

VÝVOJ ŘÍZENÍ A ZABEZPEČENÍ LETOVÉHO PROVOZU

VZDUCH NAŠE MOŘE

T. G. MASARYK

**VZDUŠNÝ PROSTOR JE DŮLEŽITÝM
ZDROJEM NÁRODNÍHO BOHATSTVÍ**

J. F. KENNEDY

VYUŽÍVÁNÍ VZDUŠNÉHO PROSTORU

růst vytížení

Délka sítě leteckých linek v meziválečném období:

1920 – 15 500 km

1925 – 54 400 km

1930 – 464 800 km

80. léta 20. století

kolaps leteckého provozu na nejfrekventovanějších letištích a letových cestách. Mnohahodinová zpoždění a rušení letů vyvolávala kritiku cestujících, leteckých společností, cestovních kancelářů.

Důvodem byla nedostatečná pružnost systému řízení a zabezpečování letového provozu.

ŘÍZENÍ A ZABEZPEČENÍ LETOVÉHO PROVOZU A VLIV NA BEZPEČNOST

Letecká doprava byla na počátku nejméně bezpečnou. V současnosti je jednoznačně nejbezpečnější mezi všemi ostatními druhy dopravy.

1925-1929 – 28

1945-1950 – 2

1991-1995 – 0,5 – 0,3

(údaje v mrtvých na 1 miliardu oskm)

Těchto výsledků bylo dosaženo především **konstrukcí a kvalitou dopravních letadel**. Podílejí se na nich i další faktory. Mezi nimi na významném místě i **služby řízení a zabezpečení letového provozu**.

ZÁKLADNÍ PROSTŘEDKY ŘÍZENÍ A ZABEZPEČENÍ LETOVÉHO PROVOZU

Zabezpečení letového provozu před první světovou válkou (1910 - 1914) spočívalo ve **shromáždění a přípravě informací**, poskytovaných pilotům před letem a v **technické asistenci před vzletem i po přistání**. Později to byla snaha o **usnadnění při přistání, prostřednictvím leteckých pozemních zařízení**.

Existence a rozvoj letecké dopravy i všeobecného, sportovního a vojenského letectví je doprovázeno rozvojem řízení a zabezpečování i dalších letově provozních služeb.

ZÁKLADNÍ PROSTŘEDKY ŘÍZENÍ A ZABEZPEČENÍ LETOVÉHO PROVOZU

1. shromáždění a příprava informací (**startér**)
2. technické asistenci před vzletem i po přistání (**startér**)
3. vedení po trati (**pilot**)
4. usnadnění při přistání prostřednictvím pozemních zařízení (**vizuální zabezpečovací zařízení**)

STARTÉR

Prvou osobou řídící letový provoz, byl startér. Byl to zpravidla zkušený pilot, který odpovídal za dodržování letištního řádu. Zabezpečoval shromáždění a přípravu informací a technickou asistenci před vzletem a po přistání. Dále:

- pomocí praporku řídil vzlety, přistání i pojíždění
- vytyčoval „přistávací T“
- ukazoval kam má rolující letadlo zaparkovat
- vedl záznamy v knize startů
- potvrzoval palubní doklady
- pomocí raketové pistole dával povolení (zelená světlice), nebo zákaz přistání (červená světlice)

Signalizace byla prováděna podle pravidel CINA. Možnosti startéra končily odletem letadla.

VEDENÍ PO TRATI (PILOT)

