

# PŘÍKLAD ŘÍZENÍ RIZIK VE STROJÍRENSTVÍ

Dana PROCHÁZKOVÁ

## EXAMPLE OF MANAGEMENT OF RISKS IN ENGINEERING



### ABSTRAKT

PRO ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI LIDÍ A VŠECH ZÁKLADNÍCH CHRÁNĚNÝCH AKTIV JE TŘEBA ŘÍDIT RIZIKA VE VŠECH ODVĚTVÍCH LIDSKÉ ČINNOSTI. PRÁCE UVÁDÍ PŘÍKLAD NÁSTROJE PRO ŘÍZENÍ RIZIK Z OBLASTI STROJÍRENSTVÍ, TJ. KONTROLNÍ SEZNAM. PŘEDMĚTNÝ SEZNAM SE POUŽÍVÁ PRO BEZPEČNOSTNÍ AUDIT PŘED TESTEM TLUMENÍ NÁRAZU PODVOZKU LETOUNU V OKAMŽIKU PŘISTÁNÍ PROTO, ABY VÝSLEDKY TESTU BYLY SPRÁVNÉ A SPOLEHLIVÉ A ABY MĚLY DOBROU VYPOVÍDACÍ HODNOTU. O VÝSLEDKY TESTU SE LZE PAK OPŘÍT PŘI VYSLOVENÍ ZÁVĚRU O TOM, ZDA DANÉ ZAŘÍZENÍ JE BEZPEČNÉ A SPOLEHLIVÉ A KVALITNĚ PLNÍ SVOU FUNKCI.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** bezpečnost; rizika; chráněná aktiva; strojírenství; kontrolní seznam; test tlumení nárazu podvozku letounu v okamžiku přistání

### ABSTRACT

FOR ENSURING THE SAFETY OF HUMANS AND ALL BASIC PROTECTED ASSETS THERE IS NECESSARY TO MANAGE THE RISKS IN ALL BRANCHES OF HUMAN ACTIVITIES. THE PAPER GIVES THE EXAMPLE OF TOOL FOR THE RISK MANAGEMENT FROM THE FIELD OF ENGINEERING. THIS CHECK LIST IS USED FOR SAFETY AUDIT BEFORE THE TEST OF DUMPING THE AIRCRAFT LANDING GEAR BUMP TEST AT MOMENT OF LANDING FROM THE REASON, SO THE TEST RESULTS MAY BE CORRECT, RELIABLE AND GOOD VALIDITY. ON SUCH TEST RESULTS IT IS POSSIBLE TO LEAN ON WHEN WE MAKE THE OUTCOME WHETHER THE GIVEN DEVICE IS SAFE, DEPENDABLE AND FULFIL ITS FUNCTION WITH HIGH QUALITY.

**KEY WORDS:** safety; risks; protected assets; engineering; check list; test of dumping the aircraft landing gear bump test at moment of landing

## 1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Bezpečnost je v současném celosvětovém dění velice častým diskutovaným tématem, neboť je záležitostí celé řady odvětví lidské činnosti, mezi které také patří doprava. Se stále rostoucím počtem dopravních prostředků narůstá také počet různých nehod a tragických událostí. Proto je potřeba, aby dopravní prostředky splňovaly přísnější standardy, normy a předpisy, tj. neustále se zvyšují nároky na bezpečnost strojních zařízení.

Bezpečnosti leteckého provozu je v jednotlivých zemích i na mezinárodní úrovni věnována značná pozornost, neboť případné selhání techniky nebo lidského faktoru v předmětné oblasti může vést jak k velkým materiálním škodám, tak ke ztrátám na životech a zdraví značného počtu lidí. Proto jsou všechny činnosti související s leteckým provozem celosvětově poměrně přísně regulovány. Většina zemí má pro danou oblast vytvořen soubor zákonů, směrnic a standardů, které usměrňují všechny činnosti s touto oblastí související.

Speciální místo v souborech dokumentů mají předpisy stanovující technické požadavky na konstrukci letecké techniky a zejména požadavky na její bezpečnost. Dokumenty mají zpravidla závazný charakter a každý výrobce, který chce leteckou techniku vyrábět, je musí akceptovat a jejich dodržení stanoveným způsobem prokazovat [1]. Znalost příslušných dokumentů a požadavků, které jsou v nich specifikovány, je nevyhnutným

