

**Zall JIHLAVAN airplanes, s.r.o.**

## **FUNKČNÍ VZOREK**

**Funkční vzorek zařízení s umělou inteligencí pro  
automatickou preselekcí a screening pilotů**

**FW01010444-V1**

**Autor:**

**Ing. Petr Ondra (Zall JIHLAVAN airplanes, s.r.o.)  
Mgr. Karol Rydlo (Zall JIHLAVAN airplanes, s.r.o.)  
Ing. Ivo Maceček (Zall JIHLAVAN airplanes, s.r.o.)  
Ing. Martin Prachař (Zall JIHLAVAN airplanes, s.r.o.)  
Ing. et Ing. Jan Hejda, Ph.D., (ČVUT v Praze)  
doc. Ing. Patrik Kutílek, Ph.D., (ČVUT v Praze)  
Ing. Aleksei Karavaev, (ČVUT v Praze)  
doc. Ing. Karel Hána, Ph.D., (ČVUT v Praze)  
Ing. Tomáš Veselý, (ČVUT v Praze)  
Ing. Martin Vítězník, (ČVUT v Praze)  
Ing. Pavel Smrčka, Ph.D., (ČVUT v Praze)  
Bc. Ján Hýbl, (ČVUT v Praze)**

**Číslo projektu: FW01010444**

**Identifikační číslo výsledku: FW01010444-V1**

**Typ výsledku: Gfunk**

**Odpovědný pracovník: Ing. Petr Ondra, (Zall JIHLAVAN airplanes, s.r.o.)**

**PRAHA, ČERVEN 2021**

**Jazyk výsledku: CZE**

**Hlavní obor: JB - Senzory, čidla, měření a regulace**

**Uplatněn: ANO**

**Název výsledku česky:**

**Funkční vzorek zařízení s umělou inteligencí pro automatickou preselekcii a screening pilotů**

**Název výsledku anglicky:**

**Functional sample of equipment using artificial intelligence method for automatic preselection and screening of pilots**

**Popis výstupu/výsledku z návrhu projektu FW01010444 TAČR TREND 1:**

Funkční vzorek, který umožní speciálně vyvinutým HW a SW, založeným na umělé inteligenci, preselekcii a screening pilotů během výcviku na leteckém trenažéru. Zařízení je založeno na vytvořených podsystémech monitorování biomedicínských dat, letových parametrů a nastavení řídicích prvků leteckého trenažéru. Svou konstrukcí funkční vzorek, umožňuje monitoring tepové frekvence, dechové frekvence, kožního odporu a pohybové aktivity subjektu. V případě řídicích dat jsou funkčním vzorkem zaznamenávána data o výchylnkách řídicí páky, pedálů, páky plynu a ovládání klapek. Funkční vzorek také umožňuje zaznamenávat letová data obsahující informaci o výšce, horizontální rychlosti, vertikální rychlosti, směru letu, příčném a podélném náklonu. Zařízení umožní určit implementovanými metodami kognitivní zátěž a emoce subjektů.

**Abstrakt k výsledku česky:**

Funkční vzorek, který umožní speciálně vyvinutým HW a SW, založeným na umělé inteligenci, preselekcii a screening pilotů během výcviku na leteckém trenažéru. Zařízení je založeno na vytvořených podsystémech monitorování biomedicínských dat, letových parametrů a nastavení řídicích prvků leteckého trenažéru. Svou konstrukcí funkční vzorek, umožňuje monitoring tepové frekvence, dechové frekvence, kožního odporu a pohybové aktivity subjektu. V případě řídicích dat jsou funkčním vzorkem zaznamenávána data o výchylnkách řídicí páky, pedálů, páky plynu a ovládání klapek. Funkční vzorek také umožňuje zaznamenávat letová data obsahující informaci o výšce, horizontální rychlosti, vertikální rychlosti, směru letu, příčném a podélném

náklonu. Zařízení umožní určit implementovanými metodami kognitivní zátěž a emoce subjektů. Zařízení je charakteristické konstrukcí umožňující souběžné monitorování a archivování dat pro další vyhodnocení psychického stavu subjektu.

**Abstrakt k výsledku anglicky:**

A functional sample of specially developed HW and SW, based on artificial intelligence, for preselection and screening of pilots during training on the flight simulator. The device is based on created subsystems for monitoring biomedical data, flight parameters and settings of flight simulator controls. The design of the functional sample allows monitoring of heart rate, respiratory rate, skin resistance and physical activity of the subject. In the case of measured data, the functional sample records data on the control lever, pedals, throttle and flap control. The functional sample also allows to record flight data containing information about altitude, horizontal speed, vertical speed, flight direction, lateral and longitudinal tilt. The device makes possible to determine the cognitive load and emotions of the subjects by the implemented methods. The device is characterized by a construction enabling simultaneous monitoring and archiving of data for further evaluation of the subject's mental state.

