

Zápis ze schůze ČNKA konané 31. 1. 2022 od 10.00 online přes systém Zoom

Přítomni: J. Palouš (předseda), M. Švanda (tajemník), M. Bárta, J. Borovička, S. Ehlerová, J. Grygar, P. Hadrava, V. Karas, J. Kovář, O. Pejcha, M. Prouza

Omluveni: D. Vokrouhlický, Z. Mikulášek (místopředseda)

Hosté: Jiří Kubát (na bod III), P. Heinzl (zvaný zástupce ČAS)

Program jednání:

I. Zahájení, kontrola zápisu z minulé schůze;

II. Výroční zpráva;

III. Informace o výsledku hlasování Rady ředitelů A&A;

IV. Schvalování přihlášek nových členů IAU;

V. Dopis předsedovi vlády ČR ohledně pravidel na oběžné dráze;

VI. Vyjádření k textu připravovaného textu IAU o ochraně tmavé a klidné oblohy v rámci COPUOS;

VII. Doporučení ohledně očekávané výše příjmu doktorských studentů;

VIII. Informace ze setkání složek ČAS;

IX. Oslava 100 let ČR v IAU - společná konference ČNKA a ČAS;

X. Různé.

I. Schůzi zahájil předseda ČNKA J. Palouš v 10.00 přivítáním přítomných. Z důvodu obtížné pandemické situace se schůze konala online přes systém Zoom. J. Palouš následně konstatoval, že je přítomno 11 z 13 členů ČNKA a komitét je tedy usnášeníschopný. Prvním bodem programu byla kontrola zápisu z minulé schůze. Zápis byl schválen bez připomínek.

II. Výroční zpráva byla také schválena bez připomínek. Před jejím odevzdáním měli všichni členové ČNKA k návrhu zprávy přístup skrz sdílený online dokument, mnozí zprávu editovali a připomínkovali přímo prostřednictvím tohoto online nástroje.

III. Dne 29. 9. 2021 emailem J. Kubát informoval, že Rada ředitelů A&A schválila přechod časopisu Astronomy & Astrophysics do otevřeného přístupu v modelu Subscribe 2 Open (S2O). Pro bylo 24 zástupců, proti 2 (Argentina, Řecko), 2 se zdrželi (Česká republika, Bulharsko). J. Kubát v písemné zprávě ČNKA informoval, že i někteří zástupci, kteří hlasovali pro model S2O, vyjadřovali podobné obavy jako členové ČNKA během rozpravy k tomuto bodu (viz zápis ze schůze z 14. 9. 2021).

Během jednání host J. Kubát dodal, že Astronomy&Astrophysics uveřejnilo na konci roku 2021 press release, že časopis přejde do režimu Open Access s modelem S2O a poprvé k tomu dojde v roce 2022. J. Kubát uvedl, že se pídil po realizaci této skutečnosti v rámci Rady ředitelů, neboť od ledna 2022 tato plánovaná změna zjevně nenastala. Z následné diskuse v rámci Rady ředitelů vyplynulo, že již v červnu 2021 byl v jednom z dokumentů skryt časový plán. Z něho vyplývá, že rozhodnutí, zda se časopis stane na rok periodikem s otevřeným přístupem, padne vždy v únoru a to podle výše vybraného předplatného. Bude-li jeho výše dostatečná, časopis bude následující rok vycházet v režimu open access.

R. Svašková z knihovny ASU v předstihu zaslala shrnutí současné situace z pohledu knihovny ASU. Uvádí, že ASU uhradil na rok 2022 jak předplatné (zpřístupňující A&A pro pracovníky ASU) tak členský příspěvek. Tento příspěvek byl rozúčtován mezi partnery podle klíče odhlasovaného ČNKA. R. Svašková dále uvádí, že společně s Ústřední knihovnou Univerzity Karlovy a Ústřední

knihovnou Masarykovy univerzity sestavila konzorcium, v rámci něhož bude s Národní technickou knihovnou jednat o open source modelu pro A&A v rámci projektu Czech Elib, a to i přesto, že A&A zcela nesplňuje klíčová kritéria pro přijetí do projektu. M. Prouza v návazné diskusi přislíbil zapojení FZU do konzorcia.

