



Číslo jednací: 4438-21-401

Vydáno dne: 14.12.2021

## PORADNÍ OBĚŽNÍK

PO/ST-20-8

### Kompenzace nestabilizovaného magnetického kompasu

Schválil:

Dne: 14.12.2021

Ing. Vít Zárybnický

Ředitel Sekce technické

## **Obsah**

1. Úvod
2. Použitelnost postupů
3. Základní pojmy
4. Kdy provést kompenzaci magnetického kompasu?
5. Předpisové požadavky na magnetický kompas
6. Podmínky pro provádění kompenzace
7. Postup kompenzace (obecně)
8. Přijatelné metody kompenzace magnetického kompasu
9. Příklady kompenzačního protokolu a štítku
10. Zdroje souvisejících informací

## **1. Úvod**

Tento poradní oběžník stručně popisuje hlavní zásady, požadavky a přijatelné postupy pro provádění kompenzace nestabilizovaného magnetického kompasu s přímým odečtem (dále zkráceně jen kompenzace kompasu). Jsou v ní uvedeny pouze všeobecně platné informace a je proto vždy nutné dodržovat, pokud existují, veškeré použitelné specifické požadavky předepsané výrobcem letadla, výrobcem vybavení (kompasu), případně požadavky držitele změny TC (STC) na zástavbu konkrétního kompasu, pokud byl instalován dodatečně.

## **2. Použitelnost postupů**

**UPOZORNĚNÍ: Informace a postupy uvedené v tomto poradním oběžníku jsou použitelné pouze pro letadla s MTOW do 5700 kg.**

Požadavky a postupy uvedené v dalším textu této přílohy jsou použitelné výhradně pro **nestabilizované magnetické kompasu s přímým odečtem, instalované jako primární nebo záložní (standby) kompas**. Pro kompenzaci stabilizovaných magnetických kompasů (např. gyromagnetický kompas, elektronicky stabilizovaný kompas, systémy AHRS apod.) a kompasů jiných než s přímým odečtem (např. kompas využívající senzory magnetického pole na bázi Hallova jevu, kompas s displejovým zobrazovačem apod.) je vždy nutné použít požadavky a postupy předepsané výrobcem letadla a konkrétního vybavení (kompasu).

## **3. Základní pojmy**

**Kompenzace magnetického kompasu** – práce údržby s cílem ověřit správnou funkci kompasu a zjištěné odchylky (deviace) kompasu vykompenzovat na dosažitelné minimum. Odchylky zbývající po kompenzaci jsou změřeny a zaznamenány do kompenzačního protokolu a na jeho základě je nakonec vyhotoven štítek s opravenými údaji mag. kompasu pro použití pilotem.

**Odchylka (deviace) kompasu** – úhel mezi magnetickým severem a střílkou kompasu (která je mimo jiné ovlivněna také magnetickým polem letadla a jeho systémů). Cílem kompenzace kompasu je tuto odchylku (deviaci) kompasu minimalizovat na nejmenší dosažitelnou hodnotu, na tzv. zbytkovou deviaci.

**Kompas s přímým odečtem** – jednoduchý mechanický indikátor využívající otočně uložený permanentní magnet spojený s ukazatelem, tedy takový, který pro indikaci nevyužívá jakékoliv vzdálené senzory magnetického pole umístěné na letadle mimo samotný indikátor kompasu, ani elektronické zpracování kompasového údaje před jeho zobrazením, ani elektronický displej pro zobrazení údaje o mag. kurzu. Typickým příkladem kompasu s přímým odečtem jsou veškeré kapalínové kompasové a také suché kompasové s otočnou svislou kompasovou různicí mechanicky připojenou k permanentnímu magnetu (typu „vertical card magnetic compass“).

**Nestabilizovaný kompas** – kompas, který nevyužívá pro úpravu indikovaného údaje jakýkoliv stabilizační systém (např. gyroskop/setrvačnický, elektronickou/softwareovou stabilizaci apod.).

#### **4. Kdy provést kompenzaci magnetického kompasu?**

Kompenzace magnetického kompasu musí být prováděna v intervalu předepsaném výrobcem letadla, případně výrobcem kompasu.

Pokud interval kompenzace magnetického kompasu není výrobcem letadla, případně výrobcem kompasu předepsán, je požadováno provést kompenzaci magnetického kompasu:

- i. U letadel spadajících do působnosti předpisu Part M každých 12 kalendářních měsíců, viz odst. 1.5.5. směrnice CAA-ST-092-n/07,
- ii. U letadel spadajících do působnosti předpisu Part ML je lhůta 12 kalendářních měsíců doporučena.

