



ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ  
PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD  
Beranových 130  
199 00 Praha 9 - Letňany

CZ-23-0869

# ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**o odborném zjišťování příčin letecké nehody  
kluzáku PIK-20D  
poznávací značky OM-5133  
na poli jižně obce Podhořany u Ronova  
ze dne 12. srpna 2023**

Praha  
únor 2025

Toto šetření bylo prováděno v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 996/2010, zákonem č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a Přílohou č. 13 k Úmluvě o mezinárodním civilním letectví. Jediným účelem je prevence budoucích nehod a incidentů bez určení viny či odpovědnosti. Závěrečná zpráva, zjištění a závěry v ní uvedené, týkající se leteckých nehod a incidentů, eventuálně systémových nedostatků ohrožujících provozní bezpečnost, mají pouze informativní charakter a nemohou být použity jinak než jako doporučení pro realizaci opatření, která by zabránila vzniku dalších leteckých nehod a incidentů s obdobnými příčinami. Zhotovitel Závěrečné zprávy výslovně prohlašuje, že Závěrečná zpráva nemůže být použita pro stanovení viny či odpovědnosti v souvislosti s určením příčin letecké nehody či incidentu a nemůže být použita ani pro uplatnění nároků v případě vzniku pojistné události.

## Obsah

Použité zkratky .....	4
Použité jednotky .....	4
A) Úvod.....	5
B) Informační přehled .....	5
1 Faktické informace .....	6
1.1 Průběh letu .....	6
1.1.1 Okolnosti, které předcházely kritickému letu .....	6
1.1.2 Kritická situace .....	6
1.1.3 Výpověď pilota.....	6
1.1.4 Výpověď svědků.....	6
1.2 Zranění osob.....	7
1.3 Poškození letadla .....	8
1.4 Ostatní škody.....	8
1.5 Informace o osobách .....	8
1.6 Informace o letadle .....	8
1.6.1 Technický popis.....	8
1.6.2 Všeobecné a výkonové charakteristiky .....	10
1.6.3 Výkony.....	11
1.6.4 Havarovaný kluzák .....	11
1.7 Meteorologická situace .....	13
1.7.1 Výpis ze zprávy SYNOP a výpis ze zprávy METAR.....	13
1.7.2 Radarový a družicový snímek a snímek z webové kamery .....	13
1.7.3 Počasí z deníku dispečera RADIO .....	14
1.8 Radionavigační a vizuální prostředky .....	14
1.9 Spojovací služba.....	14
1.10 Informace o letišti.....	14
1.11 Letové zapisovače a ostatní záznamové prostředky .....	15
1.12 Popis místa nehody a trosek .....	15
1.12.1 Ostatní části kluzáku .....	15
1.12.2 Podrobná prohlídka trosek .....	16
1.13 Pátrání a záchrana .....	19
1.14 Testy a výzkum.....	19
1.15 Informace o provozních organizacích .....	19
1.16 Doplnkové informace .....	20
1.16.1 Letová příručka kluzáku PIK-20D, Normální postupy, 5.7. Akrobacie .....	20
1.16.2 Specific Airworthiness Specification for PIK-20D, Page 6 of 10 .....	20
1.16.3 Pilotní záchranný padák .....	20
2 Rozbory.....	21
2.1 Kvalifikovanost posádky .....	21

2.2	Kluzák.....	21
2.3	Kritická situace.....	22
2.4	Vliv povětrnostních podmínek.....	23
3	Závěry .....	23
3.1	Zjištění .....	23
3.1.1	Pilot kluzáku .....	23
3.1.2	Kluzák.....	23
3.1.3	Meteorologické podmínky.....	24
3.2	Příčiny.....	24
4	Bezpečnostní doporučení.....	24
4.1	Bezpečnostní doporučení CZ-25-0001 .....	24
5	Přílohy .....	24

## Použité zkratky

AGL	Nad úrovní zemského povrchu
AMSL	Nad střední hladinou moře
Cu	Cumulus
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
E	Východ
EASA	Agentura Evropské unie pro bezpečnost letectví
FAI	Mezinárodní letecká federace
LKPN	Veřejné vnitrostátní letiště Podhořany
LKAA	Letová informační oblast Praha
METAR	Pravidelná letecká meteorologická zpráva
MTOW	Maximální vzletová hmotnost
N	Sever
NIL	Žádný
RADIO	Služba poskytující informace o známém provozu
RCC	Koordinační středisko pátrání
REG QNH	Oblastní tlak, nejnižší atmosférický tlak na území, redukovaný na střední hladinu moře podle podmínek standardní atmosféry
RWY	Dráha
ŘLP	Řízení letového provozu
QNH	Atmosférický tlak redukovaný na střední hladinu moře podle podmínek standardní atmosféry
SCT	Polojasno
SKC	Jasno
SPL	Průkaz pilota kluzáků
SYNOP	Zpráva o přízemních meteorologických pozorováních z pozemní stanice
UTC	Světový koordinovaný čas
ÚZPLN	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod
VFR	Pravidla letu za viditelnosti
VNL	Korekce zraku
VRB	Proměnlivý
VZLÚ	Výzkumný a zkušební letecký ústav

## Použité jednotky

ft	Stopa (jednotka délky - 0,3048 m)
hPa	Hektopascal (jednotka atmosférického tlaku)
kt	Uzel (jednotka rychlosti - 1,852 km·h <sup>-1</sup> )

## A) Úvod

Provozovatel:	fyzická osoba
Výrobce letadla:	Eiri Avion, Finsko
Typ letadla:	kluzák PIK-20D
Poznávací značka:	OM-5133
Místo události:	800 m jihozápadně od prahových značek RWY 07 LKPN
Datum a čas události:	12. 8. 2023, 12:16 UTC (všechny časy jsou v UTC)

## B) Informační přehled

Dne 12. 8. 2023 ÚZPLN obdržel oznámení o letecké nehodě kluzáku PIK-20D na poli u letiště Podhořany. Pilot v poslední třetině soutěžní akrobatické sestavy provedl pravý výkrot s přechodem do půlpřemetu. Ve fázi přechodu do stoupání ve výšce cca 500 m AGL došlo k ulomení levé poloviny křídla a kluzák přešel do levé rotace okolo podélné osy. Následovalo samovolné uvolnění pravé poloviny křídla a trup kluzáku padal přídíl kolmo k zemi.

Pilot odhodil překryt kabiny a po rozepnutí bezpečnostních pásů opustil kabinu kluzáku. Ihned aktivoval pilotní záchranný padák, jehož vrchlík byl v cca 200 m AGL plně funkční. Po krátkém letu na padáku bezpečně přistál na poli v blízkosti trosk trupu kluzáku. Pilot nebyl zraněn. Kluzák byl destrukcí za letu a následným dopadem trosk na zem zcela zničen. V den nehody zahájili inspektoři ÚZPLN ve spolupráci s Policií ČR zjišťování příčin.

Příčinu události zjišťovala komise ve složení:

Předseda komise:	Ing. Josef Bejdák
Člen komise:	Karel Burger

Závěrečnou zprávu vydal:

ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD  
Beranových 130  
199 00 Praha 9 - Letňany

Dne 21. 2. 2025

### Hlavní část zprávy obsahuje:

- 1 Faktické informace
- 2 Rozbory
- 3 Závěry
- 4 Bezpečnostní doporučení
- 5 Přílohy

## 1 Faktické informace

Faktické informace byly získány z výpovědi pilota kluzáku, hlavního rozhodčího soutěžního dne, ohledáním trosk, kontrolou dokumentace kluzáku a meteorologických informací.

### 1.1 Průběh letu

#### 1.1.1 Okolnosti, které předcházely kritickému letu

Pilot kluzáku se zúčastnil soutěže v letecké akrobacii Podhořanský vejvraty 2023 organizované Východočeským Aeroklubem Pardubice, z.s. V pátek 11. 8. 2023 od rána létali piloti tréninkové lety. Sobota 12. 8. 2023 byla vyhrazena k samotným soutěžním letům. Do soutěže se přihlásilo celkem jedenáct pilotů. Z toho osm do kategorie *Sportsman* a tři do kategorie *Intermediate*. Soutěžilo se na kluzáku ASK-21 zapůjčeného od Aeroklubu ČR a na soukromém kluzáku PIK-20D. K vlečení kluzáků byl použit vlečný letoun Zlín Z-226. Soutěž byla plánována pro obě kategorie a na dvě kola. Po prvním kole, po odlétání 11 soutěžních letů, byla soutěž po nehodě kluzáku PIK-20D ukončena.

#### 1.1.2 Kritická situace

Pilot během soutěžní akrobatické sestavy *IAC Glider Sportsman 1* provedl 6 z 9 figur. V poslední třetině soutěžní sestavy provedl pravý výkrut (figura 6) s přechodem do půlpřemetu (figura 7). Ve fázi přechodu do stoupání ve výšce cca 500 m AGL došlo k ulomení levé poloviny křídla a kluzák přešel do levé rotace okolo podélné osy. Následovalo samovolné uvolnění pravé poloviny křídla a trup kluzáku padal přídí kolmo k zemi. Pilot odhodil překryt kabiny a po rozeptnutí bezpečnostních pásů opustil kabinu kluzáku. Ihned aktivoval záchranný padák, jehož vrchlík byl v cca 200 m AGL plně funkční. Po krátkém letu na padáku bezpečně přistál na poli v blízkosti trosk trupu kluzáku.

#### 1.1.3 Výpověď pilota

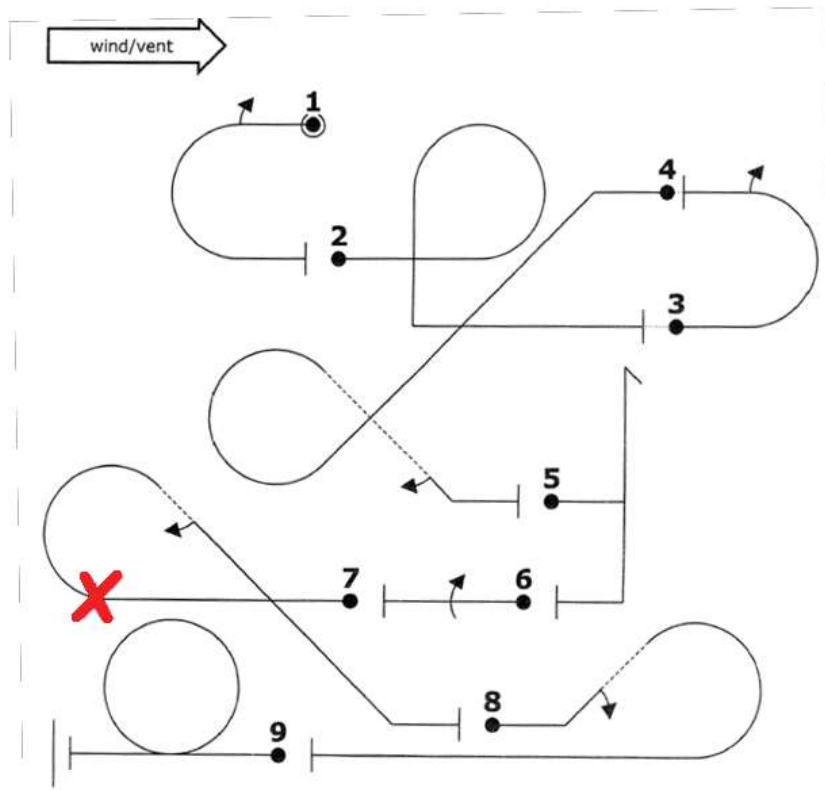
Pilot k průběhu kritické fáze letu doslova uvedl: „Ze soutěžní sestavy jsem odlétal figury č. 1, 2, 3, 4, 5, po figurě č. 6 (výkrut) jsem začal tahat do figury č. 7. Ihned na začátku přitažení se ozvala rána a kluzák se začal silně třást. Odhaduji, že v tomto okamžiku byla přídí kluzáku teprve asi 10° nad horizont. Odhodil jsem kabinu. Kluzák začal velmi rychle rotovat kolem podélné osy. Rozepnout pásy mi chvíli trvalo, asi 3 vteřiny, protože mě odstředivá síla tahala silně ven. Po překonání odporu v zámku upínacích pásů jsem vyletěl ven. Pravou rukou jsem zatáhl za rukojeť padáku a ten se velice rychle rozbalil a otevřel. V tu chvíli, asi 30 až 40 metrů ode mě proletěl trup bez křídel, který padal kolmo k zemi. Pomocí ovládání jsem otočil padák proti větru a dopadl do pole asi 30 metrů od trupu bez zranění. Výšku v okamžiku destrukce kluzáku odhaduji asi na 500 m AGL. Výšku otevření padáku na cca 200 m AGL.“

Při následném pohovoru pilot komisi uvedl: „Manipulaci s pásy jsem měl docela dobře zažitou, stejné pásy jsou v ASK-21. Překvapila mě ale velká síla potřebná k otočení a odemčení zámku, způsobená velkým záporným přetížením.“

