

METEOROLOGICAL SATELLITE AS AN IMPORTANT SOURCE OF METEOROLOGICAL INFORMATION FOR AVIATION

METEOROLOGICKÁ DRUŽICA AKO VÝZNAMNÝ ZDROJ METEOROLOGICKÝCH INFORMÁCIÍ PRE LETECTVO

Nikola Mihalčinová
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
mihalcinovan@gmail.com

Miriám Jarošová
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
miriam.jarosova@fpedas.uniza.sk

Abstract

This paper is focused on the use of information provided from meteorological satellites in air transport, its development and current status. The work defines general knowledge in the field of meteorology such as the history of meteorological satellites, the division of orbits and current meteorological satellites in orbits. The work also includes the characteristics of measured quantities and monitoring methods. The practical contribution of this work is the analysis of satellite images in Europe. Finally, the work deals with the future use of meteorological satellites and the development of new satellites.

Keywords

Meteorological Satellite, Weather Prediction, Meteorological Observation, Remote Sensing

1. Úvod

V dnešnej dobe sú družice využívané pre neskutočné množstvo využiteľných informácií. Prvou umelou družicou Zeme bol Sputnik 1, ktorý bol vypustený do vesmíru v roku 1957. Dnes už je na obežnej dráhe nespočetné množstvo umelých družíc od rôznych spoločností alebo národov. Družica, satelit alebo obežnica je astronomické teleso obiehajúce okolo centrálného astronomického telesa. Tieto zariadenia využívajú súkromné spoločnosti, nadnárodné korporácie a štáty na získavanie rozličných informácií dôležitých pre chod každodenného života. Taktiež podľa typu získaných dát sa družice využívajú na účely vedecké, navigačné, vojenské, špionážne, rádioamatérske, telekomunikačné a meteorologické. Táto práca bude opisovať dôležitý význam družice ako zdroj meteorologických informácií, ktoré poskytuje pre letectvo ako informácie o počasí, monitorovanie oblačnosti, meranie tlaku, rýchlosť vetra atď.

Družicové merania a pozorovania predstavujú v súčasnej dobe zdroj nezastupiteľných informácií, ktoré vytvárajú tzv. svetový meteorologický kozmický systém. Ten pozostáva z dvoch čiastkových subsystémov, a to kozmickým a pozemným. Kozmický podsystém zahŕňa súbor umelých družíc určených na monitorovanie Zeme a atmosféry. Pozemný podsystém slúži na príjem a spracovávanie meteorologických informácií. Analogicky je tak súčasťou systému diaľkového prieskumu Zeme. V súčasnej dobe disponujú štáty rôznymi systémami družíc ako navigačné (navigácia lodí, lietadiel), lokalizačné (určovanie polohy, smeru pohybu, rýchlosti), telekomunikačné (prenos TV signálu), výskumné (geologicko-geografické prieskumy, diaľkové prieskumy Zeme, výskumy planét, hviezd, geodetické výskumy)

vojenské (navigačné, komunikačné, výstražné, výzvedné), a meteorologické (predpoveď počasia a sledovanie hurikánov).

2. História meteorologických družíc

Prvou meteorologickou družicou sa stala družica Vanguard 2, ktorá bola na obežnú dráhu vypustená 17. februára 1959. Mala tvar gule z hliníka s priemerom 508 mm a váhou 10 kg. Na jej povrchu boli štyri antény a vo vnútri sa nachádzali dva teleskopy na meranie osvetlenia zemského povrchu, rádio vysielateľ, chemické batérie, magnetopáskový dátový záznamník a potrebná elektronika. Táto družica však nedosiahla určenú výšku na obežnej dráhe, a preto jej údaje nemohli byť pre technické chyby ďalej spracovávané. [1]

Za prvú úspešnú meteorologickú družicu je považovaná TIROS-1 z programu Television Infrared Observation Satellite (TIROS), ktorá je zobrazená na Obr. č. 1. Na obežnú dráhu bola vynesená dňa 1. apríla 1960 raketou Thor Able z mysu Canaveral na Floride. Bez ohľadu na to, že bola v prevádzke len 78 dní, tak podala omnoho viac dát ako bolo získané z Vanguard 2 a dokázala, že meteorologické družice majú veľký význam pre prácu meteorológov. TIROS-1 môžeme považovať za predchodcu súčasných moderných družíc. Družica mala výšku 48 cm, priemer 106 cm a váhu 120 kg. Jej telo bolo zložené z hliníkovej zliatiny a nehrdzavejúcej ocele. [2]

