

npor. Ing. Karel Šilinger, Ph.D., prof. Ing. Ladislav Potužák, CSc., Ing. Jiří Šotnar
Algoritmus přepočtu meteorologické zprávy METCM do formátu METEO-STŘEDNÍ
The Recalculation Mathematical Procedure of METCM Meteorological Message into the METEO-STŘEDNÍ Format

Abstrakt:

Jednou z překážek k dosažení interoperability dělostřelectva AČR s ostatními armádami NATO je používání nestandardizovaného formátu meteorologické zprávy METEO-STŘEDNÍ (METEO-11). Přejít k výhradnímu používání standardizovaných formátů meteorologických zpráv METCM a METB3 by vyžadovalo poměrně složité přepracování stávajících tabulek střelby a postupů výpočtů prvků pro střelbu. V současné době se jako nejvýhodnější způsob jeví meteorologickou zprávu ve standardizovaném formátu, kterou dělostřelectvo AČR získá například od meteorologické jednotky jiného státu NATO, přepočítat do formátu METEO-11. Tyto přepočty se však u dělostřelectva AČR neprovádí, neboť doposud nebyly stanoveny jejich postupy. V článku je rozebrán možný postup přepočtu meteorologické zprávy METCM do formátu METEO-11.

Abstract:

The continuous using of the non-standardized METEO-STŘEDNÍ (METEO-11) meteorological message format in the AČR field artillery is one of the obstacles to achieving the interoperability with other NATO armies. The transition to the exclusive use of standardized METCM and METB3 meteorological message formats would require relatively complex reworking of both existing firing tables and the firing data calculation methods. Currently, as the best way it seems to be converted a standardized meteorological message format (which AČR field artillery gains for example from the meteorological unit of another NATO country) to the METEO-11 format. However, in the AČR field artillery such conversions are not carried out due to non-existent algorithms of these conversions. This article proposes the possible way how to convert the METCM meteorological message into the METEO-11 format.

Klíčová slova:

Dělostřelectvo, METCM, METEO-STŘEDNÍ.

Key words:

Artillery, METCM, METEO-STŘEDNÍ.

1. Úvod

V Severoatlantické alianci NATO se při výpočtu prvků pro střelbu dělostřelectva používají dva standardní druhy meteorologických zpráv – standardní dělostřelecká počítačová zpráva METCM a standardní balistická zpráva METB3. Meteorologická zpráva METCM se používá při přípravě prvků pro střelbu s použitím automatizovaného systému řízení palby a METB3 při náhradním (ručním) způsobu určování prvků pro střelbu.

Dělostřelectva jednotlivých států NATO musí být schopna si navzájem poskytovat meteorologické zprávy. Kompatibility jednotlivých států NATO v používání stejných formátů meteorologických zpráv je v současné době dosaženo pouze u meteorologické zprávy METCM. Při ručním výpočtu prvků pro střelbu dělostřelectva některých armád NATO stále využívají nestandardizovaný formát meteorologické zprávy METEO-11. Meteorologická zpráva METEO-11 je navíc sestavována pro odlišný model standardní atmosféry (původem sovětský) a využívají ji zejména armády bývalé Varšavské smlouvy (Česká republika, Slovenská republika, Rumunsko, Polsko, Maďarsko aj.). Přejít k výhradnímu používání standardních meteorologických zpráv není u těchto států často možný (z důvodu zavedených zbraňových systémů a jejich tabulek střelby,

vzhledem k implementovaným postupům výpočtu prvků pro střelbu, z ekonomických důvodů apod.).

Jestliže dělostřelectvo, které používá formát meteorologické zprávy METEO-11, nebude moci z různých důvodů realizovat vlastní komplexní sondování atmosféry, může mu být poskytnuta meteorologická zpráva METCM od dělostřelectva jiné armády. Pokud nemůže provést výpočet prvků pro střelbu pomocí automatizovaného systému řízení palby, musí být schopné meteorologickou zprávu METCM transponovat (přepočítat) do formátu METEO-11. Postup tohoto přepočtu však nebyl doposud definován.

Navržený postup přepočtu meteorologické zprávy METCM do formátu METEO-11 zahrnuje přepočet záhlaví meteorologické zprávy, přepočet meteorologických údajů v meteorologické zprávě METCM na měrné jednotky používané v meteorologické zprávě METEO-11, přepočet přízemních hodnot meteorologických údajů, přepočet meteorologických údajů z jednotlivých zón meteorologické zprávy METCM do příslušných výšek nad dělostřeleckou meteorologickou stanicí (DMS) a výpočet středních hodnot meteorologických údajů v jednotlivých standardních vrstvách [1] meteorologické zprávy METEO-11.