předpokladem pro úspěšnou realizaci předvýrobních (vývojových) etap u každého výrobků leteckého průmyslu. Testování letadel a jeho jednotlivých částí je dnes rozsáhlým vědním oborem, který souvisí s rychlým rozvojem letectví. Jednou z nejdůležitějších částí letadla je přistávací zařízení, které je zejména při přistání vystaveno značnému zatížení. Letecká názvoslovná norma ČSN 31 0001 definuje pojem „Přistávací zařízení“ jako část letadla umožňující vzlet, přistání, popř. pojíždění. Podvozek je v dané normě definován jako základní konstrukční skupina přistávacího zařízení [1]. Jeho porušení může mít za následek poškození až zničení celého letadla, včetně ohrožení bezpečnosti cestujících. Z uvedených a mnoha dalších důvodů se od přistávacího zařízení požaduje velká bezpečnost a vysoká spolehlivost po celou dobu životnosti letounu, která u některých letounů může znamenat až desítky tisíc vzletů a přistání. Proto je potřeba jak při návrhu nového přistávacího zařízení, tak i při jeho pravidelných kontrolách a revizích věnovat patřičnou pozornost bezpečnosti, a to hlavně řízení jednotlivých rizik vyplývajících z konstrukce, funkce a způsobu řízení, montáže a údržby. Musí být provedena taková opatření, aby se závažná rizika eliminovala nebo snížila na úroveň, která je akceptovatelná. Přeložená práce obsahuje výsledek výzkumu, který je detailně popsán v práci [1], a to kontrolní seznam [2] pro bezpečnostní audit před testem tlumení nárazu podvozku letounu v okamžiku přistání. Předmětný výrobek hraje zásadní roli při přistání.

## 2. HISTORICKÝ VÝVOJ PODVOZKU LETOUNU

Jedno z prvních skutečných přistávacích zařízení na letadlech (jednoduchý a spolehlivý třibodový podvozek, často s příďovým kolem) bylo použito v roce 1903, kdy byl k pohonu letounu použit spalovací motor. Do té doby byly používány většinou lyže a starty byly realizovány z kolejnic za pomoci katapultu (bratři Wrightové). V průběhu 1. světové války se z důvodu vpředu umístění vrtule velkého průměru ustálila koncepce dvoukolevého hlavního podvozku a jednoduché ostruhy v zadní části letadla. Tlumení přistávacího rázu bylo řešeno pomocí gumového lana omotaného kolem osy hlavního podvozku a podvozkové nohy [1].

S rostoucí rychlostí letadel ve 20. letech 20. století se začínají vyrábět první zatahovací podvozky, které měly snížit aerodynamický odpor letounu. Koncem 2. světové války se začaly vyrábět první letouny vybavené reaktivním pohonem a při stále se zvyšujících rychlostech se začal opět používat podvozek s příďovým kolem, který usnadnil vzlet a hlavně přistání. I když konstrukce letadel od této doby prošla celou řadou změn, tak k žádným výrazným změnám v koncepci podvozků nedošlo. Podvozky s ostruhou lze vidět na některých amatérských konstrukcích a na moderních letounech stavěných speciálně pro leteckou akrobacii [1].

## 3. POŽADAVKY NA PODVOZEK LETOUNU PŘI PŘISTÁNÍ

Speciální místo v souborech dokumentů zajišťujících bezpečnost letectví mají předpisy stanovující technické požadavky na konstrukci letecké techniky a zejména požadavky na bezpečnost a spolehlivost letecké techniky po celou dobu životnosti. Předmětné dokumenty mají zpravidla závazný charakter a každý výrobce, který chce leteckou techniku vyrábět, je musí akceptovat a jejich dodržení stanoveným způsobem prokazovat. Znalost příslušných dokumentů a požadavků, které jsou v nich specifikovány, je tedy nevyhnutelným předpokladem pro úspěšnou realizaci předvýrobních (vývojových) etap u každého výrobků leteckého průmyslu.

Testování letadel a jeho jednotlivých částí je dnes rozsáhlým vědním oborem, který souvisí s rychlým rozvojem letectví. Jednou z nejdůležitějších částí letadla je přistávací zařízení, které je zejména při přistání vystaveno značnému zatížení. Jak již bylo uvedeno, jeho porušení může mít za následek poškození až zničení celého letadla, včetně ohrožení bezpečnosti cestujících. Z těchto a mnoha dalších důvodů se od přistávacího zařízení požaduje vysoká bezpečnost a spolehlivost po celou dobu životnosti letounu, která u některých letounů může znamenat až desítky tisíc vzletů a přistání [3]. Proto je potřeba jak při návrhu nového přistávacího zařízení, tak i při jeho pravidelných kontrolách a revizích věnovat patřičnou pozornost bezpečnosti, včetně posouzení jednotlivých rizik vyplývajících z konstrukce, funkce a způsobu řízení, montáže a údržby. Musí být provedena taková opatření, aby se různá rizika eliminovala nebo snížila na takovou úroveň, aby byla akceptovatelná [3,4].

