





Można to zrobić za pomocą klawiatury, ale najczęściej dane te przygotowuje ktoś inny i po odprawie piloci wprowadzają je z pamięci flash. Sam terminal do wprowadzania danych nie jest na zdjęciu cockpitu widoczny. Znajduje się on na panelu pomiędzy siedzeniami od strony kabiny ładunkowej.

Podczas lotu te parametry zmieniają się. Inne są temperatury i ciśnienia, zmienia się masa paliwa i ładunku - komputer przelicza je i daje nam wynik w postaci ciągle aktualizowanych parametrów taktycznych śmigłowca - zasięgu, prędkości, dynamiki lotu etc. Oczywiście możemy też wprowadzić nowe punkty na trasie ręcznie lub zmienić ją zupełnie. Za pomocą FMS sterujemy też łącznością, wyświetlaczami i innymi elementami awioniki, a nawet możemy wysłać i odbierać SMSy.

Każdy CMA-2082M steruje jednocześnie dwoma wyświetlaczami. Black Hawk ma cztery takie monitory (MFD) - a właściwie komputery, bo to jest grube na 15 cm i ma własne chłodzenie i procesory. Na tych wielofunkcyjnych wyświetlaczach możemy wyświetlać dowolną stronę z danymi pilotażowymi, nawigacyjnymi, mapami, dane pogodowe, diagnostykę etc.. Kilkanaście opcji - ale i tak jeden z nich, niemal zawsze pokazuje tzw. podstawowe wskaźniki pilotażowe. Żeby było śmieszniej najczęściej mają one postać zegarów i tzw. sztucznego horyzontu - czyli wyglądają tak jak instrumenty, które zastąpiły.

Do niedawna w statku powietrznym królowały zegary. Przepisy dokładnie opisują co tam się musiało znaleźć. Większość z tych instrumentów zaopatrywało się w wiedzę o świecie zewnętrznym z systemu Pitota.

Pomiar ciśnień pozwalał na mechaniczne przetworzenie ich w wysokość, prędkość, dynamikę wznoszenia i co tam potrzeba. Inna grupa urządzeń bazowała na mechanicznych żyroskopach i dzięki temu pilot miał dostęp do wiedzy o obecnym położeniu statku powietrznego w przestrzeni - m.in. „sztuczny horyzont”.

Potrzeba dostępu do tych urządzeń nie zniknęła. Przepisy nadal ich wymagają.

**Jednak w cyfrowym kokpicie wygląda to nieco inaczej.**

Po pierwsze dane pilotażowe nadal bazują na ciśnieniach z systemu Pitota (systemu, bo to nie tylko rurka jest). Ale tym razem sygnały trafiają do komputerów danych pilotażowych. W S-70I są dwa komputery (wszystkiego jest po dwa generalnie - to jest tzw. redundancja (czyli nadmiarowość)) znajdujące się obok oparcia foteli.

Komputery danych pilotażowych (ADC) otrzymują dane z systemu Pitota oraz z wewnętrznego, własnego systemu akcelerometrów i żyroskopów opartych o układy mikroelektryczne MEMS. Jest tam też magnetometr czyli kompas. Komputer danych pilotażowych na podstawie tych sygnałów wypracowuje dane i wysyła je do wyświetlacza MFD gdzie przybierają czytelny i znajomy obraz zegarów i sztucznego horyzontu.

Rozszyfrowaliśmy jeden obraz (a właściwie dwa - bo jeden z dwóch wyświetlaczy drugiego pilota także najczęściej pokazuje dane wypracowane przez komputery AD-HRS z sygnałów MEMSów i ciśnień Pitota.)

## UH-60V Black Hawk Integrated Mission Equipment Package



*Na zdjęciu ładnie widać MFD w funkcji PFD. Cockpit MH-60V jest bardzo podobny (inne podzespoły) do MH-60M. To są te Blackhawki linii L, których nie zastępuje nowa linia M, tylko są przez Northropa modernizowane do wersji V. Można to poznać poprzez różnicę wysokości zewnętrznych wyświetlaczy względem wewnętrznych. No ale tylko takie zdjęcie z podstawowymi instrumentami znalazłem to wklejam.*

Ważna uwaga - w niemal każdym cockpicie znajduje się dodatkowy system rezerwowy. W S-70I to jest to małe urządzenie na samym środku głównego panelu - nad zegarem.

*IMO na S-70I jest to ESIS GH-3900 z firmy L3.  
<https://www.l-3avionics.com/products/esis/>*

Jest on niezależny od wszystkiego, ma własny komputer i własny system zasilania oparty na baterii. Jeśli zawiodą generatory przy silnikach, jeśli zawiedzie generator przy APU, jeśli zgubimy obie baterie to i tak ESIS będzie świecił w ciemnej kabinie, ponieważ ma własny system zasilania.



*Przypomnienie widoku ogólnego z widocznymi czterema wyświetlaczami (dwa w trybie wyświetlania danych pilotażowych), dwoma komputerami misji, zapasowym instrumentem pilotażowym i zegarem, ostatnie dwa na samym środku.*

Cały czas piszę o danych podstawowych dla lotu czyli o danych pilotażowych. To są informacje o kierunku lotu, dane dynamiki lotu oraz informacje o odchyleniu, przechyleniu i pochyleniu statku powietrznego w przestrzeni.

### **Kolejną absolutnie niezbędną kategorią są dane diagnostyczne.**

Śmigłowiec jest pełen gorących, ruchomych elementów. Są generatory, pompy, hydraulika, aktywne tłumienie wibracji, silniki etc. Te wszystkie elementy są

owinięte setkami czujników zbierających informacje o ich aktualnym stanie. Te dane także możemy sobie wyświetlić na jednym z wyświetlaczy - tak jest najczęściej przy starcie i lądowaniu.

Piszę o tym dlatego, że można sobie te dane zbierać podczas lotu i następnie zgrać z systemu śmigłowca i przekazać mechanikom obsługi. To znakomicie poprawia serwis, wiadomo co wibruje i kiedy to wymienić zanim się rozleci do końca.

**No ale w standardzie S-70I systemu Integrated Vehicle Health Management System (IVHMS) nie ma... Można sobie dokupić - tak jak Turcy do swoich.**

**I na koniec „pilotażu” ogólna uwaga o lataniu śmigłowcem. To jest o wiele trudniejsze niż latanie samolotem.** Pilot prawą ręką steruje drążkiem sterowym zmieniając pochylenie płaszczyzny wirnika (czyli lecimy do przodu lub w tył lub w bok), obie nogi trzyma na orczyku którym reguluje wirnik tylni - co umożliwi obrót w azymucie, lewa ręka jest na dźwigni sterowania ogólnego i nią sterujemy kątem nachylenia łopat (lot góra-dół) oraz mocą silników. Ale silników się specjalnie w śmigłowcu nie dotyka w czasie lotu.

**Najważniejsza uwaga jest taka, że pilot jest całkowicie skupiony na pilotażu i że to jakość elektroniki wokół niego umożliwia skuteczne loty bojowe. Ale o tym później.**



**Kolejną kategorią urządzeń jest to wszystko co służy do nawigacji śmigłowcem.**



O ile dane pilotażowe to była skala lokalna to nawigacja to już jest geografia w skali.

**Bez niej nie ma latania z sensem.**

Jeszcze przed epoką Glass Cockpit w statkach powietrznych instalowano urządzenie do obrazowania sytuacji w poziomie (w odróżnieniu od urządzenia dla przestrzennych danych pilotażowych - czyli sztucznego horyzontu).

Pamiętam w Mi-24 taką papierową mapę na której pisak automatu nanosił aktualną zliczoną pozycję. Od biedy używano właśnie papierowych map. A jak mamy mapę, busolę i prędkość z Pitota to już się da zliczać czyli nawigować.

*W kabine wersji zbliżonej do naszych Jastrzębi widać to urządzenie - wskaźnik położenia poziomego znajduje się pod sztucznym horyzontem:*

*Notabene, widać różnicę dekady.*

*Cockpit jakichkolwiek nowych śmigłowców jest dziś bardziej zaawansowany niż naszych „starych” Jastrzębi.*



Dziś ten wskaźnik został zastąpiony przez jedną ze stron możliwych do wyświetlenia na wskaźniku wielofunkcyjnym MFD. No ale najpierw trzeba ten duży monitor mieć. O np. tak to może wyglądać jak na zdjęciu obok

Mamy trasę lotu, plan lotu, punkty nawigacyjne, radiolatarnie - to już jest nawigacja. Najczęściej ten obraz sytuacji poziomej jest nałożony na mapę cyfrową terenu.

### **No ale skąd śmigłowiec wie gdzie się znajdujemy?**

Za określanie położenia w nowoczesnych maszynach odpowiada system nawigacji inercyjnej INS wspomagany sygnałem GPS. Wspomagany - czyli GPS pełni funkcję pomocniczą wobec danych z laserowych żyroskopów. Najczęściej służy tylko do znośzenia dryfu czyli do zerowania wskazań i startu „od nowa” w oparciu o lepsze dane sygnału P z GPS.

