

»MLADI ZA NAPREDEK MARIBORA 2017«

34. SREČANJE

**OPAZOVANJE KONCENTRACIJ CFC PLINOV CFC-11 IN CFC-12 IZ VESOLJA**

Raziskovalno področje: varstvo okolja

**RAZISKOVALNA NALOGA**

Avtor: KATARINA KANTE, ZALA GAČNIK  
Mentor: TOMAŽ ROTOVNIK, DANIJEL KORPAR  
Šola: OŠ KAMNICA

Kamnica, JANUAR 2017

## Kazalo vsebine

1	UVOD .....	1
1.1	Teoretično ozadje problema.....	1
1.2	Namen raziskovalne naloge .....	1
1.3	Hipoteze .....	1
2	KLOROFLUOROOG LJIKI.....	2
2.1	Freoni .....	2
2.2	Stratosfera in ozon .....	2
2.3	Ozonska luknja .....	2
2.4	Thomas Midgley .....	3
2.5	Dunajska konvencija.....	3
2.6	CFC-11.....	4
2.7	CFC-12.....	5
2.8	Imenovanje.....	5
2.9	Klorofluoroogljiki in ozon .....	6
3	PREPOZNAVANJE KLOROFLOUROOGLJIKOV .....	8
3.1	Interferometrija .....	8
3.2	Michelson interferometer.....	8
3.3	Valovne dolžine klorofluoroogljikovodikov CFC-11 in CFC-12.....	9
4	NANO SATELIT .....	10
4.1	Opis projekta.....	10
4.1.1	PicoSky™ Development Board IGLOO2 / SmartFusion2.....	11
4.1.2	PicoSky™ Development Board ProASIC3 .....	11
4.1.3	NANOeps .....	12
4.1.4	NANOobc.....	12
4.1.5	NANOLink .....	13
4.1.6	S-band antena .....	13
4.1.7	NANOcomm.....	13
4.2	Začetek projekta.....	14
4.3	Intervju z dr. Tomažem Rotovnikom o satelitu NANOimager.....	15
5	ANALIZA HIPOTEZ .....	16
6	SKLEP IN UGOTOVITVE .....	17
7	DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	18
8	VIRI.....	19

8.1	Viri literature.....	19
8.2	Viri slik .....	19
9	PRILOGA.....	21
9.1	Intervju.....	21

## **Kazalo slik**

Slika 1:	Strukturna formula in prostorsko zapolnjeni model molekule plina CFC 11 .....	4
Slika 2:	Koncentracija CFC-12 na morski površini leta 1990.....	5
Slika 3:	Latitude zone na Zemlji .....	7
Slika 4:	optična pot svetlobe skozi Michelsonov interferometer .....	8
Slika 5:	Geometrija delovanja .....	9
Slika 6:	NANOimager satelit.....	10
Slika 7:	Sestavni deli satelita NANOimager .....	10
Slika 8:	Matična plošča PicoSky™ SmartFusion2.....	11
Slika 9:	Matična plošča PicoSky™ ProASIC3.....	11
Slika 10:	NANOeps z akumulatorjem .....	12
Slika 11:	Matična plošča NANOobc .....	12
Slika 12:	NANOLink oddajnik .....	13
Slika 13:	S-band antena .....	13
Slika 14:	Komunikacijski podsistem NANOcomm.....	14
Slika 15:	Primerjava orbit različnih satelitov .....	14

## **POVZETEK**

Klorofluoroogljiki ali pogovorno bolj znani kot CFC plini iz družine freonov so plini, ki so izredno dolgo časa obstojni v atmosferi. V kolikor pridejo v stik z ozonom, ga zaradi kemične reakcije uničijo. Kljub temu, da so CFC plini težji od zraka, se zaradi sprememb zračnega tlaka in termike (dviganje in ohlajanje toplega zraka) dvignejo tudi do stratosfere, kjer reagirajo z ozonom. Opazovanje področij s povečano koncentracijo CFC plinov s pomočjo opazovanja iz perspektive satelitov, bi lahko pripomoglo k razumevanju in obvladovanju emisij teh plinov in posledično zmanjševanje njihovih negativnih učinkov na ozračje. Ugotovili sva, da bodo CFC plini zaradi njihove dolge obstojnosti v stratosferi prisotni še kar nekaj časa. da koncentracije CFC plinov ni možno meriti z NANOimager satelitom in da se večina učencev naše šole zaveda problema ozonske luknje in njene nevarnosti.

Ključne besede:

Klorofluoroogljiki, CFC plini, freoni, ozon, NANOimager satelit

## **ZAHVALA**

Velika zahvala gre najinemu mentorju za ves vložen čas, pomoč in usmerjanje.

Radi bi se zahvalili tudi najinim staršem, ki so nama pri raziskovanju veliko pomagali.

Posebej bi se radi zahvalili tudi zunanjemu mentorju za uporabne smernice, zanimive podatke o projektu in za čas, ki ga je vložil, da bi bila ta raziskovalna naloga zanimiva, poučna in razumljiva.

# 1 UVOD

Klorofluoroogljiki, s formulo  $\text{CFCl}_2$ , so netoksične, nevnetljive kemikalije. Uvrščamo jih med freone. Kot halogena spojina so zgrajeni iz ogljika in halogenega elementa, v tem primeru klora. Izumil jih je Thomas Midgley v letu 1928, kot projekt eliminacije toksičnih, vnetljivih snovi v vsakdanji manufakturni proizvodnji in delovanju naprav, kot so hladilniki, klimatske naprave, razmaščevalna topila in potisni plini v zdravilni implikaciji. V naravi torej CFC plinov ne najdemo.