IV. Na základě výzvy J. Palouše přišlo pět přihlášek vědeckých pracovníků o členství v IAU pod českou vlajkou. Konkrétně jde o Petera Boormana (ASU), Tomáše Henycha (ASU), Daniela Kynocha (ASU), Anu Müller (FZU) a Alenu Zemanovou (ASU). Přihlášky všech kandidátů byly schváleny. V případech P. Boormana, D. Kynocha a A. Müller proběhla diskuse, zda mohou tito kandidáti kandidovat na individuální členství, přestože od završení jejich Ph.D. uplynulo méně než tři roky. S. Ehlerová, bývalá členka Membership Committee, k tomuto uvedla, že pokud Membership Committee posoudí, že jde o jinak kvalitního kandidáta, u něhož však doba od obdržení Ph.D. uplynula teprve nedávno, může Membership Committee přistoupit k přeřazení tohoto kandidáta do kategorie juniorských členů.

V. J. Palouš a P. Heinzl seznámili přítomné členy ČNKA s dopisem odeslaným premiérovi P. Fialovi, ministru zahraničí J. Lipavskému a ministryni pro vědu, výzkum a inovace H. Langšádlové a podepsaným P. Heinzelem, J. Paloušem a J. Grygarem. Dopis je inspirován rezolucí přijatou během sjezdu ČAS, která tímto přijala stanovisko k narůstajícímu ruchu na oběžné dráze Země zejména v souvislosti se satelity Starlink. ČAS a ČNKA vyzývají vládu ČR, aby se v této věci zapojila do mezinárodního úsilí. J. Palouš s P. Heinzelem dodali, že s odesláním dopisu se čekalo na programové prohlášení vlády, v němž je koordinace mezi evropskými státy jedním z důležitých bodů. V rámci dopisu premiérovi ČAS a ČNKA navrhuje, že by se tato problematika mohla stát jedním z témat během půlročního předsednictví České republiky EU, které začíná 1. 7. 2022.

J. Palouš dodal, že minulý týden byla IAU zorganizována další diskuse k tomuto tématu, během níž se k problematice vyjadřovali zástupci různých vlád, silný mandát měla např. Slovenská republika. Dokument „Working Paper on the protection of Dark and Quiet Skies for Science and Society“ je přiložen. Heinzl doplnil, že s podobnou iniciativou se přihlásila též EAS, která vyzvala k tlaku na národní vlády. Dopis určený premiérovi byl v návaznosti na tuto výzvu přeložen do angličtiny a na vědomí odeslán na adresu prof. Rogera Daviese (EAS) a také prof. Piero Benvenuti (IAU). P. Heinzl dále upozorňuje, že ze strany vlády zůstal prozatím dopis bez reakce. V nastalé diskusi někteří přítomní vyjádřili názor, že by o dopisu premiérovi měly být informovány i další osoby, jmenovitě ředitel Odboru kosmických záležitostí Ministerstva dopravy Václav Kobera, zástupce ČR při jednání COPUOS V. Nesládek (Ministerstvo dopravy) a ředitel Odboru výzkumu a vývoje na Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy Lukáš Levák. Palouš navrhuje odeslání kopie dopisu včetně stanoviska IAU a materiálu EAS. Odeslání budou koordinovat Palouš a Heinzl.

VI. Palouš informoval, že IAU zakládá Centre for regulation in outer space (**IAU Centre for the Protection of the Dark Sky from Satellite Constellation Interference**), což by mělo představovat stálý orgán, který bude k tématice ochrany oblohy vyjadřovat. S. Ehlerová doplnila, že zatím není známo, kde by se měl tento úřad nacházet, že v loňském roce byla uveřejněna výzva IAU ke vzniku tohoto tělesa. Podle informací S. Ehlerové přišlo na tuto výzvu několik přihlášek, vznik úřadu bude zřejmě oznámen brzy. J. Palouš v této souvislosti uvedl, že na národní úrovni vznikla iniciativa k ustanovení Centra Perka+Kopala, jako společného pracoviště UK a AV ČR, které by se zabývalo otázkami kosmického práva. V tuto chvíli jde o návrh vzniku společného pracoviště, hlavním hybatelem je Katedra mezinárodního práva Právnické fakulty UK (konkrétně Miroslav Machoň). Zpočátku by se činnost centra soustřeďovala na archivaci a zpřístupnění fondů Perka a Kopala ve věcech kosmického práva, v budoucnu by ale centrum vstupovalo i do problematiky regulace užívání vnějšího prostoru. P. Hadrava v této souvislosti připomněl osobu Vladimíra Mandla, který potřebu kosmického práva nastínil již ve 20. a 30. letech minulého století extrapolací leteckého

