SOTECHLAB

LABORATORIUM SPOŁECZNO-TECHNOLOGICZNE

Kosmos i społeczeństwo. Jak technologie kosmiczne wspierają nas na co dzień?

Październik 2023

Katedra Studiów nad Społeczeństwem i Technologią WH AGH

SoTechLab | Październik 2023

Niniejsza publikacja stanowi podsumowanie dyskusji pt. "Kosmos i społeczeństwo. Jak technologie kosmiczne wspierają nas na co dzień?", która odbyła się w formule zdalnej 24 października 2023 r. w ramach Laboratorium Społeczno-Technologicznego (SoTechLab) przy Katedrze Studiów nad Społeczeństwem i Technologią Wydziału Humanistycznego AGH.

Osoby zaproszone do dyskusji:

- Iga Szczęśniak, Earth Observation Project Developer
- Dagmara Stasiowska, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej WEAIiIB-kbib, AGH
- Łukasz Wilczyński, Prezes Europejskiej Fundacji Kosmicznej oraz prezes zarządu firmy Planet Partners
- Prof. dr hab. Tadeusz Uhl, Dyrektor Centrum Technologii Kosmicznych, Kierownik projektu Universeh - Europejski Uniwersytet Kosmiczny dla Ziemi i Ludzkości

Prowadzenie dyskusji:

- Dr Joanna Pyrkosz-Pacyna, KSSiT WH AGH, jpyrkosz@agh.edu.pl
- Katarzyna Cieślak, Szkoła Doktorska AGH, KSSiT WH AGH, SoTechLab, kcieslak@agh.edu.pl

Przygotowanie tekstu broszury:

- Katarzyna Cieślak, Szkoła Doktorska AGH, KSSiT WH AGH, SoTechLab, kcieslak@agh.edu.pl

Działania Laboratorium w latach 2022-2024 są finansowane w ramach programu „Społeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu" Ministerstwa Edukacji i Nauki (SONP/SP/548668/2022).

Więcej informacji o projekcie: https://sotechlab.agh.edu.pl/o-projekcie/

Katedra Studiów nad Społeczeństwem i Technologią WH AGH 2023

https://www.facebook.com/KSSTWHAGH

https://www.youtube.com/@kssitwhagh

https://www.instagram.com/kssitwhagh

Spis treści

02 Kluczowe pojęcia

03 Technologie satelitarne w “ziemskim” użyciu

05 Ziemski ekosystem na Marsie

08 Zrównoważony kosmos z ziemskiej perspektywy

10 Przyszłość sektora kosmicznego - rozwój oparty na współpracy

14 Warto przeczytać

15 Spis literatury

Kluczowe pojęcia

Technologie satelitarne - to dziedzina inżynierii kosmicznej zajmująca się projektowaniem, budową, uruchamianiem i utrzymywaniem sztucznych satelitów na orbicie. Obejmuje ona różne aspekty, takie jak budowa satelitów, systemy komunikacyjne, źródła zasilania, napęd i czujniki, mające na celu umożliwienie działania satelitów w trudnych warunkach kosmicznych. Technologia satelitarna odgrywa kluczową rolę w telekomunikacji, nawigacji i obserwacji Ziemi oraz badaniach naukowych.

Miniaturyzacja technologii - w kontekście eksploracji kosmosu oznacza proces redukcji rozmiarów i zwiększania efektywności urządzeń wykorzystywanych do eksploracji kosmosu.
Do efektów procesu zmniejszania i odciążania możemy zaliczyć m.in. satelity CubeSat, które są kieszonkową formą (sześcian o boku 10 cm) standardowej satelity, ale też mikroprocesory pozwalające na miniaturyzację instrumentów naukowych.

Robotyka planetarna - to dziedzina robotyki zajmująca się projektowaniem, budową i programowaniem urządzeń przeznaczonych do eksploracji planet, księżyców, asteroid, a także innych ciał niebieskich w przestrzeni kosmicznej (np. łaziki, lądowniki, sondy).

Nowy kosmos - to koncepcja nowego podejścia do eksploracji kosmosu przez sektor kosmiczny, która z założenia jest wolna od motywacji politycznych. Powstała w efekcie rozwoju prywatyzacji przestrzeni kosmicznej, miniaturyzacji satelitów i tworzenia nowych usług opartych na danych kosmicznych.