**Klíčová slova česky:**

fyziologická data, pohybová aktivita, letová data, letecký trenažér, kognitivní zátěž, emoce

**Klíčová slova anglicky:**

physiological data, physical activity, flight data, flight simulator, cognitive load, emotions

**Vlastník výsledku:**

České vysoké učení technické v Praze (IČO 68407700) - 15%,  
Zall JIHLAVAN airplanes, s.r.o. (IČO 26959160) - 85%,

**Lokalizace:** Zall JIHLAVAN airplanes, s.r.o.

**Licence:** Ne

**Licenční poplatek:** Ne

### **Ekonomické parametry:**

Trh obsahuje pouze monitory záznamu základních biomedicínských dat nebo letových s možností předávání informací uživateli, ale neumožňují souběžný monitoring biomedicínských dat s trenažerovými daty a jejich zpracování. Přičemž v současnosti ani neexistují zařízení optimalizované pro monitorování osob na leteckých trenažerech pro preselekcii a screening pilotů. Realizace se zaměřuje na zařízení optimalizované pro měření uchazečů o pilotní výcvik a kontrolu stávajících pilotů, které současně umožní předávání informací o stavu subjektu ve formátu vhodném k hodnocení jeho připravenosti pro řízení letounu. Většina komerčních zařízení je proprietární a není možné je upravit pro aplikaci expertních metod a dodatečných senzorů biomedicínských nebo letových dat. Obdobné zařízení není tedy na trhu dostupné. Ekonomické přínosy vyplývají z preselekcce a screeningu uchazečů o pilotní výcvik a pilotů, což vede zkrácení výcviku pilotů, urychlení selekce zájemců o pilotní výcvik a zvýšení bezpečnosti letecké dopravy.

**Kategorie nákladů:** výše nákladů  $\leq$  25 mil. Kč.

### **Popis funkčního vzorku**

Funkční vzorek diagnostického a tréninkového zařízení pro automatickou preselekcii zájemců o pilotní výcvik a screening pilotů byl vyvinut v rámci projektu FW01010444 TAČR TREND 1 v rámci spolupráce mezi Českým vysokým učením technickým v Praze (IČO 68407700) a Zall JIHLAVAN airplanes, s.r.o. (IČO 26959160).

Jde o zařízení, které umožňuje souběžně monitorovat biomedicínská a trenažerová data. Trenažerová část umožňující monitorování řídicích dat prostřednictvím senzorů a sw a poskytuje informaci o:

- výchylky řídicí páky,
- výchylky pedálů,
- nastavení páky plynu
- nastavení ovládání klapek

monitorování letových dat prostřednictvím počítačového hw a sw a poskytuje informaci o:

- výšce letu
- horizontální rychlosti letu,
- vertikální rychlosti letu,
- směru letu,
- příčném náklonu,
- podélném náklonu.