Na S70I jest to system Honeywell H-764. A właściwie dwa - z przodu, w przedziale awioniki. Sama firma także dobrze znana w naszym wojsku, systemy nawigacji w Rosomakach, Rakach, Krabach również są od nich.



[Honeywell H-764](#)

Sama zasada działania GPS jest jasna, żyroskopu laserowego też. Warto natomiast przypomnieć parametry - INS bez wsparcia GPS daje błąd pozycji 0,2-1,0 nm/godzinę. O ile pamiętam w F-16 jest to 0,8 nm/hr.

Ale warto pamiętać, że to jest dla lotu prostego. Im bardziej „kręcimy” tym bardziej „ogłupiamy” INSa. Stosuje się oczywiście różne algorytmy do poprawiania wyników - np. wielowymiarowego Kallmana, ale zasada jest jaka jest - mniej kręcenia to lepiej dla GPS. (I to dlatego bezpilotowce „lubią” latać po prostej). O ile to nie jest problem w samolotach to już śmigłowiec w locie np. NOE (Nap Of the Earth - kręci się jak tylko może). I ma to swoje konsekwencje dla wyposażenia. Ale o NOE później.

INS jest systemem niezależnym od wszystkiego, ale główną pomocą nawigacyjną są jak na razie różne radiolatarnie.

To jest właśnie to co określa się terminami **ILS/VOR/DME**. To są systemy cywilne, ale śmigłowce wojskowe latają także w czasie pokoju i do pewnych zasad trzeba się stosować. No i łatwiej jest. System jest oparty o nadajnik na samolocie i setki instalacji naziemnych w samej tylko Europie. Terminal wysyła sygnał, a radiolatarnia odpowiada nam informacją. W związku z tym, że pozycje radiolatarni są znane to system nawigacyjny może sobie policzyć - bazując na sygnale, jaka jest jego odległość od radiolatarni, innego samolotu czy lotniska. **VOR** odpowiada za tzw. kanały lotów czyli lotnicze autostrady którymi lecimy na wakacje, **DME** pozwala określić naszą pozycję względem kilku nadajników naziemnych, a **ILS** to system podejścia do lądowania. ILS 3c jest tak potężny, że pozwala wylądować na lotnisku w zerowej widoczności. Samolot ląduje bez udziału pilota. No u nas jeszcze tego nie ma (tzn. nie ma 3). Okęcie ma mieć, ale nie wiem czy C od razu.

W wojsku wygląda to nieco inaczej. Nie ma czegoś takiego jak ILS, łąduje się we współpracy z nawigatorem na ziemi, który pracuje na wskazaniach radaru naprowadzania. Wojsko ma GCA-2000 czyli wypas amerykańskiego Excelisa za 30-40 mln za sztukę (o ile pamiętam 12 szt). A dlaczego wojsko nie ma ILSa? Ano dlatego, że ILS to jest naziemna i stała instalacja i to osobna dla każdej końcówki pasa. GCA-2000 może obsłużyć każde lotnisko bo jest mobilny. Gdyby takiego postawić na Okęciu to bez problemu można naprowadzić samoloty na każdy pas i z każdej strony bez przestawiania radaru, on się dostosuje do każdej ścieżki podejścia.

Wojskowym odpowiednikiem cywilnych systemów VOR/DME jest TACAN. Tylko, że TACAN trzeba dokupić dla S-70I. I tu uwaga taka, że terminal MIDS LV (zwany u nas Linkiem 16) i tak obsługuje TACANA. Po prostu tak jest już gęsto w częstotliwościach, że Link 16 dostał częstotliwości pracy znajdujące się pomiędzy tymi przydzielonymi TACANowi. W efekcie na naszych S-70I muszą się pojawić dodatkowo terminale MIDS LV. Inaczej tym się nie polata.

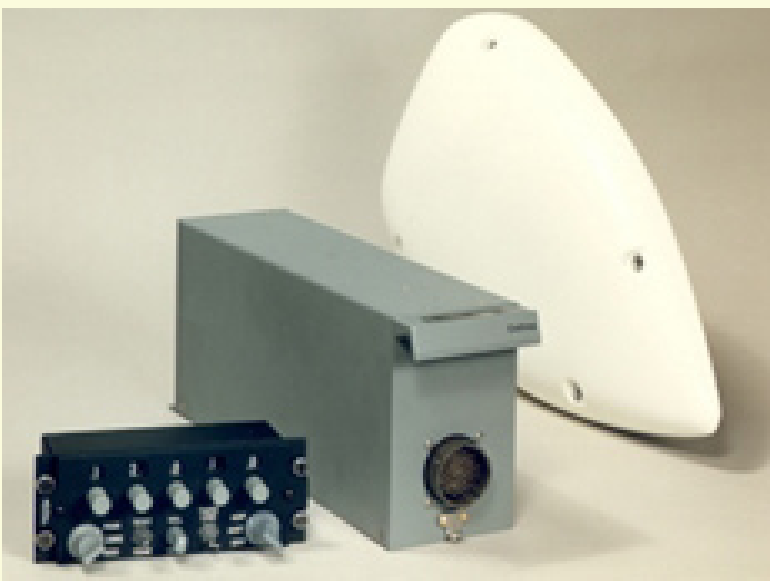
Kolejna rzecz warta uwagi jest taka, że systemy nawigacji radiolatarniowej ILS/DME/VOR/TACAN to są systemy, które są aktywne. Na śmigłowcach i samolotach są anteny i jest emisja. To właśnie to tych emisji z lotnictwa poszukują systemy WEL. Inna sprawa, że trzeba być wysoko aby nawigować z radiolatarnią.

**Te systemy w czasie W nie powinny być używane.**

*Kolejnym urządzeniem tej kategorii jest radiokompas.*

*Na UH-60M jest AN/ARN-149 Collinsa.*

[https://www.rockwellcollins.com/-/me...ata\\_sheet.ashx](https://www.rockwellcollins.com/-/me...ata_sheet.ashx)



*Działa to tak, że każdy nadajnik nadający w częstotliwości 100 KHz - 2 MHz może służyć za radiolatarnię. Śmigłowiec może lecieć „na radio” i to dosłownie, bo to są częstotliwości radiowe. Radiolatarnię mogą też gdzieś na pustyni odpalić specjaliści ze zwykłej radiostacji. Znajdziemy ich.*



Nie mniej ważne jest zapewnienie sobie technicznego dostępu do danych o wysokości. Co prawda mamy Pitota, ale ciśnienie atmosferyczne się przecież zmienia, a jak jesteśmy nad Białorusią nisko i w nocy, to nie wiemy jakie jest i łatwo przydzwonić. No i po to jest radio-wysokościomierz. To też jest standard na śmigłowcach. Na UH-60M jest AN/APN-209 Honeywella. Starsze wersje mamy i u nas. Anteny odbiorcza i nadawcza znajdują się pod kabiną pilotów i są skierowane do dołu. Częstotliwość jest wysoka - 4,3 GHz, a sam radar spełnia wymogi LPI.

<https://aerospace.honeywell.com/en/p...adar-altimeter>

I jeszcze raz podsumuję, bo to ważne dla nas, przyszłych pilotów Black Hawków. Gdy lecimy nad wrogim terytorium musimy lecieć nisko i wyłączyć wszystko co cokolwiek emituje. Żadnych TACANów, żadnych IFF (tak, tak - to jest wyłączone), żadnego gadu-gadu. Ale niestety lecąc nisko nie da się zmierzyć ciśnienia dla obliczeń wysokości - i dlatego radarowe wysokościomierze muszą chodzić i dlatego są budowane z uwzględnieniem faktu, że ktoś tego sygnału będzie poszukiwał, tak jak nasze Gunice poszukują ich emisji.

Tak się mniej więcej gromadzi dane nawigacyjne - radio-wysokościomierz, naziemne radiolatarnie i system bezwładnościowy wspomagany GPS.

