

**DOPLNĚK 6 - METODA HODNOCENÍ PRO HLUKOVÉ OSVĚDČENÍ VRTULOVÝCH LETOUNŮ
O HMOTNOSTI DO 8 618 KG - ŽÁDOST O TYPOVÉ OSVĚDČENÍ PODANÁ 17.11.1988 NEBO POZDĚJI**

Poznámka: Viz Část II, Hlava 10.

1. ÚVOD

Poznámka 1: Tato metoda vyhodnocení hluku zahrnuje:

- podmínky zkoušky a měření pro vydání hlukového osvědčení;
- jednotky hluku;
- měření hluku (letounu) přijímaného na zemi;
- korekce měřených dat; a
- zprávu pro letecký úřad.

Poznámka 2: Instrukce a postupy této metody jsou stanoveny k zajištění jednotného provádění průkazných zkoušek a pro možnost porovnání zkoušek různých typů letadel, prováděných v různých geografických lokalitách. Tuto metodu lze použít pouze na letouny pokryté Hlavou 10, Částí II.

2. PODMÍNKY ZKOUŠEK A MĚŘENÍ PRO VYDÁNÍ HLUKOVÉHO OSVĚDČENÍ

2.1 Všeobecně

2.1.1 Toto ustanovení předepisuje podmínky, za kterých musí být prováděny zkoušky pro hlukovou certifikaci letounu a postupy měření, které musí být použity.

2.2 Podmínky zkoušek - všeobecně

2.2.1 Místa pro měření hluku letících letadel musí být obklopena relativně plochým terénem, který nemá charakteristiku s přílišnou absorpcí zvuku, jež může být způsobena hustou, zcuhanou nebo vysokou trávou, křovinami nebo lesním porostem. Žádné překážky nesmí významně ovlivnit prostor příjmu zvuku letadla, který musí být vymezen kuželem, jehož vrchol leží na povrchu země pod mikrofonom, jeho osa je kolmá k povrchu země a vrcholový úhel činí $150^\circ (2 \times 75^\circ)$.

Poznámka: Těmito překážkami se mohou stát rovněž lidé provádějící měření.

2.2.2 Zkoušky musí být prováděny za následujících atmosférických podmínek:

- žádné srážky;
- relativní vlhkost musí být v rozmezí od 20% do 95% a teplota okolního vzduchu musí být v rozmezí od $+2^\circ\text{C}$ do $+35^\circ\text{C}$;
- průměrná rychlost větru nesmí překročit 19 kmh^{-1} (10 kt) a průměrná rychlost bočního větru nesmí překročit 9 kmh^{-1} (5 kt);
- žádné další anomální meteorologické podmínky, které by výrazně ovlivnily naměřené hlukové hladiny, zaznamenané v měřicích místech specifikovaných leteckým úřadem;

e) meteorologická měření musí být prováděna v rozmezí od 1.2 m do 10 m nad úrovní země. Měření z meteorologické stanice smějí být použita, pokud je měřicí místo od této stanice ve vzdálenosti menší než 2000 m.

Poznámka: - Meteorologické specifikace jsou uvedeny v ust. 2.2.2.1 v Dodatku 2.

2.2.3 Atmosférické podmínky musí být měřeny v prostoru 2000 m (6562 ft) od umístění mikrofonu a musí být reprezentativní pro celý prostor, v němž jsou prováděna hluková měření.

2.3 Postupy zkoušek letounu

2.3.1 Postupy zkoušek a postup měření hluku musejí být pro letecký úřad, který vydává hlukové osvědčení, akceptovatelné z hlediska letové způsobilosti.

2.3.2 Program letových zkoušek musí být zahájen při maximální vzletové hmotnosti letounu a hmotnost musí být upravena na maximální po každé hodině doby letu.