Technologie satelitarne w “ziemskim” użyciu

Technologie satelitarne są wykorzystywane nie tylko w obszarze komunikacji i nawigacji, ale też mają wpływ na nasze bezpieczeństwo oraz monitorują postępujące zmiany klimatyczne. Według danych z czerwca 2023 (UNOSA) mamy 11 330 satelitów orbitujących Ziemię, z czego 6718 jest aktywnych. Krążące nad Ziemią sztuczne satelity można podzielić ze względu na ich funkcje w trzech aspektach: komunikacyjnym, nawigacyjnym i satelity obserwacji Ziemi.

- **Satelity komunikacyjne** - stanowią podstawę globalnych systemów komunikacyjnych. Dzięki nim jest możliwa transmisja danych do prowadzenia rozmów telefonicznych, czy dostęp do Internetu. Pełnią rolę "przekaźników" w przestrzeni kosmicznej, umożliwiając szybką i efektywną wymianę informacji na dużych obszarach. Satelity komunikacyjne zazwyczaj znajdują się na orbicie geostacjonarnej (GEO) lub niskiej orbicie okołorównikowej (LEO).
- **Satelity nawigacyjne** - to satelity odpowiedzialne za zapewnianie precyzyjnej nawigacji i pozycjonowania na Ziemi. Satelity nawigacyjne bywają częścią globalnych systemów nawigacyjnych takich jak amerykański system GPS (Global Positioning System), rosyjski system Glonass, europejski system Galileo czy chiński system Beidou. Odgrywają kluczową rolę w bezpieczeństwie i obronie, kontroli lotów, nawigacji samochodów i statków.

- **Satelity obserwacyjne** - pomagają obserwować zmiany na powierzchni Ziemi, z bardzo dużą dokładnością dostarczają danych dotyczących m.in. pogody, zmian klimatycznych, rolnictwa. Dzięki wykorzystaniu narzędzi do obserwacji takich jak kamery, radiometry, czy spektrometry, satelity obserwacyjne mogą analizować różne zakresy fal elektromagnetycznych.

W ostatnim czasie obserwowany jest trend związany z koncepcją konstelacji satelitów. Wiele krajów, organizacji czy też nawet firm prywatnych dąży do utworzenia własnych grup satelitów, które komunikują się ze sobą, aby zapewnić globalny dostęp do usług satelitarnych. **Przykładami zgrupowanych satelitów są m.in.:**

- **Starlink (SpaceX)**: to projekt, który ma na celu dostarczenie szerokopasmowego dostępu do Internetu na całym świecie. W skład konstelacji Starlink wchodzi tysiące małych satelitów umieszczonych na niskiej orbicie okołoziemskiej (LEO).
- **Galileo**: to europejski system nawigacji satelitarnej, składający się z kilku satelitów umieszczonych na średniej orbicie okołoziemskiej (MEO).
- **GPS**: Globalny System Nawigacji Satelitarnej Stanów Zjednoczonych, składający się z kilkunastu satelitów na średniej orbicie.
- **O3b Networks**: to zgrupowane satelity na orbicie średniej, które zapewniają szerokopasmowy dostęp do Internetu w obszarach trudno dostępnych.

Ziemski ekosystem na Marsie

W ostatnich latach, dzięki połączonemu wysiłkowi prywatnych firm i agencji kosmicznych, wizja powstania pierwszych ludzkich osad na Marsie jest coraz bliższa realizacji. Jednym z wyzwań jest długość trwania podróży, która może wynieść od kilku miesięcy do ponad roku, w zależności od konfiguracji orbitalnej Ziemi i Marsa (Mars jest oddalony od Ziemi od 55 do nawet 400 milionów kilometrów). Prace nad eksploracją Marsa obejmują też bezzałogowe formy eksploracji wykorzystujące sondy kosmiczne i łaziki. Przykładem tego jest misja NASA "Mars 2020 Perseverance", która trwa od 2020 roku i ma za celu zbadanie krateru Jezero w poszukiwaniu zasobów naturalnych oraz przygotowanie do przyszłych misji załogowych.