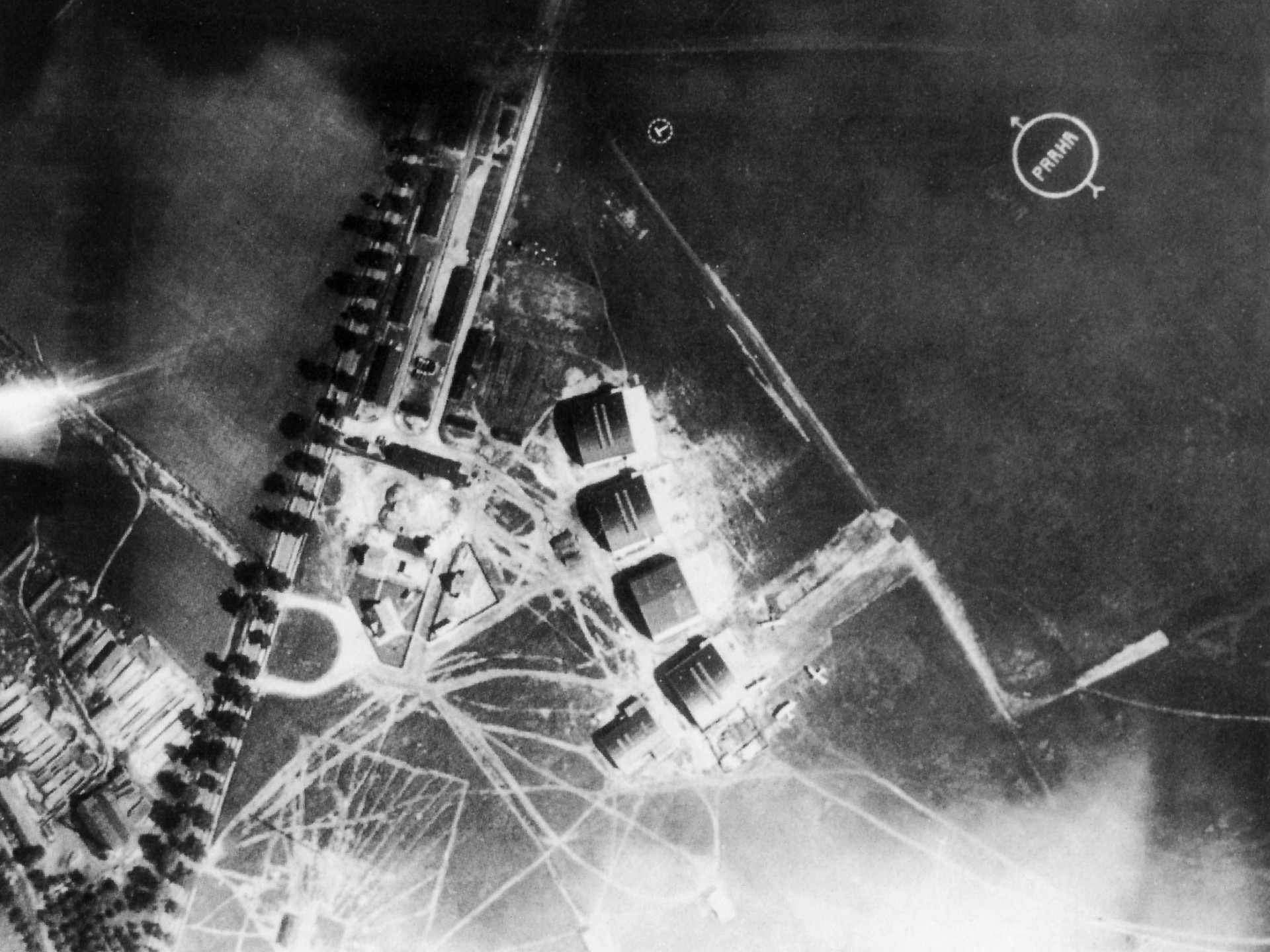
Na začátku byla používána srovnávací navigace. Předpokládána výška letu byla 20 – 40 m, kde se piloti mohli navigovat podle silnic nebo železnic. Dohlednost byla kolem 2 km. Problematická byla různě zakřivená dráha letu, která prodlužovala přeletové časy.

