



ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN  
LETECKÝCH NEHOD  
Beranových 130  
199 01 PRAHA 99

---

CZ 15 - 313

# ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**o odborném zjišťování příčin incidentu  
vrtulníku typu Robinson R 22 Beta II  
poznávací značky OK – ZYZ,  
ze dne 29. 6. 2015 u Hrádku u Nechanic**

Praha  
prosinec 2015

---

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 určování 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.

Použité zkratky a jednotky:

FAA	Federální letecký úřad
LKKO	Veřejné vnitrostátní letiště Kolín
LKHK	Veřejné vnitrostátní letiště Hradec Králové
h	Hodina
km	Kilometr
min	Minuta
UTC	Světový koordinovaný čas
ÚCL	Úřad pro civilní letectví
ÚZPLN	Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod

## A) Úvod

Provozovatel letounu:	HELITOM s.r.o
Výrobce a model letounu:	Robinson Helicopter Company USA, typ R 22 Beta II
Poznávací značka:	OK-ZYZ
Místo události:	Hrádek u Nechanic
Datum:	29. 6. 2015
Čas:	08:06 (dále všechny časy v UTC)

## B) Informační přehled

Dne 29. června 2015, došlo během přeletu vrtulníku Robinson z LKKO do LKHK v prostoru Hrádku u Nechanic k poruše řemenového pohonu vrtulníku. Pilot uplatnil nouzový postup a v režimu autorotace bezpečně přistál do terénu. Při přistání nedošlo k zjevnému poškození vrtulníku ani ke zranění dvoučlenné posádky. Událost je klasifikována jako incident z technických příčin.

Příčinu události zjišťoval odpovědný inspektor Ing. Lubomír Stříhavka

Závěrečnou zprávu vydal:

ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD  
Beranových 130  
199 01 PRAHA 99

Dne 14. prosince 2015

## C) Hlavní část zprávy obsahuje:

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

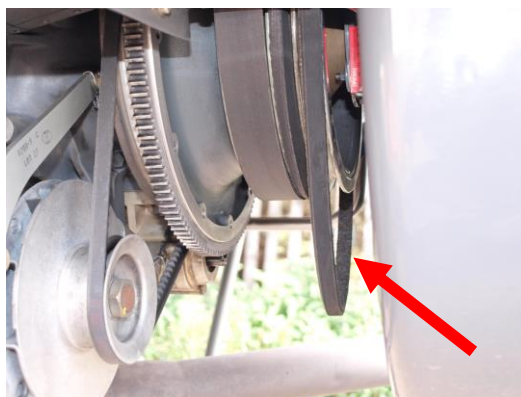
## 1. Faktické informace

### 1.1 Události předcházející kritickému letu

Před kritickým letem bylo po provedených pracích údržby v období od 11. 2. do 29. 6. 2015 provedeno celkem 83 letů v úhrnné době 17 h 12 min. Dne 29. 6. to byl první let vrtulníku. V palubním deníku nebyl za uvedené období zapsán žádný poruchový stav nebo změna letových vlastností vrtulníku. Vrtulník byl provozován převážně pro výcvik pilotů pro získání kvalifikace PPL(H).

### 1.2 Kritický let

Ke kritickému letu pilot vzletl v 7:36 h z LKKO. K průběhu události uvedl, že asi po 30 minutách letu se ozvala dutá, tlumená rána z motorového prostoru. Současně se rozsvítila signalizace spojky a ručička otáček motoru překmitla přes otáčky rotoru. Pilot převedl vrtulník do režimu autorotace a stáhl otáčky motoru. V ustálené autorotaci pilot ještě dvakrát zkusil krátkodobě zvýšit otáčky motoru, ale vždy došlo k překmitnutí otáček nad otáčky rotoru. Autorotace byla dokončena na volnoběžný režim motoru. Vrtulník dosedl na polní cestu. Po celou dobu autorotace svítila signalizace spojky. Po přistání pilot ochladil motor a provedl jeho vypnutí. V průběhu dotáčení rotoru pilot zaznamenal několik cukavých pohybů.