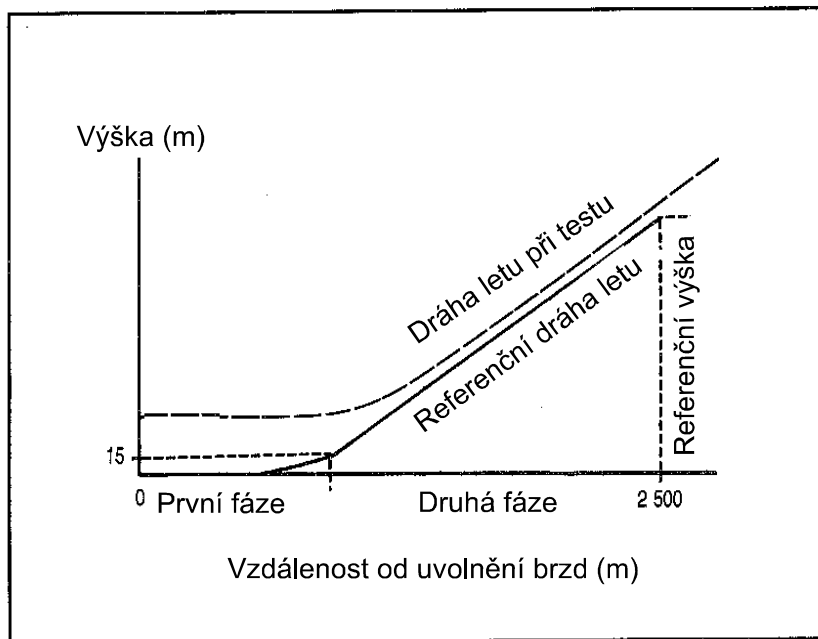
2.3.3 Letová zkouška musí být prováděna při indikované vzdušné rychlosti rovné $V_y \pm 9 \text{ kmh}^{-1}$ (5kt).

2.3.4 Poloha letounu vzhledem k referenční dráze letu musí být určena metodou nezávislou na palubním vybavení, jako je sledování radiolokátorem, nebo triangulace teodolity, nebo zaměřování fotografickými technikami. Tato metoda musí být schválena leteckým úřadem.

2.3.5 Výška letounu letícího přímo nad mikrofonom musí být měřena schválenou technikou. Letoun musí proletět nad mikrofonom v tolerancích $\pm 10^\circ$ od vertikály a $\pm 20\%$ referenční výšky (viz obr. 6-1).

2.3.6 Údaje o rychlosti, poloze a výkonech letounu, požadované k provedení oprav (výsledků zkoušek) uvedených v ustanovení 5 tohoto Doplnku, musejí být zaznamenány v čase, když je letoun právě nad měřicím místem. Měřicí vybavení musí být schváleno leteckým úřadem.

2.3.7 Jestliže je zkoušený letoun vybaven mechanickými tachometry, musí být při měření otáček vrtule použito nezávislé zařízení s přesností v toleranci $\pm 1\%$, aby byly vyloučeny chyby přenosu a odečtu.



Obr. 6 - 1 Typická zkouška a referenční profily

3 DEFINICE JEDNOTKY HLUKU

L_{Amax} v decibelech je definována jako dvacetinásobek dekadického logaritmu podílu maximální hladiny akustického tlaku váženého filtrem „A“ (pomalá odezva) ku standardnímu referenčnímu akustickému tlaku (P_0) 20 μ Pa.

4. MĚŘENÍ LETECKÉHO HLUKU PŘIJÍMANÉHO NA ZEMI

4.1 Všeobecně

4.1.1 Veškeré měřicí vybavení musí být schváleno leteckým úřadem.

4.1.2 Data o hladinách akustického tlaku pro účely vyhodnocování hluku musí být získána použitím akustického vybavení a měřících metod, aby vyhovovala specifikacím v níže uvedeném ust. 4.2.

4.2 Měřicí systém

Měřicí systém musí obsahovat schválené vybavení ekvivalentní následujícímu:

- mikrofonní systém s povětšinou rovnoměrně rozloženou frekvenční charakteristikou pro dopad zvuku na membránu z náhodných směrů nebo v tlakovém poli uzavřené dutiny s výkonovými charakteristikami splňujícími požadavky dle ust. 4.3;
- instalační a montážní technické vybavení mikrofonu, které minimalizuje interference s měřeným zvukem v provedení stanoveném v ust. 4.4;

- záznamový a reprodukční systém, jejichž výkonové charakteristiky vyhovují požadavkům ust. 4.3; a
- akustické kalibrátory se sinusovou vlnou o známé hladině akustického tlaku vyhovující požadavkům dle ust. 4.3.

