

U schodu typu EMU NDW je nutno kontrolovat také předepsaný úhel sklopení konzoly s ultrazvukovým senzorem (Obr. 32), aby byla zajištěna jeho správná funkčnost. Tato kontrola probíhá opět pomocí digitálního sklonoměru. Ultrazvukový senzor slouží k odměřování vzdálenosti mezi schodem a nástupištěm pro určení následné míry vysunutí schodu.



Obr. 32 Ultrazvukový senzor

***Kontrola přednastavení spojky***

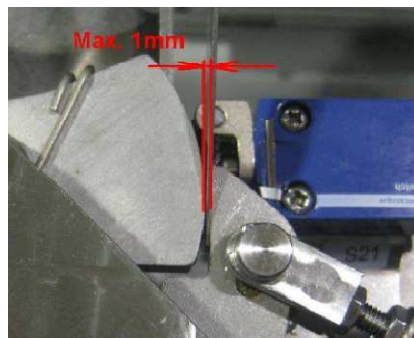
Schody typu X61 a Regio Shuttle jsou vybaveny spojkou (Obr. 33). Tato spojka slouží k přenosu krouticího momentu z motoru na řemeny, ke kterým jsou připevněny hřídele se schodnicí. V případě nutnosti se pomocí nouzového otevírání spojka deaktivuje a schodnicí je poté možno ručně posouvat. Princip spojky spočívá v zasunutí několika čepů umístěných v plastové konzole do děr v hnaném ozubeném kole. K odjištění spojky slouží táhlo, které při otočení excentru nouzového otevírání vysune kovové čepy z ozubeného kola, vratný pohyb je zajištěn pružinou. U tohoto mechanismu je nezbytné kontrolovat, zda je táhlo správně nastaveno a zajišťuje, že jsou při deaktivaci spojky čepy dostatečně vysunuty a nekolidují s ozubeným kolem. Samotná kontrola probíhá po vysunutí čepů zkouškou protočení ozubeného kola.



Obr. 33 Spojka v nouzovém režimu

### **Kontrola přednastavení zbytkových mezer**

U některých typů schodů se kontrolují také potřebné zbytkové mezery (Obr. 34). Tyto mezery se kontrolují pomocí spároměrek nebo speciálních přípravků.



Obr. 34 Kontrola zbytkové mezery

### **1.4.6 Nastavení testovaných produktů**

Některé prvky se nastavují v současné době až přímo na pracovišti testování. Jedná se především o nastavení spínačů a zajišťovacího čepu schodnice. Dále se na pracovišti testování nastavují vodící kladky, dorazy a případně další mezery mezi jednotlivými pohyblivými prvky, které nebyly přednastaveny v lince.

#### **Nastavení spínačů**

Bezchybné nastavení spínačů (Obr. 35) je nezbytné pro správnou funkci schodu. Tyto spínače dávají signál řídicí jednotce o poloze a zajištění schodnice. Pokud schodnice dojede do jedné z krajních poloh, dojde k sepnutí spínače a vypnutí elektromotoru. V případě, že je schodnice na daném schodu zajištěna proti otevření, je opět sepnut příslušný spínač a řídicí jednotka neumožní spuštění elektromotoru, aby nedošlo k jeho poškození. Je používáno více druhů spínačů s různými zakončeními. Při nastavování je důležité, aby kladky spínačů nebyly v aktivovaném stavu příliš přitlačeny a nedošlo tak k jejich poškození. Z tohoto důvodu se často k přesnějšímu nastavování používají různé přípravky.



Obr. 35 Nastavený koncový spínač

### ***Nastavení zajišťovacího čepu schodnice***

Dále se při testování nastavuje poloha zajišťovacího čepu schodnice (Obr. 36) vůči zámku pro správnou funkci zamykání. Zajišťovací čep výsuvných schodů typu EMU NSB a Ill de France je upevněn mezi dvěma konzolami, které jsou připevněny k rámu schodnice. U schodu typu EMU NDW je zajišťovací čep připevněn pouze k jedné konzole. Konzoly se nastaví v podélném a příčném směru tak, aby byly dodrženy předepsané mezery mezi stykovými plochami čepu a zámku a poté se zajistí šrouby. Samotné zamčení zasunuté schodnice je provedeno zajištěním čepu čelistmi zámku, který je montován na rám schodu.



*Obr. 36 Zajišťovací čep schodnice*

### ***1.4.7 Ostatní činnosti***

#### ***Montáž schodnice***

Po upnutí do linky není poloha schodů typu X61, Regio Shuttle a SD Israel ideální pro montáž schodnic. Z tohoto důvodu se montují schodnice na tyto typy schodů až na pracovišti testování.

#### ***Montáž předmontovaného dílu***

U schodů typu Velaro D není možno v současné době kompletně dokončit montáž v lince. Jeden předmontovaný díl je nutno na tyto schody namontovat až po nastavení potřebných prvků na pracovišti testování. Součástí tohoto dílu je pružina, která by znesnadňovala manuální manipulaci se schodnicí při nastavování.

### **1.4.8 Kontrola mechanická**

V průběhu mechanické kontroly je nezbytná manuální manipulace se schodnicí a použití měřících pomůcek a případně speciálních přípravků.

#### **Kontrola hladkého chodu**

Prvním krokem mechanické kontroly je kontrola hladkého chodu pohyblivých dílů. Jedná se především o hladký chod samotné schodnice. Ta musí jít lehce otevřít a zavřít. Při pohybu nesmí dojít ke vzpříčení, trhavému pohybu, nadměrnému tření, případně jiné kolizi mezi jednotlivými díly. U schodů výsuvných se musí kladky na rámu schodnice hladce pohybovat ve vodících lištách, schodnice musí být dobře vystředěna a ozubená kola řemenic se musí lehce otáčet. U schodů výklopných se kontroluje zejména hladký chod pákového mechanismu. Kontrola se provádí několikanásobným otevřením a zavřením schodu.

#### **Kontrola rozměrů**

Mezi další prvky mechanické kontroly patří kontrola hlavních rozměrů zavřeného a otevřeného schodu (Obr. 37), případně míry vysunutí. Z důvodu pozdější bezproblémové funkčnosti schodů v zabudovaném stavu na kolejových vozidlech je nezbytné tyto rozměry v předepsaných tolerancích dodržet. Tato kontrola musí probíhat opět na všech typech schodů. Měření hlavních rozměrů probíhá vždy na levé a pravé straně schodu, přičemž by se měly obě tyto míry shodovat. Používá se běžného svinovacího metru a případně úhelníku pro přesnější odečítání rozměrů. Dále se kromě rozměrů hlavních kontrolují podle konkrétního typu schodu ještě případné ostatní rozměry.



*Obr. 37 Kontrola hlavních rozměrů*

***Kontrola posuvné síly***

Po kontrole hladkého chodu následuje u schodů výsuvných kontrola posuvné síly schodnice (Obr. 38) v obou směrech. Tato kontrola se provádí z toho důvodu, aby se předešlo nadměrnému přetěžování elektromotoru a také aby bylo možno se schodnicí v případě potřeby ručně snadno manipulovat. Kontrola se provádí siloměrem, případně s použitím přípravku. Maximální přípustná síla potřebná pro otevření či zavření schodu se pro jednotlivé typy schodů liší. Při testování musí být schod v rovině. Pokud mají všechny pohyblivé části hladký chod, potřebná síla musí vyhovovat předepsaným tolerancím.



*Obr. 38 Kontrola posuvné síly*

***Kontrola momentu na čtyřhranu zámku a nouzového ovládání***

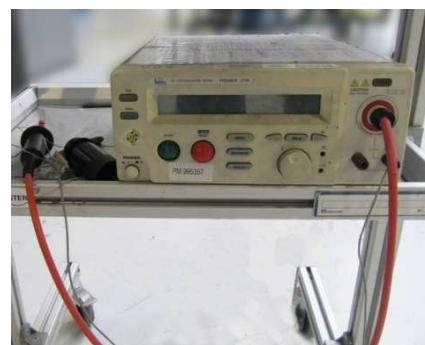
Součástí schodů typu Railjat, Regio Shuttle, Velaro D a Tram Zaragoza je i jednotka zamykání (Obr. 39), případně nouzového ovládání. Nouzové ovládání slouží k tomu, aby při poruše nebo v případě potřeby bylo možno se schodem manuálně pohybovat. Tyto zamykací a nouzové jednotky se ovládají ručně pomocí klíče a je tedy nutno kontrolovat maximální přípustný krouticí moment na ovládacím čtyřhranu. Ostatní typy schodů mají jednotku zamykání a nouzového ovládání umístěnou na vozidle mimo schod. Se schodem jsou tyto jednotky spojeny bovdenovým lankem. Krouticí moment na ovládacím čtyřhranu se kontroluje pomocí dvouručního momentového klíče, případně pomocí příslušného klíče a siloměru.



*Obr. 39 Ovládací čtyřhran zamykací jednotky*

#### 1.4.9 Vysokonapěťový test

Vysokonapěťový test se provádí dle drážní normy IEC60077. Před zahájením a po ukončení vysokonapěťového testu se provádí také ověření izolace systému. Používá se vysokonapěťový tester (Obr. 40), který se připojí pomocí propojovacího konektoru ke kabeláži testovaného schodu. Na vysokonapěťovém testeru se nastaví pomocí zvoleného programu jmenovité napětí, které je poté po určitou dobu do kabeláže schodu přiváděno. Během vysokonapěťového testu nesmí dojít k průrazu vinutí motoru či průrazu napětí na kostru (rám schodu). Vysokonapěťový test se smí provádět maximálně dvakrát, aby nedošlo k poškození některých elektrických členů.



Obr. 40 Vysokonapěťový tester

#### 1.4.10 Funkční test

Tento test se provádí k ověření správné funkce schodu, tak jak je uvedeno v kontrolních předpisech. Před zahájením funkčního testu se propojí zkušební řídicí pult s řídicí jednotkou (Obr. 41) a poté pomocí propojovacího kabelu řídicí pult s kabeláží schodu. Zkušební řídicí pulty, řídicí jednotky a propojovací kabeláže se pro jednotlivé typy schodů liší. Pomocí postavení kódovacích spínačů se nastaví na zkušebním řídicím pultu potřebné hodnoty. Mezi nastavované hodnoty patří například informace o tom, zda je na daném typu schodu k dispozici spínač polohy, kontaktní lišta, zámek schodnice, dále se nastaví typ motoru, typ schodu, zda jde o schod výsuvný či sklopný apod. Po nastavení kódovacích spínačů se na síťovém zdroji nastaví potřebné napětí a proud. Poté se síťový zdroj propojí se zkušebním řídicím pultem a ten se pomocí hlavního spínače zapne.

Samotný funkční test probíhá podle zkušebních protokolů. Testuje se správné nastavení a funkčnost spínačů pro zavřenou a otevřenou polohu a dále spínačů signalizujících zamčený, případně nouzově aktivovaný stav schodu. O správné funkci schodu v jednotlivých polohách informuje

pracovníky testování několik led diod na zkušebním řídicím pultu, které mají svítit nebo blikat při jednotlivých prováděných operacích přesně podle zkušebního protokolu. Sekvence otevření a zavření schodu se provede minimálně pětkrát při základním (nominálním) napětí, třikrát při přepětí +30% a třikrát při podpětí -30% vzhledem k nominálnímu napětí.



*Obr. 41 Ovládací pult, řídicí jednotka a síťový zdroj*

### ***Kontrola kontaktní lišty***

Výsuvné schody typu EMU NDW, EMU NSB a X61 jsou vybaveny kontaktní lištou. Tato lišta slouží k zastavení pohybu schodnice při kontaktu s hranou nástupiště, případně jinou překážkou. Má tak tedy i funkci bezpečnostní. Kontaktní lišta se testuje pomocí válcového zkušebního tělesa (Obr. 42), které musí ležet celou kruhovou plochou uvnitř aktivní zóny kontaktní lišty a při dosažení určité aktivační síly musí dojít k zastavení schodnice. Kontaktní lišta funguje na principu dvou kovových pásků uvnitř gumového profilu, které jsou v určité vzdálenosti od sebe a jsou opatřeny odporem. Při působení stanoveného tlaku se pásky vzájemně dotknou a dojde k přemostění odporu. Tento kontakt poté patřičně vyhodnotí řídicí jednotka.



*Obr. 42 Kontrola funkčnosti kontaktní lišty*

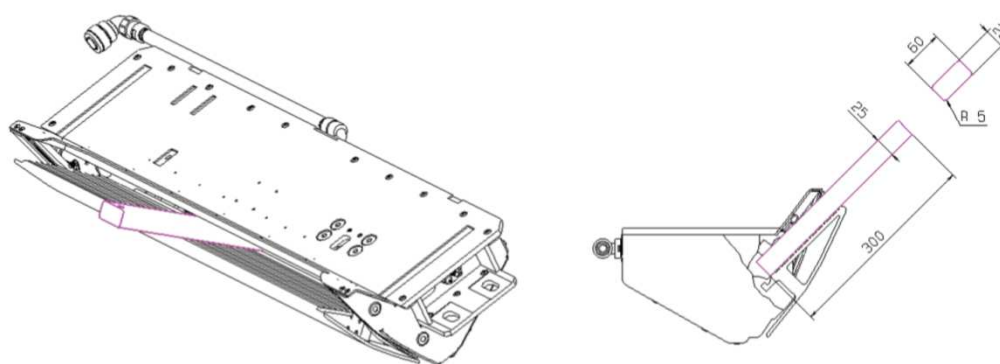
### ***Kontrola kontaktní nášlapné plochy***

Na stejném principu jako kontaktní lišta funguje i kontaktní nášlapná plocha u schodu typu Regio Shuttle. Gumová kontaktní plocha s kontaktními pásky se montuje na rám schodnice místo kovového nášlapného plechu, který

je běžný u většiny výsuvných schodů. Kontaktní plocha slouží k tomu, aby nedošlo k zavření schodu, pokud by na něj před jeho zasunutím po zavření dveří ještě někdo vstoupil. Nášlapná kontaktní plocha musí při testu reagovat na zkušební těleso o určité hmotnosti, které musí ležet celou plochou uvnitř aktivní zóny nášlapné kontaktní plochy.

