



# A0M33BEP

## Bezpilotní prostředky

Přednáška 1: Úvodní a motivační přednáška.  
Stručná historie bezpilotních prostředků.  
Ukázky bezpilotních letounů.

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/a0m36bep/start>

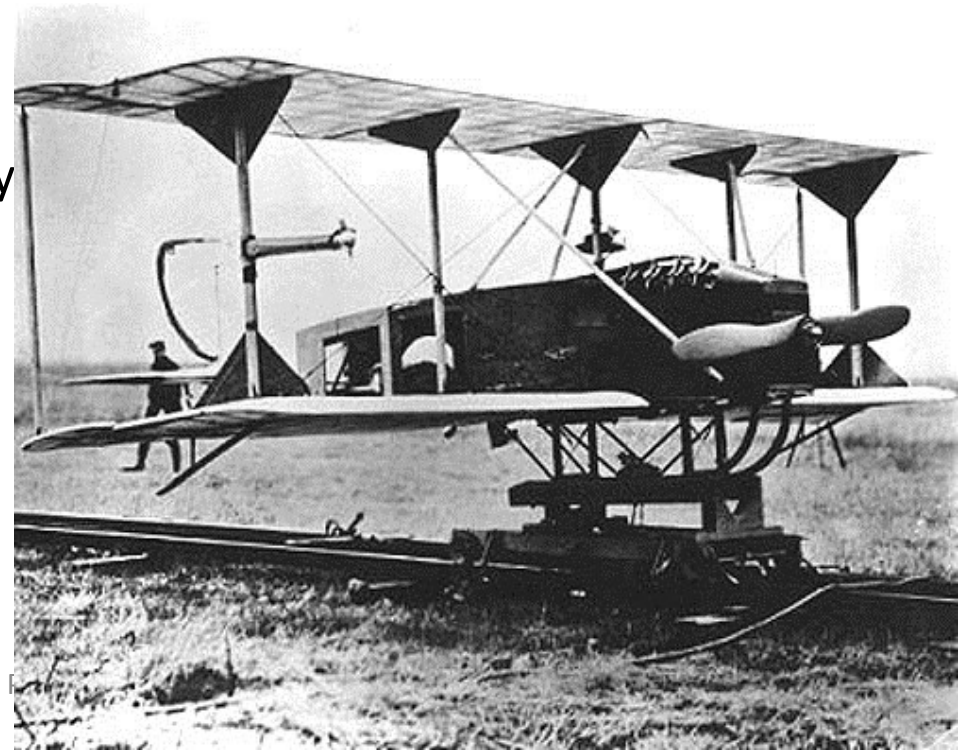
David Šišlák  
[sislakd@fel.cvut.cz](mailto:sislakd@fel.cvut.cz)



- » Různé větve vývoje:
  - » vojenská – hlavní tahoun daný potřebou nových zbraňových systémů
  - » civilní – více omezována rentabilitou, regulacemi
  
- » **Balony na Benátky - 1849**
  - » rakousko-uherská armáda použila 200 volných balónů k bombardování Benátek
  - » díky větru se nedařilo
  
- » **rádiové ovládání – 1898**
  - » Nikola Tesla patentoval 8.11.1898 Radio Controlled
  - » 1898 první testy na dálkově řízeném člunu
  - » 1900 dálkově řízená vzducholod'
  - » nepřetržité řízení