## 1.1 Teoretično ozadje problema

Kasneje so ugotovili, da CFC plini škodujejo okolju, saj razgrajujejo ozon. Leta 1987 so jih v okviru Dunajske konvencije prepovedali. Od takrat dalje CFC plini niso več v uporabi. Danes izhlapevajo samo še iz zavrženih hladilnikov in zmrzovalnikov na smetiščih.

CFC plini imajo dolgo obstojnost. In ker so v stratosferi prisotni še danes, še vedno uničujejo ozon. Zato sva se odločili, da bova raziskali koncentracije CFC plinov, njihove frekvence, lastnosti. Za učinkovitejše raziskovanje, sva za pomoč prosili podjetje SkyLabs. V raziskovalni nalogi sva se osredotočili predvsem na plina CFC - 11 in CFC - 12.

## 1.2 Namen raziskovalne naloge

Z raziskovalno nalogo želiva:

- ugotoviti kako dolgo bodo CFC plini še prisotni v stratosferi
- raziskati kako oz. s čim bi njihovo koncentracijo lahko preverjali
- problematiko predstaviti tudi drugim učencem, da bi množično začeli razmišljati o tem ne le kot o dejstvu, temveč o resnem problemu

## 1.3 Hipoteze

V raziskavi sva si zastavili naslednje hipoteze:

- CFC plini so za okolje škodljivi
- CFC plini so v stratosferi so še zmeraj prisotni
- koncentracije CFC plinov lahko opazujemo s sateliti
- koncentracije CFC plinov bi lahko opazovali s SkyLabs d.o.o. satelitom

## **2 KLOROFLUOROOG LJIKI**

### **2.1 Freoni**

Freoni so fluorovi in klorovi derivati metana in etana, plinov iz skupine halogenoalkanov, ki se uporabljajo v hladilnih tehnikah kot hladila in potisni plini v sprejih.

So nevnetljivi plini brez barve, vonja ali okusa. V vodi so netopni, vendar prodirajo visoko v stratosfero in tam tudi zelo dolgo ostanejo, saj so zelo obstojni.

CFC pline je leta 1928 razvil ameriški izumitelj Thomas Midgley. Z vdihavanjem tega plina in izpihavanjem v plamen sveče je dokazal, da CFC plini niso strupeni.

Najprej so torej mislili, da so CFC plini popolnoma neškodljivi. Šele kasneje so odkrili, da v višjih plasteh atmosfere reagirajo z ozonom.

CFC plini povzročajo razgradnjo ozona, krivi so za tanjšanje plasti ozona v stratosferi, posledično povečanje ozonske luknje in s tem večje ultravijolično sevanje.

### **2.2 Stratosfera in ozon**

Stratosfera je plast Zemljinega ozračja v višini med 10 in 50 km nad Zemeljsko površino. V stratosferi nastaja ozon. Ozon je visoko reaktiven plin, ki ga sestavljajo trije atomi kisika. Lahko je »koristen« ali »škodljiv«, odvisno od višine nahajanja v ozračju.

Ozon filtrira in tako ščiti žive organizme pred nevarnimi sončnimi žarki, ki povzročajo ultravijolične žarke.

### **2.3 Ozonska luknja**

Ozonska luknja je pojav, ki ga povzročajo plini, ki razdelijo ozon na molekulo kisika in atom kisika. Omogoča sevanje ultravijoličnih žarkov na površje Zemlje. S tem škoduje ljudem, živalim, rastlinam in drugim organizmom. Ozon v zgornjem delu atmosfere odbija ultravijolične žarke, ki povzročajo kožnega raka. Največja je nad Antarktiko.

Pojem ozonska luknja je prišel v veljavo šele v osemdesetih letih dvajsetega stoletja, ko so znanstveniki prvič opozorili na porajajočo tegobo. Poprej tega pojma in z njim povezanega pojava sploh niso poznali, saj je bilo dejavnikov, ki povzročajo propad ozona, veliko manj.

Z večanjem števila prebivalstva in števila tovarn ter s porastom industrializacije je postajal problem ozonske luknje čedalje opaznejši. Sprva so bile posledice majhne, v devetdesetih letih pa se je začela luknja močno večati, kar je povzročilo vedno večjo zaskrbljenost med znanstveniki ter nasploh med širšo javnostjo.

Začasno pomiritev je pomenila ugotovitev, da se lahko ozonska luknja sama obnavlja. Vendar se je izkazalo, da obnavljanje ozonske plasti ne dohaja njenega propadanja. Po svetu zdaj potekajo številne akcije, ki se zavzemajo za okolje ter širijo ozaveščenost med prebivalstvom.

## **2.4 Thomas Midgley**

Doktor Thomas Midgley se je rodil 18. 5. 1889 v Pensilvaniji, umrl pa 2. 11. 1944. Bil je strojni inženir in kemik.

Med kemiki je bil Midgley zelo cenjen. Leta 1944 je celo postal predsednik in voditelj Ameriške kemijske družbe ( American Chemical Society ).

Dve njegovi največji iznajdbi sta:

1. Uporaba svinca v bencinu
2. Uporaba CFC plinov v hladilnih napravah

Obe iznajdbi sta sedaj prepovedani, saj so znanstveniki ugotovili, da sta nevarni za okolje.

Kar ironično je, da ga je ubil eden izmed njegovih lastnih poizkusov. Ker so Midgleyu proti koncu njegovega življenja že pešale noge, se je odločil, da bo izumil sistem z vrvicami, ki bi mu naj pomagal pri lažjem vstajanju s postelje. Ta izum se je izneveril, saj se je zapletel med vrvice in se zadavil.