### **Kontrola výklopné schodnice**

U výklopných schodů typu Railjat se provádí zkouška pomocí zkušebního špalíku, který se během zavírání vloží do trajektorie schodnice (Obr. 43). Schodnice se při kontaktu s tímto špalíkem musí vrátit do otevřené polohy, ve které setrvá 2 vteřiny a poté se začne opět automaticky zavírat.



Obr. 43 Kontrola výklopné schodnice

### **Kontrola výsuvné schodnice**

U schodů typu SD Israel se provádí zkouška správné funkčnosti schodnice pouze vložení překážky do dráhy vysouvající se schodnice. Při této kontrole musí dojít ke stlačení pružin, které jsou ve schodnicích těchto typů schodů zabudovány a aktivaci příslušných snímačů, které vydají signál k zastavení pohybu schodnice. Ostatní typy schodnic bez detekčních prvků, u kterých je jejich zastavení při kontaktu s překážkou zajištěno přepětím na motoru, se běžně netestují.

### 1.4.11 *Doplňkové činnosti*

Na pracovišti testování se na závěr provádí celá řada dokončovacích operací. Časová náročnost těchto operací se odvíjí od jednotlivých projektů. Mezi doplňkové činnosti patří kromě činností uvedených níže také mazání či konzervování, které nebylo provedeno v lince, případně nýtování konzol spínačů nebo připevnění příbalu u schodů typu Ill de France apod.

#### **Seznačení**

Senačování šroubových spojů (Obr. 44) se provádí pro budoucí případný servis, či opravy. Seznačuje se modrou barvou v tubách. Barva je nanesena přes šroub, matku, podložku (případně hlavu šroubu a podložku) až na základní materiál. Pokud se při pozdější kontrole zjistí, že je barva porušena, došlo k povolení spoje. Seznačují se důležitá spojení, která jsou utahována předepsaným momentem a spoje u nastavovaných prvků jako např. napínací šrouby u řemenic nebo šrouby konzol se spínači.



Obr. 44 Příklad správného seznačení šroubového spoje

#### **Lepení štítků**

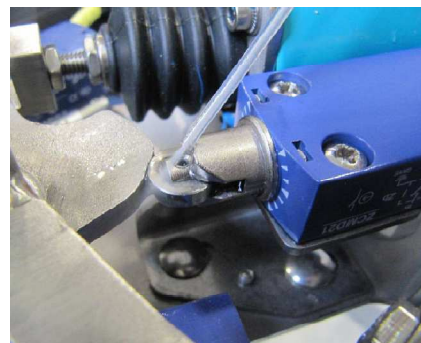
Lepení štítků (Obr. 45) se provádí stejně jako seznačování pro budoucí servis. Štítky slouží k označení jednotlivých důležitých komponent, jako jsou spínače, konektory, motor a zemnicí body z důvodu pozdější snadnější orientace. Pro označení konkrétního schodu slouží výrobní štítek s potřebnými údaji. Štítky se na některých typech schodů ještě přetírají bezbarvým lakem, aby nedošlo k jejich odlepení.



Obr. 45 Štítek označující spínač

### **Konzervování kladek spínačů**

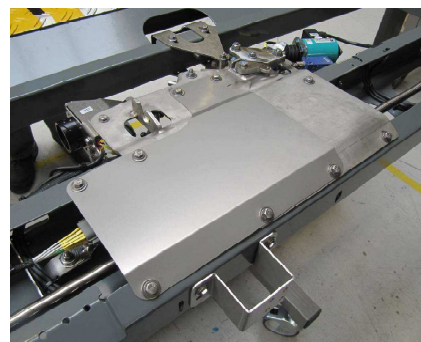
Téměř u všech typů schodů se konzervují kladky spínačů, respektive čepy těchto kladek (Obr. 46). Pokud by došlo ke korozi čepů, kladky spínačů by se neotáčely a nebyla by tak zajištěna jejich správná funkce.



Obr. 46 Konzervování kladky spínače

### **Zakrytováníí**

U většiny schodů se provádí také zakrytování (Obr. 47). Kryt se montuje buďto na celý schod nebo pouze na jeho určitou část, většinou k zakrytí motoru, případně ostatních důležitých komponent, aby nemohlo dojít k jejich poškození.



Obr. 47 Zakrytování části schodu

### **Tmelení**

Tmelení (Obr. 48) slouží k tomu, aby se do schodů nedostávala vlhkost a předcházelo se tak vzniku koroze. Tmelení se tedy provádí k utěsnění spár kolem různých prvků a zejména pak kolem samotných krytů u schodů, které jsou kompletně zakrytovány. Operace tmelení patří mezi jedny z nejvíce časově náročných činností na pracovišti testování.



Obr. 48 Zatmelená spára kolem vodící tyče

## 2 REŠERŽE LITERATURY

### 2.1.1 Výrobek a typ výroby [4]

Výrobek a typ výroby má vliv na zpracování technologického projektu. Ve strojírenské výrobě se dělí výroba dle typu na kusovou, sériovou a hromadnou; dle váhy výrobků pak na těžkou středně těžkou a lehkou. V těžkých provozech je obvykle typ výroby kusový. V lehkých provozech se vyrábí vyššími typy výroby, kde je možno nasadit progresivnější technologie a způsoby manipulace s materiálem. Samozřejmě tato skutečnost má podstatný vliv na zpracování technologického projektu, hlavně pak na volbu strojů a zařízení, manipulačních prostředků a dispozičního uspořádání strojů a zařízení.

- **Kusová výroba** je charakterizována tím, že jednotlivé kusy různé konstrukce se zpravidla vyrábí jen jednou, obvykle univerzálním nářadím a strojním vybavením. Kusová výroba vyžaduje kvalifikovanou pracovní sílu.
- **Sériová výroba** je charakterizována vyšším počtem výrobků vyráběných v dávce. Stroje se zde mohou rozmísťovat již předmětně do linek. Technologický postup je dělen tak, aby na každém pracovišti byl prováděn určitý (menší) počet operací. Kvalifikace pracovníků je nižší než u kusové výroby a produktivita práce vyšší.
- **Hromadná výroba** se uplatňuje při výrobě velkého počtu stejných výrobků (dílů). V technologických postupech jsou operace rozloženy tak, aby bylo možno každou operaci provádět na jednom pracovišti v určitém taktu. Stroje jsou jednoúčelové, specializované na provádění jedné jednoduché operace a jsou uspořádány v lince.

### **2.1.2 Projektování linek [4]**

Výroba na lince je metodou výroby s takovým uspořádáním, kde materiál (polotovary, součásti, skupina, finální výrobek) se plynule a rovnoměrně zpracovává časově sladěnými operacemi. Výroba probíhá plynule v nejkratší, obvykle přímé dráze. Hlavním znakem linkového způsobu výroby je „linka“, tj. dráha, podél které jsou seřazena pracoviště. Nejvyšší formou linky je linka se synchronizovaným taktem v nepřetržitém proudu.

Prvním problémem při navrhování linkové výroby, je stanovení počtu strojů, pracovišť a zařízení tak, aby jejich využití bylo dostatečně vysoké. Proto se musí provádět zásahy v technologickém postupu výroby. Jedná se především o členění práce a úpravu časů na jednotlivých pracovištích tak, aby trvání jednotlivých operací bylo násobkem taktu. Tato tzv. synchronizace musí být prováděna jak s ohledem na využití strojů, zařízení, tak i s ohledem na vytížení pracovníků.

Sestavení i dispoziční řešení jednopředmětné linky je obvykle jednodušší než řešení linky na výrobu více výrobků. Výroba na lince vyžaduje řešení koordinace vztahů a pohybů materiálu, dělníka a stroje. Při řešení koordinace lze vybírat z řady možných způsobů, např.:

- **Pohyb materiálu**

Součást se pohybuje od jednoho pracoviště ke druhému.

- **Pohyb dělníka**

Dělník postupuje od pracoviště k pracovišti a vykonává patřičné úkony.

- **Pohyb nástrojů (strojů)**

Dělník na stabilním pracovišti užívá postupně různých nástrojů (zařízení).

- **Pohyb materiálu, dělníka, i nástroje (stroje)**

V průběhu operace se spolu s výrobkem pohybuje dělník i nástroj. Po vykonání určitých úkonů se vrací i s nástrojem (zařízením) zpět k následnému výrobku.

**Kapacitní propočet linek [4]**

Při navrhování linek je základním parametrem tzv. takt (doba jednoho pracovního cyklu, za nějž vypadne z linky hotový výrobek, dílec nebo součást). Je to vlastně čas potřebný pro vyrobení jednoho kusu a je určen ročním výrobním množstvím a časovým fondem:

$$t = \frac{60 \cdot E_s \cdot s_s \cdot \eta}{N} \quad [\text{min/ks}]$$

kde  $t$  ... takt linky [min/ks]

$E_s$  ... roční efektivní fond linky [hod]

$s_s$  ... směnnost linky [hod/směnu]

$\eta$  ... součinitel časového využití linky (0,8~0,9)

$N$  ... požadovaný počet výrobků za rok [ks]

Teoretický počet pracovišť pro jednu operaci se poté stanoví:

$$P_{\text{th}} = \frac{t_k}{t} \quad [\text{ks}]$$

kde  $P_{\text{th}}$ ... počet pracovišť [ks]

$t_k$ ... čas jednotkové práce plus čas mezioperační dopravy [min/ks]

$t$  ... takt linky [min/ks]

**2.1.3 Navrhování montáže [4]**

Montáž je jednou z posledních částí výrobního procesu. V ní se obvykle projeví všechny organizační, technické i výrobní nedostatky předchozích etap. Základními podklady pro navrhování montáže jsou opět výkresy dílců, podskupin a finálního výrobku, plán výroby a technologické postupy montáže včetně časových norem. Při detailním projektování montáží, s použitím výpočetní techniky k přípravě podkladů pro projektování, lze využít třídění montážních celků a prací dle třídícího systému.

Pro usnadnění projektování montáží byl rovněž sestaven následující přehled montážních činností:

- **Přípravné činnosti** (čištění, úprava tvarů, vyvažování, značení)
- **Manipulační činnosti** (vkládání, vyjímání, ustavení, přemístění)
- **Spojovací činnosti** (šroubování, lisování, nýtování, svařování, lepení)
- **Kontrolní činnosti** (měření, zkoušení funkce)

Tato klasifikační soustava dává předpoklady k vytvoření podmínek standardizace v montážních pracích k vytvoření typových technologických postupů.

Druhy montáže:

- **Stacionární montáž soustředěná** se využívá při montáži velmi těžkých a rozměrných strojů. Montáž se provádí na jednom pracovním místě jednou skupinou pracovníků.
- **Stacionární montáž rozčleněná** spočívá především v rozčlenění výrobku na jednotlivé montážní skupiny. Jednotlivé skupiny pracovníků provádí určité montážní práce na jednom místě (např. předmontáž) a pak přejdou na další pracoviště k provedení stejné práce. Další skupina pracovníků pak provádí na těchto pracovištích konečnou montáž.
- **Pohyblivá montáž předmětná.** U všech forem pohyblivé montáže probíhá montáž celků (nebo výrobků) současně v několika operacích dělníkem nebo skupinou dělníků. Během montážního procesu se pohybují montované celky od jednoho pracoviště ke druhému ve smyslu technologické posloupnosti. Jednotlivá pracoviště nejsou časově vyvážená.
- **Linková montáž** má podrobnější rozčlenění montážních celků do operací. Pracovní tempo na jednotlivých pracovištích však není zkoordinováno časově. Využívá se opět tam, kde se montuje větší sortiment výrobků.
- **Proudová montáž** je nejdokonalejší formou pohyblivé montáže. Linka je většinou jednopředmětná, s vysokým stupněm mechanizace práce

a předem určenou kapacitou odváděných výrobků. Před projektováním proudové montáže je nutno zpracovat podrobný časový rozbor technologie montáže, s cílem dosažení požadované synchronizace.

#### **2.1.4 Montážní pracoviště [4]**

Montážní pracoviště pro kusovou výrobu těžkých kusů se podstatně liší od pracoviště montáže hromadné výroby malých výrobků. Montážní pracoviště kusové výroby je obvykle projektováno jako univerzální pracoviště s poměrně chudým vybavením. U vyšších typů výroby je montáž rozčleněna na řadu operací, pracovní místa jsou vybavena i speciálními jednoúčelovými stroji a zařízeními.

Při návrhu montážního pracoviště pro hromadnou montáž drobných dílů se řeší pracoviště ještě do větších podrobností a využívá se přitom kromě technických disciplín i vědomosti z oblasti ergonomie, psychologie, antropologie, estetiky atd. Pomůckou při řešení je katalog typových montážních míst, v němž jsou výše uvedené poznatky zohledněny.

Při navrhování těchto montážních pracovišť se řeší nejen horizontální, ale i vertikální rozmístění jednotlivých pomůcek. Pravidla pro umístění náradí, součástí a pomůcek na montážním pracovišti jsou následující:

- uložení musí vyhovovat pořadí jejich použití při montáži
- uložení musí dbát na četnost použití a jejich hmotnost (předměty s větší hmotností a častějším použitím se ukládají blíže)
- ukládá se podle pracovních úkonů levé a pravé ruky
- uložení součástí a náradí je vždy na stejném místě a v odpovídající pracovní zóně.

#### **2.1.5 Projektování zkušebny [4]**

V procesu výroby určitých výrobků se musí provádět mezioperační, nebo častěji konečné zkoušky. Druhů zkoušek je celá řada. Zkušebny se projektují buď přímo v lince, nebo jako samostatná pracoviště – dílny. Funkční prověrkou prochází obvykle každý samostatný agregát před namontováním do

finální sestavy. Zkušební zařízení simuluje podmínky, v jakých budou jednotlivé agregáty pracovat ve výrobku.

V postupu projektování tedy nejdříve technologové určí, které agregáty a jak je nutno zkoušet. Vzhledem ke specifičnosti zkoušení obvykle nenajde projektant na trhu vhodné zkušební zařízení, a proto musí konstruktér vlastního závodu, případně externí firma navrhnout zkušební stolic. Projektant pak jednoduchým kapacitním propočtem zjistí počet potřebných zkušebních zařízení. Buď dle projektového výkonu zařízení, nebo podle času trvání jedné zkoušky a počtu zhotovovaných výrobků.