Nejzávažnější zatížení letounu bývá od přistání. Přistávající letadlo se přibližuje k zemi klouzavým letem. Při plavání letadla blízko nad zemí nastane ustálený stav, kdy aerodynamický vztlak vyváží sílu tíže letadla a zvýšený aerodynamický odpor zabrzdí pohyb, až nastane částečná ztráta vztlaku, propadání letadla a náraz na přistávací plochu. Tato fáze přistání je nejdůležitější pro přistávací zařízení, neboť vytváří počáteční podmínky pro jeho funkci [5]. Při ideálním přistání se letoun v okamžiku „podrovnání“ a ztráty vztlaku již dotýká koly podvozku země. Klesací rychlost je téměř nulová a přistávací náraz je minimální. Toto je ideální případ. Prakticky ale dochází k tomu, že letoun má při dotyku se zemí jistou nezanedbatelnou klesací rychlost, nebo v případě brzkého podrovnání dojde ke ztrátě vztlaku ještě před dotykem se zemí. Konstrukce podvozku musí přenést a utlumit zatížení i od těchto mimořádných přistání, ke kterým zejména dochází u méně zkušených pilotů, případně za zhoršených podmínek viditelnosti [1,5].

#### 4. DYNAMICKÉ ZKOUŠENÍ LETECKÝCH PODVOZKŮ

Ve stavbě letadel je dnes hlavním cílem zvyšování životnosti leteckých podvozků [1,3]. Proto se soustavně studují skutečné poměry v provozu a usiluje se o co nejvěrnější napodobování jejich namáhání v leteckých zkušebnách. To platí i o zkoušení přistávacích zařízení, především podvozků, které jsou při rozjezdu a zejména při přistání velmi namáhány. Pro laboratorní zkoušky podvozků byl v ČR vyvinut v padesátých letech minulého století a uveden do provozu v Aeru Radotín (později Technometra Radotín) první „Padostroj“ PS-1, který umožňoval provádět první dynamické zkoušky na pohlcení mechanické práce (pádové zkoušky) leteckých podvozků na dopadovou plošinu [1].

V šedesátých letech minulého století byl uveden do provozu ve Výzkumném a zkušebním leteckém ústavu v Praze Letňanech (VZLÚ) nový víceúčelový zkušební stroj. Jedná se o univerzální padostroj, na němž lze se samotným podvozkem napodobit přistání skutečného letadla, za působení hlavních činitelů, které přistání ovlivňují, jako je dopředná rychlost letadla, jeho hmota, rychlost klesání, vztlaková odlehčující síla atd., a to pro případy symetrického i nesymetrického přistání. Relativní pohyb letadla vůči zemi se simuluje pádem vozu s podvozkem na roztočený buben setrvačnickového zařízení, sleduje se převzetí kinetické energie svislého pohybu letadla prací tlumicí soustavy podvozku a zabrzdění dopředné složky pohybu letadla až do jeho zastavení přeměnou kinetické energie v teplo, dané prací brzd na kolech podvozku při zanedbání aerodynamických, event. jiných (např. brzdící padáky) odporů [1,5], který dovoluje komplexní vyšetřování přistávacích zařízení [1].

#### 5. DATA POUŽITÁ PRO SESTAVENÍ KONTROLNÍHO SEZNAMU

Pro zajištění bezpečnosti každého strojního zařízení a bezpečí obsluhy je velice důležité identifikovat všechna možná nebezpečí vyplývající z konstrukce nebo způsobu předpokládaného používání daného zařízení [6]. Proto je třeba mít nástroj a postup pro identifikaci nebezpečí a stanovení rizik, abychom včas identifikovali, že něco je nesprávné a určili místo, kde je třeba pro dosažení správného výsledku provést opatření. Předmětný nástroj je třeba správně použít tak, aby ve sledovaném případě byl test kvalitní a dal správné výsledky. Proto jsme zvolili nástroje, a to postup ve formě bezpečnostního auditu podle nástroje kontrolní seznam [2,7], které jsou nástroji rizikového inženýrství [8].

Cílem je zajistit, aby testy podvozků byly správné a spolehlivé a aby měly dobrou vypovídací hodnotu. Proto byly použity jak teoretické znalosti [1,2,6-8], technická dokumentace a postupy pro provádění zkoušek na Padostroji PS 1 s nohou hlavního podvozku levou/pravou (nebo přední, kde se uvažuje předepsané vztlakové vyvážení) včetně úplného kola za daných klimatických podmínek (20°C +/-5°C) [1], tak experimentální data z prováděných testů na Padostroji PS-1 [1]. Pro civilní letouny je test stavu podvozku prováděna podle požadavků předpisu EASA CS-23/FAR (letouny kategorie normální, cvičná, akrobatická a pro sběrnou dopravu) Part 23, AMDT. 23-55, § 23.725, § 23.726, §23.727 [3,4]. Pro vojenské letouny je zkouška prováděna podle požadavků technických podmínek vydaných výrobcem na základě požadavků zadavatele [3].