## **2.5 Dunajska konvencija**

Ko so ugotovili, da CFC plini škodujejo okolju, so sklenili, da bodo te pline prepovedali. 16. 9. 1987 so v Montrealu sprejeli protokol v okviru Dunajske konvencije o zaščiti ozonske plasti. Z Dunajsko konvencijo o zaščiti ozonske plasti so se države podpisnice, med katerimi je tudi Slovenija, zavezale za prenehanje uporabe ozonu škodljivih snovi, med katerimi so tudi CFC.

Dunajska konvencija in Montrealski protokol spadata med najbolj široko priznane večstranske okoljske dogovore in sta zgovoren dokaz, da mednarodna skupnost lahko doseže soglasje in učinkovito ukrepa na osnovi znanstvenih spoznanj.



Konvencija določa okvir znanstvenega in tehničnega sodelovanja za nadzor ozonske plasti, medtem ko protokol ureja nadzor nad proizvodnjo, uporabo in trgovanjem s snovmi, ki tanjšajo ozonsko plast.

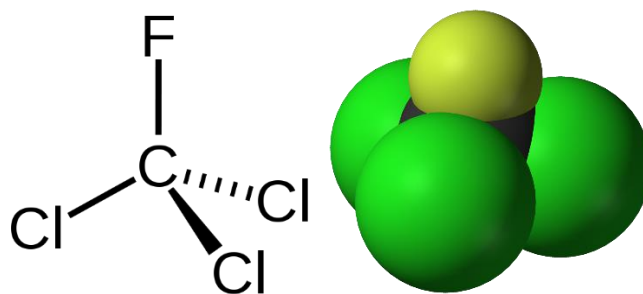
Koncentracija snovi, ki tanjšajo ozonski plašč, je dosegla vrh v letih 1992 - 1994, tako v troposferi kot tudi v stratosferi. Čeprav imajo CFC plini dolgo življenjsko dobo, je že opaziti prva vidna znamenja, da se ozonska plast obnavlja. Znanstvene ocene o stanju ozonske plasti iz leta 2006 predvidevajo, da si bo ozonski plašč nad sredino Zemlje opomogel do leta 2050, nad Arktiko pa do leta 2065.

Slovenija je podpisnica Montrealskega protokola kot tudi vseh štirih njegovih dopolnil. V naši državi ne proizvajamo snovi, ki tanjšajo ozonsko plast.

## 2.6 CFC-11

Triklorofluorometan - poznan tudi pod imenom Freon-11, CFC-11 ali R-11 spada med CFC pline. Je brezbarven, skoraj brez vonja in ima vrelišče že pri sobni temperaturi.

Bil je prvi široko uporabljen hladilni plin. Zaradi svoje visoke točke uparjanja (napram ostalim hladilnim plinom), se lahko uporablja v sistemih z nizkim delovnim tlakom in je s tem manj zahteven pri strojnem projektiranju glede na ostale pline z višjim delovnim tlakom, kot sta na primer CFC-12 in CFC-22.

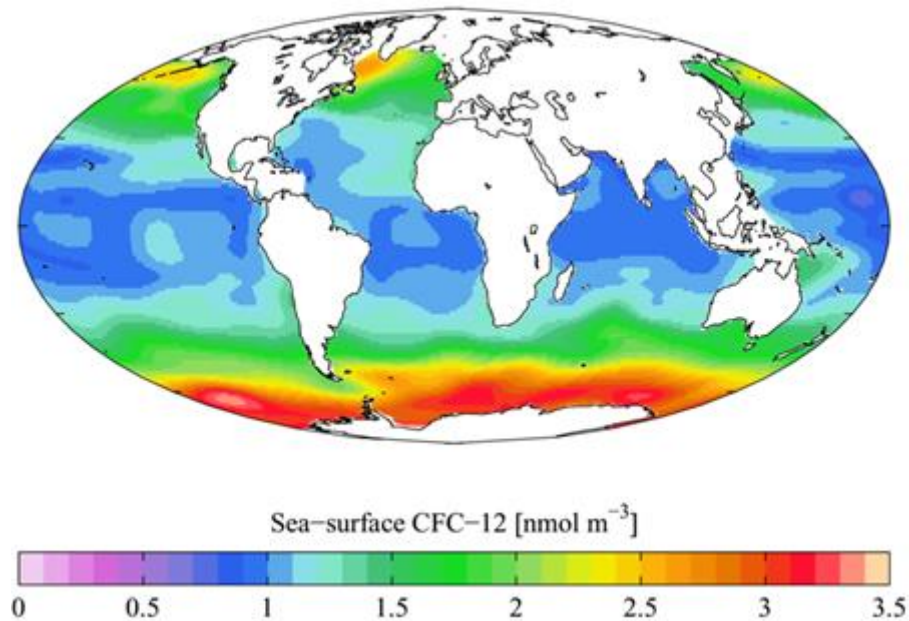


Slika 1: Strukturna formula in prostorsko zapolnjeni model molekule plina CFC 11

Zaradi visoke koncentracije klora in enostavnostjo razcepa atomov iz molekule pri izpostavljenosti UV svetlobi je CFC-11 definiran kot najbolj ozonu škodljiv plin med vsemi hladilnimi plini.

## 2.7 CFC-12

Diklorodifluorometan - poznan tudi pod imenom Freon-12, CFC 12 ali R-12. Je brezbarven. Uporabljali so ga v hladilnih napravah in kot potisni plin. Leta 1987, na Dunajski konvenciji so ga prepovedali.