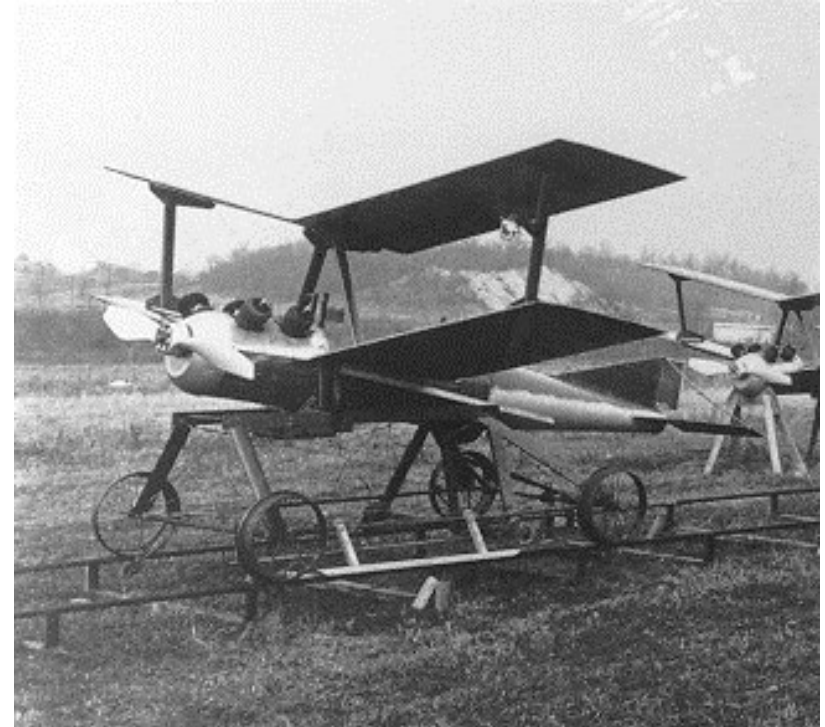


- » **Aerial torpedo** (Flying bomb) – US Navy 1917
  - » nepilotovaný dvojplášník ze dřeva
  - » váha 270kg včetně 136kg nálože, 40hp pohon Ford
  - » gyroskopický autopilot schopný udržovat přímočarý ustálený let
  - » spočítáno nastavení
  - » po přesném počtu otáček motoru zatahuje šrouby mezi křídlem a trupem, a celý trup je shozen i s náloží
  - » návrat prostředku není řešen
  - » při vzdálenosti 50km přesnost shozu 3,2km od středu cílové plochy



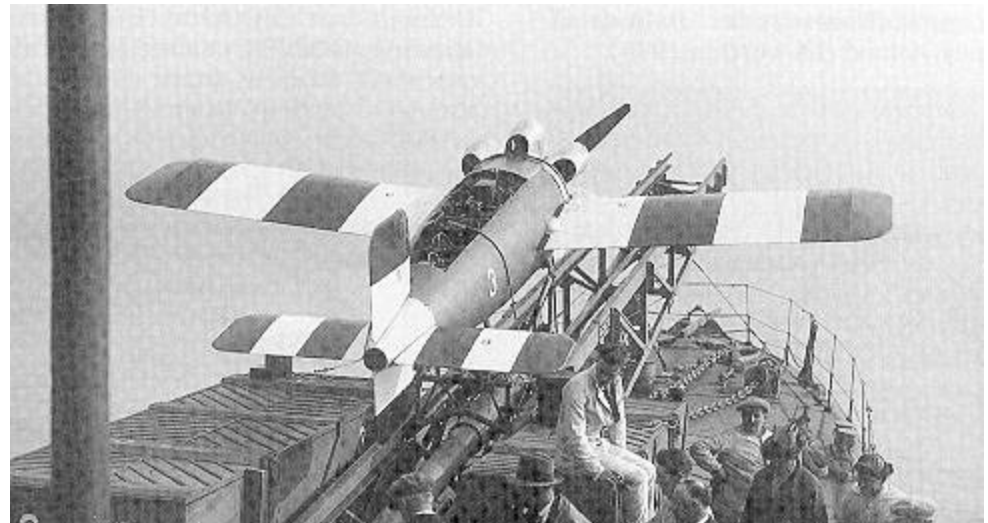


- » **Kettering bug** – US Army 1918
  - » 4.5m (rozpětí), 3.8m (délka)
  - » 240kg váha 82kg nalože
  - » dolet cca 120km; rychlost 193km/h
  - » princip jako Aerial torpedo
  