Při umísťování zkušební stolice je nutno věnovat zvýšenou pozornost energetickému napojení a dodržení podmínek zkoušek a bezpečnosti práce. Vyžaduje-li např. provádění zkoušek zvláštní podmínky (určitou stálou teplotu, vlhkost vzduchu, bezpečnost apod.) nebo vznikají-li při zkouškách škodliviny (plyny, kouř, hluk, teplo), které není možno v otevřeném prostoru eliminovat, musí se zkušební pracoviště ohradit příčkami, stropem a vybavit je příslušným odsáváním, klimatizací apod.

Rozmanitost zkoušek finálních výrobků je velká, s ohledem na různorodost funkcí výrobku. V zásadě lze zkoušky výrobků rozdělit do tří skupin:

- zkoušky pohybových vlastností
- zkoušky výkonových vlastností
- zkoušky znečišťování okolí

Projektování zkušeben je značně závislé na výrobku a jednotný způsob pro jejich projektování neexistuje. Lze se však řídit nejdůležitějšími obecnými zásadami:

- zkušebnu umístit co nejbližší k montáži
- závady odstraňovat ihned na zkušebně nebo na pracovišti v bezprostřední blízkosti
- dbát na energetické, hygienické a bezpečnostní podmínky zkušebny
- snažit se o mechanizaci nebo automatizaci zaznamenávání měření a jejich vyhodnocování

- zkušebna se projektuje s možností variability (při změně výrobního programu, inovacích apod.)

### **2.1.6 Pracoviště kontroly [4]**

Dílenská kontrola dbá na dodržování technologické kázně jednak sledováním výrobního postupu součástí a sestav, a jednak vlastní kontrolou (proměřováním) vyrobených částí. K této činnosti musí mít vhodně umístěné a dobře vybavené pracoviště. Při projektování kontroly je nutno uvědomit si, zda jde o stoprocentní kontrolu, nebo namátkový kontrolní systém a zjistit poměr pracnosti kontrolní a výrobní operace. Základním zařízením každé kontroly je kontrolní deska, a pokud jde o těžké kusy, musí se i zde počítat s manipulačním zařízením.

Měřidla obvykle vyžadují uložení a práci v čistém, klimatizovaném prostoru. Používané přístroje jsou závislé na předmětech měření i použitých metodách a jejich škála může být široká. Měřicí pracoviště se musí projektovat s dobrým osvětlením a eliminováním otřesů.

### **2.1.7 Využití ergonomie v projektování [4]**

Ergonomie je jedním z vědních oborů, který řeší postavení člověka v pracovní i mimopracovní oblasti. Hodnotí, zkoumá a navrhuje optimální podmínky pro činnost člověka, tzn. takové podmínky, které umožňují člověku vykonat určenou práci s optimální fyzickou a psychickou zátěží.

Jednou z oblastí zájmu ergonomie je i pracovní prostředí a jeho vliv na výkon člověka. Patří sem problematika osvětlení, záření, hluku, otřesů a vibrace, klimatické podmínky, barevné řešení, pracovní zařízení, motivace, bezpečnost a hygiena práce atd. Poněvadž technologický projekt má navrhnout komplexně vyřešené pracoviště, musí při své práci využívat i poznatky ergonomie.

Technologický projektant, který samozřejmě nezná konkrétního pracovníka, který bude na pracovišti pracovat, obvykle vychází z průměrných proporcí muže. Z důvodu částečného uzpůsobení pracoviště konkrétní osobě se musí počítat s jedním nebo několika prvky přenastavitelnými. Při

navrhování pracoviště se počítá s určitou pracovní polohou obsluhy. Nejběžnější pracovní polohou je stoj a sed. Ideální stoj představuje dynamicky vyvážené tělo ve svislé poloze s vydutým zakřivením páteře v oblasti bederní. Ideální sed je takový, když zakřivení páteře je stejné jako při stožení a stehna svírají úhel s trupem mírně větší než 135°. Optimální prostor pro ruce lze rozdělit na optimální, normální, funkční a maximální. Pracovní prostor, ve kterém pracovník provádí většinu operací, by měl být v určité výšce nad podlahou. Obecně se uvádí tato výška:

- pro muže: vsedě 700mm, vstoje 1030mm
- pro ženy: vsedě 650mm, vstoje 950mm

Postup řešení pracoviště je následující:

1. Určení pracovníků (muži, ženy)
2. Určení pracovní polohy (stoj, sed)
3. Vlastní modelové pracoviště, vycházející z daných údajů, tj. z:
  - velikosti a polohy výrobku
  - počtu operací
  - technologie výroby
  - stroje a zařízení
  - fyzické a psychické zatížení pracovníka

### **2.1.8 Sankeyův diagram [5]**

Intenzita toku materiálu po různých drahách nebo cestách je základním měřítkem relativní důležitosti každé dráhy a je proto rovněž důležitou informací pro řešení dispozice uspořádání celého výrobního procesu. Materiálový tok je třeba kvantifikovat jak v části zpracovávaného materiálu, tak i v části odsunu odpadu.

V Sankeyově diagramu je tedy graficky znázorněn průběh materiálových toků v závodě nebo na pracovišti. Tloušťka čar vyjadřuje objem manipulovaného materiálu za určitou časovou jednotku, délka čáry znázorňuje vzdálenost přepravy a šipka směr materiálového toku. K takto zpracovanému

diagramu je nutno uvést legendu, vyjadřující druhy materiálu a upřesnění v jakých jednotkách je diagram zpracován.

### **2.1.9 Automatizace a mechanizace [6]**

Automatizace označuje použití řídicích systémů (např. regulátorů, počítačů, snímačů) k řízení průmyslových zařízení a procesů. Z pohledu industrializace jde o krok následující po mechanizaci. Zatímco mechanizace poskytuje lidem k práci zařízení, které jim usnadňuje práci, automatizace snižuje potřebu přítomnosti člověka při vykonávání určité činnosti. Za splnění ideálního předpokladu tzv. komplexní automatizace by teoreticky mohlo dojít až vyřazení člověka z příslušného výrobního procesu. V praxi se prozatím jeví tato možnost jako neuskutečnitelná.

### **2.1.10 Toyota Production System (Výrobní systém Toyota) [7]**

Přístup firmy Toyota k výrobě automobilů, s charakteristicky pečlivou kontrolou jakosti, přinesl do automobilového průmyslu revoluci. Řetězec dodávek "just-in-time" se stal předlohou pro výrobce po celém světě, nikoliv pouze pro výrobce automobilů.

Toyota Production System (TPS) – Výrobní systém Toyota – vyžaduje, aby byl koncový produkt přímo „protážen“ skrz celý systém. To znamená, že vhodné díly se dostanou na montážní linku na správné místo, a to přesně ve chvíli, kdy jsou potřeba, nikoli dříve.

Tento přístup představoval radikální odklon od konvenčních výrobních systémů, které vyžadují velká množství dílů na skladě s cílem „protlačit“ výrobními linkami co nejvíce produktů, nezávisle na skutečné poptávce. Myšlenka stojící za TPS je přesně opačná – vyprodukovat pouze přesné množství produktů, o které je zájem v dané chvíli.

### **2.1.11 Poka-yoke [8]**

S touto myšlenkou přišel Shigeo Shingo (1909-1990) a stala se tak součástí TPS (Toyota Production System). Poka-yoke je nízkonákladové, vysoce spolehlivé zařízení, které zastaví proces a preventivně chrání výrobu

před zmetky, nebo také procesní postup, který umožňuje vykonat činnost pouze jediným možným stylem. Tím se přímo v procesu vyloučí možnost vykonat něco špatně.

### **2.1.12 Kanban [9]**

Slovo kanban v přímém překladu z japonštiny znamená oznamovací kartu, štítek, či v širším významu přímo informaci. V Evropě je pod označením kanban znám japonský systém dílenského řízení výroby, který karty využívá. Výchozím principem kanbanu je princip supermarketu a přechod od tlačného k tahovému materiálovému toku.

Podstatou dílenského řízení výroby kanban je "tahání" součástek výrobním procesem tak, jak požaduje montáž, bez zbytečné rozpracovanosti a zbytečných meziskladů.

Zavedením dochází ke snižování velikosti výrobních dávek, čím můžeme pružněji reagovat na potřeby zákazníka. Menší výrobní dávka znamená méně dílců ve výrobě. Tím zmenšujeme požadavky na prostor (sklady) a snižujeme ztráty při nekvalitní výrobě. Menší požadavky na prostor a menší ztráty z nekvality znamenají snižování nákladů. Zpřehlednění toku ve výrobě – všechny informace se nacházejí na kanban tabuli. Systém kanban znamená tedy přechod od tlačného k tahovému materiálovému toku.

### **3 NÁVRH NOVÉ METODIKY TESTOVÁNÍ**

#### **3.1 Základní předpoklady pro návrh nové metodiky testování**

##### ***Testování bude probíhat pomocí poloautomatického zařízení***

Z hlediska vysokých nároků na kvalitu a s tím související snahou o minimalizaci lidských chyb a dále o urychlení testovacího procesu je požadováno, aby nový způsob testování probíhal pomocí poloautomatického zařízení.

##### ***Všechny nastavovací operace budou přesunuty do linky***

Operace nastavování jsou časově velice náročné. Po přesunutí operací nastavování do linky, která potřebnou kapacitou disponuje, bude možno sladit takt testování s taktom linky. Pracoviště testování bude sloužit pouze ke kontrole a případnému přenastavení daných prvků.

##### ***Montáž schodnic na všechny typy schodů bude prováděna v lince***

Montáž schodnic u schodů typu X61, Regio Shuttle a SD Izrael bude probíhat v posledním kroku na posledním pracovišti linky. Vzhledem k opačné upínací orientaci schodů na jeřáb z důvodu již namontovaných schodnic, budou muset být částečně upraveny upínky těchto schodů.

##### ***Dokončovací operace budou prováděny na speciálním dokončovacím pracovišti.***

Na pracovišti tetování se budou provádět pouze ty dokončovací operace, které se vejdou do taktu testování. Zbylé dokončovací operace budou prováděny na dokončovacím pracovišti, které bude na pracoviště testování bezprostředně navazovat. Hlavním důvodem přesunutí dokončovacích operací na speciální pracoviště je opět úspora času při samotném testování a maximální využití funkcí zkušebního zařízení, které nebudou pro dokončovací operace nutné.



### 3.3 Základní technické požadavky na testovací zařízení

V souladu s principy moderní výroby a zvýšených požadavků na kvalitu je nutno zajistit, aby navrhované zařízení minimalizovalo vliv lidského činitele a tím pádem snížilo možnost výskytu lidské chyby. Toho lze dosáhnout pomocí automatizace jednotlivých kroků testování a elektronického ukládání naměřených dat. Při navrhovaném novém způsobu testování budou pracovníci vykonávat pouze jednoduché činnosti. Většina složitějších operací bude automatizována a pracovník bude pouze dohlížet a případně po vyzvání asistovat jejich správnému provedení. Pracovník nebude moci manuálně zadávat žádné naměřené hodnoty, všechny hodnoty budou zaznamenány elektronicky. Systém poté vyhodnotí, zda jsou naměřené hodnoty v rozmezí tolerancí a umožní pokračovat v testování nebo vyzve obsluhu k odstranění závady. Dalším nedílným požadavkem při konstruování všech podobných zařízení je zajištění potřebné bezpečnosti. Všechny níže popsané technické požadavky jsou uvedeny v myšlenkové mapě v příloze 5.

#### 3.3.1 Funkční požadavky

- Ovládání zařízení přes dotykovou obrazovku, klávesnici a spaceball.
- Testovací postup musí být rozšiřitelný na více kroků přes externí ovládání.
- Kontrolor musí vykonávat pouze jednoduchou manuální práci.
- Kontrolor nesmí manuálně zaznamenávat žádné naměřené hodnoty.
- Všechny hodnoty, které kontrolor měří manuálně pomocí ručních zařízení, musí být ukládány elektronicky.
- Testovací zařízení musí být poloautomatizované.
- Testovací zařízení musí samostatně rozeznat případné operátorovy chyby (Poka-yoke).
- Testovací zařízení je určeno jak pro funkční tak i vysokonapěťový test.
- Rozdílné zapojení schodů jednotlivých projektů ke konektorům musí být možné snadnou výměnou kabeláží (kabelové adaptéry s kódováním - Poka-yoke).
- Testovací zařízení musí poskytovat jmenovité napětí (15~150)VDC.

- Testovací zařízení musí být schopno měnit během testu napětí (funkční test a vysokonapěťový test v rozsahu +/-30% od nominálního napětí).
- Testovací zařízení musí být schopno autonomního testu celého zkušebního systému (měřicí přístroje, pohony, napájecí zdroj apod.) a použité kabeláže.
- Hlavní program musí být uzpůsoben tak, aby byla možná adaptace na nové projekty pomocí jednoduchého přenastavení parametrů.
- Testovací zařízení musí být konfigurovatelné přes čtečku čárových kódů a 2D kódů pro každý projekt.
- Kontrolor se musí registrovat pomocí načtení čárového kódu ze svého pracovního průkazu.
- Záznam sériových výrobních čísel kritických součástí (motor, kabeláž apod.) přes čárový kód nebo 2D kód do databáze zkušebního zařízení.
- Při vysokonapěťovém testu musí být možno hlavní komponenty testovat samostatně.
- Po úspěšně vykonaném testu musí být nejprve vytištěn typový štítek s odpovídajícími daty.
- Všechny parametry a výsledky testu musí být uloženy pod sériovým číslem schodu v interní databázi v tzv. zkušebním protokolu.

### **3.3.2 Obecné parametry**

- Maximální doba cyklu zkoušky: 28+2min. (rezerva)
- Provozní teplota: (15~50)°C
- Napájení zkušebního zařízení: 3x400VAC, 50 Hz

### **3.4 Konstrukce testovacího zařízení**

#### **3.4.1 Mechanická konstrukce**

##### ***Konstrukční požadavky***

- Konstrukce musí být přizpůsobena všem definovaným požadavkům a být navržena tak, aby bylo možno provádět případné pozdější úpravy a rozšíření. Jako ideální se jeví použití Bosch profilů.
- Testovací pracoviště musí fungovat jako samostatný celek.
- Upínací osa schodu na testovacím zařízení musí být shodná s upínací osou schodů v linkách.
- K upnutí schodu do testovacího zařízení musí sloužit stávající montážní upínky, stejně tak jako k uchycení schodu na jeřáb.
- S upnutými schody musí být možno otáčet o 360° okolo horizontální osy.
- Testovací zařízení musí umožňovat alespoň omezený přístup k testovaným schodům i ze zadní strany, z důvodu snadnější kontroly některých prvků.
- Pracovní výška (tzn. výška upínací osy) musí být 930mm se stavitelností v rozsahu 250mm (+/- 125mm).
- Pro předcházení úrazů musí být při automatickém testování a při vysokonapěťovém testu zamezeno pracovníkovi v přístupu ke schodu prostřednictvím světelných závor nebo čidel. V obou těchto případech musí být také aktivní výstražné světlo, popř. zvukový signál.
- Umístění ovládání, nástrojů, přípravků a komunikačních prvků musí být umístěno v dosahu obsluhy podle ergonomických zásad.