Kompenzace se provádí také v dalších případech, uvedených v kap. 12-37 poradního oběžníku FAA AC 43.13-1B, tedy:

1. Kdykoliv existuje podezření na nepřesnou indikaci kompasu,
2. Po provedení modifikací letadla v pilotní kabině, nebo po změně kovových (feromagnetických) konstrukčních prvků letadla, včetně výměny motoru a vrtule
3. Pokud došlo k rázovému zatížení kompasu, např. po tvrdém přistání a jiných situacích,
4. Po průletu elektrickou bouří, nebo průletu bouřkou,
5. Po zásahu bleskem,
6. Po jakékoliv změně elektrického/energetického systému letadla,
7. Pokud by převážený náklad mohl ovlivnit funkci kompasu,
8. Po změně geografické oblasti provozu letadla,
9. Po zaparkování letadla beze změny jeho orientace po dobu delší než jeden rok,
10. Vždy po výměně kompasu.

#### **5. Předpisové požadavky na magnetický kompas**

Základní (certifikační) požadavky na funkci magnetického kompasu vycházejí z certifikační specifikace (tzv. stavebního předpisu), která byla použita v rámci certifikační základny pro typové schválení (tzv. certifikaci počáteční letové způsobilosti) daného typu letadla, např. CS-23 Amendment 1 až 5 (údaj je uveden v příloze k typovému certifikátu letadla, TCDS).

Např. u letadel certifikovaných podle požadavků CS-23 je to paragraf 23.1327 „Magnetic direction indicator“, který požaduje, aby správně kompenzovaný magnetický kompas nevykazoval za ustáleného horizontálního letu v jakémkoliv azimutu chybu kompasu větší než 10°.

**UPOZORNĚNÍ:** Výrobce konkrétního typu letadla/kompasu může požadovat dosažení odchylky (chyby) kompasu menší než je výše uvedená obecná hodnota 10° (zejména u primárních magnetických kompasů)! Pokud jde o odchylku (chybu) kompasu větší než přípustná hodnota 10°, o které mluví bod (b) paragrafu 23.1327, taková chyba je posuzována výhradně při typové certifikaci a musí být kompenzována dostupností jiného, přesnějšího zdroje mag. kurzu a specifikována v požadavcích na údržbu příslušného typu letadla jeho výrobcem. Chyba kompenzovaného kompasu větší než je hodnota specifikovaná výrobcem, případně větší než 10° (pokud výrobce letadla nestanovil jinak) není přijatelná!

V paragrafu 23.1547 jsou pak uvedeny požadavky na obsah a umístění štítku s opravami údaje mag. kompasu, s uvedením opravených hodnot indikovaných kompasem po kompenzaci (blíže viz bod 7., Postup kompenzace).

## **6. Podmínky pro provádění kompenzace**

Provedení prací souvisejících s kompenzací mag. kompasu je považováno za součást údržby letadla a musí proto být provedeno personálem údržby s požadovanou kvalifikací. O provedení kompenzace musí být vyhotoven odpovídající záznam o provedení údržby.

Kompenzace mag. kompasu se provádí na místě k tomuto účelu speciálně určeném a ověřeném měření (kompenzační stojánka/kompenzační kruh).

Poznámka: Požadavky na kompenzační stojánku přesahují záběr tohoto textu a jsou blíže popsány například v Appendixu 6 dokumentu FAA AC 150/5300-13 Airport Design vydaného FAA, případně v části Leaflet 34-20 „Compasses“ a Leaflet 34-10 „Compass Base Surveying“ dokumentu CAP562 vydaného CAA UK. Oba dokumenty jsou dostupné na webových stránkách příslušné agentury, tedy [faa.gov](http://faa.gov) a [caa.co.uk](http://caa.co.uk), viz též Zdroje souvisejících informací (odkazy) na konci tohoto poradního oběžníku.

Vždy je nutné dbát na to, aby se v blízkosti letadla při provádění kompenzace kompasu nevyskytovaly žádné předměty a konstrukce, které by mohly ovlivnit zemské magnetické pole v místě měření (elektrické kabely a vedení, letištní pozemní zařízení, vysílače, pozemní zdroje a transformátory, přístupové schody apod.). Personál provádějící kalibraci u sebe nesmí mít žádné kovové předměty ani jiné feromagnetické předměty a zdroje pole, např. hodinky, mobilní telefon apod.).