- » **Aerial Target** – British Army 1917
  - » radiově řízený



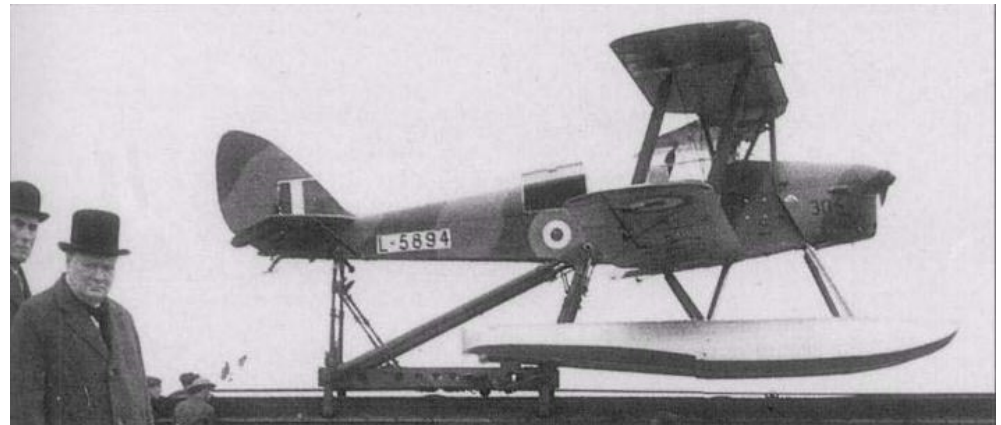


- » **LARYNX** – Royal Navy 1927
  - » dolet 480km, nálož 114kg
  - » motor 200hp; rychlost 320 km/h
  - » radiově řízený start
  - » přednastavený kurs, výška a dolet
  
- » CRUISE MISSILE
  - » nikdy nebyly úspěšně použity





- » **Fairey Queen** – Great Britain
  - » plné radiové řízení, target airplane pro cvičení střelců
  - » vyrobeno cca 420 kusů mezi 1934-1943
  - » vznikly z pilotovaných letadel, 830kg, 170km/h, motor 104kW



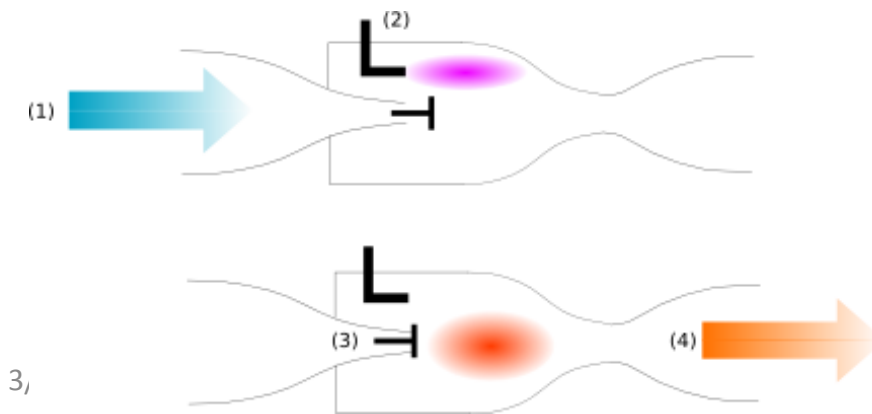
- » **RP4** – USA 1939
  - » radiový model, target airplane
  - » několik tisíc





## » **V1 Vengeance Weapon** – Germany 1944-1945

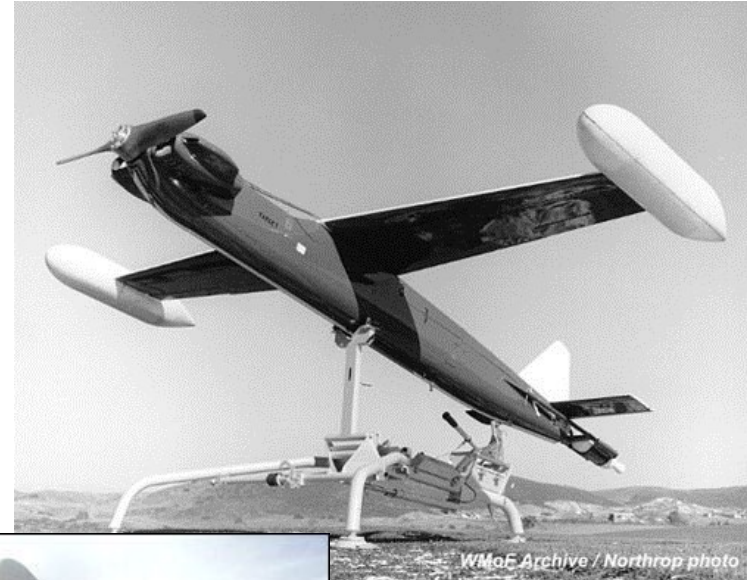
- » cruise missile
- » první pulse-jet, slyšet 16km
- » regulátor rychlosti a výšky
- » anemometr pro vzdálenost
- » obrovská nepřesnost-> velké cíle
- » 10000 použito na jižní Anglii
- » přes 2000 doletělo na Londýn
- » přes 4000 sestřeleno





## » **Falconer, Shelduck – USA**

- » US Company Radioplane, později Northrop
- » unmanned target
- » označeny BTT (basic training target)
- » vyráběny až do 1980, obrovské množství