**Jeśli mamy to wszystko to spokojnie możemy uruchomić autopilota. Poniżej tego poziomu autopilot nie działa, bo brak mu danych.**

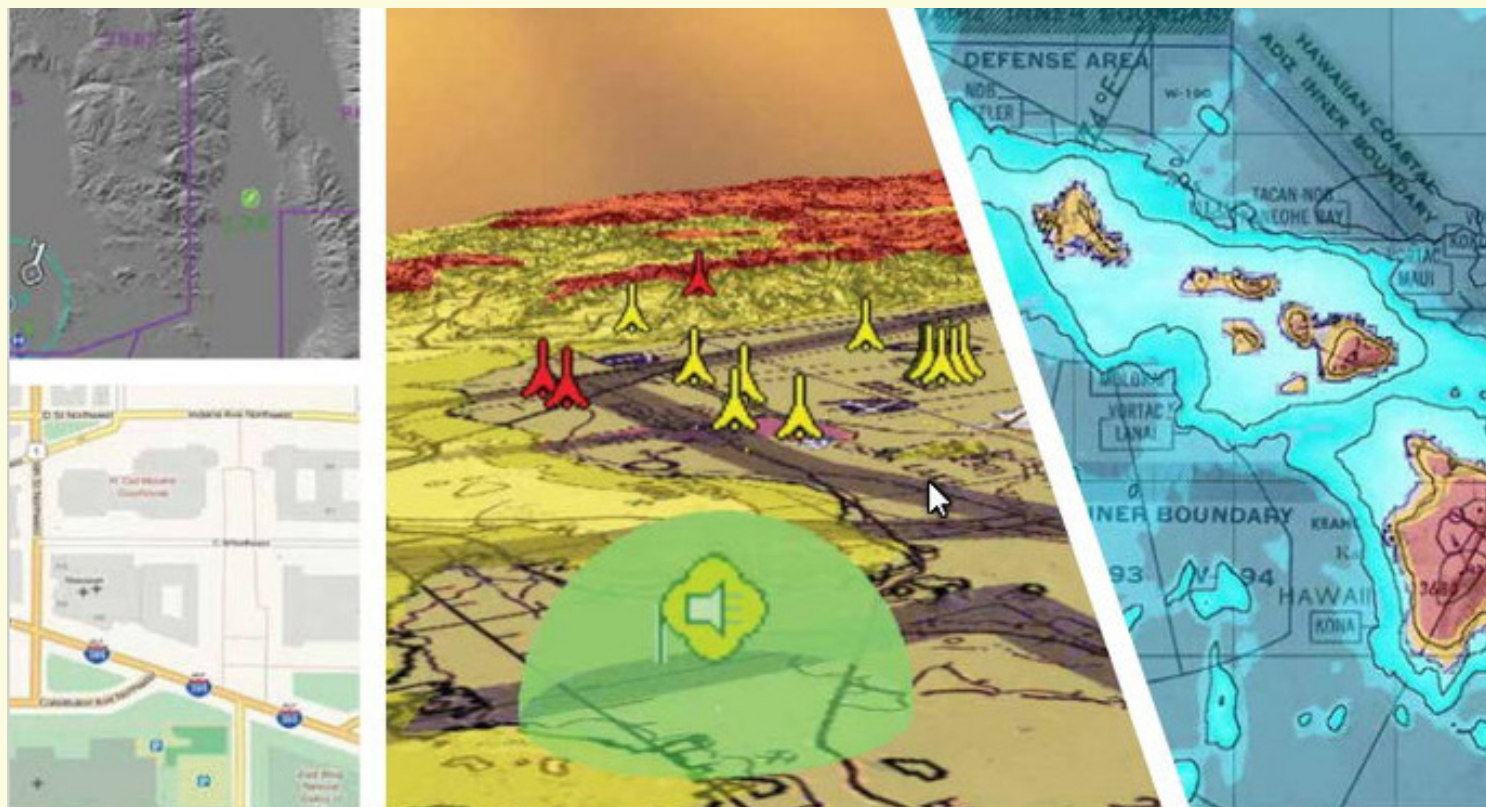


Oczywiście na S-70I też jest autopilot w pakiecie. W cockpicie to są te dwa panele poniżej monitorów MFD. Sam autopilot (komputer i jego niezależne żyroskopy) jest umieszczony za kabiną ładunkową.

Kolejną rzeczą którą możemy sobie odpalić gdy mamy już wiarygodne dane geograficzne jest mapa. W nowoczesnych systemach najciekawsze jest to, że tak łatwo na nich budować nowe funkcjonalności. Znajomość pozycji pozwala zastosować mapę cyfrową, a ta pozwala wprowadzić na pokład TAWSa, Blue Force Tracking i inne.

Na UH-60M mapa cyfrowa to produkt Harrisa pod nazwą FliteScene.

To jest ciekawe zdjęcie ze zrzutami z takiej mapy. Bardzo wyraźnie widać bowiem, że na takiej mapie zaznaczono nawet ....słupy energetyczne oraz, że dane obejmują dane o wysokości. Stąd już tylko krok do obrazu 3D na naszym monitorze w cockpicie. No i tu się zaczyna zabawa w wojnę. Na tym przykładzie widać jaką przewagę daje technologia - możemy lecieć nisko, wiemy jak się zasłonić przed emisją radarową, i sto innych rzeczy.



<https://www.harris.com/solution/flitescene-digital-map>

■ First two images at far left: Standard 2D map formats in any RPF scale with multi-layer display capability. Center top: Aviation overlays. Center bottom: GeoTIFF street maps. Right: Situational awareness in 3D view. Far Right: Bathymetric shading, contours, and bands.



Minus jest taki, że to musi być produkt najwyższej klasy wojskowej kartografii i do tego aktualizowany (czyli kupowany) co jakiś czas (w USA co 28 dni aktualizują). Sami tego nie zrobimy, bo najważniejsze są przecież mapy nie naszego terytorium, tylko terytorium innych państw.

Tu się bez satelity i skomplikowanej obróbki danych radarowych nie obejdzie.

Zdjęcie poniżej pokazuje, co można z takiej mapy „wyciągnąć” gdy nałoży się na nią dane pilotażowe i nawiga-

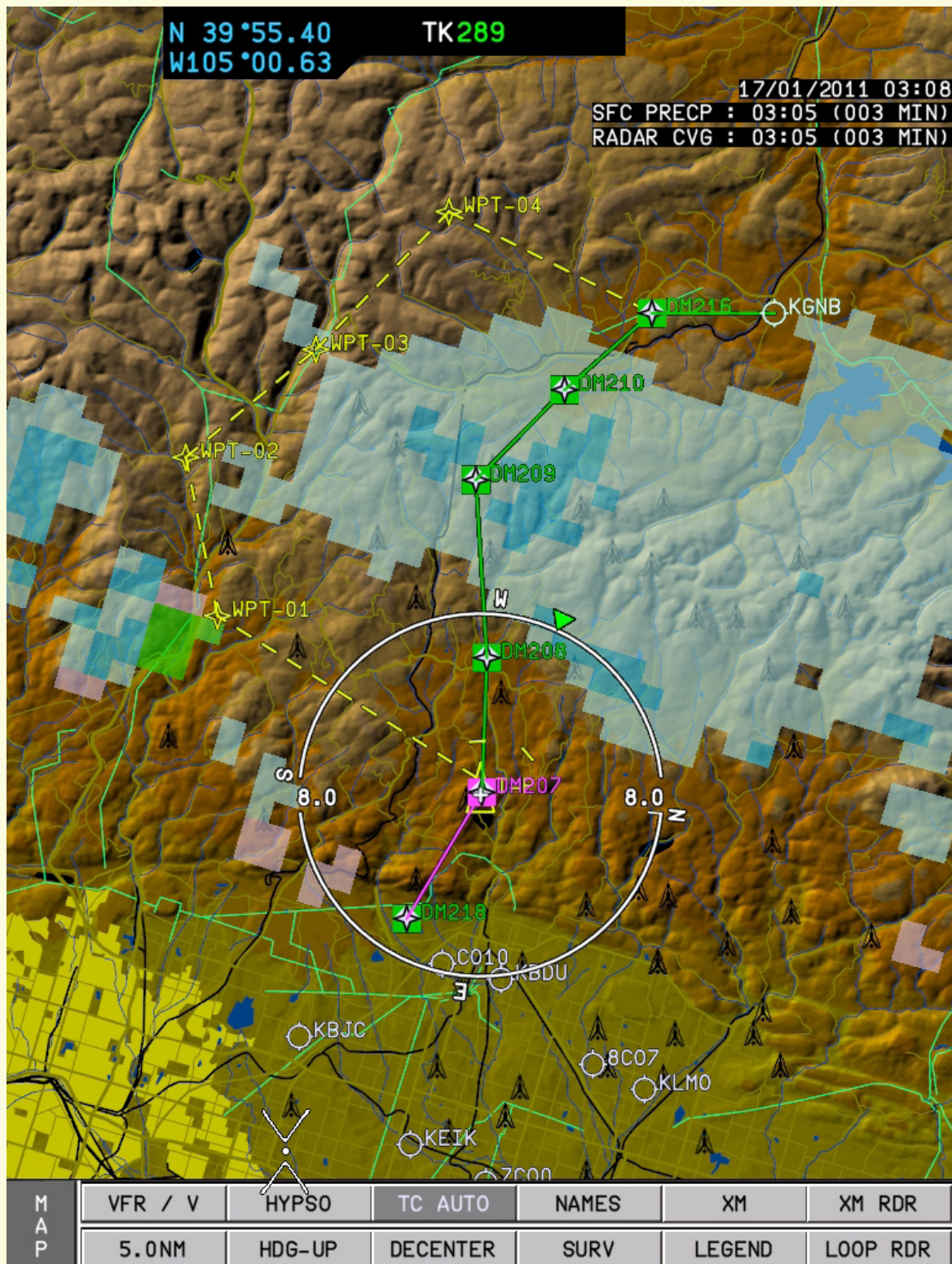
cyjne. I teraz sobie wyobraźmy, że nad Białorusią zapadła noc i nic gołym okiem nie widzimy.