##### ***Umístění testovacích pracovišť***

- Testovací pracoviště budou umístěna v boxech za oběma linkami v prostoru, kde se nachází stávající pracoviště testování.
- Testovací pracoviště musí být umístěny pod jeřáby, pomocí kterých budou schody přepravovány k testování z posledních pracovišť linek.

### Mechanické limity testovaných schodů

Určení mechanických limitů testovaných schodů je pro konstrukci testovacího zařízení nezbytné. Stanovené mechanické limity vychází z hodnot uvedených v Tab. 3, která je sestrojena na základě výkresové dokumentace jednotlivých typů schodů. Mechanické limity testovaných schodů uvedené v Tab. 4, jsou stanoveny navýšením mezních hodnot o potřebnou rezervu.

Tab. 3 Parametry jednotlivých typů schodů

název	číslo	šířka [mm]	hloubka [mm]		výsuv [mm]	výška [mm]	váha[kg]	typ schodu
			zavřený	otevřený				
<b>EMU NDW</b>	3T003450R46	1828	1041	1446	405	144	115	výsuvný
<b>EMU NSB</b>	3T003450R41	1590	997	1361	364	101	101	výsuvný
	3T003450R42	1438	1119	1524	405	184	118	výsuvný
	3T003450R43	1590	999	1364	365	101	90	výsuvný
	3T003450R47	1590	999	1364	365	101	91	výsuvný
	3T003450R48	1438	1268	1673	405	386	236	výsuvný
	3T003450R49	1495	1268	1673	405	386	236	výsuvný
	3T003450R50	1438	1119	1524	405	184	118	výsuvný
	3T003450R51	1438	1119	1524	405	184	118	výsuvný
<b>ILL DE FRANCE</b>	3T003450R28	2114	939	1274	335	159	116	výsuvný
	3T003450R29	2202	991	1326	335	98	94	výsuvný
	3T003450R30	2202	1023	1358	335	158	115	výsuvný
<b>RAIL JAT</b>	3T003449R13	1145	302	500	198	231	77	výklopný
	3T003449R14	1145	302	500	198	231	77	výklopný
	3T003449R16	1145	302	500	198	231	77	výklopný
	3T003449R17	1145	302	500	198	231	77	výklopný
<b>REGIO SHUTTLE</b>	3T003409R08	1400	1268	1611	343	357	138	výsuvný
<b>SD ISRAEL OPTION</b>	3T003409R05	1240	1347	1747	400	316	155	výsuvný
<b>TRAM ZARAGOZA</b>	3TD15000R01	1531	172	254	82	151	38	výsuvný
	3TD15000R02	1531	172	254	82	151	38	výsuvný
<b>VELARO D</b>	3TD09000R01	1160	530	638	108	223	48	výklopný
	3TD09000R02	1160	530	638	108	223	48	výklopný
<b>X61</b>	3T003409R06	1282	1127	1277	150	110	148	výsuvný
	3T003409R09	1282	1127	1277	150	110	148	výsuvný

	mezní hodnoty					
	šířka [mm]	hloubka [mm]		výsuv [mm]	výška [mm]	váha[kg]
		zavřený	otevřený			
maximální	2202	1347	1747	405	386	236
minimální	1145	172	254	82	98	38

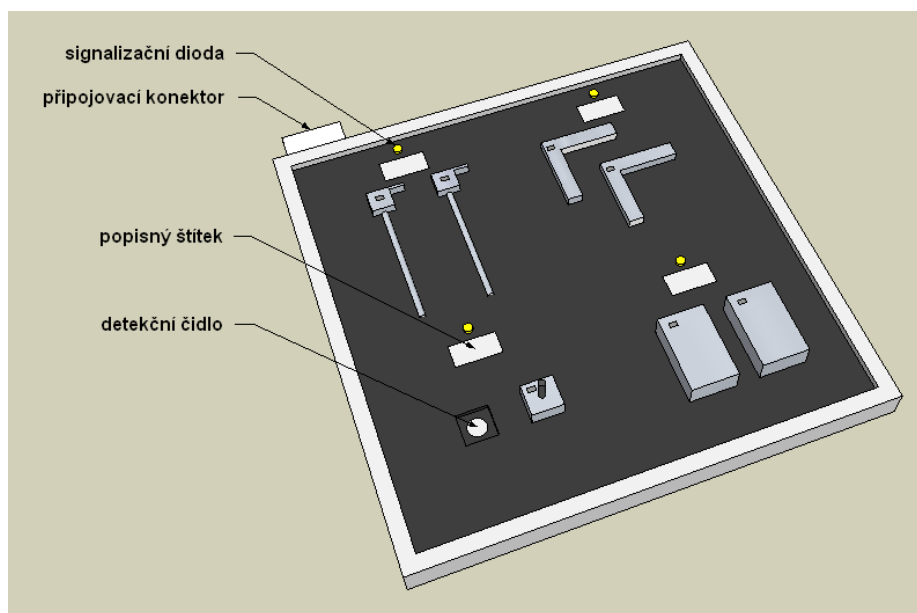
Tab. 4 Mechanické limity testovaných schodů

	mechanické limity testovaných schodů					
	šířka [mm]	hloubka [mm]		výsuv [mm]	výška [mm]	váha[kg]
		zavřený	otevřený			
maximální	2600	1500	2000	500	500	300
minimální	600	150	200	50	50	25

### ***Návrh řešení pultu s testovacími přípravky***

Testovací pomůcky, jako je elektronické posuvné měřítko a ostatní základní zařízení běžně používané u více typů schodů, budou umístěny na pevném pultu. Současně bude u těchto pomůcek elektronicky hlídáno jejich odebrání a zpětné vrácení po určité časové prodlevě.

Sady přípravků specifické pro jednotlivé projekty budou umístěny na vyměnitelných pultech, které budou před zahájením testování na pracoviště testování umístěny. Tyto pulty budou řádně označeny a vybaveny připojovacím konektorem, signalizačními diodami a prvky pro detekci odebrání přípravků. Při určitém kroku testování, ve kterém bude daný přípravek nutno použít, se na vyměnitelném pultu rozsvítí příslušná signalizační dioda. Zároveň bude snímáno, zda pracovník přípravek odebral a po určité časové prodlevě ho opět vrátil, stejně jako u pevného pultu. Příklad vyměnitelného pultu s přípravky je uveden na Obr. 49.



*Obr. 49 Návrh pultu s testovacími přípravky*

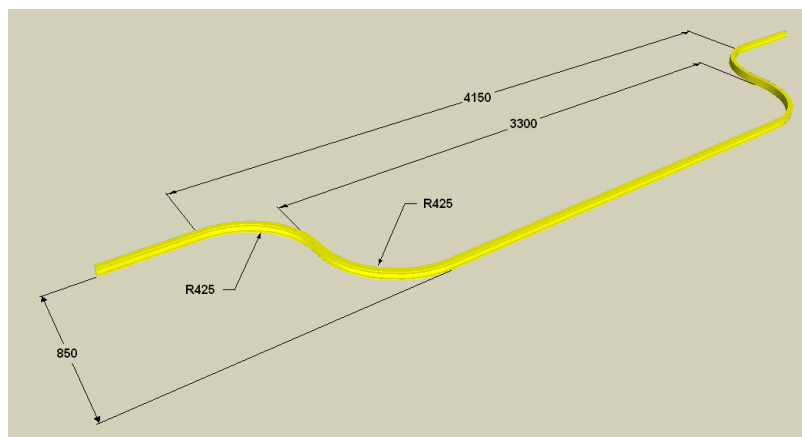
### ***Návrh na úpravu jeřábové dráhy***

V současné době neprobíhá přeprava smontovaných schodů z posledních pracovišť linek na pracoviště testování ideálně. Bezproblémové přepravě schodů brání klece, které zamezují v přístupu do krajních prostorů linek, kde dochází k otáčení jednotlivých upínacích ramen. Schody je nutno na jeřábu nejprve zvednout do nejvyšší možné polohy a teprve poté jej přes tyto klece přemístit na pracoviště testování, jak je znázorněno na Obr. 50. Při tomto způsobu přepravy hrozí možnost kolize schodu s klecí a jeho poškození.



*Obr. 50 Přeprava schodu na pracoviště testování*

Tomuto problému lze předejít úpravou trajektorie jeřábové dráhy dle Obr. 51. Při návrhu jsem vycházel z maximálních hodnot mechanických limitů schodů uvedených v Tab. 4. Po provedení této úpravy by se schody již nepřpravovaly přes klece, ale pohodlněji a bezpečněji kolem nich.



*Obr. 51 Návrh úpravy jeřábové dráhy*

### 3.4.2 Elektrická konstrukce

#### Externí I/O modul

- Externí I/O modul bude sloužit pro ovládání koncových spínačů, které nejsou řízeny IFE řídicí jednotkou, ale pomocí PLC (programovatelný logický automat) a jsou tímto modulem propojeny.
- Vstupy musí pracovat v celém rozsahu napětí.
- Nastavení minimálního a maximálního spínacího napětí, které se pro jednotlivé projekty liší, musí být nastavitelné pomocí zkušebního softwaru
- Pomocí tohoto modulu musí být možno napájet i jiná externí zařízení na schodu (magnet apod.).
- Výstupy musí být odolné proti zkratu a musí být schopny přenášet při střídavém a stejnosměrném napětí proud alespoň 1,5A.

#### Elektrické připojení

Komunikace mezi schodem a testovacím zařízením bude probíhat přes propojovací konektor (Obr. 52).

- Přes tento konektor budou probíhat signály, které mohou přicházet z napájecí soustavy vagónu a celého vlaku.
- Funkce koncových spínačů a dále jednotlivé polohy schodů musí být přenášeny pomocí externího I/O modulu.
- Z důvodu odlišných propojovacích konektorů pro jednotlivé typy schodů je nutno mít k dispozici pro každý typ schodu vlastní zkušební kabeláž.
- Maximální počet zapojení bude hlídán pomocí testovacího softwaru a blížící se překročení stanovené hranice musí být závčas signalizováno.
- Kabelové adaptéry musí být kódované, tak aby nebylo možno je zaměnit (Poka-yoke).
- Propojovací konektory mezi kabelážemi a zkušebnou musí být značky Harting.



Obr. 52 Kabeláž s propojovacími konektory

**Universální sériová sběrnice USB**

Přenos dat musí být možný také pomocí USB. Jedná se zejména o nahrávání testovacích programů do zkušebního zařízení z flash disků a nahrávání a ukládání případných dalších informací.

**Vysokonapěťový test**

- Pro vysokonapěťový test je doporučeno použití testeru firmy Sefelec typ je DXS50.
- Dielektrický test musí probíhat podle normy IEC60077.
- Při vysokonapěťovém testu musí být možno testovat paralelně více okruhů (kabeláž, motor...), max. počet 5 okruhů.
- Vysokonapěťový tester musí poskytovat napětí do 2700VAC/VDC a proud do 3(5) mA
- Pro kabeláž určenou pro vysokonapěťový test platí stejné podmínky jako pro kabeláž zkušební.

**3.4.3 Komunikační rozhraní****Ovládání obsluhou**

- Pro identifikaci pracovníka, schodu a kritických součástí (motor, kabeláž apod.) bude sloužit čtečka čárových a 2D kódů.
- Pro interaktivní ovládání a zobrazení vizualizace bude sloužit dotyková obrazovka.
- K programování zařízení a zadávání dat bude určena klávesnice a spaceball.
- Řízení zkušebního procesu musí probíhat podobným způsobem, jako jsou řízeny postupy v linkách přes systém GRALL.
- Po řádném a úspěšném provedení zkoušky bude vytištěn štítek s příslušnými údaji na speciální tiskárně, která bude součástí testovacího zařízení.
- Součástí zařízení bude také síťová tiskárna, která bude sloužit k tisku zkušebních protokolů.

**Jazyky**

Uživatelské rozhraní musí být k dispozici v následujících jazycích:

- Čeština
- Němčina
- Angličtina

**Parametry projektů**

Testovací software musí být navržen tak, aby byly specifické změny pro jednotlivé projekty proveditelné pouhou úpravou parametrů při sestavování zkušebních postupů a nebylo nutné přeprogramování softwaru. Tyto úpravy bude moci vykonávat pouze správce a uživatel již během zkoušky žádné parametry měnit nebude.

Přehled základních parametrů:

- Typ schodu
- Velikost vysunutí
- Úhel vyklopení
- Typ upínacího přípravku
- Typ motoru
- Řídící napájení
- Dotaz na odemčení ručního odemykacího mechanismu
- Počet otevíracích/zavíracích cyklů
- Identifikace stavu koncového spínače nouzového otevírání
- Identifikace stavu koncového spínače schod zavřen/otevřen
- Identifikace stavu koncového spínače schod uzamčen/odemčen
- Přítomnost kontaktní lišty/plochy
- Přítomnost ultrazvukového čidla

K dispozici musí být vstupní a výstupní matrice, pomocí které bude možno propojit a identifikovat stavy signálů mezi definovanými vstupy a výstupy. Tato matrice musí být programovatelná pro jednotlivé projekty pomocí jednoduchých kombinací křížové struktury.

Dále musí být zaručeno sledování vstupů nezávisle na různých provozních stavech schodu. Všechny nastavované hodnoty, i pokud jsou vždy stejné, musí mít možnost administrátor při programování individuálně nastavit. Je potřeba vytvořit velmi flexibilní bázi, která nebude muset být měněna u budoucích projektů. U kritických bodů musí být možno připojit fotografii k ověření nebo stanovení zkušebního postupu.