Vrtulník po autorotačním přistání do terénu a pohled na sesmeknuté řemeny pohonu (foto poskytnuto provozovatelem).

Pilotem byl muž, věk 42 let, držitel platného průkazu dopravního pilota vrtulníků. Měl platné osvědčení o zdravotní způsobilosti 1. třídy. Podle sdělení pilota celkem na všech typech vrtulníků nalétal cca 3 300 h, z toho na typu R 22 cca 1 000 h.

### 1.3 Vrtulník

Vrtulník Robinson R 22 Beta II je lehký celokovový dvoumístný vrtulník poháněný spalovacím motorem Lycoming O360-J2A. Přenos výkonu motoru na nosný rotor a vyrovnávací rotor je proveden dvěma zdvojenými klínovými řemeny typu V-Belt A190-2, Rev.Z.

Vrtulník OK-ZYZ, výrobní číslo 4432 byl vyroben v roce 2009. Ke dni incidentu měl nalétáno 1 590 h 12 min. Poslední údržba v rozsahu 100h/roční byla provedena dne 11. 2. 2015. Při těchto pracích byly vyměněny řemeny pohonu a silentbloky motoru za nové. Od této prohlídky do kritického letu nalétal 17 h 12 min.

### 1.3.1 Poškození řemenů pohonu

Při technické prohlídce bylo zjištěno poškození zadního (druhého) řemene. Řemen se podélně rozdělil a krajní (poslední) část se sesmekla z obou řemenic. Zbytek řemene byl přetočen do obrácené polohy, ale zůstal v záběru řemenic. Řemen byl poškozen tak, že došlo k separaci horní spojovací vrstvy a k jejímu oddělení. Vrstva chyběla po celém obvodu zadního řemene. V prostoru kolem motoru byla nalezena cca 1/10 z celkové plochy horní spojovací vrstvy. Na povrchu zadního řemene bylo zřejmé nejen toto poškození, ale z boku řemene čněla jednotlivá vlákna výztuže. Přední řemen přeskočil na hnané řemenici o jednu drážku vzad, ale poškozen nebyl. Povrch drážek hnací a hnané řemenice nebyl poškozen, povrch byl čistý bez otěrových či dřecích stop. Zadní okraj hnací řemenice byl oleštěný, vrchní barva byla na hraně oprýskaná. Vyhotovení řemenic bylo novějšího typu (A 188-2 Rev.I. p/n 8754).

### 1.3.2 Technická prohlídka pohonu vrtulníku

Ověření geometrie nastavení jednotlivých částí pohonu bylo provedeno podle Robinson Maintenance Manualu MM-RTR 060 (dále jen MM). Pro ověření geometrie byly řemeny nasazeny do normální polohy. Přední řemen měl na svém povrchu značku tvaru písmene „V“ označující správnou polohu a pořadí řemenů. Po zapnutí elektrické sítě vrtulníku byla aktivována spojka pohonu. Čas potřebný k vypnutí signalizace byl měřen dvakrát a bylo shodně dosaženo času 75“ (požadavek MM je do 100“).

Podle Robinson Maintenance Manualu MM-RTR 060 část 7.230, 7.240 a 7.250 bylo provedeno měření souososti řemenic, výšky motoru a úhlu transmise. Měření proběhlo dvakrát s pootočením o 180° vůči předchozí poloze řemenic (viz tabulka). Vzájemný průhyb řemenů nemohl být změřen z důvodu separace spojovací vrstvy zadního řemene.

Souosost řemenic	1. měření	2. měření
Levá strana	0,090“	0,072“
Pravá strana	0,055“	0,054
<b>Rozdíl</b> (0,01-0,03“)	0,035“	0,018
<b>Výška motoru</b> (dle měřky 3,6“)	3,6“	3,6“
<b>Úhel transmise</b> (max. 2,5 – 5°)	2,2°	2,23°
<b>Stav řemenic (MM část 2.508)</b>	< 3:1	< 3:1

### 1.3.2.1 Poškození ostatních částí vrtulníku

Při přistání nebyl kromě sesmeknutých řemenů vrtulník zjevně poškozen. Detailní prohlídkou v údržbové organizaci bylo zjištěno, že uložení listů hlavního rotoru a stav pouzder uchycení listů bylo mimo povolené tolerance. Všechny vadné části byly nahrazeny novými.

