DT - Výhybkárna a strojírna, a.s.

Dolní 3137/100, 797 11 Prostějov, Česká republika
www.dtvm.cz, e-mail: dt@dtvm.cz

EN ISO 9001
EN ISO 3834-2
EN ISO 14001
OHSAS 18001

Systém údržby výhybek DT

(Zvyšování životnosti součástí výhybek a výhybkových konstrukcí v trendu Průmyslu 4.0)

14.11.2017, Seminář: *„Oprava a údržba kolejí železničních drah“*, ČVUT, Praha, ČR

Ing. Josef Zbořil, Ph.D.
technik oddělení montáže a servisu

Osnova

1. Úvod
2. Vady, životnosti a LCC součástí výhybkových konstrukcí
   2.1 Spolehlivost, predikce bezporuchovosti a efektivní plánování údržby
   2.2 RAMS výhybkových konstrukcí
3. Trend výroby, vývoje a údržby dle Průmyslu 4.0
   3.1 Lidské zdroje 4.0 pro výrobu, vývoj a údržbu výhybkových konstrukcí
4. Přístup správců kolejové infrastruktury k Průmyslu 4.0
   4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství
   4.2 Zavedení „Cyklického broušení na SŽDC“
5. Přístup DT k Průmyslu 4.0
   5.1 Zkušenosti se sběrem dat pomocí 2D a 3D skenerů
   5.2 Zkušenosti se správou a řízením dat
      5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí
6. Závěr

1. Úvod

- Představení systému sledování vad a způsobů jejich odstraňování u výhybek, ke kterému firma DT – Výhybkárna a strojírna, a.s. (DT) aktuálně směřuje;

Navazuje na:

- Stavebnicová koncepce výhybek pro různé užití až po vysokorychlostní do 300 km/hod (Šnajdr, Z., konference *„Železnice 2002“*, 2002)

- Degradační proces železniční výhybky (Zbořil, J., disertace UPCE, 2011)

- Zavedení montážně servisních prací prováděných DT v době záruky i po záruce (Zbořil, J., projekt DT 4/2014 – 12/2017)

- Předcházení vzniku vad a zvyšování životnosti součástí výhybkových konstrukcí v trendu využívání 3D skenerů a Průmyslu 4.0 (Zbořil, J., seminář Děčín, 2/2017)

- Zvyšování životnosti součástí výhybek a výhybkových konstrukcí v trendu Průmyslu 4.0 (Zbořil, J., příspěvek ve VTS ČD č. 2017/44, 8/2017)

Předchází:

- **PLM – Řízení životního cyklu výrobku** (Zbořil, J., projekt DT 1/2018 – 12/2020)

1. Úvod

[1] *Profil společnosti DTVS* [online]. [cit. 2017-07-19]. Dostupné z: http://www.dtvm.cz/dtvs/cz/o-nas/profil-spolecnosti-dtvs/

[2] ZBOŘIL, Josef. *Degradační proces železniční výhybky*. Pardubice, 2011. Disertační práce. Dopravní Fakulta Jana Pernera Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Eva Schmidová.

[3] PLÁŠEK, Otto., Pavel ZVĚŘINA, Richard SVOBODA a Milan MOCKOVČIAK. *Železniční stavby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2621-7.

[4] ZWANENBURG, Willem-Jan. *Modelling degradation processes of switches & crossings for maintenance & renewal planning on the swiss railway network*. Lausanne, 2009. Thése n. 4176. École polytechnique fédérale de Lausanne.

[5] SELLNER, Karel. *Identifikace a řešení rizik při stanovování nákladů životního cyklu dopravních prostředků*. *Nová Železniční Technika*. 2016, **25**(3), 17-21. ISSN 1210-3942.

[6] VINTR, Michal. *Predikce bezporuchovosti – databáze a metodiky*. In: *63. seminář odborné skupiny pro spolehlivost: Prediktivní analýzy spolehlivosti a možnosti jejich využití*. Brno: Univerzita Obrany, 2016, s. 10-30. ISBN 978-80-7231-469-0.

[7] POŠTA, Josef. Technická diagnostika – informační základ prediktivní údržby. In: *Integrace procesů obnovy a využívání fyzického majetku, efektivní plánování údržby a včasná identifikace poruch – cesta k vysoké pohotovosti zařízení*. Kolín: TPCA Kolín, 2016, s. 21-25.

[8] MARUSIČOVÁ, Danuše. Předpoklady pro efektivní údržbu tratí. In: *Opravy a rekonstrukce železničních tratí ve výlukách*. Děčín: VOŠ a SPŠ Děčín, 2017, s. 26-33. ISBN 978-80-905733-4-5.

[9] RAMS a LCC – zkratky, se kterými se budeme setkávat čím dál častěji. *ACRI NEWS*. Praha: ACRI Asociace podniků českého železničního průmyslu, 2017, **14**(2), 24. ISSN 1805-3858.

[10] WANG, Ping. *Design of High-Speed Railway Turnouts: Theory and Applications*. USA: Academic Press, 2015. ISBN 9780323396172.

[11] *Report on RAMS&LCC integrated models: H2020-MG-8.1a-2014 - INFRALERT: Linear Infrastructure Efficiency Improvement by Automated Learning and Optimised Predictive Maintenance Techniques* [online]. 2017 [cit. 2017-08-11]. Dostupné z: http://infralert.eu/wp-content/multiverso-files/21_572b4a01a6b67/INFRALERT-D5.2-RAMS_LCC_Integrated_Models_V4.0-FINAL_corrected-Cover.pdf

[12] POHL, Jiří. Ve věku 4.0. *Železniční magazín*. 2016, **22**(5), 40-42. ISSN 1212-1851.

[13] *Národní iniciativa Průmysl 4.0* [online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015 [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: http://www.businessinfo.cz/app/content/files/dokumenty/narodni-iniciativa-prumysl-40.pdf

[14] *Iniciativa průmysl 4.0* [online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2016 [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: http://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf

[15] DRÁBKOVÁ, Ivana, Leoš KOPECKÝ a Martin PODAŘIL. Budeme žít Smart Life? *TA.DI: Magazín Technologické agentury ČR*. Praha: Technologická agentura ČR, 2016, **2**(3), 4-5.

[16] LUCKÝ, Petr. HR 4.0: Na jaké změny se připravit? *Https://www.hrnews.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-08-12]. Dostupné z: https://www.hrnews.cz/rozhovory/hr-4-0-na-jake-zmeny-se-pripravit-id-2978280

[17] STROHMEIER, Stefan. Research Project "HRM 4.0". *Www.uni-saarland.de* [online]. 2016 [cit. 2017-08-12]. Dostupné z: http://www.uni-saarland.de/en/lehrstuhl/mis/news/hrm40.html

[18] Železniční výhybkové konstrukce. *Http://www.dtvm.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-08-12]. Dostupné z: http://www.dtvm.cz/dtvs/cz/reference/zahranici/zeleznicni-vyhybky/

[19] Stavby dopravní infrastruktury již v roce 2017 využijí přínosy digitalizace stavebnictví. *Http://www.sfdi.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-08-11]. Dostupné z: http://www.sfdi.cz/1-aktuality-pro-verejnost-a-media/tiskova-zprava-stavby-dopravni-infrastruktury-jiz-v-roce-2017-vyuziji-prinosy-digitalizace-stavebnictvi/

[20] CAD Studio - Railway Tools. *CAD Studio - Railway Tools* [online]. ČR: CAD Studio, 2017 [cit. 2017-08-10]. Dostupné z: http://www.cadstudio.cz/railwaytools

[21] Ferrovia 2016 Webinar - BIM ready, 3D rail design solution. *Https://www.youtube.com/channel/UCrbSmB2HsLVHvfGSN8DgmSQ* [online]. USA: CGS Labs, 2016 [cit. 2017-08-10]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=n0ouIwQBbtQ

[22] Rail Cloud – Autech AG. *Https://autech.ch/* [online]. [cit. 2017-08-11]. Dostupné z: https://autech.ch/en/products/rail-cloud/

[23] ŽÁK, Josef a Helen MACADAM. Informační modelování staveb (BIM) a digitalizace v dopravním stavitelství. *Http://www.silnice-zeleznice.cz/* [online]. 2017 [cit. 2017-08-10]. Dostupné z: http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/informacni-modelovani-staveb-bim-a-digitalizace-v-dopravnim-stavitelstvi/

[24] HOŘELICA, Zbyněk, Olga MERTLOVÁ, Ivo VYKYDAL a Josef ŽÁK. Využití digitálních metod a zavedení informačního modelování staveb jako nástroj k dosažení vyšší efektivnosti staveb financovaných Státním fondem dopravní insfrastruktury. *Silnice a železnice*. 2017, **12**(1), 82-85. ISSN 1801-822X.

[25] ČERNÝ, Martin. *BIM příručka: Základní představení metodiky informačního modelování budov (BIM) a význam BIM pro změny procesů ve stavebnictví*. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013. ISBN 978-80-260-5297-5.

[26] KOVAŘÍK, Radovan. Systém cyklického broušení výhybek. In: *19. konference: Železniční dopravní cesta 2016*. Olomouc: SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY, státní organizace, 2016, s. 47-55. ISBN 978-80-905200-8-0.

[27] *Pokyn GŘ č. 10/2015 Cyklické broušení pojížděných součástí výhybek a výhybkových konstrukcí* [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: http://www.szdc.cz/dalsi-informace/dokumenty-a-predpisy/organizacne-ridici.html?page=detail&docid=1%3B%23b14c2c93-12ed-4403-bfe1-6729d7890571

[28] ZBOŘIL, Josef, Petr HAVLÍČEK a Miloslav KLEMENT. Využití skeneru HandyScan 3D EXAscan pro součásti železniční infrastruktury. In: *TechMat 09: Perspektivní technologie a materiály pro technické aplikace*. Svitavy, 2009. ISBN 978-80-7395-046-0.

[29] FIŠEROVÁ, Věra, Petr HAVLÍČEK a Petr NAVRÁTIL. 3D skener pro kontrolu. In: *XXI. medzinárodný seminár "Traťové stroje v teórii a v praxi" SETRAS 2016*. Žilina: VTS pri Žilinskej univerzite v Žiline, 2016, s. 31-38. ISBN 978-80-89276-52-3.

[30] KECHLIBAR, Marian. Děravé databáze. In: *Https://kechlibar.net* [online]. 2017 [cit. 2017-08-10]. Dostupné z: https://kechlibar.net/wordpress/2017/07/28/derave-databaze/

[31] DONEPUDI, Kiran. Data Lake or Data Swamp. *Https://www.linkedin.com/in/kirandonepudi/* [online]. 2016 [cit. 2017-08-21]. Dostupné z: https://www.linkedin.com/pulse/data-lake-swamp-kiran-donepudi

[32] RANJAN, Alok. Building a Data-Driven Culture – EngazeWell. *Http://engazewell.com/2017/04/16/building-a-data-driven-culture/* [online]. 2017 [cit. 2017-08-18]. Dostupné z: http://engazewell.com/2017/04/16/building-a-data-driven-culture/

[33] ABATE, Robert. 25 Predictions About The Future Of Big Data - Hadoop360. *Http://www.hadoop360.datasciencecentral.com/* [online]. 2017 [cit. 2017-08-18]. Dostupné z: http://www.hadoop360.datasciencecentral.com/blog/25-predictions-about-the-future-of-big-data?xg_source=twitter&utm_content=bufferdcdd5&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer

[34] ZBOŘIL, Josef. Předcházení vzniku vad a zvyšování životnosti součástí výhybkových konstrukcí v trendu využívání 3D skenerů a Průmyslu 4.0. In: *Opravy a rekonstrukce železničních tratí ve výlukách*. Děčín: VOŠ a SPŠ Děčín, 2017, s. 70-77. ISBN 978-80-905733-4-5.

[35] WOLTER, Klaus Ulrich. Continuous Track Monitoring: Developed and deployed on the Deutsche Bahn Network. *Http://www.db-esgrail.com* [online]. 2017 [cit. 2017-08-10]. Dostupné z: http://www.db-esgrail.com/esg/news/blog/14704490/blog_ctm-predict_maintenance.html?start=0&itemsPerPage=10

[36] Patronage - iaf, the International Exhibition on Track Technology. *Www.iaf-messe.com* [online]. 2017 [cit. 2017-08-14]. Dostupné z: https://www.iaf-messe.com/en/index/patronage.html

[37] Stavebnicová koncepce výhybek pro různé užití až po vysokorychlostní do 300 km/hod. In: ŠNAJDR, Zdeněk. *Železnice 2002: 7. setkání investorů, projektantů, stavitelů a správců* [online]. Praha: SUDOP Praha, 2002, s. 181-186 [cit. 2017-08-10]. Dostupné z: http://www.konferencezeleznice.cz/data/sborniky/2002.pdf

1. Úvod

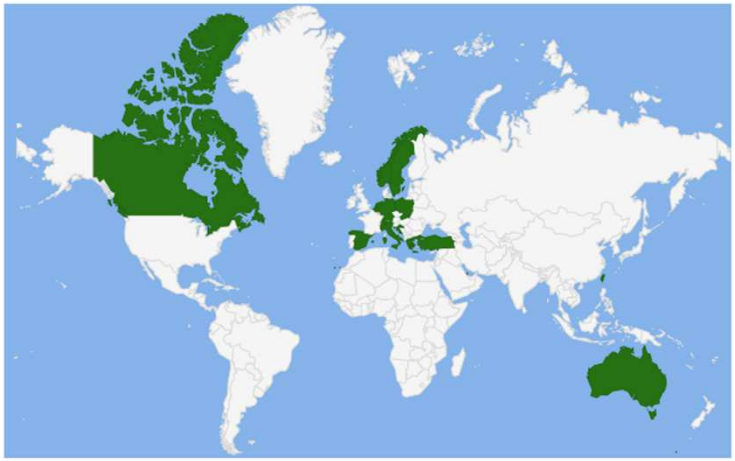
- DT je významným výrobcem výhybek a výhybkových konstrukcí **s dlouholetou tradicí** a specializací na výzkum, vývoj, konstrukci, výrobu, montáž a regeneraci výhybek a výhybkových konstrukcí pro dráhy železniční (včetně metra) a tramvajové.

- Poskytuje kompletní příslušenství výhybek a je také **servisním partnerem** pro projektování. Velkou pozornost věnuje vývoji výhybek a výhybkových konstrukcí, zejména aplikaci nových materiálů a technologií, zvyšujících kvalitu a **prodlužujících životnost výrobků**.

Železniční výhybkové konstrukce



Tramvajové výhybkové konstrukce



1. Úvod

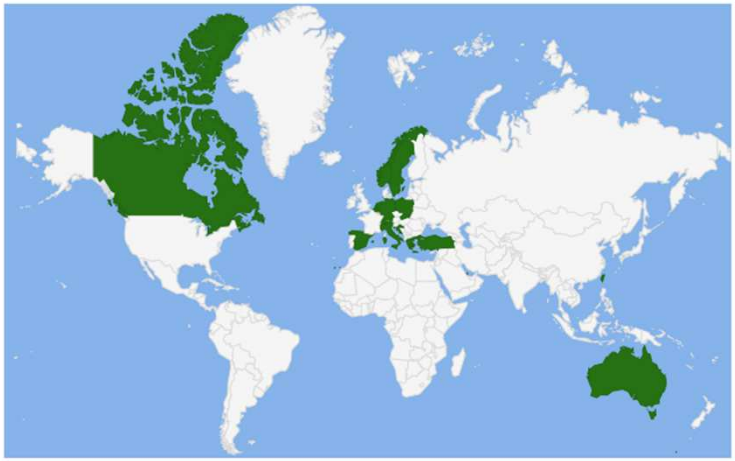
- Podílí se na vytváření železniční sítě České republiky (ČR), která se řadí mezi nejhustší sítě na světě. Dodávky výhybek a výhybkových konstrukcí pro koridory ve správě Správy železniční dopravní cesty, státní organizaci (SŽDC) tvoří **rozhodující a nejprestižnější** část výrobního programu DT.

- Dodává však i výhybky a výhybkové konstrukce **do dalších zemí** Evropy, Severní a Jižní Ameriky, Austrálie a Asie – v řádu jednotek tisíc kusů do cca 30 zemí.

