

STARLINK – PRYWATNA KONSTELACJA

1. Wprowadzenie

W ciągu ostatnich kilku lat projekt Starlink, realizowany przez SpaceX, zdobył znaczną uwagę na arenie międzynarodowej. Starlink, będący konstelacją satelitów umieszczonych na niskiej orbicie okołoziemskiej, ma na celu zapewnienie szerokopasmowego Internetu o wysokiej przepustowości i niskim opóźnieniu na całym świecie, w tym w miejscach, gdzie tradycyjna infrastruktura internetowa jest niedostępna lub niewystarczająca.

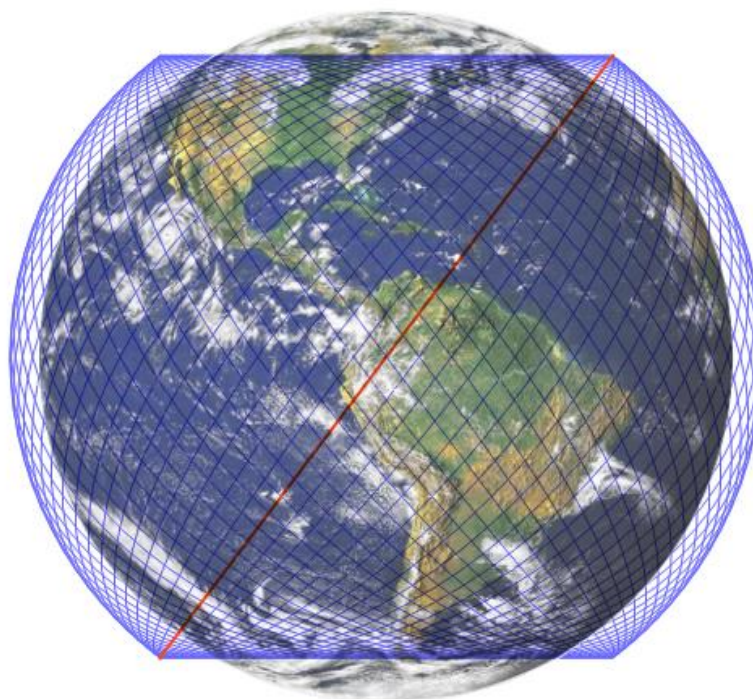
Projekt, zapoczątkowany przez Elona Muska, zakłada umieszczenie na orbicie tysięcy małych satelitów, które będą współpracować, tworząc globalną sieć telekomunikacyjną. Starlink już teraz rewolucjonizuje sposób, w jaki ludzie korzystają z Internetu, a jego potencjał wykracza daleko poza standardowe użytkowanie domowe. W kontekście wojskowym, technologia ta oferuje unikalne możliwości, które mogą znacząco wpłynąć na operacje zbrojne, logistyki oraz komunikację na polu walki.



Budowę systemu na orbicie rozpoczęto od wysokości 550 km trafiło tam 1584 ładunki. Firma rozbudowywała konstelację o kolejne egzemplarze. Docelowo sieć ma składać się z około 12 000 satelitów na orbitach o trzech różnych wysokościach (340 km, 550 km i 1200 km).

Starlink Initial Phase

1,584 satellites into 72 orbital planes
of 22 satellites each



Grafika prezentująca pokrycie pierwszej warstwy orbitalnej o inklinacji 53 stopni i wysokości 550 km satelitami Starlink. Źródło: Lamid58.

2. Technologia Starlink

Starlink, projekt realizowany przez SpaceX, stanowi jedną z najbardziej innowacyjnych inicjatyw w dziedzinie komunikacji satelitarnej. Jego celem jest dostarczenie szybkiego, niezawodnego i globalnie dostępnego Internetu, wykorzystując do tego celu konstelację tysięcy małych satelitów umieszczonych na niskiej orbicie okołoziemskiej (LEO). Aby zrozumieć, jak Starlink może być wykorzystywany w wojsku, konieczne jest zapoznanie się z jego technicznymi aspektami oraz przewagami technologicznymi.

Starlink składa się z sieci satelitów operujących na wysokości około 340-1200 km nad powierzchnią Ziemi. Satelity te są znacznie bliżej niż tradycyjne satelity geostacjonarne, co pozwala na znacznie niższe opóźnienia sygnału. Każdy satelita jest wyposażony w anteny z wysoką przepustowością oraz napędy jonowe Halla, używający kryptonu jako materiału pędnego, umożliwiające precyzyjne pozycjonowanie i korekcję orbity. Zasilanie zapewnione jest przez pojedynczy panel słoneczny.