Kontrolní seznam (Check List [9]) je postup sloužící k systematické kontrole plnění předem stanovených podmínek vycházejících z předešlých zkušeností. Jedná se vlastně o seznam kontrolních otázek podle kterých je možno jednoduše ověřit stav sledovaného objektu a zajistit tak, že nejsou přehlédnuty žádné neshody. Pomocí kontrolního seznamu můžeme sledovat stav plnění nějakého souboru činností. Kontrolní seznamy otázek lze použít pro různé činnosti v kterékoliv fázi jejich životního cyklu. Jednou z možných činností může být kontrola strojního zařízení a lidského faktoru. V našem případě se jedná o postup prací na Padostroji PS-1 při testu tlumení nárazu podvozku letounu v okamžiku přistání. Kontrolní seznamy se mohou také značně lišit, co se týče úrovně detailů, a mohou být využívány k označení splnění standardů a zvyklostí. V případě navrhovaného kontrolního seznamu je snahou vyhovět v rámci jednoho dokumentu jak obsluze stroje, tak řídícím a kontrolním orgánům.

#### 6. KONTROLNÍ SEZNAM PRO BEZPEČNOSTÍ AUDIT SLOUŽÍCÍ K PROVĚŘENÍ STAVU PADOSTROJE PŘED TESTEM PODVOZKU

Při sestavení kontrolního seznamu pro sledovaný proces jsme dbali na splnění požadavků uvedených v pracích [2,7], tj. kontrolní seznam musí být jasný, stručný a srozumitelný pro všechny strany a musí být zamezeno i jakékoliv dvojsmyslnosti. Jelikož podle [2,7] má analýza rizik pomocí kontrolního seznamu dva zásadní kroky a to: odpovědi na otázky; a celkové vyhodnocení, tak jsme pro bezpečnostní audit testu navrhli následující postup:

- odpovědi na otázky kontrolního seznamu ANO či NE,

- v prípade, že se vyskytne odpoveď NE, tak žádat dohlížejícího kontrolora o posouzení důležitosti činnosti, tj. o rozhodnutí: zda lze dále pokračovat v auditu a procesu testu, anebo je nutné provést nápravná opatření, aby požadavek byl splněn.

Vytvořený kontrolní seznam je uveden v tabulce 1.