Slika 2: Koncentracija CFC-12 na morski površini leta 1990

## 2.8 Imenovanje

Imenovanje oziroma označevanje CFC molekul poteka po že starem celoštevilskem sistemu s črkami i, j in k. Če sta dana samo dva podatka, tretjega obravnavamo z ničlo.

i= število ogljikovih atomov - 1

j= število vodikovih atom + 1

k= število fluorovih atomov

Število klorovih atomov se izračuna po formuli:

$$Cl = 2(C+1) - H - F$$

kjer velja: C= ogljik, H= hidrogen, F= fluor

PRIMER: CFCl<sub>3</sub>

Formula: CFCl<sub>3</sub>

$$i = 1 - 1 = 0$$

$$j = 0 + 1 = 1$$

$$k = 1$$

CFC<sub>i</sub>-i 0/ j1/ k1

Računanje molekul:  $C = i + 1 = 1$

$$H = j - 1 = 0 \quad F = k = 1$$

$$Cl = 2(1+1) - 0 - 1 = 4 - 0 - 1 = 3$$

## 2.9 Klorofluorogljiki in ozon

Medtem ko so plini praktično neškodljivi za ljudi, saj imajo vrelišče pod sobno temperaturo, sta Sherwood Rowland in Mario Molina v letu 1974 dokazala, da so CFC plini velik vir anorganskega klora, ki aktivno uničuje ozon.

Ozon je triatomski, visokoreaktiven plin sestavljen iz treh atomov kisika. Kot zaščitni plašč deluje v stratosferi med višinami 10 in 50 km, na nadmorski višini 25 km pa je najbolj učinkovit, saj tam filtrira prihajajoče UV-B žarke, z valovnimi dolžinami od 280 do 315 nm, in s tem ščiti žive organizme na Zemlji.

Količina ozona v stratosferi je odvisna od dveh dejavnikov oz procesov: ta, ki ozon dela in ta, ki ga uničuje.

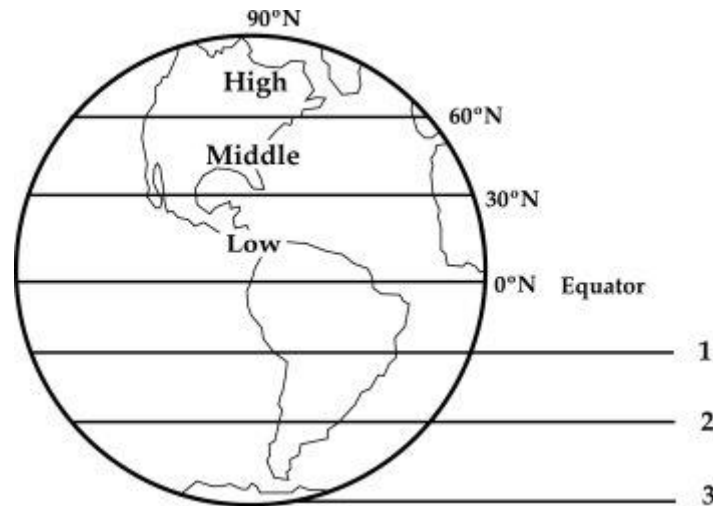
Ozon je oblikovan v večstopenjskem kemičnem procesu v atmosferi, kjer se zaradi ultravijolične svetlobe molekula kisika O<sub>2</sub> razgradi. V troposferi se atomi kisika v kemičnih reakcijah ponovno povežejo- tokrat v skupine po tri.

CFC-11 - triklorofluorometan (CCl<sub>3</sub>F) se izpostavljeni sončnemu sevanju razgradijo na diklorofluorometan (CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>) in en atom klora. Ta se obnaša kot katalizator za dekompozicijo ozona. Iz molekule ozona (O<sub>3</sub>) in klora (Cl) torej nastane nova snov- ClO, klorov monoksid. Novonastala molekula reagira zlasti z atomom kisika in se reformira nazaj v Cl atom.

Molekula CFC v atmosferi ima od 5.000 do 10.000 krat učinkovitejši efekt na ozon kot molekula ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>).

Na problem uničenja ozona so prvi začeli opozarjati Joe Farman, Brian Gardiner in Jonathan Shanklin leta 1985. Britanska Antarktična raziskava je odkrila območje atmosfere nad Antarktiko kjer je med južno pomladjo izginilo okoli pol ozona, kot ga je bilo pred njo.

Občutno zmanjšanje količine ozona za 5% se je poznalo tudi v koloni ozona –količina nad 1 m<sup>3</sup> kjerkoli na Zemljinem površju- v srednjem zemljepisnem pasu na severni in južni polobli. (glej: slika 3)



Slika 3: Latitude zone na Zemlji

Največji problem pri uničenju ozona je, da imajo CFC plini izjemno daljšo življenjsko dobo kot drugi škodljivi plini.

CFC-11 lahko v stratosferi uničujejo ozon od 57 do 105 let, medtem ko je življenjska doba plinov CFC-12 od 67 do 333 let.

## 3 PREPOZNAVANJE KLOOROULOOROOLJIKOV

### 3.1 Interferometrija

Interferometrija je družina tehnik v kateri se valovanje, po navadi elektromagnetno, položi eno na drugo za pridobivanje informacij o valovanju.

Interferometrija je pomembna raziskovalna tehnika na področju astronomije, optike (elektrooptike), tehniške in optične metrologije, oceanografije, spektroskopije, mehanike, fizike in zaznavanja na daljavo.