Satelity Starlink są zdolne do komunikacji między sobą, co tworzy dynamiczną, adaptacyjną sieć, która może szybko dostosować się do zmian w zapotrzebowaniu na przepustowość lub do awarii pojedynczych jednostek. Każdy satelita jest również wyposażony w systemy do unikania kolizji, które pomagają zapobiegać zderzeniom z innymi obiektami na orbicie. Łączność satelity stanowią cztery anteny szczyku fazowanego i dwie anteny paraboliczne. Sygnał w pasmach Ka i Ku. Ponadto wyposażone są dodatkowo w urządzenia laserowe do komunikacji międzysatelitarnej.



Przewagi technologiczne

1. Szybkość połączeń: Dzięki niskiej orbicie, Starlink jest w stanie zaoferować niskie opóźnienia, wynoszące około 20-40 ms, co jest porównywalne z łączami szerokopasmowymi na Ziemi. To jest kluczowe w kontekście wojskowym, gdzie szybkość reakcji jest często kluczowa.
2. Zasięg globalny: Starlink zapewnia dostęp do Internetu w praktycznie każdym miejscu na Ziemi, w tym w trudno dostępnych terenach, takich jak obszary górskie, pustynne czy oceaniczne. To może być szczególnie przydatne dla jednostek wojskowych operujących w odległych lokalizacjach.
3. Odporność na zakłócenia: Sieć Starlink jest projektowana z myślą o wysokiej niezawodności i odporności na zakłócenia, co jest niezbędne w środowisku wojskowym. Zdolność do utrzymania stabilnych połączeń w trudnych warunkach może znacząco poprawić operacyjność jednostek wojskowych.
4. Bezpieczeństwo: SpaceX kładzie duży nacisk na bezpieczeństwo danych przesyłanych przez satelity Starlink. Zaawansowane technologie kryptograficzne oraz zabezpieczenia przed cyberatakami są integralną częścią systemu, co jest kluczowe dla ochrony wrażliwych informacji wojskowych.

3. Zastosowanie w wojsku

Technologia Starlink oferuje szereg unikalnych możliwości, które mogą znacząco wpłynąć na operacje wojskowe. Dzięki swojej szybkości, niezawodności oraz globalnemu zasięgowi, Starlink może zrewolucjonizować sposób, w jaki wojsko komunikuje się, przeprowadza rozpoznanie, zarządza logistyką i zabezpiecza swoje operacje. Poniżej przedstawiamy kluczowe obszary zastosowań technologii Starlink w wojsku.

Komunikacja

1. Zabezpieczone kanały komunikacji: Jednym z najważniejszych aspektów dla każdej operacji wojskowej jest niezawodna i bezpieczna komunikacja. Starlink, dzięki zaawansowanym technologiom kryptograficznym i odporności na zakłócenia, może dostarczyć zabezpieczone kanały komunikacji, które są kluczowe w czasie działań zbrojnych.
2. Odporność na zakłócenia: Wysoka odporność Starlinka na zakłócenia pozwala na utrzymanie stabilnych połączeń nawet w trudnych warunkach bojowych, gdzie przeciwnik może próbować zakłócać komunikację.
3. Niezależność od infrastruktury naziemnej: Starlink umożliwia operacje w miejscach, gdzie infrastruktura naziemna jest zniszczona lub nie istnieje. Może to być szczególnie przydatne podczas misji w odległych lokalizacjach lub na terenach objętych konfliktem.

Rozpoznanie i nadzór

1. Szybki dostęp do danych: Dzięki technologii Starlink, wojsko może szybko uzyskiwać dostęp do aktualnych danych wywiadowczych, co jest kluczowe do podejmowania szybkich i skutecznych decyzji.
2. Zdalne sterowanie dronami i innymi jednostkami: Starlink umożliwia zdalne sterowanie dronami i innymi bezzałogowymi jednostkami, co może być kluczowe w misjach rozpoznawczych oraz w operacjach wymagających precyzji i minimalizacji ryzyka dla personelu.

Logistyka

1. Zarządzanie zasobami: Technologia Starlink może znacząco poprawić zarządzanie zasobami w wojsku, umożliwiając monitorowanie i kontrolowanie ruchu zaopatrzenia w czasie rzeczywistym.
2. Śledzenie transportów: Możliwość śledzenia transportów z zaopatrzeniem i sprzętem w czasie rzeczywistym pozwala na lepszą koordynację działań logistycznych i minimalizację ryzyka opóźnień lub utraty zasobów.
3. Poprawa koordynacji działań: Globalny zasięg Starlinka umożliwia lepszą koordynację działań między jednostkami operującymi w różnych częściach świata, co jest kluczowe dla skuteczności operacji wojskowych.