3. Typy obežných dráh

V súčasnosti existuje veľa satelitov operujúcich okolo Zeme na rôznych obežných dráhach a každý satelit je dôležitý z rôznych dôvodov. Po štarte je satelit alebo kozmická loď zvyčajne

umiestnená na jednej z niekoľkých konkrétnych dráh okolo Zeme alebo môže byť vyslaná na medziplanetárnu cestu, čo znamená, že už neobieha okolo Zeme, ale obieha okolo Slnka, až kým nedosiahne svoje konečné miesto určenia, napr. Mars alebo Jupiter. Existuje veľa faktorov, ktoré určujú, ktorá obežná dráha je pre satelit najlepšia v závislosti od účelu satelitu.

3.1. Vysoká obežná dráha

Keď satelit dosiahne výšku viac ako 36 000 kilometrov od povrchu Zeme, nachádza sa na vysokej obežnej dráhe a jeho rotácia začína zodpovedať rotácii Zeme. Táto obežná dráha nie je satelitne príliš využívaná, slúži však ako úložný priestor pre prebytočné satelity. Pod vysokou obežnou dráhou je geostacionárna obežná dráha. Keďže sa jedná o špecifický typ geosynchronnej obežnej dráhy, čas obežnej dráhy je rovnaký ako čas rotácie Zeme okolo svojej osi. Sklon družíc na tejto obežnej dráhe voči rovníku je 0°, čo spôsobuje, že satelit sa nachádza vždy na rovnakom mieste vzhľadom na zemský povrch. Geostacionárna obežná dráha je veľmi dôležitá, najmä pre sledovanie počasia, práve kvôli tomu, že družice na tejto obežnej dráhe poskytujú stály pohľad na rovnakú oblasť. [3]

3.2. Stredná obežná dráha

Družice na strednej obežnej dráhe sú bližšie k Zemi, čo im umožňuje rýchlejší pohyb. Existujú dva typy stredných obežných dráh. Prvou je semi-synchronná obežná dráha, ktorá sa nachádza vo výške asi 20 000 kilometrov nad zemským povrchom. Družice nachádzajúce sa v tejto nadmorskej výške potrebujú zhruba 12 hodín na to, aby prešli celú obežnú dráhu. Druhým typom stredne veľkej obežnej dráhy je obežná dráha Molnija, ktorá je navrhnutá na pozorovanie vysokých zemepisných šírok a je vhodnou alternatívou ku geostacionárnej dráhe pokrývajúcej severnejšie a južnejšie oblasti iba okrajovo. [3]

MEO tvorí široké spektrum dráh medzi LEO a GEO. Podobne ako LEO nemá špecifickú obežnú dráhu okolo Zeme a môžu ju využívať rôzne družice vykonávajúce rôzne misie. Najčastejšie sa používa pre navigačné družice, napr. európskym systémom Galileo vyobrazenom na Obr. č. 3. Systém je možné použiť na všetky typy navigácie – od sledovania veľkých dopravných lietadiel až po určovanie trás v mobilných telefónoch. Rovnako ako iné systémy, aj Galileo využíva satelitnú sieť, ktorá okamžite pokrýva väčšinu sveta.

3.3. Nízka obežná dráha

Ako naznačuje názov, nízka obežná dráha je obežná dráha relatívne blízko k povrchu Zeme. Vo väčšine prípadov sa táto oblasť označuje vzdialenosťou menej ako 1 000 kilometrov od Zeme, najmenej však 160 kilometrov nad Zemou. V porovnaní s inými obežnými dráhami je samozrejme veľmi nízka, ale aj napriek tomu je vysoko nad zemským povrchom. Pre predstavu – väčšina komerčných lietadiel nevystúpi do výšky viac ako 14 kilometrov, takže aj najnižšia obežná dráha je viac ako 10-krát vyššie. [4]