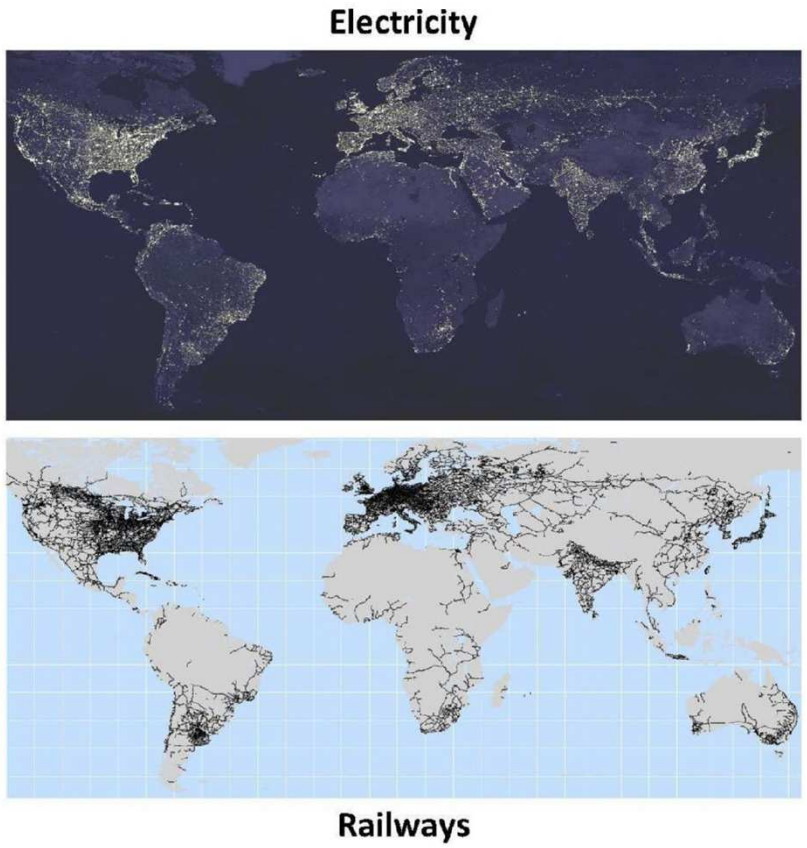
Železniční výhybkové konstrukce

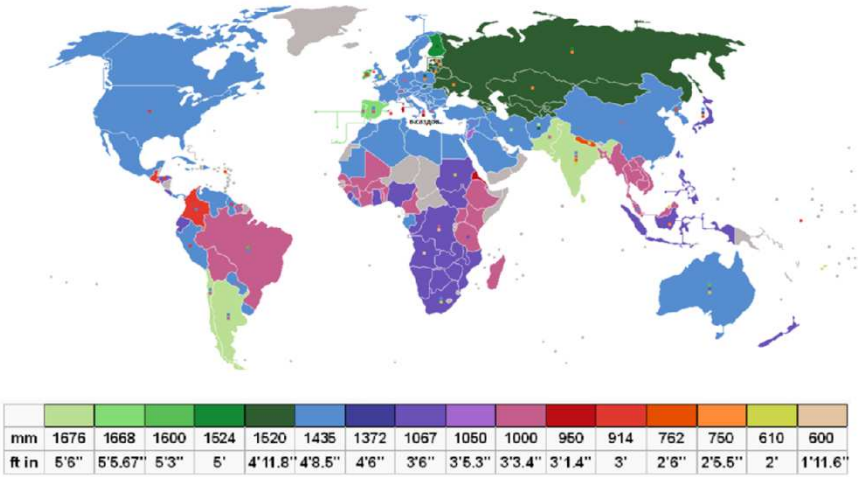


Tramvajové výhybkové konstrukce



1. Úvod

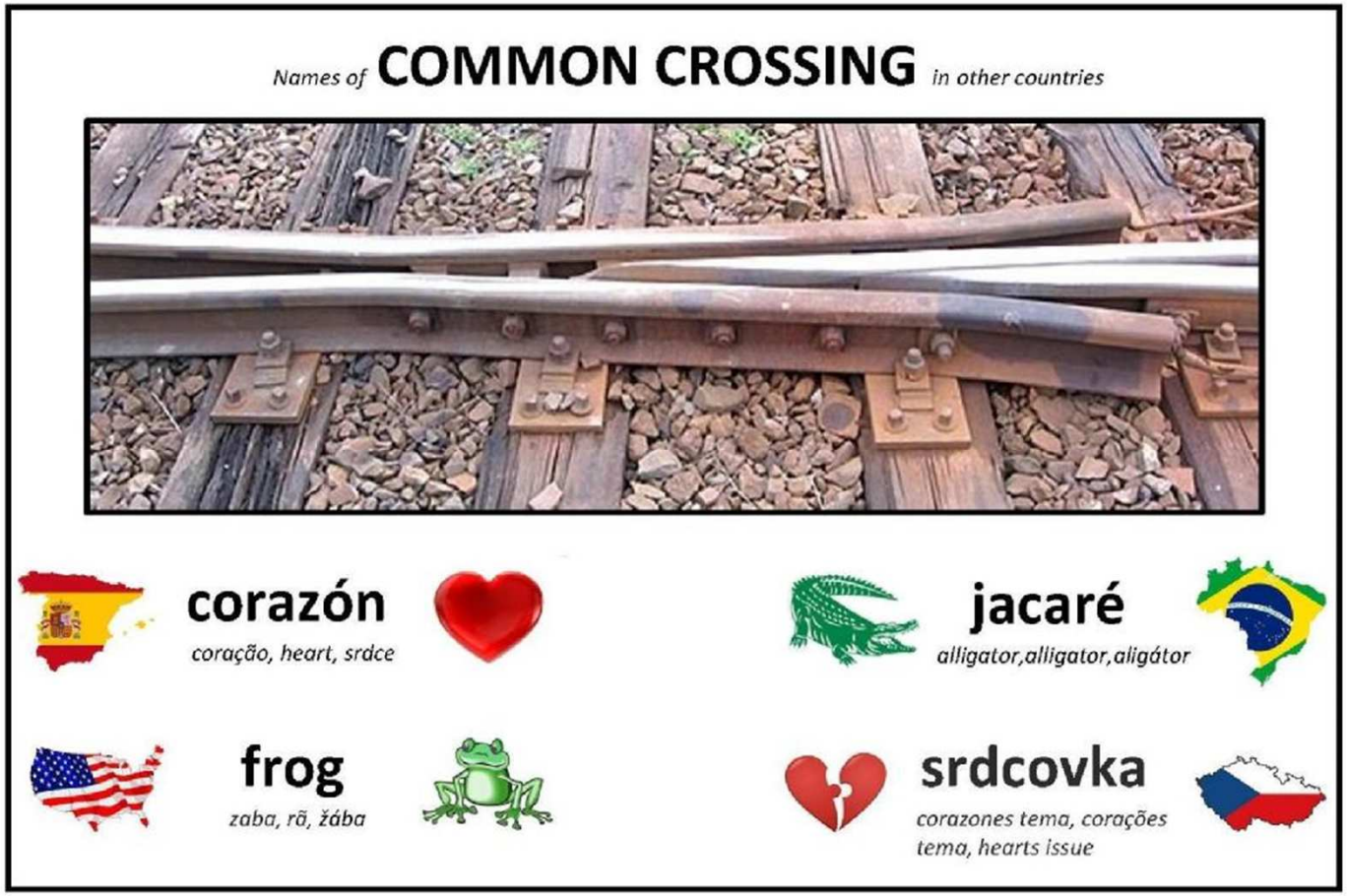




Typizace soustav železničního svršku	Rozšířenost [%]
UIC (CEN) – Evropa a celosvětově	44
AAR (AREMA, AREA) – severní Amerika	33
OSŽD (předpisy R XXX/X – doporučené a O XXX/X–závazné) – bývalé státy východního bloku	16
Jiné (JIS, ARTC …)	7

Odhad rozšířenosti typizace soustav železničního svršku dle délky železniční trati

1. Úvod


Names of COMMON CROSSING in other countries
corazón
coração, heart, srdce
jacaré
alligator,alligator,aligátor
frog
zaba, rã, žába
srdcovka
corazones tema, corações tema, hearts issue

2. Vady, životnosti a LCC součástí výhybkových konstrukcí

- Vady součástí výhybek a výhybkových konstrukcí, zjišťované v provozu, jsou v různých zemích v různém rozsahu statisticky zpracovávány a tato data jsou využívána jak pro nutná opatření v provozu se zpětnou vazbou na konstrukci výhybky a technologii její výroby, tak i pro dlouhodobé plánování opravných prací.
- Optimální údržba (např. broušením) ale není obecně definována či doporučována a každá správa železnic postupuje dle své strategie a zkušeností, včetně SŽDC v ČR. Při zjišťování výskytu vad u německých drah ve správě DB Netz AG (DB) bylo například zjištěno, že ze všech vad je cca 90 % tvořeno jen 10 typy.

Nejrozšířenější vady kolejnic u DB

příčné únavové trhliny postupně se rozvíjející z hloubi průřezu oválného tvaru
shelling – odlupování pojížděné hrany kolejnice
head checks (tvorba trhlin) – vylupování materiálu na pojížděné hraně
belgrospi´s
squat
vtisky
vybroušená místa na pojížděné ploše od prokluzu kol (ojedinělá nebo souvislá)
vlnkovitost koleje a skluzové vlny
vlnovitá deformace (dlouhé vlny)
příčná trhlina v oblasti svaru

2. Vady, životnosti a LCC součástí výhybkových konstrukcí







2. Vady, životnosti a LCC součástí výhybkových konstrukcí

- Životnost výhybek a výhybkových konstrukcí je například na švýcarských spolkových drahách Schweizerische Bundesbahnen (SBB) v kategorii:
  - HG1 ($\geq$ 11 mil. hrt) 13,7 $\pm$ 2,7 let,
  - HG2 (3,5 až 11 mil. hrt) 14,9 $\pm$ 4,7 let,
  - HG3 ($\leq$ 3,5 mil.hrt) 23,8 $\pm$ 4,3 let.

- Z dlouhodobého hlediska je zásadní posuzovat (součásti) výhybky, nebo výhybkové konstrukce podle nákladů životního cyklu (tzv. LCC – Life Cycle Cost) obdobně jako například u dopravních prostředků.

2. Vady, životnosti a LCC součástí výhybkových konstrukcí

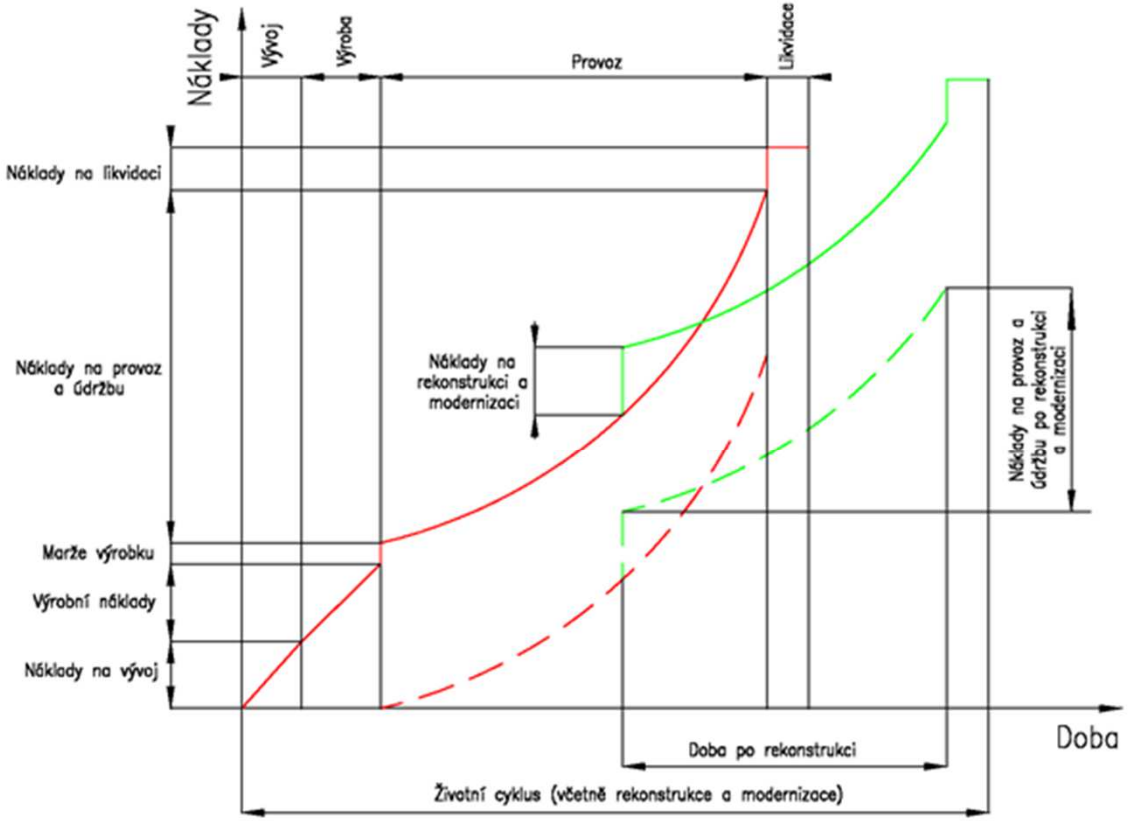


Schéma závislosti nákladů životního cyklu na čase

2.1 Spolehlivost, predikce bezporuchovosti a efektivní plánování údržby

- **Bezporuchovost** je dle ČSN IEC 60050-192 definována jako schopnost fungovat v daných podmínkách během daného časového intervalu bez poruchy tak, jak je požadováno.

- **Predikce** je ve stejné normě definována jako výpočetní proces používaný k získání předpovězené hodnoty veličiny, která je vyhodnocena před tím, než je skutečně pozorovatelná.

- K tomu jsou používány různé databáze bezporuchovosti (mezi mezinárodně nejrozšířenější a nejpoužívanější paří NPRD, EPRD, FMD, SPIDR, OREDA, PDS Data Handbook, SERH, EIREDA či IAEA-TECDOC-478) a metodiky predikce bezporuchovosti (mezi mezinárodně nejrozšířenější a nejpoužívanější patří MIL-HDBK-217, PRISM, 217Plus, FIDES, RDF 2000, Telcordia SR-332, GJB/z 299, NSWC, Siemens SN29500 či HRD) pro dané typy obsažených prvků – elektronických, neelektronických, elektrických, mechanických, elektro-mechanických či mechanických prvků jaderných zařízení.

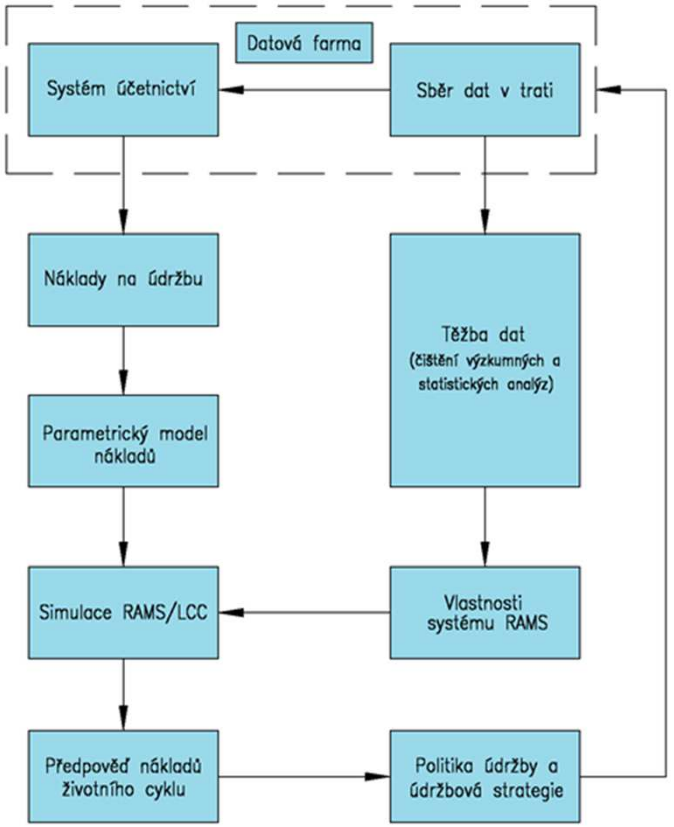
2.1 Spolehlivost, predikce bezporuchovosti a efektivní plánování údržby

- **Technická diagnostika** je činnost prováděná za účelem zjištění poruchového stavu, jeho lokalizace a identifikace příčiny. Výsledkem je geneze a diagnóza okamžitého technického stavu diagnostikovaného objektu. Pro potřeby řízení a plánování provozu je však požadována také prognóza dalšího vývoje.

- Znalost skutečného technického stavu objektu a správné predikce jeho dalšího vývoje **zajišťuje spolehlivý, bezpečný a hospodárný provoz** a je také základem pro efektivní plánování údržby.

2.2 RAMS výhybek a výhybkových konstrukcí

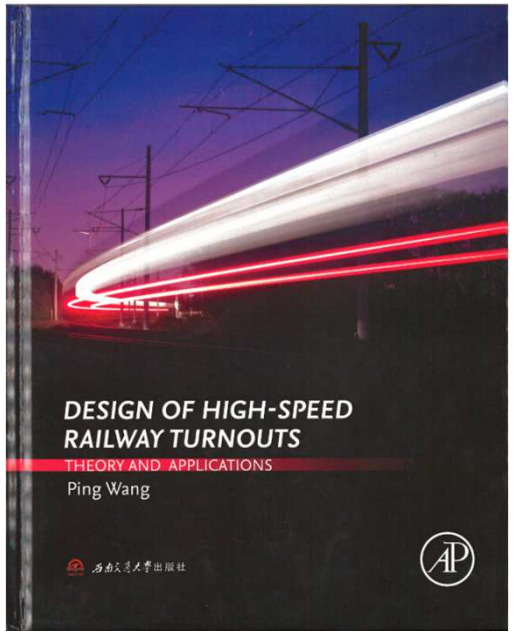
- Mezi předpoklady pro efektivní údržbu železniční dopravní cesty, patří na straně jejího správce posuzování **LCC** železniční infrastruktury (dle Mezinárodní železniční unie UIC náklady na provoz a údržbu železniční infrastruktury představují 80 % z LCC) a zavedení systému **RAMS** (anglická zkratka pro Reliability, Availability, Maintainability, Safety – česky bezporuchovost, pohotovost, udržovatelnost a bezpečnost) ve smyslu ČSN EN 50126-1, a to i na straně dodavatelů.



Pracovní postup analýz RAMS/LCC

2.2 RAMS výhybek a výhybkových konstrukcí

- RAMS a LCC představují systémy, jejichž zpracování a výsledky již dnes běžně požadují správci infrastruktury a dopravci po výrobcích a dodavatelích jako průkaz spolehlivosti jejich výrobků a systémů, a to především **na západ od ČR**. Systémy LCC a RAMS pro správu a údržbu vysokorychlostních tratí jsou **zavedeny také v Číně**, kde jsou historicky vyvíjeny více než 30 let.



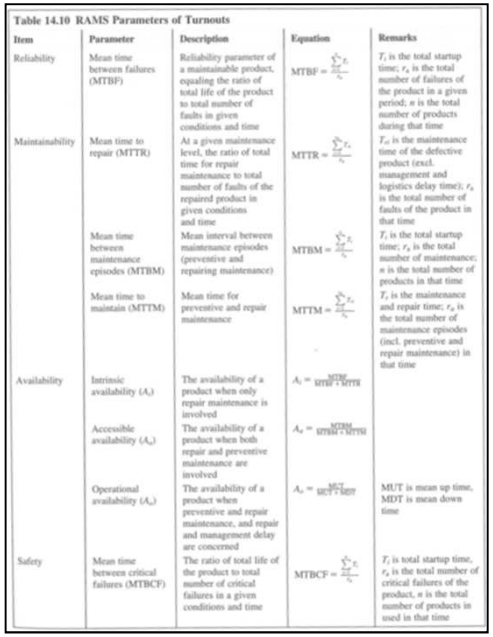


Table 14.10 RAMS Parameters of Turnouts

Item	Parameter	Description	Equation	Remarks
Reliability	Mean time between failures (MTBF)	Reliability parameter of a maintainable product, equaling the ratio of total life of the product to total number of faults in given conditions and time	$MTBF = \frac{\sum T_i}{\sum r_i}$	T_i is the total startup time; r_i is the total number of failures of the product in a given period; n is the total number of products during that time
Maintainability	Mean time to repair (MTTR)	At a given maintenance level, the ratio of total time for repair maintenance to total number of faults of the repaired product in given conditions and time	$MTTR = \frac{\sum T_{ri}}{\sum r_i}$	T_{ri} is the maintenance time of the defective product (excl. management and logistics delay time); r_i is the total number of faults of the product in that time
	Mean time between maintenance episodes (MTBM)	Mean interval between maintenance episodes (preventive and repairing maintenance)	$MTBM = \frac{\sum T_i}{\sum r_i}$	T_i is the total startup time; r_i is the total number of maintenance; n is the total number of products in that time
	Mean time to maintain (MTTM)	Mean time for preventive and repair maintenance	$MTTM = \frac{\sum T_{ri}}{\sum r_i}$	T_i is the maintenance and repair time; r_i is the total number of maintenance episodes (incl. preventive and repair maintenance) in that time
Availability	Intrinsic availability (A_i)	The availability of a product when only repair maintenance is involved	$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	
	Accessible availability (A_a)	The availability of a product when both repair and preventive maintenance are involved	$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + MTTR}$	
	Operational availability (A_o)	The availability of a product when preventive and repair maintenance, and repair and management delay are concerned	$A_o = \frac{MUT}{MUT + MDT}$	MUT is mean up time, MDT is mean down time
Safety	Mean time between critical failures (MTBCF)	The ratio of total life of the product to total number of critical failures in a given conditions and time	$MTBCF = \frac{\sum T_i}{\sum r_i}$	T_i is total startup time; r_i is the total number of critical failures of the product, n is the total number of products in used in that time

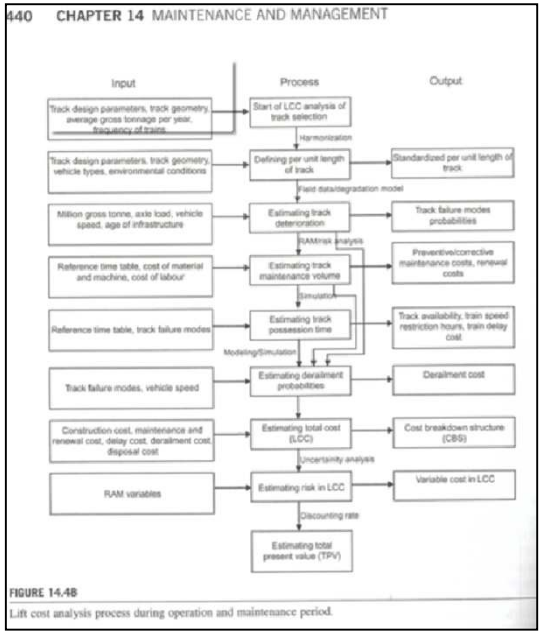
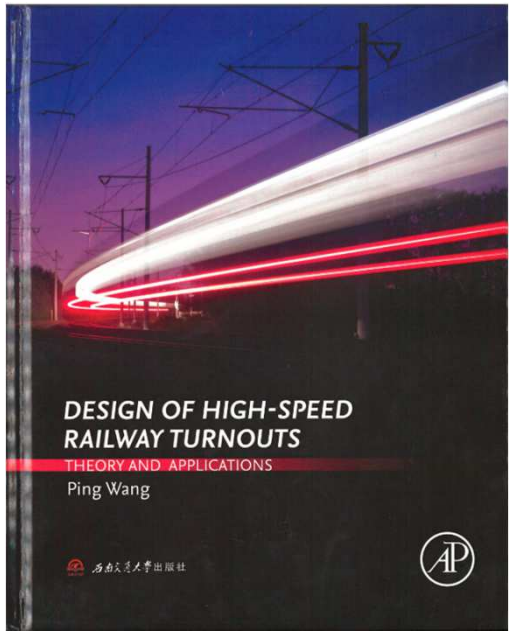


FIGURE 14.48
Lift cost analysis process during operation and maintenance period.

2.2 RAMS výhybek a výhybkových konstrukcí

- RAMS a LCC představují systémy, jejichž zpracování a výsledky již dnes běžně požadují správci infrastruktury a dopravci po výrobcích a dodavatelích jako průkaz spolehlivosti jejich výrobků a systémů, a to především **na západ od ČR**. Systémy LCC a RAMS pro správu a údržbu vysokorychlostních tratí jsou **zavedeny také v Číně**, kde jsou historicky vyvíjeny více než 30 let.