Bezpieczeństwo

1. Zabezpieczenie danych: Starlink wykorzystuje zaawansowane technologie kryptograficzne, które zapewniają bezpieczeństwo przesyłanych danych. Jest to szczególnie ważne w kontekście operacji wojskowych, gdzie ochrona wrażliwych informacji jest kluczowa.
2. Odporność na cyberataki: Systemy Starlinka są projektowane z myślą o wysokiej odporności na cyberataki, co minimalizuje ryzyko przechwycenia lub zakłócenia komunikacji przez wroga.
3. Ochrona przed zakłóceniami sygnałów: Wysoka niezawodność i odporność na zakłócenia sygnałów pozwala na utrzymanie stabilnych połączeń nawet w warunkach intensywnego zakłócania przez przeciwnika.

4. Przykłady wykorzystania

Zastosowanie technologii Starlink w wojsku nie jest tylko teoretycznym konceptem, ale już teraz znajduje praktyczne zastosowania w różnych armiach na świecie.

1. Siły Zbrojne Stanów Zjednoczonych

- Testy na poligonach: Armia USA przeprowadziła szereg testów na swoich poligonach, wykorzystując Starlink do zapewnienia szybkiej i niezawodnej komunikacji między jednostkami rozlokowanymi na dużym obszarze. Testy te wykazały, że Starlink znacząco poprawia jakość i szybkość komunikacji w porównaniu z tradycyjnymi systemami satelitarnymi.
- Operacje w terenie: W trakcie operacji wojskowych w odległych rejonach, gdzie infrastruktura naziemna była niedostępna, Starlink zapewnił niezawodne połączenia, umożliwiając lepszą koordynację działań i szybsze reakcje na zmieniające się warunki na polu walki.

Cyber Shield

- Symulacje cyberataków: W ramach ćwiczeń Cyber Shield, wojska USA wykorzystywały Starlink do przeprowadzenia symulacji odpornych na cyberataki sieci komunikacyjnych. Testy te potwierdziły, że Starlink może zapewnić stabilne i bezpieczne połączenia nawet w przypadku zaawansowanych prób zakłócania komunikacji.

Red Flag

- Ćwiczenia powietrzne: Podczas ćwiczeń Red Flag, gdzie symulowane są scenariusze walk powietrznych, Starlink zapewnił szybki transfer danych między samolotami a centralnym dowództwem. To pozwoliło na lepsze analizowanie sytuacji na bieżąco i szybsze podejmowanie decyzji.

2. Brytyjskie Siły Zbrojne

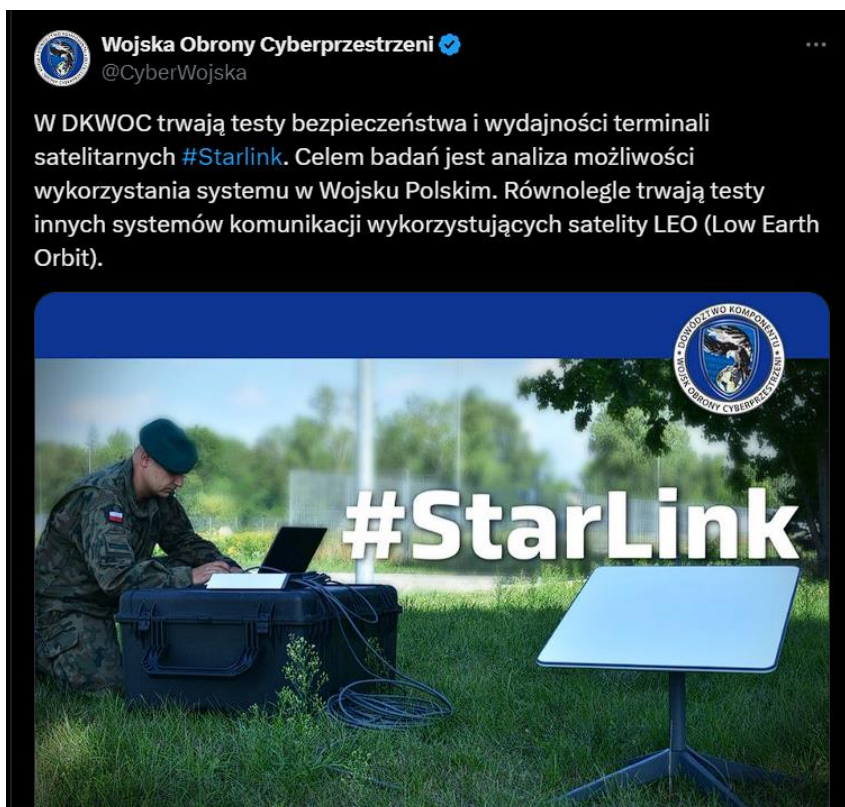
- Misje w Arktyce: Brytyjskie wojsko, operujące w trudnych warunkach Arktyki, wykorzystywało Starlink do zapewnienia komunikacji w miejscach, gdzie tradycyjne metody były nieskuteczne. Starlink dostarczył stabilne połączenia, które były kluczowe dla sukcesu operacji logistycznych i ratunkowych.
- Ćwiczenia NATO: W ramach ćwiczeń NATO, Starlink został użyty do synchronizacji działań między różnymi jednostkami z różnych krajów, pokazując, że technologia ta może wspierać współpracę międzynarodową w ramach sojuszy wojskowych.