Na rozdiel od vyššie spomenutých družíc na geostacionárnej obežnej dráhe, ktoré musia nepretržite obiehať okolo Zeme iba nad rovníkom, sa na družice na nízkej obežnej dráhe toto pravidlo nevzťahuje – ich dráhy sa dajú nakloniť. To znamená, že existuje viac spôsobov prístupu k LEO, čo je jeden z dôvodov,

prečo je LEO blízko povrchu Zeme. Táto obežná dráha sa najčastejšie používa na satelitné snímkovanie, pretože čím bližšie k Zemi sa nachádza družica, tým vyššie je rozlíšenie snímaného obrazu. Na tejto obežnej dráhe operuje aj ISS, takže astronauti sa na ňu môžu ľahko dostať a vrátiť sa späť. Rýchlosť satelitov na tejto obežnej dráhe je zhruba 7,8 km/s. Pri tejto rýchlosti trvá okolo 90 minút, kým obehnú okolo Zeme. Vďaka tomu astronauti na Medzinárodnej vesmírnej stanici obehnú okolo Zeme 16-krát denne. [3]

Na druhej strane jednotlivé satelity na LEO nie sú vhodné na úlohy ako sú telekomunikácie. Kvôli tomu, že sa na oblohe pohybujú veľmi rýchlo, je potrebné vyvinúť veľké úsilie na to, aby pozemná stanica smerovala anténu k pohybujúcej sa družici. Naproti tomu sú komunikačné satelity na LEO súčasťou veľkej satelitnej siete. Veľké množstvo satelitov poskytuje neustále pokrytie a niekedy také satelitné siete pozostávajú z rovnakých satelitov vypustených spoločne. Vďaka vzájomnej spolupráci dokážu pokryť súčasne väčšiu plochu.

4. Klasifikácia meteorologických družíc

V dnešnej dobe sa používanie satelitov na predpovedanie počasia a súvisiacich meteorologických javov stalo takmer nevyhnutnou súčasťou života. Údaje z týchto satelitov sú určené na použitie na dlhodobé predpovede počasia, krátkodobé predpovede počasia, na nowcasting – veľmi krátkodobé predpovede, na pohyb tropických cyklónov alebo hurikánov a na významnú úlohu pri zabezpečovaní preventívnych opatrení v letectve alebo iných dopravných operáciách [16].

Meteorologická družica je umelý satelit, ktorý zhromažďuje údaje týkajúce sa zemskej atmosféry a povrchu tak, aby pomohol meteorológom porozumieť poveternostným podmienkam a pripraviť predpoveď počasia [17].

Neodmysliteľnou súčasťou nášho života sa stáva využívanie meteorologických družíc. Meteorologické družice sa využívajú na predpovedanie počasia a meteorologických javov.

Meteorologické družice sa rozdeľujú do dvoch primárnych kategórií vymedzených podľa typu obežnej dráhy, a to geostacionárne a polárne orbitálne alebo inak nazývané aj cirkumpolárne. Obe dva typy družíc majú jedinečné vlastnosti a vytvárajú rozličné druhy informácií a údajov, ktoré sú patrične zodpovedajúce pre ich ďalšie využitie.

4.1. Geostacionárne družice

Geostacionárne družice sú umelé družice obiehajúce Zem približne 36 000 kilometrov nad rovníkom. Ich rýchlosť obiehania okolo Zeme je zhodná s rotáciou Zeme okolo svojej osi, t.j. ich rotácia je synchronná s rotáciou Zeme a neustále sa zameriavajú na rovnakú oblasť. Toto umožňuje satelitu každých 30 minút fotografovať Zem na rovnakom mieste. Počítačové spracovanie týchto údajov vytvára „filmové slučky“ údajov, ktoré prognostici používajú ako svoj „pohľad z vtáčej perspektívy“ v reálnom čase z vesmíru. Nevýhodou, vzhľadom k ich výške, v ktorej operujú, je nielen nutnosť použitia oveľa lepších skenerov s priestorovou rozlišovacou schopnosťou, ale aj veľké energetické nároky. [5]

4.1.1. METEOSAT

Prvá generácia družíc METEOSAT bola vynesená na obežnú dráhu v roku 1977, kde z mysu Canaveral odštartovala americká raketa Delta, ktorá vyniesla družicu METEOSAT-1. Nasledujúce družice boli vynášané raketami pochádzajúcimi z Európy, a to raketami Ariane z Guyanského kozmického centra vo Francúzskej Guyane. V súčasnej dobe sú v účinnosti dve družice prvej generácie a dve družice druhej generácie. Pre družice je dôležitá činnosť vo dvojici z toho hľadiska, že jedna pracuje ako hlavný zdroj a druhá ako záložný. Prvá z dvojíc sa nachádza nad Indickým oceánom. Druhá dvojica je umiestnená nad nulovým poludníkom a Guinejským zálivom a sníma časť Ameriky, Afriky a Európu. [6]