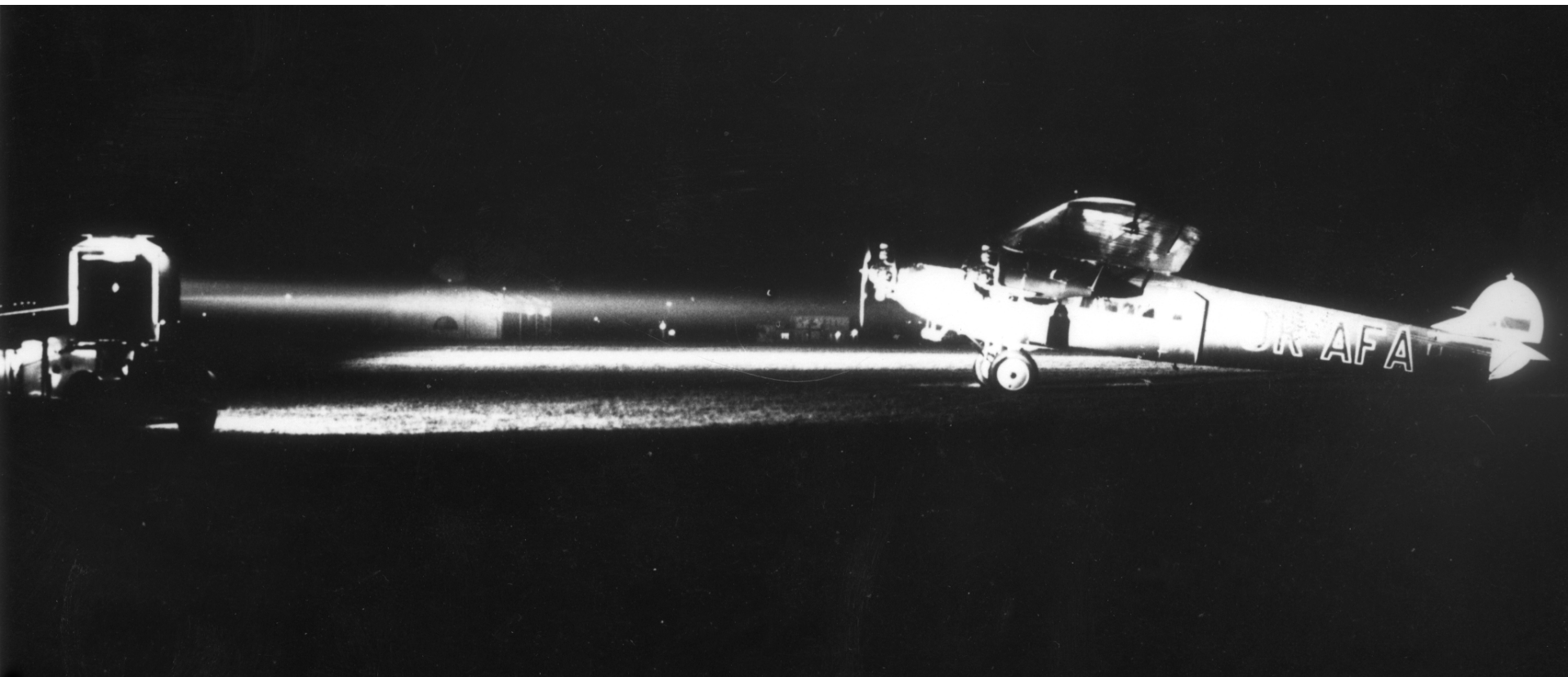
Létat po nejkratší spojnici dvou bodů bylo možné teprve při větších letových výškách. Dohlednost se zvýšila a piloti se mohli orientovat podle známých orientačních bodů ve větší vzdálenosti.

Uplatňovat se začal kompas a mapa. Pro potřeby letectví se začal vydávat speciální druh map se specifickými leteckými údaji. V roce 1914 se v Německu chystalo vydání příručky, která měla přinést soupis německých letišť s mapkou okolí a základními údaji. Vzhledem k vypuknutí války se však tato publikace do rukou uživatelů nedostala.