práva. NTM chystá seminář na toto téma. S. Ehlerová dodala, že další významnou osobou stojící za vznikem centra je Tomáš Pavlíček z archivu a Masarykova ústavu AV ČR.

V. Karas se z dalšího jednání z důvodu jiné pracovní schůzky omluvil, nicméně již v předstihu informoval členy ČNKA o iniciativě MŠMT zaměřené k řešení otázky výše stipendií doktorandů.

VII. Ondřej Pejcha si připravil prezentaci, během níž rámcově seznámil přítomné s motivací vzniku rezoluce ohledně příjmů studentů doktorského studia. Shrnul ekvivalentní příjmy doktorandů v cizích zemích přepočtené na kupní sílu. Dále upozornil na nárůst indexu spotřebitelských cen, který významně degraduje reálnou výši příjmu. Zdůraznil, že doktorandi zaujímají v platových tabulkách vždy spodní příčky a jsou tedy tímto postiženi nejvíce. Komentoval návrh usnesení, které je sice právně nezávazné, ale má doporučující formu. Usnesení by mělo napomoci narovnání podmínek studia doktorandů astronomie. Nejzávažnějším tématem diskuse bylo, pro koho je toto usnesení určeno. Převažujícím názorem bylo, že cílovou skupinou jsou školící pracoviště vychovávající doktorandy astronomie. P. Hadrava následně uvedl širší historické souvislosti, podle nichž jsou mladí vědci ve špatné pozici tradičně snad již od dob Rakouska-Uherska. Zdůraznil, že tento problém se netýká jen studentů astronomie, ale že ve stejné pozici jsou všichni studenti. P. Heinzl zdůraznil, že usnesení jistě není určeno grantovým agenturám, neboť ty při přidělování finančních prostředků vycházejí výhradně z grantového návrhu. Dále diskutoval zvyklosti na ASU. Dosavadní praxe na ASU je taková že studenti přijatí do doktorského programu jsou přijímáni do částečného pracovního úvazku (0,25), nebo na tzv. dohodu o pracovní činnosti. Finance jsou hrazeny z instituce nebo z grantu, což je důležité z pohledu finanční udržitelnosti; vyplácení všech studentů přijatých na rozličných školách pouze z instituce by kladlo nadměrné finanční nároky a takový postup není vnímán vstřícně z pohledu Akademie jakožto zřizovatele ústavu. Následně M. Prouza popsal přístup FZU, kdy doktorandi získávají úvazky ve výši 0,4 až 0,6 z institucionálních prostředků potenciálně navýšené z prostředků grantových. J. Kovář poznamenal, že z hlediska SLU je částka navrhovaná pro doktorandy (27000 čistého pro rok 2021) vyšší než obvyklá, v tamních platových tabulkách odpovídá přibližně čisté tarifní mzdě docenta. Dále navázal popisem zvyklostí na SLU. V další diskusi zaznělo několik upřesňujících návrhů.

J. Palouš následně diskusi uzavřel a pověřil O. Pejchu, aby usnesení modifikoval v souladu s proběhlou diskusí. Vhodné by bylo například zohlednit i reálné životní náklady v sídlech jednotlivých školících pracovišť. O usnesení pak bude hlasováno elektronickou formou. Jeho finální podoba pak bude s průvodním dopisem rozeslána dotčeným institucím resp. školícím pracovištím. P. Hadrava navrhl informovat o této iniciativě i širší platformy např. iniciativu Věda žije.