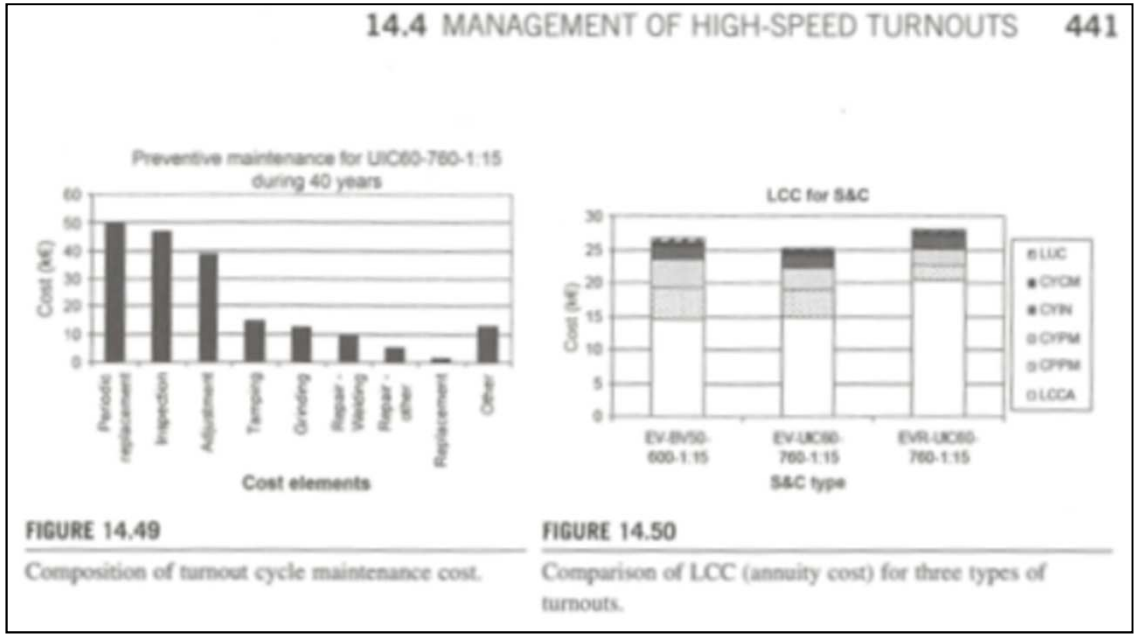


FIGURE 14.49
Composition of turnout cycle maintenance cost.

FIGURE 14.50
Comparison of LCC (annuity cost) for three types of turnouts.

3. Trend výroby, vývoje a údržby dle Průmyslu 4.0

- Průmysl 4.0 neboli *„čtvrtá průmyslová revoluce“* je označení pro současný trend digitalizace, s ní související automatizace (nejen) výroby a změn na trhu práce, které s sebou přinese. Na hanoverském veletrhu 2013 sdělili analytici průmyslového dění společnosti novou skutečnost: *„Je tu čtvrtá průmyslová revoluce!“* **Nikoliv, že přichází, ale že již nastala.** A že nejde o orientaci, pro kterou se lze rozhodnout, nebo také nikoliv, ale že se jedná o přirozený a velmi silný trend, který přichází všemi odvětvími a kontinuálně roste.

- Lidé rádi vykonávají tvůrčí činnost. Zpravidla je ale netěší opakované rutinní úkony. Navíc je dělají nepřesně a s chybami. Racionální volbou je ponechat lidem tvůrčí práci a opakované činnosti (nejen manuální, ale veškeré) přenechat strojům. Umí to lépe a levněji než lidé. To je podstata čtvrté průmyslové revoluce. Snad by bylo možné parafrázovat známý Baťův výrok *„dřinu strojům, lidem myšlení“* do aktuální podoby *„opakovanou manuální i duševní práci strojům, tvořivou manuální i duševní práci lidem“*.

3. Trend výroby, vývoje a údržby dle Průmyslu 4.0

- Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR také vydalo **v září 2015** úvodní 41 stránkový dokument *„Národní iniciativa Průmysl 4.0“* a **v srpnu 2016** schválila vláda ČR finální 228 stránkový dokument *„Iniciativa Průmysl 4.0“,* jehož dlouhodobým cílem je udržet a posílit konkurenceschopnost ČR v době nástupu tzv. čtvrté průmyslové revoluce.

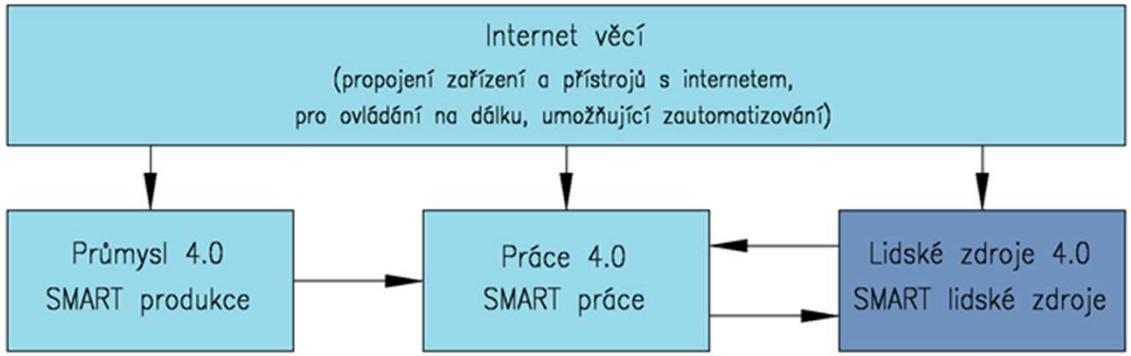
- Průmysl 4.0 je řazen do širšího kontextu SMART LIFE, budoucího životního stylu, který zahrnuje vzájemně propojené oblasti se stejným přívlastkem SMART(ER).

Pojem SMART(ER)

S	specific, significant, simple	konkrétní, významný, jednoduchý
M	measurable, meaningful, manageable	měřitelný, smysluplný, uříditelný
A	achievable, ambitious, aligned	dosažitelný, ambiciózní, sladěný
R	realistic, relevant, resourced	realistický, odpovídající, pokrytý zdroji
T	time-bound, timed, trackable	ohraničený v čase, termínovaný, dohledatelný
E	evaluate, ethical, engaging	hodnocený, etický, strhující
R	reevaluate, recordable, reaching	průběžně hodnocený, zaznamenatelný, dosažitelný

3.1 Lidské zdroje 4.0 pro výrobu, vývoj a údržbu výhybek a výhybkových konstrukcí

Průmysl 4.0 bude muset být podporován i všemi ostatními činnostmi firem či organizací – včetně práce s lidskými zdroji, kde se v tomto kontextu hovoří o **Human Resources 4.0** (HR 4.0) či SMART HR Services a o očekávání, že pro Průmysl 4.0 budou pracovníci mít odlišné kvalifikační předpoklady, než v minulosti a zásadními se do budoucna stanou kreativita, flexibilita a sociální a IT kompetence.



Změny Lidských zdrojů vlivem *„Internetu věcí“*

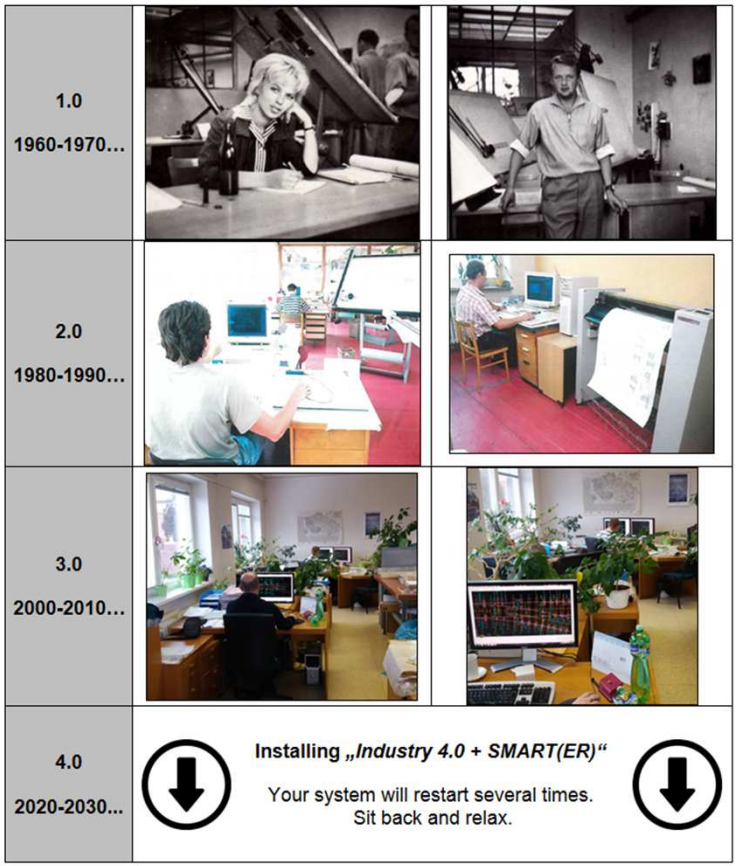
3.1 Lidské zdroje 4.0 pro výrobu, vývoj a údržbu výhybek a výhybkových konstrukcí

- Zavádění a úspěšné zavedení nástrojů Průmyslu 4.0 tak přinese a vyžaduje až generační změnu v oblasti automatizace a digitalizace, jakkoli jsou již průběžně implementovány a tyto pojmy skloňovány od 70. let 20. století.

- Například z více než 60leté historie výroby výhybek v DT (*„prostějovské výhybkárně“),* lze rozpoznat různé generace jejích pracovníků, které čelily také generačně různým výzvám, k jejichž vyřešení byly vhodné odlišné schopnosti, kvalifikační předpoklady či talent.



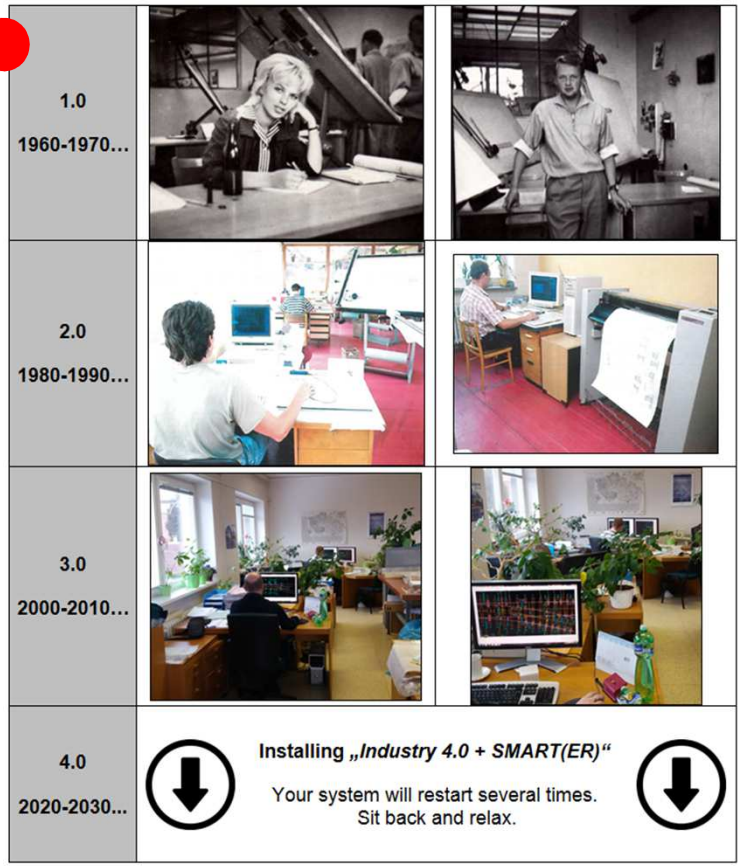
Průběh generačních změn v konstrukční kanceláři č. 22211 v DT



3.1 Lidské zdroje 4.0 pro výrobu, vývoj a údržbu výhybek a výhybkových konstrukcí

„Generace 1.0: 1960-1970…“

Historicky v oblasti výroby výhybek na území ČR dochází v roce 1956 k přesunu výroby z Vítkovických železáren do *„Železáren Prostějov“*. V oblasti konstrukce výhybek na území ČR dochází k zásadním změnám v roce 1963, kdy je vyrobena první výhybka (JT-1:9-300) sjednocené (poměrové) soustavy, jež nahradila soustavu stupňovou. Základ poměrové soustavy byl tvořen osvědčenými typy výhybek, používaných již delší dobu u většiny ostatních národních správ železnic. Z vlastních a převzatých zkušeností, doplněných doporučeními mezinárodních organizací jako OSŽD, UIC a ORE/ERRI), byl pak tento proces typizace výhybek v roce 1983 úspěšně dokončen.

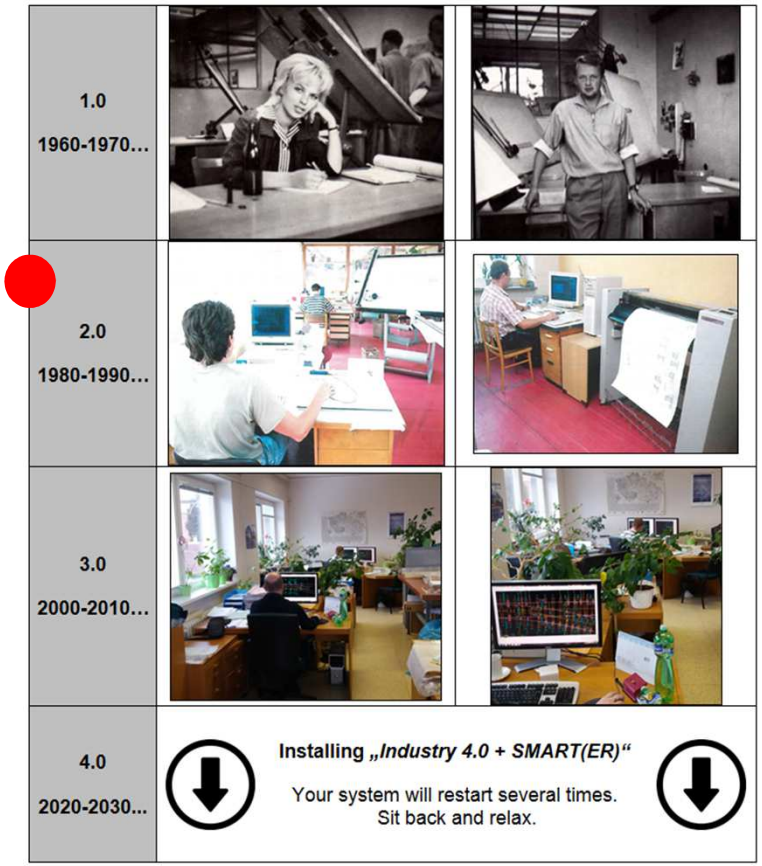


3.1 Lidské zdroje 4.0 pro výrobu, vývoj a údržbu výhybek a výhybkových konstrukcí

„Generace 2.0: 1980-1990…“

Po postupném omezování a zastavování výroby výhybek soustav A a T byla, dle náplně státního úkolu P 07-127-805, zahájena výroba výhybek soustav S 49 a R 65.

V roce 1987 byla zahájena činnost na DÚ-04 s názvem *„Výzkum výhybek se zvýšenou provozní odolností“* státního úkolu P 07-127-820, v němž byl řešen vývoj konstrukčního uspořádání rozhodujících částí výhybek (jazyků, srdcovek, kluzných stoliček, přídržnic a materiálů pro tyto části výhybek), jež rámcově a ve své podstatě pokračuje až do dnešní doby.

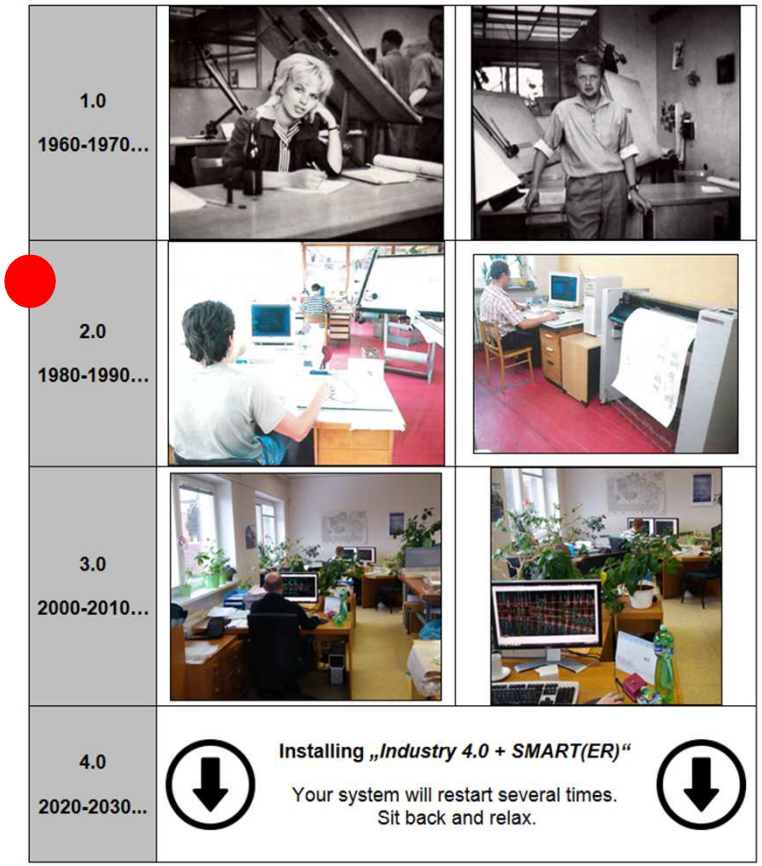


3.1 Lidské zdroje 4.0 pro výrobu, vývoj a údržbu výhybek a výhybkových konstrukcí

„Generace 2.0: 1980-1990…“

V roce 1994 došlo k privatizaci *„Železáren Prostějov“* a výroba výhybek začala být od roku 1994 zajišťována původní firmou *„Doležal a Těhník, Prostějov“*.

Ve stejném období jsou obdobně privatizovány jak i výhybkárny bývalého východního bloku, tak také např. v Rakousku, kdy je v letech 1992-94 privatizována státní fy. VAE, jeden z největších světových výrobců výhybek.

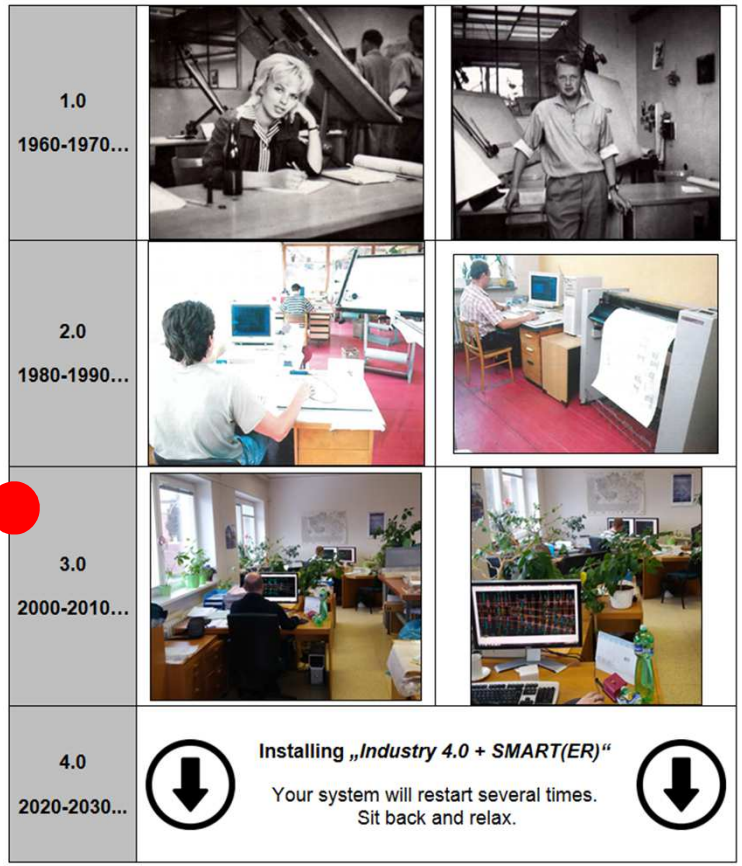


3.1 Lidské zdroje 4.0 pro výrobu, vývoj a údržbu výhybek a výhybkových konstrukcí

„Generace 3.0: 2000-2010…“

Současná léta nového milénia a 10. léta 21. století jsou charakteristická jak expanzí na zahraniční trhy s dodávkami a zkušenostmi z **jednotek tisíc výhybkových konstrukcí** dle různorodých a specifických požadavků zákazníků **z více než 30 zemí**, tak také úspěšným řešením výzkumných projektů, z nichž některé dosáhly i na kritéria pro uznání veřejné podpory a dotací na výzkum a vývoj.