Kolejnym z wyzwań jest kwestia promieniowania, ponieważ Mars nie posiada gęstej atmosfery i globalnego pola magnetycznego przez co jest bardziej narażony na promieniowanie kosmiczne. Dlatego prace nad odtworzeniem ziemskiego ekosystemu na Marsie wymagają opracowania zaawansowanych technologii, które mają zastosowanie nie tylko w podróżach kosmicznych, ale także na Ziemi. **Poniżej przedstawiono wybrane projekty rolnictwa kosmicznego omawiane w trakcie spotkania**.

- **Biosfera 2** - projekt badawczy, który miał na celu stworzenie sztucznej biosfery, był realizowany w latach 90. XX wieku w Arizonie, USA. Eksperyment miał zweryfikować, czy ludzie są w stanie stworzyć i utrzymać autonomiczny, samowystarczalny ekosystem w zamkniętej przestrzeni. Po dwóch latach eksperyment został zakończony, a osoby biorące udział w projekcie były zmuszone skorzystać z pomocy zewnętrznej.

ŹRÓDŁO OBRAZU: HTTPS://WWW.NYTIMES.COM/2019/03/29/SUNDAY-REVIEW/BIOSPHERE-2-CLIMATE-CHANGE.HTML

- **Square Roots** - start-up założony przez Kimbala Muska i Tobiasa Peggs ma na celu zmniejszenie skali marnowania żywności poprzez budowę hydroponicznych farm. Farmy są instalowane w kontenerach transportowych. W przestrzeni kontenerowej są uprawiane warzywa niemodyfikowane genetycznie i bez użycia pestycydów.

ŹRÓDŁO OBRAZU: HTTPS://WWW.AGRITECHTOMORROW.COM/STORY/2022/03/FALCON-STRUCTURES-ASSISTS-INDOOR-FARMING-LEADER-SQUARE-ROOTS-WITH-NEW-FARM/13593/

- **Robotyczne zapylanie i zbieranie upraw** - roboty zapylające mogą być programowane do precyzyjnego zapylania roślin, co może być szczególnie ważne w warunkach, w których naturalne zapylacze mogą nie być dostępne lub nie sprawdzać się z powodu różnic klimatycznych czy atmosferycznych. Z kolei urządzenia zaprogramowane do zbierania różnych rodzajów plonów mogą maksymalizować efektywność produkcji żywności w warunkach ograniczonej przestrzeni.

ŹRÓDŁO OBRAZU: HTTPS://WWW.AGRITECHTOMORROW.COM/STORY/2022/03/FALCON-STRUCTURES-ASSISTS-INDOOR-FARMING-LEADER-SQUARE-ROOTS-WITH-NEW-FARM/13593/

Zrównoważony kosmos z ziemskiej perspektywy

W trakcie spotkania termin "kosmos" został przedstawiony jako przestrzeń, która istnieje poza Ziemią i jej atmosferą oraz między ciałami niebieskimi. Jest to przestrzeń, która nie jest całkowicie pusta, choć jest to próżnia niemal idealna, zawierająca cząstki o niskiej gęstości, głównie plazmę wodoru i helu, a także promieniowanie elektromagnetyczne, pola magnetyczne, neutrina, pył i promieniowanie kosmiczne. W odniesieniu do jednego z tematów dyskusji, czyli koncepcji zrównoważonego rozwoju, wspominana przestrzeń również nie jest "całkowicie pusta".

> *Zrównoważony rozwój to taki rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie.*
>
> *Nasza wspólna przyszłość. Raport Światowej Komisji do Spraw Środowiska i Rozwoju*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1991, s. 67.

Coraz więcej technologii satelitarnych wspiera idee zrównoważonego rozwoju na Ziemi poprzez monitorowanie zmian klimatycznych i dostarczanie danych. Jednak jedną z konsekwencji obecności sztucznych obiektów pozostawionych na orbicie są odpady, które zanieczyszczają przestrzeń kosmiczną.