## 2. Rozbory

### 2.1 Rozbor incidentu

Podle průběhu události popsané pilotem a podle poškození řemenů lze dovodit, že k poruše zadního řemenu došlo náhle v krátkém časovém okamžiku. Pilot na vzniklou situaci reagoval v souladu s letovou příručkou a správně se rozhodl využít autorotačního režimu pro přistání do terénu. Mimo letovou příručkou doporučený nouzový postup provedl pokus o obnovení normální funkce pohonu hlavního rotoru krátkodobým zvýšením otáček motoru, ale vždy bez očekávané odezvy.

Měření geometrie nastavení jednotlivých částí pohonu bylo provedeno podle Robinson Maintenance Manualu MM-RTR 060. Všechny naměřené hodnoty odpovídaly technickým podmínkám. Seřízení jednotlivých částí pohonu vrtulníku nemělo vliv na selhání řemenů. Poškozené řemeny byly odeslány k odborné expertíze výrobcí vrtulníku a bylo vyžádáno jeho stanovisko k předmětu poškození.

Doba kritického letu od nahození motoru do vzniku poruchy řemene cca 30 minut, tedy doba, po kterou řemen přenášel výkon motoru a vykazoval bezporuchovou činnost, koresponduje s informacemi získanými od výrobce vrtulníku.

### 2.2 Stanovisko výrobce

Detailní zkoumání řemenů bylo provedeno u výrobce za účasti inspektora FAA. Z protokolu o nálezů z této prohlídky vyplynulo, že na řemenech nedošlo k poruše vlivem výrobní vady. Zadní řemen byl poškozen separací horní spojovací vrstvy, která chyběla na větší části obvodu řemenu. Oddělená část zadního řemene byla v obvodu delší a na boku s vyčnívajícímí vlákny výztuže, což bylo popsáno jako znak přetížení řemene.

Výrobce ve svém stanovisku sdělil, že dlouhodobě sleduje a vyhodnocuje poškození řemenů. V případě, že dojde k přeskočení zadního řemene na drážce hnací řemenice je řemen schopen pracovat 10 – 30 minut než dojde k jeho úplnému poškození.

Řemeny pohonu jsou u výrobce prověřovány kontrolním během a následně podle naměřených parametrů kompletovány do sad. Nálezy a shoda znaků zjištěných při prohlídce řemenů ukazují, že nejpravděpodobnější příčinou poruchy zadního řemene bylo jeho přetížení jako následek částečného sesmeknutí z drážek hnací (spodní) řemenice při rozběhu motoru. Výrobce možný mechanismus vzniku této poruchy graficky znázornil a komentoval (viz Příloha 5, obr. 2 - 5).

### 2.3. Problematika poškození řemenů

V průběhu šetření byl ÚZPLN informován o zprávě „*Reliability of the Robinson R 22 helicopter belt drive system*“ vydané ATSB Austrálie. Zpráva se podrobně zabývá problematikou poškození řemenů, včetně historie změn a vyhotovení řemenů. Na příkladech jsou zde popsána typická poškození a příčiny vzniku poškození řemenů.

Dokument je dostupný na [https://www.atsb.gov.au/media/4120236/ai-2009-038\\_final.pdf](https://www.atsb.gov.au/media/4120236/ai-2009-038_final.pdf)

### 3. Závěry

- Pilot měl platnou kvalifikaci pro vykonání letu;
- Vrtulník měl platné osvědčení kontroly letové způsobilosti;
- Pilot správně zareagoval na vzniklou situaci a rozhodl se pro přistání do terénu v autorotačním režimu;
- Údržba a provoz vrtulníku byl prováděn v souladu s platnými směrnici a postupy.