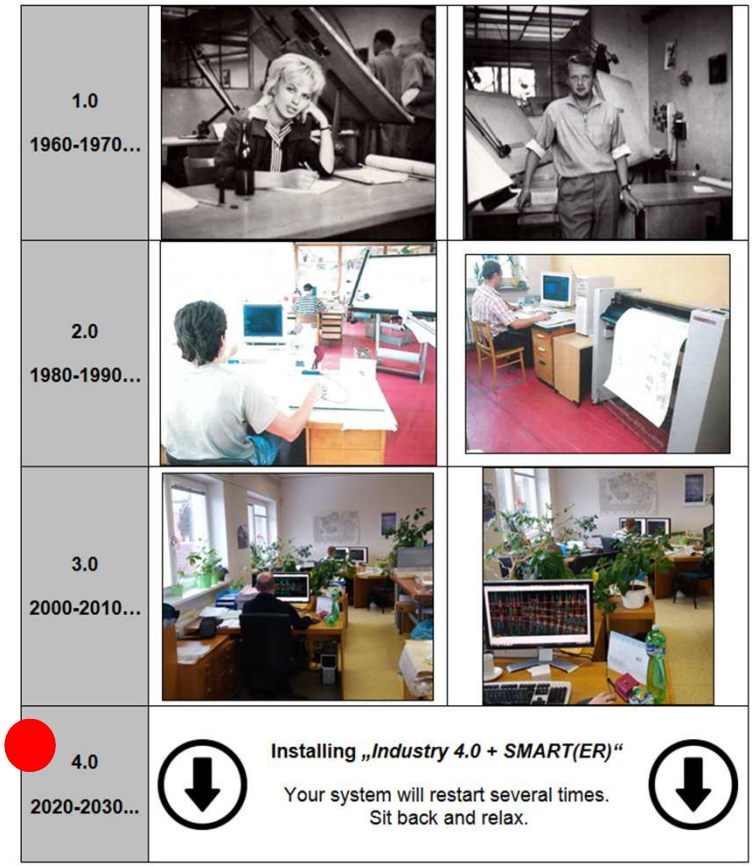
Období	Název projektu	Instituce poskytující dotaci
2002-2004	Bainitická ocel pro dynamicky namáhané komponenty (GA106/02/0745)	GAČR
2011-2015	Zvýšení kvality jízdní dráhy ve výhybkách pomocí zpružnění (TA01031297)	Alfa
2013-2019	CESTI - Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (TE01020168)	Centra kompetence
2016-2019	S-CODE - Switch and Crossing Optimal Design and Evaluation v rámci programu Horizon 2020, tématu H2020-S2RJU-OC-2016-01-2 Research into new radical ways of changing trains between tracks (S2R-OC-IP3-01-2016)	Shift2Rail, Horizon 2020



3.1 Lidské zdroje 4.0 pro výrobu, vývoj a údržbu výhybek a výhybkových konstrukcí

„Generace 4.0: 2020-2030…“

Pracovníci v Průmyslu 4.0 budou čelit pojmům **SMART(ER)**, **LCC**, **RAMS**, **PLM** (Product Lifecycle Management - Řízení životního cyklu výrobku), **BIM** (Building Information Modeling nebo Building Information Management - Informační model stavby), **Expertní systém** (poskytující expertní rady, rozhodnutí nebo doporučení na základě řídícího mechanismu s bázemi znalostí), **BIG DATA** (veledata v řádu terabajtů ukládaných v datových skladech ve strukturované podobě a sloužících pro analýzy a výpočty na vyžádání) a budou muset být schopni se s tím řádně vypořádat.



3.1 Lidské zdroje 4.0 pro výrobu, vývoj a údržbu výhybek a výhybkových konstrukcí









4. Přístup správců kolejové infrastruktury k Průmyslu 4.0

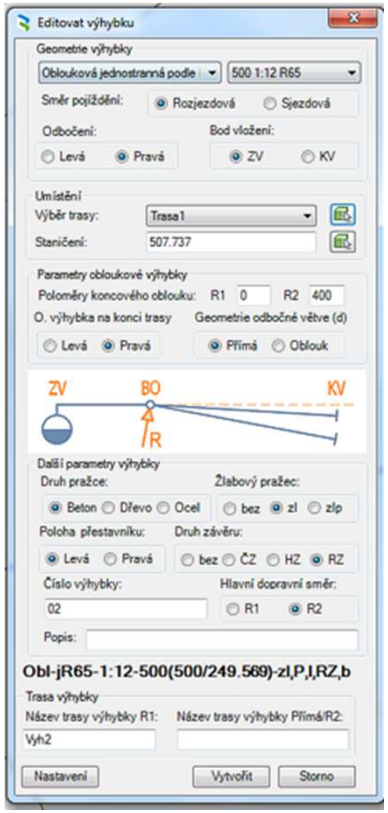
4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství

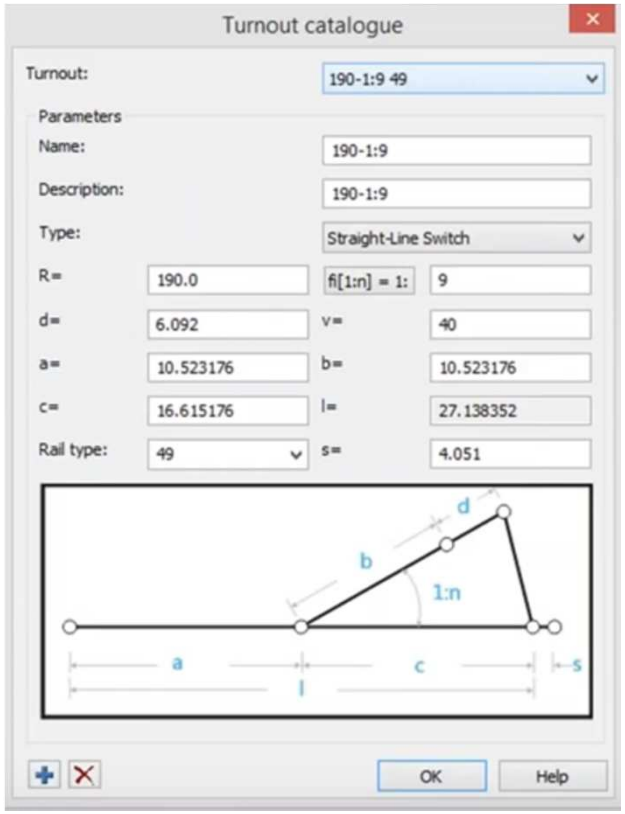
- Využitím digitálních metod na stavbách dopravní infrastruktury financovaných Státním fondem dopravní infrastruktury (SFDI) a zavedením BIM se zabývá expertní pracovní skupina, ve které je i zástupce SŽDC, jejímuž vytvoření předcházelo usnesení Vlády ČR ze dne 2. listopadu 2016 č. 958, o významu metody BIM pro stavební praxi a návrh dalšího postupu pro její zavedení.

- BIM představuje komplexní proces vytváření a správy dat o stavbě během celého jejího životního cyklu. Dochází k propojení přípravy, výstavby a provozování infrastruktury do jednoho komplexního digitálního systému (informačního modelu stavby neboli BIM modelu), který se vyznačuje přesností, konzistencí, koordinací a synchronizací. Přičemž v provozní fázi umožňuje efektivnější péči o dopravní infrastrukturu, systematickou a cílenou údržbu s optimálním vynakládáním finančních prostředků.

- BIM je pilířem Stavebnictví 4.0, respektive Průmyslu 4.0. Z hlediska výhybek směřuje k digitalizaci od jejich návrhu po jejich správu.

4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství





Příklady CAD menu výhybek v software Railway Tools české firmy CAD Studio, a.s. a v software Ferrovia slovinské firmy CGS Labs

4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství

- Správa výhybek pomocí PLM (Product Lifecycle Management, česky Řízení životního cyklu výrobku) umožňuje provádět LCC analýzy jejich součástí, **již ve fázi koncepce a v následných fázích životního cyklu je precizovat** a na základě nich i pak volit strategii údržby úpravou intervalů údržbových a servisních prací, pro jejich co nejefektivnější provoz a užívání.

- Je to proces řízení celého životního cyklu výrobku od prvního nápadu přes návrh, konstrukci a výrobu až po servis a likvidaci výrobku. PLM sdružuje lidi, data, podnikové procesy a systémy a pro vlastní výrobní podnik i jeho partnery vytváří páteř informací o výrobku. Pojmem PLM se označuje nejen způsob tohoto řízení, ale rovněž informační systém (software), který je podporuje.

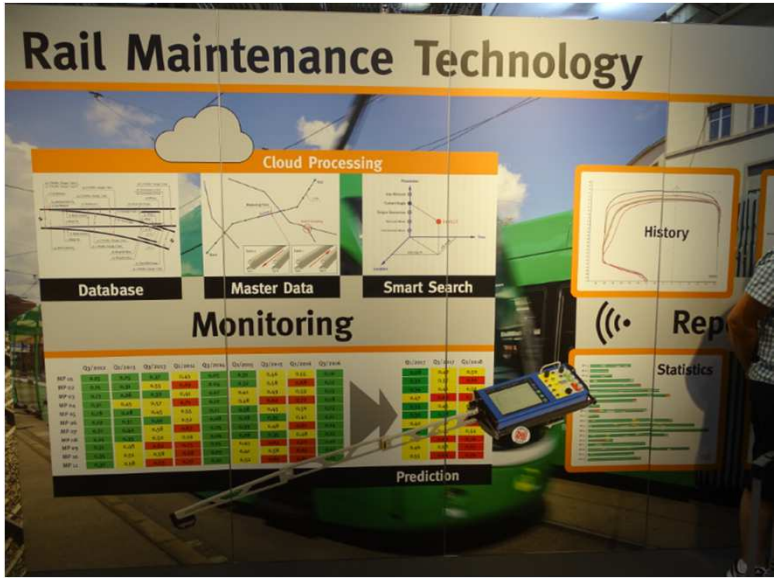
4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství

- Průkopnickým komplexním nástrojem na tomto poli, na úrovni přívlastků SMART(ER) či Průmyslu 4.0, je aktuálně **software Rail Cloud**, vznikající ve spolupráci švýcarských firem Autech AG a Schmid Elektronik AG, který je navržen pro přesné ukládání, zpracování a analyzování naměřených dat z trati.

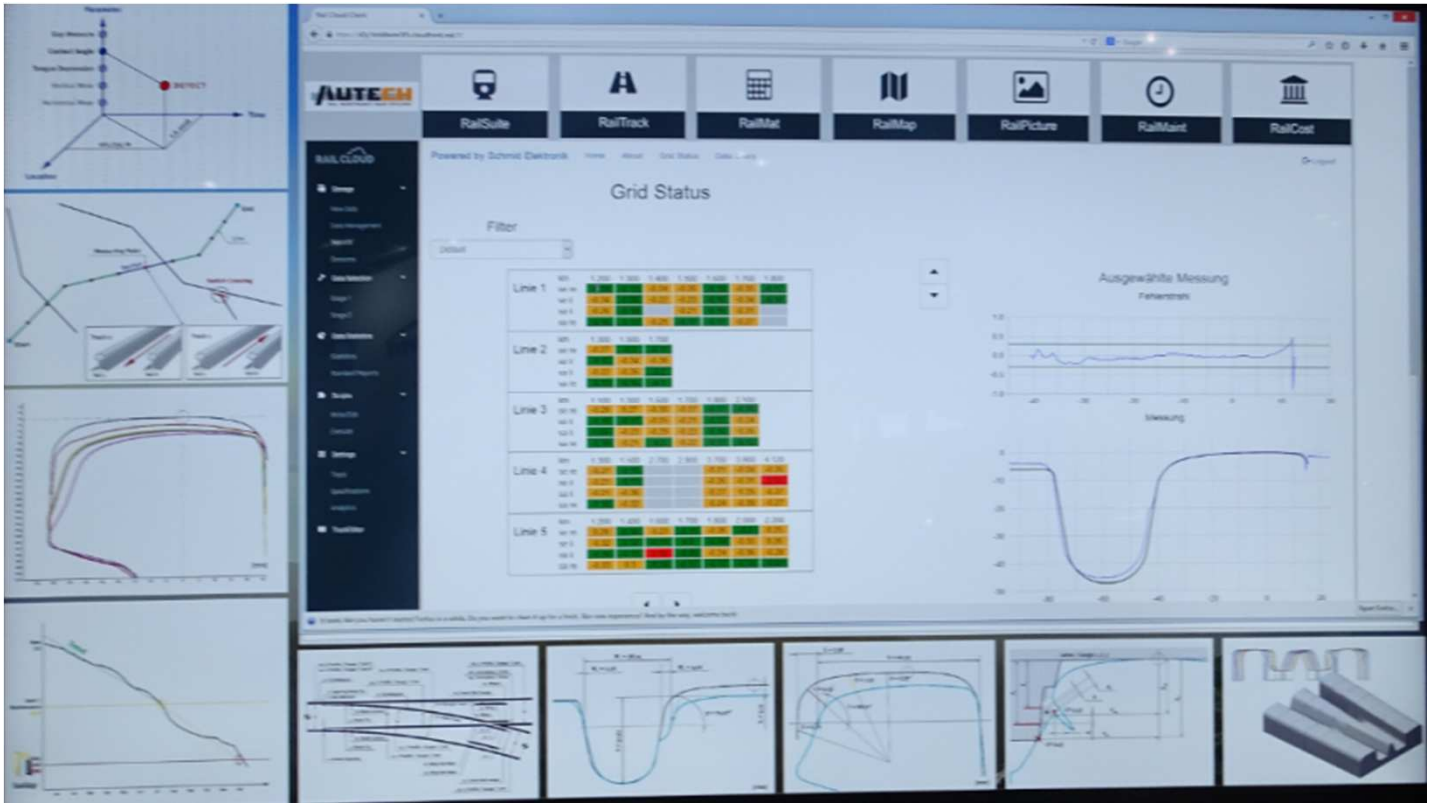


4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství

- Kromě snadného nahrávání a archivace naměřených dat je jeho cílem i umožnit vyhodnocovat a zavádět proaktivní údržbu pro každodenní použití. **Zaměřuje se na** intuitivní a praktické použití, statistiku dat, grafické vyhodnocování, tvorbu reportů a analýz, modelování opotřebení, SMART údržbu a plánování prediktivní údržby s minimálními náklady na cenu výpočetní techniky a IT služeb.



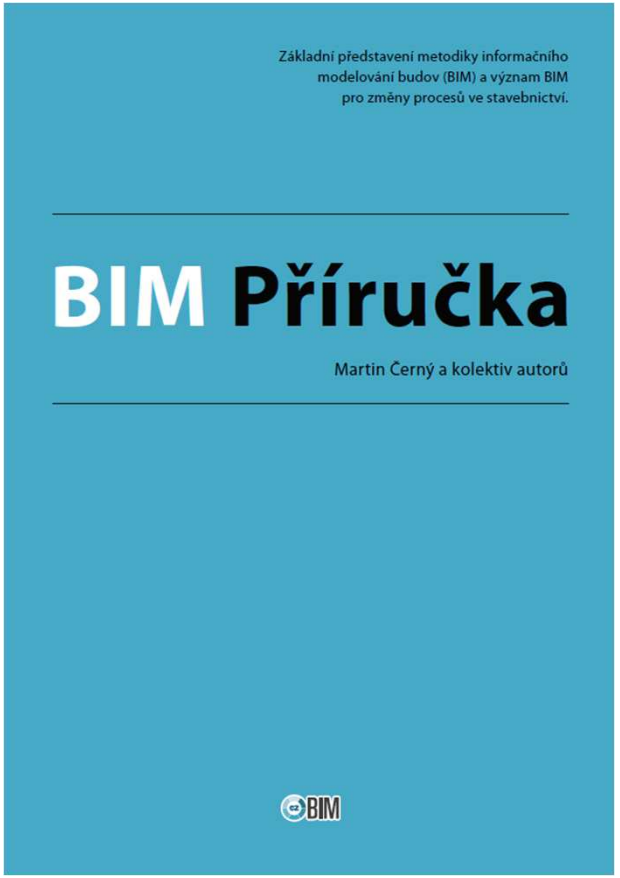
4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství



Správa výhybek v software Rail Cloud prezentované na 27. Mezinárodním veletrhu drážní údržby v Münsteru v červnu 2017

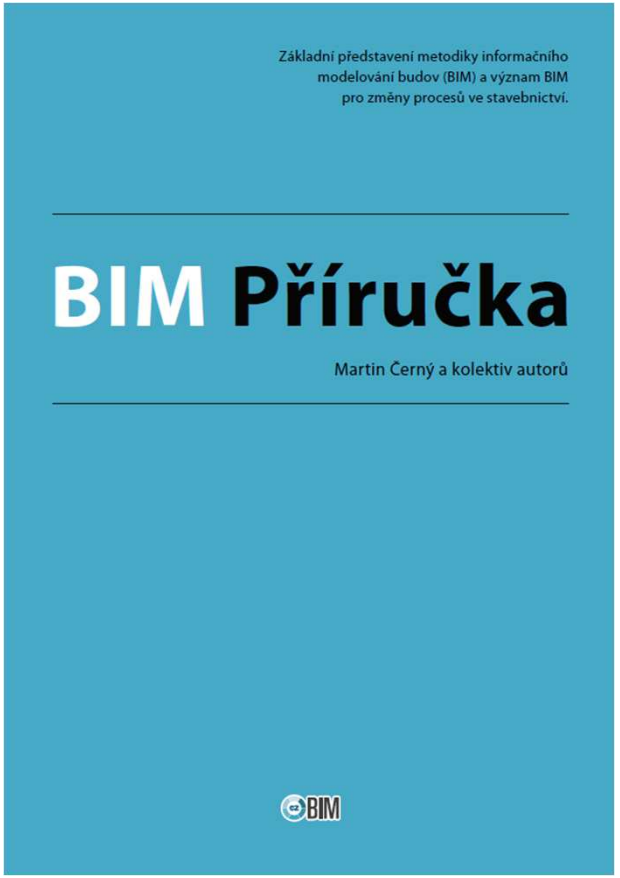
4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství

- I když je informační modelování staveb **známo od roku 1974**, tak v několika posledních letech se posunulo z teoretické roviny do praxe. Děje se tak především díky potenciálu informačního modelování v přinášení úspor, snižování rizik, použití efektivních technologií a systémů řízení založených na analýze dat.
- Základní představení BIM a její význam pro změny procesů ve stavebnictví v ČR je popsáno v **BIM Příručce z roku 2013**, která shrnuje poznatky z Finska, Norska, Holandska, Dánska, Velké Británie, Německa, USA, Singapuru, Austrálie a Číny.

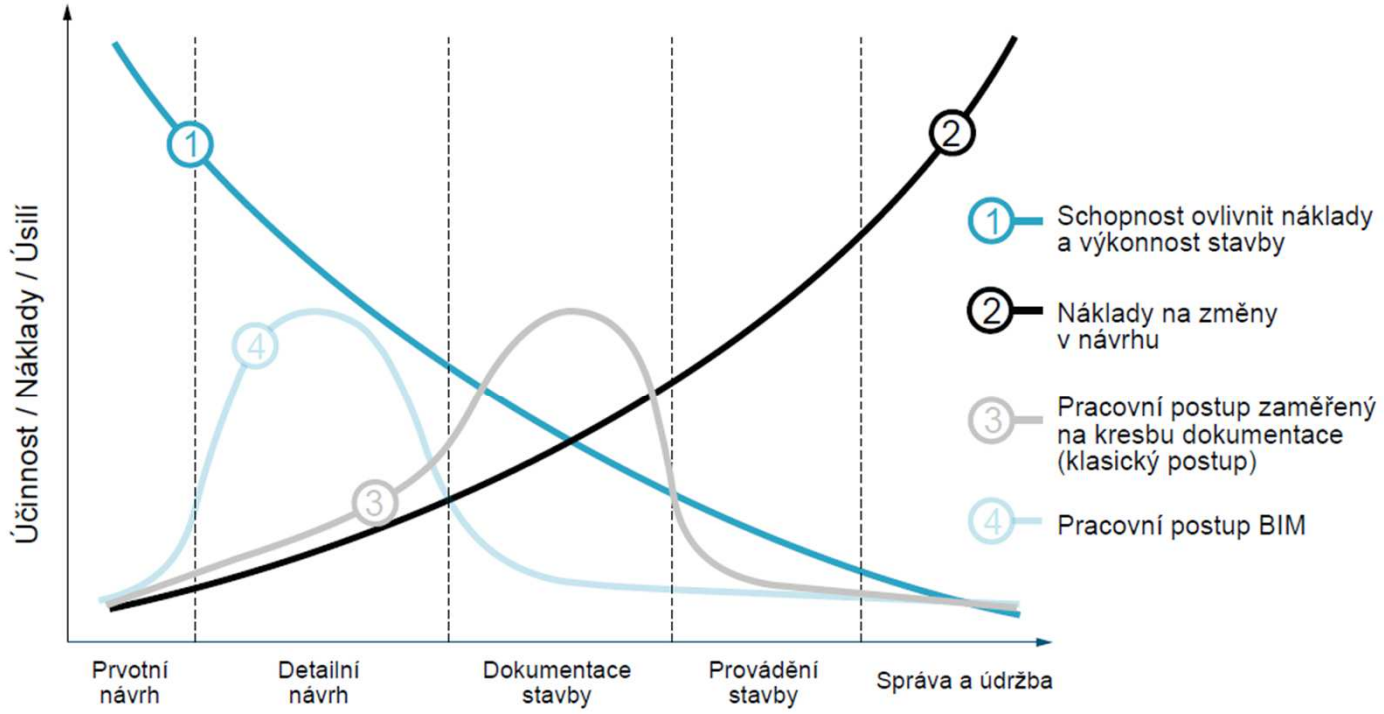


4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství

- Dílčí části BIM jsou na stavbách dopravní infrastruktury využívány již nyní a v roce 2016 rezort Ministerstva dopravy ve spolupráci se všemi zainteresovanými subjekty **rozhodl jít cestou postupných kroků**, sbíráním vlastních zkušeností a využíváním příkladů zahraniční dobré praxe, jako například doporučení Komise pro reformu výstavby velkých projektů v Německu, která mimo jiné uvádí, že je potřeba, aby od samého počátku **současný direktivní a konfrontační způsob spolupráce nahradila kultura kooperativní spolupráce** a ta zavládla v celém dodavatelském řetězci, až po konečné uživatele.