Należą do nich m.in. nieaktywne satelity, fragmenty rakiet, ułamki i inne pozostałości po misjach kosmicznych. Pozostaje więc refleksja nad tym w jaki sposób działania wspierające zrównoważony rozwój na Ziemi, a mające miejsce w kosmosie mają znaczenie w zrównoważonej eksploracji przestrzeni kosmicznej? W jaki sposób prowadzić badania w przestrzeni kosmicznej, aby pozostawić możliwości eksploracji kosmosu dla kolejnych pokoleń?

Jednym z wątków poruszanych w trakcie spotkania była eksploracja głębokiego kosmosu, czyli obszarów przestrzeni kosmicznej oddalonych od powierzchni Ziemi o nawet 2 miliony kilometrów (definicja The International Telecommunication Union). Z kolei według kryteriów NASA's Deep Space Network jest to już odległość od 16 000 do 32 000 km od Ziemi. Eksploracja głębokiego kosmosu odbywa się za pomocą różnych technologii kosmicznych do których można zaliczyć m.in. sondy kosmiczne, teleskopy i lądowniki. **Poniżej zaprezentowano wybrane powody, dla których badania nad poznaniem głębokiego kosmosu zostały omówione w trakcie dyskusji:**

- Wyjaśnienie początku Wszechświata
- Poszukiwanie życia na innych planetach
- Odkrywa zjawisk niebezpiecznych dla życia (asteroidy, promieniowanie)
- Poszukiwanie planety nadającej się do zamieszkania
- Poszukiwanie źródła energii

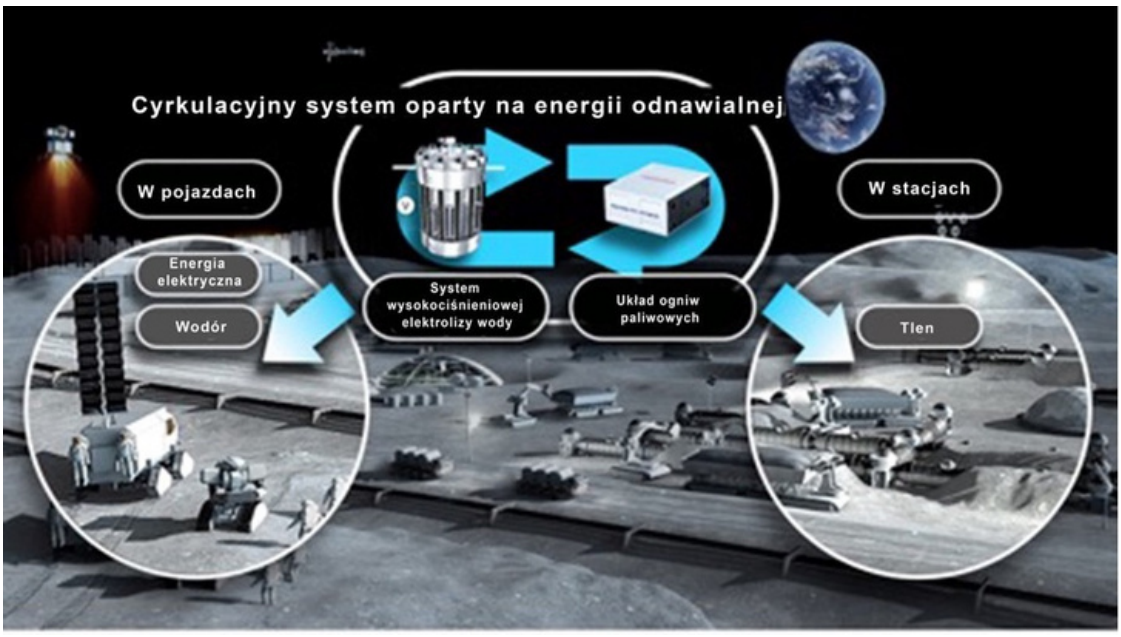
Przyszłość sektora kosmicznego - rozwój oparty na współpracy

Cechą wspólną możliwych scenariuszy rozwoju sektora kosmicznego, które pojawiły się w trakcie dyskusji jest współpraca. Współpraca między agencjami badawczymi a biznesem, zarówno na poziomie technologicznym, jak i międzynarodowym, również w zakresie uregulowania zasad zrównoważonej eksploracji kosmosu.

