



AŽD Praha s.r.o.

# Digitální dvojče v činnostech AŽD

Ing. Lubomír Macháček

Vedoucí pracoviště SZZ, Výzkum a vývoj, Závod Technika, AŽD Praha s.r.o.

# Úvod

- Dříve než dojde k instalaci a ožívování staničního zabezpečovacího zařízení typu ESA v konkrétní stanici je vytvořený software (aplikační i systémový) v několika úrovních důkladně přezkoušen na **Zkušebních sestavách SZZ** a to z nezanedbatelné části automaticky. Pouze v případech, v nichž technické prostředky nebo principy automatické provedení testu neumožňují, nebo je automatické testování neefektivní, je testování provedeno manuálně.

# Zkušební sestava SZZ

- 2x technologický počítače – TPC
- 1x zadávací počítač – ZPC
- 1x počítač simulátoru – Simlin
  
- TPC i ZPC mají identický HW, operační SW, systémový SW a aplikační SW jako v reálné stanici
- Simlin
  - nahrazuje prováděcí úroveň a venkovní prvky
  - obsahuje knihovny věrně simulující chování všech se SZZ typu ESA provozovatelných venkovních prvků např. KO, PCN, návěstidel, přestavníků, PZZ, pomocných stavědel, EMZ a TZZ včetně časových parametrů

# Zkušební sestava SZZ

- Jedná se tedy o „**digitální dvojče**“, tj. kopii reálného bezpečného jádra a z velké části i zadávací úrovně SZZ typu ESA, která je doplněna o simulovanou prováděcí úroveň a chování venkovních prvků.
- Další variantou „digitálního dvojčete“ jsou Polygony SZZ, které navíc oproti předchozímu obsahují i reálnou prováděcí úroveň a některé venkovní prvky. Polygon existuje pro každou řešenou lokalizaci SZZ. Snahou je v maximální možné míře typově postihnout kombinace konfigurací v dané lokalizaci.
- Zkušebními sestavami SZZ jsou i vlastní tratě AŽD (Čížkovice – Obrnice a Kopidlno – Dolní Bouzov).

# Zkušební sestava SZZ

- K přezkoušení chování konkrétní SW verze TPC a ZPC s aplikačním SW pro danou stanici.
- K přezkoušení chování při kladných odezvách prováděcí úrovně, tak k přezkoušení chování při simulaci poruchových stavů v prováděcí úrovni nebo u venkovních prvků.
- Pomocí Simlin lze simulovat i komunikační výpadky jednotlivých částí prováděcí úrovně, tak výpadky jednotlivých jednotek panelu EIP.
- Pomocí Simlin lze simulovat komunikační chyby a tak ověřovat funkčnost mechanismu zálohy komunikace PENET+.
- Simlin umožňuje simulovat chování RBC ETCS a tak lze prostřednictvím Simlin kontrolovat předávaná data z TPC SZZ typu ESA do RBC ETCS.

# Použití zkušební sestavy SZZ

- Zkušební sestavy SZZ jsou používány na všech pracovištích projekce Závodu technika a to pro manuální přezkoušení aplikačního SW stanice.
- Zkušební sestavy SZZ jsou využívány pracovníky divize servis a pracovníky montážních závodů a to také pro provádění manuálního přezkoušení aplikačního SW stanice.
- Zkušební sestavy SZZ využívají i pracovníci výzkumu a vývoje zabývající se vývojem SZZ typu ESA a vývojem dálkového ovládní typu DOZ-1 a to pro přezkoušení nových verzí systémového SW.

# Použití zkušební sestavy SZZ

- Vedle manuálního přezkoušení SW je zkušební sestava od roku 2006 využívána i pro automatické přezkoušení systémového SW SZZ typu ESA.
- Od roku 2006 jsou vyvíjeny, zdokonalovány a rozšiřovány automatické testy.
- Ve větším rozsahu se automatické přezkoušení SW SZZ typu ESA začalo využívat v roce 2021 a to pro přezkoušení nového SW pro SZZ typu ESA v ŽST Břeclav a na výhybně Hrušky. Hlavním důvodem bylo zkrátit čas manuálního přezkoušení ve stanici s velkým počtem prvků.
- Od roku 2021 jsou na základě rozhodnutí vedení Závodu technika všechny SW pro nově aktivované stanice a stanice ve kterých se mění systémový SW automaticky přezkoušeny na pracovišti SZZ a to na „farmě“ zkušebních sestav SZZ. Farma obsahuje cca 30 zkušebních sestav SZZ.

# Testovací farma SZZ





# Rozsah prováděných automatických testů

- Rozsah automatického přezkoušení SW vychází z aktivačního předpisu A80 430, který je platný pro aktivaci SZZ typu ESA.
- Nástroj TestPlug umožňuje na základě aplikačního SW SZZ typu ESA konkrétní stanice generovat předpisy popisující kroky jednotlivých testů a to dle A80 430. Jedná se o nástroj, který v roce 2021 nahradil dříve vyvinutý a používaný časově značně neefektivní nástroj CLG pro generování automatických testů.
- Dále nástroj TestPlug umožňuje generovat předpisy dle dokumentu Zkoušky nových funkcí SZZ typu ESA a to pro jednotlivé verze systémového SW.
- Samostatnou kapitolou jsou ručně vytvořené testy pro přezkoušení v minulosti identifikovaných problematických reálných dopravních situacích.