-----

*W sumie miałem napisać o lataniu nisko śmigłowcem i o tym jakiej elektroniki potrzebujemy aby z S-70I uczynić pełnoprawny śmigłowiec wojskowy.*

*Uznajmy to za niezbędny wstęp dla tej analizy.*

*Te graty to jest właściwie standard na śmigłowcach....*



*Powyżej podobna mapa Thalesa jako tło dla danych nawigacyjnych i planu lotu. Punktem wspólnym oczywiście aktualna pozycja statku powietrznego*



# Podstawowe systemy łączności

**W swojej podstawowej wersji S-70I wyposażony jest w dwie radiostacje linii Starblazer firmy Raytheon.**

[http://www.raytheon.com/capabilities...blazer\\_ground/](http://www.raytheon.com/capabilities...blazer_ground/)

**Z wojskowego punktu widzenia jest to nieporozumienie. Łączność S-70I jest na poziomie znacznie niższym niż naszych Mi8/17/24 czy Głuszców.**

Oczywiście każdy potencjalny Klient zamówi sobie co zechce - ale właśnie o to chodzi, by przestać pisać, że S-70I to jest wersja jaka nam odpowiada. Nie, my musimy tam zapakować sporo dodatkowego - i kupowanego za zgodą Kongresu USA, sprzętu.

**System łączności śmigłowców jest o wiele bardziej skomplikowany niż ten z samolotów wojskowych. I znacznie droższy.**

Po pierwsze śmigłowiec musi posiadać tzw. radiostację lotniczą. Jak wszyscy wiemy widmo fal elektromagnetycznych jest jedno i dostępne dla wszystkich. Istnieją procedury podziału tego widma na poszczególnych użytkowników. Dzięki mamy telewizję i radio i telefonię komórkową i wi-fi i radio-teleskopy i radary. Bez tego byłby bałagan.

Ruch lotniczy i wojsko jako całość, także mają swoje przydzielone pasma. Wojskowa radiostacja lotnicza to najczęściej urządzenie pokrywające lotnicze pasmo cywilne 118-137 MHz oraz wojskowe lotnicze pasmo 225-400 MHz. Dzięki temu możliwa jest wymiana korespondencji radiowej pomiędzy poszczególnymi statkami powietrznymi oraz naziemną kontrolą lotów. To jest minimum. Z różnych jednak względów pożądane jest, aby wojskowe radiostacje lotnicze mogły pracować w szerszym paśmie częstotliwości - 108-400 MHz.



**Radiostacje Rohde-Schwarz MR6000**

<https://www.rohde-schwarz.com/us/bro...sheet/mr6000a/>

Ze względu na przepisy (i rozsądek) wymaga się aby radiostacje były dwie (w tym rezerwowa). I takie minimum jest na S-70I.

U nas od wielu lat standardem w łączności lotniczej są doskonałe radiostacje niemieckiej firmy Rohde&Schwarz - ze szczególnym uwzględnieniem linii MR6000.

Moim zdaniem takie dwie będą na naszych S-70PL. Radiostacje lotnicze to są zupełnie inne konstrukcje niż radiostacje naziemne. Tu liczy się masa, zwartość, odporność na niskie temperatury i ciśnienia oraz wibracje. To są bardzo drogie konstrukcje. One się różnią także tym, że panel sterowania znajduje się najczęściej w innym miejscu niż transceiver. W cockpicie statku powietrznego nie ma radiostacji, one są poupychane w ogonie czy gdzie się tylko da. Piloci mają dostęp tylko do paneli zdalnego sterowania.

**Najważniejszą z wojskowego punktu widzenia cechą jakichkolwiek radiostacji jest zdolność do pracy zapewniającej TRANSEC i COMSEC.**



**Radiostacje Raytheon AN/ARC-231 „Skyfire” zapewniające TRANSEC/COMSEC montowane m.in. na UH-60 L/M**

TRANSEC to jest nic innego jak hopping (przeskok) częstotliwości. Radiostacja nie nadaje w jednym, stałym paśmie ale zmienia pasmo nadawania z częstotliwością 100-300 Hz skacząc po całym dostępnym jej paśmie. To jest technologia mająca za zadanie oszukać zagłuszarki przeciwnika. Gdybyśmy nadawali np. w stałym kanale 240,75 MHz to po pewnym czasie sygnał zostałby namierzony przez przeciwnika i rozpocząłby on nadawanie w tym paśmie mocnego sygnału zagłuszania. Ale my skaczemy po częstotliwościach: 240,75 - 300,25 - 390,00 - 260,25 i tak 300 razy na sekundę. No nie ma takich zagłuszek.

Skoki odbywają się przypadkowo - no ale jak w takim razie słuchać takiej wiadomości? Otóż radiostacje pracują zgodnie z wcześniej opracowanym planem. To są dane tajne i są wprowadzane do radiostacji jeszcze przed wylotem za pomocą specjalnego fizycznego urządzenia zwanego fill gu-nem (programator TYO).





Radiostacja Thales PR4G <https://www.thalesgroup.com/en/world...product-family>

Cała łączność wojskowa się na tym opiera. Zarządzanie widmem to jest kluczowa w wojsku technologia i jedna z najważniejszych procedur. Bez tego nie ma łączności.

Ale gdy już sobie to wszystko poukładamy to nasz śmigłowiec nadaje sygnał szatkowany 300 razy na sekundę, a inne radiostacje w sieci spokojnie za tym szatkowaniem nadążają.

W NATO istnieją wspólne waveformy zgodnie z którymi projektuje się radiostacje: np. HaveQuick, SATURN.

Inna technologia należy do kategorii COMSEC. To jest tzw. kodowanie informacji. Każda radiostacja ma przystawkę kryptograficzną - w niektórych przypadkach to jest od razu zamontowane wewnątrz radiostacji. Każdy producent proponuje własne rozwiązania kryptograficzne, każdy kraj chciałby mieć swoje własne oprogramowanie i swoje własne moduły kryptograficzne. No ale i tu istnieją wspólne NATOwskie standardy. Oczywiście w tym przypadku także mamy fill guna i procedury przygotowania poszczególnych radiostacji do pracy w sieci z innymi.

No więc mamy już główną (i zapasową) radiostację lotniczą pracującą z przeskokiem częstotliwości (hoppingiem) i kryptografią. To jednak za mało - śmigłowiec musi utrzymywać

łączność z żołnierzami na ziemi. Nie wnikając w szczegóły najlepiej jest gdy mamy na pokładzie kolejną radiostację taktyczną, taką samą w jaką wyposażone są jednostki lądowe.

U nas standardem jest licencyjny Thales PR4G (na zdjęciu obok) i takie też radiostacje znajdują się na śmigłowcach WP. Pokrywają one pasmo 30-88 MHz.

I teraz uwaga. Radiostacje pracujące w pasmach VHF i UHF (czyli powyższe) należy traktować jako radiostacje LOS, czyli takie w których

łączność jest możliwa gdy zapewniona jest widoczność anten (line-of-sight). Na ziemi ogranicza to znacznie zasięgi łączności - do 15-30 km. Dlatego też w wojskach lądowych łączność taktyczna uzupełniona jest o węzły łączności pracujące za pomocą kabli lub radiolinii na masztach.

W powietrzu jest łatwiej, jesteśmy wysoko, antena na śmigłowcu widoczna jest z daleka i LOS to setki km. Poza jednym wyjątkiem - gdy latamy nisko.

Wtedy mamy problem. I dlatego na śmigłowcach instaluje się systemy łączności dalekiego zasięgu. Zdecydowanie najlepszym i preferowanym jest SATCOM. Nowoczesne radiostacje są już przygotowane do pracy w tym trybie, potrzebna jest tylko antena i zakup usługi (lub własnego satelity).

Biorąc pod uwagę, że kupujemy śmigłowce na 30 lat, i że jest szansa na latanie nimi nad innymi kontynentami to SATCOM jest wręcz niezbędny.

Pewną bieda-alternatywą jest instalacja na śmigłowcu wojskowej radiostacji pasma HF (1-30 MHz). Fale w tym paśmie propagują odbijając się od jonosfery. Daje to zasięgi globalne - wiedzą o tym krótkofalowcy amatorzy. Cywilne samoloty pasażerskie wykorzystują takie radiostacje do łączności nad oceanami - spokojnie 5000 km zasięgu można osiągnąć.

*U nas standardem HF w łączności są radiostacje Falcon Harrisa. I taka też radiostacja powinna zostać zainstalowana na śmigłowcach (na zdjęciu obok w wersji lądowej): <https://www.harris.com/solution/harr...-manpack-radio>*





I teraz wróćmy do śmigłowca. Mamy już cztery radiostacje pokrywające pasmo 1-400 MHz plus SATCOM. Nie da się tym sterować bez jakiegoś wspólnego interfejsu. Dlatego też radiostacje są pochowane w czeluściach maszyny, a piloci mają dostęp do jednego, zunifikowanego panelu sterowania, który zarządza radiostacjami via serwer łączności.