V súčasnosti majú geostacionárne meteorologické satelity MATEOSAT kľúčovú úlohu pri poskytovaní nepretržitých pozorovaní atmosféry pri predpovedi počasia aj pri monitorovaní najrôznejších environmentálnych javov. Po úspešnom uvedení prvého satelitu do série METEOSAT druhej generácie (MSG) Eumetsat a ESA už aktívne plánujú ďalší európsky operačný geostacionárny meteorologický satelitný systém vo forme tretej generácie.

Tabuľka 1: Meteosaty prvej generácie. Zdroj: [7].

Satelit	Dátum vypustenia do vesmíru	Dátum vyradenia z prevádzky
Meteosat-1	23.11.1977	25.11.1979
Meteosat-2	19.06.1981	08.08.1988
Meteosat-3	15.06.1988	31.05.1995
Meteosat-4	03.03.1989	08.08.1998
Meteosat-5	03.03.1991	16.04.2007
Meteosat-6	19.11.1993	15.04.2011
Meteosat-7	02.09.1997	31.03.2017

Tabuľka 2: Meteosaty druhej generácie. Zdroj: [8].

Satelit	Životnosť
Meteosat-8	28.08.2002 – do r. 2022
Meteosat-9	22.12.2005 – do r. 2025
Meteosat-10	05.07.2012 – do r. 2030
Meteosat-11	15.07.2015 – do r. 2033

Tabuľka 3: Meteosaty tretej generácie. Zdroj: [9].

Satelit	Plánovaný dátum vypustenia
MTG I1	Koniec roku 2022
MTG S1	Koniec roku 2023
MTG I2	2025
MTG I3	Asi 10 rokov po MTG I1
MTG S2	Asi 10 rokov po MTG S1
MTG I4	Asi 10 rokov po MTG I3

4.1.2. GMS

Družice GMS (Geostationary Meteorological Satellite) sú vyrábané japonskou spoločnosťou NEC a prevádzkované japonskou spoločnosťou NASD. 14. júla 1977 bol do vesmíru vynesенý prvý satelit GMS, satelit GMS-2 bol vypustený 10. augusta 1981 a satelit GMS-3 vypustený 2. augusta 1984. Družica GMS-4 bola vypustená 5. mája a operácia sa skončila 22. februára 2000. Družica GMS-5 (Himawari-Sunflower) bola vynesená z Tanegashimy (asi 1 000 kilometrov juhozápadne od Tokia) 18. marca 1995 a nahradila satelit GMS-4. Spočiatku bol satelit nastavený na 160° v.d, ale napokon koncom júna 1995

bola presunutá na 140° v.d. (nad Austráliou). Satelity GMS poskytujú snímky každých 25 minút. [5]

4.1.3. GOES

Družica GOES-1 bola vypustená na obežnú dráhu 16. októbra 1975 a po nej bola vypustená 16. júna 1977 aj GOES-2. GOES-3 bola vypustená 16. januára 1989, GOES-4 bola vypustená 9. septembra 1980, GOES-5 vypustená 2. februára 1981, GOES-6 vypustená 8. februára 1983. V súčasnosti sa satelity GOES nachádzajú nad 75 ° d. A 135 ° v. d. Ako mnoho satelitov na sledovanie počasia, aj GOES bol vyvinutá a vypustená do vesmíru organizáciou NASA. [6] Geostacionárne environmentálne satelity (GOES) poskytujú konzistentný a spoľahlivý dohľad na celej západnej pologuli a sú nevyhnutné na identifikáciu a sledovanie nepriaznivých poveternostných podmienok, snehových búrok, tropických cyklónov a núdzových majákov, ktoré prevádzajú lode, lietadiel a dokonca aj turistov. Spoločnosť NOAA v súčasnosti prevádzkuje satelity GOES-S a GOES-16 na pozícii „GOES východ“, GOES-15 na pozícii „GOES západ“ a na obežnej dráhe si vyhradzuje GOES-13 a 14 ako zálohu. [6]