# Rozsah prováděných automatických testů

- Automatické testy se používají i pro ověření konkrétních funkčních vlastností v různých konfiguracích.
- Jedná se o testy, které jsou vytvořeny manuálně pro pracovní aplikační SW stanice.
- Pojmem pracovní SW stanice je myšlen takový aplikační SW stanice, který byl speciálně vytvořen pro možnost uceleného otestování konkrétní vlastnosti dané verze SW.
- Konkrétně se jedná např. o aplikační SW vytvořený speciálně pro otestování kompletní tabulky návěstění a výběru kódu LVZ, kdy bez něj bylo nutné ke kompletnímu otestování daných vlastností používat aplikační SW mnoha reálných stanic.

# Princip automatického přezkoušení SW

- Soubor TST - předpis všech kroků daného automatického testu
- Soubor TST - může být generován automaticky nebo manuálně
- Soubor TST - obsahuje posloupnost instrukcí přímo pro Simlin, tak i související povely vydávané tímto počítačem směrem k SZZ.
- Soubor TST - fyzicky umístěn v Simlin, který podle něj průběh celého testu řídí.
- Celý průběh testu je včetně dílčích vyhodnocení jednotlivých zkoušek zaznamenáván do souboru s protokolem
- Po doběhnutí celého testu dané funkcionality je nutné provést manuální kontrolu souboru s protokolem a archivů z TPC1/3, TPC2/4 i ZPC dle předepsaných instrukcí.

# Princip automatického přezkoušení SW

- Soubor TST - lze pro jednotlivé zkušební sestavy SZZ rozdělit a tak přezkoušet současně na více zkušebních sestavách.
- Do jedné zkušební sestavy SZZ lze nahrát i více testů.
- Díky dohledovému PC dostupnému i z intranetu AŽD, je možno průběhy testů dohlížet.

# Legislativa

- Celý princip použití automatického přezkoušení SW SZZ typu ESA byl popsán a posouzen hodnotitelem bezpečnosti a to za účelem možnosti opakovaného použití automatických testů pro zkrácení celkové doby na manuální přezkoušení SZZ typu ESA na Zkušební sestavě SZZ typu ESA.
- Jednotlivé výsledky automatického přezkoušení jsou zaznamenávány do podrobných tabulek. Po doběhnutí všech testů je vytvořen protokol z přezkoušení, který je následně předáván autorovi aplikačního SW.
- Pokud se při přezkoušení objeví nějaká chyba v aplikačním SW, tak je neprodleně informován autor aplikačního SW s požadavkem na opravu. Podle závažnosti objevené chyby může dojít buď k pokračování testů s opraveným aplikačním SW (s tím, že se znovu přezkouší opravená část), nebo i k opětovnému kompletnímu automatickému přezkoušení opraveného aplikačního SW.

# Zkušenosti z aut. přezkoušení SW SZZ typu ESA

- Na základě dosud proběhlých přezkoušení pomocí automatických testů lze konstatovat, že se daří v ojedinělých případech objevovat chyby v aplikačním i systémovém SW a to ještě před zahájením manuálního přezkoušení a před přezkoušením ve vlastní stanici. Pravdou je, že automatickým přezkoušením různých konfigurací došlo i k objevu drobných nepřesností v generování daného testu (zejména s ohledem na variabilitu některých funkcionalit). Generování bylo následně upraveno a ověřeno na více konfiguracích.
- Pro ještě větší zefektivnění by pomohlo přebírání digitálních podkladů z předešlých stupňů projektování a tím by bylo možné některé další manuálně přezkušované vlastnosti automatizovat a tím odstranit případné lidské chyby.

# Závěr

- Výhodou automatického testování je eliminace stálé přítomnosti plně koncentrované fyzické osoby při provádění testu.
- Další výhodou je, že automatický test lze provádět bez přestávek.
- Přínosem je výrazné snížení rizika výskytu lidského omylu při provádění testů.
- V případě využití více zkušebních sestav SZZ lze automatické testy mezi ně rozdělit a celkový proces testování dále zefektivnit a tudíž i zkrátit.
- Na základě dosavadních kladných zkušeností bylo společností AŽD stanoveno, že všechny SW pro nově aktivované stanice a stanice ve kterých se mění systémový SW, budou automaticky přezkoušeny na pracovišti SZZ.
- Přezkoušení SZZ v simulovaných podmínkách nikdy nemůže na 100% nahradit ověřovací provoz v konkrétní lokalitě.

Děkuji za pozornost

Ing. Lubomír Macháček

[machacek.lubomir@azd.cz](mailto:machacek.lubomir@azd.cz)



© AŽD Praha s.r.o., 2023 Všechna práva vyhrazena.

Žirovnická 3146/2, Záběhlice, 106 00 Praha 10

[www.azd16.cz](http://www.azd16.cz)