*Powyższe zdjęcie pokazuje kokpit Mi-17 z dwoma panelami systemu łączności (monitory z kolorowym przyciskami). Na naszych Mi-17 zabudowanych jest pięć radiostacji.*

Oczywiście piloci mogą także sterować łącznością bez odrywania rąk od drążka i dźwigni (HOCAS). Niebagatelną rolę odgrywa także intercom. Przecież poza pilotami mamy desant - i dowódca desantu musi prowadzić łączność z ziemią. Mamy także strzelców pokładowych - oni też muszą wiedzieć co się dzieje. A sam intercom wcale nie jest tani - to są systemy przystosowane do pracy w oświetleniu NVG i w trybie kodowanym. IMO (wg. mojej opinii) to musi być minimum pięciostacyjna instalacja interkomu.

Czy intercom, kilka radiostacji z modułami krypto, kilka anten, okablowanie i serwery komunikacyjne to wszystko? Otóż nie.



*Widok na kabinę UH-60 M z przedziału transportowego, widoczne ekrany MFD, panele autopilota, oraz FMS*



## Od pewnego czasu rozprzestrzeniają się systemy automatycznej wymiany danych - tzw. datalinki.

Datalink można traktować jako kolejną radiostację - a właściwie radiolinię. To są systemy dedykowane „dialogowi” komputerów. Rola końcowego użytkownika sprowadza się do obserwacji efektów tej wymiany danych na jakimś monitorze. W skrajnych sytuacjach potrzeba jeszcze pośrednictwa superkomputera do obróbki surowych sygnałów (np. w systemach bezpilotowych). Ale większość datalinków obsługuje małe przepływy.

Jednym z takich datalinków jest Link 16. Jedną z niewielu pewnych informacji jakie posiadamy co do wyposażenia nowych śmigłowców wielozadaniowych jest właśnie instalacja na nich Link 16. My mamy obecnie poniżej 100 takich systemów, a chcemy je mieć na każdym statku powietrznym i wyrzutni OPL.

**Co to daje?** Otóż Link 16 umożliwia dzielenie się „wszystkimi ze wszystkimi” posiadaną informacją taktyczną. To jest system LOS, co w powietrzu przekłada się na zasięg ok. 500 km. Nawet jeśli nasz śmigłowiec jest nisko, to i tak jego anteny widzą jakiegoś AWACSA czy inny wysoko lecący transponder (np. z F-16). I warto tu przypomnieć o tym, że chcemy mieć własne samoloty rozpoznania radioelektronicznego (oby na bazie Gulfstreamów 550), no i retranslacja jest wymarzoną „robotą” dla naszych przyszłych MALE.

Innym znanym datalinkiem jest morski Link11. To jest system o podobnej logice, ale stworzony dla potrzeb MW. Tam mamy do czynienia z zupełnie innymi odległościami, dlatego też Link11 skonstruowano wokół pasm HF. Oczywiście nasze śmigłowce morskie muszą to mieć.

Ale to nie wszystko - systemy zautomatyzowanej wymiany danych stają się także standardem w wojskach lądowych. My się przymierzamy do wprowadzenia systemu BMS/BFT. Śmigłowce które będą działały nad jednostkami wojsk lądowych w takie terminale powinny zostać wyposażone także. Oczywiście rodzi to pewne problemy techniczne - nie bardzo jest miejsce na kolejny terminal - Amerykanie w Afganistanie umieszczali go pomiędzy siedziskami pilotów z dostępem od strony przedziału transportowego. Nawet jeśli nie będziemy tego mieli od razu, to i tak na S-70 muszą się kiedyś znaleźć. Warto o tym pamiętać.

**I teraz obraz systemu łączności naszych śmigłowców wielozadaniowych się dopełnił.**

Cztery radiostacje z hoppingiem i modułem kryptograficznym, system wymiany danych, komputer (serwer) łączności,



Są dwie firmy które produkują terminale Link16.

Nie pamiętam jakie mamy my, ale to podobnie wygląda jak powyższy MIDS-LVT(1) - Link 16 Tactical Airborne Terminal

<https://www.viasat.com/products/link-16-mids-lvt1>



Efekty pracy LINK-16, zobrazowane na wyświetlaczu MFD

[http://www.seos.com/Products\\_and\\_Sys...ata\\_Links.aspx](http://www.seos.com/Products_and_Sys...ata_Links.aspx)

Powyższy obraz sytuacji powietrznej będzie dostępny dla każdego pilota naszych śmigłowców niezależnie od tego czy sam śmigłowiec ma coś ciekawego do dodania.

Można pracować w trybie pasywnym. Najważniejsze jest to, że informacje o tym gdzie są samoloty i śmigłowce przeciwnika są dostępne nawet na pokładzie śmigłowca bez własnego radaru.

pulpity zarządzania, wielopunktowy intercom, okablowanie, 6 - 10 anten, integracja z systemem alarmowym, sterowania (HOCAS), wyświetlania danych, elektrycznym i naziemnym systemem zarządzaniem widmem. No i nie zapominajmy o certyfikatach zgodności elektroenergetycznej.

**Znacznie to jednak odbiega od dwóch radiostacji lotniczych jakie są instalowane na standardowych S-70I!**

Do masy własnej śmigłowca trzeba dodać ze 100 kg łączności. Do ceny z 5mln pln (sam terminal MIDS to 2 mln).



# No dobra. Lecimy.

**Zadanie czasu W. Lecimy z misją CSAR. Celem nie jest uratowanie załogi ale zniszczenie wszystkich urządzeń rozbitego F-16.**

Celowo o tym piszę, bo wielu zapomina, że takie misje też będą. To też jest CSAR. Statek powietrzny jest pełen tajemnic. Są dane IFF, plan lotu z komputera misji, tajne dane ustanawiania łączności, nawet rejestrator katastroficzny pozwoli zrekonstruować plan lotu.

To trzeba zniszczyć - oczywiście są procedury, każdy system zeruje się jednym przyciskiem - no ale różnie to może być.

## Lecimy nisko.

Wbrew pozorom śmigłowiec jest nie do wykrycia przez radar, gdy leci nisko. Horyzont radiolokacyjny oznacza, że już 20-30 km od radaru na 10 metrowym maszcie nie widać śmigłowca lecącego poniżej 20 metrów. Ale to jest dla kuli. Na ziemi są miasta i roślinność i rzeźba terenu. Moja Łódź znajduje się na 40 metrowej górze, która zupełnie uniemożliwia zobaczenie czegokolwiek radarom umieszczonym po obu stronach. Nieznane nikomu Wzniesienia Łódzkie to jest dodatkowe 100 metrów. Świat jest pełen gór i dołków.

No też dlatego my lecimy śmigłowcem nisko. I nie lecimy przypadkowo. Plan lotu uwzględnia optymalną trasę, uwzględniając naturalne zasłony geograficzne oraz naszą wiedzę o dyslokacji środków OPL przeciwnika. Setki żołnierzy pracuje w kartografii czy meteorologii, setki w rozpoznaniu radioelektronicznym. Przed wylotem dostajemy aktualne dane o tym wszystkim - ze szczególnym uwzględnieniem znanych pozycji systemów OPL. Oczywiście śmigłowiec może te dane aktualizować - system samoobrony zawiera elementy rozpoznania radioelektronicznego - nowa emisja powoduje zmianę trasy lotu. To się robi lekkim kliknięciem w mapę. System sam policzy masy i zdolności i pokieruje do celu inną trasą.