Příčinou vzniku incidentu bylo přetížení řemene pohonu vrtulníku v důsledku částečného sesmeknutí zadního řemene z hnací řemenice pohonu.

### 4. Bezpečnostní doporučení

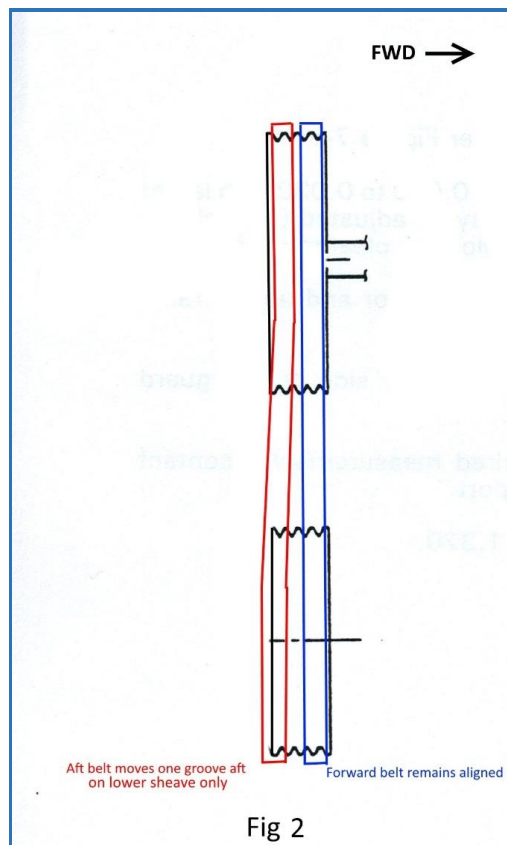
K výše uvedenému incidentu ÚZPLN nevydává bezpečnostní doporučení.