Postup přepočtu meteorologické zprávy METCM do formátu METEO-11 je možné rozdělit do tří na sebe navazujících částí:

- 1.) přepočet záhlaví meteorologické zprávy;
- 2.) přepočet přízemních hodnot meteorologických údajů;
- 3.) výpočet středních hodnot meteorologických údajů v jednotlivých standardních vrstvách.

2. Přepočet záhlaví meteorologické zprávy

Záhlaví meteorologické zprávy METCM se skládá z následujících znaků:

METCMQ L_AL_AL_AL₀L₀L₀ YYG₀G₀G₀G hhhP_dP_dP_d,

kde: METCM je označení meteorologické počítačové zprávy;

Q je označení zemského oktantu;

L_AL_AL_A je zeměpisná šířka středu oblasti platnosti v desítkách, jednotkách a desetínách stupně;

L₀L₀L₀ je zeměpisná délka středu oblasti platnosti v desítkách, jednotkách a desetínách stupně. Pro zeměpisné délky 100 až 180° včetně se stovkové číslice vynechávají;

YY je den měsíce, ve kterém začíná platnost meteorologické zprávy;

G₀G₀G₀ je světový čas GMT počátku časového intervalu platnosti v desítkách, jednotkách a desetínách hodiny, přičemž se používá 24 hodinový interval od 000 do 239;

G je doba platnosti meteorologické zprávy v hodinách od 1 do 8 hodin. Kódové číslo 9 označuje dobu platnosti zprávy 12 hodin;

hhh je nadmořská výška stanoviště DMS v desítkách metrů;

P_dP_dP_d je tlak vzduchu v úrovni DMS vyjádřený v jednotkách milibarů. Je-li tlak vzduchu 1000 a více milibarů, číslice tisíc se vynechává.

Záhlaví meteorologické zprávy METEO-11 se skládá z následujících znaků:

METEO-11ČČ-DDHHM-VVVV,

kde: METEO-11 je označení meteorologické zprávy METEO-11;

ČČ je číslo meteorologické jednotky, která zprávu sestavila;

DD je den ukončení sondování (bez udání měsíce);

HH je hodina ukončení sondování;

M jsou desítky minut času ukončení sondování;

VVVV je nadmořská výška stanoviště DMS v metrech.

Přepočet záhlaví meteorologické zprávy METCM do formátu METEO-11 se provede podle následujících pravidel:

- označení meteorologické zprávy METEO-11 je vždy stejné, a to „METEO-11“;
- ČČ – není možné ze znaků meteorologické zprávy METCM získat, a proto je nutné jej vždy doplnit ručně;
- DD – odpovídá údajům YY v meteorologické zprávě METCM;
- HH – odpovídá prvním dvěma znakům údaje $G_0G_0G_0$ v meteorologické zprávě METCM;
- M – odpovídá třetímu znaku údaje $G_0G_0G_0$ v meteorologické zprávě METCM. Desetiny hodin se přepočítají na desítky minut podle vztahu:

$$M = G_0 \cdot \frac{6}{10} ; \quad (1)$$

- VVVV – odpovídá údajům hhh v meteorologické zprávě METCM. Pro získání nadmořské výšky stanoviště DMS v metrech se údaj hhh vynásobí 10:

$$VVVV = hhh \cdot 10 . \quad (2)$$

3. Přepočet přízemních hodnot meteorologických údajů

Přízemní hodnoty meteorologických údajů jsou v meteorologické zprávě METCM uvedeny v řádku (zóně) 00, který se skládá z následujících znaků:

00dddFFFTTTTPPPP,

kde: 00 označuje řádek ve zprávě (kód zóny 00);

ddd je směrník, ze kterého směřuje vektor větru (odkud vítr vane), vyjádřený v desítkách mils. Kóduje se od 001 do 640. Kód 000 znamená, že rychlost větru je 0;

FFF je rychlost větru vyjádřená v jednotkách uzlů;

TTTT je virtuální teplota vzduchu vyjádřená v desetínách stupně Kelvina;

PPPP je tlak vzduchu vyjádřený v jednotkách milibarů. Pro zónu 00 je stejný jako údaj $P_dP_dP_d$ (uvedený v záhlaví meteorologické zprávy METCM).