4.1.4. INSAT

Indický oceán sledovala aj séria indického národného satelitu INSAT 3. Druhým vypusteným satelitom je satelit INSAT-3C, ktorý obsahuje svoje telekomunikačné funkcie a zahŕňa aj prenos obrazu zo skenovacieho rádiometra s vysokým rozlíšením vo vzdialenosti 2 km v pásme viditeľného svetla a 8 km v infračervenom pásme. V roku 2002 sa satelit dostal na obežnú dráhu. Ďalším z tejto série družíc je INSAT-3A, ktorý bol vypustený do vesmíru v roku 2003 na meteorologické a telekomunikačné účely. Zatiaľ posledným satelitom vypusteným v roku 2013 je INSAT-3D. Všetky uvedené satelity sú prevádzkované pod vedením Indickej organizácie pre vesmírny výskum. [6]

4.2. Družice na polárnych dráhach

Meteorologické družice na polárnych dráhach sú tie, ktoré obiehajú okolo Zeme cez severný a južný pól a využívajú nadmorské výšky od 200 do 1000 km. Trasa ich orbity môže byť buď severo-južná alebo južno-severná. Meteorologické družice na polárnej obežnej dráhe sa nachádzajú na heliosynchronnej dráhe, čo znamená, že majú schopnosť pozorovať každý deň dvakrát ktorékoľvek miesto na zemi vďaka konštantným svetelným podmienkam.

4.2.1. NOAA

Súčasné polárne obiehajúce družice v oblasti životného prostredia zahŕňajú NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19 a NOAA-20. Tieto satelity hrali dôležitú úlohu vo výskume a vývoji série spoločných polárnych satelitných systémov. Dnes hrajú rôzne primárne a sekundárne úlohy, poskytujú globálne pokrytie dát pre širokú škálu poveternostných a environmentálnych aplikácií, podporujú krátkodobé predpovede počasia a dlhodobé zaznamenávanie údajov o klíme a životnom prostredí. Každá obežná dráha trvá približne 102,1 minúty a satelit obieha okolo Zeme približne 14,1-krát denne, čo im umožňuje vidieť celú planétu dvakrát denne. Polárna obežná dráha umožňuje satelitom zhromažďovať denné globálne údaje pre pozemné,

oceánske a atmosférické aplikácie. Tieto údaje sa používajú v rôznych aplikáciách na monitorovanie životného prostredia, ako sú analýza a predpovede počasia, výskum a predpovede podnebia, meranie globálnej teploty povrchu mora, výskum dynamiky oceánov, analýza globálnej vegetácie a mnoho ďalších aplikácií. [10]

4.2.2. METEOR

METEOR sú ruské meteorologické družice. Sériu družíc Meteor sa začala vyvíjať na počiatku 60. rokov. Hlavným zámerom týchto družíc bolo monitorovanie teplôt atmosféry a morí, sledovanie stavu morského ľadu a snehovej pokrývky, vlhkosti a žiarenia. Výška orbity týchto satelitov je od 650 až do 1200 km. Ruský METEOR 1-1 je prvý plne vybavený meteorologický satelit, ktorý bol vypustený 26. marca 1969 raketou Vostok. Meteor 2-21 je 21. a posledný meteor z 2. várky ruských meteorologických satelitov vypustených v roku 1993. Meteor-3 využíva na mapovanie ozónu v atmosfére spektrometer TOMS. Do vesmíru bol vynesený 15. augusta 1991. Meteor-3 TOMS mal jedinečnú trajektóriu, ktorá prinášala špeciálne problémy so spracovaním údajov. Meteor-3 TOMS bol vyradený z prevádzky od decembra 1994. Meteor 3-5 spustený v roku 1991 má vyššiu obežnú dráhu ako Meteor 2-21. Meteor-3-6 je 6. satelit v sérii meteorologických satelitov Meteor-3. Do vesmíru bol vynesený v roku 1994. Tieto satelity poskytujú informácie o počasi vrátane údajov o oblačnosti, snehovej pokrývke, atmosférickom žiarení, vlhkosti a stave ozónovej vrstvy. [11]

Tabuľka 4: Družice Meteor Zdroj: [11].