3. Siły Zbrojne Australii

- Zarządzanie katastrofami: W trakcie operacji zarządzania katastrofami naturalnymi, takich jak pożary i powodzie, australijskie wojsko wykorzystywało Starlink do koordynacji działań ratunkowych i logistycznych, co pozwoliło na szybsze i bardziej efektywne reagowanie na kryzysy.

4. Polskie Siły Zbrojne

- Testy na poligonach: Nasza Armia poprzez DKWOC wykorzystuje Starlink do zapewnienia szybkiej i niezawodnej komunikacji między jednostkami rozlokowanymi na dużym obszarze. Testy te wykazały, że Starlink znacząco poprawia jakość i szybkość komunikacji w porównaniu z tradycyjnymi systemami satelitarnymi.



Korzyści praktyczne

1. Zwiększona mobilność: Starlink umożliwia jednostkom wojskowym operowanie w dowolnym miejscu na świecie, bez konieczności polegania na lokalnej infrastrukturze komunikacyjnej.
2. Szybka reakcja: Dzięki niskim opóźnieniom i wysokiej przepustowości, jednostki mogą szybciej reagować na zagrożenia i dynamicznie zmieniające się warunki.
3. Poprawa współpracy międzynarodowej: Globalny zasięg Starlinka ułatwia koordynację działań międzynarodowych koalicji wojskowych, co jest kluczowe w operacjach wielonarodowych.

5. Wyzwania i zagrożenia

Mimo że technologia Starlink oferuje znaczące korzyści dla wojska, jej wdrażanie i eksploatacja wiąże się z szeregiem wyzwań i zagrożeń.

Techniczne wyzwania

1. Utrzymanie i konserwacja satelitów
 - Trwałość satelitów: Chociaż satelity Starlink zostały zaprojektowane z myślą o długiej żywotności, konieczność ich regularnej konserwacji i potencjalne awarie techniczne mogą stanowić wyzwanie. Utrzymanie odpowiedniej liczby sprawnych satelitów na orbicie wymaga stałej monitorowania i zarządzania.
 - Ryzyko kolizji: Zwiększona liczba satelitów na niskiej orbicie zwiększa ryzyko kolizji z innymi obiektami kosmicznymi. Kolizje mogą prowadzić do powstania kosmicznych śmieci, które z kolei mogą zagrażać innym satelitom i misjom kosmicznym.
2. Zarządzanie pasmem radiowym

- Interferencje: Używanie dużej liczby satelitów do transmisji danych może powodować interferencje z innymi systemami komunikacyjnymi. Zarządzanie pasmem radiowym i unikanie zakłóceń to kluczowe wyzwanie, zwłaszcza w kontekście operacji wojskowych, gdzie liczy się niezawodność i precyzja komunikacji.

Bezpieczeństwo

1. Ryzyko cyberataków

- Ochrona przed cyberatakami: Chociaż Starlink korzysta z zaawansowanych technologii kryptograficznych, systemy satelitarne zawsze są narażone na ryzyko cyberataków. Skuteczna ochrona przed próbami zakłócenia lub przejęcia kontroli nad satelitami jest kluczowa dla zapewnienia bezpieczeństwa danych i komunikacji.
- Aktualizacje oprogramowania: Regularne aktualizacje oprogramowania satelitów i naziemnych stacji odbiorczych są niezbędne, aby zabezpieczyć system przed nowymi zagrożeniami. Konieczność stałego monitorowania i wprowadzania poprawek może być wyzwaniem logistycznym.

2. Ochrona przed zakłóceniami sygnałów

- Zakłócenia elektromagnetyczne: Przeciwnicy mogą próbować zakłócać sygnały Starlinka poprzez emisję silnych sygnałów elektromagnetycznych. Systemy przeciwdziałania zakłóceniom muszą być rozwinięte i skutecznie wdrażane, aby zapewnić ciągłość operacji.