Tab. 1 - Kontrolní seznam pro prověření stavu padostroje před testem podvozku

| Pořadové číslo                                                                                                                                                                                             | Otázka                                                                                                                                                                                 | ANO | NE |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| <b>1. Administrativní úkony</b>                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |     |    |
| 1                                                                                                                                                                                                          | Je platné povolení úřadů k provádění testů podvozků? (platnost Oprávnění vydaného ÚCL a Osvědčením ke zkoušení vydaným OVL MO)                                                         |     |    |
| 2                                                                                                                                                                                                          | Jsou splněny podmínky uvedené v Příručce podnikové jakosti? (Příručka jakosti rozpracovává a popisuje systém řízení jakosti a uvádí jeho základní úroveň)                              |     |    |
| 3                                                                                                                                                                                                          | Je podepsán předávací protokol testovaného podvozku?                                                                                                                                   |     |    |
| 4                                                                                                                                                                                                          | Je vydáno zadání (metodika, technické podmínky a specifikace) pro zkoušku podvozku daného typu?                                                                                        |     |    |
| 5                                                                                                                                                                                                          | Je vydán postup instalace senzorů na podvozek daného typu pro zkoušku?                                                                                                                 |     |    |
| 6                                                                                                                                                                                                          | Je testovaný podvozek správně upevněn, aby nedošlo k ovlivnění výsledků testů?                                                                                                         |     |    |
| 7                                                                                                                                                                                                          | Souhlasí výrobní číslo zkoušeného podvozku se zadáním?                                                                                                                                 |     |    |
| 8                                                                                                                                                                                                          | Je přítomen osvědčující pracovník (kontrolor), který průběh testu sleduje?                                                                                                             |     |    |
| <b>2. Bezpečnost práce</b>                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                        |     |    |
| 9                                                                                                                                                                                                          | Jsou při obsluze Padostroje PS-1 dodržovány zásady bezpečnosti práce?                                                                                                                  |     |    |
| 10                                                                                                                                                                                                         | Je pracovní prostředí vhodné k provádění příslušných zkušebních prací z pohledu znečištění zkušebních prostor?                                                                         |     |    |
| 11                                                                                                                                                                                                         | Je pracovní prostředí vhodné k provádění příslušných zkušebních prací z pohledu dostatečného osvětlení?                                                                                |     |    |
| 12                                                                                                                                                                                                         | Je pracovní prostředí vhodné k provádění příslušných zkušebních prací z pohledu hladiny hluku?                                                                                         |     |    |
| 13                                                                                                                                                                                                         | Byla provedena kontrola teploty pracovního prostředí, zda odpovídá podmínkám pro provádění zkoušky? (20°C +/-5°C)                                                                      |     |    |
| <b>3. Kontrola Padostroje PS-1 před vlastní zkouškou</b>                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                        |     |    |
| 14                                                                                                                                                                                                         | Byla provedena kontrola knihy údržby Padostroje PS-1 zda má platný interval do další kontroly?                                                                                         |     |    |
| 15                                                                                                                                                                                                         | Byla provedena vizuální kontrola stavu stroje?                                                                                                                                         |     |    |
| 16                                                                                                                                                                                                         | Byla provedena kontrola olejovodu hydraulického systému na olejové nádrži v horní části stroje?                                                                                        |     |    |
| <b>4. Instalace senzorů na testovaný podvozek</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                        |     |    |
| 17                                                                                                                                                                                                         | Jsou k dispozici senzory určené k instalaci na testovaný podvozek?                                                                                                                     |     |    |
| 18                                                                                                                                                                                                         | Je testovaný podvozek řádně a bezpečně upevněn na transportním přípravku?                                                                                                              |     |    |
| 19                                                                                                                                                                                                         | Je provedena instalace senzorů na podvozek daného typu pro zkoušku podle vydaného postupu a průvodky práce?                                                                            |     |    |
| 20                                                                                                                                                                                                         | Jsou řádně připevněny konektory senzorů a propojovací kabeláž k testovanému podvozku?                                                                                                  |     |    |
| <b>5. Instalace přípravku sloužícího k upnutí zkoušeného podvozku k pohyblivému stolu Padostroje PS-1, za předpokladu, kdy není instalováno závaží a pohyblivý stůl je spuštěn na bezpečnostní podpěře</b> |                                                                                                                                                                                        |     |    |
| 21                                                                                                                                                                                                         | Má přípravek sloužící k upevnění testovaného podvozku k Padostroji PS-1 platnou revizi?                                                                                                |     |    |
| 22                                                                                                                                                                                                         | Je vertikálně pohyblivý vůz podepřen bezpečnostní podpěrou?                                                                                                                            |     |    |
| 23                                                                                                                                                                                                         | Byly provedeny úkony potřebné k instalaci přípravku sloužícího k upnutí zkoušeného podvozku k pohyblivému stolu Padostroje PS-1? (prodloužení manipulační délky hydraulického systému) |     |    |
| 24                                                                                                                                                                                                         | Je přípravek bezpečně ustaven na manipulačním vozíku?                                                                                                                                  |     |    |
| 25                                                                                                                                                                                                         | Je přípravek ustaven a spojen s danou soustavou vhodnými svorníky dle                                                                                                                  |     |    |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                         |  |  |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                                               | technické specifikace a průvodky práce?                                                                                                                                                                                 |  |  |
| 26                                                            | Je vertikálně pohyblivý vůz spuštěn s nainstalovaným přípravkem na bezpečnostní podpěru?                                                                                                                                |  |  |
| 27                                                            | Byly provedeny zpětné úkony potřebné k instalaci přípravku sloužícího k upnutí zkoušeného podvozku k pohyblivému stolu Padostroje PS-1 ? (zkrácení manipulační délky hydraulického systému)                             |  |  |
| <b>6. Naložení závaží na pohyblivý stůl</b>                   |                                                                                                                                                                                                                         |  |  |
| 28                                                            | Je vertikálně pohyblivý vůz pomocí hydraulického systému zdvižen do horní krajní polohy Padostroje PS-1 k zásobníku závaží? (kontrola volného chodu pohyblivého vozíku)                                                 |  |  |
| 29                                                            | Je potřebný počet závaží - desek (dle technické specifikace a průvodky práce) uvolněno na vertikálně pohyblivý vůz?                                                                                                     |  |  |
| 30                                                            | Je zbylé závaží v horní části stroje řádně zajištěno v nosných tyčích zajišťovacími kolíky? (pozor - řádně překontrolovat, nebezpečí úrazu!!!)                                                                          |  |  |
| 31                                                            | Je vertikálně pohyblivý vůz pomocí hydraulického systému spuštěn do dolní polohy a opřen o bezpečnostní podporu? (kontrola volného chodu pohyblivého vozíku)                                                            |  |  |
| 32                                                            | Jsou desky závaží zajištěny na pohyblivém stole sponami?                                                                                                                                                                |  |  |
| 33                                                            | Je vertikálně pohyblivý vůz se závažím dovážěn pytlí s olověnou drtí podle technické specifikace zkoušeného podvozku a průvodky práce?                                                                                  |  |  |
| <b>7. Instalace podvozku do přípravku na pohyblivém stole</b> |                                                                                                                                                                                                                         |  |  |
| 34                                                            | Je do přípravku instalován testovaný podvozek včetně kola, případně brzdy dle průvodky práce?                                                                                                                           |  |  |
| 35                                                            | Je zkontrolován plnicí tlak v tlumiči a v pneumatice testovaného podvozku pomocí kalibrovaných manometrů?                                                                                                               |  |  |
| 36                                                            | Je spojeno měřící lanko celkového propérování podvozku s unášecem pásového měřítka?                                                                                                                                     |  |  |
| <b>8. Seřízení polohy „nula“ celkového propérování</b>        |                                                                                                                                                                                                                         |  |  |
| 37                                                            | Je seřízená poloha lanka a pásového měřítka celkového propérování nastaveného na hodnotu „nula“ okamžiku dotyku kola a dopadové desky?                                                                                  |  |  |
| <b>9. Simulace vztlakové síly pomocí pružných provazců</b>    |                                                                                                                                                                                                                         |  |  |
| 38                                                            | Jsou instalovány držáky lan do vodících trubek ve vztlakových křídlech a nasunuty na dvojice vodících tyčí?                                                                                                             |  |  |
| 39                                                            | Je potřebný počet lan stejnoměrně rozdělen a zaháknut do ok držáků pružných lan? (pozor - lana nesmí být překřížena!!!),                                                                                                |  |  |
| 40                                                            | Jsou v „nulové“ poloze podvozku (dotyk kola s dopadovou deskou) zajištěny držáky na vodících tyčích maticemi?                                                                                                           |  |  |
| <b>10. Předpětí pružných provazců</b>                         |                                                                                                                                                                                                                         |  |  |
| 41                                                            | Je provedena změna předpětí pružných provazců v horní části padostroje? (pozor - provádět při uvolněných lanech!!!)                                                                                                     |  |  |
| <b>11. Kontrola hmotnosti zkoušené soustavy</b>               |                                                                                                                                                                                                                         |  |  |
| 42                                                            | Je připojen měřící zesilovač k senzoru síly?                                                                                                                                                                            |  |  |
| 43                                                            | Je provedeno zahřátí, řádné nastavení a vynulování měřícího zesilovače síly?                                                                                                                                            |  |  |
| 44                                                            | Je připojen senzor síly k měřící aparatuře, včetně senzorů umístěných na zkoušené podvozkové noze (senzor propérování a statického přetížení), senzor celkového propérování (senzor absolutního lineárního odměřování)? |  |  |
| 45                                                            | Jsou propojovací kabely mezi měřící ústřednou a senzory uspořádány tak, aby nebránili při vlastním měření a aby nedošlo také k jejich poškození?                                                                        |  |  |
| 46                                                            | Je zapnuté napájení měřící ústředny a obslužný software PC pro sledování měřených parametrů, v tomto případě hmotnost zkoušené soustavy?                                                                                |  |  |
| 47                                                            | Jsou v případě použití vztlakových lan tato lana odpojena?                                                                                                                                                              |  |  |
| 48                                                            | Je zkoušená soustava po odstranění bezpečnostní podpěry spuštěna na dopadovou desku?                                                                                                                                    |  |  |
| 49                                                            | Je odjištěn zámek dopadového vozíku? („odhoz“ z nulové výšky)                                                                                                                                                           |  |  |