VIZUÁLNÍ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

1. Návěstní zařízení pro vyhledávání a určení letišť
2. Návěsti pro označení překážek a nebezpečných míst
3. Návěstní zařízení pro pohyb po ploše a v okolí letiště
4. Návěstní zařízení k řízení provozu
5. Nouzová světelná návěstidla
6. Vizuální zařízení pro přiblížení a přistání





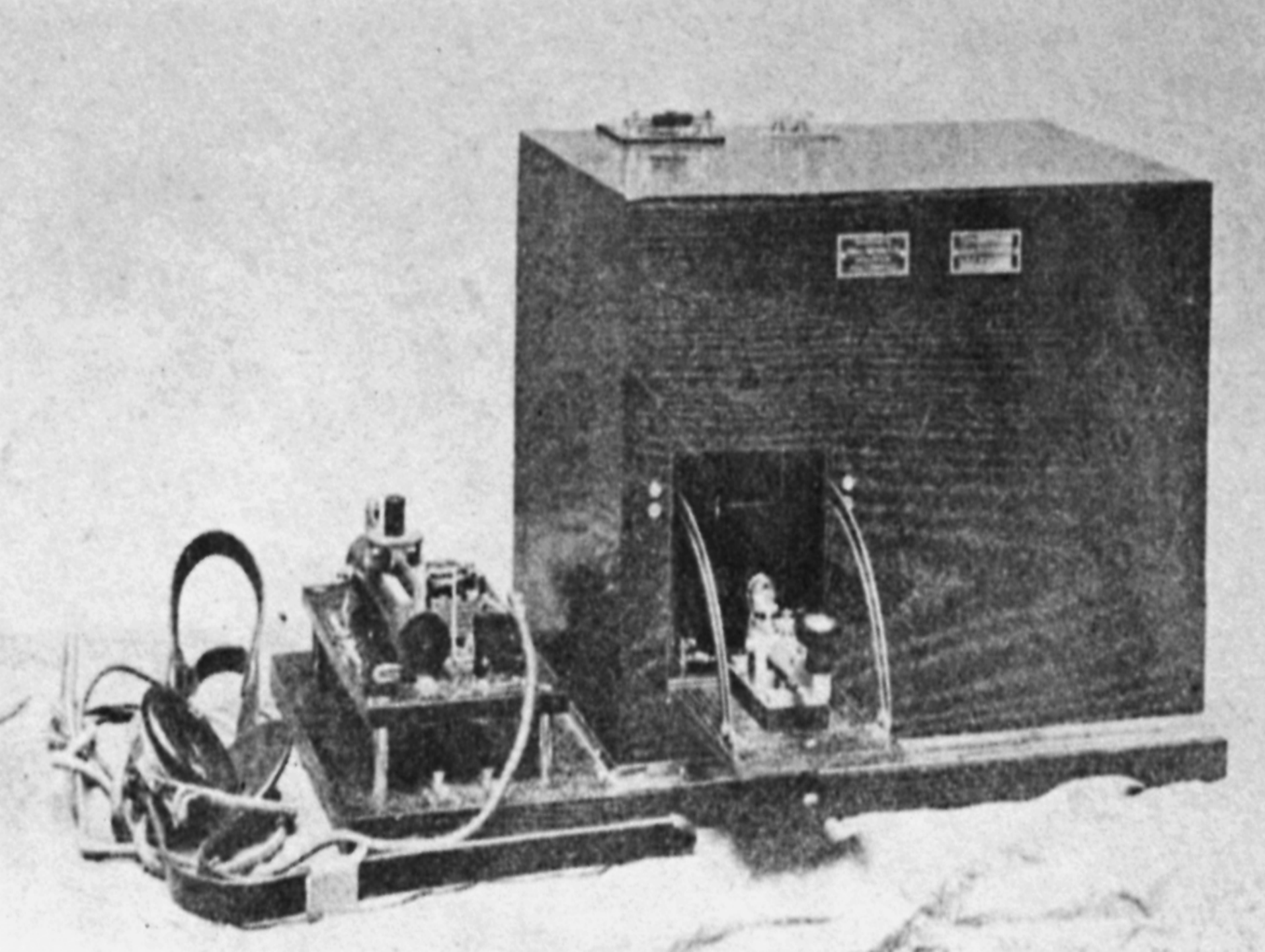


RADIOTECHNIKA V LETECTVÍ

Ze dvou nejdůležitějších smyslů, zraku a sluchu, byl využit jenom zrak. Navíc byl zrak omezován vlivem omezujících podmínek vidění v noci a při nepříznivém počasí. Objevily se proto snahy o uplatnění radiotechniky, která nabízela možnost zapojení sluchu.