#### 1.1.4 Výpověď svědků

Svědka, hlavní rozhodčí ve své výpovědi mimo jiné uvedl: „Aerovlek kluzáku PIK-20 do akrobatického boxu probíhal běžným způsobem s náletem od východu ve směru dráhy 25. Kluzáku byl standartní procedurou udělen rádiem souhlas hlavního rozhodčího pro vstup do akrobatického boxu a se zahájením soutěžní akrobatické sestavy box volný. Kluzák se vypnul cca 500 metrů východně před akrobatickým boxem ve výšce cca 1 300 m AGL. Kluzák vlétnul do akrobatického boxu a zahájil provedení soutěžního letu zamáváním křídla

a odlétal soutěžní akrobatické figury č. 1, 2, 3, 4 a 5 ze soutěžní akrobatické sestavy Sportsman 1 (viz. příloha IAC Glider Sportsman Known 1 s vyznačením místa destrukce levého křídla červeným křížkem) a následně po odlétnutí figury č. 6 (výkrut) došlo bezprostředně po této figurě k destrukci levého křídla ve výšce 400-500 m AGL. Kluzák přešel po oddělení levého křídla do levé spirály a v této poloze pokračoval téměř kolmo k zemi. Po cca 2 až 3 vteřinách po destrukci levého křídla kluzáku, když nebyl vidět vrchlík padáku jsem na frekvenci RADIO Podhořany 123,590 MHz jasně a zřetelně vyzval pilota do radia slovy „Vyskoč! Vyskoč!“. Za cca 1 vteřinu se objevil na obloze v blízkosti padajících trosek vrchlík padáku a trosky kluzáku těsně minuly pilota na padáku bez známek střetu s ním nebo padákem. Výšku otevření vrchlíku padáku odhaduji na cca 100 m nad úroveň letiště Podhořany, pravděpodobně cca 200 m nad místem dopadu trosek a pilota západně v prodloužení dráhy 25. Asi 5 minut po nehodě jsem se telefonicky dozvěděl, že pilot kluzáku je v pořádku.“



Obr. č. 1 – Sken akrobatické sestavy IAC Glider Sportsman Known 1

## 1.2 Zranění osob

Pilot během letecké nehody neutrpěl žádné zranění. Policie ČR provedla orientační dechovou zkoušku přístrojem Dräger s negativním výsledkem.

Tab. č. 1 – Zranění osob

Zranění	Posádka	Cestující	Ostatní osoby (obyvatelstvo apod.)
Smrtelné	0	0	0
Těžké	0	0	0
Lehké/bez zranění	0/1	0/0	0/0

### 1.3 Poškození letadla

Kluzák byl destrukcí za letu a následným nárazem do země zničen.

### 1.4 Ostatní škody

Na místě letecké nehody nedošlo k dalším škodám. Jednotlivé části kluzáku nezpůsobily při dopadu na zem v katastru obce Podhořany u Ronova škody na majetku třetí osoby.

### 1.5 Informace o osobách

Pilot, věk 54 let, držitel platného průkazu způsobilosti letové posádky / SPL, kvalifikace *aerobatics-s*. Měl platné osvědčení zdravotní způsobilosti 2. třídy, s omezením VNL a platný omezený průkaz radiotelefonisty letecké pohyblivé služby. Hmotnost pilota i s padákem byla cca 85 kg.

Podle údajů ze zápisníku letů nalétal od roku 2012 na kluzácích různých typů (BF-3, L-13A, L-23, VT 116, L-13AC, GROB G-102 ASTIR CS, M-28, M-35, LG-125, SG-38, GRUNAV BABY II.b, STANDARD CIRRUS, Z-24 KRAJÁNEK, K-6E, LF-107 LUŇÁK, ASK-21, PIK-20D) celkem 188 h 54 min a provedl 320 letů. Kvalifikaci *aerobatics-s* pro vyšší pilotáž na kluzácích získal dne 14. 10. 2019. V akrobacii nalétal celkem 14 h 38 min a provedl 62 letů.

V roce 2023 létal pouze na typu PIK-20D a provedl 5 letů v trvání 4 h 55 min, z toho 4 akrobatické s náletem 55 min. V den kritického letu provedl pilot s kluzákem PIK-20D jeden cca 10minutový let. Jednalo se o poslední soutěžní sestavu prvního kola. Pilot se ve své kategorii i přes nedokončený soutěžní let umístil na šestém místě.

### 1.6 Informace o letadle

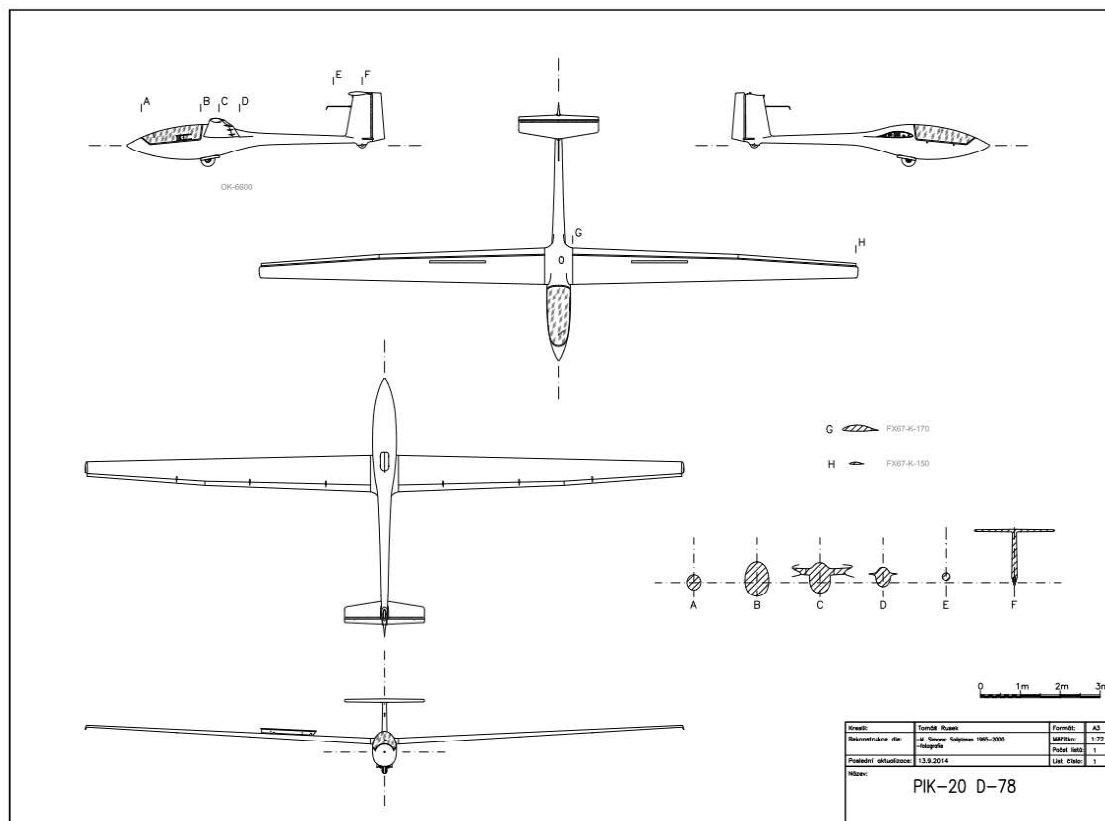
#### 1.6.1 Technický popis

Konstrukce soutěžního kluzáku PIK-20 byla navržena jako reakce na pozměněné podmínky pro standardní třídu FAI poté, co byla pro tuto kategorii povolena vodní zátěž, zatahovací podvozek a vztlkové klapky spojené s aerodynamickou brzdou. Projekt vypracovali v leteckém oddělení helsinské university (zkratka PIK byla odvozena od Polyteknikkojen Ilmailukerho – univerzitní aeroklub). Zálet prototypu proběhl dne 10. 10. 1973.

Konstrukce kluzáku byla i během výroby stále zdokonalována. Upravovala se mechanizace křídla a během výroby verze B byly zavedeny karbonové nosníky křídla. PIK-20B se tak stal prvním sériově vyráběným kluzákem, u kterého byl jako stavební materiál využit karbonový kompozit.

V roce 1975 byl, opět v úzké spolupráci firmy Eiri Avion a helsinské university, zahájen vývoj zcela nové verze. První let prototypu verze D se uskutečnil dne 19. 4. 1976. Zásadní změnou bylo opětovné přepracování mechanizace křídla s použitím výsuvných aerodynamických brzd typu Schempp-Hirth. Kritická místa trupu byla vyztužena karbonovými pásy a některé díly byly vyrobeny z karbonových kompozitů. Vyrobeno bylo asi 162 kusů, včetně verze D-78 vyráběné od roku 1978.





Obr. č. 2 – Sken technického výkresu kluzáku PIK-20D-78

### 1.6.1.1 Křídlo

#### Popis konstrukce křídla:

Křídlo je lichoběžníkového půdorysu, samonosné, jedonosníkové, uprostřed dělené. Má skořepinovou konstrukci, tvořenou sklaminátovým sendvičem s výplní 10 mm silnou vrstvou PVC pěny Lynizel. Konce křídla jsou zakončeny koncovými oblouky, které jsou tvarově ohnuty směrem dolů. U kořene křídla je profil Wortmann FX 67-K-170, na koncích FX 67-K-150. Vzepětí křídla činí 3°. Hloubka křídla u kořene je 0,9 m, uprostřed 0,65 m a na koncích 0,36 m.

Křídélka i vztlakové klapky mají sendvičovou konstrukci s 3mm výplní PVC pěnou. Osa otáčení vztlakových klapek je u verze D uprostřed profilu a mezi klapkou i křídélkem jsou elastické přechody. Křídélka jsou prodloužena až ke konci křídla. Klapky i křídélka jsou propojeny, ale nově je zřízena rovněž závislost klapky na vychylce křídélek, takže celek funguje jako *flaperon*. Navíc při vychýlení klapky dochází automaticky k podélnému vyvážení. Na křídle jsou instalovány brzdicí klapky Schempp-Hirth, které se vysunují z horní plochy křídla.

Nosník má obdélníkový průřez a je v celé délce tvořen horní a spodní pásnicí z karbonového kompozitu a stojinou z vrstveného dlouhovláknového jednosměrně orientovaného sklaminátu.

#### Vzájemné spojení obou polovin křídla:

Spojovacím prvkem obou polovin křídla je ocelový spojovací čep. Konec nosníku vyčnívající z každé poloviny křídla tzv. krakorec je při montáži zasunut do obdélníkového otvoru v trupu kluzáku. Oba krakorce k sobě v trupu přiléhají. Jejich vzájemná poloha je zajištěna pomocí

spojovacího čepu, který je zasunut do pouzder v krakorcích. Spojovací čep je zajištěn pojistným kolíkem.

Zajišťovacími prvky správné polohy instalace křídla jsou dvě kulová pouzdra (přední a zadní) umístěná na levé straně trupu a dvě kulová pouzdra (přední a zadní) umístěná na pravé straně trupu. Do pouzder na levé straně trupu se při montáži zasunou dva vodící čepy (přední a zadní) levé poloviny křídla. Do pouzder na pravé straně trupu se při montáži zasunou dva vodící čepy (přední a zadní) pravé poloviny křídla. Vodící čep nosníku levé poloviny křídla se při montáži zasune do pouzdra umístěného v kořenovém žeburu pravé poloviny křídla. Vodící čep nosníku pravé poloviny křídla se při montáži zasune do pouzdra umístěného v kořenovém žeburu levé poloviny křídla.

#### 1.6.1.2 Ocasní plochy

Ocasní plochy jsou uspořádány do tvaru T. Směrové i výškové kormidlo je vyrobeno jako sklolaminátová skořepina se sendvičovou výplní z PVC pěny.

#### 1.6.1.3 Trup

Je vyroben jako laminátová skořepina vyztužená osmi přepážkami. Výška trupu je 0,86 m a šířka 0,6 m. Překryt pilotního prostoru z 3mm plexikla se odklápí doprava a v nouzi jej lze odhodit. V zavřené poloze je utěsněn hadicí, která se tlakuje balónkovou pumpičkou. Pedály nožního řízení jsou nastavitelné pomocí táhel. Stojan s přístrojovou deskou je instalován před pilotem na podlaze. Na levé straně kabiny jsou dvě páky – černá pro ovládání klapek a modrá pro aerodynamické brzdy. Táhlo vypínače vlečného lana je umístěno na levé stěně kabiny vedle přístrojové desky. Na levé straně kabiny je umístěn i zelený ovladač pružinového vyvážení. Na pravé straně kabiny je páka ovládání podvozku. Podvozkové kolo se brzdí prostřednictvím páčky umístěné na řídicí páce. Hlavní zasouvatelné podvozkové kolo je neodpružené a je vybavené bubnovou brzdou. V zasunuté poloze je zakryto dvoudílnými dvířky. Pod zádí je pevné ostruhové kolečko. Snímač celkového tlaku je ve špičce trupu, snímače statického tlaku jsou po bocích střední části trupu. Snímač tlaku pro variometr je v kýlové ploše. Závěs pro vlečné lano je umístěn ve spodní části trupu před podvozkovou šachtou. Za podvozkovou šachtou je výpustný ventil vodní zátěže. Nádrže na vodu pojmu max. 140 kg vody.