Přízemní hodnoty meteorologických údajů jsou v meteorologické zprávě METEO-11 vyjádřeny následujícími znaky:

$B_0B_0B_0T_0T_0$,

kde: $B_0B_0B_0$ je změna přízemního tlaku vzduchu vzhledem k tabulkové [2] v nadmořské výšce DMS v Torrech;

T_0T_0 je změna přízemní virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové ve stupních Celsia.

Přepočet přízemních hodnot meteorologických údajů z meteorologické zprávy METCM do formátu meteorologické zprávy METEO-11 se provede následovně:

- $B_0B_0B_0$ se přepočítá z údaje PPPP ze zóny 00 (nebo z údaje $P_dP_dP_d$) tak, že se nejprve se určí pomocná hodnota změny přízemního tlaku vzduchu vzhledem k tabulkové ($B_0B_0B'_0$) podle vztahu:

$$B_0B_0B'_0 = PPPP_{00} * 0,750064 - 750 , \quad (3)$$

kde $PPPP_{00}$ je tlak vzduchu v zóně 00 (v nadmořské výšce DMS).

Hodnota $B_0B_0B_0$ se pak určí podle vztahu:

$$B_0B_0B_0 = \begin{cases} B_0B_0B'_0 \cdot (-1) + 500, & \text{pro } B_0B_0B'_0 < -0,5 \\ B_0B_0B'_0, & \text{pro } B_0B_0B'_0 \geq -0,5 \end{cases} . \quad (4)$$

Výsledek $B_0B_0B_0$ se zaokrouhlí na 1 Torr.

- T_0T_0 se přepočítá z údaje TTTT ze zóny 00 tak, že se nejprve určí pomocná hodnota změny přízemní virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové ($T_0T'_0$) podle vztahu:

$$T_0T'_0 = \left(\frac{TTTT_{00}}{10} - 273,15 \right) - 15,9 , \quad (5)$$

kde $TTTT_{00}$ je virtuální teplota vzduchu v nadmořské výšce DMS (zóna 00) v desetínách stupně Kelvina,

273,15 je teplota vzduchu v Kelvinech, která odpovídá 0 °C.
Hodnota T_0T_0 se pak určí podle vztahu:

$$T_0T_0 = \begin{cases} T_0T_0'(-1)+50, & \text{pro } T_0T_0' < -0,5 \\ T_0T_0', & \text{pro } T_0T_0' \geq -0,5 \end{cases} \quad (6)$$

Výsledek T_0T_0 se zaokrouhlí na 1 °C.

4. Výpočet středních hodnot meteorologických údajů

Meteorologické údaje v jednotlivých zónách jsou v meteorologické zprávě METCM uvedeny v příslušných řádcích zprávy, které se skládají z následujících znaků:

ZZdddFFFTTTTPPPP,

kde: ZZ je číslo řádku, označující kód zóny (viz tabulka 1);
ddd je směrník, ze kterého směřuje vektor středního větru (odkud vítr vane), vyjádřený v desítkách mils. Kóduje se od 001 do 640. Kód 000 znamená, že rychlost větru je 0;
FFF je rychlost středního větru vyjádřená v jednotkách uzlů;
TTTT je střední virtuální teplota vzduchu vyjádřená v desetínách stupně Kelvina;
PPPP je tlak vzduchu vyjádřený v jednotkách milibarů.

Virtuální teplota vzduchu, směrník větru a rychlost větru jsou v meteorologické zprávě METCM od zóny 01 udávány jako střední hodnoty dané zóny. Proto byl přijat předpoklad, že tyto střední hodnoty meteorologických údajů odpovídají meteorologickým údajům ve středních výškách jednotlivých zón (viz tabulka 1). Průběh virtuální teploty větru, směrníku větru a rychlosti větru je tedy v rozmezí od dolní do horní hranice příslušné zóny lineární.

Tlak vzduchu v příslušných výškách nad DMS se při výpočtu prvků pro střelbu dělostřelectva neuvažuje (jeho vliv je zahrnut ve virtuální teplotě vzduchu), a proto jeho přepočtení není v tomto přepočtu meteorologické zprávy METCM do formátu METEO-11 definován.