V začátcích radiotechniky se při komunikaci používaly jiskrové vysílače a později vysokofrekvenční rotační generátory, které vytvářely vysokofrekvenční elektromagnetické na principu elektrických jisker a oblouků. Toto samozřejmě způsobovalo averzi ve velké skupině příznivců balonového létání. Pozdější elektronkové vysílače a přijímače byly velmi rozměrné a nebyly příliš vhodné pro zabudování do letadel, jejichž prostory byly značně omezené.

Období od začátku 30. let je z hlediska zabezpečování a řízení letu velmi významné. Dochází ke kvantitativnímu skoku, kdy radiová vlna dokázala překonat vzdálenosti mezi letadlem a pozemními základnami a pilot může využívat nejen zrak, ale i sluch.



RADIOTELEGRAFNÍ STYK A „Q-kód“

Radiové spojení bylo vedeno v pásmu dlouhých vln, kde byly mezinárodně vyčleněny některé kmitočty pro letecké stanice. V Evropě byla používána nemodulovaná radiotelegrafie – radiová vlna je pomocí telegrafního klíče zapínána a vypínána v rytmu značek Morseovy abecedy.

Radiotelegrafní styk nebyl veden v otevřené řeči, ale ve zvlátním kódu, ve kterém jsou všechny standardní situace, informace, dotazy a fráze vyjádřeny třípísmenovými výrazy. Každá třípísmenová skupina začíná písmenem Q, které dalo základ pojmenování Q-kód. Jeho používání se velmi osvědčilo, protože byl mezinárodní, každý jeho výraz byl přesně stanoven a posádka ho znala a vnímala ve vlastním jazyku.

Q-kód byl předchůdcem současné letecké frazeologie. Přejít na radiotelefonní komunikaci po roce 1945 byl dokonce považován za krok zpět. Nejednou totiž v důsledku nedorozumění, došlo k nebezpečným i tragickým událostem.

ZÁKLADNÍ FUNKCE RADIOTELEGRAFNÍHO SPOJENÍ - KOMUNIKACE

Po zavedení radiotelegrafního spojení byly zpočátku plněny především funkce informační. Za průběh letu plně odpovídal pilot, který radiem dostával potřebné informace. Takto byly doplňované informace z předletové přípravy, pilot dostával informace o změnách počasí, o podmínkách na cílovém letišti.

Brzy se ukázalo účelné, aby posádka rovněž informovala pozemní stanici o průběhu a podmínkách letu. V případě nehody nebo nouzového přistání to mohlo urychlit záchranné práce.

Pilot sděloval letecké stanici svou polohu (pokud ji znal), výšku, povětrnostní podmínky a podobné údaje. Pozemní telegrafista všechny informace zapisoval do protokolu o spojení.

Tato výměna zpráv ještě neměla charakter řízení provozu. Všechna odpovědnost zůstávala na pilotovi letadla.

POKROČILEJŠÍ FUNKCE - RADIOGONIOMETRIE

Radiotelegrafie nezajišťovala jen komunikaci. Výzkum antén a šíření radiovln umožnil sestavit takzvané zaměřovací antény. Tyto dokázaly určit směr, ze kterého přijímané elektromagnetické vlnění přichází.

Základní zaměřovací anténou je anténa rámová. Tvořena je jedním nebo několika závity ve svislé rovině a je ručně natáčená kolem svislé osy. Je-li rovina antény ve směru k vysílači, přijímaný signál je maximální. Je-li rovina antény kolmo na tento směr, je příjem nulový, nebo minimální s ostrým minimem. Na tomto principu byly sestaveny radiové zaměřovače – radiogoniometry.