#### 1.6.2 Všeobecné a výkonové charakteristiky

Všeobecné charakteristiky:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| • Posádka                | 1  |
| • Délka                  | 6,43 m                                   |
| • Rozpětí                | 15,0 m                                   |
| • Výška                  | 1,34 m                                   |
| • Plocha křídla          | 10,0 m <sup>2</sup>                      |
| • Plošné zatížení křídla | 45,0 kg·m <sup>-2</sup> (s vodní zátěží) |
| • Prázdná hmotnost       | 225 ±6 kg                                |
| • MTOW pro akrobacii     | 360 kg                                   |

<b>1.III Technical Characteristics and Operational Limitations</b>			
Model PIK-20D, Approved September 21, 1976			
Serial Nos.	20504 and up		
Maximum Weight	450 kg (990 lbs) including water ballast		
Water Ballast	Two water ballast tanks at station 2130 mm (83.9 in) each 70 kg (154 lbs)		
Control Surface Movements			
		Up	Down
Flaps		12° ± 1°	16° ± 1°
Ailerons	+16° flap	13° <sup>+2°</sup> <sub>-1°</sub>	12,5° <sup>+2°</sup> <sub>-1°</sub>
	0° flap	12° <sup>+2°</sup> <sub>-1°</sub>	11° <sup>+2°</sup> <sub>-1°</sub>
	-12° flap	11° <sup>+2°</sup> <sub>-1°</sub>	9,5° <sup>+2°</sup> <sub>-1°</sub>
Aileron neutral position travels with flaps up 12° ± 1° thru down 16° ± 1°			
Elevator		Up 20° ± 1°	Down 20° ± 1°
Rudder		Right 33° ± 2°	Left 33° ± 2°

Obr. č. 4 - Sken EASA.SAS.A.024 Issue 05, 27/08/2021 PIK-20D Page 2 of 10

### 1.6.3 Výkony

- Max. konstrukční rychlost  $V_{NE}$  292 km·h<sup>-1</sup>
- Max. rychlost s klapkami  $V_F$  150 km·h<sup>-1</sup>
- Max. rychlost v turbulenci  $V_B$  200 km·h<sup>-1</sup>
- Obratová rychlost  $V_A$  190 km·h<sup>-1</sup>
- Max. rychlost v aerovleku  $V_T$  190 km·h<sup>-1</sup>
- Rychlost při vzletu navijákem  $W_W$  125 km·h<sup>-1</sup>
- Pádová rychlost  $V_{SI}$  60 až 74 km·h<sup>-1</sup> (klapky 16°)
- Poměr klouzavosti 1:38 až 1:42
- Povolené násobky +6,6/-4,6 g (bez vodní zátěže)

### 1.6.4 Havarovaný kluzák

- Typ kluzáku PIK-20D
- Výrobce Eiri Avion, Finsko
- Výrobní číslo 20559
- Pozn. značka OM-5133
- Rok výroby 1977
- Prázdná hmotnost (poslední vážní protokol) 243 kg
- Celkový nálet 4 555 h 47 min
- Počet startů 1 484
- Nálet od poslední prohlídky 4 h 55 min
- Starty od poslední prohlídky 5
- Zákonné pojištění platné



Obr. č. 5 - Kluzák PIK-20D poznávací značky OM-5133

#### 1.6.4.1 Provoz kluzáku

Kluzák byl z výroby prodán do Rakouska, kde byl provozován soukromým majitelem ve sdíleném režimu do roku 2009. Slovenskou registraci získal v roce 2010, kdy jej začal provozovat nový soukromý majitel za účelem sportovních termických letů. Dne 29. 8. 2015 byl poškozen ve velkém rozsahu při nehodě během přistání do terénu. Došlo k těžkému poškození trupu a konstrukce hlavního podvozku. Podle dochovaných fotografií a popisu opravy, pravá polovina křídla při této události narazila koncovým obloukem na zem a u pravé poloviny křídla byly poškozeny kryty závěsů vztlakové klapky. U křídla byla v dohledané dokumentaci opravy uvedena pouze kontrola delaminace povrchu křídla poklepem (*tapping test*). Kluzák měl v té době dle nálezkové zprávy z 1. 9. 2015 nalétáno 4 308 hod 28 min a provedeno 1 402 letů. Kluzák byl opraven u servisní organizace a uvolněn do provozu. Majitel během provozu po výše uvedené opravě nalétal s kluzákem 237 h a provedl 74 letů. V roce 2020 se třetím majitelem stal pilot, který kluzák s nikým nesdílel a od 21. 7. 2021 až do 12. 8. 2023 nalétal 16 h 15 min a provedl 10 letů.

#### 1.6.4.2 Výpočet vzletové hmotnosti kluzáku

Hmotnost prázdného kluzáku:	243 kg
Hmotnost pilotního padáku:	5 kg
Hmotnost pilota:	80 kg
Celková hmotnost kluzáku:	328 kg

#### 1.6.4.3 Akrobatický provoz:

První akrobatické lety, které reprezentovaly větší zatížení konstrukce kluzáku, se uskutečnily až dne 25. 6. 2023 při leteckých závodech v akrobacii kluzáků Pohár Moravy, kdy byly s kluzákem provedeny 3 lety s celkovou dobou letu 45 minut. V den nehody nalétal kluzák v akrobatickém režimu cca 10 min a provedl 1 vzlet.

#### 1.6.4.4 Údržba kluzáku

Roční údržba kluzáku a kontrola letové způsobilosti byla provedena dne 14. 4. 2023. Bylo vydáno Osvědčení o kontrole letové způsobilosti 1045/01/23 platné do 13. 4. 2024. Během provozu v době od výše uvedených prací nebyly na kluzáku zjištěny žádné závady.

## 1.7 Meteorologická situace

Analýza meteorologické situace v čase 12:16 vycházela z odborného odhadu pravděpodobného počasí v místě letecké nehody vypracovaného Českým hydrometeorologickým ústavem pro den 12. 8. 2023.

Situace: Území České republiky ovlivňovala od západu studená fronta, před kterou proudil na naše území od jihu teplý vzduch.  
 Přízemní vítr: VRB až 180°/8–10 kt  
 Výškový vítr: 2 000 ft AMSL 180°/10 kt  
 Dohlednost: nad 10 km  
 Stav počasí: skoro jasno až polojasno  
 Oblačnost: SKC/SCT Cu 2 100–2 400 m  
 Turbulence: ojediněle slabá do 1 800 m  
 Námraza: NIL  
 REG QNH: 1 023 až 1 021 hPa, slabý pokles

### 1.7.1 Výpis ze zprávy SYNOP a výpis ze zprávy METAR

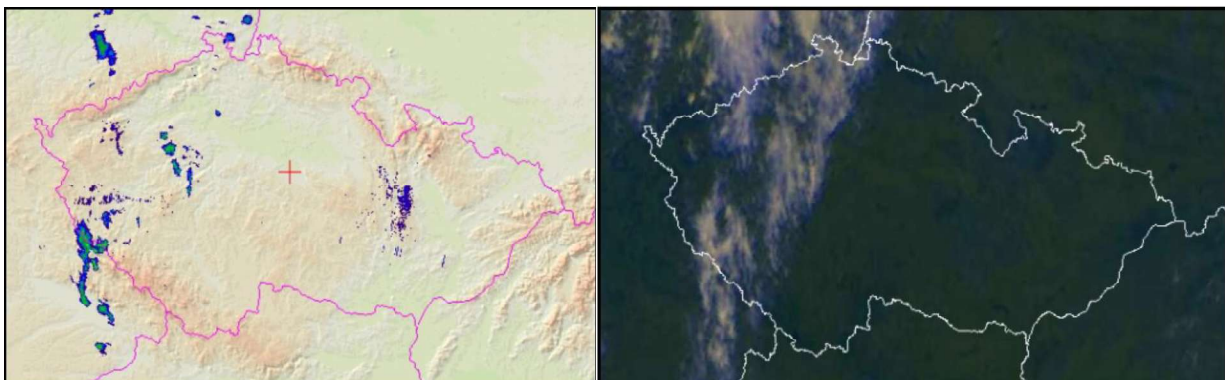
Tab. č. 2 - Výpis ze zpráv SYNOP z meteorologické stanice Čáslav vzdálené cca 10 km západně od místa nehody

Čas	Dohlednost [km]	Směr větru	Rychlost větru [m·s <sup>-1</sup> ]	Nárazy větru [m·s <sup>-1</sup> ]	Oblačnost [osminy/m AGL]	Teplota [°C]
12:00	20	130°	4	NIL	2 Ci 7000	30,0
13:00	20	150°	5	NIL	2 Ci 7000	30,0

Tab. č. 3 - Výpis ze zprávy METAR z letiště Pardubice vzdáleného cca 15 km severozápadně od místa nehody

	[ 12.08.2023 13:00Z – 12.08.2023 14:00Z ] METAR LKPD 121300Z 17006KT 100V210 CAVOK 30/12 Q1019 NOSIG RMK BLU BLU=
	[ 12.08.2023 12:30Z – 12.08.2023 13:30Z ] METAR LKPD 121230Z 15006KT 120V200 CAVOK 30/13 Q1019 NOSIG RMK BLU BLU=
	[ 12.08.2023 12:00Z – 12.08.2023 13:00Z ] METAR LKPD 121200Z 17005KT 120V220 CAVOK 29/13 Q1019 NOSIG RMK BLU BLU=

### 1.7.2 Radarový a družicový snímek a snímek z webové kamery



Obr. č. 6 - Radarový a satelitní snímek (křížkem je označena poloha LKPN)



Obr. č. 7 – Záběr z webové kamery z prostoru vodní nádrže Seč vzdálené cca 12 km jižně od místa nehody

V oblasti nehody v blízkosti letiště Podhořany v čase 12:16 vál převážně jižní až jihovýchodní vítr o rychlosti 2 až 4 m·s<sup>-1</sup>. Dohlednost byla pozorována nad 10 km a nevyskytovaly se žádné nebezpečné jevy počasí. Obloha byla skoro jasná s ojedinělým výskytem vysoké oblačnosti. Teplota na sledovaném území vystoupala k 30 °C.

#### 1.7.3 Počasí z deníku dispečera RADIO

Záznam meteorologické situace v čase 11:30 SELČ udává QNH 1 019 hPa, stav počasí skoro jasno, dohlednost nad 10 km, teplota vzduchu 28 °C a vítr VRB do 8 m·s<sup>-1</sup>.

### 1.8 Radionavigační a vizuální prostředky

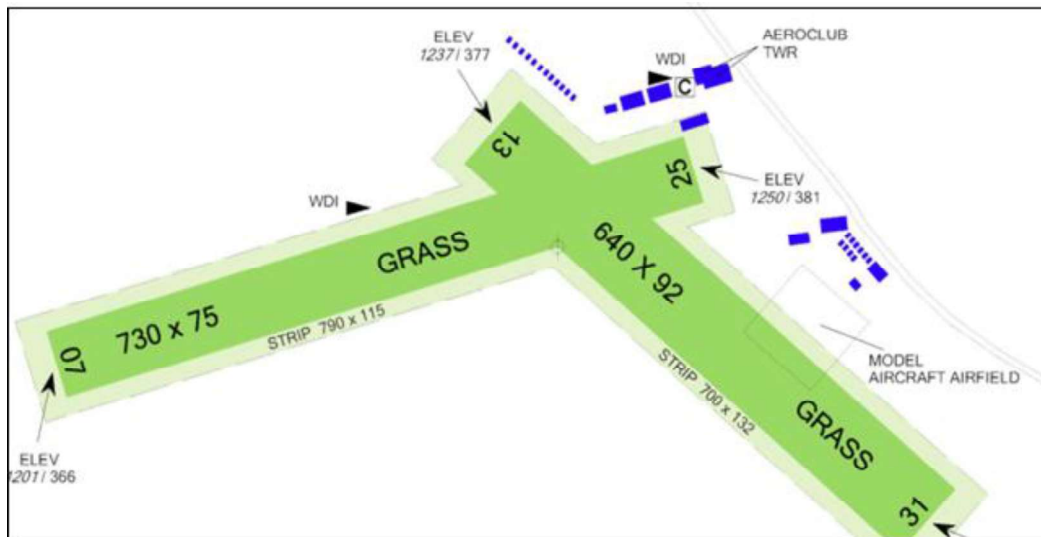
Vizuální prostředky na LKPN odpovídaly kategorii letiště podle předpisu L 14.

### 1.9 Spojovací služba

V den letecké nehody bylo stanoviště Poskytování informací známému provozu na LKPN aktivováno v souladu s propozicemi soutěže, podle kterých byli piloti kluzáků povinni komunikovat se stanovištěm na kmitočtu 123,590 MHz.

### 1.10 Informace o letišti

Letiště Podhořany je veřejné vnitrostátní letiště, které má k dispozici dvě vzájemně se protínající travnaté dráhy (RWY 07/25 o rozměrech 730 x 75 m, RWY 13/31 o rozměrech 640 x 92 m). Na LKPN byla pro vzlet a přistání kluzáků používána RWY 07 a byla způsobilá provozu. Nadmořská výška v místě prahových značek RWY 07 je 1 201 ft (366 m). Provoz na letišti neměl vliv na vznik letecké nehody.