Názov družice	Počet vypustených družíc	Dátumy vypustenia
Kosmos	8	1963-1969
Meteor	22	1969-1977
Meteor-Príroda	7	1973-1983
Meteor-2	22	1977-1995
Resurs-O1	6	1980-2000
Meteor-3	5	1988-1995
Elektro, Meteor-3M	3	1994-2009
Meteor-M	4	2009-súčasnosť

Sériu meteorologických družíc Meteor-3M mala byť pokročilou sériou družíc na polárnej dráhe s jedným viditeľným kanálom s rozlíšením 1,4 km a desaťkanálovým rádiometrom s rozlíšením 3 km. Pôvodným plánom bolo vypustiť v rokoch 1998-2000 na obežnú dráhu spolu štyri družice, avšak kvôli finančným problémom z roku 1998 bola vypustená len jedna. Po tejto udalosti sa začalo s vývojom nových družíc Meteor-M. Primárnym cieľom bolo poskytovanie predpovedí počasia spolu s monitorovaním ozónovej vrstvy, pozorovaním morskej a oceánskej ľadovej pokrývky a úroveň žiarenia vo vesmíre. Ruskí predstavitelia sľúbili od roku 2012, že do roku 2015 budú obiehať okolo Zeme až štyri družice Meteor-M, avšak tieto plány sa museli niekoľko rokov odkladať. Roskosmos (ruská vládna agentúra zodpovedná za ruský vesmírny program a letecký výskum) uviedla v októbri 2017, že vypustenie družice Meteor-M č. 2-2 je naplánované na rok 2018, za ňou bude nasledovať Meteor-M č. 2-3, ktorý bude vypustený v roku 2020 a konštelácia bude zakončená vypustením družice Meteor-M č. 2-4 v roku 2021. Meteor-M č.3, ktorý monitoruje more bol však pre nedostatok financií spustený až po roku 2020. Spustenie

Meteoru-M č. 2-3 sa v úvode roku 2020 presunulo na august 2021. [12]

Tabuľka 5: Družice Meteor-M. Zdroj: [12].

Názov družice	Dátum vypustenia	Štartovacia raketa
Meteor-M č. 1	17.09.2009	Soyuz-2-1b
Meteor-M č.2	08.07.2014	Soyuz-2-1b
Meteor-M č.2-1	28.11.2017	Soyuz-2-1b
Meteor-M č.2-2	05.07.2019	Soyuz-2-1b

4.2.3. METOP

EUMETSAT riadi aj európske družice Metop-A, -B a -C, ktoré obiehajú Zem na polárne orbitálnej obežnej dráhe a kontinuálne zbierajú dáta z výšky 817 km. Družice nesú na palube zaťaženie v podobe ôsmich hlavných prístrojov, ktoré zhromažďujú údaje a sú nevyhnutné pre predpoveď počasia a monitorovanie podnebia až na dobu 10 dní vopred. Sériu družíc Metop prvej generácie poskytuje dáta pre operačnú meteorológiu a aj pre klimatické štúdie. Kombinácia prístrojov na palube družíc Metop je schopná sledovať Zem vo dne aj v noci, a to aj za oblačných podmienok. Družice Metop a pozemný segment spolu tvoria EUMETSAT polárny systém. [13]

Tabuľka 6: Družice Metop. Zdroj: [13].

Názov družice	Životnosť	Pozícia
Metop-A	Od 19.10.2006	LEO
Metop-B	Od 17.09.2012	LEO
Metop-C	Od 07.11.2018	LEO

EUMETSAT už pripravuje druhú sériu družíc Metop, ktorá bude pokračovať v nadväznosti na prvú sériu. Kľúčovými vlastnosťami novej misie bude zlepšenie poskytovania predpovedí počasia, teploty povrchu morí, ľadovej pokrývky morí, meranie vlhkosti pôdy, zrážok a snehu slúžiace na prevádzku pre hydroológov. Taktiež bude poskytovať rozsiahlu analýzu povrchu krajiny na podporu interakcií zem-atmosféra a aplikácií biosféry prostredníctvom misie optického zobrazovania a podporu monitorovania podnebia na základe tvorby príslušných záznamov o podnebí a klíme. [13]

Tabuľka 7: Družice Metop – druhá generácia. Zdroj: [13].