### **3.5 Průběh zkoušky**

Průběh zkoušky je rozdělen do několika na sebe navazujících částí. Oproti stávajícímu způsobu testování přibude část inicializace, při které budou načtena všechna potřebná data k následnému testování. Při novém způsobu testování naopak odpadnou všechny operace nastavování a montáž schodnic či předmontovaného dílů u některých typů schodů. Tyto operace budou přesunuty do linek. Dále se na pracovišti testování budou provádět pouze ty dokončovací operace, které se vejdou do taktu testování. Všechny ostatní dokončovací operace budou přesunuty na speciální dokončovací pracoviště.

#### **3.5.1 Inicializace**

Během inicializace musí být načtena všechna potřebná data z čárových a 2D kódů, podle kterých bude následně nastaveno zkušební zařízení a definovány pomůcky pro daný projekt. Čárové nebo 2D kódy budou umístěny na schodu již z linky.

Načtením kódů bude zajištěno:

- Identifikace obsluhy
- Identifikace produktu
- Identifikace zabudovaných kritických součástí (motor, kabeláž...)
- Definování kabelu pro vysokonapěťový test
- Definování kabelu pro funkční test
- Definování ostatních zkušebních pomůcek
- Definování testovacího programu

- Definování verze softwaru
- Nastavení vizualizace
- Nastavení zkušebního napětí pro vysokonapěťový test
- Nastavení zkušebního napětí a proudu pro funkční test
- Nastavení softwarových parametrů

### 3.5.2 Vizualní kontrola

Při vizuální kontrole bude dotazování probíhat pomocí jednoduchých otázek a všechny prvky vizuální kontroly budou muset být potvrzeny na dotykovém displeji tlačítky OK/NOK (Obr. 53). Systém musí umožnit alespoň deset kroků vizuální kontroly.



Obr. 53 Příklad potvrzení kroku vizuální kontroly

### 3.5.3 Kontrola přednastavení

#### Kontrola dorazů

Kontrolované rozměry u dorazů se pohybují v rozmezí (8~35)mm. U schodů výsuvných je poloha dorazů vodorovná a u schodů výklopných pod určitým úhlem. Přístup k dorazům je bezproblémový a k měření lze tedy použít posuvného měřítka nebo speciálního zařízení pro snadnější měření.

**Kontrola vodících lišt**

U současných testovaných schodů se při kontrole vodících lišt měří pouze dva rozměry  $30,5^{+0,3}$  mm a  $35,5^{+0,3}$  mm. Ke kontrole těchto rozměrů lze použít opět posuvného měřítka nebo speciálního kontrolního přípravku.

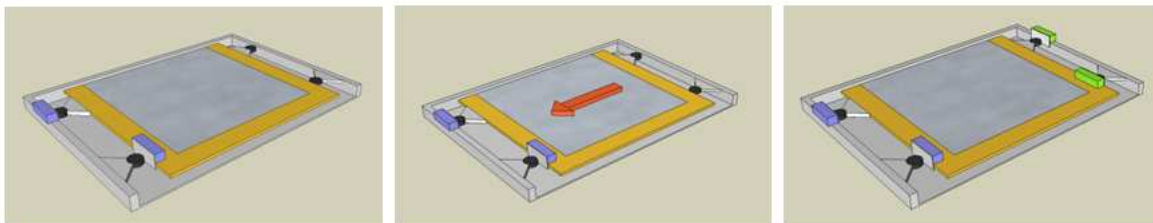
**Kontrola vystředění schodnice**

Při kontrole vystředění schodnice se pohybují měřené hodnoty v rozmezí (3~100)mm. U vystředění schodnice v ose výsuvu a vzdálenosti schodnice od zadní strany rámu je povolena odchylka levé strany vůči pravé 1 mm. K měření těchto rozměrů je ideální stejně jako v předchozích případech posuvné měřítko.

**Kontrola stranových vodících kladek a destiček**

Postup této kontroly bude probíhat dle Obr. 54:

1. Vložení přípravků na jednu stranu schodu.
2. Dotlačení schodnice na stranu s vloženými přípravky.
3. Kontrola zbytkových mezer pomocí přípravků na druhé straně schodu.

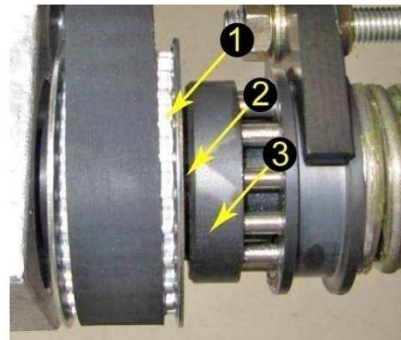


Obr. 54 Kontrola stranových vodících kladek

U této kontroly nejde o měření přesných hodnot, ale spíše ověření zda zbytkové mezery vyhovují předepsaným tolerancím. Tyto zbytkové mezery se pohybují v rozmezí (0,1~2)mm. Měření lze provádět pomocí přípravků na principu spároměrek. Tyto přípravky mohou mít speciálně tvarovanou rukojeť pro případy, kdy je obtížnější přístup ke kladekám nebo mohou být jinak upraveny, pokud je potřeba přípravky v daném místě po určitou dobu fixovat.

**Kontrola spojek**

Při kontrole spojek musí být čepy při aktivaci nouzového ovládání zcela vysunuty z ozubeného kola (Obr. 55, poz.1) a mezera (Obr. 55, poz.2) mezi ozubeným kolem a konci čepů zasunutých ve vodící konzole (Obr. 55, poz.3) musí být (0,5~1)mm. Tuto kontrolu je možno provádět speciálně tvarovaným přípravkem, kterým by se potřebná mezera ověřila.



Obr. 55 Kontrola přednastavení spojky

**Kontrola zajišťovacího čepu schodnice**

Mezery mezi stykovými plochami čepu a zámku se pohybují v rozmezí (1~5)mm. Tyto mezery se dají měřit pomocí spároměrek, ale vhodnější je použití speciálně upravených přípravků z důvodu zhoršeného přístupu.

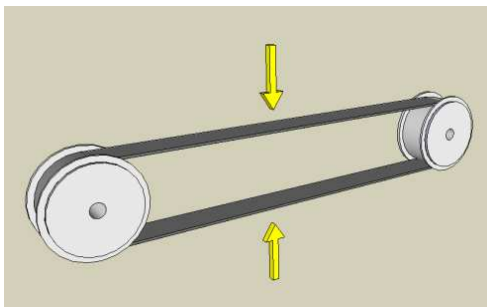
**Kontrola spínačů**

U schodů typu Ill de France je předepsán bod sepnutí spínačů v určité vzdálenost dvou pohyblivých konzol zámkového mechanismu od sebe. U schodů typu EMU NSB se dále kontroluje sepnutí spínačů v určité vzdálenosti schodnice od dorazů před dosažením koncové zavřené polohy. Tyto hodnoty se pohybují v rozmezí (1~6)mm a je nezbytné je kontrolovat opět pomocí patřičně upravených přípravků. U všech schodů je nutno dále kontrolovat, zda jsou spínače řádně zapojeny a zda nejsou při sepnutí příliš stlačeny, aby nedošlo k jejich poškození. Zbytková vůle spínačů v sepnuté poloze je předepsána 1mm.

**Kontrola napnutí řemenů**

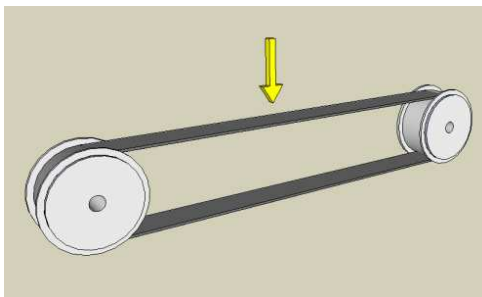
Hodnoty napnutí řemenů se pohybují v rozmezí (12~25)N s tolerancí +/- 3N, průhyby řemenů (7~14)mm a délky větví řemenů (200~600)mm. Napnutí řemenů lze měřit různými metodami.

1) Jednou z možných metod je oboustranné testování řemenů (Obr. 56) zařízením, které by se umístilo na obě větve řemene. Možnou komplikací při tomto způsobu by mohl být nedostatek místa mezi spodní větví řemene a rámem či krytem u některých typů schodů.



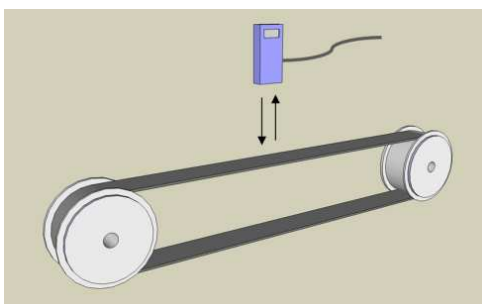
Obr. 56 Oboustranné měření napnutí řemenů

2) Problému uvedenému v prvním bodě by se dalo předejít jednostranným měřením napnutí řemenů (Obr. 57). Potřebné zařízení by však nejspíš muselo využívat jako základnu rámy schodů.



Obr. 57 Jednostranné měření napnutí řemenů

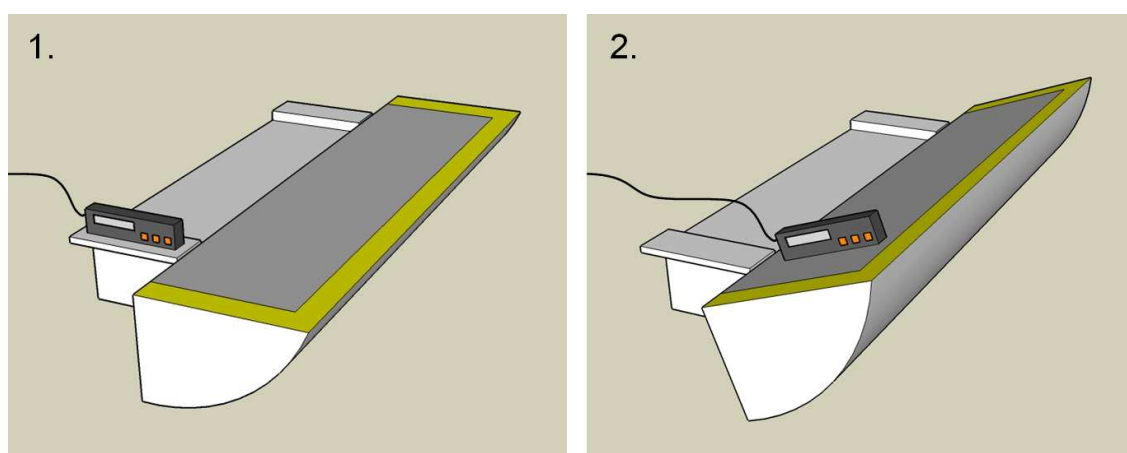
3) Vzhledem k dostatečnému napnutí řemenů lze použít i bezkontaktní způsob měření (Obr. 58) například na principu snímání frekvence rozkmitaného řemene.



Obr. 58 Bezkontaktní měření napnutí řemenů

### ***Kontrola rovnoběžnosti dvou rovin, úhlu sklopení zavřeného schodu, ultrazvukového senzoru***

Měření všech těchto prvků musí probíhat vždy ve vztahu k základně, kterou je rám schodu (Obr. 59). Od této základny se poté měří u výklopných schodů rovnoběžnost otevřené schodnice s rámem, případně úhel sklopení zavřené schodnice a úhel nastavení konzoly s ultrazvukovým senzorem. Všechny tyto veličiny lze měřit například pomocí digitálního sklonoměru. Toto zařízení musí být dále možno využít i při funkčním testu, kdy je nutno kontrolovat sepnutí některých spínačů při určitém úhlu sklopení schodnice.



Obr. 59 Postup měření úhlu sklopené schodnice

### **3.5.4 Mechanická kontrola**

#### ***Kontrola hladkého chodu, posuvné síly schodnice a hlavních rozměrů***

Všechny tyto činnosti musí být prováděny pomocí jednoho automatizovaného zařízení. Zařízení musí umožnit kontrolovat potřebnou otevírací a zavírací sílu a zároveň zaznamenávat průběh této síly po celé dráze pohybu. Při testování musí být odjištěný zamykací mechanismus a u schodů, u nichž je součástí motoru brzda je nutno ji při testování elektricky rozpojit. Hodnoty přípustné posuvné síly se pohybují v rozmezí (130~300)N. Z naměřených hodnot musí být poté zkušební zařízení schopno vyhodnotit, zda je průběh síly kontinuální a ve stanovených tolerancích a je tak tedy zajištěn hladký chod schodnice.

Toto zařízení musí být dále schopno měřit hlavní rozměry zavřeného a otevřeného schodu a hodnotu vysunutí schodu. Přesnost měření musí být +/- 0,5mm.

Další využití tohoto zařízení bude při testování kontaktních lišt v průběhu funkčního testu.

#### ***Kontrola připojovacích rozměrů***

Zkušební zařízení musí být schopno dále měřit i případné ostatní rozměry, např. základní připojovací rozměry schodu pro spojení s karosérií vagónu. Toto měření může probíhat opět elektronicky například měřícím ramenem nebo opticky. Požadovaná přesnost měření +/- 0,2mm.

#### ***Kontrola momentu na čtyřhranu***

Hodnoty krouticích momentů se pohybují v rozmezí (3~10)N. Samotný ovládací čtyřhran je u některých typů schodů přímo jejich součástí. U těchto typů schodů bude krouticí moment měřen pomocí elektronického ručního zařízení. U schodů, které jsou se čtyřhranem spojeny bovdenovým lankem, bude možno připojit bovden k automatizovanému zařízení, které zkontroluje krouticí moment pomocí tahové síly. Přesnost měření musí být +/- 1N.

#### ***3.5.5 Vysokonapětový test***

Před zahájením vysokonapětového testu bude nejprve provedena kontrola funkčnosti kabeláže, kdy se na každý vstup vyšle signál (max. 128 vstupů) a zjistí se průchodnost tohoto signálu na výstupu. Od pracovníka bude vyžadováno pouze správné zapojení zkušební kabeláže. Napětové rozmezí si nastaví systém sám již při načtení daného projektu. Zapojení bude probíhat pomocí samostatného kabelového svazku s kódováním konektorů, aby se zamezilo záměně kabeláží. Pro další názorné rozlišení kabeláží budou mít kabeláže pro dielektrický test červené opletení a pro funkční test černé opletení. Po správném zapojení musí být pracovník vyzván, aby odstoupil od testovaného schodu. Systém poté provede vysokonapětový test a jeho výsledky uloží do databáze. Vysokonapětový test bude probíhat při max. 1750VAC/VDC a 3(5) mA.