4.3 Snímací, záznamové a reprodukční vybavení

4.3.1 Hladina zvuku emitovaného letounem musí být zaznamenána. Akceptovatelný je magnetofon, grafický zapisovač hladiny nebo zvukoměr dle dohody s leteckým úřadem.

4.3.2 Charakteristiky celkového systému s ohledem na směrovou odezvu, kmitočtové vážení filtrem A, časové vážení filtrem S (pomalé), linearitu hladiny a odezvu na krátkodobé signály musí vyhovět specifikaci třídy 1 uvedené v IEC 61672-1¹. Celkový systém může obsahovat magnetofony v souladu s IEC 61672-1¹.

Poznámka: - Letecký úřad může schválit použití zařízení vyhovující třídě 2 současné IEC normy, nebo zařízení vyhovující třídě 1 nebo typu 1. specifikace dřívější normy, jako náhradu zařízení vyhovující třídě 1 současné IEC normy, pokud je žadatel schopen dokázat, že letecký úřad již dříve zařízení schválil. Letecký úřad může také schválit použití magnetofonu, který vyhovuje specifikaci starší normy IEC 561, pokud je žadatel schopen dokázat, že letecký úřad již dříve použítí zařízení schválil.

4.3.3 Citlivost měřicího systému v celém rozsahu musí být kontrolována před počátkem

¹ IEC 61672-1: 2002 nazvaný „Elektroakustika – Zvukoměry – Část 1: Specifikace“. Tato publikace IEC může být získána na adrese Bureau central de la Commission électrotechnique internationale, 1 rue de Varembe, Geneva, Switzerland.

zkoušek, po skončení zkoušek a v pravidelných intervalech během nich s použitím zvukového kalibrátoru generujícího známou hladinu akustického tlaku při známé frekvenci. Zvukový kalibrátor by měl vyhovovat požadavkům IEC 60942².

Poznámka: - *Letecký úřad může schválit použití kalibrátorů vyhovujících třídě 2 současné IEC normy nebo kalibrátory vyhovující třídě 1 dřívější normy, pokud je žadatel schopen dokázat, že letecký úřad již dříve použití zařízení schválil.*

4.3.4 Pokud je zvuk letadla zaznamenán na pásek, může být maximální hladina zvuku vážená kmitočtově filtrem A a časově filtrem S stanovena podle reprodukce zaznamenaného signálu do elektrického vstupu zvukoměru, který vyhovuje výkonovým požadavkům třídy 1 v 61672-1. Akustická citlivost musí být stanovena z reprodukce příslušného signálu ze zvukového kalibrátoru a ze znalosti hladiny akustického tlaku zvuku na konektoru zvukového kalibrátoru v čase záznamu zvuku letadla a za podmínek převládajících v okolním prostředí.

4.4 Postupy měření hluku

4.4.1 Mikrofon musí být tlakový, o průměru 12.7 mm, s ochrannou mřížkou, montovaný v obrácené poloze tak, aby jeho membrána byla umístěna rovnoběžně ve vzdálenosti 7 mm ke kruhové kovové desce. Tato bíle natřená kovová deska musí mít průměr 400 mm a tloušťku alespoň 2.5 mm a musí být umístěna horizontálně ve stejné rovině s okolním terénem, aniž by pod ní byl nějaký dutý prostor. Mikrofon musí být umístěn ve třech čtvrtinách vzdálenosti od jejího středu k okraji na normále k dráze letu zkoušeného letounu.

4.4.2 Je-li hlukový signál zaznamenáván na pásku, musí být v průběhu každé série zkoušek určena frekvenční charakteristika elektrického systému pro hladinu, při níž byly zkoušky prováděny, v plném rozsahu stupnice s tolerancí 10 dB s použitím náhodného nebo pseudonáhodného růžového šumu. Generátor šumu musí mít výstup zkontrolován schválenými laboratorními standardy v intervalu šesti měsíců během sérií zkoušek a tolerovatelné změny relativního výstupu v každém třetinooktávovém pásmu nesmí překročit 0.2 dB. Pro každou zkoušku musí být prováděna nezbytná seřízení a zjišťování, aby byla kalibrace celého systému známá.