Polityczne wyzwania

1. Kontrowersje związane z globalnym zasięgiem

- Regulacje międzynarodowe: Globalny zasięg Starlinka wiąże się z koniecznością przestrzegania międzynarodowych regulacji dotyczących przestrzeni kosmicznej i telekomunikacji. Różne kraje mogą mieć różne wymagania prawne, co może komplikować wdrażanie i eksploatację technologii.
- Suwerenność narodowa: Wykorzystanie globalnej sieci satelitów przez wojsko może budzić obawy dotyczące suwerenności narodowej i niezależności w zakresie komunikacji. Państwa mogą być niechętnie do polegania na systemie kontrolowanym przez podmiot zagraniczny.

2. Geopolityczne napięcia

- Zależność od prywatnej firmy: Używanie technologii dostarczanej przez prywatną firmę, taką jak SpaceX, w operacjach wojskowych może prowadzić do napięć geopolitycznych. Państwa mogą obawiać się, że zależność od zewnętrznego dostawcy wpłynie na ich zdolność do niezależnego działania.
- Reakcje konkurentów: Wdrażanie zaawansowanych technologii komunikacyjnych przez jedno państwo może wywołać reakcje ze strony konkurentów, prowadząc do wyścigu zbrojeń technologicznych i eskalacji napięć międzynarodowych.

Wyzwania i zagrożenia związane z wykorzystaniem technologii Starlink w wojsku są istotne i wymagają starannego zarządzania oraz strategii mitigacji¹.

¹ Mitygacja, czyli łagodzenie, to całokształt działań, które mają na celu ograniczanie emisji gazów cieplarnianych (czyli dwutlenku węgla, metanu, podtlenku azotu, fluorowęglowodorów, perfluorowęglowodorów, itd.) i zwiększenie ich pochłaniania przez ekosystemy.

6. Przyszłość technologii Starlink w wojsku

Technologia Starlink, będąca jednym z najważniejszych projektów SpaceX, ma ogromny potencjał do dalszego rozwoju i wykorzystania w różnych aspektach wojskowych operacji. W tej sekcji omówimy przyszłość technologii Starlink w wojsku, biorąc pod uwagę rozwój technologiczny, potencjalne scenariusze oraz możliwości współpracy międzynarodowej.

Rozwój technologii

1. Rozbudowa sieci satelitów
 - o Zwiększenie liczby satelitów: SpaceX planuje znacznie zwiększyć liczbę satelitów w konstelacji Starlink, co zapewni jeszcze lepsze pokrycie globalne i większą niezawodność sieci. Większa liczba satelitów pozwoli na lepszą redundancję i minimalizację ryzyka przerw w komunikacji.
 - o Nowe generacje satelitów: Prace nad nowymi generacjami satelitów, wyposażonymi w zaawansowane technologie, takie jak laserowe łącza między satelitami, mogą jeszcze bardziej zwiększyć przepustowość i szybkość połączeń, a także zmniejszyć opóźnienia.
2. Innowacje technologiczne
 - o Komunikacja laserowa: Wprowadzenie komunikacji laserowej między satelitami może znacząco poprawić efektywność sieci, umożliwiając szybszy transfer danych bezpośrednio między satelitami, bez potrzeby przesyłania sygnałów do stacji naziemnych.
 - o Automatyczne unikanie kolizji: Rozwój zaawansowanych systemów do automatycznego unikania kolizji z innymi obiektami kosmicznymi może zwiększyć bezpieczeństwo operacji satelitarnych i zmniejszyć ryzyko uszkodzeń.

Potencjalne scenariusze

1. Wsparcie dla operacji wielonarodowych
 - o Koalicje międzynarodowe: Starlink może odegrać kluczową rolę w operacjach wielonarodowych, umożliwiając efektywną komunikację i koordynację działań między różnymi armiami. Technologia ta może wspierać operacje NATO oraz inne międzynarodowe sojusze wojskowe.
 - o Pomoc humanitarna: W sytuacjach kryzysowych, takich jak klęski żywiołowe, Starlink może zapewnić niezawodną komunikację dla sił zbrojnych zaangażowanych w operacje ratunkowe i pomoc humanitarną, zwiększając efektywność działań i koordynację.
2. Integracja z nowymi technologiami wojskowymi
 - o Drony i roboty: Integracja Starlinka z systemami dronów i robotów bojowych może umożliwić zdalne sterowanie i nadzór w czasie rzeczywistym, co zwiększy precyzję i bezpieczeństwo operacji wojskowych.
 - o Systemy obrony przeciwrakietowej: Starlink może wspierać zaawansowane systemy obrony przeciwrakietowej, zapewniając szybki transfer danych i koordynację między różnymi elementami systemu.