Obr. č. 8 – Sken provozních ploch LKPN z VFR příručky

### 1.11 Letové zapisovače a ostatní záznamové prostředky

Na palubě kluzáku nebylo nainstalováno záznamové zařízení, jehož záznam by bylo možné využít k rozboru letu.

Pravidla soutěže nevyžadovala provádět videozáznam jednotlivých soutěžních letů pro potřeby rozhodčích.

### 1.12 Popis místa nehody a trosek

Místo nehody se nacházelo na strništi obilného pole na jižním okraji obce Podhořany u Ronova, cca 150 m jižně od křižovatky silnice první třídy č. 17 a cyklostezky č. 4179. Zde se nacházel trup kluzáku včetně ocasních ploch a v jeho těsné blízkosti byl nalezen překryt kabiny a pilotní záchranný padák ležel ve vzdálenosti cca 25 m. Přesná poloha místa dopadu trosek trupu kluzáku je uvedena v následující tabulce.

Tab. č. 4 – Souřadnice místa nehody/nálezu trupu a ocasních ploch kluzáku

v zeměpisných souřadnicích:	N 49°56'01''
	E 015°31'58''
nadmořská výška:	277 m

#### 1.12.1 Ostatní části kluzáku

Prvky, které se oddělily od trupu kluzáku během letu, byly nalezeny v jednotlivých částech katastru obce Podhořany u Ronova. Jednalo se o pravou polovinu vodorovné ocasní plochy, která se nacházela cca 20 m východně od trupu kluzáku. Pravá polovina křídla ležela na louce v blízkosti cyklostezky č. 4179 ve vzdálenosti cca 750 m jihozápadně od prahových značek RWY 07 LKPN. Horní část potahu levé poloviny křídla byla nalezena cca 580 m jihozápadně od prahových značek RWY 07 LKPN a byla kořenovým koncem zapíchnuta do země v prostoru stavebních parcel v jižní části obce. Levá polovina křídla byla nalezena na trávníku u cesty v blízkosti zahrady domu č. p. 2 ve vzdálenosti cca 470 m západně od prahových značek RWY 07 LKPN. Výškové kormidlo bylo následně nalezeno v bývalém areálu zemědělského družstva na jihovýchodním okraji obce.



Obr. č. 9 – Poloha jednotlivých částí troskek kluzáku

Po ohledání a zadokumentování místa nehody a následně míst nálezů dalších troskek kluzáku orgány Policie ČR a inspektory ÚZPLN, byly trosky dopraveny do deponičního prostoru ÚZPLN k dalšímu zkoumání.

#### 1.12.2 Podrobná prohlídka troskek

Bylo provedeno podrobné ohledání troskek kluzáku se zvláštním zřetelem na obě poloviny křídla a jejich nosníky, na charakter poškození obou polovin křidel a jejich upevnění v trupu. Komise přizvala k ohledání kritických částí, spojujících poloviny křídla, specialisty na laminátové a kompozitové konstrukce Výzkumného a zkušebního leteckého ústavu a. s.

##### 1.12.2.1 Trup kluzáku

Trup kluzáku byl nárazem na zem pod strmým úhlem zcela zničen. Pravá strana trupu byla od úrovně nožního řízení až k hlavnímu podvozku roztržená. Spodní část trupu byla na několika místech rozlámaná. Zadní část trupu byla podélně prasklá v délce cca 2 m. Další poškození ve formě prasklin bylo na horní straně trupu v rovině, kudy procházejí nosníky (krakorce) obou polovin křídla. Vpravo byla ohnutá táhla pro ovládání levého křídélka a levé aerodynamické brzdy. Byla patrná tvarová deformace pouzdra předního čepu. Na spodním okraji otvoru pro nosník byla patrná otěrová stopa po nosníku (obr. č. 10).





Obr. č. 10 – Levá a pravá část trupu profilovaná pro spojení polovin křídla v rovině kořenového žebra

### 1.12.2.2 Pilotní kabina

Při nárazu došlo k úplné destrukci pilotní kabiny. Celá přední část trupu, především ve spodní části, byla popraskaná. Pravá strana kabiny byla roztržena od roviny přístrojové desky směrem dozadu. Prvky řízení byly připojeny k táhlům a byly deformovány. Pedály nožního řízení byly opatřeny kovovými třmeny.

Přístrojová deska byla prasklá, ale obsahovala všechny přístroje, včetně G-metru typ LUN 1722-8 (*accelerometer*).



Obr. č. 11 – Přístrojová deska kluzáku po dopadu na zem

### 1.12.2.3 Ocasní plochy

Ocasní plochy byly při nárazu kluzáku na zem odlomeny společně s koncovou částí trupu. U vodorovné ocasní plochy chybělo výškové kormidlo, které bylo nalezeno cca 200 m severozápadně od trupu. Na levé straně výškového kormidla byla trhlina v délce cca 10 cm. Závěsy byly mechanicky poškozeny.

#### 1.12.2.4 Křídlo

Obě poloviny křídla byly nalezeny v relativně velké vzdálenosti od sebe navzájem. Levá polovina křídla byla poškozena ve velkém rozsahu. Horní a dolní pásnice nosníku byly zlomeny v místě kořenového žebra. Na krakorcí levé poloviny křídla se v místě zlomu nacházely zbytky kořenového žebra levé poloviny křídla (obr. č. 12). Stojina nosníku byla v délce od kořenového žebra až k místu cca 40 cm od koncového oblouku roztržena. Celý horní potah křídla se kromě posledních 40 cm od koncového oblouku oddělil od konstrukce levé poloviny křídla.

Pravá polovina křídla byla poškozena v malém rozsahu. Na spodním potahu pravé poloviny křídla byla ve vzdálenosti cca 120 cm od vnějšího okraje prasklina dlouhá cca 60 cm. Levý roh vztlakové klapky byl nalomen. Nosník pravé poloviny křídla byl spojen čepem s ulomeným krakorcem levé poloviny křídla (obr. č. 13).



Obr. č. 12 – Zbytek kořenového žebra na nosníku levé poloviny křídla.



Obr. č. 13 – Levá polovina křídla se zbytky kořenového žebra. Zlomenou spodní pásnici a roztrženou stojinu pod horní pásnici nosníku ukazuje šipka

### 1.13 Pátrání a záchrana

Pátrání nebylo RCC organizováno. Organizátor soutěže vyslal na místo předpokládaného dopadu trosk automobil s posádkou. V blízkosti trosk se pohyboval nezraněný pilot, který zde bezpečně přistál na záchranném pilotním padáku.

### 1.14 Testy a výzkum

Fraktografickou analýzu lomu nosníku křídla kluzáku PIK-20D a Protokol o zkoušce No.: P-DAV-MTA-123-23 zpracoval VZLÚ, a.s. Předmětem zprávy bylo provedení odborného posouzení charakteru lomových ploch porušeného nosníku a určení pravděpodobného mechanismu lomu nosníku levé poloviny křídla kluzáku.

Byla provedena fraktografická analýza lomových ploch porušeného nosníku křídla kluzáku. Hypotéza únavového porušení se nepotvrdila, protože lom pásnice nevykazoval podélné oddělování jednotlivých vláken. Hypotéza nalomení pásnice nebo jiného poškození v okolí lomu po předchozí nehodě však nebyla vyvrácena, protože na lomu byly zbytky pojiva z povrchových vrstev nosníku, které se tam mohly dostat otěrem při provozu po předchozí nehodě. Byla pozorována porozita na lomové ploše spodní pásnice a neprosycená tkanina na delaminované vrstvě. Významná porozita byla pozorována rovněž na řezech neporušených částí obou pásnic. Porozita má vliv zejména na únosnost kompozitu v tlaku. Pozorovaná porozita při výrobě pásnice mohla být považována za přípustnou vadu, která byla při dimenzování letadla uvažována. Dle typické pevnosti použitých výztužných vláken a nalezených makro i mikrofraktografických znaků byla určena pravděpodobná sekvence porušení. Porušení křídla začalo tlakovou poruchou horní pásnice s prakticky okamžitě následujícím tahovým lomem spodní pásnice a následným odtržením tkaninového přeplátování mezi stojinou nosníku a kořenovým žebrem.



Obr. č. 14 – Pravděpodobná sekvence porušení nosníku levé poloviny křídla

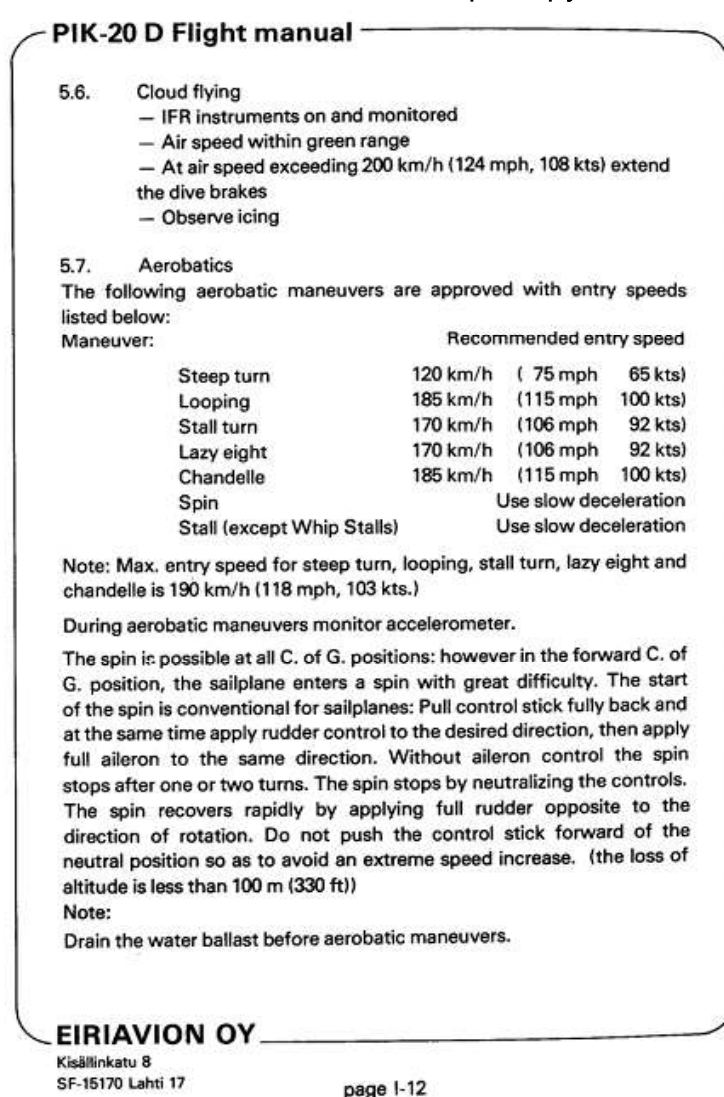
### 1.15 Informace o provozních organizacích

Kluzák byl vlastněn a provozován fyzickou osobou a byl využíván k rekreačním a sportovním letům.

Účastníci a organizátoři soutěže v letecké akrobacii kluzáků se řídili platnými propozicemi, zpracovanými organizátorem.

## 1.16 Doplnkové informace

### 1.16.1 Letová příručka kluzáku PIK-20D, Normální postupy, 5.7. Akrobacie



Obr. č. 15 – Sken strany 12 letové příručky

### 1.16.2 Specific Airworthiness Specification for PIK-20D, Page 6 of 10

Note 6. All PIK-20 D sailplanes are approved for full acrobatic category provided that the following modifications are made.

- a) A recording accelerometer with red radials at +6.6 and at -4.6 shall be installed into the sailplane.
- b) Foot straps should be installed to the slits existing in the pedals.

### 1.16.3 Pilotní záchranný padák

Kluzák byl vybaven pilotním záchranným padákem od německého výrobce Brügeman a Brand. Jednalo se o model 12-82/23R, série P/N 901444-11. Padák byl oprávněnou osobou naposledy přebalen v březnu 2023.

## 2 Rozbory

Nejvíce skutečností směřujících k určení příčiny letecké nehody vyplývá z důkazů nalezených na troskách kluzáku, z výsledků podrobné prohlídky místa letecké nehody a trosek, ze závěrů fraktografické analýzy lomu nosníku a z informací z výpovědí svědků.