Tabulka 1: Výškové rozsahy jednotlivých zón meteorologické zprávy METCM

Kód zóny	Výška nad DMS [m]	Střední výška zóny[m]	Kód zóny	Výška nad DMS [m]	Střední výška zóny [m]
01	0 - 200	100	14	14 000 - 16 000	15 000
02	200 - 500	350	15	16 000 - 18 000	17 000
03	500 - 1 000	750	16	18 000 - 20 000	19 000
04	1 000 - 1 500	1 250	17	20 000 - 22 000	21 000
05	1 500 - 2 000	1 750	18	22 000 - 24 000	23 000
06	2 000 - 3 000	2 500	19	24 000 - 26 000	25 000
07	3 000 - 4 000	3 500	20	26 000 - 28 000	27 000
08	4 000 - 5 000	4 500	21	28 000 - 30 000	29 000
09	5 000 - 6 000	5 500	22	30 000 - 32 000	31 000
10	6 000 - 8 000	7 000	23	32 000 - 34 000	33 000
11	8 000 - 10 000	9 000	24	34 000 - 36 000	35 000
12	10 000 - 12 000	11 000	25	36 000 - 38 000	37 000
13	12 000 - 14 000	13 000	26	38 000 - 40 000	39 000

Zdroj: vlastní

Meteorologické údaje v jednotlivých standardních vrstvách jsou v meteorologické zprávě METEO-11 uvedeny (kódovány) pomocí následujících znaků:

hhTTSSRR,

kde: hh je kód standardní vrstvy ve:

- stovkách metrů do standardní vrstvy 80 (8 km),
- v kilometrech od standardní vrstvy 10 (10 km);

TT je střední změna virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové;
 SS je směrník středního větru (odkud vítr vane) ve stovkách dílců;
 RR je rychlost středního větru v metrech za sekundu.

Střední změna virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové odpovídá celému výškovému rozsahu od DMS po střední výšku příslušné standardní vrstvy (viz tabulka 2).

Směrník středního větru a rychlost středního větru odpovídají celému výškovému rozsahu od úrovně DMS po horní hranici (strop) příslušné standardní vrstvy (viz tabulka 2).

Tabulka 2: Výškové rozsahy jednotlivých standardních vrstev meteorologické zprávy METEO-11

Kód vrstvy	Výška nad DMS [m]	Střední výška vrstvy [m]	Kód vrstvy	Výška nad DMS [m]	Střední výška vrstvy [m]
02	0 - 200	100	40	3 000 - 4 000	3 500
04	200 - 400	300	50	4 000 - 5 000	4 500
08	400 - 800	600	60	5 000 - 6 000	5 500
12	800 - 1 200	1 000	80	6 000 - 8 000	7 000
16	1 200 - 1 600	1 400	10	8 000 - 10 000	9 000
20	1 600 - 2 000	1 800	12	10 000 - 12 000	11 000
24	2 000 - 2 400	2 200	14	12 000 - 14 000	13 000
30	2 400 - 3 000	2 700	18	14 000 - 18 000	16 000

Zdroj: vlastní

Pro jednotlivé standardní vrstvy meteorologické zprávy METEO-11 se vypočítají:

- střední změny virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové ve stupních Celsia (TT);
- směrníky středního větru ve stovkách dílců (SS);
- rychlosti středního větru v metrech za sekundu (RR).

4.1 Výpočet středních změn virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové (TT)

Střední virtuální teploty vzduchu v jednotlivých zónách meteorologické zprávy METCM ($TTTT_{ZZ}$) odpovídají hodnotám virtuální teploty vzduchu ve středních výškách příslušných zón. Hodnoty virtuální teploty vzduchu ve středních výškách jednotlivých zón meteorologické zprávy METCM ($TTTT_{ZZ}$) se nejprve převedou na stupně Celsia podle vztahu:

$$T_{(c)ZZ} = \frac{TTTT_{ZZ}}{10} - 273,15, \quad (7)$$

kde: $T_{(c)ZZ}$ je virtuální teplota vzduchu ve střední výšce příslušné zóny (ZZ) ve stupních Celsia;

$TTTT_{ZZ}$ je střední virtuální teplota vzduchu v příslušné zóně meteorologické zprávy METCM (ZZ) v desetinách stupně Kelvina.

Pro výpočet středních změn virtuální teploty vzduchu (a dále i směrníků středního větru a rychlostí středního větru) v jednotlivých standardních vrstvách meteorologické zprávy METEO-11 se provede simulace (rozpočítání) teplotního (a dále i větrného) sondování v příslušných výškách nad DMS pomocí radiosondy z hodnot určených podle vztahu (7). Radiosonda odesílá naměřené hodnoty meteorologických údajů ve stanovených časových intervalech přibližně po 25–50 metrech (závisí to na rychlosti stoupání meteorologického balónu). Simulaci průběhu teplotního a větrného sondování radiosondou lze provést na základě lineární interpolace jednotlivých meteorologických údajů v příslušných výškách nad DMS z meteorologických údajů uvedených v meteorologické zprávě METCM. K provedení této simulace je postačující, aby meteorologické údaje byly vypočítány po 50 m (ve výšce nad DMS).