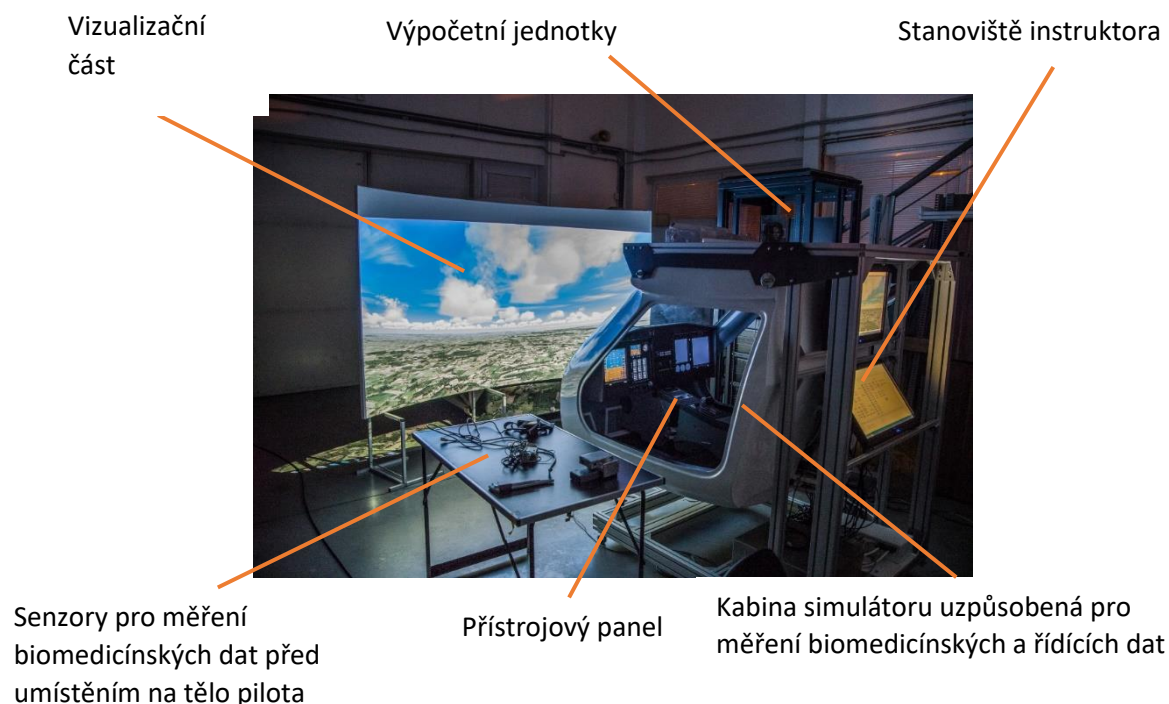
Prostřednictvím senzorů pro monitorování biomedicínských dat je monitorováno:

- tepová frekvence,
- dechová frekvence,
- kožní odpor,
- pohybová aktivita.

Hardwarová část trenažéru představuje simulátor ultra lehkého letounu GP One se statickou základnou, vizualizací, modifikovanou palubní deskou a integrovaným stanovištěm operátora. Výpočetní jednotky jsou využity tři:

- vizualizační – zabezpečující grafickou prezentaci dat měřenému subjektu. Komunikační interface je ZLS ServerSimConnect TCP (P3D a LR) a ZLS Unibox Communicator pro komunikaci s hardwarem (Unibox). Simulační hw a sw zajišťuje vytváření vizualizace a simulaci letového modelu Skyleader GP One.
- přístrojová – zabezpečuje technickou práci s trenažérem, měřicími systémy a procedurami předzpracování a zpracování měřených dat. Hardwarová jednotka Unibox sbírá signály z jednotlivých ovladačů v kabině a nastavuje indikátory. Jednotka komunikuje s UC přes síť ethernet. Celý systém je možno za běhu vizuálně kontrolovat a jednotlivé složky upravovat ze stanoviště.
- stanoviště instruktora – zabezpečuje práci s měřenými daty, konfiguraci simulátoru a testovacích procedur pro uživatele-instruktora. Logické simulační jádro RTP Logic Runtime (LR) umožňuje simulaci jednotlivých systémů letounu a vytvářet vazby a procesy mezi hardwarem a vizualizačním jádrem.

Hlavní středový projektor je umístěn kolmo na podélnou osu trenažeru, což umožňuje zobrazit virtuální prostředí pilotovi. Přístrojový panel byl modifikován tak, aby umožnil vykonávání testovaných procedur. Panel obsahuje 2 dotykové obrazovky obsahující software RTPBOARD2 zobrazující simulované letové přístroje EFIS (UA EFI890), elektronický záložní horizont L3 Harris ESI-1000, modifikovatelné motorové přístroje, indikaci klapek, GPS a další systémy, které odpovídají jednomotorovým letounům v General Aviation. Obrazovky jsou modifikovány podle aktuálních potřeb, levá obsahuje indikátory pro vykonávání a zobrazení vyhodnocení testované procedury a pravá přístrojová deska je v průběhu testování deaktivována, aby neodváděla pozornost testovaného subjektu, během konfigurace a ladění však slouží k zobrazení výstupů z biometrických přístrojů.



*Obr. 1: Celkový pohled na funkční vzorek zařízení s umělou inteligencí pro automatickou preselekcí a screening pilotů*