### 2.1 Kvalifikovanost posádky

#### 2.1.1 Pilot kluzáku

Pilot kluzáku měl odpovídající kvalifikaci a platné osvědčení zdravotní způsobilosti. Měl pilotní dovednosti na mnoha typech kluzáků. Poslední čtyři roky létal převážně na typu ASK-21 a PIK-20D. Výcvik v akrobacii zahájil dne 2. 5. 2019 a kvalifikaci *aerobatics-s* získal 14. 10. 2019. V roce 2023 létal pouze na vlastním kluzáku typu PIK-20D a provedl 5 letů v trvání 4 h 55 min, z toho 4 akrobatické s náletem 55 min. Tyto akrobatické lety prováděl v rámci organizovaných akrobatických soutěží. V den kritického letu provedl pilot s kluzákem PIK-20D jeden cca 10minutový let. Jednotlivé prvky sestavy odlétal bez problémů, a i přes nedokončenou sestavu obsadil šesté místo. Pilot potvrdil, že si není vědom okamžiku, kdy by hrubým zásahem do řízení překročil povolené násobky přetížení a ani rozhodčí nezaznamenali v provedení sestavy nic neobvyklého. Po provedení výkrutu, v okamžiku přechodu do půlpřemetu, došlo k destrukci levé poloviny křídla a kluzák se stal neovladatelným. Pilot zachoval klidnou hlavu a po odhození překrytu kabiny se krátce potýkal s problémem rozepnutí zámku bezpečnostních pásů. Po odpoutání se z pásů byl odstředivou silou vymrštěn z kabiny kluzáku a okamžitě aktivoval pilotní záchranný padák, na kterém bezpečně přistál na pole v blízkosti trosek. Pilot díky velmi rychlé reakci na kritickou situaci a zvládnutím seskoku padákem neutrpěl během nehody žádné zranění.

### 2.2 Kluzák

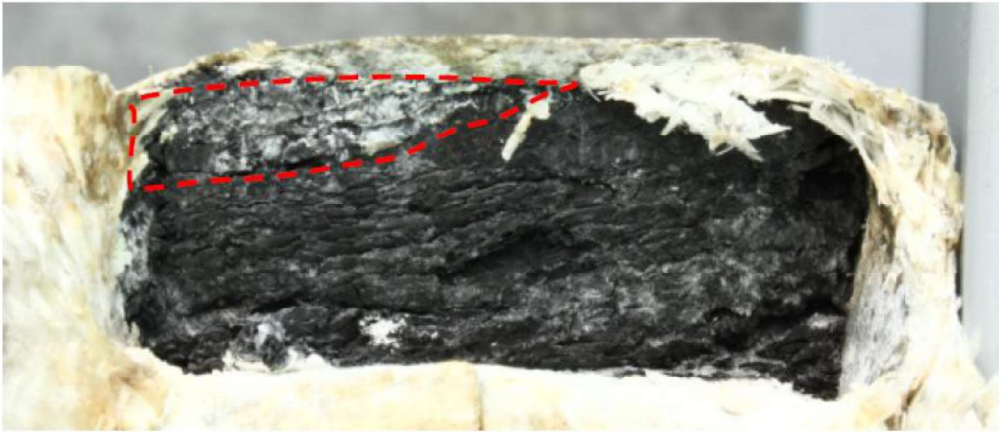
Měl platné osvědčení letové způsobilosti a platné pojištění zákonné odpovědnosti. Provozovatel udržoval kluzák v souladu s příslušnými požadavky. V průběhu předcházejícího provozu po roční prohlídce nebyly v deníku údržby uvedeny žádné závady.

Kluzák měl v roce 2015 nehodu, při které byl poškozen ve velkém rozsahu. Došlo k porušení strukturální integrity trupu, k deformaci konstrukce hlavního podvozku, poškození obou polovin křídla a směrového kormidla. V září 2015 byl kluzák opraven a uvolněn do provozu. V rámci opravy byla u obou polovin křídla provedena kontrola delaminace poklepem bez nálezu. Podle záznamů z dokumentace kluzáku, nebyl kluzák od opravy až do roku 2023 použit k létání akrobatických prvků. S kluzákem byly prováděny pouze termické přelety a místní lety. Kritický let byl od opravy v pořadí čtvrtým letem, při kterém kluzák létal akrobatické prvky.

Maximální vzletová hmotnost pro akrobatický provoz nebyla překročena. Pilot si nebyl vědom situace, kdy by zásahem do řízení překročil povolené provozní násobky přetížení.

K odtržení horní části levé poloviny křídla včetně roztržení stojiny nosníku došlo během destrukce horní a dolní pásnice nosníku v místě kořenového žebra vlivem dynamických a mechanických sil. K uvolnění výškového kormidla od vodorovné ocasní plochy došlo za letu pravděpodobně po kontaktu s jednou uvolněnou polovinou křídla.

Fraktografická analýza lomových ploch porušeného nosníku potvrdila hypotézu nalomení nebo jiného poškození v okolí lomu horní pásnice nosníku pravděpodobně během nehody v roce 2015 (Obr. č. 16).



Obr. č. 16 – Vyznačená oblast poruchy v místě lomu horní pásnice nosníku

K dalšímu poškození kluzáku došlo až nárazem kluzáku na zem. Kluzák narazil do země pod strmým úhlem. Při nárazu do země došlo k ulomení ocasních ploch. Táhla řízení při ulomení ocasních ploch způsobily poškození kýlu svislé ocasní plochy, vytržení směrového kormidla ze závěsů. Rovněž došlo při nárazu na zem k ulomení pravé poloviny vodorovné ocasní plochy. Překryt kabiny byl zničen dopadem na zem.

Místa a stav nalezených trosek kluzáku jednoznačně prokazovaly, že byl zničen porušením konstrukční celistvosti za letu a teprve následně působením sil při nárazu na zem.

### 2.3 Kritická situace

Kritická situace nastala v okamžiku, kdy pilot po provedení pravého výkrutu s následným přechodem do půlpřemetu provedl přechod kluzáku do stoupání přitažením řídicí páky, čímž došlo ke zvýšení násobku kladného přetížení. Při nárůstu přetížení došlo k porušení strukturální integrity levé poloviny křídla. Porušení křídla začalo tlakovou poruchou horní pásnice nosníku s prakticky okamžitě následujícím tahovým lomem spodní pásnice nosníku a odtržením tkaninového přeplátování mezi stojinou nosníku a kořenovým žebrem a mechanickou destrukcí nosníku prakticky v celé jeho délce, čímž došlo k odtržení téměř celé plochy horního potahu. Po úplném odlomení levé poloviny křídla padal kluzák v levé rotaci k zemi. Po několika otočkách došlo k samovolnému uvolnění pravé poloviny křídla z trupu kluzáku. Jedna z uvolněných polovin křídla zasáhla výškové kormidlo, které se vytrhlo ze závěsů vodorovné ocasní plochy.

Jednotlivé části kluzáku jen shodou šťastných okolností těsně minuly otevřený vrchlík pilotního záchranného padáku a ani na zemi nezpůsobily žádné škody.

Kluzák nebyl vybaven žádným záznamovým zařízením, ze kterého by bylo možné zjistit parametry letu a pilot popsal průběh letu jako standartní. G-metr typu LUN 1722-8 (Obr. 17), zaznamenal hodnoty mínus 1,0 g a plus 6,9 g. Uvedené hodnoty byly pravděpodobně výrazně ovlivněny setrvačnými silami při nárazu trupu kluzáku do země a nelze je tedy brát jako směrodatné. Hraniční hodnoty mínus 4 g a plus 8 g byly pravděpodobně nastaveny výrobcem přístroje a nesplňovaly požadavky dokumentu Zvláštní specifikace letové způsobilosti pro PIK-20D, strana 6 z 10 vydané EASA dne 27. 8. 2021.



Obr. č. 17 – Hodnoty na G-metru po nárazu kluzáku do země

## 2.4 Vliv povětrnostních podmínek

Synoptická situace během soutěžních letů vyhovovala požadavkům uvedeným v propozicích akrobatické soutěže. Maximální rychlost přízemního větru byla stanovena na  $10 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$ .

## 3 Závěry

Z šetření události vyplynuly následující závěry:

### 3.1 Zjištění

#### 3.1.1 Pilot kluzáku

- měl pro požadovaný let platnou kvalifikaci a byl zdravotně způsobilý,
- byl na daný typ kluzáku řádně přeškolen,
- problémy s rozepnutím bezpečnostních pásů poukázaly na potřebu nepodceňovat přípravu pro řešení specifických případů v nouzových situacích,
- nepřekročil povolené násobky přetížení,
- po ztrátě kontroly nad kluzákem opustil kluzák nouzovým způsobem,
- včas a správně provedl aktivaci záchranného pilotního padáku,
- bezpečně přistál s padákem na pole.

#### 3.1.2 Kluzák

- měl platné Osvědčení kontroly letové způsobilosti a byl způsobilý letu,
- měl platné pojištění odpovědnosti za škodu,
- hraniční hodnoty přetížení nastavené na G-metru nesplňovaly požadavky dokumentu EASA *Specific Airworthiness specification for PIK-20D*,
- destrukci nosníku levé poloviny křídla během akrobatického letu způsobila porucha horní pásnice nosníku,

- k porušení konstrukční celistvosti levé poloviny křídla, oddělení obou polovin křídla od trupu a výškového kormidla od vodorovné ocasní plochy došlo za letu,
- trup s ocasními plochami byl zničen při nárazu do země.

### 3.1.3 Meteorologické podmínky

- neměly na vznik a průběh letecké nehody žádný vliv.

## 3.2 Příčiny

Příčinou letecké nehody byla destrukce nosníku levé poloviny křídla během akrobatického letu, kterou způsobilo nalomení horní pásnice nosníku. K poruše pásnice došlo pravděpodobně při nehodě kluzáku v roce 2015 a ta nebyla při následné opravě kluzáku identifikována.

## 4 Bezpečnostní doporučení

V průběhu šetření letecké nehody CZ-23-0869 bylo provedením fraktografické analýzy lomu nosníku křídla kluzáku PIK-20D zjištěno, že došlo k jeho porušení již v minulosti pravděpodobně při tvrdém přistání do terénu. Ani během kontroly po opravě kluzáku, ale ani během dalších kontrol prováděných schválenou metodou *tapping test* se nepodařilo poruchu horní pásnice nosníku křídla odhalit.

### 4.1 Bezpečnostní doporučení CZ-25-0004

S ohledem na příčinu letecké nehody Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod doporučuje Agentuře Evropské unie pro bezpečnost letectví (*European Aviation Safety Agency*), aby zvážila provedení studie zaměřené na možné využití dokonalejší metodiky umožňující detekci poruch kompozitových konstrukcí, která by nahradila doposud používanou metodu *tapping test*.

## 5 Přílohy

Protokol o zkoušce No.: P-DAV-MTA-123-23 zpracovaný experty Výzkumného a zkušebního leteckého ústavu a. s.





# Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s.

Beranových 130, 199 05 Praha – Letňany

Divize Aviation, Oddělení MTA

Aviation division, MTA department

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. / TEST REPORT No.: P-DAV-MTA-123-23

## Fraktografická analýza lomu nosníku křídla kluzáku PIK-20D

Vypracoval / Prepared

Ing. Martin Kadlec, Ph.D.

Schválil / Approved

Dr. Ing. Roman Růžek  
Vedoucí oddělení MTA

Název objednatele: Name of purchaser:	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod
Adresa objednatele: Address of purchaser:	Beranových 130, 199 01 Praha 9 – Letňany
Místo a datum vydání protokolu: Place and date of Report issue:	Praha – Letňany, 15. 11. 2023
Číslo objednávky: Order number:	80/2023 ze dne / dated: 30. 10. 2023
Číslo konta/úkolů: Account/Task number:	A13079
Předmět zkoušky/činnosti: Object of test/activity:	Fraktografická analýza lomových ploch dodaných dílů.
Použité normy/metody: Used standards/methods:	Fraktografie, metalografie.
Počet stran včetně příloh: Number of pages including: attachments:	12
Počet příloh: Number of attachments:	0

© - Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s., 199 05 Praha – Letňany

Bez písemného souhlasu VZLU se nesmí protokol reprodukovat jinak, než celý! Without VZLU written permit it is not permissible to copy the report other than in its complete form!

## 1 Úvod / Introduction

Předmětem zprávy je provedení odborného posouzení charakteru lomových ploch porušeného nosníku a určení pravděpodobného mechanismu lomu nosníku levé poloviny křídla kluzáku PIK-20D. Kluzák měl už v minulosti vážnou nehodu, kdy došlo k těžkému poškození trupu. U křídla byla v dohledané dokumentaci opravy uvedena pouze kontrola delaminace povrchu křídla poklepem. Podle dochovaných fotografií ulomená levá polovina křídla při této události narazila koncem na zem.

## 2 Popis a identifikace vzorků / Description and identification of samples

Datum příjmu vzorků / Date of samples receipt:	5/10/2023
Počet zkoušených vzorků / Number of tested samples:	1
Zkouška/Činnost zahájena dne / Test/Activity started on:	01/11/2023
Zkouška/Činnost ukončena dne / Test/Activity finished on:	10/11/2023

Na pracoviště VZLÚ (oddělení MTA divize Aviation) byl dodán následující porušený nosník levé poloviny křídla (Obr. 2.1).



Obr. 2.1 – Dodaný díl nosníku.

## 3 Seznam zkušebních a měřicích zařízení / List of test and measurement equipment

Název/Name	Typ/Type	v.č./SN	Doplňující informace Additional information
Stereomikroskop	SZ-61	606962	–
Digitální mikroskop	Keyence VHX-6000	V0071100280	–
Ultrazvuková čistička	UC 613HTD	02613424170001	–

#### 4 Experimentální metody / Experimental procedures

Přehledové snímky byly pořízeny fotoaparátem Canon EOS 600D. Detailní mikrosnímky byly pořízeny pomocí digitálního mikroskopu Keyence VHX-6000 s odnímatelnou hlavou při zvětšení až 200x (Obr. 4.1).