## » **Crossbow Decoy – USA**

- » Northrop
- » anti-radar návnada
- » radiově řízené, video přenos
- » vypouštěné z bomardéru (např. B47)





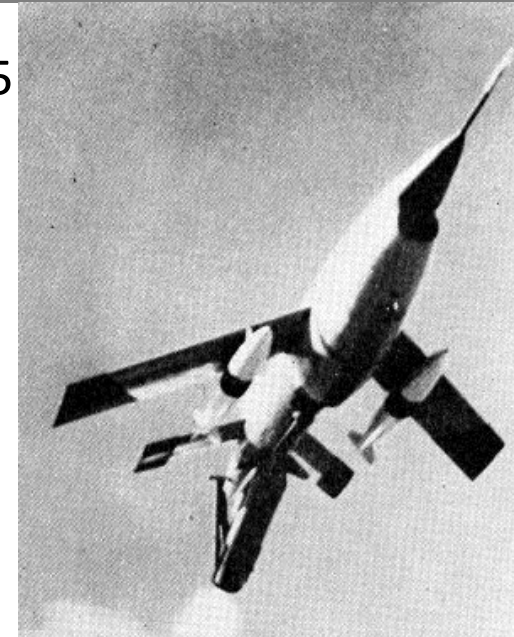


- » **GAM-72 Quail** – ve výzbroji B-52 od roku 1961 do 1972
  - » simuloval radarový obraz a infra stopu bombardérů
  - » zahlcení protivzdušné obrany a umožnění průletu bombardérů





- » **Ryan Firebee/Teledyne Ryan Firebee** – US Air Force 1955
  - » long-range target aircraft
  - » později nosiče bomb
  - » průzkumné fotoaparáty
  - » fast jet pohon; high altitude
  - » radiové řízení z pozemní stanice/letadla
  - » také vystřelován z Lockheed C130 Hercules
  - » používány dodnes s novými senzory
- » **Northrop Chukar**
  - » jet pohon
  - » mnohem menší a lehčí než Firebee
  - » později vybaven autopilotem pro out-of-sight control
  - » zaměřovač radarů





## » **Gorodrone DASH – USA**

- » anti-submarine helicopter, první rotorcraft UAV
- » první nasazené v boji od USA
- » nikdy nebyl vyvíjen jako target airplane
- » nosič torpéd z lodí do míst mimo dosah
- » žádný autopilot, pouze radiové řízení





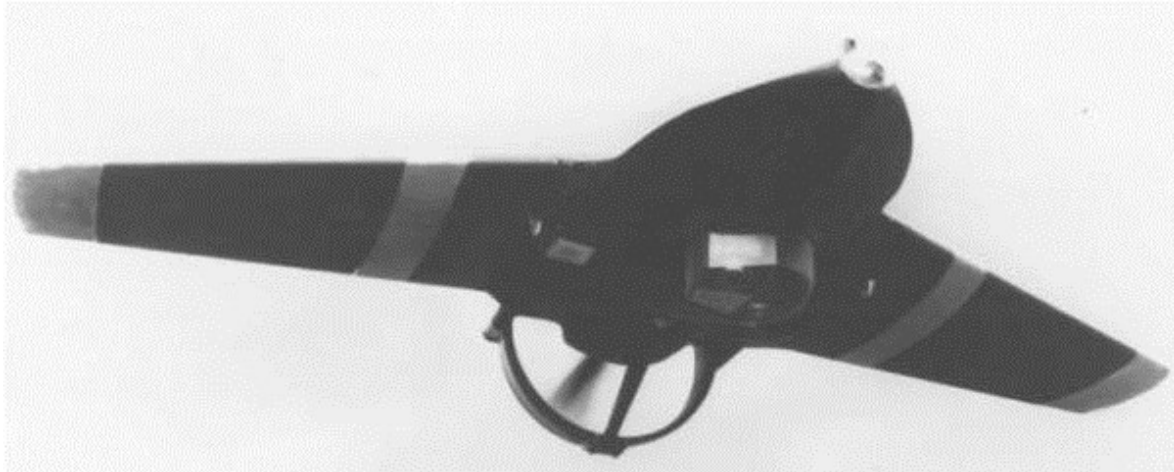
- » **TU-123 Jastreb** – 1965 Sovětský svaz
  - » rychlost 2M, operační výška 20km
  - » průzkumné lety až nad pobřeží Francie, Španělska a Velké Británie
  - » nejtěžší konvenční UAV v historii, vzletová hmotnost více než 35tun, délka 28metrů