Obecnie trwa debata nad prywatyzacją Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS), a sam Księżyc jest jedynym ze strategicznych punktów w planach eksploracji kosmosu, ponieważ może pełnić rolę bazy dla przyszłych misji na Marsa. Przykładem współpracy międzynarodowej pomiędzy agencjami kosmicznymi takimi jak Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (NASA), Europejska Agencja Kosmiczna (ESA), Japońska Agencja Kosmiczna (JAXA) i Kanadyjska Agencja Kosmiczna (CAS) jest budowa stacji kosmicznej Gateway na orbicie Księżyca. Stacja ma pełnić funkcję tymczasowej bazy dla 4-osobowej załogi na okres od jednego do trzech miesięcy. Pierwsze elementy stacji zintegrowane na Ziemi mają zostać wyniesione na orbitę najwcześniej w 2025 roku, a do pierwszej załogi zostaną włączeni astronauci misji Artemis IV zaplanowanej na 2028 rok.

W miarę postępu technologii eksploracja kosmosu staje się coraz bardziej dostępna. Oznacza to zarówno rozwój turystyki kosmicznej, ale też zainteresowanie technologiami kosmicznymi przez firmy spoza sektora kosmicznego. Jak zaznaczył w trakcie spotkania Łukasz Wilczyński: "Sektor kosmiczny nie jest sektorem wertykalnym, ma charakter horyzontalny i przenika na wszystkie sektory". W efekcie można zaobserwować przykłady wymiany "know-how" pomiędzy narodowymi agencjami kosmicznymi a prywatnymi przedsiębiorstwami. **Podczas dyskusji wymienione zostały przykłady projektów z branży motoryzacyjnej, które docelowo mają wesprzeć badania nad eksploracją kosmosu.**

- **Honda** - podpisała kontrakt z Japońską Agencją Kosmiczną (JAXA) na opracowanie modelu cyrkulacyjnego systemu opartego na energii odnawialnej, który będzie dostarczać energię elektryczną dla misji załogowych na Księżycu.