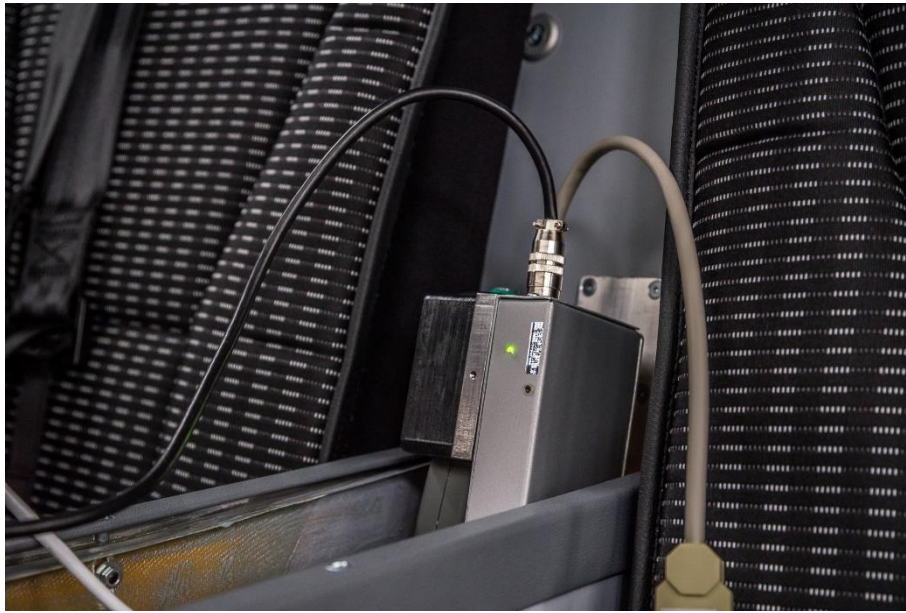
Monitor v místě stanoviště instruktora a monitor přístrojů trenažeru je umístěn v zadní části trenažerové platformy za sedadly pilota. Instruktorevi je umožněno obsluhovat simulátor, nastavovat scénáře a kontrolovat průběh testovací procedury na stanovišti instruktora prostřednictvím dotykových monitorů. HW stanoviště také slouží pro vyplňování psychologických dotazníků před a po letu. Na stanovišti je také možné řídit senzory sběru dat z biometrických přístrojů a jejich kontrolu a vyhodnocení.

Řídící prvky jsou umístěny v platformě trenažeru. Výhodou tohoto sady řídicích prvků je, že umožňují zaznamenat data aktivity subjektů v souladu se scénáři. Současně lze měnit vlastnosti řídicích prvků jako je rozsah pohybů a působící síly proti pohybu, pro navození vlastností řízení skutečného letounu. Sedadlo pilota je vytvořeno ergonomicky a uchyceno přes pojezdové prvky do platformy trenažeru, aby maximalizovalo pohodlí během testování. Sedadlo pilota lze nastavit vodorovně a svisle, což zajišťuje ideální polohu pilotovi. Konstrukce pro nastavení posunu sedadla je spojena s konstrukcí trenažeru pomocí šroubů s ohledem na možné oddělení pro přepravní potřeby. Trenažer je konstrukčně také vybaven opěradly, které uzpůsobují trenažer k lepšímu usedání do sedadla.

Část hardware pro záznam biomedicínských dat umožňuje synchronizovaný záznam dat s daty z části leteckého simulátoru. HW záznamu biomedicínských dat obsahuje tyto senzory:

- Senzory srdeční frekvence, HW obsahuje 1 kanál EKG signálu s vzorkovací frekvence 1 kHz, rozlišení AD převodníku 24 bitů. Elektrody se mohou umístit na hrudníku tak, aby byla měřena bioimpedance hrudníku (tj. snímáno stejnými elektrodami jako EKG signál). Elektrody jsou standardní jednorázové gelové Ag-AgCl elektrody.
- Senzory respirační frekvence, elektromechanický senzor založený na monitoringu změny velikosti obvodu hrudníku založený na tenzometrickém snímači síly. Snímač je umístěn v malém stíněném pouzdře a k němu jsou pevně upevněny gumové úchyty s hrudním pásem. Výstupní napětí je 1.0 mV/V  $\pm$ 0.15 mV/V, napájecí napětí je 3-12V DC, přenos dat technologií BLE, Wi-Fi, IOT, frekvence záznamu max. 1000 Hz.
- Galvanické snímače kožní odezvy, HW obsahuje 1 kanál signálu kožního odporu, rozsah měření snímače je 5 - 5000 k $\Omega$ . Elektrody jsou standardní jednorázové gelové Ag-AgCl elektrody.
- Senzory pro sledování pohybu, záznam obličeje probíhá kamerou umístěnou na palubní desce. Zpracování kamerových záznamů je neuronovou sítí, která v obrazu detekuje obličej a pohyb anatomických bodů, a využitím neuronové sítě určuje emoce subjektu. Dále je použit sw hodnocení kamerového záznamu pro určení frekvence mrkání.