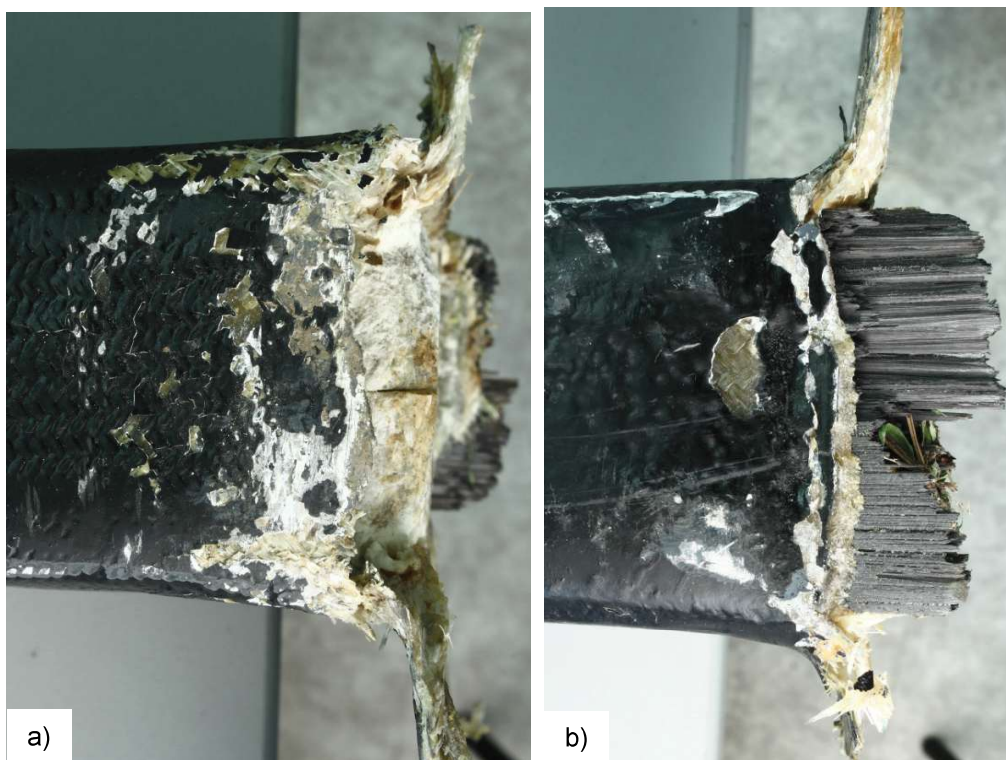
Obr. 4.1 – Pozorování lomu digitálním mikroskopem.

## 5 Fraktografická analýza / Fractographic analysis

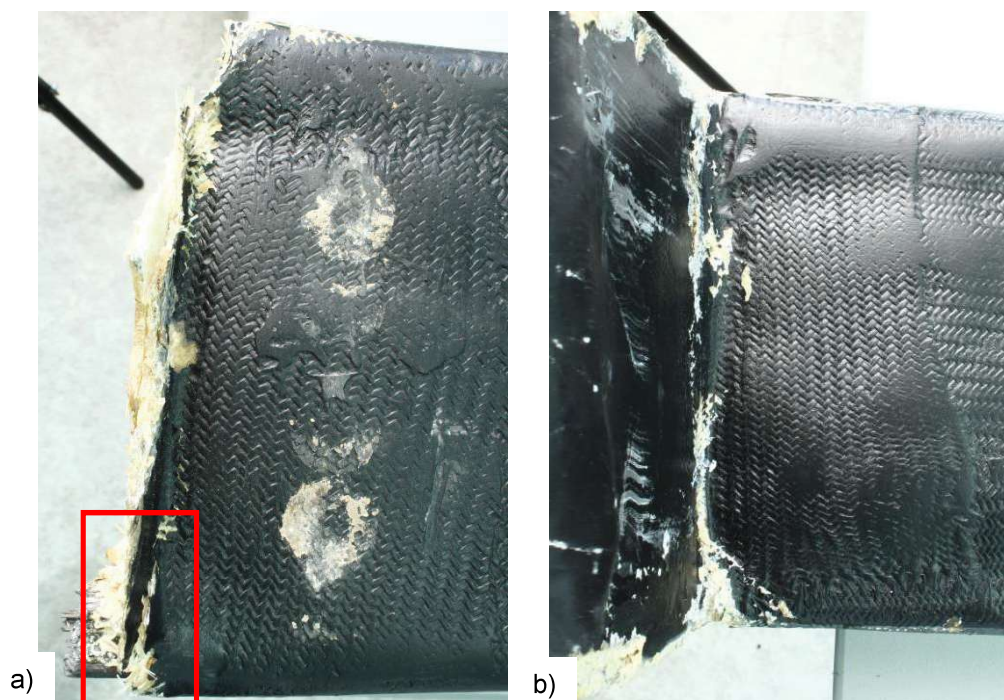
Přehledové snímky celé lomových ploch jsou na Obr. 5.1 až Obr. 5.4. Obr. 5.3a ukazuje zadní bok nosníku, kde je patrné natržení tkaniny při odlomení spodní pásnice.



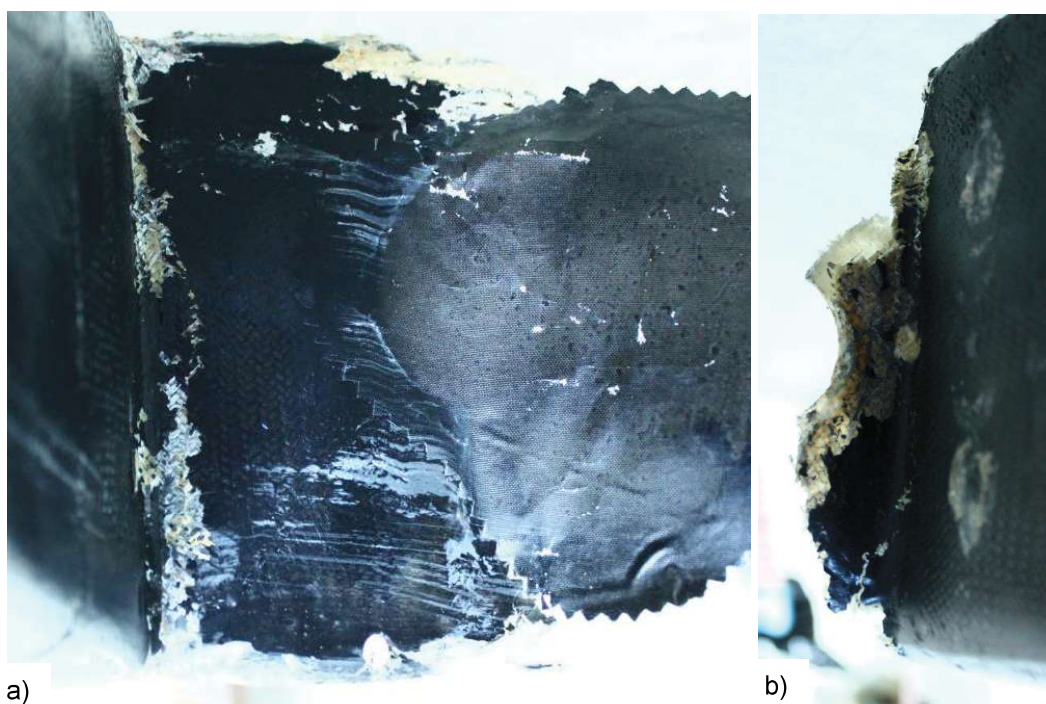
Obr. 5.1 – Přehledový snímek lomové plochy z pohledu do trupu.



Obr. 5.2 – Přehledový snímek a) horní pásnice shora nosníku, b) spodní pásnice zesponu nosníku.



Obr. 5.3 – Přehledový snímek a) zadního boku nosníku, kde je patrné natržení tkaniny vzniklé odlomením spodní pásnice a b) předního boku nosníku. Horní pásnice vždy na obrázku nahoře.

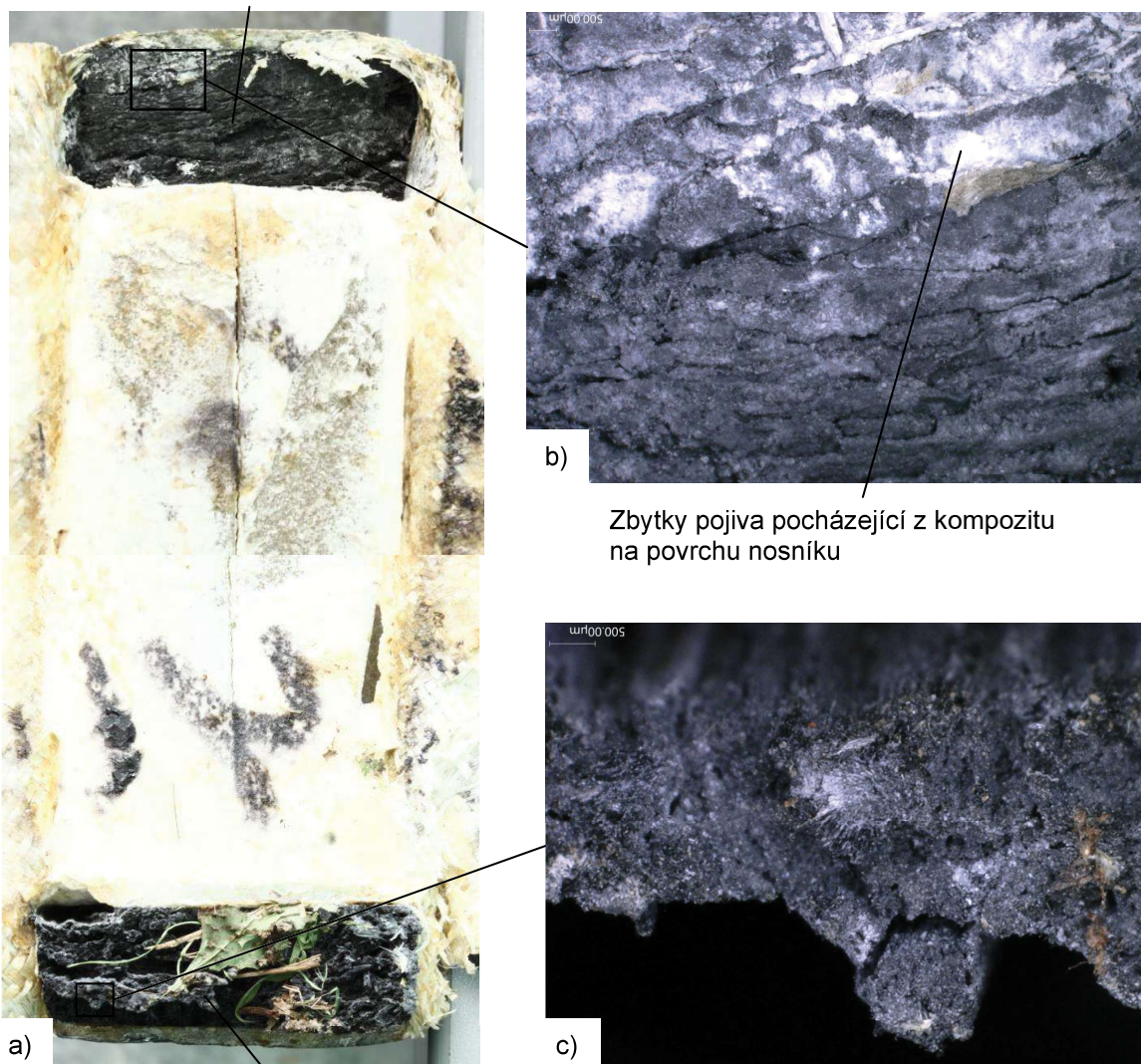


Obr. 5.4 – Přehledové snímky delaminované tkaniny na boku a) přední části a b) zadní části. Horní pásnice vždy na obrázku nahoře.

Detailní mikrosnímky na Obr. 5.5 ukazují typickou hladkou lomovou plochu způsobenou porušením vláken ve vzpěru při namáhání horní pásnice v tlaku. Zbytky pojiva na lomu v tlaku mohou ukazovat na nalomení při předchozí nehodě, po které se do lomové plochy drolili tyto zbytky z povrchové tkaniny. U spodní pásnice jsou naopak patrná typická vytažená vlákna lomové plochy při tahovém namáhání. Na vytažených svazcích vláken není patrné oddělování jednotlivých vláken jinak typické pro únavové porušování. Lze usuzovat, že horní pásnice byla zlomena jako první, protože typicky je pevnost v tlaku kompozitu menší v tlaku než v tahu.

Detail lomu horní pásnice na Obr. 5.6 ukazuje vyznačenou oblast se zbytky pojiva podezřelou z nalomení při předchozí nehodě.