## **7. Postup kompenzace (obecně)**

Smyslem postupu kompenzace magnetického kompasu je ověřit správnou funkci kompasu, vykompenzovat odchylky (deviace) indikace kompasu na dosažitelné minimum, následně výsledné (zbytkové) odchylky dosažené po kompenzaci změřit a zaznamenat do protokolu a na jejich základě vyhotovit štítek (nebo štítky, viz dále) s opravami údaje mag. kompasu a umístit jej do blízkosti kompasu pro použití pilotem.

Existuje celá řada postupů kompenzace mag. kompasu, které se liší v technickém vybavení použitém pro stanovení referenčního azimutu i ve fyzické manipulaci s letadlem (s otáčením letadla nebo bez pohybu letadla, případně za letu).

**UPOZORNĚNÍ:** Pokud existuje výrobcem letadla nebo konkrétního kompasu stanovená metoda (-y) kompenzace kompasu, musí být použita (-y). V případě jejich

**absence je možné použít vhodně zvolenou variantu z obecných metod vyjmenovaných v dalším textu.**

Obecnou zásadou je, že letadlo se na dobou měření a kompenzace uvádí do stavu co nejbližší stavu za letu, tedy s běžícími motory, zapnutým systémem elektrického napájení a systémy používanými za podmínek normálního provozu, případně i ustavení letadla do letové polohy (zejména u konfigurace se záďovým podvozkiem/ostruhou).

Navíc k dříve uvedenému je před započítáním kompenzace nutno prakticky vyzkoušet, zda na údaj kompasu nemá vliv stav Zapnuto/Vypnuto u jakéhokoliv elektrického vybavení letadla (typicky jde např. o zapnuté vyhřívání čelních skel a dalších částí systému odmrazování včetně ohřevu aerometrických snímačů, chod stěračů, osvětlení kokpitu a přístrojových desek, činnost radiostanic, režim činnosti a otáčky motoru apod.). Pokud se zjistí, že změna stavu Zapnuto/Vypnuto u některého systému (kombinace systémů) způsobí pozorovatelnou odchylku údaje kompasu, je nutno pro každý takový stav systémů vyhotovit variantu štítku s odlišnými opravami údaje mag. kompasu a na každém z nich uvést název systému (nebo kombinaci systémů), který (-é) ve stavu Zapnuto či Vypnuto údaj kompasu takto ovlivňuje (-í).

Pozornost je potřeba věnovat i vlivu zmagnetizovaných kovových prvků řízení a ovládání letadla, procházejících v blízkosti instalovaného magnetického kompasu. Typickým příkladem je struna nebo bovdenové lanko ovládání větrání.

Bez ohledu na použitou metodu, všechny metody kompenzace kompasu mají společné 4 základní kroky:

1. Při první otočce letadla (pokud se neprovádí metoda bez rotace letadla, viz dále) se provádí měření rozdílu údaje palubního kompasu a použitého zdroje referenčního kurzu (referenční kompas nebo čáry značení kompenzační stojánky) a provedení kompenzace této odchylky, tedy její snížení na minimální dosažitelnou hodnotu ve čtyřech základních azimutech ( $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ ). Přesný postup provedení korekce odchylek se řídí pokyny výrobce konkrétního typu letadla/kompasu.
2. Po provedení postupu podle bodu 1. se při druhé otočce letadla provede změření výsledných (tedy ve stavu po kompenzaci) odchylek (tzv. zbytkové deviace) kompasu (Aircraft Compass Error) opět v celém kruhu, tentokrát ale v krocích po  $30^\circ$ , počínaje poslední hodnotou z předchozího kroku ( $270^\circ$ ), (tedy  $270^\circ$ ,  $300^\circ$ ,  $330^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $150^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $210^\circ$ ,  $240^\circ$ ) a tyto se zaznamenají do protokolu s výsledky kompenzace (viz např. **Table 3** „Example of a Completed Compass Correction Worksheet“ v AC 43-215, nebo v jiné schválené formě) – tento příklad je uveden také na **Obrázku č. 1** v dalším textu.
3. Tyto odchylky (deviace) kompasu se použijí pro stanovení opravených hodnot mag. kurzu ve formátu „For Heading - Steer To“, které se zapíší na štítek s opravami údaje mag. kompasu (viz např. **Table 4** „Sample Compass Correction Card“ v AC 43-215, nebo v jiné schválené formě). Štítek se umístí na vhodné dobře viditelné místo poblíž příslušného kompasu.
4. O provedení kompenzace kompasu se provede příslušný záznam, protokol s výsledky kompenzace se uloží k záznamům o provedené údržbě.