VIII & IX. P. Heinzl shrnul problematiku a pravidla setkání složek ČAS. Shrnul, že tzv. Malé setkání složek, které je výhradně organizační, proběhlo v lednu a z hlediska ČNKA bylo bezproblémové. Letošní Velké setkání se uskuteční v ostravském planetáriu v květnu nebo červnu. V rámci VS bude velký blok (zřejmě ½ dne) věnován 100 let Československa v IAU, což se týká ČNKA velmi úzce. Akce se zúčastní i zástupci Slovenské astronomické společnosti. Součástí bude zřejmě i setkání studentů. Termín zatím není zafixován, v současnosti je preferován začátek června. J. Palouš připomněl, že v roce 2019, 100 let od založení IAU a také 100 let doc. Perka, byla pozvána tehdejší prezidentka IAU Ewine Dishoeck. K letošním oslavám J. Palouš navrhuje pozvat současnou prezidentku IAU Debru Elmegreen. Vhodnými tématy pro přednášky v rámci stoletého výročí ČR v IAU jsou například shrnutí příspěvků Československa do IAU, historická retrospektiva kongresu 1922 a podobně.

X. Vzhledem k tomu, že J. Palouš o iniciativě vzniku Centra Perka a Kopala již informoval v rámci bodu VI., byl tento bod již dopředu vyčerpán.

Schůze byla ukončena v 12.15.

Zapsal: M. Švanda

Ověřil: J. Palouš

Přílohy:

- Dopis premiérovi
- „Working paper IAU“



Česká astronomická společnost

Sekretariát ČAS, Astronomický ústav AV ČR, Fričova 298, 251 65 Ondřejov
tel.: 775 388 400, <http://www.astro.cz>, cas@astro.cz

prof. PhDr. Petr Fiala, Ph.D., LL.M.
předseda vlády

Bc. Jan Lipavský
ministr zahraničních věcí

Mgr. Helena Langšádlová
ministryně pro vědu, výzkum a inovace

V Ondřejově a v Praze 18. ledna 2022

Věc: Podnět k nastavení mezinárodních pravidel pro využívání kosmického prostoru v okolí Země

Vážený pane předsedo vlády, vážený pane ministře, vážená paní ministryně,

Česká astronomická společnost přijala na svém sjezdu usnesení, které vám touto cestou předáváme. Toto stanovisko reprezentuje názor profesionálních i amatérských astronomů ČR. Čekali jsme do doby ustavení vaší nové vlády a jejího programového prohlášení. Mezitím se situace na oběžné dráze kolem Země znovu zkomplikovala především dalšími starty soukromé satelitní sítě Starlink zvyšující riziko možné srážky na oběžné dráze, což mimo jiné vyústilo i ve stížnost Číny u OSN.

Po rozsáhlé diskuzi sjezd České astronomické společnosti přijal tuto rezoluci:

Česká astronomická společnost důrazně upozorňuje na skutečnost, že nekontrolovaný nástup satelitních mega-konstelací negativně zasahuje do práv ostatních uživatelů kosmického prostoru. Jedná se zejména o narušení astronomických měření, finanční ztráty, znehodnocení kulturního dědictví a riziko dalšího vzniku kosmického smetí. Vyzýváme vládu České republiky, aby v mezinárodním měřítku prosadila odpovídající novelizaci kosmického práva.

Nechceme zdržovat delším sdělením a nabízíme v případě potřeby další konzultace, případně formulaci stanoviska pro Výbor pro mírové využití kosmu (COPUOS) v OSN. Naše aktivity také koordinujeme s Mezinárodní astronomickou unií a Evropskou astronomickou společností. Hlas vlády České republiky tak nebude osamělý, ale podpůrný. Dáváme ke zvážení, zda by tato problematika nemohla být jedním z bodů ČR během předsednictví EU v druhé polovině roku 2022. Tak by Česká republika mohla přispět ke koordinaci evropských politik při vytváření regulací pro využívání okolozemského prostoru v celosvětovém měřítku.

Přesně a srozumitelně o tomto problému např. v blogu Evropské jižní observatoře (Česká republika je členským státem od roku 2007) – <https://www.eso.org/public/blog/rescuing-the-stars/>.