|                                                                   |                                                                                                                                                         |  |  |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| 50                                                                | Bylo provedeno odečtení a zaznamenání hodnoty hmotnosti zkoušené soustavy z displeje zesilovače, zda odpovídá požadované velikosti?                     |  |  |
| 51                                                                | Bylo provedeno odečtení a uložení hodnoty hmotnosti zkoušené soustavy z displeje PC, zda odpovídá požadované velikosti?                                 |  |  |
| 52                                                                | Je po kontrole hmotnosti zkoušené soustavy vertikálně pohyblivý vůz zdvižen a zajištěn zámek dopadového vozíku?                                         |  |  |
| 53                                                                | Je vložena bezpečnostní podpora a vůz spuštěn na tuto podporu?                                                                                          |  |  |
| 54                                                                | Je potřeba soustavu dovážet a opakovat vážení zkoušené soustavy?                                                                                        |  |  |
| 55                                                                | Jsou v případě použití vztlačkových lan tato lana znovu připojena?                                                                                      |  |  |
| <b>12. Pádová zkouška</b>                                         |                                                                                                                                                         |  |  |
| 56                                                                | Je zkoušená soustava zdvižena na předepsanou pádovou výšku dle technické specifikace a průvodky práce?                                                  |  |  |
| 57                                                                | Je řádně nastaven měřicí zesilovač pro měření dopadové síly?                                                                                            |  |  |
| 58                                                                | Je správně nastaveno měřicí lanko celkového propérování?                                                                                                |  |  |
| 59                                                                | Je zapnuté napájení měřicí ústředny a obslužný software PC pro sledování měřených parametrů?                                                            |  |  |
| 60                                                                | Je vynulována poloha celkového propérování prostřednictvím software – proveden reset?                                                                   |  |  |
| 61                                                                | Je odstraněna bezpečnostní podpora?                                                                                                                     |  |  |
| 62                                                                | Je spuštěna ochranná klec do dolní polohy?                                                                                                              |  |  |
| 63                                                                | Je odjištěn zámek odhozu zamáčknutím žlutého tlačítka na ovládacím pultu?                                                                               |  |  |
| 64                                                                | Je spuštěn záznam měřicí aparatury software - PLAY?                                                                                                     |  |  |
| 65                                                                | Je proveden odhoz s následnou vizuální kontrolou celé soustavy, zda nedošlo k nepředvídatelným událostem ohrožující bezpečnost obsluhy Padostroje PS-1? |  |  |
| 66                                                                | Je vyzdvižena ochranná klec do horní polohy?                                                                                                            |  |  |
| 67                                                                | Je proveden odečet měřených parametrů a jejich zápis do tabulky naměřených hodnot?                                                                      |  |  |
| 68                                                                | Je vypnut záznam měřicí aparatury a provedena kontrola naměřených dat s následným vyhodnocením testu?                                                   |  |  |
| <b>13. Zpětné zapojení pohyblivého stolu</b>                      |                                                                                                                                                         |  |  |
| 69                                                                | Je otevřen regulační ventil hydraulického systému a spuštěn vůz ke stolu?                                                                               |  |  |
| 70                                                                | Jsou čelisti zámku řádně zapadnuty za ozuby na trnu vozu?                                                                                               |  |  |
| 71                                                                | Je zámek zajištěn zamáčknutím stříbrného tlačítka?                                                                                                      |  |  |
| 72                                                                | Je provedena kontrola zapadnutí západky zámku?                                                                                                          |  |  |
| 73                                                                | Je uzavřen regulační ventil hydraulického systému umožňující spouštění vozu?                                                                            |  |  |
| 74                                                                | Je zdvižena zkoušená soustava do patřičné výšky v případě pokračování zkoušky?                                                                          |  |  |
| 75                                                                | Je v případě ukončení zkoušky vložena bezpečnostní podpora a vůz je spuštěn na tuto podporu?                                                            |  |  |
| <b>14. Odstranění simulace vztlačkové síly pokud byla použita</b> |                                                                                                                                                         |  |  |
| 76                                                                | Jsou v nulové poloze podvozku (dotyk kola s dopadovou deskou) odstraněny držáky na vodičích tyčích sejmutím matic?                                      |  |  |
| 77                                                                | Jsou odstraněny držáky lan vodičích trubek ve vztlačkových křídlech?                                                                                    |  |  |
| 78                                                                | Jsou vysunuty dvojice vodičích tyčí vztlačkové síly?                                                                                                    |  |  |
| <b>15. Demontáž podvozku</b>                                      |                                                                                                                                                         |  |  |
| 79                                                                | Je odpojeno měřicí lanko celkového propérování s unášecem pásového měřítka?                                                                             |  |  |
| 80                                                                | Jsou odpojeny vodiče od senzorů umístěných na zkoušené podvozkové noze (senzor propérování a statického přetížení)?                                     |  |  |
| 81                                                                | Je z přípravku vyjmuta testovaná podvozková noha dle průvodky práce?                                                                                    |  |  |
| <b>16. Sejmutí závaží (desek) z pohyblivého stolu</b>             |                                                                                                                                                         |  |  |
| 82                                                                | Jsou odstraněny pytle s olověnou drtí, jsou-li použity?                                                                                                 |  |  |
| 83                                                                | Jsou sejmuty zajišťovací spony desek na pohyblivém stolu?                                                                                               |  |  |