### **3.5.6 Funkční test**

Funkční test je další skupinou testovacích operací, která musí být automatizována. Schody jsou řízeny pomocí IFE řídicích jednotek, které však nejsou přímo jejich součástí. Aby se předešlo skladování a používání několika samostatných IFE řídicích jednotek pro testování jednotlivých typů schodů, bude použito autonomní programovatelné PLC zařízení. Toto zařízení bude univerzální a bude obsahovat potřebný testovací software pro všechny typy schodů. Dále již nebude také využíváno ani zkušebních řídicích pultů a potřebné parametry budou nastaveny softwarově. Povinností pracovníka bude opět pouze správné zapojení daného zařízení a dohlédnutí na správné provedení funkčního testu. U většiny typů schodů bude však částečná asistence pracovníka při testu nezbytná, zejména při manuálních činnostech, jako je zamčení a odemčení schodu a přepnutí schodu do nouzového režimu. Po automatickém otestování schodu musí systém vyhodnotit správnost provedeného testu a umožnit pokračovat v testování nebo případně vyzvat obsluhu k nápravným opatřením.

#### ***Kontrola kontaktní lišty***

Kontrola správné funkčnosti kontaktní lišty bude prováděna pomocí zařízení pro měření posuvné síly schodnice. Na kontaktní lištu musí zařízení působit středem kruhové plochy o průměru 80mm. Aktivační síla, při které dojde k zastavení schodnice je max. 150N. Toto měření se bude provádět po celé šířce lišty v max. 5 bodech.

#### ***Kontrola kontaktní plochy***

Kontrola nášlapné kontaktní plochy bude prováděna pomocí speciálního zařízení, které bude působit na tuto plochu uvnitř její aktivní zóny úhlem 90°. Toto zařízení musí mít stykovou plochu kruhového tvaru o průměru 40-200mm a musí být schopno vyvolat sílu o velikosti 5-30Kg.

Další využití tohoto zařízení bude možné u případných dalších projektů výklopných schodů, u kterých připadá v úvahu kontrola zabránění zavření schodu při určité zátěži působící na schodnici.

***Kontrola výklopné schodnice pomocí zkušebního špalíku***

K této kontrole bude využit pouze přípravek definovaných rozměrů (25x60x300mm), tak jak je tomu při současném stavu, který bude v průběhu zavírání vložen do trajektorie schodnice.

***3.5.7 Dotazování***

Dotazování má sloužit k potvrzení správného otestování prvků nebo funkcí, které nejsou automatizovány. Jedná se především o ty operace, jež jsou prováděny manuálně pomocí různých přípravků. Těmito přípravky se neměří přímo konkrétní hodnoty rozměrů, ale kontroluje se pouze, zda dané rozměry vyhovují stanoveným tolerancím. Funkce dotazování musí být tedy co nejpružnější a musí být rozšiřitelná správcem. Dotazy budou formulovány krátkým textem případně s číselnými hodnotami a odpovědi budou probíhat stisknutím tlačítek OK/NOK na dotykovém displeji stejně jako u vizuální kontroly.

***3.5.8 Řešení problémů***

Pokud se během testu vyskytne chyba, pak na ni zařízení musí upozornit pomocí chybového hlášení a chybu musí být možno opravit. Pokud je chyba neopravitelná, v testovacím protokolu bude uveden kód chyby. U operací, které nejsou automatizovány, musí na chybu upozornit kontrolor. Konkrétní nápravný krok může být opět několikrát opakován, dokud nebude závada odstraněna nebo pokud nebude daný schod vyřazen. Pokud na neopravitelnou chybu přijde kontrolor, ručně ji do vytištěného protokolu dopíše.

**3.6 Struktura zkušebního softwaru**

Zkušební software musí být uzpůsoben tak, aby ho bylo možno později případně upravit. Z toho důvodu je nutno, aby byl k softwaru dodán i zdrojový kód a příslušná dokumentace. Úpravy specifické pro jednotlivé projekty musí být proveditelné změnou parametrů bez nutnosti přeprogramování. Stejně tak musí být možné jednotlivé kroky inicializovat nebo deaktivovat.

### **3.6.1 Připojení k externímu počítači**

Připojení k externímu počítači bude probíhat přes rozhraní použitého PLC pomocí kterého bude zajištěno:

- Nahrávání a aktualizace testovacích postupů
- Přenos dat, která budou vytištěna na štítku
- Výstupní hlášení
- Zpráva o stavu zkoušky (OK/NOK)
- Žádost o příležitostné uložení chybové hlášky

### **3.6.2 Připojení do IFE sítě**

Připojení k IFE síti musí zajišťovat následující funkce:

- Tisk protokolů na stávající síťové tiskárny
- Dálkový přístup dodavatele v případě potíží
- Nahrávání nových testovacích postupů („tzv. programování od stolu“)
- Ukládání zkušebních dat do síťové databáze
- Dálková aktualizace zkušebních softwarů

### **3.6.3 Ukládání dat**

Všechna data, která budou při testování načtena, zadávána a naměřena musí být ukládána do databáze.

System musí být schopen ukládat:

- Data o pracovníkovi
- Data o konkrétním schodu a jeho hlavních komponentech
- Všechny naměřené hodnoty jak automatickým, tak manuálním způsobem
- Potvrzované dotazy
- Časové údaje testování
- Použité pomůcky
- Verze softwaru
- Hodnoty použitých napěťových a proudových nastavení

Všechna tato data budou sloužit v případě nutnosti zpětného dohledání konkrétních údajů a budou zároveň uvedena ve výstupním protokolu. Všechna ukládaná data musí být zálohována.

### **3.6.4 Výstupní data**

#### **Typový štítek**

Štítek je možno vytisknout pouze v případě, když bude zkouška úspěšně provedena. Typový štítek musí obsahovat základní data jako výrobní číslo, datum výroby, index kusovníku, sériové číslo apod. Zkušební zařízení musí umět tyto informace vytisknout i v podobě čárového nebo 2D kódu.

#### **OK štítek**

Tento štítek bude obsahovat potvrzení úspěšně provedeného testu, času a datu provedení testu a jméno kontrolora.

#### **Štítek verze softwaru**

Na tomto štítku bude vyznačena verze softwaru, který byl použit pro testování daného schodu.

#### **Zkušební protokol**

Po otestování každého schodu musí být vytištěn zkušební protokol s údaji o schodu a příslušnými informacemi o průběhu testu, který se ke schodu přiloží. Tento protokol musí být zároveň uložen i v elektronické podobě.

V případě výskytu chyby musí protokol obsahovat následující informace:

- Informace o chybě
- Nápravná opatření (musí být možno připojit fotku, text, nebo náčrt)
- Možnost rozšíření protokolu poznámkou kontrolora
- Možnost rozšíření protokolu informací o chybě správcem

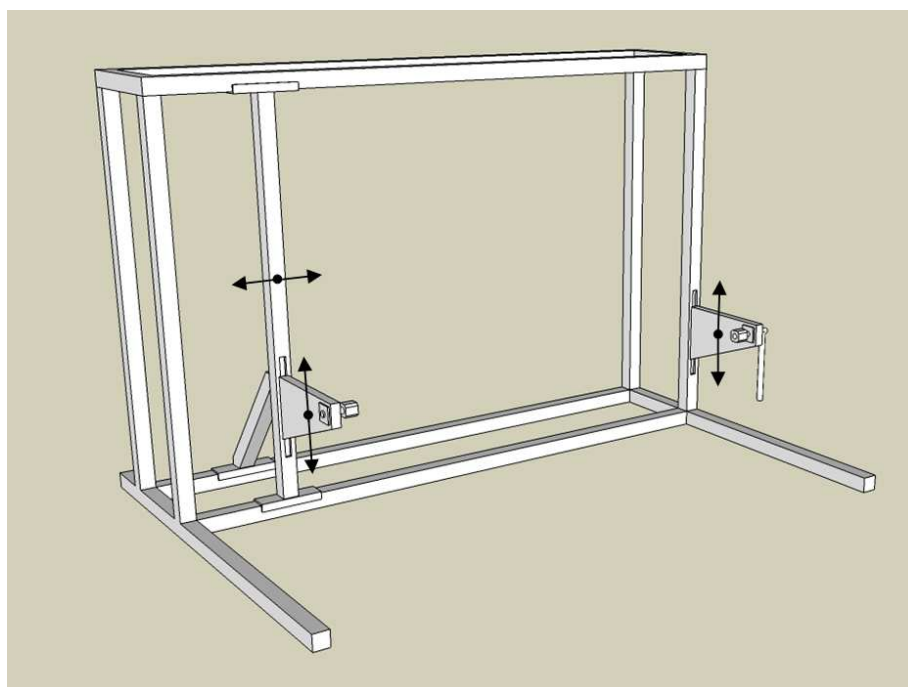
## 4 VARIANTNÍ NÁVRHY TESTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

Následující čtyři základní návrhy možného testovacího zařízení vychází z výše zmíněných požadavků. Tyto jednotlivé varianty se liší v principu konstrukce a tím pádem i v přístupu ke schodu a možnostech umístění další přídavných zařízení.

### 4.1 Základní variantní návrhy testovacího zařízení

#### *Varianta A*

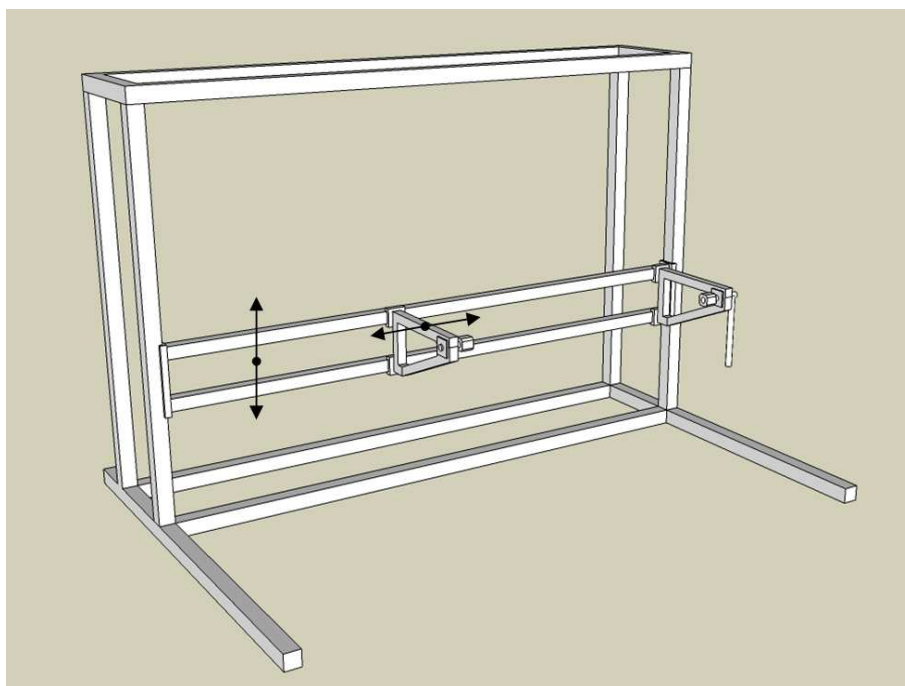
Tato varianta využívá jednoho pohyblivého sloupku, pro nastavení upínacího rozměru pro daný schod, který se upne do dvojice ramen (Obr. 60). Obě upínací ramena jsou nastavitelná také výškově. K otáčení schodu je zde navržena páka s aretací, stejně jako u ostatních variant. Tato varianta je konstrukčně poměrně jednoduchá a přístup ke schodu ze zadní strany je dostačující.



Obr. 60 Testovací zařízení, varianta A

**Varianta B**

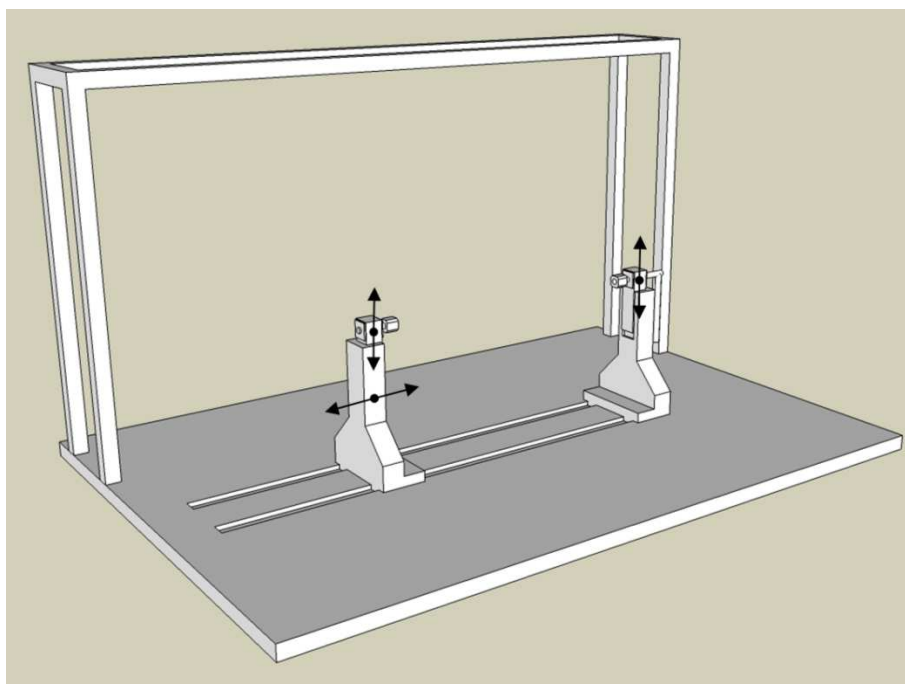
Výškové nastavení schodu u varianty B je zajištěno pohyblivou dvojicí profilů, po kterých se zároveň pohybuje rameno pro nastavení upínacího rozměru schodu (Obr. 61). Tato varianta je částečně podobná variantě A. Je zde zajištěno vždy stejné výškové nastavení levé a pravé strany schodu, ale z důvodu konstrukce je značně omezen přístup ke schodu ze zadní strany.