**No, ale warunek jest taki, że lecimy nisko. To nam degeneruje i dane pilotażowe i nawigacyjne i łączność.**

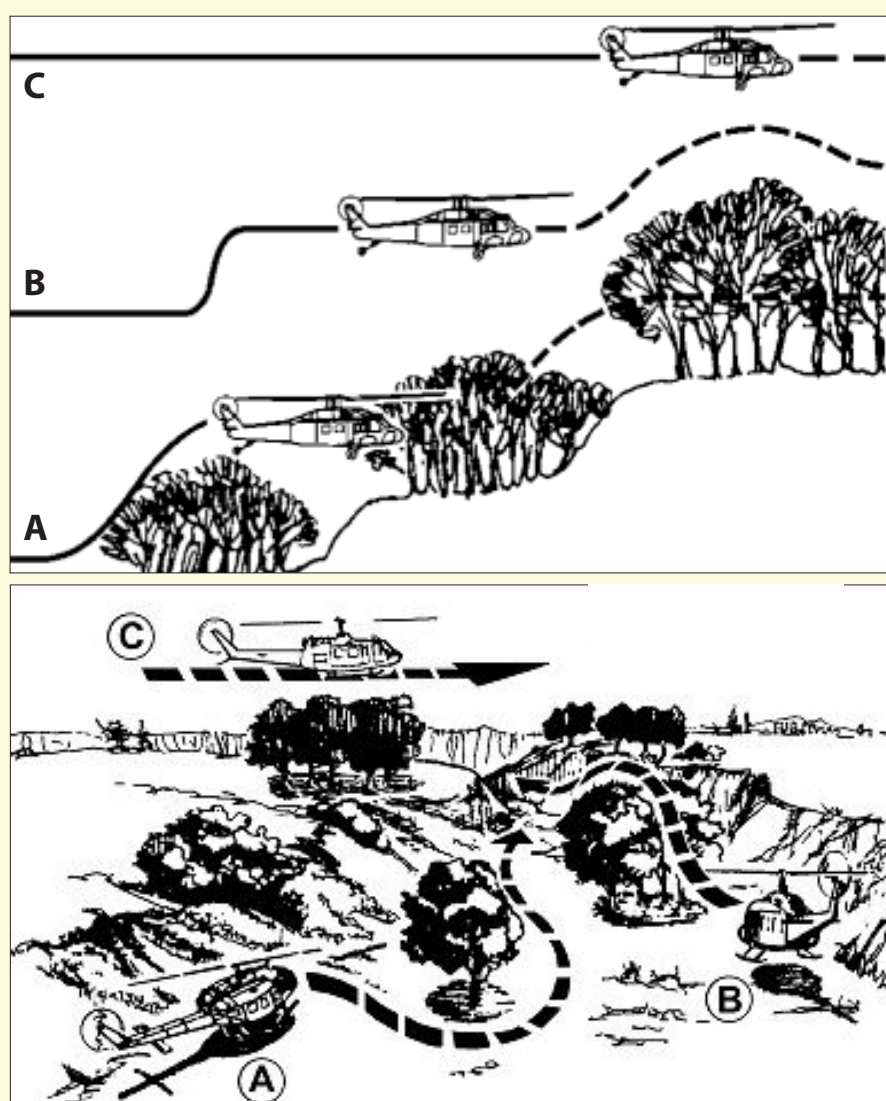
**Po pierwsze** nie możemy ufać danym z systemu Pitota (ciśnieniom), poniżej 1500 ft i tak musimy uruchomić wspomniany w poprzed-

nim poście wysokościomierz radarowy. To też nie jest idealny wskaźnik - ale już znacznie lepszy.

**Po drugie** zostajemy odcięci od systemu radiolatarni - nie ma ani systemów cywilnych ani TACAN. Należy także założyć, że nie mamy sygnału GPS lub też nie możemy na nim polegać. Pozostaje nam tylko nawigacja INS (no ale pamiętajmy o dryfie).

**Potrzenie** - degeneruje się także łączność, spadają zasięgi radiostacji LOS (zanikają). Możemy liczyć jedynie na SATCOM (jeśli mamy) i radiostację HF (groźna emisja) oraz dostęp do danych Link 16 (jeśli mamy).

Degenerują się także dane o pogodzie i aktualnym stanie systemu opl przeciwnika. Trzeba je sobie aktualizować samemu.



Rysunki przedstawiające 3 sposoby wykonywania lotów śmigłowców w trakcie misji:

- A - NOE - (nap of the earth) - lot z wykorzystaniem rzeźby terenu,
- B - CONTOUR - lot na b. niskiej wysokości, zwiększanie pułapu przed przeszkodą,
- C - LOV LEVEL - lot na niskiej wysokości



# Jakie systemy są nam potrzebne do takiej misji?

## Po pierwsze radar dopplerowski.

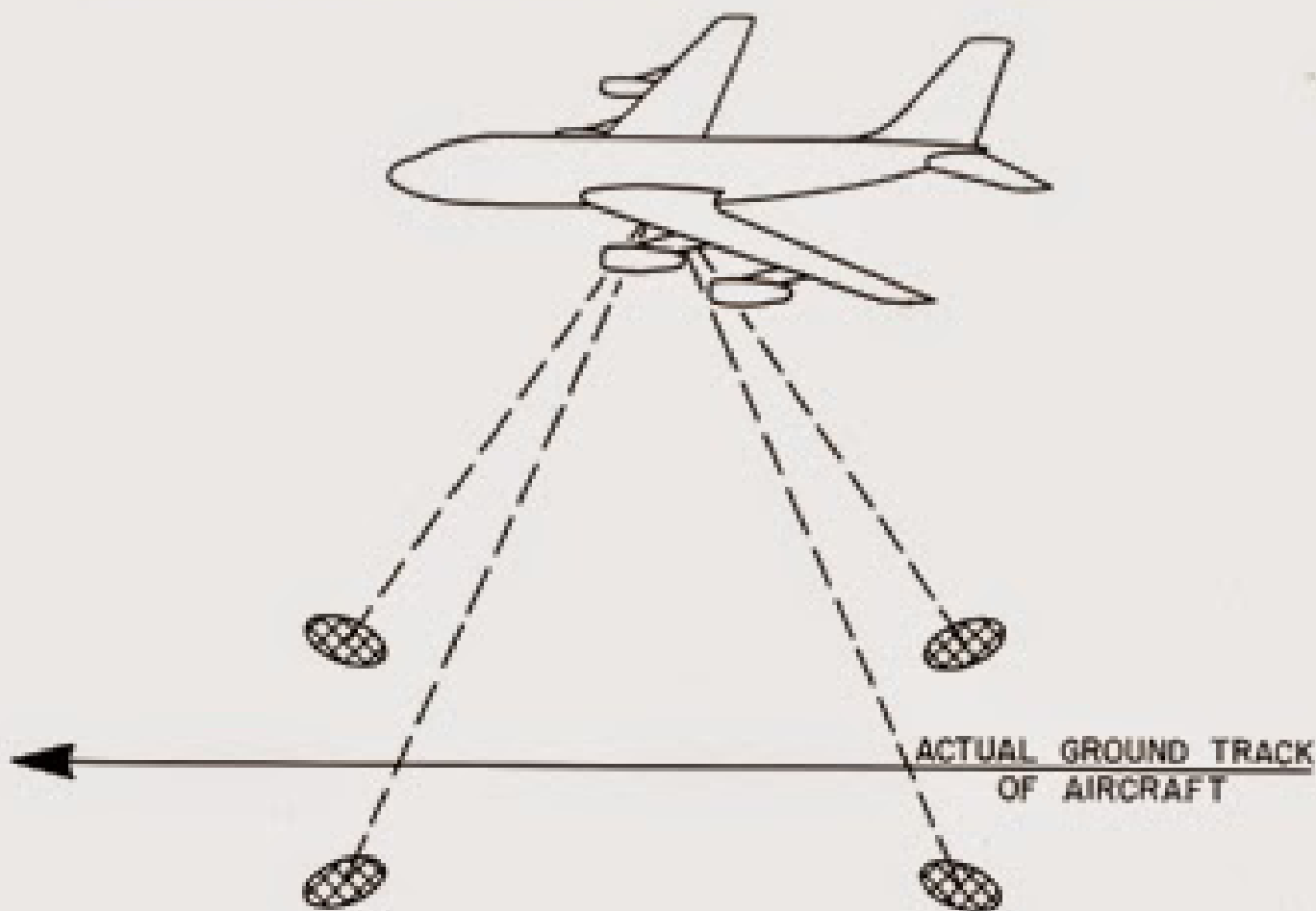
To jest urządzenie pozwalające na mierzenie prędkości postępowej nisko lecącego śmigłowca. Jest niezbędne w zadaniach ZOP i SAR. Pilot musi wiedzieć czy śmigłowiec się powoli nie przemieszcza. Bez tego urwiemy linię sonaru lub zabijemy żołnierza na linii. Najlepsze takie radary pozwalają nawet na nawigację z wykorzystaniem mapy cyfrowej.

Na UH-60M montuje się CMA-2012 firmy Esterline:  
<https://www.esterline.com/Portals/17...us/doppler.pdf>

To działa tak, że radar emituje cztery wiązki i wykorzystując różnice powracających i spowodowanych ruchem, częstotliwości sygnałów i przelicza je do ruchu poziomego.