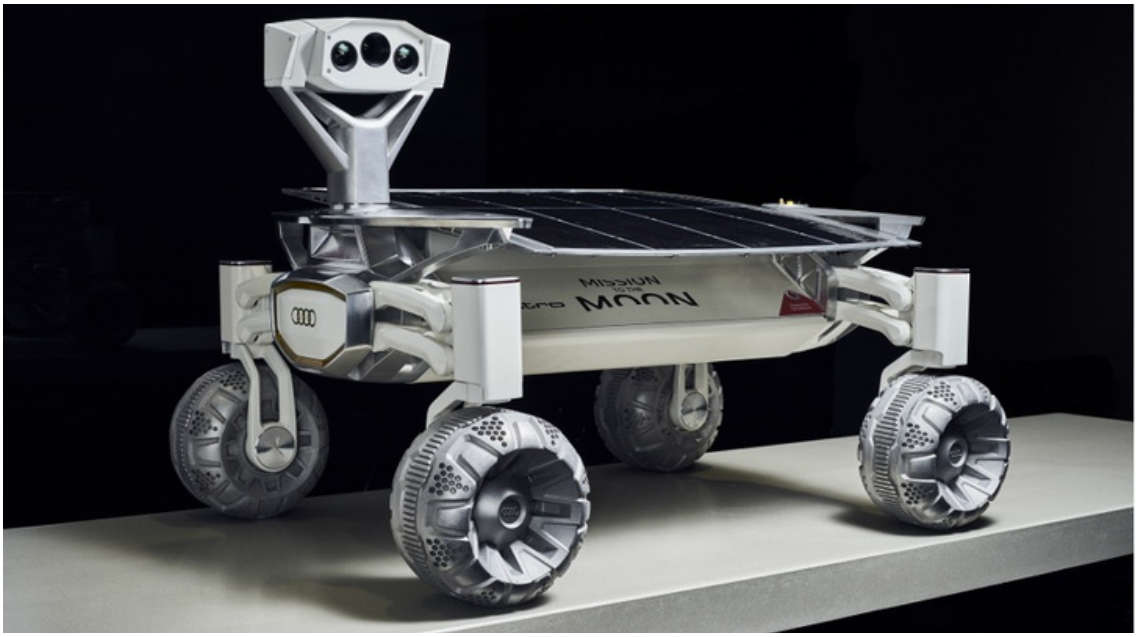


ŹRÓDŁO OBRAZU:
HTTPS://HONDANEWS.EU/PL/PL/CORPORATE/MEDIA/PRESSRELEASES/433726/HONDA-PODPISUJE-Z-JAXA-UMOWE-DOTYCZACA-WSPOLPRACY-BADAWCZO-ROZWOJOWEJ-NAD-CYRKULACYJNYM-SYSTEMEM-OPA?FBCLID=IWAR061MCDHQ8EOEFYNMHOVC6UGL0NCLZIPHOWVV7G9-GKBIIIE2CQNNGCIDE [06.12.2023]

- **Toyota** - we współpracy z JAXA i NASA przygotowuje model ciśnieniowego łazika "Lunar Cruiser", który ma poruszać się po powierzchni Księżyca w ramach programu Artemis. Napęd pojazdu będzie opierać się na technologiach bezemisyjnych Recycled Carbon Fuels (RCF). W przypadku łazika oznacza korzystanie do produkcji energii z zamontowanych paneli słonecznych, zbiorników na wodę i wodór oraz silników elektrycznych.

ŹRÓDŁO OBRAZU:
HTTPS://GLOBAL.TOYOTA/EN/MOBILITY/TECHNOLOGY/LUNARCRUISER/20231028.HTML [06.12.2023]

- **Audi** - zespół z firmy Planetary Transportation Systems (PTScientists) w Berlinie przygotował na zlecenie Audi model łazika Audi Lunar Quattro (ALQ), który miał być wyniesiony na pokładzie rakiety SpaceX Falcon 9 w październiku 2021 roku.



ŹRÓDŁO OBRAZU: HTTPS://WWW.PTS.SPACE/PRODUCTS/AUDI-LUNAR-QUATTRO/ [06.12.2023]

Warto przeczytać

- Afshinnekoo, E., Scott, R. T., MacKay, M. J., Pariset, E., Cekanaviciute, E., Barker, R., & Beheshti, A. (2020). *Fundamental biological features of spaceflight: advancing the field to enable deep-space exploration*, "Cell", 183(5), 1162-1184.

- *NASA'S Deep Space Exploration Plans, Exploring the secrets of the Moon and beyond for the benefit for humanity* (2023). dostępny: https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/10/deepspace-exploration-plans-071122.pdf

- *NASA, INTERNATIONAL SPACE STATION Benefts for Humanity* (2022). dostępny: https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2022/09/iss_benefits_for_humanity_2022_book.pdf

- *NASA, From Orbit to A.I.—Harnessing Machine Learning with Landsat Data*, dostępny: https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/from-orbit-to-a-i-harnessing-machine-learning-with-landsat-data/

Spis literatury

- *NASA Deep Space Network, What is the Deep Space Network?*, dostęp: https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/what-is-the-deep-space-network/ [08.12.2023]

- *Nasza wspólna przyszłość. Raport Światowej Komisji do Spraw Środowiska i Rozwoju*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1991, s. 67.[KC1]

- *International Telecommunication Union*, (2008), ECSS-E-ST-50-05C Rev. 2 — deep space, dostęp: https://ecss.nl/item/?glossary_id=725 [06.12.2023]

- UNOSA, (2023), *How many satellites are orbiting the Earth in 2023?*, dostęp: https://www.pixalytics.com/satellites-orbiting-earth-2023/ [06.12.2023]

Publikacja dostępna na licencji Creative Commons BY-NC-SA 4.0.

Działania Laboratorium społeczno-technologicznego (SoTechLab) w latach 2022-2024 są finansowane w ramach programu „Społeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu" Ministerstwa Edukacji i Nauki (SONP/SP/548668/2022).

https://sotechlab.agh.edu.pl/

Katedra Studiów nad Społeczeństwem i Technologią WH AGH 2023

https://www.facebook.com/KSSTWHAGH

https://www.youtube.com/@kssitwhagh

https://www.instagram.com/kssitwhagh