Obr. 61 Testovací zařízení, varianta B

**Varianta C**

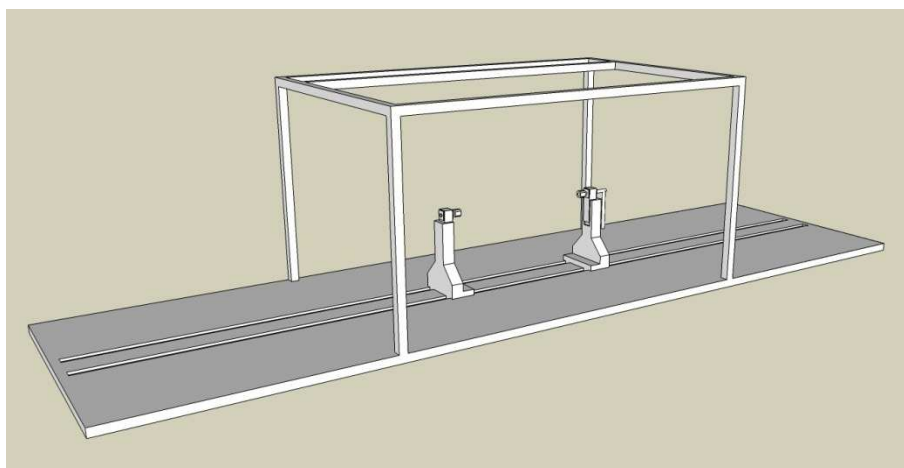
Následující dvě varianty se od předchozích zcela liší. Varianta C je založena na principu jednoho pohyblivého sloupku pro nastavení upínacího rozměru schodu (Obr. 62). Tento sloupek se pohybuje v kolejničích. Oba sloupky zároveň zajišťují i výškové nastavení. Při tomto způsobu je zajištěn dokonalý přístup ke schodu ze všech stran a lepší možnosti pro umístění přídatných zařízení. Nevýhodou této varianty je však nutný zásah do podlahy, případně vybudování podlažky.



Obr. 62 Testovací zařízení, varianta C

#### **Varianta D**

Tato varianta využívá naprosto stejného principu jako varianta C, rozdíl je pouze v tom, že se po kolejničích mohou pohybovat oba sloupky (Obr. 63). Podstata této varianty spočívá v upnutí schodu mimo zkušebnu, a tím pádem možnosti lepšího využití prostoru samotné zkušebny bez omezení jeřábovou dráhou. Po otestování by schod opustil zkušebnu druhou stranou a byl by přemístěn na dokončovací pracoviště. Tato varianta však vyžaduje větší prostor a jednotlivé přesuny schodu by částečně prodlužovaly dobu testování.



Obr. 63 Testovací zařízení, varianta D

## 4.2 Výběr optimální varianty

K výběru optimální varianty slouží následující tabulka (Tab. 5). V této tabulce je uvedeno několik základních kritérií s přiřazenou důležitostí. Jednotlivé varianty jsou patřičně obodovány na stupnici 1 až 4 bodů. Výsledek je tedy součtem kombinací jednotlivých bodových hodnocení daných kritérií a jejich důležitosti. Jako nejpodstatnější kritérium je zvolen přístup k produktu a s tím i částečně související kritérium snadnost obsluhy.

Tab. 5 Kriteria pro výběr optimální varianty

	varianta A	varianta B	varianta C	varianta D	důležitost
možnost přestavby	3	3	2	2	5%
předpokládaná cena	2	2	2	1	8%
přístup k produktu	2	1	4	4	20%
rozměry	3	3	3	1	10%
snadnost obsluhy	2	2	4	4	15%
spolehlivost	3	2	3	2	10%
technická náročnost	3	2	3	2	7%
umístění vybavení	2	2	3	3	10%
univerzálnost	2	2	3	3	10%
zásah do podlahy	2	2	1	1	5%

součet (max. 40)	23,2	19,5	31,2	26,7
------------------	------	------	------	------

Pozn.

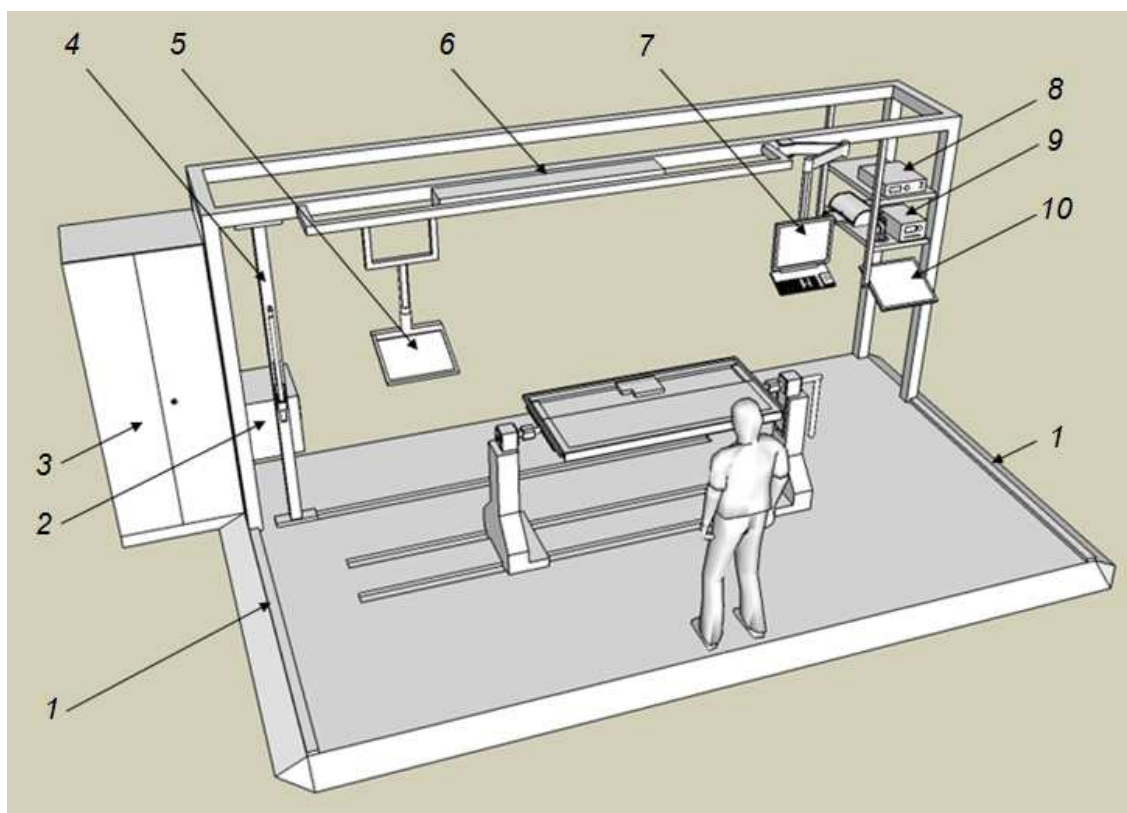
bodové hodnocení (1-4) body; 1 - nejhorší, 4 - nejlepší

Z tabulky je patrné, že jako nejvýhodnější se jeví varianta C. Tato varianta umožňuje dokonalý přístup k testovaným produktům a také dost prostoru pro umístění ostatních zařízení. Tento způsob provedení testovacího zařízení není zároveň příliš konstrukčně náročný a je poměrně univerzální. Zásah do podlahy či vybudování podlažky se nejeví jako výrazná překážka k realizaci této varianty. Soubor těchto skutečností dává tedy předpoklad k bezproblémovému průběhu testování.

## 5 NÁVRH TESTOVACÍHO PRACOVÍŠTĚ

### 5.1 Popis testovacího pracoviště

Na následujícím obrázku (Obr. 64) je k vybrané variantě zobrazen návrh základního možného vzhledu a uspořádání pracoviště testování. Jednotlivá zařízení jsou umístěna tak, aby byla pracovníkovi k dispozici v závislosti na míře používání a zároveň mu nepřekážela v pohybu kolem testovaného produktu.



Obr. 64 Návrh nového testovacího pracoviště

#### 1. Optická závora

Optická závora bude sloužit k zamezení přístupu ke schodu v průběhu automatického testování, aby se předešlo možnému úrazu pracovníků.

#### 2. Síťový zdroj

Toto zařízení bude mít kódované konektory, sloužící k zapojení kabeláží jednotlivých typů schodů pro funkční a vysokonapěťový test. Proudové a napěťové hodnoty budou nastavovány automaticky.

### **3. Rozvodna**

V této skříní budou umístěny všechny řídicí prvky, pomocí kterých bude zajištěna komunikace se zařízením a které budou zajišťovat chod zařízení.

### **4. Zařízení na testování posuvné síly**

Toto zařízení bude mít podobu sklopného pístu a bude se pohybovat po kolejnici podobně jako upínací sloupek. Pomocí tohoto zařízení bude kontrolována posuvná síla schodnice v obou směrech, funkčnost kontaktní lišty a měřeny rozměry schodu v ose pohybu schodnice (max. rozměr, min. rozměr, míra vysunutí)

### **5. Pult pro univerzální měřící zařízení**

Tento pult bude pojízdný a zároveň otočný pro případ testování určitých prvků ze zadní strany schodu. Na tomto pultu budou umístěny základní měřící pomůcky, využívané u většiny typů schodů, jako je elektronické posuvné měřítko, zařízení pro měření napnutí řemenů apod.

### **6. Osvětlení**

Součástí pracoviště je také nezbytné osvětlení, které se bude automaticky zapínat při spuštění testovacích zařízení.

### **7. Dotykový monitor, klávesnice, spaceball**

Tato zařízení budou umístěna na kloubovém rameni a zároveň otočném pultu, což poskytuje opět značný rozsah možností nastavení v závislosti na potřebě. Dotykový monitor bude sloužit k zobrazování vizualizací a potvrzování příkazů pro obsluhující pracovníky. Klávesnice a spaceball budou využívány především správcem zařízení.

### **8. Vysokonapěťový tester**

Vysokonapěťový tester bude umístěn v dosahu obsluhy spíše pro kontrolu a přehled o stavu vysokonapěťového testu. Všechny veličiny budou nastavovány automaticky.

### **9. Tiskárna štítků, tiskárna protokolů, čtečka čárových kódů**

Čtečka čárových kódů je nezbytnou součástí testovacího zařízení pro načtení vstupních informací o daném výrobku a obsluze. Tiskárny budou sloužit po ukončení testu k tisku nezbytných štítků a zkušebních protokolů.

### **10. Pult pro přípravky**

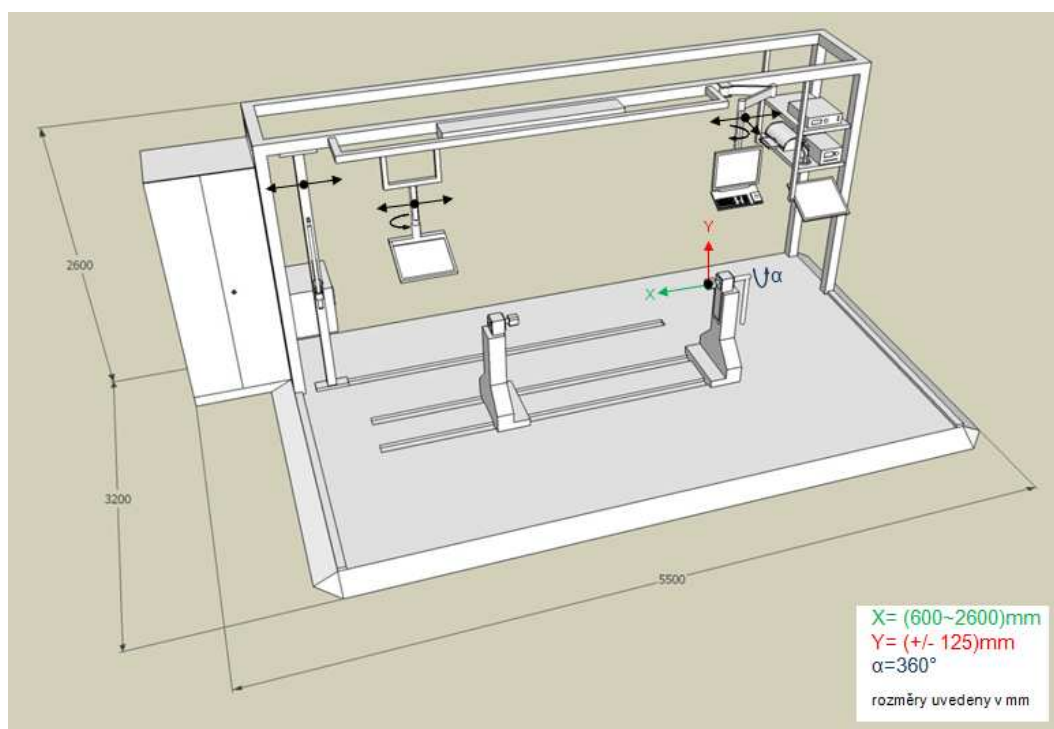
Na tento pult se bude umísťovat paleta s přípravky pro konkrétní typ schodu se signalizací a detekcí odebrání jednotlivých přípravků, jak je uvedeno výše viz Obr. 49.

Pro uložení ostatního nářadí potřebného pro testování a dokončovací operace bude sloužit pojízdný box. Kontrola nášlapné kontaktní plochy, případně kontrola zamezení zavření výklopného schodu při zatížení schodnice, bude řešena pomocí kladkostroje se závažím, případně pomocí dalšího výklopného ramene.

## **5.2 Umístění a rozměry testovacího pracoviště**

Navrhované testovací pracoviště bude umístěno do prostoru stávajících pracovišť testování dle dispozičních řešení uvedených v příloze 6. Součástí pracoviště bude také jeden univerzální stůl k provádění dokončovacích operací, které se nevejdou do taktu testování, expediční vozík pro ukládání hotových otestovaných schodů a již zmíněný pojízdný box s nářadím a ostatními potřebnými pomůckami.

Rozměry testovacího pracoviště, osy pohybu jednotlivých dalších prvků, požadované upínací rozsahy (osa X) a rozsahy výškového nastavení (osa Y) testovaného schodu jsou uvedeny na následujícím obrázku (Obr. 65).