Współpraca międzynarodowa

1. Standardy i regulacje
 - o Międzynarodowe porozumienia: Aby wykorzystać pełen potencjał Starlinka w kontekście wojskowym, konieczna jest współpraca międzynarodowa w zakresie

standardów i regulacji dotyczących komunikacji satelitarnej i przestrzeni kosmicznej. Harmonizacja tych standardów może ułatwić integrację i współdziałanie różnych systemów.

- Kontrola i nadzór: Wprowadzenie międzynarodowych mechanizmów kontrolnych i nadzorczych może pomóc w zapewnieniu, że technologia Starlink będzie wykorzystywana zgodnie z prawem międzynarodowym i w sposób bezpieczny.

2. Wspólne projekty badawcze

- Badania i rozwój: Wspólne projekty badawcze między różnymi krajami mogą przyspieszyć rozwój technologii Starlink i jej zastosowań wojskowych. Współpraca w dziedzinie badań i rozwoju może prowadzić do innowacji, które przyniosą korzyści wszystkim zaangażowanym stronom.
- Dzielone zasoby: Współpraca międzynarodowa może również obejmować dzielenie zasobów i infrastruktury, co zmniejszy koszty i zwiększy efektywność wdrażania technologii Starlink.

Technologia Starlink ma ogromny potencjał do dalszego rozwoju i zastosowania w wojsku. Rozbudowa sieci satelitów, innowacje technologiczne, wsparcie dla operacji wielonarodowych oraz współpraca międzynarodowa to kluczowe aspekty, które mogą przyczynić się do skutecznego wykorzystania tej technologii w przyszłości.



Technologia Starlink symbolizuje przyszłość komunikacji satelitarnej, która nie tylko rewolucjonizuje dostęp do Internetu dla użytkowników cywilnych, ale także otwiera nowe możliwości dla działań wojskowych. W kontekście rosnącej złożoności współczesnych konfliktów i operacji wojskowych, niezawodna i szybka komunikacja jest kluczowym elementem sukcesu. Starlink, dzięki swoim unikalnym właściwościom, ma potencjał, aby stać się nieodłącznym narzędziem nowoczesnych sił zbrojnych, zwiększając ich efektywność i bezpieczeństwo.

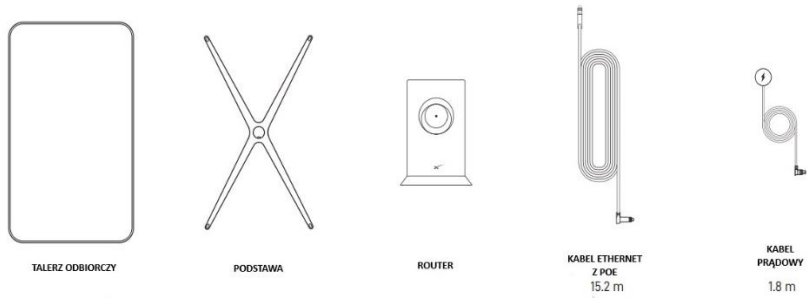
Przykładowy Zestaw Starlink

1. Wyposażenie zestawu Starlink.

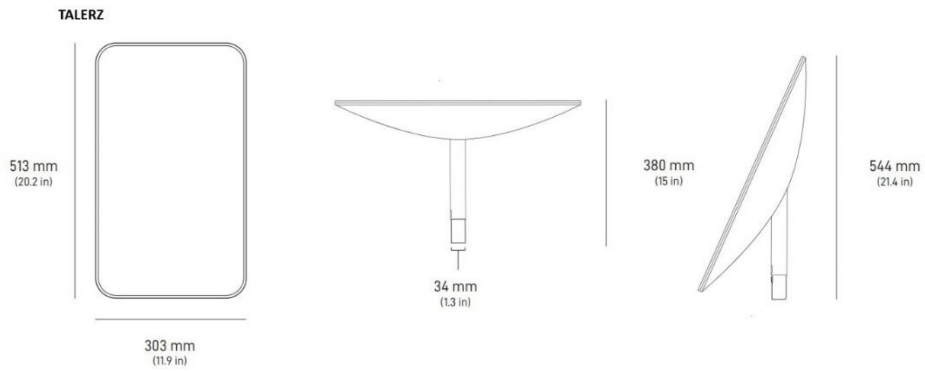
Podstawowy zestaw składa się 5 niżej wymienionych elementów:

- talerz odbiorczy
- podstaw
- router
- kabel Ethernetowy
- kabel prądowy

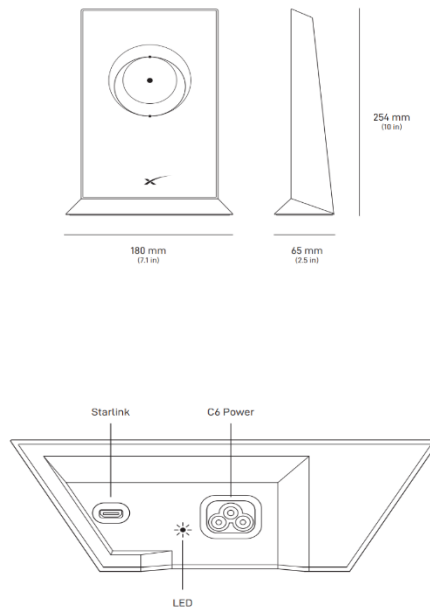
Wszystkie elementy zestawu przedstawia poniższa grafika.