Za spolupráci předem děkujeme. S pozdravem a poděkováním za váš čas

prof. RNDr. Petr Heinzel, DrSc. - předseda České astronomické společnosti



prof. RNDr. Jan Palouš, DrSc. - předseda Českého národního komitétu astronomického



RNDr. Jiří Grygar, CSc. - čestný předseda České astronomické společnosti





**Committee on the Peaceful
Uses of Outer Space**

**Working Paper on the protection of Dark and Quiet Skies for
Science and Society**

Presented by

I. Introduction

1. During the past six decades the science of astronomy has benefitted from a tremendous boost associated with the peaceful use of outer space. Tens of scientific satellites gave access to the entire range of cosmic electromagnetic signals, from microwaves to the most energetic gamma rays. The new data were used by scientists to build a comprehensive model of the whole universe and of its history, but they also allowed them to describe new high energy phenomena that are well beyond the reach of any current and future terrestrial experimental facilities. Outer space turned out to be an irreplaceable laboratory for the advancement of fundamental physics.
2. However, space astronomy alone would not have achieved those feats without the essential complementary contribution of the large ground astronomical facilities. Only the combination of space and ground data is making possible real progress in our knowledge of physical reality. Likewise, the exploration of solar system bodies, from asteroids to planets, critically depends on the detailed observations from ground- and space-based astronomical facilities. It is therefore in the interest of the entire international scientific community to protect global astronomical observing capabilities from adverse and significantly disruptive and harmful artificial interference.
3. There are three categories of artificial interferences that negatively impact the astronomical observations: i) the urban illumination or ALAN (Artificial Light At Night); ii) the optical/infrared trails of the satellites in low-Earth orbits (LEO); iii) the radio transmission by ground and space emitters, especially from the satellites in low-Earth orbits.
4. Among these, the most recent one is related to the deployment of large numbers of communication satellites in LEO (Low Earth Orbit), an innovative technological feat. Their main purpose is to provide earth-space-earth, low latency communication networking to any inhabited

region of the globe. This offers great promise for connectivity and may be an important piece to the broadband world system.

5. The large constellations of satellites present a new challenge to astronomy due to their numbers, the brightness of these satellites in the sky (due to optical reflections or thermal emission), their ubiquitous location in the sky (compared to satellites in GEO orbits that are confined to a single “belt”), and the proximity (which is a driver for the low latency).
6. All the above mentioned interferences were the main subjects of the Conferences “Dark and Quiet Skies for Science and Society – I and II” (hereinafter Conferences) which were organized by UNOOSA, the Government of Spain and the International Astronomical Union. The report of the 1st Conference, which took place on-line from October 5th to 9th, 2020 is available as <https://www.iau.org/static/publications/dqskies-book-29-12-20.pdf>
7. A summary of the conclusions of the 1st Conference was presented to the 58th STSC Meeting as a Conference Room Paper (A/AC.105/C.1/2021/CRP.17 - Recommendations to Keep Dark and Quiet Skies for Science and Society) by the Delegations of Chile, Ethiopia, Jordan, Slovakia, Spain and by the International Astronomical Union. A related Conference Room Paper (A/AC.105/C.1/2021/CRP.24 - Proposal for a single Issue/Item for discussion at the fifty-ninth session of the Scientific and Technical Subcommittee in 2022 on: “General Exchange of Views regarding Satellite System Effects upon Terrestrial-Based Astronomy”) was presented by the Delegations of Canada, Japan and the United States of America. The 58th STSC, in its Final Report (A/AC.105/1240) encouraged the UNOOSA to engage with all relevant stakeholders, such as IAU and others, on the matter of dark and quiet skies and noted that the 2nd Conference could provide input to a focused discussion on opportunities for international cooperation.
8. The 2nd Conference, which took place on-line from October 3rd to 7th, 2021 analyzed the results of almost two years of investigations on the above mentioned interferences and, in a fruitful discussion with the astronomical community and the space industrial sectors, focused on the implementation of feasible measures that can mitigate the negative impact on Science and Society. The report of the 2nd Conference is available as: [*a link will be provided later*]. This Working Paper is focusing on those measures that fall under the remit of COPUOS.