## » **Lockheed Aquila** – USA

- » piston pohon
- » 3.88m (rozpětí)
- » celková váha 120kg
- » rychlost 210km/h
- » přenosny – 4 vojáci
- » real-time přenos
- » původní záměr UAV nevyšel, do této velikosti nebyly potřebné technologie



## » **MBLE Epervier** – Belgie zahájeno 1960

- » malý turbo-jet pohon
- » odpalovaný z rampy na autě
- » start s raketovým pohonem
- » přistání s padákem
- » radiově řízený v kombinaci s autopilotem





- » **Lockheed D-21** – 1966 USA
  - » start na hřbetu M-21
  - » rychlost 3,3M – nejrychlejší konvenční UAV v historii
  - » průzkumný letoun používaný po celém světě





- » **Gull HALE UAS** – US Air Force Boeing
  - » vyhrál Compas Cope competition 1971
  - » high-altitude 16770m
  - » výdrž 20 hodin
  - » náklad 680kg
  - » komunikace >300km
  - » řízen radiově
- » **Westland Wisp** – UK MOD
  - » krátký dosah
  - » autopilot pro stabilizaci
  - » real-time přenos obrazu





- » **Ryan BGM-34B – 1971 USA**
  - » nese řízené střely AGM-65 Maveric
  - » vyvíjeny pro Vietnam, nakonec nepoužito







- » **Canadair CL 89 and CL289** – Canada + Britain
  - » Bombardier/EADS
  - » průzkumný systém, non real-time
  - » dlouhý 260cm, vystřelovací raketa, 740km/h
  - » přistání na padáku
  - » operační rádius 70km
  - » později, CL289 dosah 200km, real-time video



- » **Canadair CL-227**
  - » VTUAV
  - » wankler motor
  - » 190kg, rychlost 80kts
  - » výdrž 3 hodiny





- » **IAI Scout** – Israel
  - » tlačná vrtule
  - » stabilizovaný
  - » two-way data link





- » **VR-3 Rejs – 1984**
  - » sovětské stroje
  - » zařazeny do výzbroje 101. letky
  - » nejvíce utajované prostředky





## » **Buran**– 1986

- » sovětský raketoplán bez posádky plně automatický
- » start 15. listopadu 1988
- » hmotnost 75 tun, nosnost na nízkou oběžnou dráhu 30 tun





## » **General Atomics Gnat** – USA

- » GPS, digital flight control system
- » piston motor, 260 km/h
- » velmi dlouhá výdrž (40h)
- » operační radius 2800km
- » senzory, použit v Bosně



## » **Yamaha R50, RMAX** – Japan

- » rotor-craft
- » civilní využití – zemědělství
- » prodáno přes 1500 kusů





- » **RQ1 Predator – USA**
  - » General Atomics
  - » různé verze
  - » řízen vzdáleně
  - » satelitní komunikace
  - » používán dodnes
  - » obrovské dolety
  - » >32hodin
- » **spousty dalších:**
  - » RQ4 Global Hawk
  - » Scan Eagle
  - » Shadow
  - » RQ9 Reaper





## » **RQ-11 Raven** – 2003 USA

- » rozpětí 1,3m; délka 0,9m; váha 1,9kg; rychlost 45-90km/h; dolet 10km
- » házen z ruky, dosed na spodní část trupu
- » elektromotor s výdrží až 80 minut
- » vybaven laserovým značkovačem k navádění, kamera





- » **HAES 400 Aerial Target** – CZ (Hacker Model + Evolving Systems Consulting)
  - » rozpětí 1,9m; délka 1,35m; váha 21,5kg; rychlost 400km/h; dolet 30km