Wymiary talerza odbiorczego.



Router.



Realny widok zestawu.



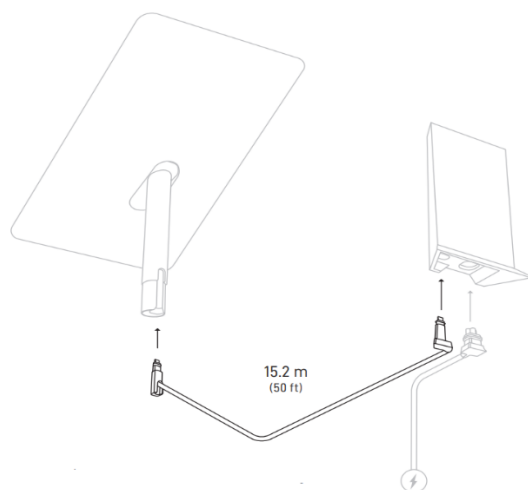
2. Procedura złożenia oraz uruchomienia zestawu.

W pierwszej kolejności należy złożyć talerz kabel ethernetowy oraz podstawę. W celu dokonania tej czynności najlepiej ustawić talerz promiennikiem na płaskiej powierzchni. Następnie do gniazda w nodze wprowadzić kabel ethernetowy. Kolejnym krokiem będzie umieszczenie talerza odbiorczego z podłączonym kablem ethernetowym w podstawie zwracając uwagę na wcięcie znajdujące się w otworze podstawy. Złożony element ustawić w miejscu niezasłoniętym przeszkodami terenowymi. W naszym przypadku wykorzystaliśmy do tego celu dach kontenera WT². Wykorzystaliśmy płaską powierzchnię jak na grafice poniżej.



Kolejnym krokiem jest podpięcie kabla ethernetowego do routera zestawu Starlink do gniazda przypominającego standard USB typu C. Następnie kabla prądowego.

² WTⁱ – Węzeł Teleinformatyczny Jaśmin w wersji kontenerowej.