4.4.3 Kde tvoří součást měřicího řetězu magnetofon, musí být pro účely kalibrace na každé cívice s magnetofonovým páskem nahrán na začátku a na konci elektrický kalibrační signál s délkou trvání 30 s. Navíc, data získaná ze signálů zapsaných na pásku mohou být pokládána za spolehlivá pouze pod podmínkou, že rozdíl úrovní dvou signálů (nahrávaného a přehrávaného) z hladin filtrovaných v třetinooktávovém pásmu 10 kHz nepřekročí 0.75 dB.

Poznámka: - *Digitální záznamová zařízení typicky neukazují důležité kolísání kmitočtové charakteristiky ani hladinovou citlivost, proto není pro digitální záznamová zařízení nutné použít růžový šum jak je popsáno v ust. 4.4.3. Charakteristiky konstrukčního řešení digitálních*

záznamových médií musí vyhovovat výkonnosti 1. třídy normy IEC 61672-1¹.

4.4.4 Při nastavení zesílení systému v prostoru měření v hladinách, které budou použity pro měření hluku letounu, musí být určena akustická hladina šumu pozadí vážená kmitočtovým filtrem A, která zahrnuje dvojí - hluk pozadí a hluk okolí měřicích systémů. Jestliže maximální hladiny zvuku, vážené kmitočtovým filtrem A a časovým filtrem S, letounu nepřekročí kmitočtovým filtrem A váženou akustickou hladinu šumu pozadí alespoň o 10dB(A), musí být použito měřicího místa pro vzlet umístěného blíže k počátku rozjezdu a výsledky opraveny k referenčnímu měřicímu místu schválenou metodou.5. **OPRAVY VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK**

5.1 Když se podmínky při certifikačních zkouškách liší od podmínek referenčních, musejí se provést příslušné opravy změřených hlukových dat metodami podle tohoto ustanovení.

5.2 Korekce a opravy

5.2.1 Opravy musí kompenzovat následující vlivy:

- rozdílů v atmosférickém útlumu za meteorologických podmínek při zkouškách v porovnání s referenčními podmínkami;
- rozdílů v délce cesty zvuku při skutečné a při referenční dráze letu;
- odchylek Machova čísla na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu za podmínek zkoušky v porovnání s Machovým číslem za referenčních podmínek;
- odchylek výkonu motoru za podmínek při zkoušce v porovnání s výkonem za referenčních podmínek.

5.2.2 Hladina hluku za referenčních podmínek (L_{Amax}) REF se získá přičtením přírůstků pro každý z výše uvedených vlivů k hladině hluku při zkouškovém dni (L_{Amax}) TEST.

$$(L_{Amax}) REF = (L_{Amax}) TEST + \Delta(M) + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$$

kde

- $\Delta(M)$ je oprava k rozdílům v atmosférickém útlumu za meteorologických podmínek při zkouškách v porovnání s referenčními podmínkami;
- Δ_1 je oprava k délce cesty zvuku;
- Δ_2 je oprava pro Machovo číslo na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu; a
- Δ_3 je oprava k výkonu motoru.

a) Jsou-li podmínky při zkouškách v mezích ohraničených mnohoúhelníkem na Obr.6-2, nemusí být aplikována žádná oprava k rozdílům v atmosférickém útlumu, t.j. $\Delta(M) = 0$. Jsou-li podmínky mimo tyto meze, potom musí být aplikovány opravy schváleným postupem, nebo přičtením přírůstku $\Delta(M)$ k hladinám hluku při zkouškovém dni, kde

$$\Delta(M) = 0.01 (H_T\alpha - 0.2 H_R)$$

² IEC 60942: 2003 nazvaný „Elektroakustika – Zvukové kalibrátory“. Tato publikace IEC může být získána na adrese Bureau central de la Commission électrotechnique internationale, 1 rue de Varembe, Geneva, Switzerland.

a kde H_T je výška zkoušeného letounu v metrech přímo nad měřicím místem, H_R je referenční výška letounu nad měřicím místem a α je součinitel útlumu zvuku na frekvenci 500 Hz specifikovaný v tabulkách č. 1-12 normy ČSN ISO 3891.