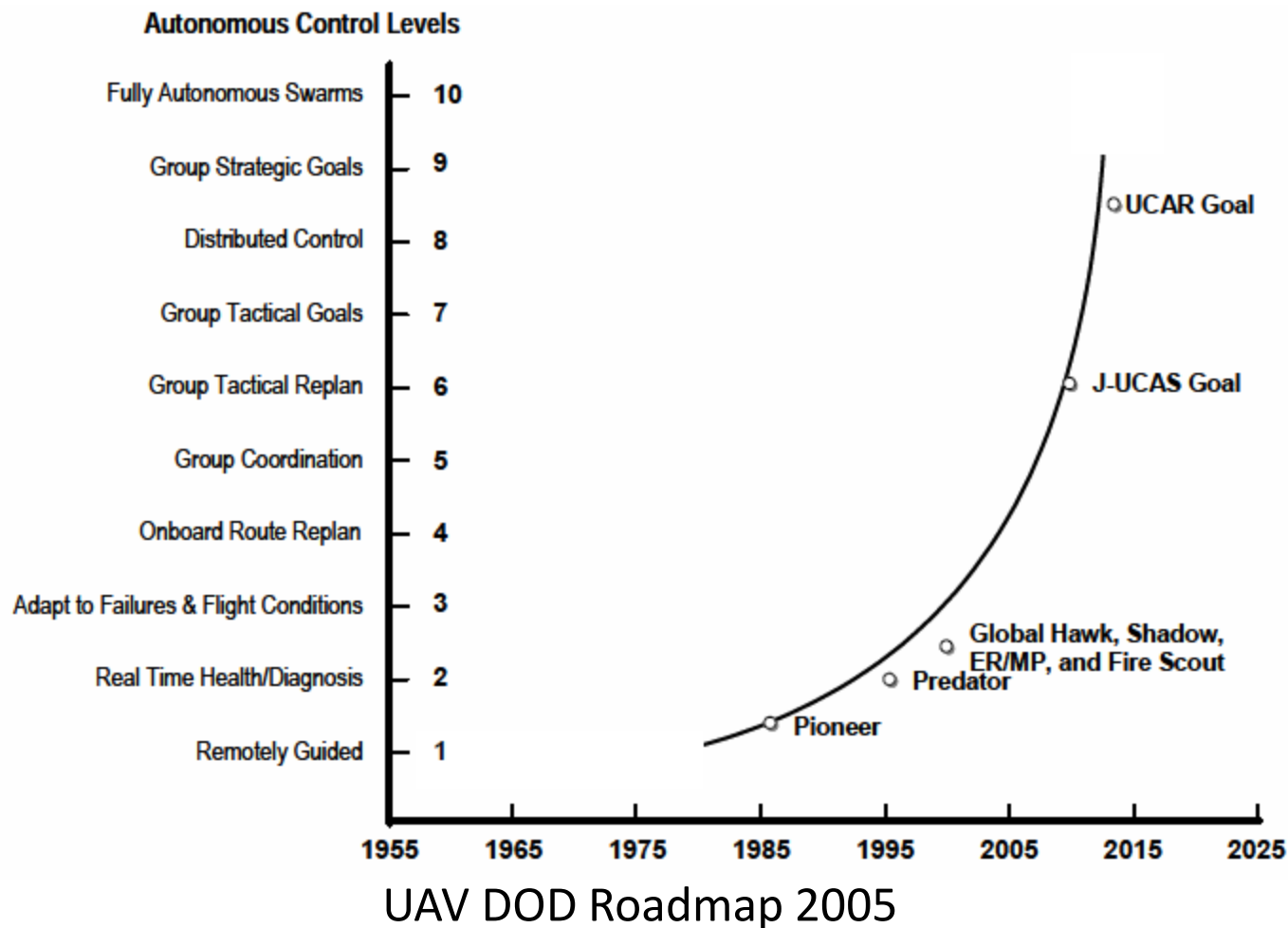




- » radiově řízený (RC) model – na dohled operátora
- » drone – žádná inteligence, mimo dohled operátora, vzdáleně pilotovaný
- » UAV – Unmanned Aerial Vehicle (označován také jako UAS)
- » UAV – má větší či menší míru inteligence (automatického řízení)
  
- » Kategorie UAV
  - » HALE – High altitude long endurance (alt >15km, 24+ hrs)
  - » MALE – Medium altitude long endurance (alt 5-15km, 24hrs)
  - » TUAV – Tactical UAV (range 100-300km)
  - » MUAV – Mini UAV (<20kg, range <= 30km)
  - » MAV – Micro UAV (wingspan <=150mm)
  - » NAV – Nano UAV (jen několik cm)
  
  - » RPH – remotely piloted helicopter, VTUAV (VTOL) – vertical take-off UAV
  - » UCAV/UCAR – Unmanned combat air vehicle/rotorcraft