Pro jednotlivé výšky (v) nad DMS (po 50 metrech) se vypočítají odpovídající změny virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové (ΔT_v) podle vztahů (8) až (23):

- pro $v=50$ m:
nejprve se určí virtuální teplota vzduchu ve výšce 50 m nad DMS ve stupních Celsia (T_{50}) podle vztahu:

$$T_{50} = \frac{T^{(cC)_{00}} + T^{(cC)_{01}}}{2}, \quad (8)$$

kde $T^{(cC)_{00}}$ je virtuální teplota vzduchu v nadmořské výšce DMS (zóna 00) a odpovídá hodnotě $T_0 T'_0$,

$T^{(cC)_{01}}$ je virtuální teplota vzduchu ve střední výšce zóny 01 (100 m) určená podle vztahu (7)

a poté se určí změna virtuální teploty vzduchu ve výšce 50 m nad DMS vzhledem k tabulkové ve stupních Celsia (ΔT_{50}):

$$\Delta T_{50} = T_{50} - (15,9 - 0,006328 \cdot v), \quad (9)$$

- pro $v=100$ m:

$$T_{100} = T^{(cC)_{01}}, \quad (10)$$

$$\Delta T_{100} = T_{100} - (15,9 - 0,006328 \cdot v), \quad (11)$$

- pro $v=150$ m:

$$T_{150} = \left[T^{(cC)_{02}} - T_{100} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v - 50)} + T_{100}, \quad (12)$$

kde v_{02} je střední výška zóny 02 meteorologické zprávy METCM ($v_{02} = 350$ m) – viz tabulka 1,

$$\Delta T_{150} = T_{150} - (15,9 - 0,006328 \cdot v), \quad (13)$$

- pro $v=200$ m:

$$T_{200} = \left[T^{(cC)_{02}} - T_{150} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v - 50)} + T_{150}, \quad (14)$$

$$\Delta T_{200} = T_{200} - (15,9 - 0,006328 \cdot v), \quad (15)$$

- pro $v=250$ m:

$$T_{250} = \left[T^{(cC)_{02}} - T_{200} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v - 50)} + T_{200}, \quad (16)$$

$$\Delta T_{250} = T_{250} - (15,9 - 0,006328 \cdot v), \quad (17)$$

- pro $v=300$ m:

$$T_{300} = \left[T^{(cC)_{02}} - T_{250} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v - 50)} + T_{250}, \quad (18)$$

$$\Delta T_{300} = T_{300} - (15,9 - 0,006328 \cdot v), \quad (19)$$

- pro $v=350$ m:

$$T_{350} = T^{(cC)_{02}}, \quad (20)$$

$$\Delta T_{350} = T_{350} - (15,9 - 0,006328 \cdot v), \quad (21)$$

- pro $v=400$ m:

$$T_{400} = \left[T^{(cC)_{03}} - T_{350} \right] \cdot \frac{50}{v_{03} - (v - 50)} + T_{350}, \quad (22)$$

$$\Delta T_{400} = T_{400} - (15,9 - 0,006328 \cdot v). \quad (23)$$

Analogicky se provede výpočet všech změn virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové ve stupních Celsia po 50 m do požadované výšky nad DMS.

Dále se vypočítají pomocné střední změny virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové v jednotlivých standardních vrstvách meteorologické zprávy METEO-11 (TT'_{hh}) podle vztahů (24) až (36):