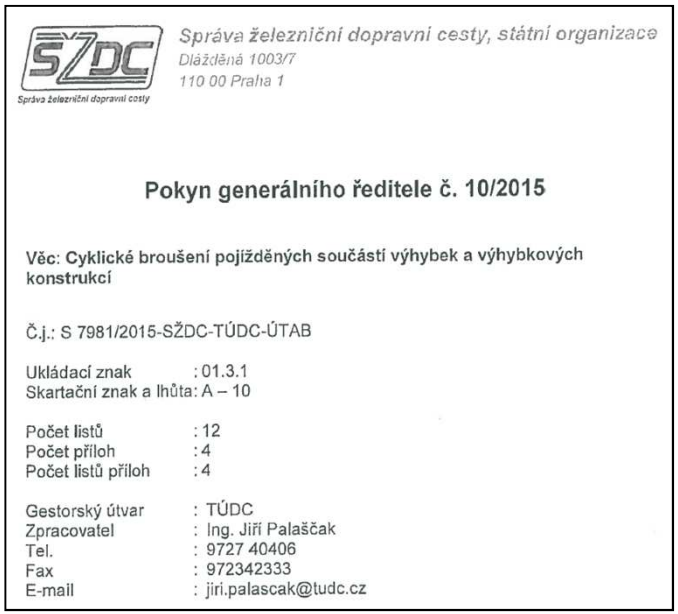
4.1 Informační modelování staveb a digitalizace v železničním stavitelství



Zdroj: Patrick MacLeamy, AIA/HOK
Překlad a zpracování: Martin Černý, VUT v Brně, 2013

4.2 Zavedení „Cyklického broušení na SŽDC“

- V minulosti bylo ověřeno, že řádným a odborným broušením lze předcházet vzniku vad na pojížděných součástech výhybek a výhybkových konstrukcí a udržet je tak v provozu až do jejich úplného dožití opotřebením. SŽDC neměla do nedávné doby nastavený plně funkční systém provádění broušení výhybek a velmi často byly vyměňovány jazyky, opornice a srdcovky právě z důvodu neodborného provedení broušení (SŽDC i DT) nebo absence diagnostiky potřeby včasného zásahu.
- Z toho důvodu vyšel 1. 1. 2016 na SŽDC v platnost pokyn GŘ č.10/2015 *„Cyklické broušení pojížděných součástí výhybek a výhybkových konstrukcí“*, s myšlenkou napomoci k hospodárnému využívání pojížděných součástí výhybek a výhybkových konstrukcí. Pro dokladování provedených prací je mimo jiné požadováno i sejmutí příčných řezů předepsaným typem digitálního profiloměru.



Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1

Pokyn generálního ředitele č. 10/2015

Věc: Cyklické broušení pojížděných součástí výhybek a výhybkových konstrukcí

Č.j.: S 7981/2015-SŽDC-TÚDC-ÚTAB

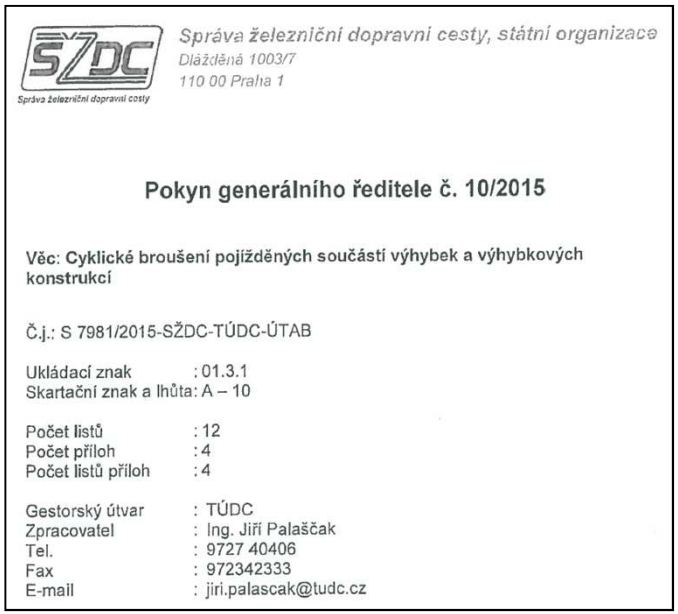
Ukládací znak : 01.3.1
Skartační znak a lhůta: A – 10

Počet listů : 12
Počet příloh : 4
Počet listů příloh : 4

Gestorský útvar : TÚDC
Zpracovatel : Ing. Jiří Palaščak
Tel. : 9727 40406
Fax : 972342333
E-mail : jiri.palascak@tudc.cz

4.2 Zavedení „Cyklického broušení na SŽDC“

- SŽDC považuje za největší přínos cyklického broušení odstraňování vad již v zárodcích, tedy dříve, než se rozvinou v rozsáhlejší nebo závažnější závady. Cena takové preventivní cyklické údržby je pak výrazně nižší než následné opravné práce nutné k odstraňování až kritických vad nebo výměna celých výhybkových součástí. Při ekonomickém vyhodnocení těchto činností je **nezbytné posuzovat především náklady ušetřené prodlužováním životnosti pojížděných součástí výhybek.**



Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1

Pokyn generálního ředitele č. 10/2015

Věc: Cyklické broušení pojížděných součástí výhybek a výhybkových konstrukcí

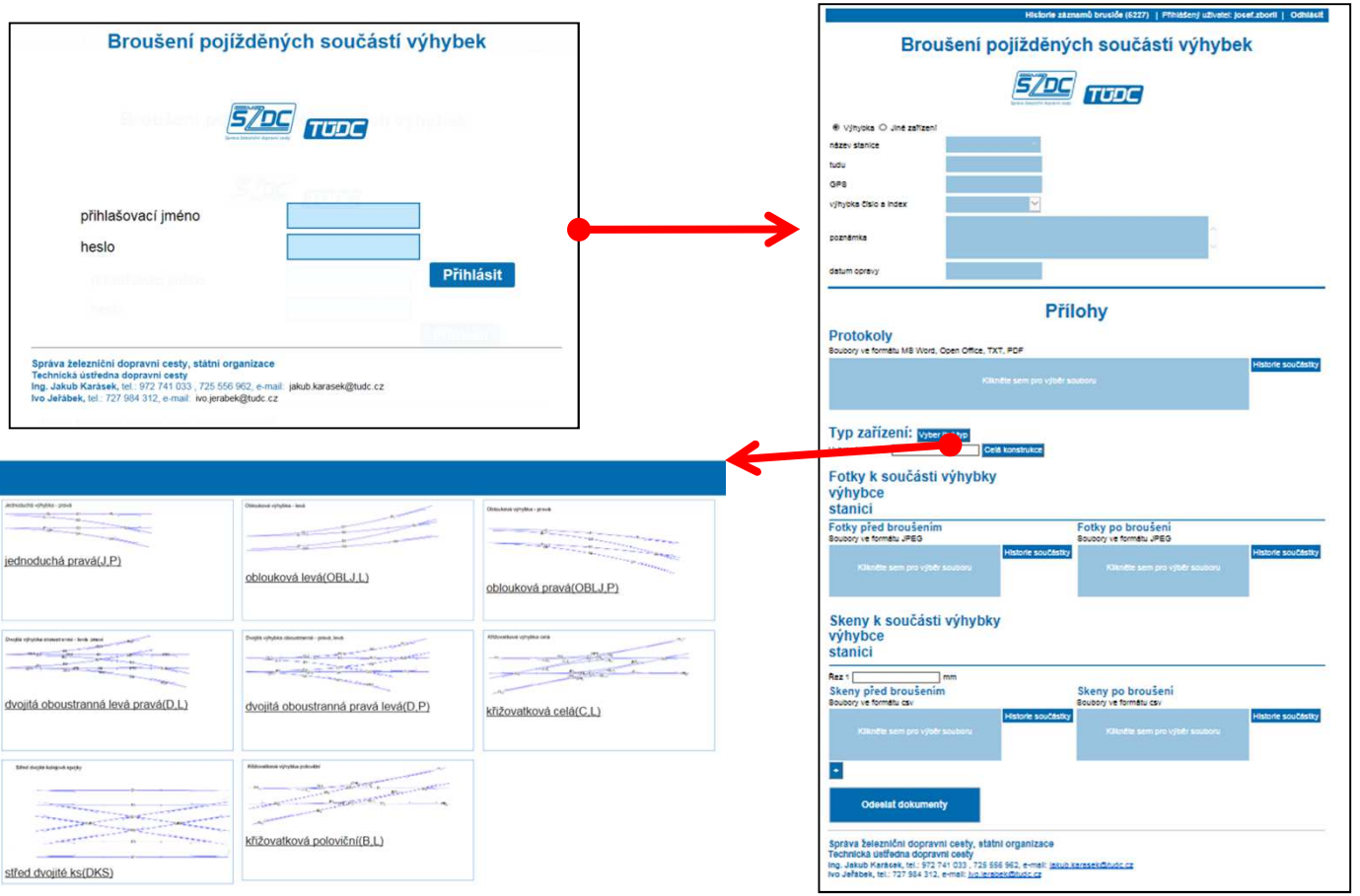
Č.j.: S 7981/2015-SŽDC-TÚDC-ÚTAB

Ukládací znak : 01.3.1
Skartační znak a lhůta: A – 10

Počet listů : 12
Počet příloh : 4
Počet listů příloh : 4

Gestorský útvar : TÚDC
Zpracovatel : Ing. Jiří Palaščak
Tel. : 9727 40406
Fax : 972342333
E-mail : jiri.palascak@tudc.cz

4.2 Zavedení „Cyklického broušení na SŽDC“



5. Přístup DT k Průmyslu 4.0

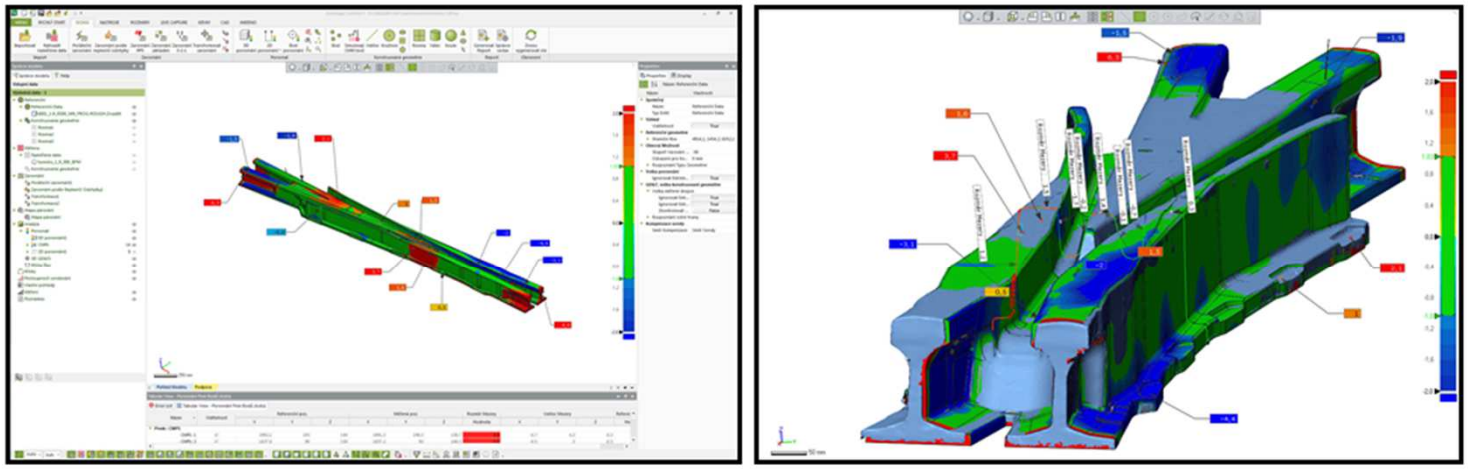
5.1 Zkušenosti se sběrem dat pomocí 2D a 3D skenerů

Mezi schválené typy digitálního profiloměru, pro požadavky výše uvedeného pokynu SŽDC, patří 2D skener Calipri C40, který byl z tohoto důvodu a po technicko-ekonomické rozvaze, na přelomu let 2015/2016, pořízen firmou DT a zařadil se tak mezi další obdobná moderní měřidla používaná DT pro snímání tvaru výhybkových součástí. Historicky je pak firmou DT od roku 2009 využíván 3D skener HandySCAN EXAscan a od roku 2014 3D skener HandySCAN 700.

Skenery ve firmě DT – Výhybkárna a strojírna, a.s.		
		
HandySCAN EXAscan (2009)	HandySCAN 700 (2014)	Calipri C40 (2016)

5.1 Zkušenosti se sběrem dat pomocí 2D a 3D skenerů

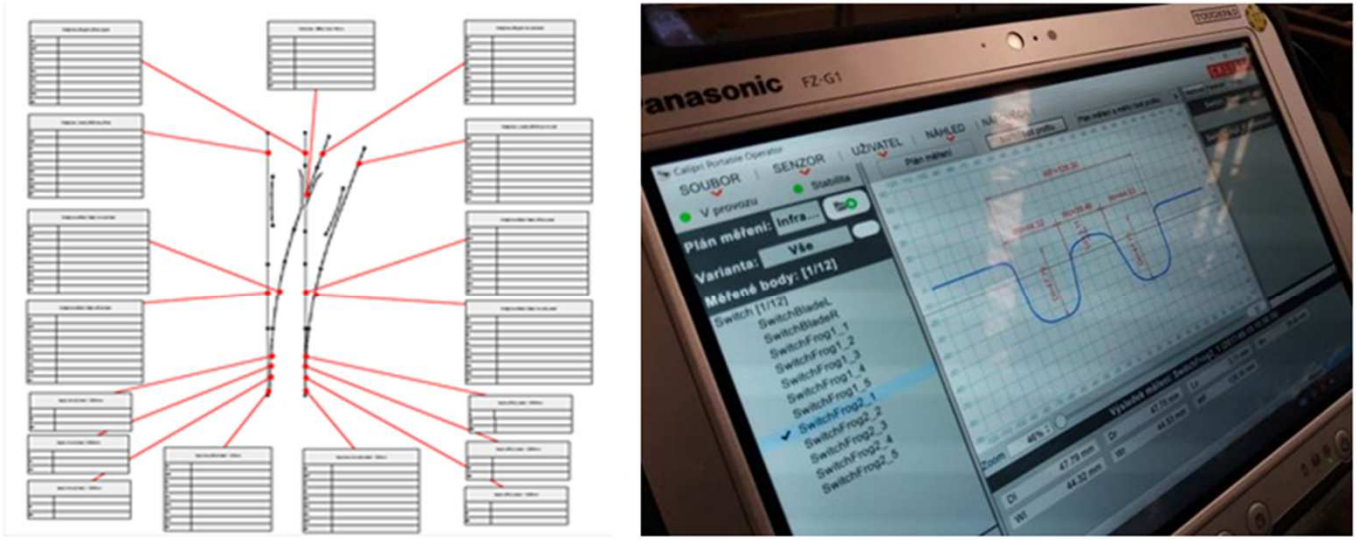
3D skenery HandySCAN (firmy SolidVision / kanadské firmy Creaform) jsou zpravidla používány v oddělení výzkumu a vývoje, jak pro reverzní inženýrství, návrh designu a 3D kontrolu pro firemní potřeby, tak pro získávání příčných řezů a zachycení experimentálních a komplexních dat z vybrané oblasti výhybek a výhybkových konstrukcí.



3D sken srdcovky z HandySCAN 700 v software Geomagic Control X

5.1 Zkušenosti se sběrem dat pomocí 2D a 3D skenerů

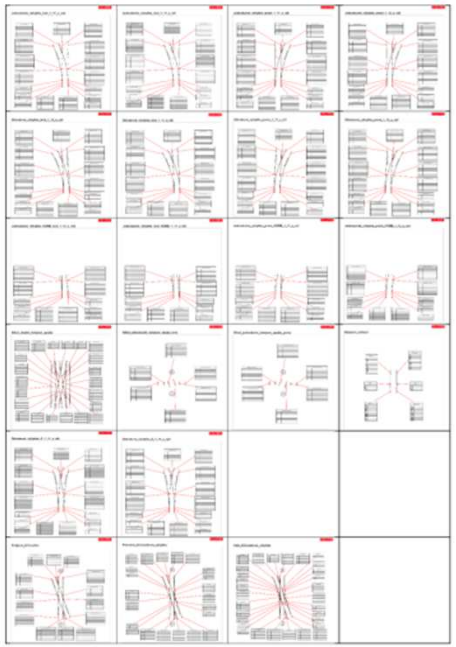
2D skenery Calipri (firmy Roste Trade / rakouské firmy nextSENSE) jsou zpravidla používány v oddělení montáže a servisu a oddělení technické kontroly pro snímání a získávání příčných řezů ze součástí výhybek a výhybkových konstrukcí, které je oproti získávání pomocí 3D skenerů HandySCAN cca 20x až 50x rychlejší.

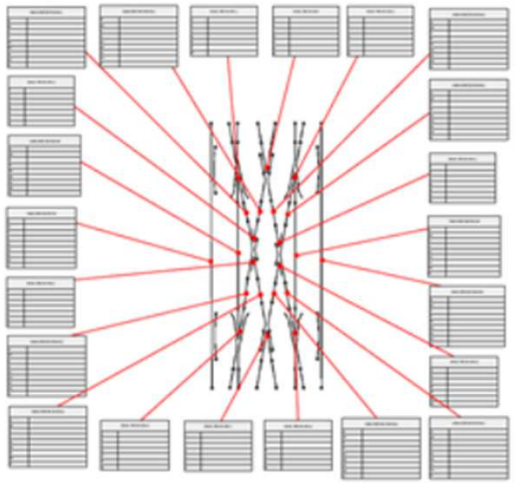


Plán měření jednoduché výhybky a náhled 2D skenu z CALIPRI C40

5.1 Zkušenosti se sběrem dat pomocí 2D a 3D skenerů

2D skenery Calipri (firmy Roste Trade / rakouské firmy nextSENSE) jsou zpravidla používány v oddělení montáže a servisu a oddělení technické kontroly pro snímání a získávání příčných řezů ze součástí výhybek a výhybkových konstrukcí, které je oproti získávání pomocí 3D skenerů HandySCAN cca 20x až 50x rychlejší.