Názov družice	Plánovaný dátum spustenia	Detaily
Metop-SG A1	Začiatkom roku 2024	823-848 km
Metop-SG B1	Začiatkom roku 2025	823-848 km
Metop-SG A2	Začiatkom roku 2031	823-848 km
Metop-SG B2	Začiatkom roku 2032	823-848 km
Metop-SG A3	Začiatkom roku 2038	823-848 km
Metop-SG B3	Začiatkom roku 2039	823-848 km

5. Prístroj SEVIRI

Na Slovensku sú požívané snímky z meteorologických družíc Meteosat druhej generácie na analýzu a prípravu predpovedí počasia. Tieto družice disponujú oproti prvej generácii novými prístrojmi a mnohými vylepšeniami. Hlavný prístroj, ktorý sa nazýva Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager (SEVIRI), je presnejší než prístroj Meteosat Visible And Infrared Imager (MVISI), ktorý bol zakomponovaný v družiciach Meteosat prvej generácie. Je zameraný na poskytovanie atmosférických informácií pre predpovede počasia pomocou výpočtovej techniky. Družica Meteosat 8 navyše nesie aj prístroj Geostationary Earth Radiation Budget, ktorý sa zameriava na monitorovanie klímy. Prístroj SEVIRI oproti prístroju MVIRI je schopný snímať až jedenásť rôznych úzkopásmových spektrálnych kanálov a jeden širokopásmový s vysokým rozlíšením (HRV). Snímané kanály sa označujú číslom, oblasťou elektromagnetického žiarenia a vlnovou dĺžkou sledovanej oblasti. Táto koncepcia umožňuje simultánnu prevádzku všetkých kanálov s rovnakou snímacou vzdialenosťou. Poskytuje používateľom vyššiu presnosť obrazu a produkty povrchová teplota a tiež nové typy informácií o stabilite v atmosfére. Navyše, keďže kanály vybrané pre MSG sú podobné kanálom AVHRR, ktoré v súčasnosti lietajú na polárnych dráhach, účinnosť globálneho systému sa zvýši vďaka spolupráci polárnych a geostacionárnych údajov. Zobrazovacia misia zodpovedá nepretržitému snímaniu Zeme v 12 spektrálnych kanáloch so základným cyklom opakovania 15 minút. [14]

Tabuľka 8: Kanály prístroja SEVIRI. Zdroj: [14].

Kanál	Typ kanálu absorpčného pásma	Stredná vlnová dĺžka (µm)	Šírka pásma (µm)
VIS 0.6	Solárny kanál	0,635	Od 0,56 do 0,71
VIS 0.8	Solárny kanál	0,81	Od 0,74 do 0,88
IR 1.6	Solárny kanál	1,64	Od 1,50 do 1,78
IR 3.9	Atmosférické okno	3,92	Od 3,48 do 4,36
WV 6.2	Absorpcia vodnej pary	6,25	Od 5,35 do 7,15
WV 7.3	Absorpcia vodnej pary	7,35	Od 6,85 do 7,85
IR 8.7	Atmosférické okno	8,70	Od 8,30 do 9,10
IR 9.7	Absorpcia ozónu	9,66	Od 9,38 do 9,94
IR 10.8	Atmosférické okno	10,80	Od 9,80 do 11,80
IR 12	Atmosférické okno	12,00	Od 11,00 do 13,00
IR 13.4	Absorpcia oxidu uhličitého	13,40	Od 12,40 do 14,40
HRV	Solárny kanál, vysoké rozlíšenie	0,75	Od 0,6 do 0,9

5.1. Pozorovanie meteorologických javov

Meteorologické pozorovania vývoja počasia prostredníctvom družíc zohrávajú v leteckom priemysle veľkú rolu. Predpoveď počasia je dôležitá najmä pri plánovaní letu a pri následnom

vyhodnocovaní najvhodnejšej trasy letu. V Európe a taktiež aj na Slovensku meteorológovia využívajú v praxi satelitné údaje z Medzinárodnej organizácie EUMETSAT. Úlohou EUMETSATu je vyvíjať nové družice podľa meniacich sa potrieb používateľov, výroba nových družíc, vypúšťanie na obežnú dráhu a ich prevádzka, ktoré zabezpečujú prenos údajov a produktov používateľom a vyvíjajú aplikácie na satelitné spracovanie údajov a školenie používateľov. [11]