Vláknový lom v tlaku horní pásnice



Zbytky pojiva pocházející z kompozitu na povrchu nosníku

Vláknový lom v tahu spodní pásnice

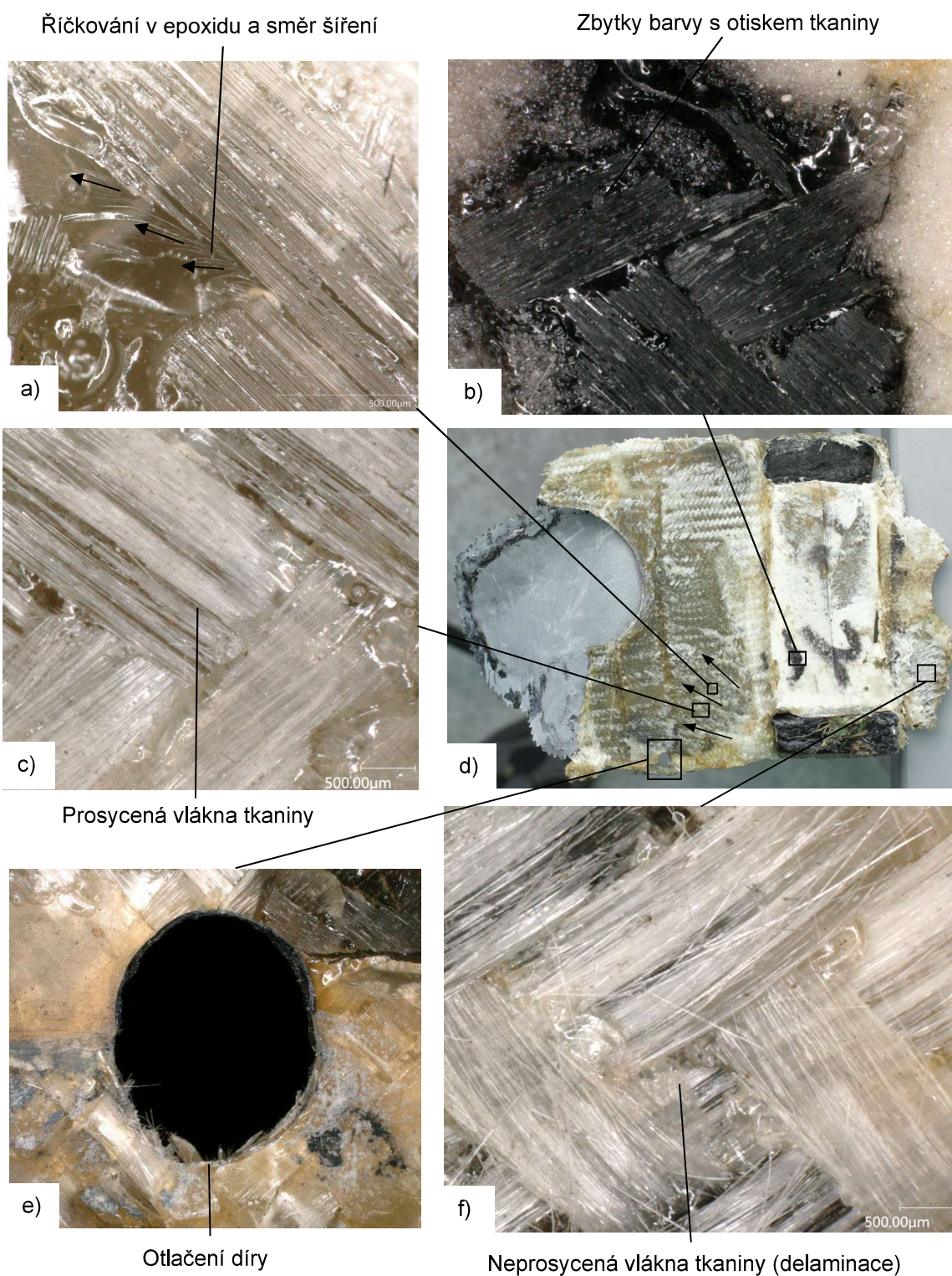
Obr. 5.5 – a) Přehledový snímek s vyznačenými detailní mikrosnímky lomu uhlíkových vláken, b) detail lomové plochy horní pásnice porušené v tlaku se zbytky pojiva z povrchových vrstev, c) detail lomové plochy spodní pásnice porušené v tahu.



Obr. 5.6 – Detail lomu horní pásnice z vyznačenou oblastí podezřelou z nalomení při předchozí nehodě. V oblasti jsou zbytky pojiva z povrchové vrstvy skleněné tkaniny.

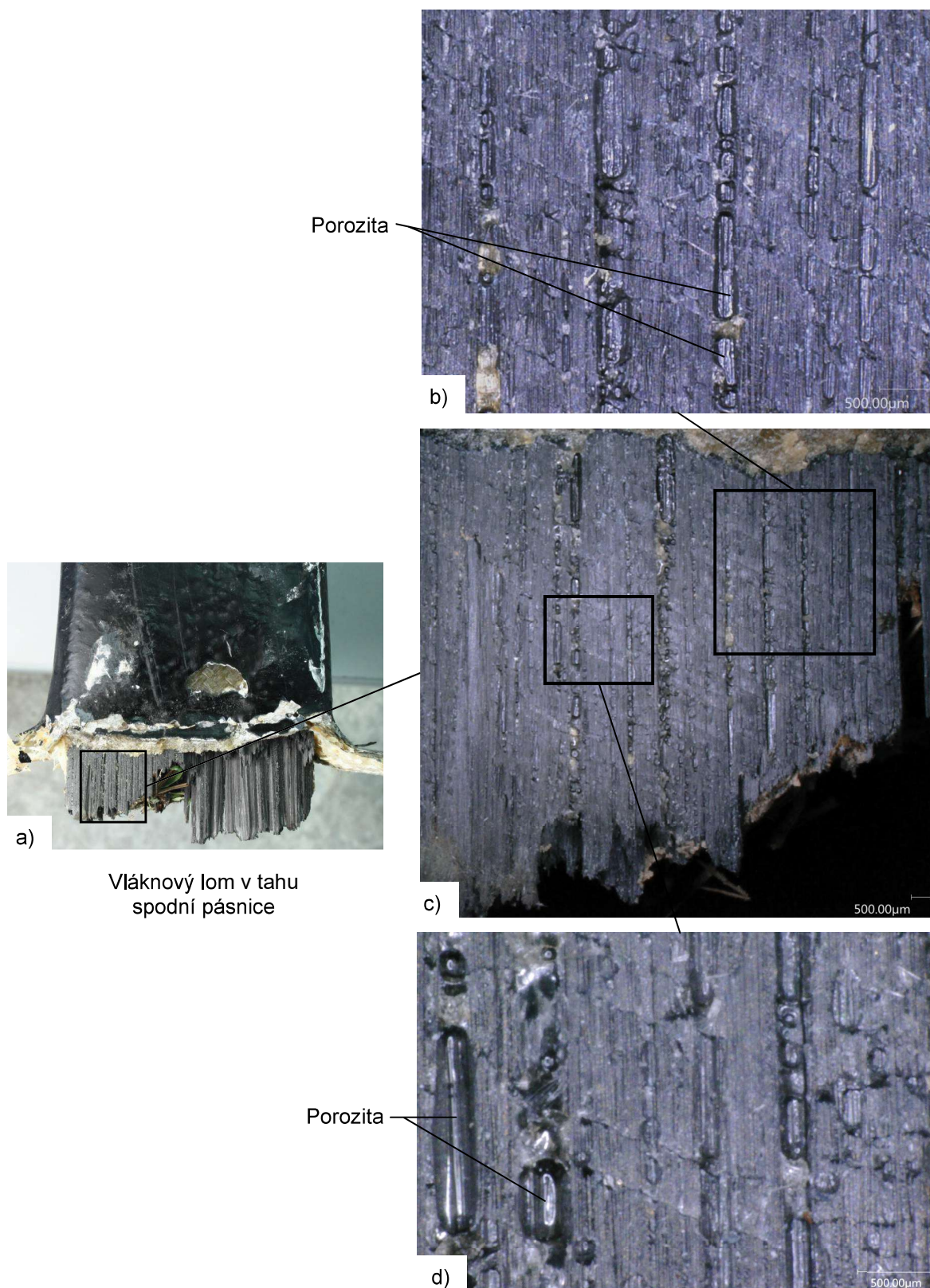
Z detailních mikrosnímků lomových ploch na Obr. 5.7. lze potvrdit teorii o sekvenci porušení, kdy k odtržení skleněné tkaniny došlo po odtržení spodní pásnice v tahu: říčkování v epoxidu ukazuje lokální směr šíření trhliny od spodní pásnice, přičemž na přehledovém makrosnímku je radiální struktura ukazující na stejný směr. Dále otláčení díry u spodního okraje ukazuje také na vytržení tkaniny ve směru od spodního nosníku. Kromě toho byla nalezena neprosycená tkanina na povrchu delaminovaného kompozitu a zbytky černé barvy s otiskem tkaniny.

Na detailních snímcích vytažených svazků vláken spodní pásnice byla patrná porozita. Ta byla pozorována na jedné na vnějším povrchu v původním rozhraní s vnější tkaninou (Obr. 5.8) a také na vnitřních svazcích vláken (Obr. 5.9).

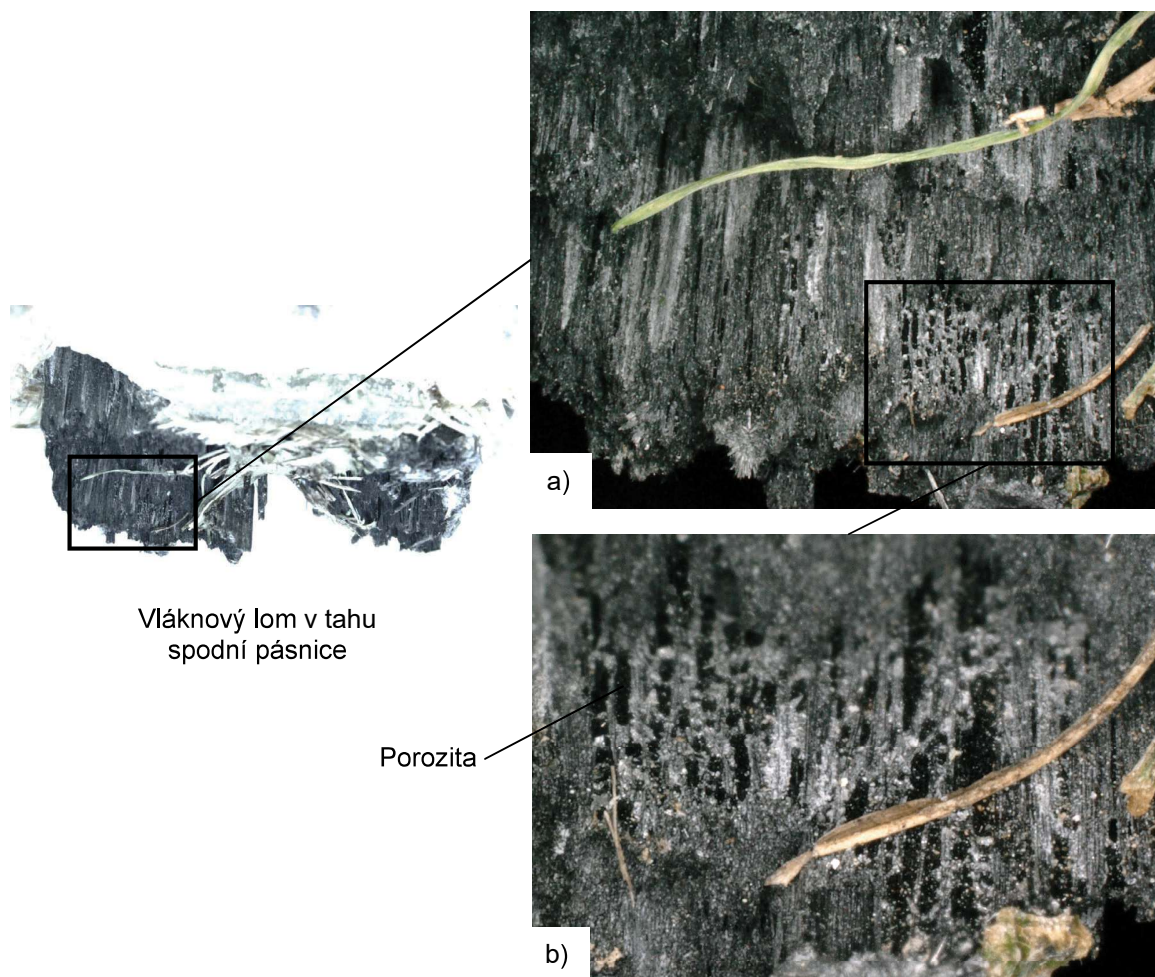


Obr. 5.7 – Vyznačené detailní mikrosnímky lomové plochy: a) Říčkování v epoxidu ukazuje lokální směr šíření trhliny, b) zbytky černé barvy s otiskem tkaniny, c) prosycená vlákna, d) přehledový snímek lomové plochy s vyznačenou radiální strukturou ukazující na pravděpodobný směr šíření, e) otlačení díry u spodního okraje ukazuje na vytržení tkaniny ve směru od spodního nosníku, f) neprosycená tkanina.