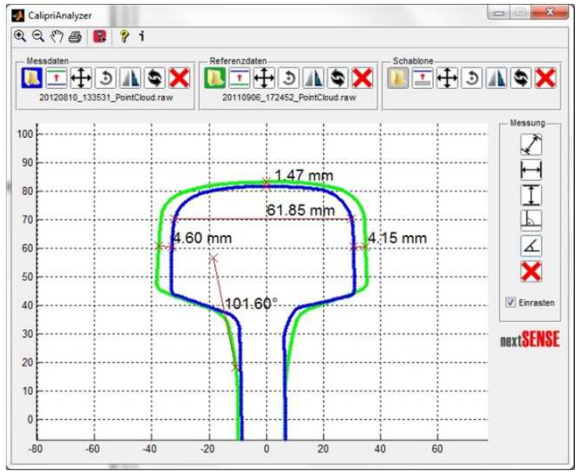


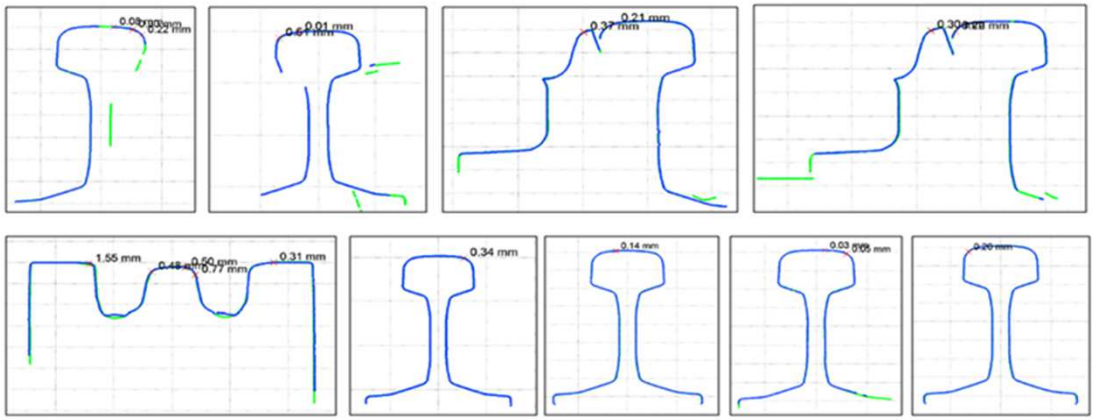




5.1 Zkušenosti se sběrem dat pomocí 2D a 3D skenerů

2D skenery Calipri (firmy Roste Trade / rakouské firmy nextSENSE) jsou zpravidla používány v oddělení montáže a servisu a oddělení technické kontroly pro snímání a získávání příčných řezů ze součástí výhybek a výhybkových konstrukcí, které je oproti získávání pomocí 3D skenerů HandySCAN cca 20x až 50x rychlejší.





Příčné 2D řezy součástí výhybky č.2 v ŽST Vítkovice z CALIPRI C40

5.1 Zkušenosti se sběrem dat pomocí 2D a 3D skenerů

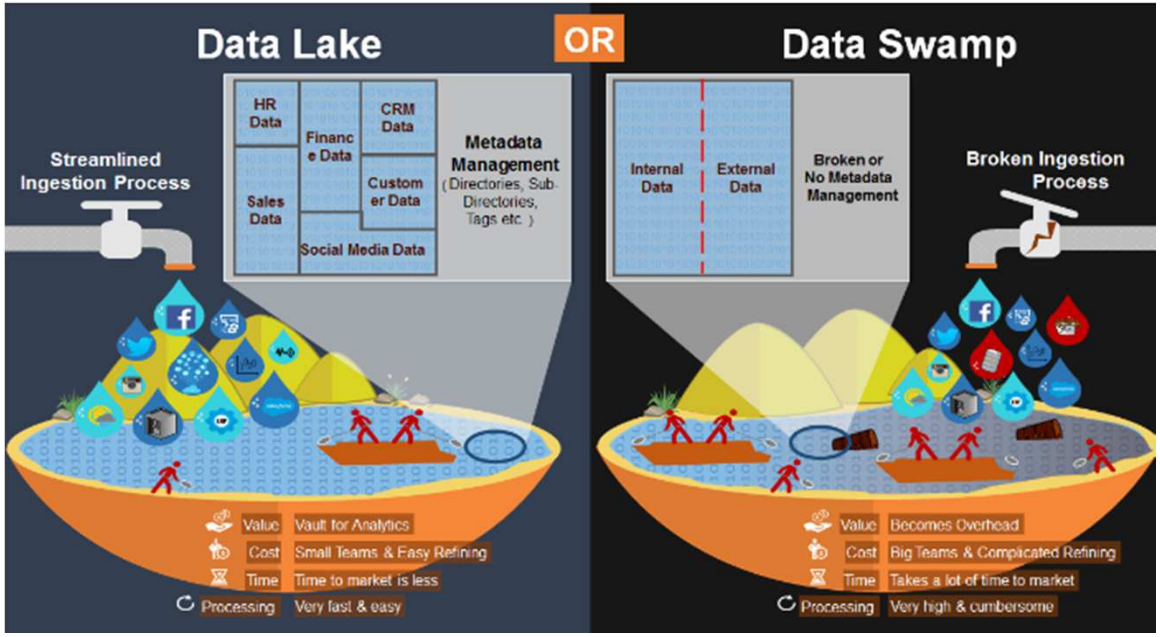
Při technicko-ekonomických rozvahách, jaký typ je pro potřeby firmy DT nejvhodnější, byly v roce 2009 také detailněji posuzovány skenery **Atos III** (firmy MCAE), **T-Scan** (firmy Leica) a **KS100** (firmy Kreon) a v roce 2015 **MiniProf** (firmy Sklenář / dánské firmy Greenwood Engineering), **PKJ01-Kontura** (firmy Measprog), **IKP-5** (firmy RMT), **PRP-BT** (firmy RMT) pomocí vybraných parametrů daných skenerů a porovnáním nákladů na snímání a vyhodnocení dat pomocí outsourcingu.

Parametry měřidla
Cena měřidla
Cena modulů
Cena vybavení
Cena software pro zpracování
Cena hardware každoroční licence/kalibrace
Čas měření řezu kolejnice
Čas měření řezu jazyku
Čas měření řezu srdcovky v šířce 40mm
Čas vyhodnocení řezu kolejnice
Čas vyhodnocení řezu jazyku
Čas vyhodnocení řezu srdcovky v šířce 40mm
Cena každoročního školení na os/den
Náročnost na obsluhu
Česká jazyková mutace
Cena software každoroční licence/kalibrace
Kvalita dokumentace/práce s digitálními daty/univerzálnost dat
Rozsah pracovních teplot
Vodo-vzdornost/odolnost při „*outdoor*“ použití
Kapacita baterie



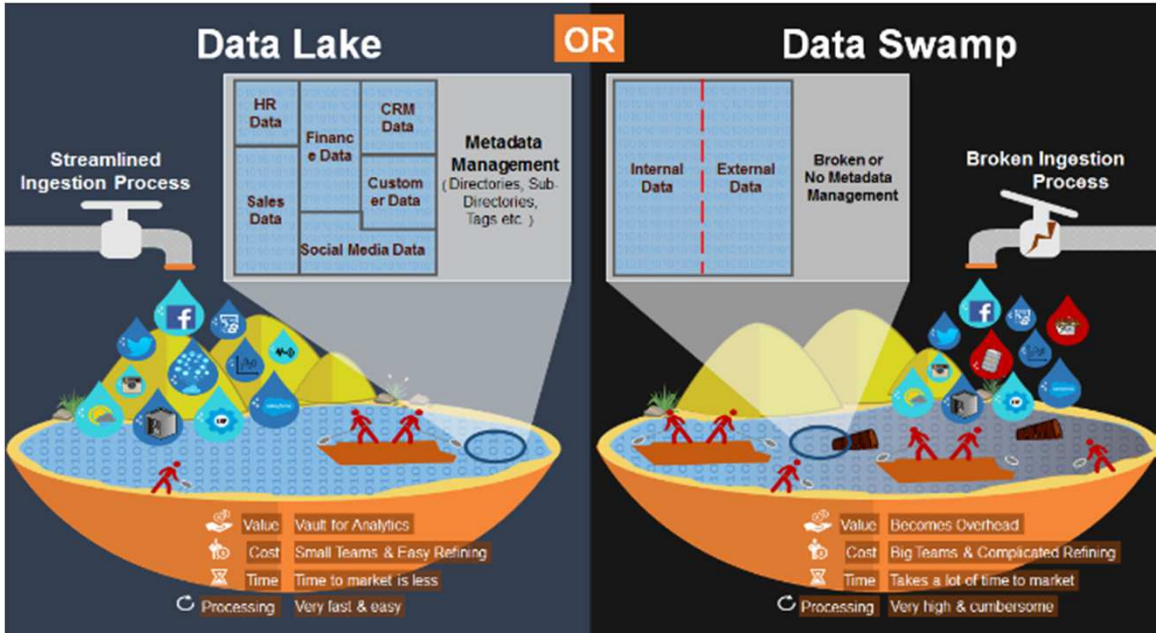
5.2 Zkušenosti se správou a řízením dat

- S novými a přibývajícími diagnostickými a měřícími prostředky vyvstává potřeba získaná množství dat a informací vhodně strukturalizovat do datové infrastruktury. V aktuálním trendu tvorby centralizovaných databází s hromadami dat a vybranou mírou outsourcingu se ale častým problémem stává, že s masově sbíranými daty se vytváří obrovská halda ***„digitální hlušiny“***, ve které se nikdo pořádně nevyzná.



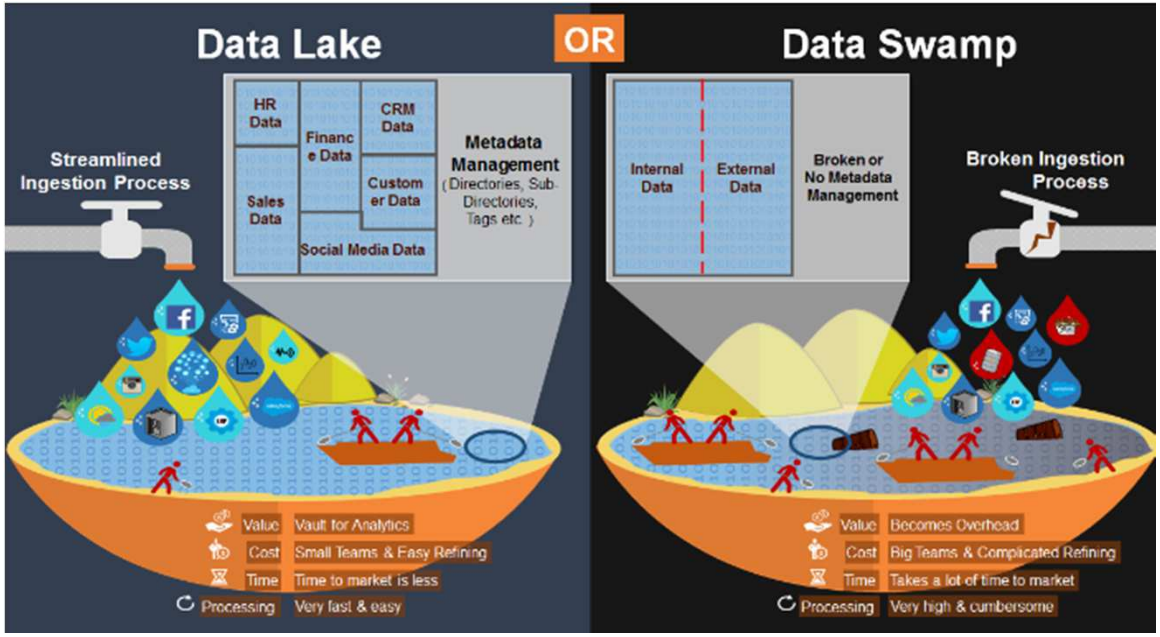
5.2 Zkušenosti se správou a řízením dat

- Poté je třeba data vytěžovat (tzv. **data mining**) s ohledem na to, že pokud jsou těžena neživými programy, tak existuje riziko, že mohou být místo cenných výsledků vygenerovány exaktně vypadající nesmysly. Existuje také přirovnání správy dat buď k řízenému a zabezpečenému ***„data lake“*** (datovému jezeru) či neřízené a nezabezpečené ***„data swamp“*** (datové bažině).

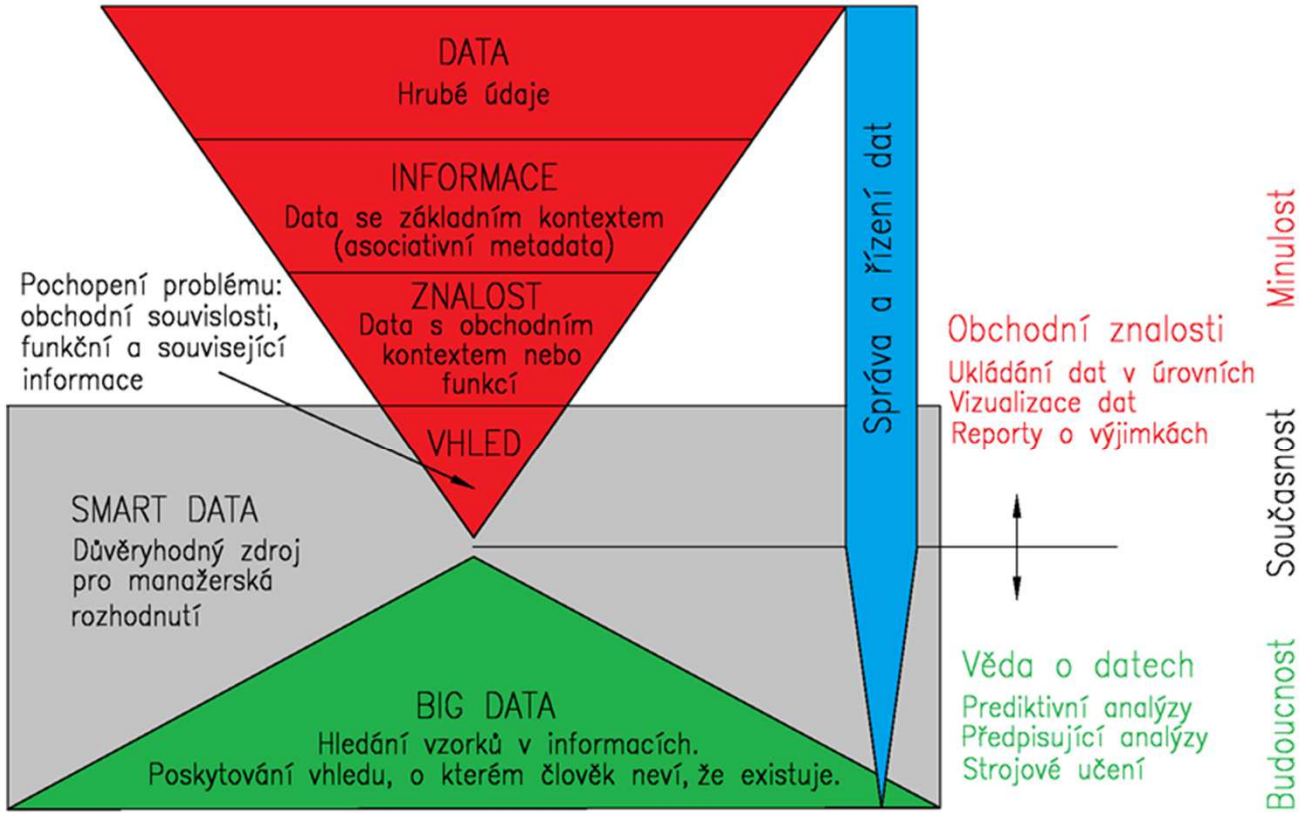


5.2 Zkušenosti se správou a řízením dat

- V trendu Průmyslu 4.0 přichází ***„SMART data governance“*** (SMART správa a řízení dat) a ***„data-driven culture”*** (datově řízená kultura) firem a organizací s očekávaným přínosem BIG DATA, umožňujících najít nové cesty pro prodej, marketing, servis, výrobu a vývoj, které dříve nebyly standardně dostupné.



5.2 Zkušenosti se správou a řízením dat



Správa a řízení dat

5.2 Zkušenosti se správou a řízením dat

Odborníci rozdělují **pět stupňů digitální zralosti (připravenosti na 4.0)** firmy:

1. Tradiční firma na hranici katastrofy
2. Tradiční firma s digitálním povědomím
3. Inovativní firma s digitálním uvědoměním
4. Digitální firma aspirující na platformu či kooperující s platformou
5. Exponenciální digitální firma – integrační platforma

Současný stav českých firem - obdoba stavu v DT

V současné době patří do kategorie 3, tedy mezi inovativní firmy s digitálním uvědoměním, jen několik desítek českých průmyslových podniků. **Většinu společností lze charakterizovat kategoriemi 1 a 2**, tedy jako tradiční firmy s malým digitálním povědomím. Oproti tomu požadavky kategorie 4 – digitální firmy – splňují u několika málo nejpokročilejších firem pouze jejich jednotlivé segmenty.

Zdroj: NOBILISOVÁ, Michaela. Průmysl 4.0 -- připravenost podniku na změnu obchodního modelu [online]. Praha, 2016 [cit. 2017-10-17]. Dostupné z: <http://theses.cz/id/gwidfw/>. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Miroslav Lorenc.

5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

- V současné době není, dle názoru DT, servis výhybek a výhybkových konstrukcí v ČR komplexně zaznamenáván a řízen na úrovni, na jakou jsou již vlastníci a uživatelé nejrůznějších jiných produktů zvyklí a **na jaké je očekáván v době přívlastků *„SMART(ER)“* či *„Průmyslu 4.0“***.
- V DT je proto v posledních letech, v rámci projektu *„Zavádění servisních prací v záruční a pozáruční době“,* vyvíjen ***„Systém servisních knížek výhybkových konstrukcí“*** (Centrální pasport výhybek a výhybkových konstrukcí) – jedná se o zabezpečenou databázi, kde bude uchovávána celá servisní historie (součástí) výhybek a výhybkových konstrukcí včetně jejich predikcí (obdoba softwaru Rail Cloud).

Obecně je předpokládáno, že zavedení tohoto systému přinese:
- <u>snížení ceny</u> údržby, oprav a regenerace, protože obsahuje podrobnosti o servisu a prohlídkách provedených na výhybkách a výhybkových konstrukcích, neboť dokáže optimalizovat jejich četnost a stanovit cenové náklady s predikcí na základě přesné servisní historie, a to i s vazbou na konkrétní záruční podmínky;

5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

- zvýšení bezpečnosti, protože data budou bezpečně uložena v centrální databázi a v případě ztráty dat u správců výhybek a výhybkových konstrukcí, tak bude existovat možnost jejich zpětného dohledání, případně i zabránění vzniku podvodných záznamů a z technicko-ekonomického hlediska neobhájitelných požadavků na náklady na údržbu, opravy a regenerace. Servisní historie, s vazbou na prediktivní, **s růstem vkládaných dat stále se zpřesňující, model charakteristik opotřebení a výskytu vad**, umožní také zjistit, zda s daty nebylo manipulováno nebo zda (součásti) výhybky, nebo výhybkové konstrukce nebyly například vystaveny zatížení od kolejových vozidel nesplňujících normativní požadavky;

- zvýšení komfortu údržby stanovením servisních doporučení v nejvhodnějších časových intervalech, které přesně odpovídají konkrétní výhybce, nebo výhybkové konstrukci. Umožní také získávat výpisy s historickými i aktuálními položkami a na základě dlouhodobých technicko-inženýrských zkušeností s vazbou na prediktivní model.

5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

- Návrh vzhledu, rozsahu a vazeb dle stavu techniky a světových trendů (**2015**);
- Harmonizace a synchronizace s procesy, postupy a daty v DT (**2016**);
- *„Modelové“* ověření z praxe od širšího spektra správců kolejové infrastruktury (**2017**);
- *„Dílové“* ověření z praxe od SŽDC/ŽSR (**2018**);

Charakter tratě:

- příměstská/metro
- vysokorychlostní
- tramvajová

Dopravní podnik hlavního města Prahy

VUZ

Chládek & Tintěra PARDUBICE

DOPRAVNÍ PODNIK OSTRAVA

43ks Metro Praha – trasa C (4/2017 až 10/2017);

2ks VÚŽ Cerhenice – velký zkušební okruh (12/2015 – 12/2017);

10ks DP Ostrava – vybrané výhybky DT (7/2017 – 12/2017);

5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

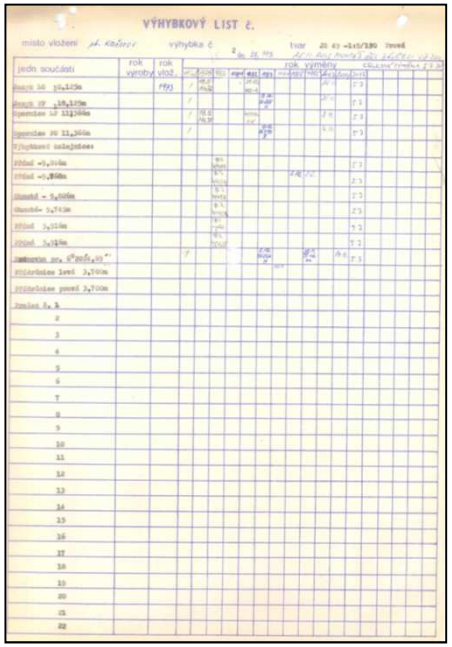
- Proběhly odborné konzultace o centrálních registrech pasportů okolků s DP Praha (tramvaje) a se Siemens (soupravy metra) – 12 až 15-letá praktická zkušenost.