$$TT'_{02} = \frac{\sum_{n=1}^2 \Delta T_{50 \cdot n}}{2}, \quad (24)$$

kde $50 \cdot n$ představuje výšku (v) nad DMS v metrech,

$$TT'_{04} = \frac{\sum_{n=1}^6 \Delta T_{50 \cdot n}}{6}, \quad (25)$$

$$TT'_{08} = \frac{\sum_{n=1}^{12} \Delta T_{50 \cdot n}}{12}, \quad (26)$$

$$TT'_{12} = \frac{\sum_{n=1}^{20} \Delta T_{50 \cdot n}}{20}, \quad (27)$$

$$TT'_{16} = \frac{\sum_{n=1}^{28} \Delta T_{50 \cdot n}}{28}, \quad (28)$$

$$TT'_{20} = \frac{\sum_{n=1}^{36} \Delta T_{50 \cdot n}}{36}, \quad (29)$$

$$TT'_{24} = \frac{\sum_{n=1}^{44} \Delta T_{50 \cdot n}}{44}, \quad (30)$$

$$TT'_{30} = \frac{\sum_{n=1}^{54} \Delta T_{50 \cdot n}}{54}, \quad (31)$$

$$TT'_{40} = \frac{\sum_{n=1}^{70} \Delta T_{50 \cdot n}}{70}, \quad (32)$$

$$TT'_{50} = \frac{\sum_{n=1}^{90} \Delta T_{50 \cdot n}}{90}, \quad (33)$$

$$TT'_{60} = \frac{\sum_{n=1}^{110} \Delta T_{50 \cdot n}}{110}, \quad (34)$$

$$TT'_{80} = \frac{\sum_{n=1}^{140} \Delta T_{50 \cdot n}}{140}, \quad (35)$$

$$TT'_{100} = \frac{\sum_{n=1}^{180} \Delta T_{50 \cdot n}}{180}, \quad (36)$$

atd.

Střední změny virtuální teploty vzduchu vzhledem k tabulkové v jednotlivých standardních vrstvách meteorologické zprávy METEO-11 (TT_{hh}) se pak určí podle vztahu:

$$TT_{hh} = \begin{cases} TT'_{hh} \cdot (-1) + 50, & \text{pro } TT'_{hh} < -0,5 \\ TT'_{hh}, & \text{pro } TT'_{hh} \geq -0,5 \end{cases}, \quad (37)$$

kde hh je kód standardní vrstvy (meteorologické zprávy METEO-11).

Hodnoty TT_{hh} určené podle vztahu (37) se zaokrouhlí na 1°C .

4.2 Výpočet směrniců středního větru (SS)

Směrnicí středního větru v jednotlivých zónách meteorologické zprávy METCM (ddd_{ZZ}) odpovídají hodnotám směrniců větru ve středních výškách příslušných zón. Hodnoty směrniců větru ve středních výškách jednotlivých zón meteorologické zprávy METCM (ddd_{ZZ}) se nejprve převedou na dílce podle vztahu:

$$\alpha'_{w(dc)_{ZZ}} = ddd_{ZZ} \cdot 10 \cdot \frac{15}{16}, \quad (38)$$

kde $\alpha'_{w(dc)_{ZZ}}$ je směrník větru ve střední výšce dané zóny (ZZ) v dílcích;

ddd_{ZZ} je směrník středního větru v příslušné zóně (ZZ) v desítkách mils.

Dále se porovná průběh směru větru s rostoucí výškou nad DMS. Jestliže směr větru překročí směrník severu kilometrového (zleva i zprava), musí se příslušné hodnoty směrniců větru upravit. V případě, že směrník větru při postupu z jedné standardní vrstvy do následující (vyšší) překročí směrník severu kilometrového zleva, přičte se k hodnotě $\alpha'_{w(dc)_{ZZ}}$ hodnota směrnicu 60-00. Jestliže směrník větru při postupu z jedné standardní vrstvy do následující (vyšší) překročí směrník severu kilometrového zprava, hodnota $\alpha'_{w(dc)_{ZZ}}$ se odečte od hodnoty směrnicu 60-00. Tímto způsobem se získají upravené hodnoty směrnicu větru ve středních výškách jednotlivých zón meteorologické zprávy METCM v dílcích $\alpha_{w(dc)_{ZZ}}$. V případě, že směr větru s rostoucí výškou nad DMS směrník severu kilometrového nepřekročí, pak:

$$\alpha_{w(dc)_{ZZ}} = \alpha'_{w(dc)_{ZZ}}. \quad (39)$$

Pro jednotlivé výšky (v) nad DMS (rovněž po 50 metrech) se lineární interpolací z hodnot $\alpha_{w(dc)_{ZZ}}$ vypočítají hodnoty směrniců větru ve stovkách dílců (α_v) podle vztahů (40) až (47):

$$\alpha_{50} = \frac{\alpha_{w(dc)00} + \alpha_{w(dc)01}}{2} \cdot 0,01, \quad (40)$$

$$\alpha_{100} = \alpha_{w(dc)01} \cdot 0,01, \quad (41)$$

$$\alpha_{150} = \left\{ \left[\alpha_{w(dc)02} - \alpha_{100} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v-50)} + \alpha_{100} \right\} \cdot 0,01, \quad (42)$$