Obr. 65 Rozměry testovacího pracoviště

## **6 TECHNICKO- EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ**

### **6.1 Technické zhodnocení**

#### ***Zjednodušení manipulace***

Při navrhovaném novém způsobu testování bude značně zjednodušena manipulace se schodem. Ušetří se operace ukládání schodů na vozík s rozpracovanými výrobky a opětovné odebírání schodů z tohoto vozíku k otestování. Dále bude možno se schodem pohodlně otáčet, což není při současném způsobu možné. Natočení schodu o určitý úhel umožní přístup k některým testovaným prvkům a značně tak usnadní řadu testovacích operací.

#### ***Minimalizace lidské chyby***

Další velkou výhodou nového testovacího zařízení je minimalizace možností vzniku lidské chyby. Toto bude docíleno zmíněnou automatizací některých činností, podrobnými testovacími postupy, nutností potvrzování dotazovaných údajů na dotykové obrazovce a zejména pak Poka-yoke systémy, mezi které patří například kódování konektorů kabeláží, elektronicky hlídané měřicí pomůcky apod. Naměřená data systém poté vyhodnotí a neumožní pokračovat v testování, pokud není docíleno správného výsledku při dané operaci. Zároveň budou všechna data elektronicky ukládána a vytištěna na výstupním protokolu a současně budou sloužit v případě nutnosti k pozdějšímu dohledání potřebných údajů.

#### ***Testování dříve opomíjených či netestovaných parametrů a veličin***

Některé parametry nejsou v současné době pracovníky testovány ve všech případech. Jedná se především o ty operace, u kterých se méně často vyskytuje chyba, a pracovníci je tedy někdy opomíjí. Tyto prvky je však nezbytné kontrolovat u každého kusu. Jde zejména o operace kontroly kontaktní lišty, kontaktní nášlapné plochy, momentu na ovládacím čtyřhranu apod. Kontrola tažné síly lanka, které vede u některých typů schodů k ovládacímu čtyřhranu umístěnému mimo schod, dosud například neprobíhá z důvodu náročnosti vůbec. Tomuto problému bude zamezeno použitím

zařízení s jednoduchou obsluhou, které značně zjednoduší a urychlí testování těchto prvků.

### ***Bezpečnost práce***

Pracovníci nebudou provádět žádné složité operace. Všechny složitější operace budou prováděny automaticky, což značně snižuje riziko úrazu. Při automatickém chodu zařízení bude dále zamezeno pracovníkovi v přístupu ke schodu pomocí optických závor, aby se předešlo možnému úrazu pohybujícím se zařízením či schodem nebo elektrickým proudem.

### ***Elegance celkového řešení***

Celkový způsob nového postupu testování při použití všech prostředků, které umožní výše zmíněné výhody, bude mít bezesporu také pozitivní vliv jak na pracovníky, tak zejména pak na zákazníky. Zákazníci provádějí ve firmě pravidelné audity a toto zařízení bude známkou určitého vývoje a posunu vpřed ve výrobě schodu, což částečně pozvedne i celkovou úroveň výrobních procesů ve firmě.

## **6.2 Ekonomické zhodnocení**

Ekonomické zhodnocení je provedeno pro jedno pracoviště testování, které je v plánu umístit nejprve za hlavní linku. Druhé pracoviště testování bude možno umístit za linku vedlejší až s odstupem času po odladění prvního pracoviště.

### ***Úspora času testování a mzdových nákladů***

Při novém způsobu testování bude docíleno podstatného zkrácení potřebného času k testování a zároveň úspory pracovních sil. Místo současných 50 minut nezbytných k otestování jednoho schodu je očekáváno snížení testovacího času na maximálně 30 minut navíc při obsluze jedním pracovníkem místo dvou, jak je tomu při současném stavu. Toho bude docíleno především přesunem operací nastavování do linky, automatizací složitějších operací, podrobně a přehledně zpracovanými testovacími postupy,

dostupností všech potřebných pomůcek, zařízení a měřidel ulehčující práci, tiskem testovacích protokolů bez nutnosti ručního vyplňování a přesunem části dokončovacích operací na speciální pracoviště. Výpočty jsou provedeny pro předpokládaný počet 25 kusů vyrobených schodů na hlavní lince za den.

*Úspora času testování:*

- Současný stav

$$T_{CS} = \frac{D_T \cdot t_S \cdot P_D \cdot E_R}{60} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 25 \cdot 240}{60} = 10000 \text{ [hod / rok]}$$

- kde  $T_{CS}$  ... současný čas testování [hod/rok]  
 $D_T$  ... počet testovacích dělníků [-]  
 $t_S$  ... současný čas testování jednoho schodu [min/ks]  
 $P_D$  ... počet testovaných schodů [ks/den]  
 $E_R$  ... časový fond pracoviště testování [dnů/rok]

- Budoucí stav

$$T_{CB} = \frac{D_T \cdot t_B \cdot P_D \cdot E_R}{60} = \frac{1 \cdot 30 \cdot 25 \cdot 240}{60} = 3000 \text{ [hod / rok]}$$

- kde  $T_{CB}$  ... budoucí čas testování [hod/rok]  
 $t_B$  ... budoucí čas testování jednoho schodu [min/ks]

- Úspora

$$T_U = T_{CS} - T_{CB} = 10000 - 3000 = 7000 \text{ [hod / rok]}$$

- kde  $T_U$  ... úspora času testování [hod/rok]

*Úspora mzdových nákladů:*

$$N_{UM} = T_U \cdot N_M = 7000 \cdot 230 = 1610000 \text{ [Kč / rok]}$$

- kde  $N_{UM}$  ... úspora mzdových nákladů [Kč/rok]  
 $N_M$  ... náklady na testovacího dělníka [Kč]

**Úspora výrobních ploch a nákladů za plochy**

Sjednocením taktu testovacího zařízení a montážní linky se docílí také úspory ploch. Jedná se zejména o plochy, které v současné době zabírají vozíky určené pro rozpracované výrobky. Dále již nebude také nutno používat několik druhů testovacích stolic, stolků a upínacích přípravků, což povede k další podstatné úspoře ploch.

*Úspora výrobních ploch:*

$$F_U = F_{RV} + F_S = 25 + 35 = 60 \text{ [m}^2\text{]}$$

kde  $F_U$  ... úspora výrobních ploch [m<sup>2</sup>]

$F_{RV}$  ... plocha pro vozíky s rozpracovanými výrobky [m<sup>2</sup>]

$F_S$  ... plocha pro skladování zkušebních stolů a stolic [m<sup>2</sup>]

*Úspora nákladů za plochy:*

$$N_{UF} = F_U \cdot N_F = 60 \cdot 2400 = 144000 \text{ [Kč / rok]}$$

kde  $N_{UF}$  ... úspora nákladů za plochy [Kč/rok]

$N_F$  ... náklady za plochy [Kč/m<sup>2</sup> · rok]

**Snížení chybovosti a úspora nákladů za reklamace**

Výše zmíněné výhody v součtu přinesou předpokládaný pokles počtu reklamací od zákazníků z důvodů výrobních chyb o 40%, což se příznivě projeví ve snížení nákladů za reklamace z důvodů výrobních chyb.

*Úspora nákladů za reklamace:*

$$N_{UR} = N_R \cdot \eta_R = 1080000 \cdot 0,4 = 432000 \text{ [Kč / rok]}$$

kde  $N_{UR}$  ... úspora nákladů za reklamace z důvodů výrobních chyb [Kč/rok]

$N_R$  ... náklady za reklamace z důvodů výrobních chyb [Kč/rok]

$\eta_R$  ... koeficient předpokladu snížení reklamací [%]

**Suma ročních úspor**

$$N_U = N_{UM} + N_{UF} + N_{UR} = 1610000 + 144000 + 432000 = 2186000 \text{ [Kč / rok]}$$

**Předpokládaná cena zařízení**

$$P_{ZAR} = 4300000 \text{ [Kč]}$$

**Návratnost investice**

$$I_N = \frac{P_{ZAR}}{N_U} = \frac{4300000}{2186000} \cong 1,97 \text{ [rok]}$$

Poznámka:

Výše uvedené výpočty jsou na základě požadavku společnosti IFE-CR částečně zkráceny.

**Shrnutí**

Po zavedení nového pracoviště testování do provozu bude docíleno úspory 7000 pracovních hodin za rok oproti stávajícímu způsobu testování. V důsledku tato časová úspora ušetří až 1610000Kč/rok. V úvahu je však nutno brát ještě určitý čas potřebný na provádění případných zbylých dokončovacích operací na následujícím dokončovacím pracovišti. U většiny typů schodů však budou tyto operace trvat dle předpokladu v součtu maximálně 10 minut na kus, nebo nebude dokončovací pracoviště využito vůbec a naopak u těch typů schodů, kde se vyskytují například operace tmelení, bude dokončovací pracoviště využito více. V závislosti na variabilitě časové náročnosti zbylých dokončovacích operací u jednotlivých projektů a možnosti provádění těchto operací momentálně nevytíženými montážními dělníky, není tato skutečnost ve výpočtech nezohledněna.

Další úspora je úspora ploch za vozíky s rozpracovanou výrobou a testovací stolice a stoly, která činí 60m<sup>2</sup>. Při dané ceně za jeden čtvereční metr bude dosaženo úspory 144000Kč/rok.

Úspora nákladů za reklamace z důvodů výrobních chyb je při předpokladu 40% snížení reklamací 432000Kč/rok.

Při součtu celkových úspor 2186000Kč/rok a předpokládané ceně zařízení 4300000Kč je návratnost investic odhadována na 1,97 roku.

## ZÁVĚR

Snahou všech firem je snižování nákladů a zároveň zvyšování zisků a výrobních kapacit. K dosažení těchto cílů je nezbytné zejména kvalitní implementování metod štíhlé výroby a také zavádění moderních výrobních technologií.

Tato práce se zabývá problematikou pracovišť testování na montážních linkách nástupních mechanismů pro kolejová vozidla ve firmě IFE-CR. Tato firma soustavně pracuje na zavádění moderních zařízení a pomůcek do výroby, které podstatně ulehčují, zkvalitňují a urychlují práci a zaznamenává v této oblasti podstatných výsledků. Montážní linky nástupních mechanismů však byly ve firmě zavedeny teprve nedávno a současná situace na těchto pracovištích tudíž není prozatím zcela optimální.

V práci je popsán celkový proces výroby nástupních mechanismů a zmapován současný proces testování. Jednotlivé operace testování jsou definovány a rozděleny do společných skupin. Dále je zde identifikována řada problémů, které se při současném způsobu testování vyskytují a jsou navržena vhodná opatření k jejich odstranění nebo alespoň eliminaci.

Výsledkem řešení této diplomové práce je návrh poloautomatického testovacího pracoviště a s ním souvisejícího nového postupu testování. Nový způsob testování s využitím navrhovaných zařízení je schopen značně zefektivnit celkový proces testování. Nejdůležitější přínosy navrženého řešení jsou shrnuty v závěrečném zhodnocení.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

- [1] HAJNÝ, Petr. *Studie optimalizace operativního řízení výroby*. Brno, 2009. 84 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská.
- [2] IFE-CR a.s. Modřice, podnikové zdroje
- [3] Knorr-bremse.cz [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Skupina Knorr-Bremse. Dostupné z WWW: <[http://www.knorr-bremse.cz/cz/group/group\\_introduction\\_group.jsp](http://www.knorr-bremse.cz/cz/group/group_introduction_group.jsp)>.
- [4] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
- [5] RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. První vydání. Brno: Nakladatelství VUT v Brně, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
- [6] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Automatizace. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Automatizace>>.
- [7] Toyota [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Toyota production system. Dostupné z WWW: <[http://www.toyota.cz/experience/the\\_company/toyota-production-system.aspx](http://www.toyota.cz/experience/the_company/toyota-production-system.aspx)>.
- [8] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. 2010 [cit. 2011-05-11]. Poka-yoke. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Poka-Yoke>>.
- [9] Academy of Productivity and Inovations [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Kanban a jeho aplikace. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/68342.kanban-a-jeho-aplikace/>>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ**

Symbol	Jednotka	Popis
$D_T$	[-]	počet testovacích dělníků
$E_R$	[dnů/rok]	časový fond pracoviště testování
$E_s$	[hod]	efektivní fond linky
$F_{RV}$	[m <sup>2</sup> ]	plocha pro vozíky s rozpracovanými výrobky
$F_S$	[m <sup>2</sup> ]	plocha pro skladování zkušebních stolů a stolic
$F_U$	[Kč]	úspora ploch
$I_N$	[m <sup>2</sup> ]	návratnost investice
$N$	[ks]	požadovaný počet výrobků za rok
$N_F$	[Kč/m <sup>2</sup> · rok]	náklady za plochy
$N_M$	[Kč]	hrubá mzda testovacího dělníka
$N_R$	[Kč/rok]	náklady za reklamace z důvodů výrobních chyb
$N_U$	[Kč]	suma ročních úspor
$N_{UF}$	[Kč/rok]	úspora nákladů za plochy
$N_{UM}$	[Kč/rok]	úspora mzdových nákladů
$N_{UR}$	[Kč/rok]	úspora nákladů za reklamace
$\eta$	[-]	součinitel časového využití linky
$\eta_R$	[%]	koeficient předpokladu snížení reklamací
$P_D$	[ks/den]	počet testovaných schodů
$P_{th}$	[ks]	počet pracovišť
$P_{ZAR}$	[Kč]	předpokládaná cena zařízení
$S_s$	[hod/směnu]	směnnost linky
$t$	[min/ks]	takt linky
$t_B$	[min/ks]	budoucí čas testování jednoho schodu
$T_{CB}$	[hod/rok]	budoucí čas testování
$T_{CS}$	[hod/rok]	současný čas testování
$t_k$	[min/ks]	čas jednotkové práce
$t_s$	[min/ks]	současný čas testování jednoho schodu
$T_U$	[hod/rok]	úspora času testování

**SEZNAM PŘÍLOH**

- |           |  |
|-----------|--|
| Příloha 1 | Sankeyův diagram zobrazující tok materiálu na obou linkách |
| Příloha 2 | Dispoziční řešení stávajících pracovišť testování          |
| Příloha 3 | Protokol sběru dat výkonnosti procesu                      |
| Příloha 4 | Zkušební protokol montáže                                  |
| Příloha 5 | Myšlenková mapa technické specifikace                      |
| Příloha 6 | Dispoziční řešení navrhovaných pracovišť testování         |