Charakteristiky a vlastnosti systému jsou navrženy pro použití ve venkovním i vnitřním prostorů (ČSN 33 2000-4-41, provozní teploty -20 to 65 °C). Zařízení využívá interní napájení Li-Ion akumulátorem 40mAh, alternativně může být napájen externím napájením USB 5V, proudová spotřeba systému je ~10 mA. Systém je řešen modulárně, základem řešení jsou snímací boxy umístěné v blízkosti probanda s připojenými senzory a agregační-vyhodnocovacím PC, galvanické oddělení je 5kV. Pouzdření systému měření biomedicínských dat je realizováno tak, aby byl umístěný fixně do trenažérové platformy. Modul pro měření biometrických dat je umístěn na středový panel mezi sedačky tak, aby umožnil pohodlné připojení sensorů. Sensory jsou připevněny na testovanou osobu mimo prostor kabiny a poté jen připojeny příslušné vzájemně nezaměnitelné bajonetové konektory.

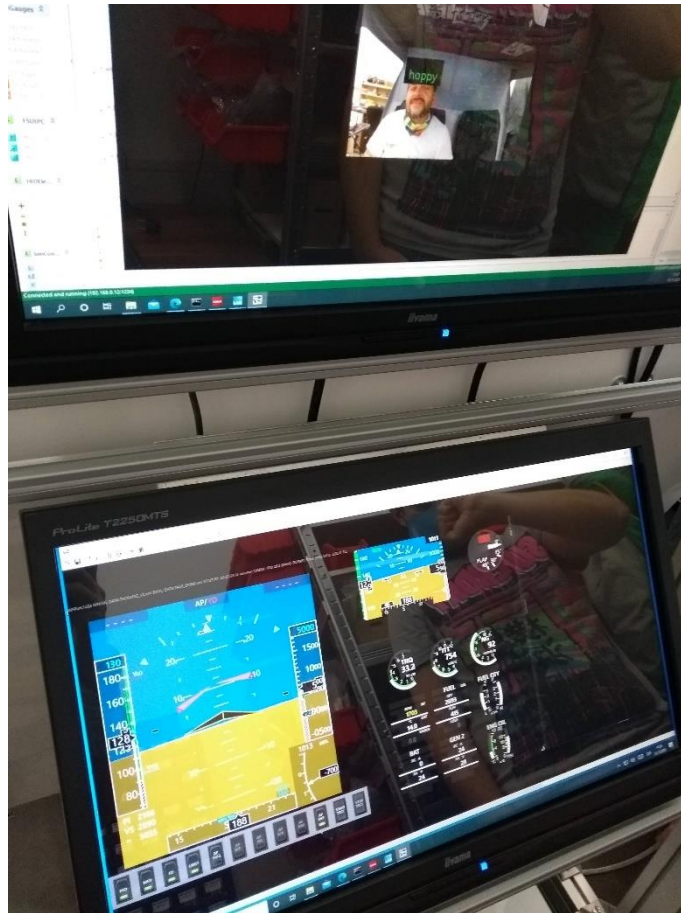


*Obr. 2: Umístění systému pro měření biomedicínských dat implementovaného do struktury trenažérové platformy.*

Agregační-vyhodnocovací PC je integrovaný do platformy trenažeru. Data se v reálném čase přenášejí přes USB 2.0 rozhraní do agregační-vyhodnocovací jednotky, systém tak umožňuje kontinuální monitoring s on-line zobrazením všech snímaných signálů.

Softwarová část simulátoru je tvořena aplikací pro simulaci letových událostí a záznam a ukládání biomedicínských a trenažérových dat. Výhodou tohoto řešení je schopnost vytvářet vlastní objekty, mapy a scénáře, včetně spouštěčů jednotlivých scénářů. Výstupem ze software je v reálném čase prezentace záznamu a ukládání biomedicínských a trenažérových dat pro další hodnocení instruktorem.





*Obr. 3: Stanoviště instruktora s monitory zobrazení letových a biomedicínských dat.*

Funkční vzorek zařízení s umělou inteligencí pro automatickou preselekcí a screening pilotů je realizovaný původní výsledek výzkumu a vývoje, projektu FW01010444 TAČR TREND 1, který byly uskutečněny členy projektového týmu. Za vývojem funkčního vzorku bezprostředně nenásleduje nulová série či sériová nebo hromadná výroba. Jedná se o návrh, vývoj a následnou výrobu unikátního zařízení nesoucího novou unikátní a zároveň hospodářsky významnou vlastnost. Funkční vzorek je charakteristický novostí a unikátností návrhu, která je doložitelná touto dokumentací výsledku.