$$\alpha_{200} = \left\{ \left[\alpha_{w(dc)02} - \alpha_{150} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v-50)} + \alpha_{150} \right\} \cdot 0,01, \quad (43)$$

$$\alpha_{250} = \left\{ \left[\alpha_{w(dc)02} - \alpha_{200} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v-50)} + \alpha_{200} \right\} \cdot 0,01, \quad (44)$$

$$\alpha_{300} = \left\{ \left[\alpha_{w(dc)02} - \alpha_{250} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v-50)} + \alpha_{250} \right\} \cdot 0,01, \quad (45)$$

$$\alpha_{350} = \frac{\alpha_{w(dc)02}}{100} \cdot 0,01, \quad (46)$$

$$\alpha_{400} = \left\{ \left[\alpha_{w(dc)03} - \alpha_{350} \right] \cdot \frac{50}{v_{03} - (v-50)} + \alpha_{350} \right\} \cdot 0,01 \quad (47)$$

atd.

Potom se vypočítají pomocné hodnoty směrniců středního větru (ve stovkách dílců) v jednotlivých vrstvách meteorologické zprávy METEO-11 (SS'_{hh}) podle vztahů (48) až (60):

$$SS'_{02} = \frac{\sum_{n=1}^4 \alpha_{50 \cdot n}}{4}, \quad (48)$$

$$SS'_{04} = \frac{\sum_{n=1}^8 \alpha_{50 \cdot n}}{8}, \quad (49)$$

$$SS'_{08} = \frac{\sum_{n=1}^{16} \alpha_{50 \cdot n}}{16}, \quad (50)$$

$$SS'_{12} = \frac{\sum_{n=1}^{24} \alpha_{50 \cdot n}}{24}, \quad (51)$$

$$SS'_{16} = \frac{\sum_{n=1}^{32} \alpha_{50 \cdot n}}{32}, \quad (52)$$

$$SS'_{20} = \frac{\sum_{n=1}^{40} \alpha_{50 \cdot n}}{40}, \quad (53)$$

$$SS'_{24} = \frac{\sum_{n=1}^{48} \alpha_{50 \cdot n}}{48}, \quad (54)$$

$$SS'_{30} = \frac{\sum_{n=1}^{60} \alpha_{50 \cdot n}}{60}, \quad (55)$$

$$SS'_{40} = \frac{\sum_{n=1}^{80} \alpha_{50 \cdot n}}{80}, \quad (56)$$

$$SS'_{50} = \frac{\sum_{n=1}^{100} \alpha_{50 \cdot n}}{100}, \quad (57)$$

$$SS'_{60} = \frac{\sum_{n=1}^{120} \alpha_{50 \cdot n}}{120}, \quad (58)$$

$$SS'_{80} = \frac{\sum_{n=1}^{160} \alpha_{50 \cdot n}}{160}, \quad (59)$$

$$SS'_{100} = \frac{\sum_{n=1}^{200} \alpha_{50 \cdot n}}{200}, \quad (60)$$

atd.

Směrníky středního větru v jednotlivých standardních vrstvách meteorologické zprávy METEO-11 (SS_{hh}) se pak určí podle vztahu:

$$SS_{hh} = \begin{cases} SS'_{hh} \cdot (-1) + 50, & \text{pro } SS'_{hh} < -0,5 \\ SS'_{hh}, & \text{pro } SS'_{hh} \geq -0,5 \end{cases}. \quad (61)$$

Hodnoty SS_{hh} určené podle vztahu (61) se zaokrouhlí na celé číslo.

4.3 Výpočet rychlostí středního větru (RR)

Rychlosti středního větru v jednotlivých zónách meteorologické zprávy METCM (FFF_{ZZ}) odpovídají hodnotám rychlostí větru ve středních výškách příslušných zón. Hodnoty rychlostí větru

ve středních výškách jednotlivých zón meteorologické zprávy METCM (FFF_{ZZ}) se nejprve převedou na metry za sekundu podle vztahu:

$$w_{(m \cdot s^{-1})_{ZZ}} = FFF_{ZZ} \cdot 0,51, \quad (62)$$

kde $w_{(m \cdot s^{-1})_{ZZ}}$ je rychlost větru ve střední výšce dané zóny (ZZ) v metrech za sekundu;

FFF_{ZZ} je rychlost středního větru v příslušné zóně (ZZ) v jednotkách uzlů.