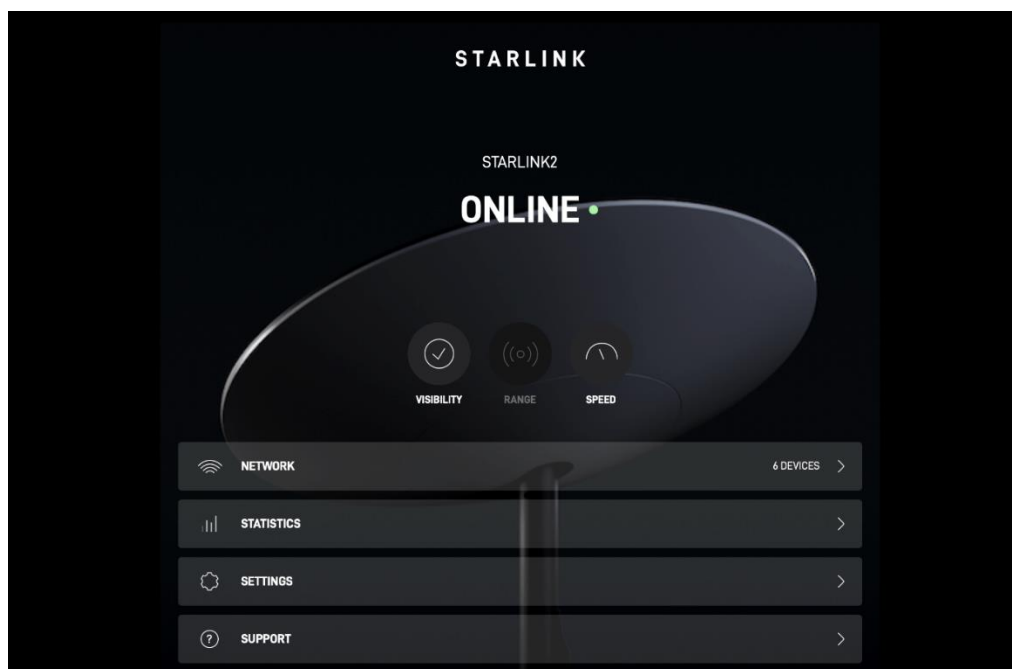


W tym momencie nastąpi uruchomienie zestawu. Talerz odbiorczy rozłoży się a następnie automatycznie zacznie wyszukiwać nadajników znajdujących się w LEO. Gdy talerz przestanie wykonywać ruch i zastygnie w bezruchu oznacza, że jest gotowy do używania. Teraz wystarczy podłączyć już zwykły kabel sieciowy oraz sprawdzić dostępność Internetu. Standardowo Starlink ma uruchomioną usługę DHCP i można sprawdzić jego stan wpisując w przeglądarkę internetową jeden z poniższych adresów:

<http://dishy.starlink.com/>

<http://192.168.100.1>

Po czym pojawi nam się strona konfiguracyjna zestawu Starlink.



Na powyższej stronie możemy sprawdzić statystyki naszego łącza albo zmienić ustawienia. Gdy używamy go jako nasze medium transmisyjne nie należy wprowadzać zmian w ustawieniach powyższego zestawu.

3. Wyłączenie oraz demontaż.

W celu zakończenia pracy zestawu należy odwrócić talerz odbiorczy zestawu płaską powierzchnią w kierunku ziemi tudzież w naszym wypadku wnąc dachu WTi wciskając przycisk w nodze talerza odłączyć podstawę. Następnie wypiąć kabel zasilający z gniazda 230V odczekać około 5 sekund w celu rozładowania się urządzenia. Ponownie podpiąć przewód zasilający do gniazda 230V. Teraz nastąpi procedura złożenia nogi talerza odbiorczego. Po około 2 minutach talerz odbiorczy skierowany ku ziemi nie znajdzie sygnału z LEO i złoży nogę talerza. Po złożeniu nogi należy odłączyć zasilanie 230V i można rozłączyć pozostałe kable. Zestaw jest gotowy do ponownego schowania w opakowanie transportowe. Sześciokrotnie włożenie wtyczki do gniazda 230V i wyciągnięcie zasilania przywraca ustawienia fabryczne.

4. Dodatkowe elementy potrzebne do konfiguracji.

Powyższy zestaw Starlink pododdziały łączności wykorzystują jako medium transmisyjne do sieci resortowych FMN (Federated Mission Networking), np. (MILNET-Z, MILNET-I) potrzebny jest dodatkowy router brzegowy. W tym routerze dopiero znajduje się cała konfiguracja MPLS³ przygotowywana przez instytucje MON w naszym wypadku było to DKWOC⁴ oraz RCI⁵.

Standardowe elementy niezbędne do uzyskania poniższych sieci:

- router po stronie BLACK
- urządzenie szyfrujące
- router po stronie RED, SWITCH L3, itd.

Źródła informacji o satelitach Starlink

<https://www.starlink.com/> - oficjalna strona systemu Starlink

<https://www.spacex.com/> - oficjalna strona firmy SpaceX, właściciela konstelacji Starlink

<https://www.heavens-above.com/> - serwis dla obserwatorów Heavens Above

<https://findstarlink.com/> - serwis do śledzenia satelitów Starlink nad wybraną lokalizacją

<https://arxiv.org/pdf/2003.07251.pdf> - First observations and magnitude measurement of SpaceX's Darksat

<https://forum.nasaspaceflight.com/index.php?topic=48981.0> - wątki na forum

NASASpaceflight, poświęcone sieci Starlink

<https://www.reddit.com/r/Starlink/wiki/index> - najczęstsze pytanie i odpowiedzi dotyczące sieci Starlink

<https://www.urania.edu.pl/starlink/obserwacje> - jak obserwować satelity Starlink

³ MPLS (ang. Multi Protocol Label Switching) to protokół transportowy, który umożliwia szybkie i efektywne przesyłanie danych na duże odległości. Mówi się, że jest protokołem warstwy 2,5, ponieważ korzysta z warstwy 2 (MAC address) oraz 3 (IP). MPLS używa specjalnych etykiet (ang. labels), które są przypisywane do pakietów danych i służą do kierowania nimi przez sieć. Etykiety te są używane zamiast standardowych adresów IP, co pozwala na szybsze przetwarzanie danych i zmniejszenie opóźnień. MPLS oparty jest na dynamicznych protokołach routingu głównie OSPF oraz BGP. Źródło: <https://netadminpro.pl/mpls-konfiguracja-mikrotik/>.

⁴ DKWOC – Dowództwo Komponentu Wojsk Obrony Cyberprzestrzeni.

⁵ RCI – Regionalne Centrum Informatyki.