Z interferometričnimi meritvami se lahko najbolj točno merijo razdalje. (z interferometrom so leta 1960 definirali meter )

### 3.2 Michelson interferometer

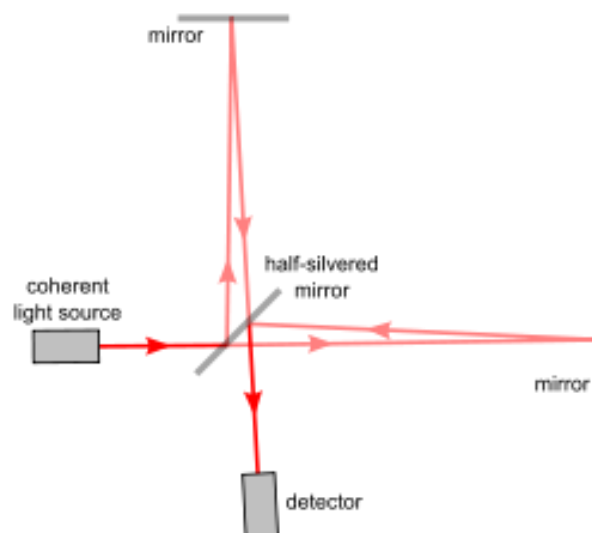
Michelsonov interferometer je izumil Albert Abraham Michelson.

Albert Abraham Michelson, rojen 19. 12. 1952 je bil nemško - ameriški fizik. Leta 1881 je sam sestavil interferometer.

Interferometer je optična naprava sestavljena iz optičnih elementov, ki omogočajo interferenco.

Interferenca je pojav, ki nastane z združevanjem dveh ali več valovanj enake frekvence

Interferometre uporabljamo v znanosti in industriji za merjenje majhnih premikov, sprememb lomnega količnika in nepravilnosti na površinah.



Slika 4: optična pot svetlobe skozi Michelsonov interferometer

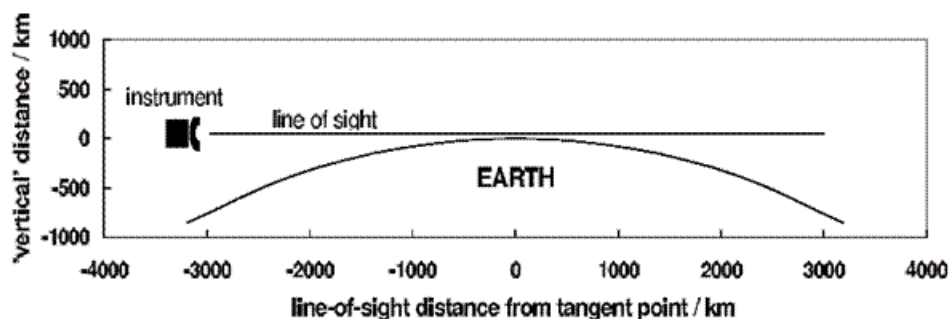
V analitični znanosti se uporabljajo za analizo svetlobe, ki vsebuje značilnosti absorpcije ali emisije, povezane s snovjo ali mešanico.

Astronomski interferometri so sestavljeni iz dveh ali več teleskopov, ki združujejo svoje signale, in omogočajo ločljivost.

### 3.3 Valovne dolžine klorofluoroogljikovodikov CFC-11 in CFC-12

Da bi lahko prepoznali količine in lokacije velikih količin CFC plinov, bi morali upoštevati njihov spekter elektromagnetnega valovanja. To je razpon vseh mogočih frekvenc elektromagnetnega valovanja. Spekter je zvezen in neskončen. Valovne dolžine lahko segajo od več tisoč kilometrov do velikosti samega atoma. Zgornja meja velikosti je velikost vesolja samega.

Instrument MIPAS (ESA) je infrardeči spektrometer oblikovan za meritve koncentracij profilov različnih sestavin atmosfere na globalni ravni. Kot del Environmental Satellite (ENVISAT (ESA)) je bil izstreljen v sinhrono sončno polarno orbito 1.3.2002. MIPAS je bil upravljan od marca julija 2002 do marca 2004 s polno spektralno resolucijsko specifikacijo  $0,05\text{cm}^{-1}$  z maksimalno optično razdaljno razliko 20cm. Po nesreči z enim od interferometričnih objektim steklom, se je od januarja 2005 spektralna resolucijska specifikacija zvišala na  $0,121\text{cm}^{-1}$  z optično razdaljno razliko 8cm. je bil obrnjen v smeri tangente na zemljino površje (glej: slika 5)



Slika 5: Geometrija delovanja

Višina (najkrajša razdalja med linijo pogleda (Line of sight) in površjem Zemlje) na katerih so izvedli meritve se je spreminjala od 4km do 120km. Zaradi tega, ker se CFC plini nahajajo le visoko v troposferi in le do polovice višine stratosfere, so za detekcijo le-teh plinov uporabili višino do 35km.

Podani sta bili dve valovni števili pri katerih so določali plina CFC-11 in CFC-12. Preračun valovnih števil v valovno dolžino:

$$850\text{cm}^{-1} \longrightarrow 11.7647\mu\text{m}$$

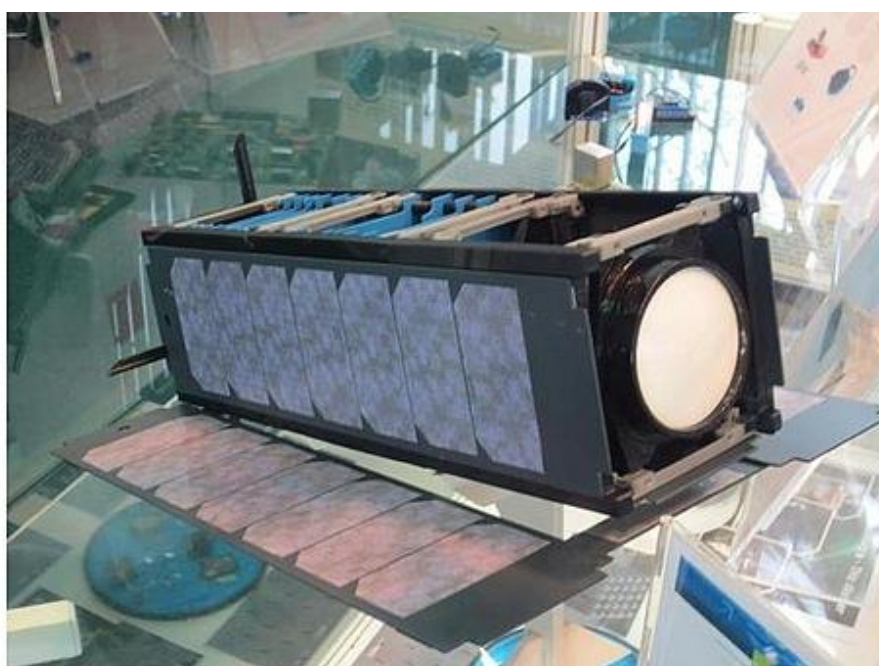
$$922\text{cm}^{-1} \longrightarrow 10.84598\mu\text{m}$$

## 4 NANO SATELIT

V sodelovanju s SkyLabs d.o.o. iz Maribora

### 4.1 Opis projekta

NANOimager satelit je sestavljen iz posameznih delov, katerih vsak pripomore k določeni funkciji, ki jo bo satelit, ko bo izstreljen v zadnjem kvartalu (trimesečju) leta 2017, opravljal. Tehta 4 kg in je velik približno 10x10x30 cm.



Slika 6: NANOimager satelit



Slika 7: Sestavni deli satelita NANOimager



#### 4.1.1 PicoSky™ Development Board IGLOO2 / SmartFusion2

PicoSky™ Development Board IGLOO2 / SmartFusion2 temelji na Microsemi IGLOO2 ali SmartFusion2 FPGA, ki zagotavlja več sredstev v napravah z nizko gostoto, z najmanjšo porabo energije. Različica SmartFusion2 dodaja visoko zmogljivost ARM Cortex-M3 procesor, ki lahko prinesejo do 1,25 DMIPS / MHz.



Slika 8: Matična plošča PicoSky™ SmartFusion2

#### 4.1.2 PicoSky™ Development Board ProASIC3

PicoSky™ Development Board ProASIC3 v celoti izkorišča značilnosti Microsemi ProASIC3e® FPGA. Ta vključuje vrsto različnih pomnilniških tehnologij, ki omogočajo vsestranski razvoj jedra IP in testiranje. Sprejeti so bili pogoji, da bi zagotovili interoperabilnost ekosistema.



Slika 9: Matična plošča PicoSky™ ProASIC3



### 4.1.3 NANOeps

NANOeps (slika 10) je celovit Electrical Power System (EPS), ki temelji na več tehnologij za učinkovitejše zmogljivosti zaračunavanja, ki v kombinaciji z integrirano politiko FDIR na treh ravneh zagotavljajo zanesljivo delovanje. Ta vključuje Analogni Maximum Power Point Tracking algoritem z zanesljivostjo, odlično zmogljivostjo v okviru dinamičnih pogojev in visokim izkoristkom, in vrhunska uravnoveženja analogne baterijske enote, ki bateriji podaljša življenjsko dobo.



Slika 10: NANOeps z akumulatorjem

### 4.1.4 NANOobc

NANOobc (slika 11) potovalni računalnik ima toleranco, ki z zasnovo zagotavlja izjemno zanesljivost. NANOobc je v celoti skladen z majhnim PicoSkyFT™ soft-core procesorjem, ki povečuje zanesljivost delovanja in prinaša skoraj 1 MIPS / MHz.



Slika 11: Matična plošča NANOobc

#### 4.1.5 NANOLink

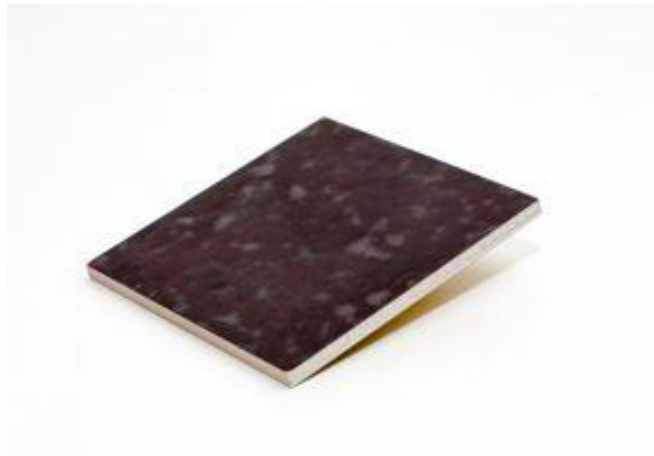
NANOLink (slika 12) oddajnik je namenjen za sprejem in prenos visoke hitrosti prenosa podatkov na velike razdalje. NANOLink ima v orbiti programsko Software Defined Radio (SDR) arhitekturo, ki omogoča vključitev različnih sistemov modulacije.



Slika 12: NANOLink oddajnik

#### 4.1.6 S-band antena

NANOLink (slika 13) v kombinaciji z novo zasnovani zelo kompaktno S-band anteno zagotavlja storitev za komunikacijo iz vesolja z merami visokih podatkov, ki jih bo satelit izmeril.



Slika 13: S-band antena

#### 4.1.7 NANOcomm

NANOcomm (slika 14) s svojo polno-duplex arhitektura NANOcomm izvaja hitrosti prenosa podatkov do 32,8 kbps, različnih sistemov modulacije in je sposoben oddajati do 2 W izhodne moči. Bil je zasnovan tako, da porablja malo energije v načinu, ki ga prejme.