II. ALAN

9. The interference by ALAN on astronomical observations, that affects both amateur and professional astronomers, has become an acute problem with the advent of the LED (Light Emission Diodes), particularly by those with a high level of blue light. The International Astronomical Union (IAU) has established a recommended maximum tolerable threshold of light pollution for astronomical sites of 10% above natural background levels. Light pollution is growing globally at an estimated rate of 2 to 6 % per year and is reducing darkness everywhere, including at observatory sites where world-class sites risk hitting the 10% threshold in the next decade, and many smaller sites are already impaired. In addition to the impact on astronomy, artificial light at night may have significant biological impacts, to flora and fauna, vertebrates and invertebrates, which requires further study by appropriate experts.
10. ALAN has a serious negative impact on the science of astronomy in general and consequently also on space astronomy. Therefore, the Delegations are encouraged to consider adopting the detailed and

quantitative recommendations contained in the Report of the on-line Conferences, particularly within the range of ground astronomical facilities.

III. Satellite Constellations and Optical/Infrared Astronomy

11. The International Telecommunication Union (ITU) and national regulatory filings indicate that nearly 100,000 satellites could be launched into low Earth orbit (LEO) in the coming decade and several companies have already begun construction and launch of satellite constellations.
12. Notwithstanding the undisputed merit of the communication constellations, the unprecedented large number of satellites that will populate the low Earth orbital shell is creating a new situation which poses several challenges, including to pristine visibility of the night sky and to the science of astronomy.
13. As established by the Conferences “Dark and Quiet Skies for Science and Society – I and II”, large satellite constellations create a challenge for optical/infrared astronomy due to the light interference generated as a result of the reflectivity and thermal factors of the spacecraft. This is a new problem for astronomy due to the large increase in the number of satellites, their ubiquity in the sky, and their proximity to Earth. The visibility and brightness of a satellite during the night depends on the altitude of its orbit (currently ranging from ~350 to ~1200 km) and on their surface reflectivity and attitude with respect to the observer, as well as the orbital configuration of the system. On orbit, a fraction of the satellites is visible by the naked eye (those with magnitude $< 7^{\text{th}}$), but all of them are potentially detectable during orbit raising and lowering and on orbit by highly sensitive telescopes’ detectors where they leave traces of their transit on astronomical images, significantly decreasing the scientific usability of the collected data. Post-processing of the affected images does not prove to be a solution: the brighter trails (magnitude $< 7^{\text{th}}$) may saturate the detectors, making portions of images unusable, while the removal of the fainter trails leaves residual effects that seriously affect important scientific programs, as, e.g., statistical automatic surveys of faint galaxies.
14. The mitigation of the impact can be achieved following two main directions: i) steps astronomers can take by acting on their observational end, ii) steps the satellite industry and regulatory authorities can take by acting on the design and operation of the constellations. The experience gained so far indicates that the most effective results are obtained by a close collaboration between the astronomical community and the industrial actors.
15. Steps astronomers can take to mitigate the impact of the constellations are outlined in the Reports of the Conferences and include, among others, (a) Coordinated observations of individual satellites from multiple sites; (b) Development of algorithms for identifying and masking streaks and predicting satellite passages through specific planned observational pointings; (c) Developing “smart” optical/infrared detectors and radio receiver systems; (d) Software solutions and post data processing; (e) Disseminate information and support the implementation of observational and data processing best practices.
16. The Industry Working Group of the Conferences concluded that satellite operators were more likely to adopt voluntary practices or mitigation tools if they engaged with astronomers early in their project cycle, before spacecraft designs were finalized and when modifications to architectures, spacecraft design or operations could be introduced at less cost or schedule impact. A set of best practice guidelines are summarized in the Conference report in five priority areas: (a) Address the visible brightness of satellites

as seen from the ground; (b) Address the visibility impact on astronomical sciences of large constellations of low earth orbit satellites with altitudes above 600 km, (c) Provide access to high accuracy public data on predicted locations of individual satellites (or ephemerides) to be used by astronomers to avoid the satellites' traces during their observations; (d) Orbit raising and deorbit considerations, minimizing disruptions to astronomical observations from satellites immediately post launch and during de-orbit/reentry phases; (e) Continued collaboration between the astronomical observation and satellite communities. The Industry Working Group also developed a draft action plan which may form the basis of items to be discussed under a single action agenda item.