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                      |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| 84                                                                                        | Je vertikálne pohyblivý vůz pomocí hydraulického systému zdvižen do horní krajní polohy Padostroje PS-1 k zásobníku závaží? (kontrola volného chodu pohyblivého vozíku)              |  |  |
| 85                                                                                        | Jsou řádně zajištěny desky závaží v nosných tyčích zajišťovacími kolíky? (pozor - řádně překontrolovat, nebezpečí úrazu!!!)                                                          |  |  |
| 86                                                                                        | Je prázdný stůl bez závaží spuštěn do dolní polohy a opřen o bezpečnostní podporu?                                                                                                   |  |  |
| 87                                                                                        | Je při spouštění zkontrolován volný chod vozíku?                                                                                                                                     |  |  |
| <b>17. Demontáž přípravku sloužícího k upnutí zkoušeného podvozku k pohyblivému stolu</b> |                                                                                                                                                                                      |  |  |
| 88                                                                                        | Je vertikálně pohyblivý vůz podepřen bezpečnostní podpěrou?                                                                                                                          |  |  |
| 89                                                                                        | Byly provedeny úkony potřebné k vyjmutí přípravku sloužícího k upnutí zkoušeného podvozku k pohyblivému stolu Padostroje PS-1? (prodloužení manipulační délky hydraulického systému) |  |  |
| 90                                                                                        | Je přípravek rozpojen s danou soustavou vyjmutím svorníků dle technické specifikace a průvodky práce?                                                                                |  |  |
| 91                                                                                        | Je vertikálně pohyblivý vůz spuštěn bez přípravku na bezpečnostní podpěru?                                                                                                           |  |  |
| 92                                                                                        | Byly provedeny zpětné úkony vedoucí ke zkrácení manipulační délky hydraulického systému a uvedení Padostroje PS-1 do výchozího stavu pro další možné práce?                          |  |  |
| <b>18. Provedení zápisu do evidenční knihy zkoušek</b>                                    |                                                                                                                                                                                      |  |  |
| 93                                                                                        | Je do evidenční knihy proveden záznam pádové zkoušky se všemi náležitostmi?                                                                                                          |  |  |
| <b>19. Vyhodnocení zkoušky</b>                                                            |                                                                                                                                                                                      |  |  |
| 94                                                                                        | Je zpracován záznam a vyhodnocení zkoušky dle technické specifikace a průvodky práce?                                                                                                |  |  |
| 95                                                                                        | Je vystaven protokol o provedené zkoušce?                                                                                                                                            |  |  |