CMA-2012 DOPPLER VELOCITY SENSOR



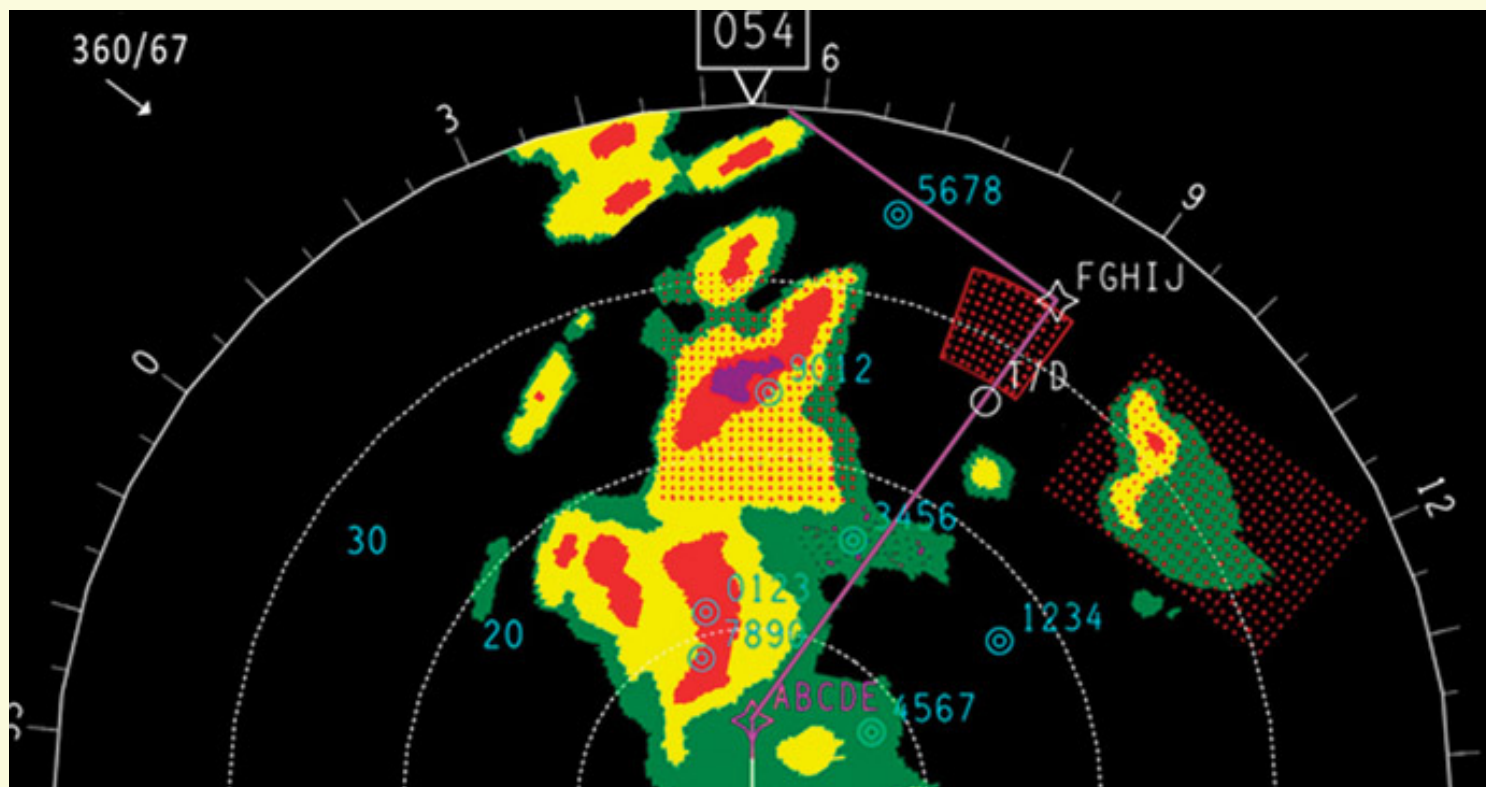
RADIATION PATTERN OF DOPPLER NAVIGATION



## Kolejnym problemem jest pogoda.

Przed startem dostajemy dane pogodowe i karmimy nimi system. Ale pogoda się zmienia. Największym zagrożeniem są uskok wiatru, wyładowania, zamarzanie (casus

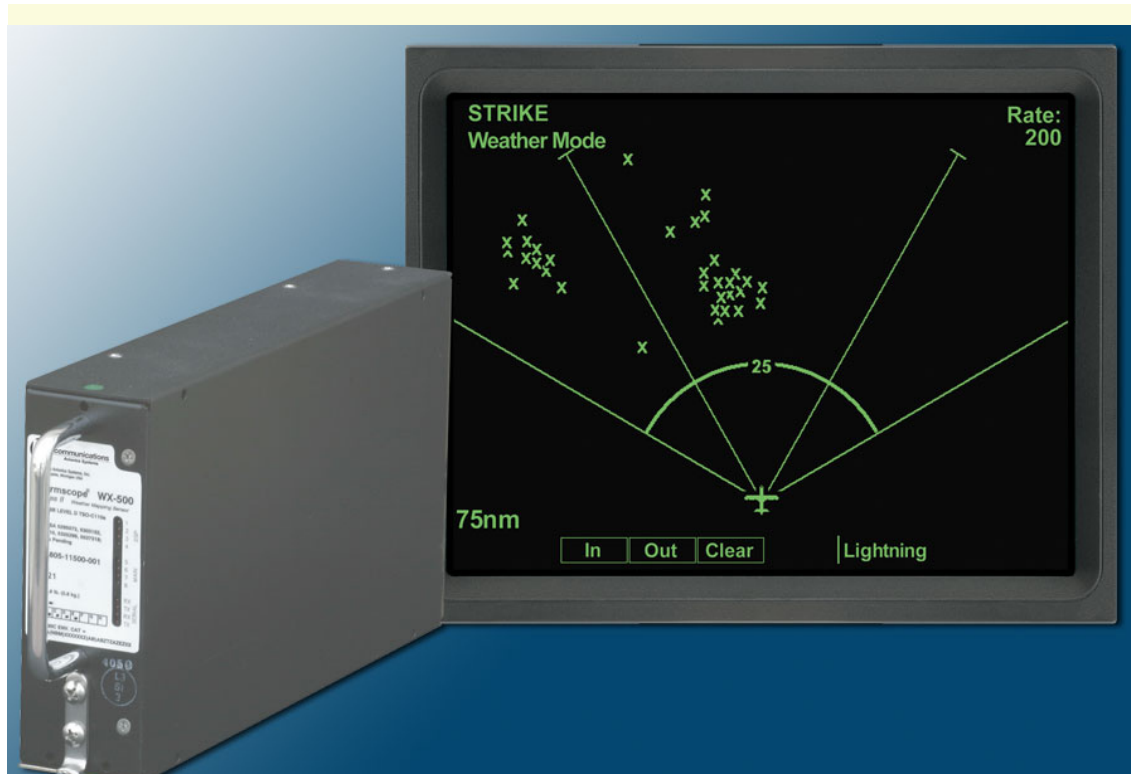
Millera). Da się te pogodowe dane aktualizować z pokładu śmigłowca, ale potrzebujemy własnego systemu pogodowego. Najlepiej gdy jest to kolorowy radar pogodowy.



Rockwell Collins proponuje np. serię Multiscan: <https://www.rockwellcollins.com>

Radary są najbardziej wrażliwe na wodę. Widać opady, a algorytmy porównawcze podają nam sugestię co do wiatru i zagrożeń. To są drogie systemy i na swoich UH-60M Amerykanie instalują tańsze systemy

wykrywania wyładowań. Nie jest to radar, ale pozwala zorientować się w sytuacji - być może nawet szybciej niż w przypadku radaru klasycznego. W końcu grzmizanim zaczniesz padać.



Na zdjęciu obok widoczny jest system Storm Scope WX-500 produkowany przez L3:

**Oczywiście żaden z powyższych systemów nie występuje w standardzie na S-70I. To wszystko trzeba sobie kupić - no i pamiętajmy o najważniejszym, to wszystko trzeba doliczyć do masy własnej śmigłowca.**

<https://www.l-3avionics.com/products/stormscope/>



**Nadal brakuje jednak najważniejszego elementu - googli.**

Noktowizory zrewolucjonizowały niskie latanie. Bez tego nie ma latania w nocy czy słabych warunkach.

To jest absolutnie niezbędne na naszych nowych wielozadaniowcach. I pamiętajmy, że to nie są same okulary.

**To jest cały system.**

Trzeba zmienić wszystkie światła wewnętrzne i zewnętrzne, nawet reflektor lądowania musi pracować w IR. To jest dodatkowe pudło dimmera.

Tu w moim mniemaniu liderem jest Elbit USA. Oni też dostarczają nowe systemy dla F-35.



*Obraz z przykładowych googli US Army.*

## No i jeszcze jeden system - HUD.

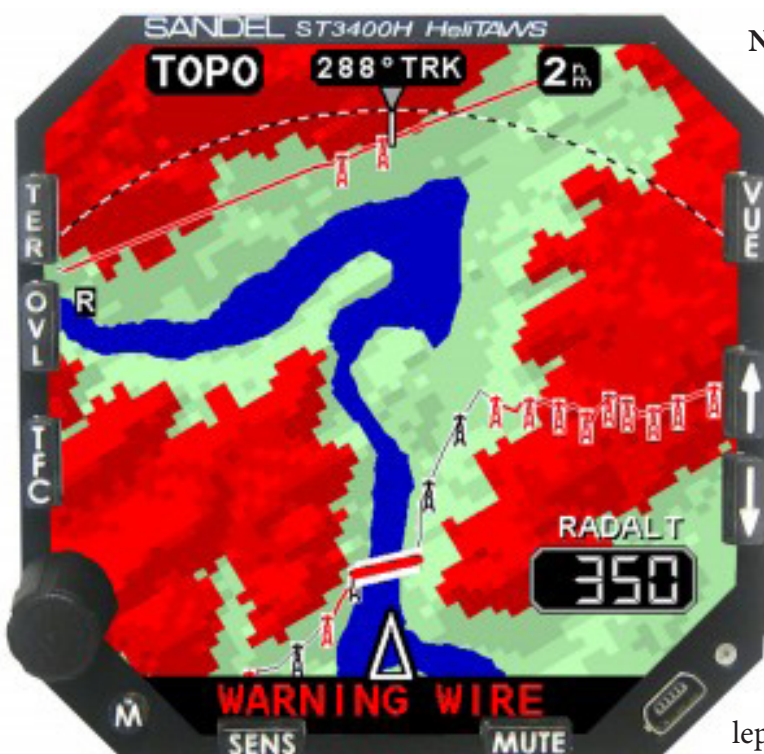
Od jakiegoś czasu HUD zniknął z cockpitów wojskowych samolotów. A może lepiej napisać, że został zastąpiony przez IHUD.