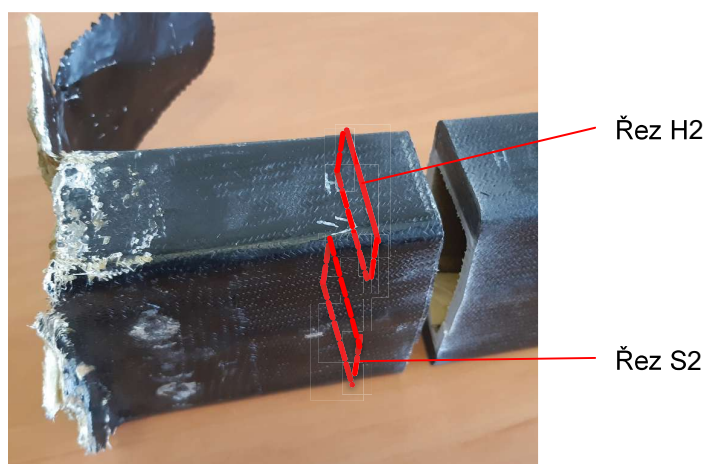


Obr. 5.8 – Přehled a detaily vnějšího povrchu lomu spodní řásnice s pozorovanou porozitou.

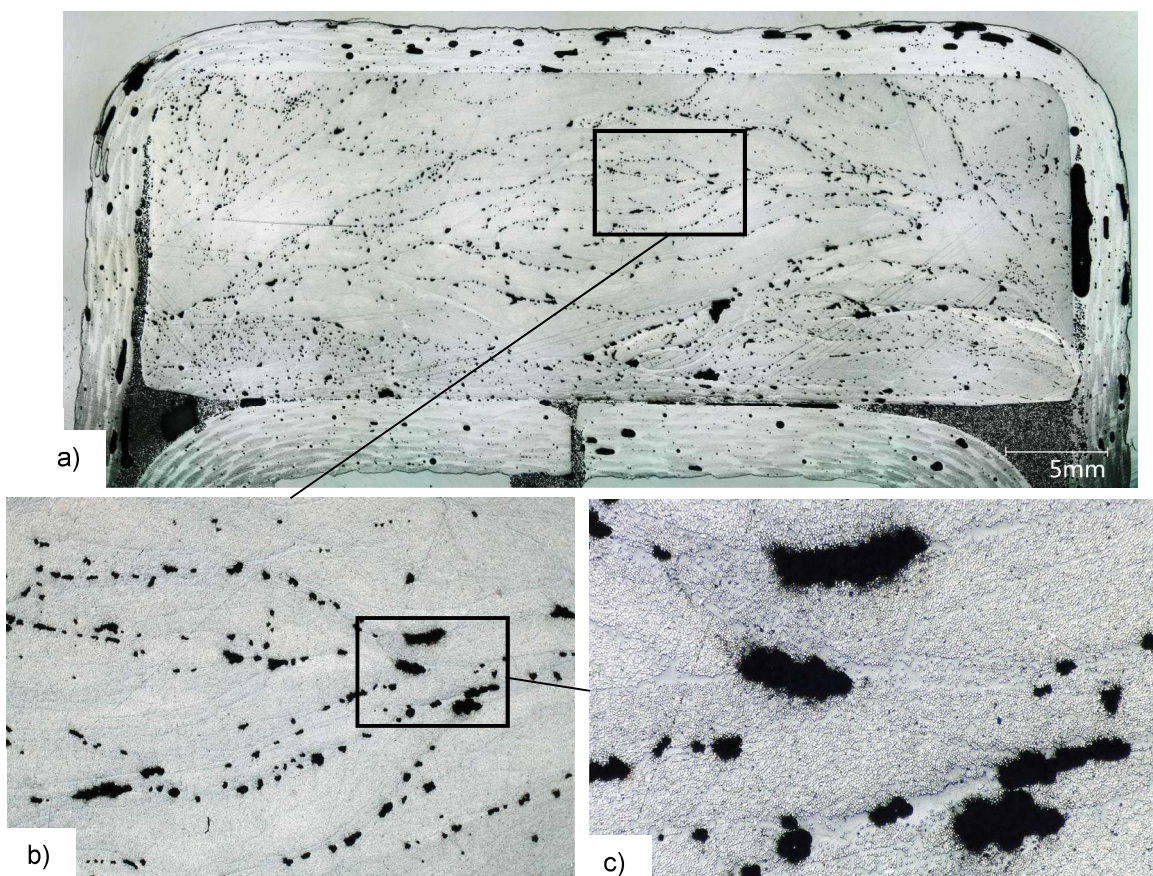


Obr. 5.9 – Přehled a detaily vnitřního povrchu lomu spodní pásnice s pozorovanou porozitou.

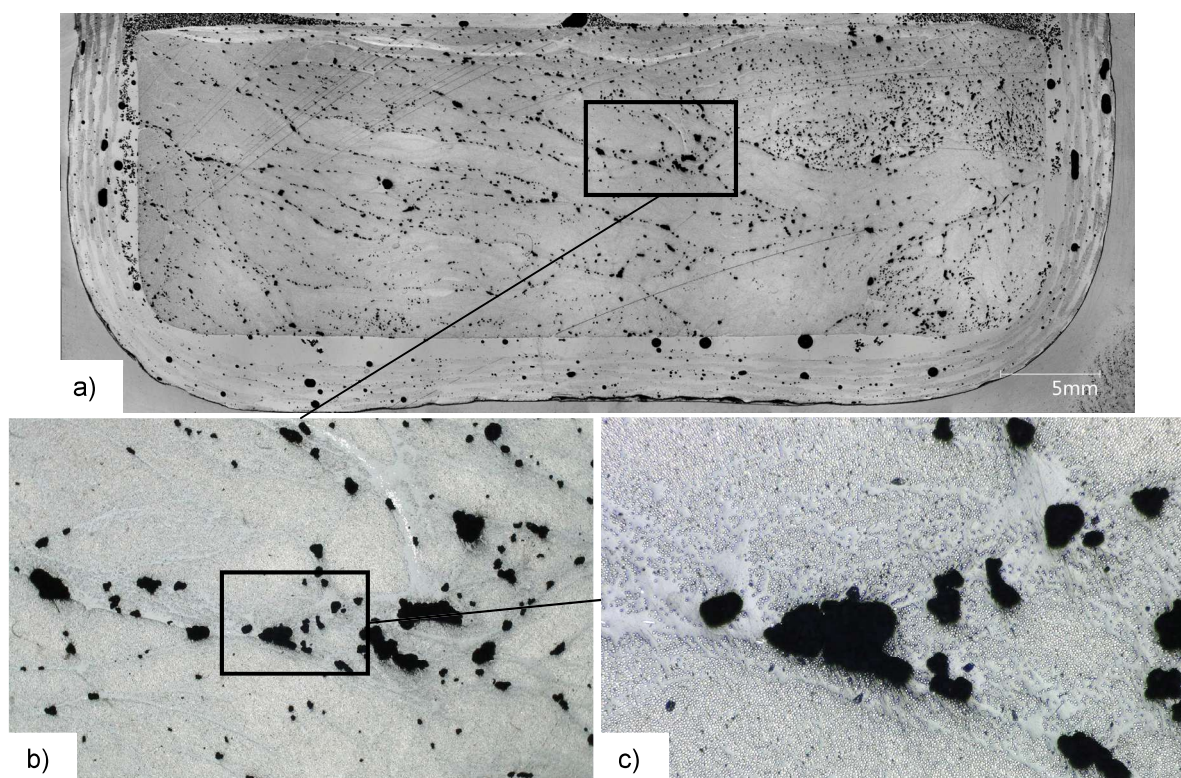
Na základě podezření na porozitu v pásnici byla provedena metalografická analýza obou pásnic v místě cca 10 cm za lomem (Obr. 5.10). na Obr. 5.11 a 5.12 je na obou pásnicích viditelná významná porozita zejména na rozhraní náhodně položených svazků vláken. Velikost pórů byla 100 až 500  $\mu\text{m}$ . Velké póry byly pozorovány také na rozhraní vnitřních uhlíkových vláken a povrchové tkaniny, což vysvětluje pozorovanou delaminaci tkaniny na lomu.



Obr. 5.10 – Schematické znázornění řezu pro metalografickou analýzu porozity pásnic.



Obr. 5.11 – Řez horní pásnicí v místě H2 s pozorovanou významnou porozitou (černé skvrny): a) Přehledový snímek, b) detail při zv. 50x a c) detail při zv. 200x.



Obr. 5.12 – Řez spodní pásnicí v místě S2 s pozorovanou významnou porozitou (černé skvrny): a) Přehledový snímek, b) detail při zv. 50x a c) detail při zv. 200x.

## 6 Zkoušel / Tested by

Martin Kadlec (VZLU, divize Aviation - 3000, oddělení MTA)

Petr Homola (VZLU, divize Aviation - 3000, oddělení MTA)

Eva Horká (VZLU, divize Aviation - 3000, oddělení MTA)

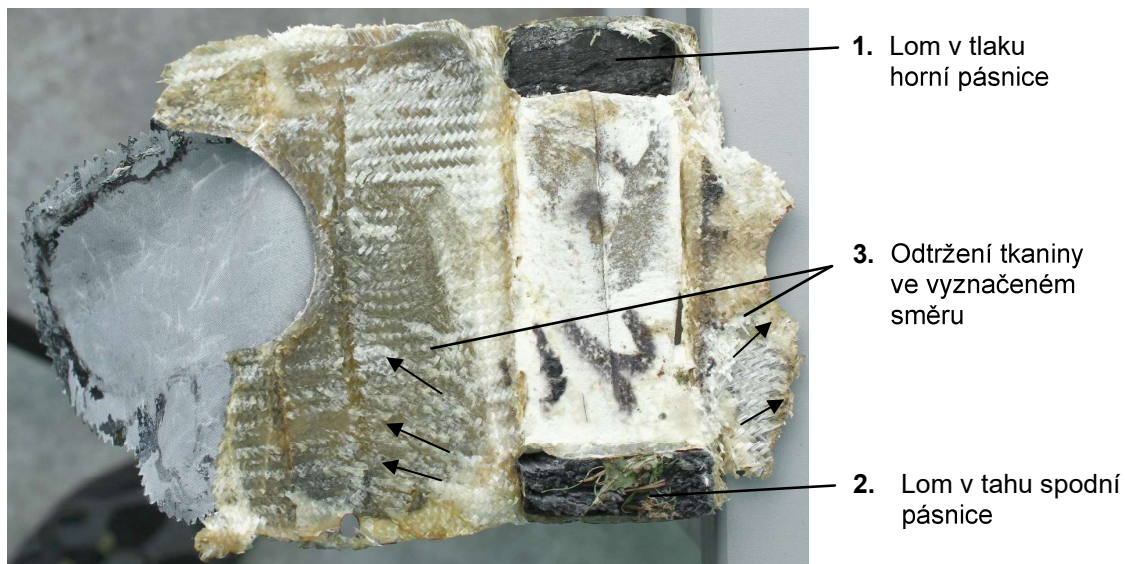
## 7 Shrnutí / Summary

Byla provedena fraktografická analýza lomových ploch porušeného nosníku křídla kluzáku PIK-20D.

Hypotéza únavového porušení se nepotvrdila, protože lom pásnice nevykazuje podélné oddělování jednotlivých vláken. Hypotéza nalomení pásnice nebo jiného poškození v okolí lomu po předchozí nehodě však nebyla vyvrácena, protože na lomu byly zbytky pojiva z povrchových vrstev nosníku, které se tam mohly dostat otěrem při provozu po předchozí nehodě.

Byla pozorována porozita na lomové ploše spodní pásnice a neprosycená tkanina na delaminované vrstvě. Významná porozita byla pozorována rovněž na řezech neporušených částí obou pásnic. Porozita má vliv zejména na únosnost kompozitu v tlaku. Pozorovaná porozita při výrobě pásnice mohla být považována za přípustnou vadu, která byla při dimenzování letadla uvažována.

Dle typické pevnosti použitých výztužných vláken a nalezených makro i mikrofraktografických znaků byla určena pravděpodobná sekvence porušení. Porušení křídla začalo tlakovou poruchou horní pásnice s prakticky okamžitě následujícím tahovým lomem spodní pásnice a následným odtržením tkaninového přeplátování mezi stojinou nosníku a kořenovým žebrem (Obr. 7.1).



Obr. 7.1 – Pravděpodobná sekvence porušení nosníku

## 8 Rozdělovník / Distribution list

Objednatel / Purchaser: *Originál, výtisk č. 1/ Original copy No. 1*  
 VZLU, DAV: *Kopie uložena ve formátu pdf / Copy saved as pdf format*

## 9 Odkazy / References

Nepoužito.

## 14. Přílohy / Attachments



Ne; bez příloh/No; without attachments



Ano, viz níže/Yes, see below

\*\*\*KONEC PROTOKOLU / END OF REPORT\*\*\*