17. The final impact of a constellation on astronomy depends on the combination of all the above factors, therefore, rather than proposing specific limits on individual factors (e.g. orbit altitude, surface reflectivity, etc.), we suggest that the companies that intend to design, launch and operate a satellite constellation, perform a quantitative study about the foreseen impact of the proposed constellation on astronomy. The recently constituted IAU Centre for the Protection of the Dark and Quiet Skies from Satellite Constellations [Ref.] will produce and disseminate new data and information on the satellite impact from which any stakeholder group will be able to draw. The IAU center, if so requested, could contribute to the study and suggest measures that, if voluntarily adopted in the early phase of the design, may mitigate the impact on astronomy without a substantial increase in the cost, while achieving the goals of the constellation.
18. There are still many unanswered questions and areas needing further study. The impact to optical/infrared astronomy is a multidimensional problem and questions such as the total number of recommended satellites in various orbital configurations has not yet been established. It is recommended that this and other related questions continue to be studied.

IV. Satellite Constellations and Radio Astronomy

19. The management of the radio spectrum is in the work of the Radio Communication Sector of the International Telecommunication Union (ITU-R). The Radio Regulations provides allocations for various services, including radio astronomy under the Radio Astronomy Service (RAS). Indeed radio astronomy has a long history of negotiation activity aimed at protecting frequency bands of astronomical interest from harmful interference generated by artificial radio emissions within the wavelength range of astronomical interest including allocation, identifications, and footnote protections in the Radio Regulations.
20. The situation created by the new large constellations of telecommunication satellites poses new threats to radio astronomy which deserve further study. A number of specific challenges were identified in the report, highlighting how the existing protections are insufficient for the protection of radio astronomy, even within radio quiet zones. The recommendations outlined in the Dark and Quiet Skies reports to protect radio astronomy include: i) satellite designs should have the capacity to avoid direct illumination of radio telescopes and radio quiet zones; ii) the equivalent power flux density of the EMR, including aggregate, out-of-band, harmonic, and spurious emissions should be kept below the limit agreed by the ITU. The report highlights the importance of raising general awareness of the vulnerability of radio astronomy.
21. Beyond the above recommendations for radio astronomy, special attention is required to protect the ground based investigations of the Cosmic

Microwave Background (CMB) whose observing facilities utilize bolometers which are sensitive to any energy within its bandwidth. It is suggested that the CMB community and the satellite operators jointly assess the impact expected from the cumulative microwave emission by the constellations and suggest mitigating strategies.

V. Conclusions

22. The online 2020 Workshop and the 2021 Conference “Dark and Quiet Skies for Science and Society” I and II, organized by UNOOSA, the Government of Spain and the International Astronomical Union, have scientifically and technically assessed the impact that the large satellite constellations in LEO will have on astronomy. They also suggested viable mitigating measures, a current set of best practices guidelines, and an outline of future work to mitigate the negative impact that the constellations may have on astronomical observations.
23. In this Working Paper we presented for the consideration of the COPUOS Delegates a high-level summary of the Conference report, a number of proposals for a rational implementation of mitigation measures and best practices guidelines that may be practicable for implementation by satellite constellations.
24. In particular, we would like to suggest to Delegations to consider and eventually concur with all or part of the following proposed actions:
 - a. Include astronomical research, from ground and space, as an instrumental part of space activities.
 - b. Raise the attention of their respective governmental authorities to the harm created by an uncontrolled expansion of the Artificial Light At Night (ALAN), not only to astronomy but also potentially in other realms.
 - c. Support the adoption of the set of voluntary best practices guidelines for Low Earth Orbit Satellite Constellations and the Astronomical Community that are outlined for both radio and optical/IR astronomy in the Conference Reports.
 - d. Include a temporary STSC Agenda Item on the “Impact of Satellite Constellations on Astronomical Facilities”. The deployment of satellite constellations is in rapid evolution and, consequently, the impact on astronomy will increase, posing new challenges which may require new mitigating strategies. The Agenda Item will offer the adequate forum for Delegations to present and discuss their respective position on the matter, technical updates, and modifications to the current set of Best Practices Guidelines. The Agenda Item could be removed once the situation has reached a satisfactory equilibrium.