Zamiast wyświetlać dane nawigacyjno - pilotażowe w stałym miejscu, rozpoczęto ich montowanie na hełmie lotniczym. Dzięki temu piloci mają dostęp do tych danych niezależnie od tego gdzie się patrzą. No i nie muszą szukać ich na monitorach. Na naszym Cyklopie to jest 17 najważniejszych wskaźników pilotażowych w kilku trybach. Oczywiście można systemu używać w dzień oraz jako nakładkę na google noktowizyjne.

**To jest zupełnie niezależne.**



[http://www.elbitsystems-us.com/sites...nvishud\\_24.pdf](http://www.elbitsystems-us.com/sites...nvishud_24.pdf)



No, ale to też nie wszystko.

**Powróćmy do ruchomej mapy cyfrowej.** Taki system u nas zastosowano niedawno po raz pierwszy na Głuszczu. Mapa przechowuje dane poziome i pionowe. Oznacza to, że system może porównywać naszą pozycję na mapie (pobieraną z systemu nawigacyjnego) z danymi pionowymi otaczającego terenu. Tak działa n.in. system TAWS. W wojsku umożliwia to loty z tzw. uwzględnieniem rzeźby terenu (NOE).

Widoczny na zdjęciu obok obraz jest widoczny na monitorze MFD, system ostrzega nas także za pomocą intercomu. Ale oczywiście najlepiej gdy te dane podaje IHUD na „oku”. No i najczęściej podaje takie dane - gdy nie widzimy niczego wokół poza danymi HUDa - też da się lecieć. Mamy na „oku” komunikaty” wyżej, niżej, przeszkoda z lewej etc. no najlepiej mieć w takiej sytuacji radar milimetrowy i latać zupełnie bez ryzyka. A jeszcze lepiej i radar i termowizor. No ale to na szturmowych jest.



# Podsumowanie

**Już ten lekki przegląd pozwala zorientować się w podstawowych różnicach pomiędzy S-70I, a UH-60M.**

**To jest 200 kg elektroniki i 10-15 milionów więcej.**

**No i wymagana jest zgoda Amerykańskiego Kongresu na sprzedaż.**

**Na dziś Mielec nie jest w stanie czegoś takiego dostarczyć.**

Oni nie dysponują swobodą w sprzedaży tych podzespołów elektronicznych. I to jest właśnie powód różnicy zdań pomiędzy wypowiedziami (delikatnie ujmując) min. Macierewicza, a stanowiskiem SG.

To trzeba kupić osobno i zamontować - lub zintegrować jeśli chcemy innego sprzętu niż ten dotychczas stosowany w US Army (np. własny!!!!). Wg. mojej opinii to zupełnie uniemożliwia wykorzystanie naszych własnych rozwiązań - co było brane pod uwagę przy Caracalach.

Oczywiście nie omówiłem całej elektroniki - są skomplikowane systemy diagnostyki i rejestracji, systemy katastroficzne, skomplikowana łączność SAR i CSAR, systemy poszukiwawcze.

**Poza tym ja nie omawiałem wersji specjalnej - to są absolutne minima dla śmigłowca w wersji transportowej, najprostszej.**

Wersja „na wojnę” to jest wersja z uzbrojeniem. Tu dyskusja zaczyna się od poziomu głowicy elektrooptycznej z laserami i termowizorem oraz systemu samoobrony. A może i radaru. To jest 20% ceny śmigłowca w wersji uzbrojonej. Ale otrzymujemy za to zupełnie inne możliwości.

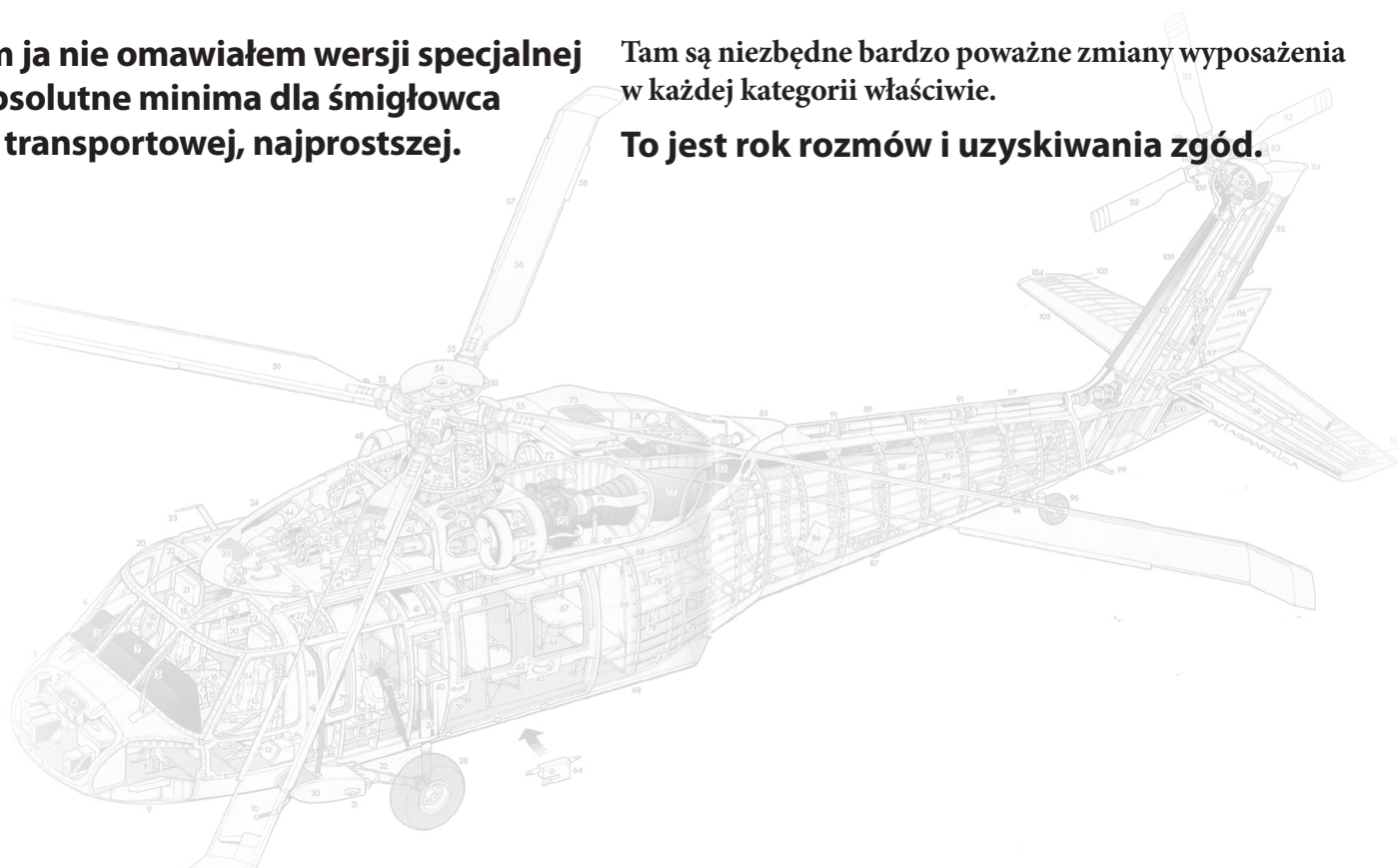
**Zresztą same systemy samoobrony to już inna opowieść. Kolejna.**

**No i nie zapominajmy, że elektronika to jedynie element wyposażenia.**

**S-70I nie ma nawet wyciągarki, reflektora poszukiwawczego, haka transportowego, odladzania wirnika czy opancerzenia siedzisk pilotów.**

Tam są niezbędne bardzo poważne zmiany wyposażenia w każdej kategorii właściwie.

**To jest rok rozmów i uzyskiwania zgód.**



Powyższe teksty zostały opublikowane na forum Skyscrapercity w Wątku militarnym:  
Część 1 (awionika) - <http://www.skyscrapercity.com/showpost.php?p=136112546&postcount=44906>  
Część 2. (łączność)- <http://www.skyscrapercity.com/showpost.php?p=136158499&postcount=44962>  
Autorem powyższego tekstu jest „Ronald W. Reagan”

Wersja PDF (skład, DTP, korekta) Grzesiek „Nomad\_FH”