Slika 14: Komunikacijski podsistem NANOcomm



Slika 15: Primerjava orbit različnih satelitov

## 4.2 Začetek projekta

Faza A projekta predstavlja študij, kateri se je začel v letu 2015. Faza B, laboratorijski protitip, se je nadaljevala v letu 2016. Trenutno so SkyLabs d.o.o. v fazi C, katera zahteva izdelovanje inženirskega prototipa, ki je po velikosti enak končnemu izdelku. V fazi D si bodo sledila še testiranja (vibracije, temperature, elektroakustika) in sestava originala (flight modela).

### 4.3 Intervju z dr. Tomažem Rotovnikom o satelitu NANOimager

*1. Ali ima SkyLabs NANOimager satelit infrardeči spektrometer oblikovan za meritve koncentracij profilov različnih sestavin atmosfere na globalni ravni? Ob pritrdilnem odgovoru, kolikšna je njegova spektralna resolucijska specifikacija?*

NANOimager ni namenjen za meritve atmosfere – za to je potreben dosti bolj natančen instrument – interferometer, ki ima resolucijo merjeno v rangi 0.5/1nm. NANOimager ima resolucijo > 20nm in kot tak ni sposoben zaznave posameznih “plinov”.

*2. Kako dolgo je izdelava SkyLabs NANOimager satelita že v poteku? Če lahko, bi prosili, da nama na kratko obrazložite ta potek.*

Projekt sega v leto 2015. V letu 2015 smo izvedlo fazo A (študija), nato je v letu 2016 sledila faza B (laboratorijski prototip). Trenutno smo v fazi C (inženirski prototip – po velikosti že enak končnemu produktu). V fazi D si bodo sledila še testiranja (vibracije, temperature, elektroakustika) in sestava originala (flight modela).

*3. Kdaj je v načrtu izstrelitev SkyLabs NANOimager satelita v orbito?*

Zadnji kvartal 2017.

*4. Kje ima SkyLabs NANOimager satelit namen krožiti (oddaljenost od Zemlje)?*

ESA je sprejela določila, ki omejujejo max. dobo “bivanja” satelitov brez pogona v nizki zemljini orbiti (LEO). Ta doba je omejena na 25 let. To pomeni da vsi sateliti, ki nimajo pogona z vsako zaključeno orbito (en obhod okoli Zemlje) počasi (zaradi privlaka Zemlje) izgubljajo višino. To nižanje se vrši nekje do višine 200km, ko se pričnejo zaradi Zemljine atmosfere izredno hitro segrevati (krožna hitrost je par km/s, Temperatura pa naraste na par 1000°C) in postopoma izgorevati. Za TRISAT satelit je ocenjena maksimalna orbita 620km. Realno se pričakuje utirjenje na višino med 400 - 450 km kjer je ocenjena življenjska doba vsaj 3 leta.

## 5 ANALIZA HIPOTEZ

### Hipoteza 1

- CFC plini so za okolje škodljivi - POTRJENO

Razlaga: CFC plini zaradi kemičnih reakcij aktivno in več let uničujejo ozon, ki filtrira škodljive UV-B žarke sonca in tako ščiti žive organizme na Zemlji.

### Hipoteza 2

- CFC plini so v stratosferi še zmeraj prisotni - POTRJENO

Razlaga: Čeprav so mnoge okolju škodljive snovi, med njimi tudi CFC pline, na Dunajski konvenciji leta 1987 prepovedali, imajo ti plini povprečno življenjsko dobo več kot 74 let, kar pomeni, da se bodo kljub prepovedi v zraku obdržali še vrsto let.

### Hipoteza 3

- Koncentracije CFC plinov lahko opazujemo s sateliti - DELNO POTRJENO

Razlaga: Koncentracije CFC plinov lahko opazujemo s sateliti, pod pogojem, da dan satelit vsebuje interferometer.

Satelit z interferometrom lahko opazuje CFC pline iz svoje določene pozicije v vesolju.

### Hipoteza 4

- Koncentracije CFC plinov bi lahko opazovali s SkyLabs d.o.o. satelitom - ZAVRNJENO

Razlaga: SkyLabs d.o.o. NANO satelit nima interferometra, s katerim bi lahko opazovali koncentracije CFC plinov.

## 6 SKLEP IN UGOTOVITVE

Ugotovitve in rezultati:

- CFC plini bodo zaradi njihove dolge obstojnosti v stratosferi prisotni še kar nekaj časa. Nad sredino Zemlje bi naj ostali do leta 2050, nad Antarktiko (tam je ozonska luknja največja), pa do leta 2065.
- Ugotovili sva, da koncentracije CFC plinov z NANOimager satelitom ne bi mogli meriti zato, ker ne vsebuje interferometra. Namreč koncentracije CFC plinov preverjamo oz. merimo z interferometri.
- Ugotovili sva tudi, da se večina učencev naše šole zaveda problema ozonske luknje in njene nevarnosti in da se proti obolenju znajo tudi primerno zaščititi.

## **7 DRUŽBENA ODGOVORNOST**

Naloga opozarja na okoljske probleme, na njihovo resnost in nevarnost. Obrazloži nevarnost ozonske luknje, razloži kaj jo povzroča in kako jo zmanjšamo. Opozarja na velik problem, katerega bi se morali ljudje kot družba zavedati in glede njega tudi ukrepati. Z raziskovanjem sva tudi sami odkrili veliko novih in zanimivih informacij. Poskrbeli sva tudi za to, da sva učencem naše šole to problematiko predstavili in jih poučili o nevarnosti CFC plinov in ozonske luknje. Seznanili sva jih tudi s tem, kakšne negativne posledice lahko ima ozonska luknja na organizme. Predstavili sva jim tudi načine, s katerimi se lahko zaščitijo pred UV žarki in posledičnim obolenjem.