- b) Měřené hladiny hluku by měly být opraveny na výšku letounu nad měřicím místem k referenčnímu dni algebraickým přičtením přírůstku Δ_1 . Pokud jsou podmínky při zkouškovém dni uvnitř mezí podle obr. 6-2, tak:

$$\Delta_1 = 22 \log (H_T / H_R)$$

Pokud jsou denní zkouškové podmínky mimo meze podle obr. 6-2, tak:

$$\Delta_1 = 20 \log (H_T / H_R)$$

kde H_T je výška zkoušeného letounu v metrech přímo nad měřicím místem, H_R je referenční výška letounu nad měřicím místem.

- c) Žádné opravy na odchylky Machova čísla na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu není nutno provádět, pokud toto Machovo číslo během zkoušky má:

- 1) hodnotu 0.7 nebo nižší a neliší-li se od referenčního Machova čísla na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu o více než o 0.014;
- 2) hodnotu nad 0.7 ale nižší než 0.8 a neliší-li se od referenčního Machova čísla na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu o více než o 0.007;
- 3) hodnotu nad 0.8 a neliší-li se od referenčního Machova čísla na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu o více než o 0.005. Pro mechanické tachometry, pokud je Machovo číslo na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu nad 0.8 a neliší-li se Machovo číslo během zkoušky od referenčního Machova čísla na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu o více než o 0.008.

Mimo tyto limity musí být měřené hlukové hladiny opraveny na odchylky Machova čísla na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu následujícím přírůstkem rovným:

$$\Delta_2 = K_2 \log (M_R / M_T)$$

který se přičte k měřené hlukové hladině, kde M_T a M_R jsou Machovo číslo na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu během zkoušky a Machovo číslo referenční. Hodnota K_2 musí být určena ze schválených dat zkoušeného letounu. Chybí-li data z letové zkoušky, potom podle uvážení certifikačního úřadu může být použita hodnota $K_2 = 150$ pro M_T menší než M_R ; nicméně je-li M_T větší nebo rovno M_R , neaplikuje se žádná korekce.

Poznámka: - Referenční Machovo číslo na konci listu vrtule při šroubovitém pohybu M_R odpovídá referenčním podmínkám nad měřicím místem

$$M_R = \frac{\left[\left(\frac{D\pi N}{60} \right)^2 + V_T^2 \right]^{1/2}}{c}$$

kde

D je průměr vrtule v m

V_T je pravá vzdušná rychlost letounu za referenčních podmínek v ms^{-1}

N je rychlost otáčení vrtule za referenčních podmínek v $1min^{-1}$. Pokud není N k dispozici, její hodnota může být brána jako průměr rychlostí vrtule pro jmenovitě stejné výkonové podmínky v průběhu letových zkoušek.

c je referenční rychlost zvuku dne ve výšce letounu v ms^{-1} na základě teploty v referenční výšce za předpokladu poklesu teploty s výškou dle MSA (ISA).

- d) Měřené hladiny zvuku musí být opraveny ve vztahu k výkonu motoru algebraickým přičtením přírůstku rovného:

$$\Delta_3 = K_3 \log (P_R / P_T)$$

kde P_T a P_R jsou výkony motoru při zkoušce a referenční, získané z manometru plnicího tlaku nebo z měřiče krouticího momentu a otáček motoru. Hodnota K_3 musí být určena ze schválených dat zkoušeného letounu. Chybí-li data z letové zkoušky, potom podle uvážení certifikačního úřadu může být použita hodnota $K_3 = 17$. Referenční výkon P_R musí být získán pro tlak a teplotu v referenční výšce za předpokladu poklesu teploty s výškou dle MSA (ISA).