5.2. RGB kompozície družicových snímok

Čím viac spektrálnych kanálov má satelitný skener, tým viac informácií poskytuje o atmosfére a oblakoch. Prax dokázala, že kompozícia RGB je užitočná na efektívne využitie veľkého množstva informácií. Jedná sa o farebné obrázky upravené kombináciou jednotlivých spektrálnych kanálov alebo ich rozdielov. Každý obrázok sa vo výslednom obrázku použije ako základné vrstvy farieb R, G a B (červená, zelená, modrá). Tieto jedinečné produkty RGB umožňujú identifikovať relatívnu veľkosť a fázu (kvapalinu / pevnú látku) vzdušných hmôt, oblakov a hydrometeorov. [15] Najbežnejšie používané z produktov RGB sú prirodzené farby (ang. Natural Colours), vzduchové hmoty (ang. Airmass), prach (ang. Dust), sneh (ang. Snow), nebezpečné búrky (ang. Convection), denná mikrofyzika (ang. Microphysics) a nad sopečnými oblasťami je monitorovaný popol (ang. Ash).

6. Referencie

- [1] Vanguard Project, 2015 [online]. Dostupné na internete: <<https://web.archive.org/web/20151223155930/http://www.nrl.navy.mil/accomplishments/rockets/vanguard-project/>>
- [2] 60 YEARS AGO NASA LAUNCHED TIROS-1 WORLD'S FIRST WEATHER SATELLITE, 2020 [online]. Dostupné na internete: <<http://www.energyglobalnews.com/60-years-ago-nasa-launched-tiros-1-worlds-first-weather-satellite/>>
- [3] Three Classes Of Orbit. [online]. Dostupné na internete: <<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/OrbitsCatalog/page2.php>>
- [4] The European Space Agency: Types of orbits [online] 2020. Dostupné na internete: <https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits>
- [5] Družicová meteorológia [online]. Dostupné na internete: <<http://www.senzorika.leteckafakulta.sk/?q=node/314>>
- [6] BYDŽOVSKÁ, Martina.: Systém meteorologických družíc, data a využití. [online]. Praha: 2004. Dostupné na internete: <kratas.borec.cz/down/druzice.pdf>
- [7] EUMETSAT: Meteosat First Generation (retired) [online]. Dostupné na internete: <<https://www.eumetsat.int/meteosat-first-generation-retired>>
- [8] EUMETSAT: Meteosat Second Generation [online]. Dostupné na internete: <<https://www.eumetsat.int/meteosat-second-generation>>

- [9] EUMETSAT: Meteosat Third Generation [online]. Dostupné na internete: < <https://www.eumetsat.int/meteosat-third-generation> >
- [10] Polar Orbiting: NOAA Satellite Tracks [online]. Dostupné na internete: < <https://sos.noaa.gov/datasets/polar-orbiting-noaa-satellite-tracks/>>
- [11] ZAK, A.: Meteor spacecraft family [online]. Dostupné na internete: < <http://www.russianspaceweb.com/meteor.html> >
- [12] ZAK, A.: The Meteor-M series, 2020 [online]. Dostupné na internete: <<http://www.russianspaceweb.com/meteor-m.html>>
- [13] EUMETSAT: Meteop Series, [online]. Dostupné na internete: <<https://www.eumetsat.int/our-satellites/metop-series>>
- [14] ESA: The Satellite Development [online]. Dostupné na internete: < <http://www.esa.int/esapub/br/br153/br153.pdf> >
- [15] SHMÚ: Monitorovacia sieť, merané veličiny a metódy monitorovania [online]. Dostupné na internete: < <http://www.shmu.sk/en/?page=330> >
- [16] Novák, A., Novák Sedlačková, A., Janovec, M., 2020. Komunikačné systémy v letectve EDIS - Žilina, Žilinská univerzita v Žiline, 2020, ISBN 978-80-554-1737-0
- [17] Novák, A., 2015. Komunikačné, navigačné a sledovacie zariadenia v letectve, Bratislava, DOLIS, 2015, ISBN 978-80-8181-014-5

Volám sa Nikola Mihalčinová, narodila som sa 12. marca 1999 v Košiciach. Od roku 2014 do 2018 som navštevovala Gymnázium Cyrila Daxnera vo Vranove nad Topľou. Po skončení gymnázia som nastúpila na Žilinskú univerzitu na odbor letecká doprava.