**Podrobnější popis postupu provedení kompenzace** je uvedený v popisu jednotlivých kompenzačních metod **v poradním oběžníku FAA AC 43-215** (viz odkaz na konci dokumentu), na které se odkazujeme v dalším textu.

## **8. Přijatelné metody kompenzace magnetického kompasu**

Metody kompenzace mag. kompasu uvedené v dalším textu (vyjma postupu kompenzace za letu dle bodu E., který je přípustný pouze podle postupu schváleného výrobcem letadla) jsou považovány za přijatelné a lze je použít v případě neexistence postupu kompenzace stanoveného výrobcem letadla za podmínky, že jsou na daném typu letadla v plném rozsahu proveditelné a nejsou v rozporu s veškerými použitelnými údaji a požadavky na údržbu daného typu letadla a kompasu. Při použití konkrétní metody je vždy nutné použít měřicí zařízení a další vybavení specifikované v popisu metody a provést celý postup správně aplikovaný na daný typ letadla (to se týká například způsobu přesného zaměření podélné osy letadla včetně případného použití zaměřovacích přípravků, vyrovnání letadla s podvozkovou ostruhou do letové polohy, volby vzdálenosti a umístění referenčního kompasu apod.).

Odkazy uvedené u následujících metod kompenzace se vztahují na příslušné odstavce poradního oběžníku **FAA AC 43-215 „Standardized Procedures for Performing Aircraft Magnetic Compass Calibration“**. Při použití vybrané metody kompenzace je nutné splnit všechny s touto metodou související požadavky (na postupy, vybavení, kompenzační stojánku apod.), podrobně uvedené a popsané v tomto poradním oběžníku FAA. Informace o jednotlivých metodách kompenzace uvedené v dalším textu jsou pouze pro základní orientaci a nenahrazují přesné postupy, uvedené v FAA AC 43-215.

### **A. Postup využívající schválenou kompenzační stojánku s azimutovým značením** (viz odst. 7.1 AC 43-215, Compass Rose Procedure)

Nastavení podélné osy letadla do přesné orientace, ve které je provedeno ověření indikace a kompenzace odchylky kompasu, je u této metody provedeno pomocí ověřeného azimutového značení na povrchu kompenzační stojánky (12 radiálních čar magnetického azimutu v kruhu po 30°). Radiální čáry značení kompenzační stojánky musí při použití této metody mít platné ověření maximální odchylky a stojánka musí plnit také další požadavky na magnetické pole v jejím prostoru a blízkém okolí.

### **B. Postup s využitím referenčního kompasu** (viz odst. 7.2 AC 43-215, Master Site Compass Procedure)

Skutečná orientace podélné osy letadla je určena zaměřením referenčním kompasem. K měření musí být použitý ověřený přesný referenční kompas (Master Compass). Referenční kompas musí být vybavený mířidly pro přesné zaměření podélné osy letadla (hledí + zaměřovací vlákno nebo se zaměřovací optikou, geodetický teodolit vybavený kompasovým modulem, případně geodetická totální stanice). Azimutové čáry na kompenzační stojánce nejsou u této metody nezbytné, a pokud jsou k dispozici, slouží pouze pro přibližné nastavení letadla do měřících pozic po 30°. Pro výsledek této metody je vedle přesnosti použitého referenčního kompasu kritická i přesnost zaměření podélné osy letadla, jehož postup se může lišit podle velikosti a konfigurace letadla (typu draku, např. příďový nebo ocasní podvozek, konfigurace svislé ocasní plochy atp.). Některé typy letadel mohou pro uvedení do letové polohy a přesné zaměření osy vyžadovat speciální přípravky nebo vybavení.

### **C. Postup s využitím simulované rotace magnetického pole** (viz odst. 7.3 AC 43-215, Simulated Rotation Procedure)

Tato metoda vyžaduje speciální zkušební vybavení, které umožňuje vytvořit proměnlivé testovací magnetické pole potřebné pro kompenzaci kompasu bez nutnosti otáčet letadlem. Používá se pouze pro záložní (standby) kompas.