- Metro Praha má cca 500ks výhybek z DT (cca 150ks na trasách A, B, C a zbytek v depech);

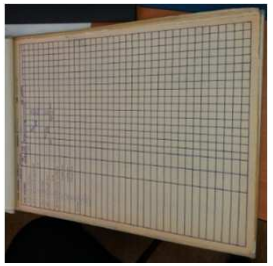
- Metro Praha je ideální pro *„model-dílo“*: má normativní, dobrý a sledovaný tvar okolků, stabilní klimatické podmínky a stejný charakter a zatížení provozu;



5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

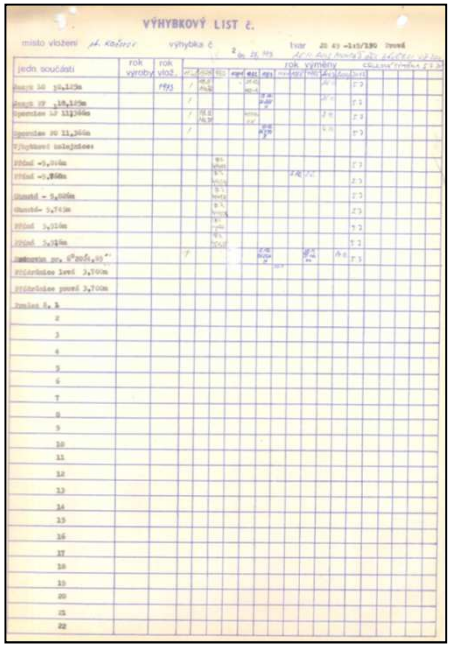


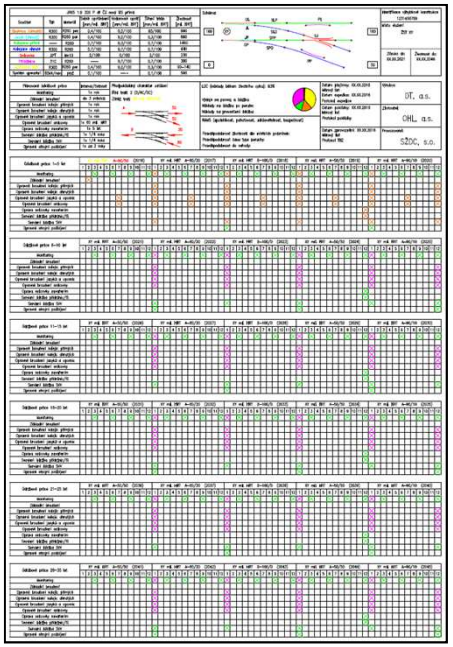


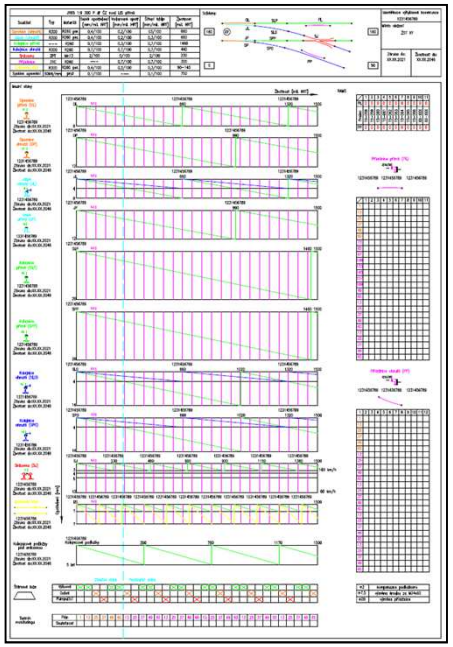


Stanice	Zkratka	Č. výhybky	Typ	Nejčastější způsob pojíždění	Poznámka	Datum vložení	Roční zátěž
Háje	HA	1	1 : 9 - 190	po hrotu	ve štěrku	2013	14,601 – 29,200
	HA	2	1 : 9 - 190	proti hrotu	ve štěrku	2013	14,601 – 29,200
	HA	3	1 : 9 - 190	po hrotu	ve štěrku	2015	14,601 – 29,200
	HA	4	1 : 9 - 190	proti hrotu	ve štěrku	2015	14,601 – 29,200
	HA	5	1 : 9 - 190	rovnoměrně	ve štěrku	2015	14,601 – 29,200
	HA	6	1 : 9 - 190	rovnoměrně	ve štěrku	2015	14,601 – 29,200
Kačerov	KC	1	1 : 9 - 190	proti hrotu	ve štěrku	2013	14,601 – 29,200
	KC	2	1 : 9 - 190	po hrotu	ve štěrku transformovaná 1600/215,68	2013	14,601 – 29,200
	KC	3	1 : 9 - 190	po hrotu	ve štěrku transformovaná 1600/215,68	2016	14,601 – 29,200
	KC	4	1 : 9 - 190	proti hrotu	ve štěrku	2016	14,601 – 29,200
	KC	5	1 : 9 - 190	proti hrotu	ve štěrku	2016	14,601 – 29,200
	KC	6	1 : 9 - 190	po hrotu	ve štěrku	2016	14,601 – 29,200
Pražského povstání	PP	1	1 : 7,5 - 190	po hrotu	ve štěrku	2015	14,601 – 29,200
	PP	2	1 : 7,5 - 190	po hrotu	ve štěrku	2015	14,601 – 29,200
	PP	3	1 : 7,5 - 190	proti hrotu	ve štěrku	2014	14,601 – 29,200
I. P. Pavlova	IP	1	1 : 9 - 300	po hrotu	ve štěrku transformovaná 1000/230,55	2013	14,601 – 29,200
	IP	2	1 : 7,5 - 190	proti hrotu	ve štěrku	2012	14,601 – 29,200
Florenc-C	FR-C	1	1 : 7,5 - 190	rovnoměrně	na betonu	2002	pod 1,825
	FR-C	2	1 : 9 - 190	proti hrotu	na betonu	2002	14,601 – 29,200
	FR-C	3	1 : 7,5 - 190	po hrotu	na betonu	2002	14,601 – 29,200
	FR-C	4	1 : 7,5 - 190	proti hrotu	ve štěrku	2002	14,601 – 29,200
	FR-C	5	1 : 7,5 - 190	po hrotu	ve štěrku	2002	14,601 – 29,200
	FR-C	6	1 : 7,5 - 190	proti hrotu	ve štěrku	2002	14,601 – 29,200
	FR-C	7	1 : 7,5 - 190	po hrotu	ve štěrku	2002	14,601 – 29,200
Nádraží Holešovice	NH	1	1 : 9 - 190	rovnoměrně	na betonu	1984	1,825 – 7,300
	NH	2	1 : 9 - 190	rovnoměrně	na betonu	1984	1,825 – 7,300
	NH	3	1 : 9 - 190	proti hrotu	na betonu	1984	1,825 – 7,300
	NH	4	1 : 9 - 190	po hrotu	na betonu	1984	1,825 – 7,300
	NH	5	1 : 9 - 190	proti hrotu	na betonu	1984	14,601 – 29,200
	NH	6	1 : 9 - 190	po hrotu	na betonu	1984	14,601 – 29,200
Ládví	LA	1	1 : 5,7 - 230	rovnoměrně	na betonu	2004	14,601 – 29,200
	LA	2	1 : 9 - 190	proti hrotu	na betonu	2004	14,601 – 29,200
	LA	3	1 : 9 - 190	po hrotu	na betonu	2004	14,601 – 29,200
	LA	4	1 : 7,5 - 190	po hrotu	na betonu	2004	14,601 – 29,200
	LA	5	1 : 7,5 - 190	proti hrotu	na betonu	2004	14,601 – 29,200
	LA	6	1 : 7,5 - 190	proti hrotu	na betonu	2004	14,601 – 29,200
	LA	7	1 : 7,5 - 190	po hrotu	na betonu	2004	14,601 – 29,200
Letňany	LT	1	1 : 9 - 190	rovnoměrně	na betonu	2008	7,301 – 14,600
	LT	2	1 : 9 - 190	rovnoměrně	na betonu	2008	7,301 – 14,600
	LT	3	1 : 9 - 190	proti hrotu	na betonu	2008	7,301 – 14,600
	LT	4	1 : 9 - 190	po hrotu	na betonu	2008	7,301 – 14,600
	LT	5	1 : 9 - 190	proti hrotu	na betonu	2008	7,301 – 14,600
	LT	6	1 : 9 - 190	po hrotu	na betonu	2008	7,301 – 14,600

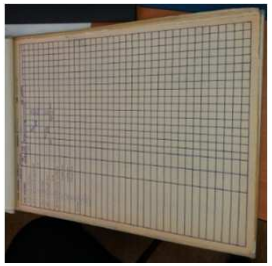
5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí











5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

Zahrnutí faktu, že na sortiment výhybek má po dobu životnosti také vliv skladování, doprava, manipulace, pokládka, montáž... => potřeba v této oblasti vytvoření katalogu vad a ekonomickým vyčíslením + doporučení opatření ke zlepšení v oblasti **technologické, procesní, legislativní**…

*Bakalářská práce (květen 2016): „**Vliv** technologie pokládky výhybek na jejich geometrické parametry během provozu“ (Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, Lucie Černá)*

*Příspěvek na semináři SETRAS 2017 (říjen 2017): **Vliv** technologie pokládky výhybek na jejich geometrické parametry během provozování a její **optimalizace** (Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, Bc. Lucie Černá)*

*Diplomová práce (prosinec 2017): „**Optimalizace** technologie pokládky výhybek na jejich geometrické parametry během provozu“ (Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava, Bc. Lucie Černá)*

5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

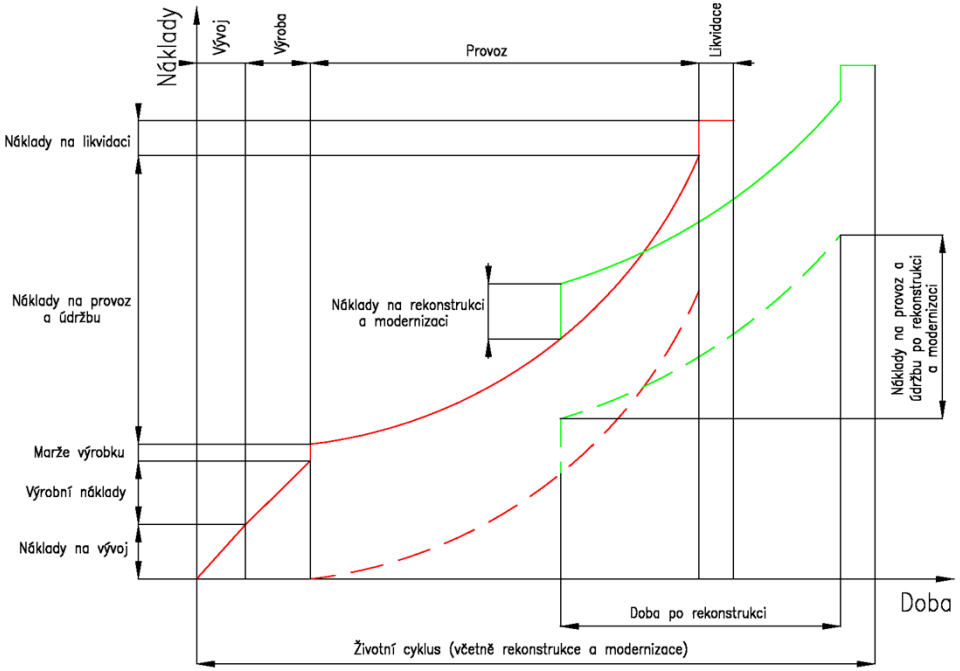


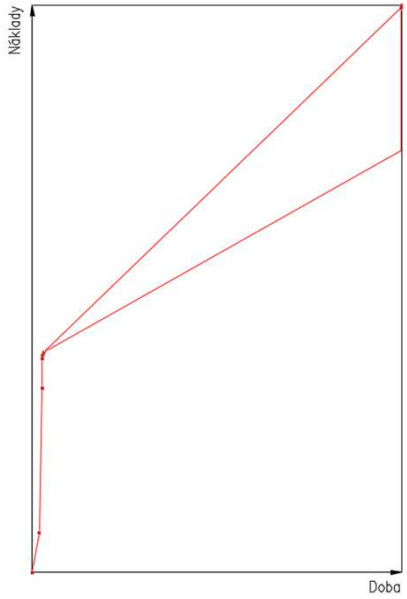




5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

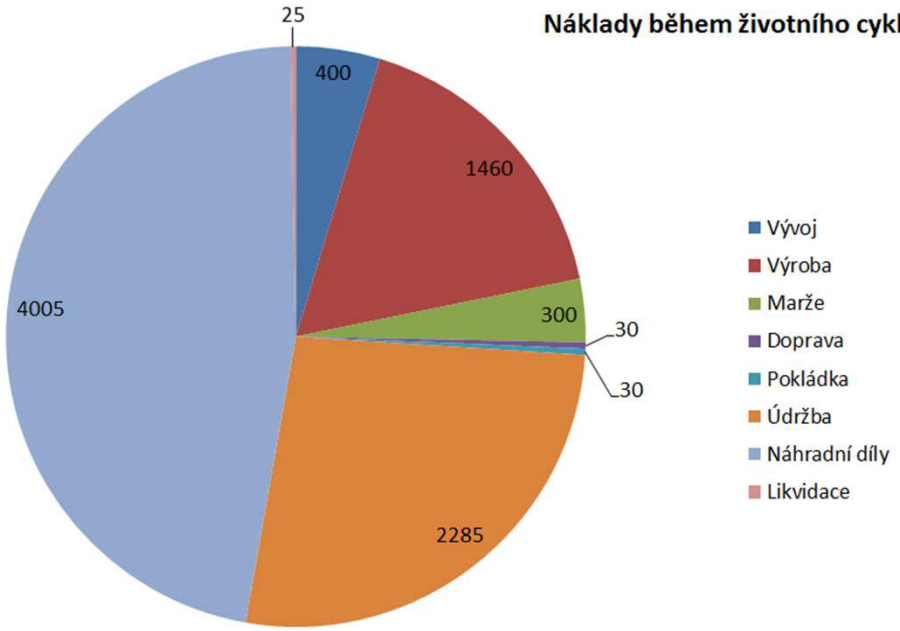
<u>Výhled na 2018:</u> ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.





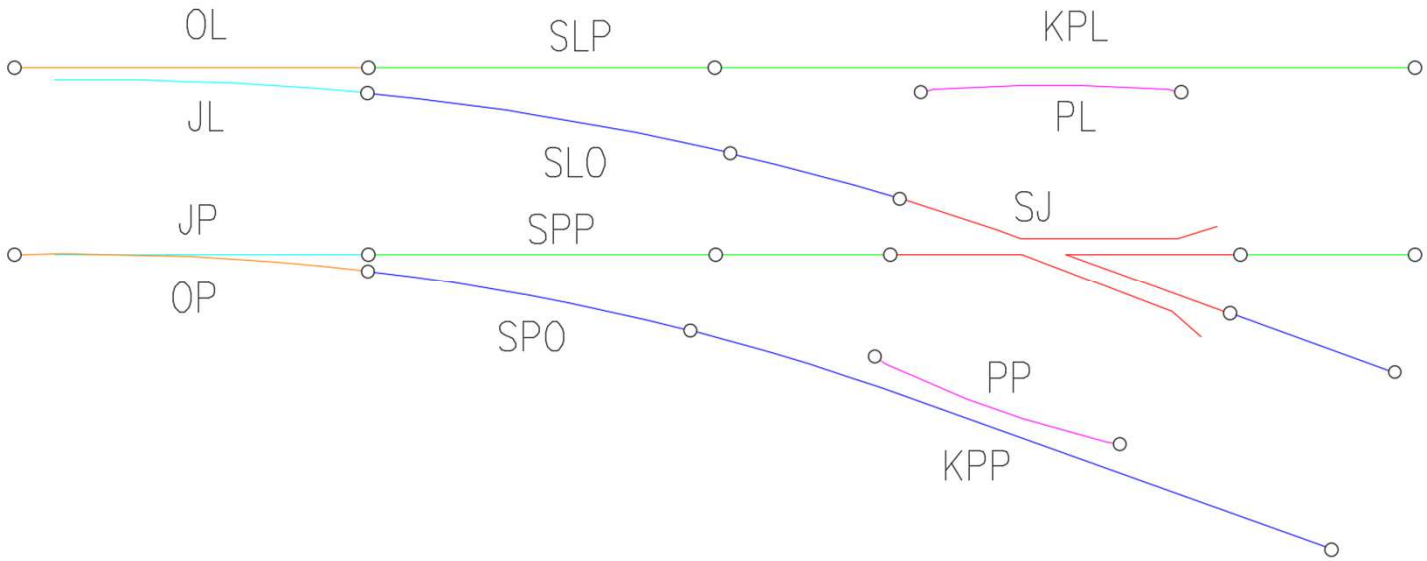
5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

<u>Výhled na 2018:</u> ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.



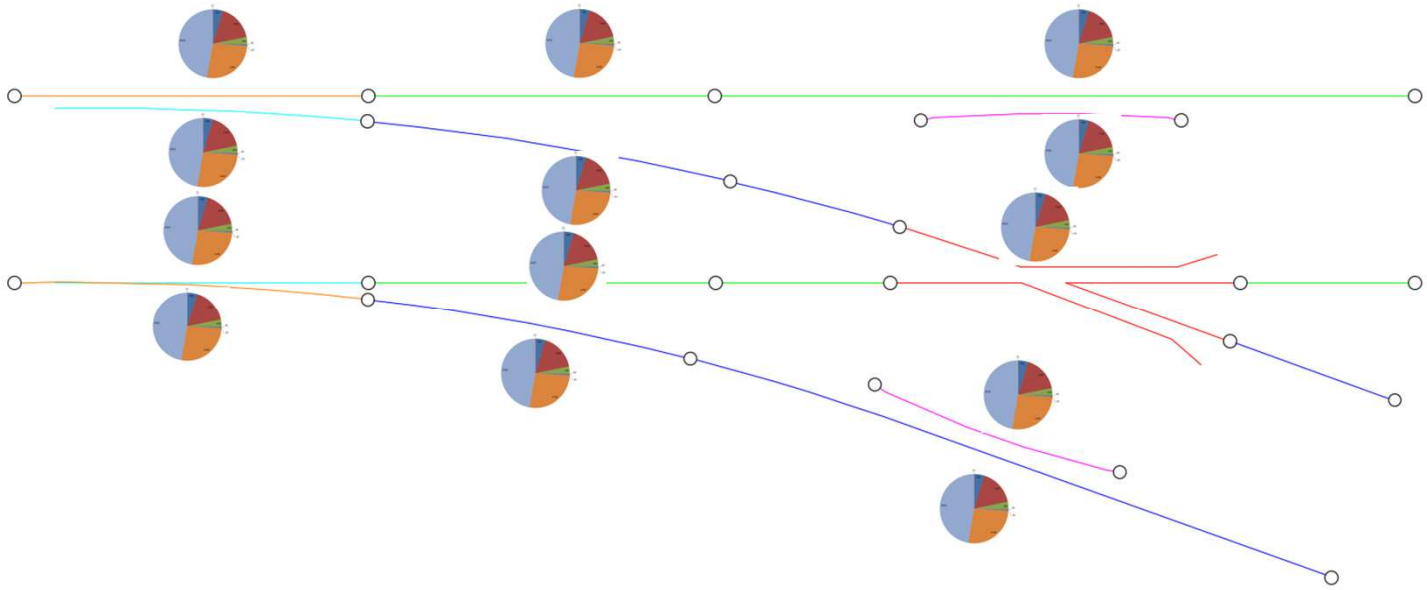
5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

<u>Výhled na 2018:</u> ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.