- » nelze mít posadku desítky hodin na palubě
- » možnost létat do rizikových míst – zamoření (chem., nukleární)
- » nebezpečné mise – velmi rizikové oblasti, špatné počasí, lesní požáry
- » nehrozí zajetí posádky
- » výzkum/testy – levnější, nehrozí riziko na životě
- » ekonomický pohled
  - » výrazně levnější konstrukce
  - » levnější provoz -> delší výdrž





- » snímkování krajiny – foto, video, 3D terén
- » zemědělství – monitoring, postřiky
- » pobřežní hlídky – vyhledávání a záchrana
- » distribuční sítě – kontrola rozvodů
- » hasiči – detekce požárů, řízení rozsáhlých operací
- » novináři – poskytování informací, záběrů
- » meteorologové – analýza atmosféry
- » doprava – monitoring a řízení dopravy
- » policie – vyhledávání osob, hlídkování
- » atd...



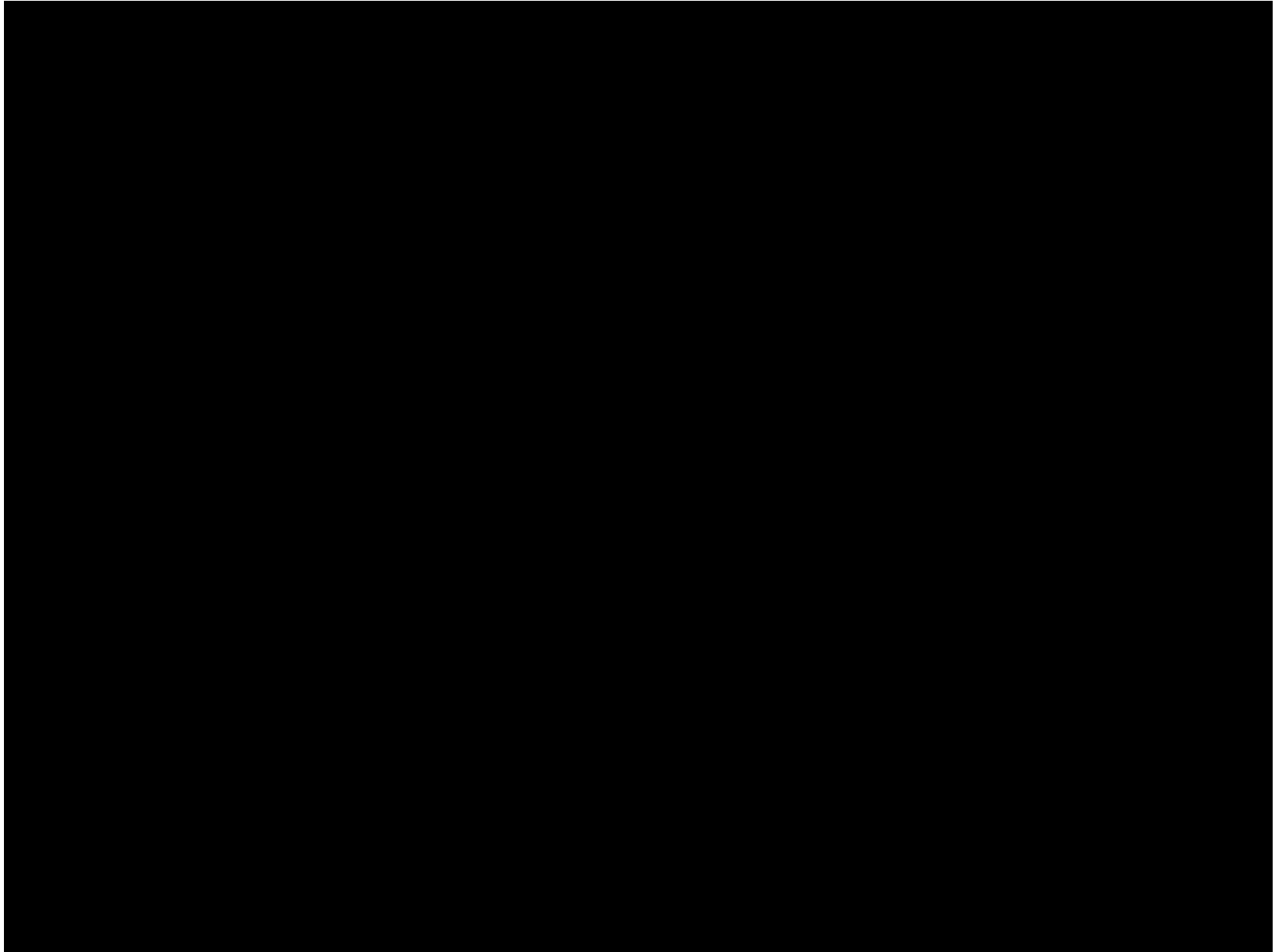
**EAGLE EYE**

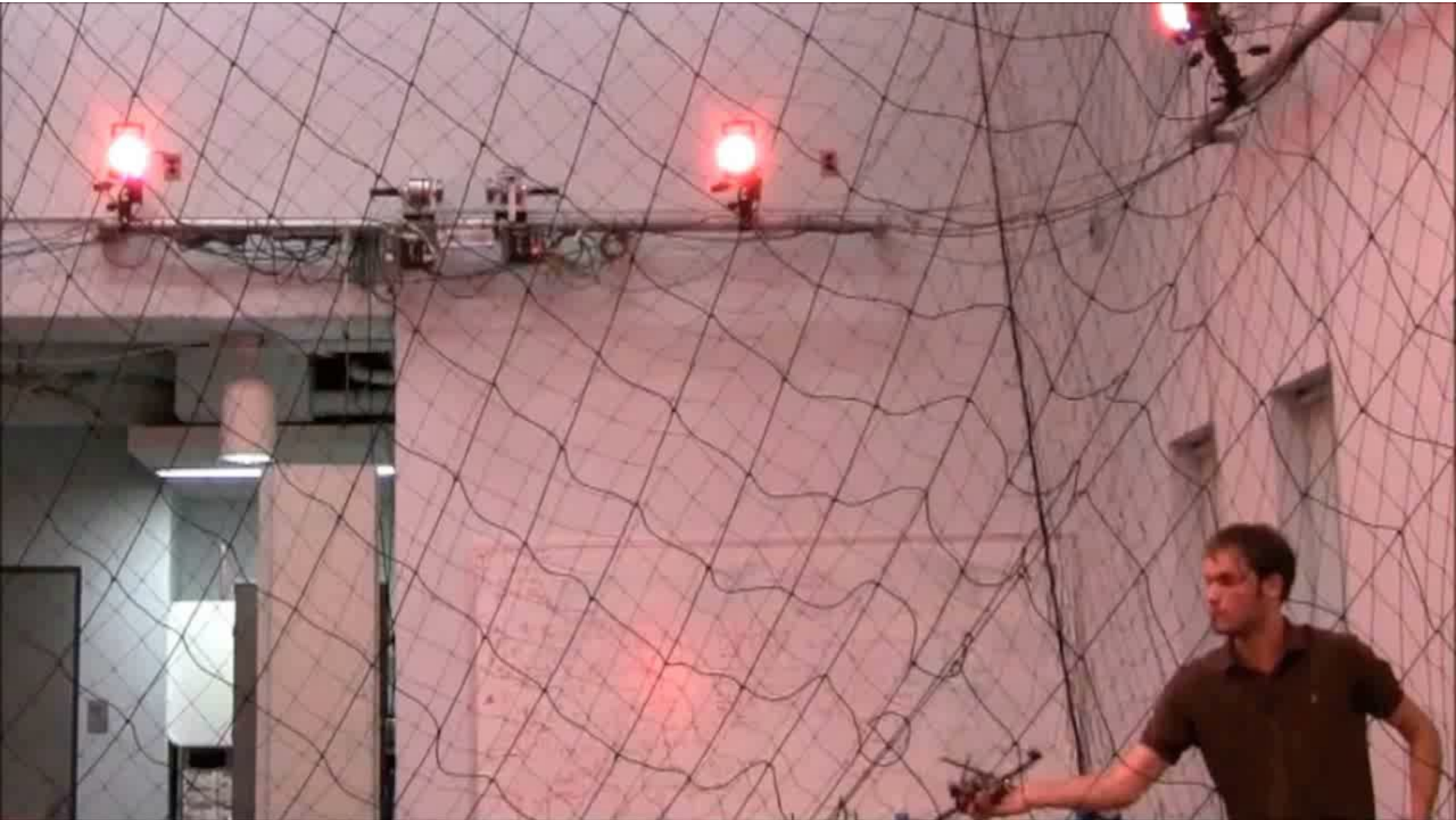
**Tactical VTOL**

**ORV Testing**

**Yuma Proving Grounds**















## Fast Transitions of a Quadrocopter Fleet Using Convex Optimization



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