6. PŘEDKLÁDÁNÍ ÚDAJŮ (ZPRÁVA) ÚŘADU PRO OSVĚDČENÍ HLUKOVÉ ZPŮSOBILOSTI A PLATNOST VÝSLEDKŮ

6.1 Předkládání údajů

6.1.1 Musí být předloženy změřené a korigované hladiny akustického tlaku, získané s použitím vybavení odpovídajícího specifikaci popsané v části 4 tohoto Doplnku.

6.1.2 Musí být uvedeny typy vybavení, použitého pro měření a analýzu celkového akustického výkonu letounu a meteorologických údajů.

6.1.3 Musí být předloženy následující údaje o atmosféře, změřené bezprostředně před, po, nebo během každé zkoušky v pozorovacích bodech předepsaných v části 2 tohoto Doplnku:

- a) teplota a relativní vlhkost vzduchu;
- b) rychlosti a směry větru; a
- c) atmosférický tlak.

6.1.4 Musí být uveden komentář k místní topografii, pokrývce země a k okolnostem, které mohly ovlivňovat záznamy zvuku.

6.1.5 Musí být předloženy následující informace o letounu:

- a) typ, model a výrobní čísla letounu, motorů a vrtulí;
- b) jakékoli modifikace nebo nestandardní vybavení, které mohou ovlivnit hlukové charakteristiky letounu;
- c) maximální certifikovaná vzletová hmotnost;
- d) pro každý přelet pravá vzdušná rychlost a teplota vzduchu, změřené v přeletové výšce řádně kalibrovanými přístroji;

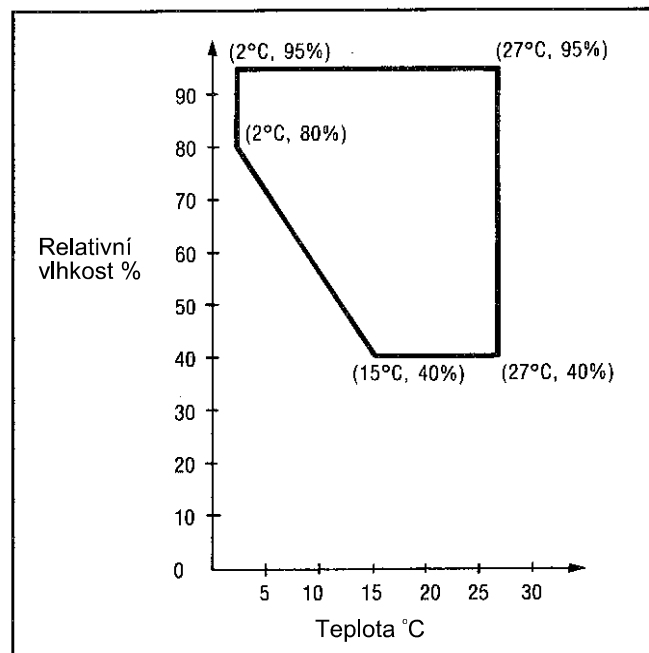
- e) pro každý přelet výkonnost motoru jako je plnicí tlak nebo výkon a otáčky vrtule v 1min-1 a další příslušné parametry změřené řádně kalibrovanými přístroji;
- f) výška letounu nad měřicím místem; a
- g) údaje výrobce, odpovídající referenčním podmínkám příslušejícím požadavkům bodů d) e) a f) výše.

v konfidenčních limitech 90%, hladina hluku je aritmetickým průměrem korigovaných akustických měření ze všech platných letů nad měřicím místem v průběhu zkoušek.

6.2 Platnost výsledků

6.2.1 Měřicí místo musí být přeletěno alespoň šestkrát. Výsledkem zkoušek musí být hodnota průměrné hladiny hluku (L_{Amax})

6.2.2 Vzorky musí být natolik velké, aby bylo možné statisticky stanovit devadesátiprocentní konfidenční limit, který nepřekročí ± 1.5 dB(A). Při výpočtu průměru nesmějí být žádné výsledky zkoušek vynechány, pokud úřad provádějící certifikaci nestanoví jinak.



Obr. 6 - 2 Měřicí okno pro nulovou korekci útlumu absorpcí v atmosféře

ZÁMĚRNĚ NEPOUŽITO