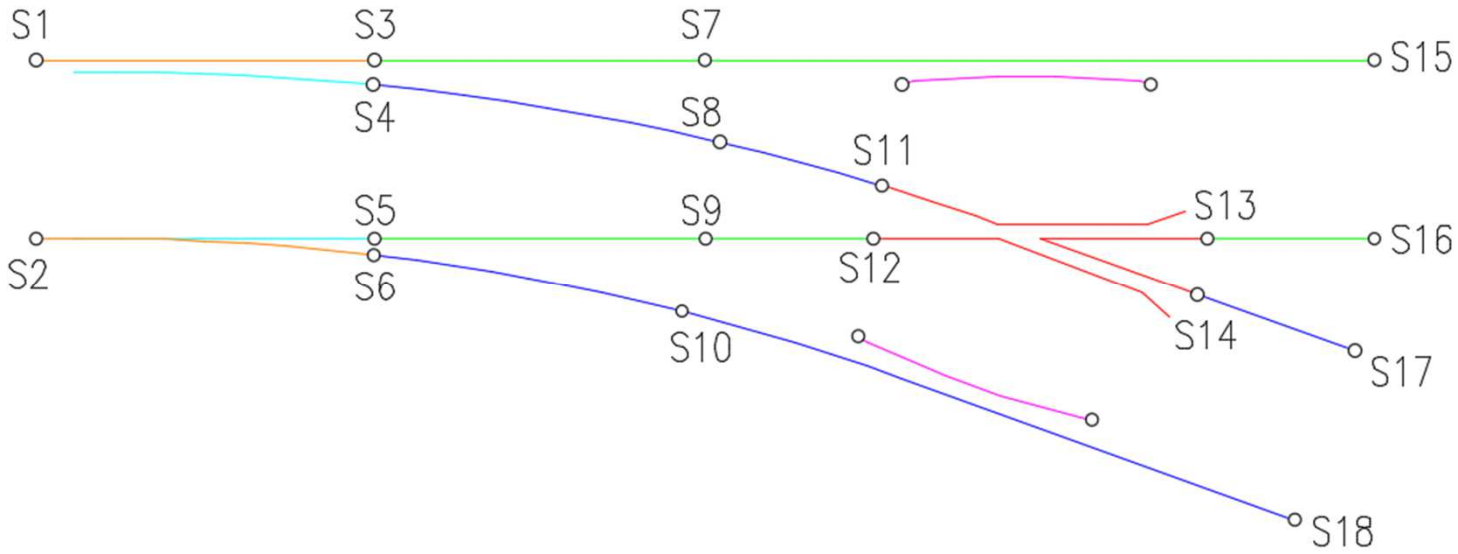
5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

<u>Výhled na 2018:</u> ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.



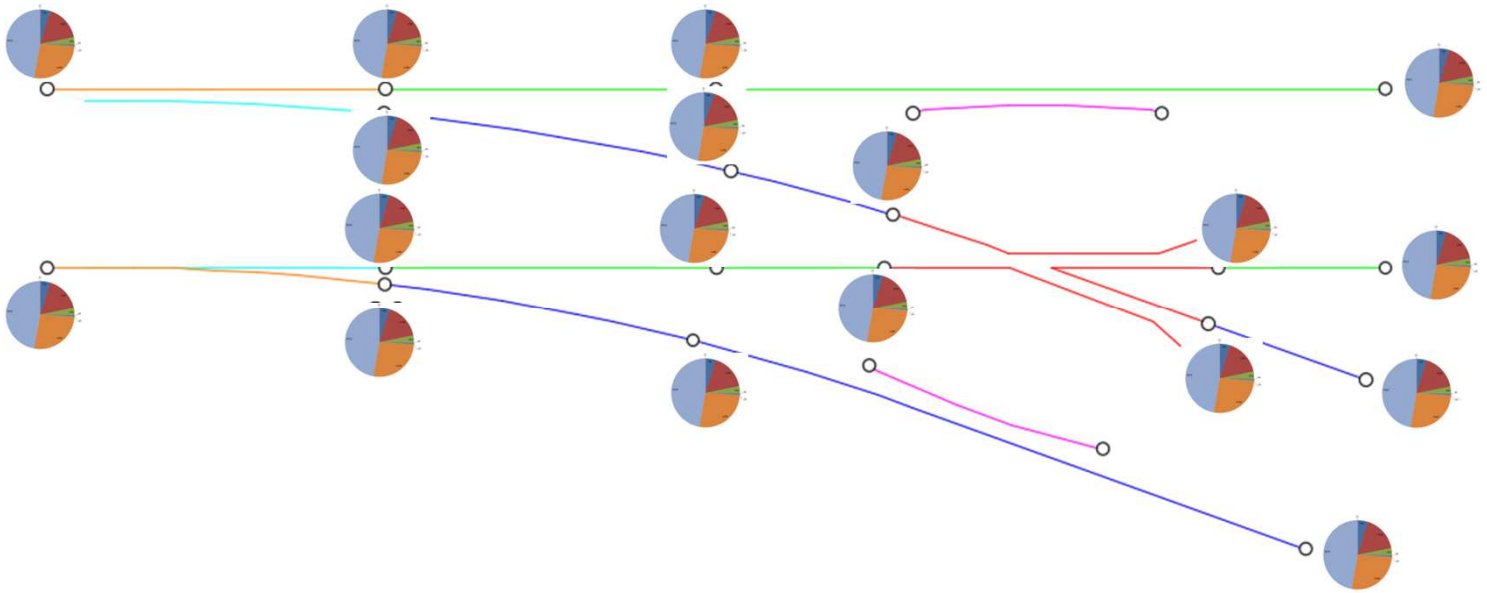
5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

<u>Výhled na 2018:</u> ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.



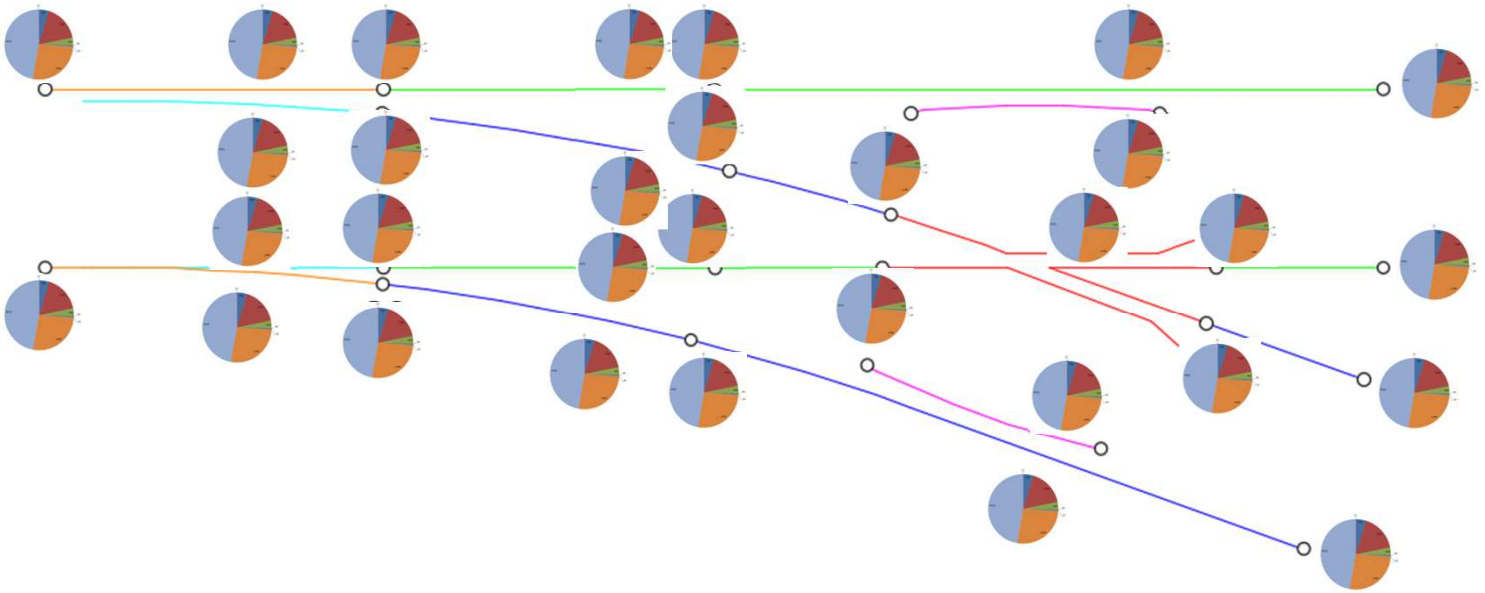
5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

Výhled na 2018: ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.



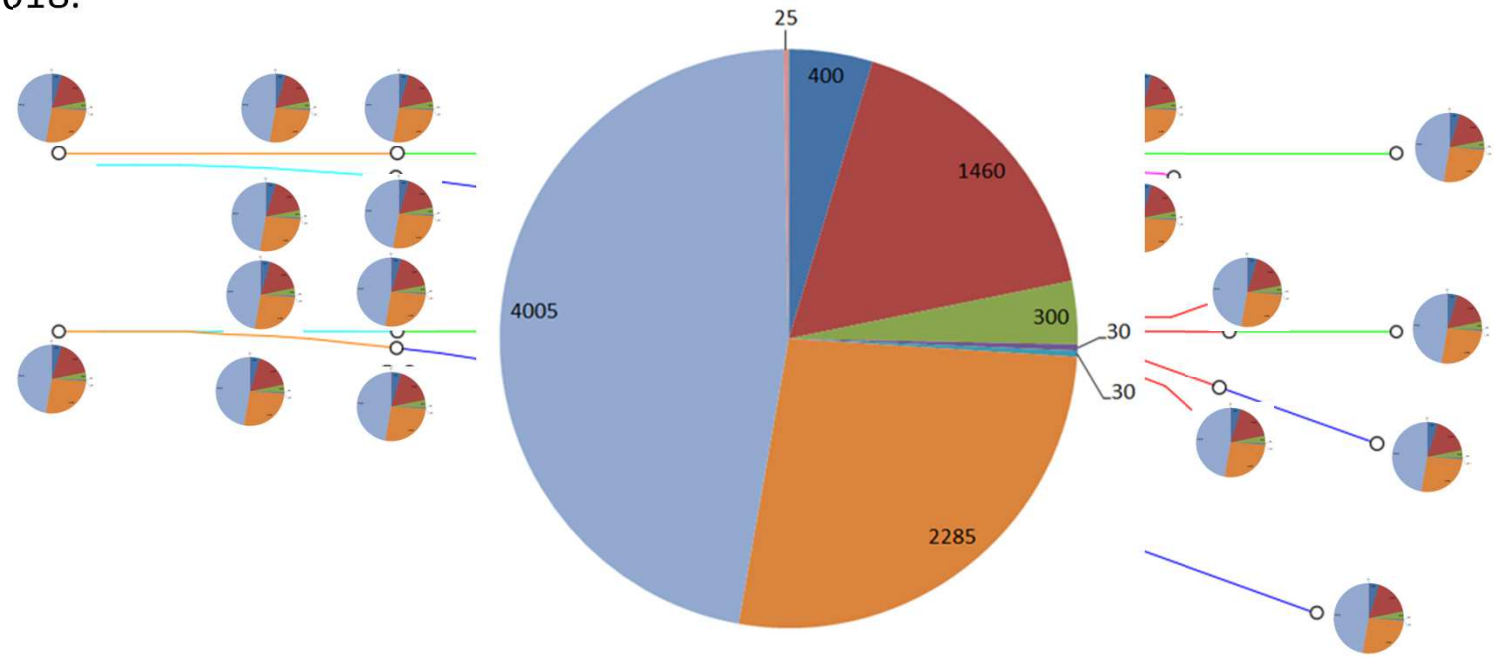
5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

<u>Výhled na 2018:</u> ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.



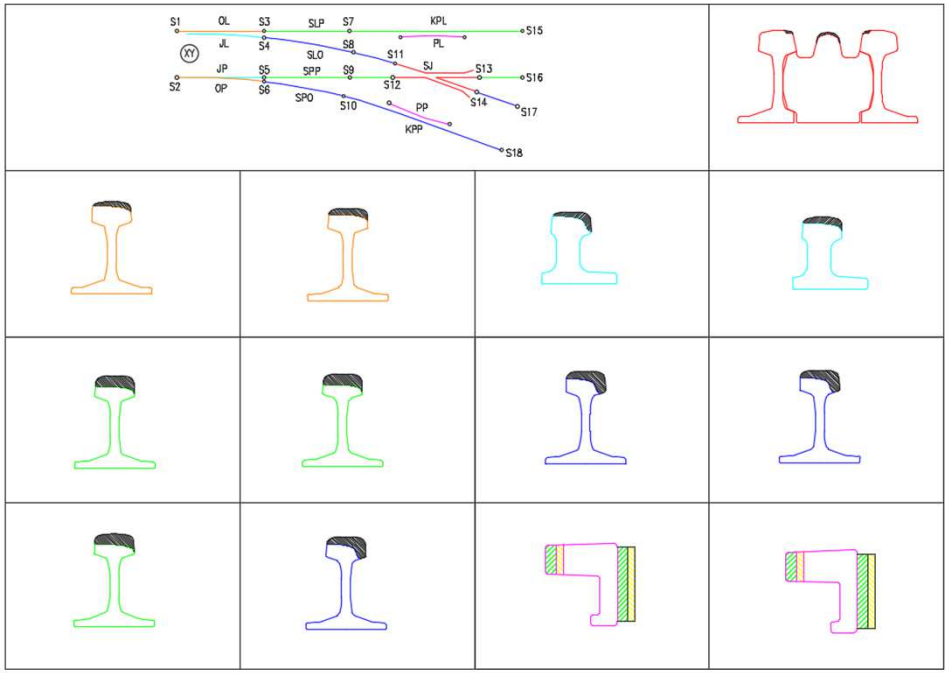
5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

Výhled na 2018: ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.



5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

Výhled na 2018: ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.



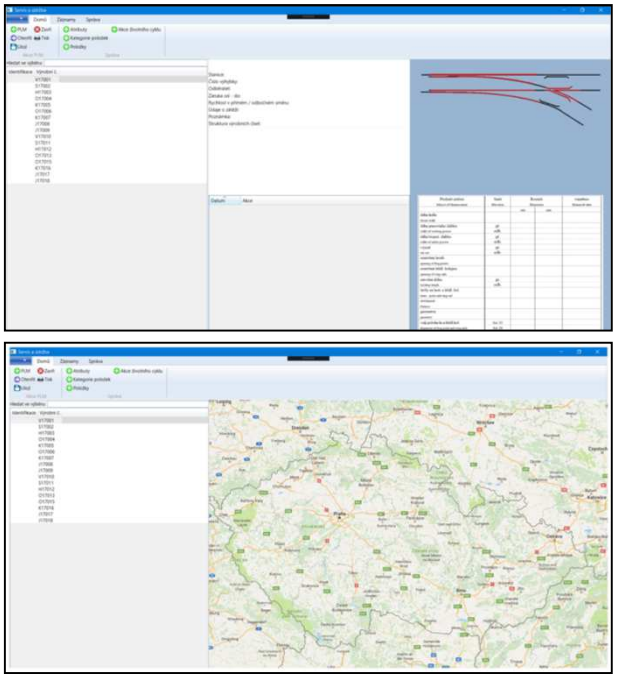
=>

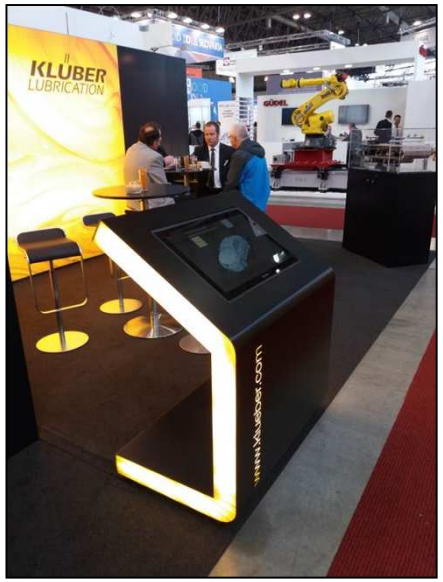


5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

Výhled na 2018: ambice prezentovat předpokládaný příspěvek ***„LCC/RAMS/PLM součástí výhybek a výhybkových konstrukcí pro tratě regionální, koridorové a VRT“*** a interaktivní kalkulace LCC/RAMS/PLM na berlínském veletrhu Innotrans 2018.







5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

Výhled na 202?: řešení ***„Digitalizovaná údržba: virtuální realita a rozšířená realita“*** na úrovni dnešního stavu řešení FIOT fy. **Škoda Auto** a.s. + Foxon s.r.o.





https://www.foxon.cz/cs/blogs/398-seminar-digitalizace-v-udrzbe-condition-monitoring-a-virtualni-realita-fiot-v-lisovnach-skoda-auto-as.html
https://www.excalibur.cz/ostatni/pokemon-go/pokemon-go-akualizovano-verzi-0-69-0-android-1-39-0-ios/

5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

Výhled na 202?: řešení ***„Digitalizovaná údržba: virtuální realita a rozšířená realita“*** na úrovni dnešního stavu řešení fy. **Siemens** pro údržbu lokomotiv Vectron.



http://www.railwaygazette.com/news/technology/single-view/view/maintaining-locos-with-augmented-reality.html

5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

Výhled na 202?: řešení ***„Digitalizovaná údržba: virtuální realita a rozšířená realita“*** na úrovni dnešního stavu řešení.



https://invidis.de/2015/04/hannover-messe-metaio-zeigt-augmented-reality-anwendungen-fuer-die-industrie/

5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

Výhled na 202?: řešení ***„Digitalizovaná údržba: virtuální realita a rozšířená realita“*** na úrovni dnešního stavu řešení *„chytré údržby“* budov.



https://www.memoori.com/virtual-augmented-reality-smart-buildings/

5.2.1 Servisní knížka výhybkových konstrukcí

- Cílem je zajistit díky PLM schopnost provádět LCC analýzy (součástí) výhybkových konstrukcí, již ve fázi koncepce a v následných fázích životního cyklu je precizovat a na základě nich i pak volit strategii údržby úpravou intervalů údržbových a servisních prací, pro co nejlepší provoz;

- Předpokládá se, že PLM (servisní činnost) povede ke zvýšení konkurenceschopnosti a schopnosti reagovat na poptávané požadavky od zákazníků;

- Obecně pro optimalizaci nákladů během životního cyklu a kvalitnímu provedení (součástí) výhybkových konstrukcí vede cesta sběrem a sdílením dat o provozu, údržbě a vadách mezi zákazníkem-dodavatelem-subdodavatelem.

6. Závěr

- Tento kompilační příspěvek navazuje na odbornou prezentaci z února 2017 na VOŠ a SPŠ v Děčíně a příspěvek ve Vědeckotechnickém sborníku ČD č. 2017/44 z listopadu 2017;

- Rozšiřuje jej o detailnější témata z oblasti Průmyslu 4.0 a doplňuje jej také jak o vybrané informace, které vyplynuly po odborných diskusích, které vyvolal, tak i o nové a aktuální informace z této oblasti z posledního ¾ roku.

- Příspěvek uvádí průřezově do aktuální problematiky důvodů a příčin pořizování a zavádění používání moderních 2D a 3D skenerů v oblasti železniční infrastruktury, s možností koncepčního databázového ukládání, nejen jimi, vytvořených dat pro požadavky efektivní údržby, spolehlivého, bezpečného a hospodárného provozu, včetně předcházení vzniku vad a zvyšování životnosti (součástí) výhybek a výhybkových konstrukcí v kontextu současné čtvrté průmyslové revoluce *„Průmyslu 4.0“*, k nimž lze řadit i požadavky zavedeného *„Systému cyklického broušení výhybek“* SŽDC a vyvíjeného *„Systému servisních knížek výhybkových konstrukcí“* firmy DT.

6. Závěr

- Příspěvek shrnuje také poznatky o trendu (nejen) údržby (součástí) výhybek a výhybkových konstrukcí směřujícího k ***„Železnici 4.0“***, znamenající odklon od *„najít a spravit“* k *„předvídat a předcházet“*, jak také uvedl, na odborném semináři v rámci 27. Mezinárodního veletrhu drážní údržby v Münsteru v červnu 2017, Dr. Ing. Klaus Ulrich Wolter (specialista technického oddělení německých drah DB).

- Tento světově největší veletrh drážní údržby byl také zaštítěn německým spolkovým ministrem dopravy a digitální infrastruktury Alexanderem Dobrindtem, který uvedl tři současné priority svého rezortu – investovat, modernizovat a digitalizovat s podporováním rozvíjení digitálních aplikací a nápadů a myšlenek založených na datech.

6. Závěr

- Závěrem je nutné zdůraznit, že přístup k digitalizaci, LCC, RAMS, pořizování 2D a 3D skenerů a celkově k požadavkům Průmyslu 4.0 **musí být racionální a účelný**. Nelze tak proto nepřipomenout a nenavázat na nadčasovou vizi z projektu *„Stavebnicová koncepce výhybek“*, z roku 2002, současného inspektora společnosti a bývalého technického ředitele DT Ing. Zdeňka Šnajdra, aby:

- ***„navazující projekty vedly k postupnému vytvoření soustavy výhybek, které podle podmínek užití budou poskytovat zákazníkům poměr užitné hodnoty k ceně na světové úrovni a přispějí tak svým dílem k rozvoji kvalitní železniční dopravy“;***

- ***„došlo k využívání vhodných nových prvků na úrovni současného poznání vědy a techniky s tržně akceptovatelnými poměry dosažitelné ceny a užitné hodnoty a při dodržení požadavků na vysokou bezpečnost provozu výhybky“***.

Děkuji za pozornost