## 5. Příloha

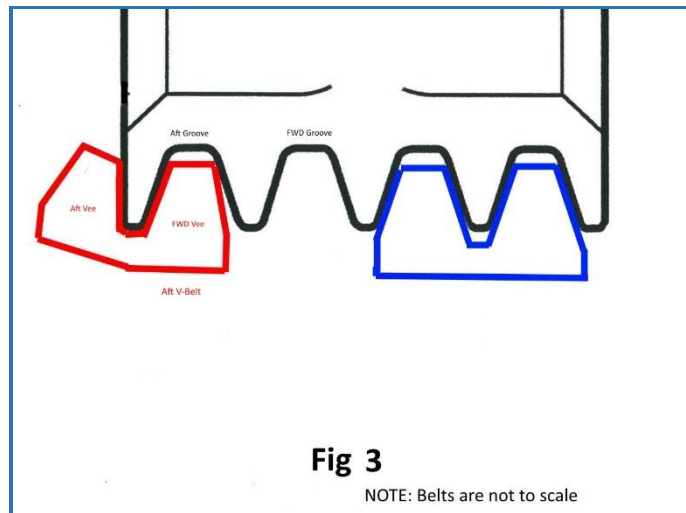


Obr.1 Řemeny v měřicím přípravku u výrobce

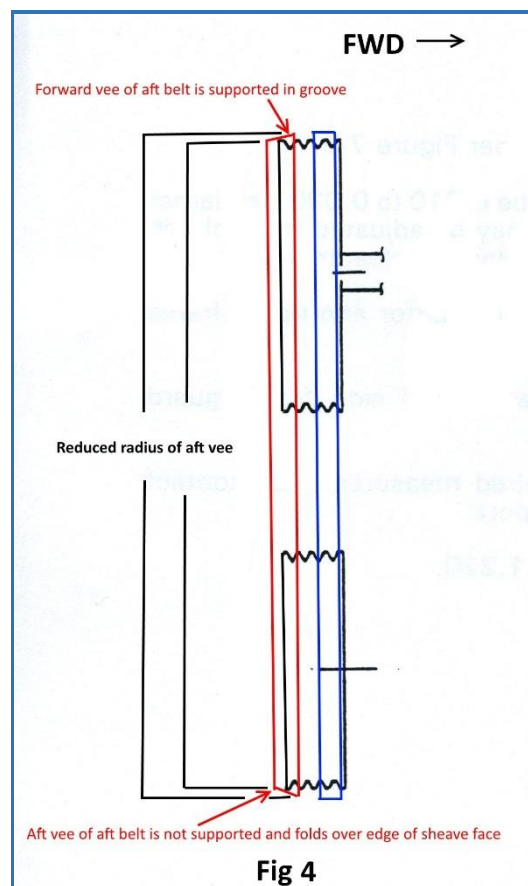
**Grafické znázornění možného mechanismu vzniku poruchy a komentář výrobce vrtulníku (text je přeložen z originálu sdělení výrobce).**



*Při rozběhu motoru se může řemen sesmeknout z drážky hnací řemenice (obr. 2).*



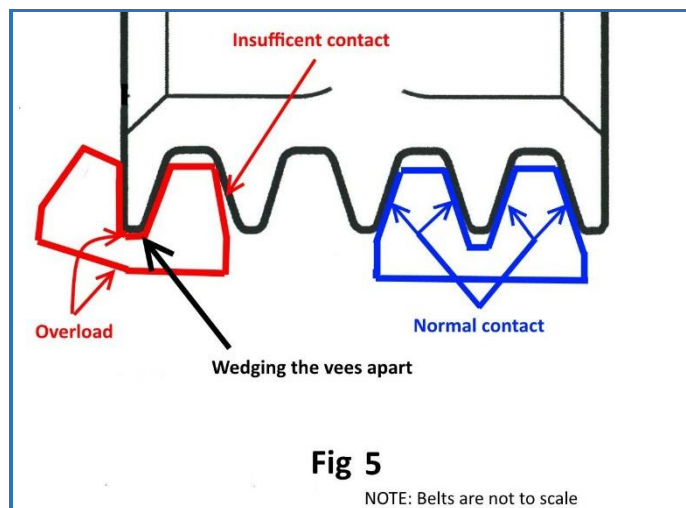
Po sepnutí spojky začne mechanismus napínat klínové řemeny, přičemž klíny jsou mimo vodící drážky dolní řemenice. Jakmile se řemeny začnou napínat (v tomto konkrétním příkladu), přední klín zadního řemene je podpírán v zadní vodící drážce a zadní klín se obtáčí kolem zadního okraje spodní (hnané) řemenice obr. 3.



V drážkách horní (hnané) řemenice jsou klínové řemeny plně napjaty. Tento stav způsobí vychýlení zadního řemene (obr. 2) a zkrácení dráhy, kterou musí horní řemenice urazit. Toto se projeví na zkrácení času potřebného pro zahájení rotace listů hlavního rotoru. Větší část napětí se tím přenáší na podporovaný klín zadního řemene a méně napětí na přední řemen, dokud se zadní řemen nenapne, případně dokud klíny na horní řemenici neopustí vodící drážky.

Pilot si v takovém případě není vědom skutečnosti, že klínový řemen je mimo svou vodicí drážku a zahajuje let. V závislosti na nastavení letového režimu bude řemen za takovýchto podmínek fungovat po dobu 10 – 30 minut.

Jakmile klín zadního řemene přejde přes okraj řemenice, okraj vnikne mezi oba klíny a začne je oddělovat. Zadní řemen se pohybuje kolem menšího průměru a začne drhnout o zadní čelo řemenic a zanechává po sobě stopu vytvořenou oděrkami materiálu – gumy (obr. 4).



Zadní hrana řemene se může také zároveň dotýkat středové výztuhy, kde zanechá residuum gumy a dochází k oděru kraje klínového řemene. V tuto chvíli je zadní klínový řemen přetížený (obr. 5) a dochází k jeho rozdělení a separaci spojovací vrstvy.



Důsledek přetížení řemene a separace spojovací vrstvy