## 8 VIRI

### 8.1 Viri literature

- Houghton, John Theodore: Global Warming: The Complete Briefing
- European Space Agency: European Space Technology Maste Plan 11<sup>th</sup> Edition (2014)
- [http://www.atmos.umd.edu/~rjs/class/spr2013/supplemental\\_readings/Naming\\_Convention\\_for\\_CFCs\\_Halons.pdf](http://www.atmos.umd.edu/~rjs/class/spr2013/supplemental_readings/Naming_Convention_for_CFCs_Halons.pdf) (obiskano 25. 10. 2016)
- [http://www.kcvs.ca/site/projects/JS\\_files/CFC/CFC.html](http://www.kcvs.ca/site/projects/JS_files/CFC/CFC.html) (obiskano 30. 10. 2016)
- <http://www.atmos-chem-phys.net/12/11857/2012/acp-12-11857-2012.pdf> (obiskano 2. 1. 2016)
- [http://irina.eas.gatech.edu/EAS8803\\_Fall2009/Lec6.pdf](http://irina.eas.gatech.edu/EAS8803_Fall2009/Lec6.pdf) (obiskano 2. 11. 2016)
- [www.esrl.noaa.gov/](http://www.esrl.noaa.gov/) (obiskano 5. 11. 2016)
- <http://www.skylabs.si/wp/#products> (obiskano 7. 11. 2016)
- <http://www.ldeo.columbia.edu/~martins/isohydro/cfcs.html> (obiskano 7. 17. 2016)

### 8.2 Viri slik

Slika 1: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Triklorofluorometan> (obiskano 25. 10. 2016)

Slika 2: [https://en.wikipedia.org/wiki/Dichlorodifluoromethane#/media/File:GLODAP\\_sea-surf\\_CFC12\\_AYool.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Dichlorodifluoromethane#/media/File:GLODAP_sea-surf_CFC12_AYool.png) (obiskano 28. 10. 2016)

Slika 3: <http://www.worldmapsonline.com/LESSON-PLANS/6-latitude-zones-globe-lesson-10.htm> (obiskano 28. 10. 2016)

Slika 4: [https://en.wikipedia.org/wiki/Michelson\\_interferometer#/media/File:Michelson\\_interferometer\\_with\\_labels.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Michelson_interferometer#/media/File:Michelson_interferometer_with_labels.svg) (obiskano 30. 10. 2016)

Slika 5: <https://microwave.osu.edu/microwave-like-instruments> (obiskano 30. 10. 2016)

Slika 6: <https://izvozniki.finance.si/8803038?cctest&> (obiskano 30. 10. 2016)

Slika 7: <http://www.skylabs.si/wp/?portfolio=picosky-development-board-igloo2smartfusion2> (obiskano 7. 11. 2016)

Slika 8: <http://www.skylabs.si/wp/?portfolio=picosky-development-board-igloo2smartfusion2> (obiskano 7. 11. 2016)

Slika 9: <http://www.skylabs.si/wp/?portfolio=picosky-development-board-proasic3> (obiskano 7. 11. 2016)



Slika 10: <http://www.skylabs.si/wp/?portfolio=nanoeps-with-30wh-battery-pack> (obiskano 7. 11. 2016)

Slika 11: <http://www.skylabs.si/wp/?portfolio=nanoobc-bundle-with-gnss-receiver> (obiskano 7. 11. 2016)

Slika 12: <http://www.skylabs.si/wp/?portfolio=nanolink-s-band-communication-subsystem> (obiskano 7. 11. 2016)

Slika 13: <http://www.skylabs.si/wp/?portfolio=high-performance-s-band-patch-antenna> (obiskano 7. 11. 2016)

Slika 14: <http://www.skylabs.si/wp/?portfolio=nanocomm-tmtc-communication-subsystem> (obiskano 7. 11. 2016)

Slika 15: [https://en.wikipedia.org/wiki/Low\\_Earth\\_orbit#/media/File:Comparison\\_satellite\\_navigation\\_orbits.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Low_Earth_orbit#/media/File:Comparison_satellite_navigation_orbits.svg) (obiskano 9. 11. 2016)

## 9 PRILOGA

### 9.1 Intervju

Pozdravljeni!

Sva učenki 9. razreda in v preteklih tednih sva od vas prejeli veliko uporabnih informacij za najino raziskovalno nalogo o opazovanju koncentracij CFC-11 in CFC-12 plinov z vašim SkyLabs NANOimager satelitom. Vljudno bi Vas prosili, da nam odgovorite na nekaj vprašanj, ki bi pripomogla k nastanku dokončnega izdelka.

1. Ali ima SkyLabs NANOimager satelit infrardeči spektrometer oblikovan za meritve koncentracij profilov različnih sestavin atmosfere na globalni ravni? Ob pritrdilnem odgovoru, kolikšna je njegova spektralna resolucijska specifikacija?
2. Kako dolgo je izdelava SkyLabs NANOimager satelita že v poteku? Če lahko, bi prosili, da nama na kratko obrazložite ta potek.
3. Kdaj je v načrtu izstrelitev SkyLabs NANOimager satelita v orbito?
4. Kje ima SkyLabs NANOimager satelit namen krožiti (oddaljenost od Zemlje)?

Veseli sva, da lahko raziskujemo z Vašo pomočjo, in se zahvaljujemo za vaše uporabne odgovore že v naprej!

S spoštovanjem.