Kontrolní seznam a předmětný postup bezpečnostního auditu je takový proto, že otázky sledují lineární proces, ve kterém jednotlivé úkony na sebe navzájem navazují a nelze je obsluhou samovolně vynechat bez souhlasu nadřízených orgánů. Tato podmínka vyplývá z dokumentu „Příručky zkušebny přístávacích zařízení“ [10], pro kterou se nástroj vytvářel, a ve které se říká, že jakákoliv změna postupů, metodik aj. je možná pouze za souhlasu dozorových podnikových a státních orgánů, a to formou dodatků k platným povolením prováděných zkoušek daného pracoviště, což mimo jiné představuje nemalou administrativní zátěž a časovou prodlevu. V daném případě se hodnotový systém zužuje pouze na hodnocení vynikající, neboť následující krok v kontrolním seznamu může následovat pouze za podmínky splnění předchozího kroku. Případnou výjimku může jednorázově schválit pouze řídící pracovník při potřebných konstrukčních úpravách, a to pouze v rámci podnikových testů, a to za předpokladu řádného dodržování bezpečnosti při práci.

## 7. ZÁVĚR

Práce ukazuje příklad použití nástrojů rizikového inženýrství ve strojírenství, a to pro ocenění rizik při testu tlumení nárazu podvozku letounu v okamžiku přistání. Výsledek testu ukazuje, zda testované přistávací zařízení je či není bezpečný výrobek. Výsledek je důležitý pro bezpečnost letového provozu a hlavně pro lidi, které k přepravě letadla používají.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] KRÁL, J.: *Ocenění rizik při testu tlumení nárazu podvozku letounu v okamžiku přistání*. Diplomová práce. Praha: ČVUT 2015, 157 p.
- [2] PROCHÁZKOVÁ, D.: *Analýza a řízení rizik*. ISBN 978-80-01-04841-2. Praha: ČVUT 2011, 405p.
- [3] SLAVĚTINSKÝ, D.: *O letadlech. Koncepce přistávacího zařízení*. [http://www.slavetind.cz/stavba/koncepce/Koncepce\\_prist\\_zar.aspx](http://www.slavetind.cz/stavba/koncepce/Koncepce_prist_zar.aspx)
- [4] TŮMA, J.: *Letadla*. Opора pro učební a studijní obory na SOU. Praha: SNTL 1981.
- [5] PETRÁSEK, M.: *Základy konstrukce letadel*. Brno: VUT 1999.

- [6] MAREK, J. a kol.: *Management rizik v konstrukci výrobních strojů*. Praha: Průmyslové spektrum, speciální vydání., 2009; ISSN 1212-2572.
- [7] PROCHÁZKOVÁ, D.: *Metody, nástroje a techniky pro rizikové inženýrství*. ISBN: 978-80-01-04842-9. Praha: ČVUT 2011, 369p.
- [8] PROCHÁZKOVÁ, D.: *Bezpečnost složitých technologických systémů*. ISBN: 978-80-01-05771-1. Praha: ČVUT 2015, 208p.
- [9] HRUŠKA, Z., SVITÁK, P.: ČSN 31 0001 aneb o leteckém názvosloví. *Letectví + kosmonautika*, 83 (2007), 1, p. 98., ISSN 0024-1156.
- [10] AERO VODOCHODY AEROSPACE: *Interní materiály* – technická dokumentace, technické postupy, bezpečnostní dokumentace.

#### ADRESA AUTORA

**doc. RNDr., Dana Procházková, PhD., DrSc.,**

ČVUT v Praze, fakulta dopravní, Konviktská 20, 110 00 Praha 1, Česká republika

e-maill: prochazkova@fd.cvut.cz

#### **RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU**

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

#### **REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS**

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.