### **D. Postup s využitím přenosného magnetického standardu** (viz odst. 7.4 AC 43-215, Portable Magnetic Standard Procedure)

Tato metoda vyžaduje speciální zkušební vybavení na principu přesného digitálního 3D kompasu, který se pomocí speciálního distančního držáku upevní k letadlu. Orientace 3D kompasu se provádí pomocí zabudovaného laseru. Odečet naměřeného referenčního azimutu se v kokpitu provádí na přenosné zobrazovací jednotce.

**E. Postup kompenzace za letu** (viz odst. 7.5 AC 43-215, Air Swing Procedure)

Metoda využívající jako zdroj referenčního magnetického kurzu systém INS, AHRS nebo GNSS/GPS letadla za podmínky, že chyba systému použitého pro kalibraci jako referenčního nepřesahuje 0,2°.

**UPOZORNĚNÍ:**

1. Tato metoda je přípustná pouze podle postupu schváleného výrobcem letadla a v souladu s ním.
2. Použitý zdroj referenčního kurzu musí být nastaven na zobrazení magnetického kurzu (Magnetic Heading, MH), nikoliv zeměpisného kurzu (True Heading), aby byl údaj použitelný pro kontrolu a kalibraci magnetického kompasu.
3. Kompenzace za letu smí být provedena pouze v případě, že ji v letadle za letu provádí osoba s potřebným oprávněním k údržbě, postačujícím k provedení kompenzace magnetického kompasu, která současně nepilotuje letadlo.

**9. Příklady kompenzačního protokolu a štítku**

(Column 1) DESIRED HEADING	(Column 2) AIRCRAFT COMPASS READING	(Column 3) REFERENCE COMPASS SYSTEM	(Column 4) AIRCRAFT COMPASS ERROR	(Column 5) AIRCRAFT COMPASS CORRECTED
N	356	359	-3	357
30	032	034	-2	028
60	062	063	-1	059
E	088	086	+2	092
120	125	121	+4	124
150	150	148	+2	152
S	177	175	+2	182
210	213	213	0	210
240	245	246	-1	239
W	268	270	-2	268
300	300	297	+3	303
330	333	335	-2	328

**Obrázek 1:** Příklad vyplněného protokolu o provedené kompenzaci magnetického kompasu (viz Table 3 „Example of a Completed Compass Correction Worksheet“, AC 43-215)

<b>FOR HEADING</b>	000	030	060	090	120	150
<b>STEER</b>						
<b>Radio On</b>	357	028	059	092	124	152
<b>Radio Off</b>	357	028	059	092	124	152
<b>FOR HEADING</b>	180	210	240	270	300	330
<b>STEER</b>						
<b>Radio On</b>	182	210	239	268	303	328
<b>Radio Off</b>	182	210	239	268	303	328

**Obrázek 2:** Příklad vyplněného štítku s opravami údaje magnetického kompasu (viz Table 4 „Sample Compass Correction Card“, AC 43-215)

## **10. Zdroje souvisejících informací (odkazy)**

[AC 43-215](#) „Standardized Procedures for Performing Aircraft Magnetic Compass Calibration“ – poradní oběžník FAA s přijatelnými postupy kompenzace magnetického kompasu.

[AC 43-13-1B](#) „Change 1 Acceptable Methods, Techniques and Practices – Aircraft Inspection and Repair“ – poradní oběžník FAA, obsahující mj. výčet případů, kdy je požadováno provést kompenzaci magnetického kompasu v Section 3., kapitola 12-37. „Compass Swing“, odstavec a.

[CS-23 Amendment 1 až 5](#) – certifikační specifikace EASA obsahující mj. požadavky na magnetický kompas a na štítek s opravami údaje mag. kompasu.

[AC 150/5300-13A](#) „Airport Design“ – poradní oběžník FAA, obsahující mj. požadavky na stavebně technické parametry a měření magnetického pole kompenzační stojánky v Appendix 6. „Compass Calibration Pad“.

[CAP562](#) - Civil Aircraft Airworthiness Information and Procedures, dokument vydaný CAA UK, obsahující mj. část Leaflet 34-10 „Compass Base Surveying“ s požadavky na parametry a kontrolu kompenzační stojánky.

[CAA-ST-092-n/07](#) – Dodatečné požadavky na provádění údržby a na tvorbu programů údržby letadel, jejichž typové osvědčení bylo podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2018/1138 převedeno pod pravomoc EASA (transferovaná letadla)