Pro jednotlivé výšky (v) nad DMS (rovněž po 50 metrech) se lineární interpolací z hodnot $w_{(m \cdot s^{-1})_{ZZ}}$ vypočítají hodnoty rychlostí větru v metrech za sekundu (w_v) podle vztahů (63) až (70):

$$w_{50} = \frac{w_{(m \cdot s^{-1})_{00}} + w_{(m \cdot s^{-1})_{01}}}{2}, \quad (63)$$

$$w_{100} = w_{(m \cdot s^{-1})_{01}}, \quad (64)$$

$$w_{150} = \left[w_{(m \cdot s^{-1})_{02}} - w_{100} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v - 50)} + w_{100}, \quad (65)$$

$$w_{200} = \left[w_{(m \cdot s^{-1})_{02}} - w_{150} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v - 50)} + w_{150}, \quad (66)$$

$$w_{250} = \left[w_{(m \cdot s^{-1})_{02}} - w_{200} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v - 50)} + w_{200}, \quad (67)$$

$$w_{300} = \left[w_{(m \cdot s^{-1})_{02}} - w_{250} \right] \cdot \frac{50}{v_{02} - (v - 50)} + w_{250}, \quad (68)$$

$$w_{350} = w_{(m \cdot s^{-1})_{02}}, \quad (69)$$

$$w_{400} = \left[w_{(m \cdot s^{-1})_{03}} - w_{350} \right] \cdot \frac{50}{v_{03} - (v - 50)} + w_{350}. \quad (70)$$

atd.

Dále se vypočítají hodnoty rychlostí středního větru (v metrech za sekundu) v jednotlivých vrstvách meteorologické zprávy METEO-11 (RR_{hh}) podle vztahů (71) až (83):

$$RR_{02} = \frac{\sum_{n=1}^4 w_{50 \cdot n}}{4}, \quad (71)$$

$$RR_{04} = \frac{\sum_{n=1}^8 w_{50 \cdot n}}{8}, \quad (72)$$

$$RR_{08} = \frac{\sum_{n=1}^{16} w_{50 \cdot n}}{16}, \quad (73)$$

$$RR_{12} = \frac{\sum_{n=1}^{24} w_{50 \cdot n}}{24}, \quad (74)$$

$$RR_{16} = \frac{\sum_{n=1}^{32} w_{50 \cdot n}}{32}, \quad (75)$$

$$RR_{20} = \frac{\sum_{n=1}^{40} w_{50 \cdot n}}{40}, \quad (76)$$

$$RR_{24} = \frac{\sum_{n=1}^{48} w_{50 \cdot n}}{48}, \quad (77)$$

$$RR_{30} = \frac{\sum_{n=1}^{60} w_{50 \cdot n}}{60}, \quad (78)$$

$$RR_{40} = \frac{\sum_{n=1}^{80} w_{50 \cdot n}}{80}, \quad (79)$$

$$RR_{50} = \frac{\sum_{n=1}^{100} w_{50 \cdot n}}{100}, \quad (80)$$

$$RR_{60} = \frac{\sum_{n=1}^{120} w_{50 \cdot n}}{120}, \quad (81)$$

$$RR_{80} = \frac{\sum_{n=1}^{160} w_{50 \cdot n}}{160}, \quad (82)$$

$$RR_{100} = \frac{\sum_{n=1}^{200} w_{50 \cdot n}}{200}, \quad (83)$$

atd.

Hodnoty RR_{hh} určené podle vztahů (71) až (83) se zaokrouhlí na 1 ms^{-1} .

5. Závěr

Přepočet meteorologické zprávy METCM do formátu METEO-11 je nutné realizovat pomocí počítače, neboť ruční přepočet je časově náročný a může při něm docházet k chybám. Definovaný matematický aparát pro přepočet je výhodné použít k vypracování vlastní softwarové aplikace anebo jej použít například v programu MS Excel.

Filosofii přepočtu meteorologické zprávy METCM do formátu METEO-11 lze v budoucnu využít také k vypracování matematického aparátu pro přepočet meteorologické zprávy METB3 do formátu METEO-11 nebo METCM do formátu METB3 a naopak.

Poznámky k textu:

- [1] Jednotlivé vrstvy nad DMS jsou v meteorologické zprávě METCM označovány jako zóny a v meteorologické zprávě METEO-11 jako standardní vrstvy.
- [2] V meteorologické zprávě METEO-11 jsou za tabulkové hodnoty považovány hodnoty standardní dělostřelecké atmosféry.