Operátor prováděl zaměřování od zaměřovacího stolu, pomocí volantového kola, upevněného na otočné svislé nosné trubce antény. Natočení antény se odečítalo na úhломěrné stupnici, která byla správně orientována podle místního magnetického severu s přihlédnutím na deklinaci. Na pracovišti byl telegrafní klíč



RADIOGONIOMETRIE – POSTUP PŘI ZAMĚŘOVÁNÍ

Palubní radiotelegrafista (specializovaný člen posádky), který navázal nebo udržoval spojení s některou zaměřovací stanicí, vysílal kód **QTF – žádost o zjištění polohy**. Operátor hlavního zaměřovače telefonicky požádal vhodnou vedlejší stanici, aby se připravila. Kódem **QSV vyzval letadlo k vysílání řady písmen V (...-)**.

Během vysílání řady písmen V operátoři obou zaměřovačů zjistili natáčením antény směr k vysílacímu letadlu. Operátor vedlejší stanice sdělil telefonicky zjištěný směr a na hlavním zaměřovači byla poloha letadla stanovena ze dvou azimutů vedených z míst zaměřovačů.

Takto zjištěná poloha byla pak oznámena letadlu. Vyhodnocení polohy mohla provést i posádka letadla (palubní radiotelegrafista). Kódem **QTE si vyžádal zaměření od dvou pozemních stanic**. Následně byl proveden zákres azimutů.

Vyhodnocená poloha se udávala v zeměpisných souřadnicích, ale mnohem častěji v kilometrech od významných bodů. (**QCE 5 SW MELNIK – 5 km jihozápadně od Mělníka**).

Zaměřování bylo prováděno s přesností 1° až 2° a celá operace trvala méně než minutu.

PRVNÍ NÁZNAKY ŘÍZENÍ A SEKTORIZACE VZDUŠNÉHO PROSTORU

Letecká zaměřovací služba, která součinností více zaměřovacích stanic mohla stanovit polohu letadla, nebo při soustavném zaměřování umožnila posádce cílový let při příletu nebo odletu. Tím se zaměřovací stanice stávala odpovědnou z aposkytovaná navigační data a v určitém rozsahu i za správnou trasu letu.

Sít radiogoniometrických stanic byla v ČSR rozdělena na čtyři provozní obvody. V každém byla určena hlavní stanice, která při procesu zaměřování koordinovala součinnost pomocných stanic. Tyto stanice měly mezi sebou telefonické a radiotelegrafické spojení pro okamžité oznámení zjištěného zaměření. Výsledná poloha bola neprodleně oznámena posádce. Tyto stanice postupně začínaly plnit úkoly pozdějších středisek letového provozu. Pracovníci radiogoniometrických stanic byli prvními představiteli současných řídicích letového provozu.

EVROPSKÁ A AMERICKÁ KONCEPCE NAVIGACE

Podstatou Evropské koncepce bylo využití radiotechniky tak, že pozemní zaměřovače zjišťovaly směr k vysílajícímu letadlu. K tomu byla vybudována rozsáhlá síť leteckých zaměřovacích stanic. Československá gonia patřila k nejlepším.

V americe se prosadil systém založený na využití směrových účinků rámových antén. Byly vybudovány směrové paprskové radiomajáky (radiatorange). Poloha majáků a směry, kterými vysílaly byly voleny tak, že vytyčovaly síť letových cest. Maják vysílal na společném kmitočtu ve dvou na sebe kolmých osmičkových vyzařovacích diagramech morseova písmena A a N tak, že mezery a značky se vzájemně doplňovaly tak, že ve směrech, kde se kuržnice protínaly v přijímači, byl slyšet nepřerušovaný tón. K příjmu postačil dlouhovlnný nebo středovlnný přijímač. Systém umožňoval použití radiatorange i při přiblížení.

ZAMĚŘOVACÍ ANTÉNY NA PALUBÁCH - RADIOPOLOKOMPAS

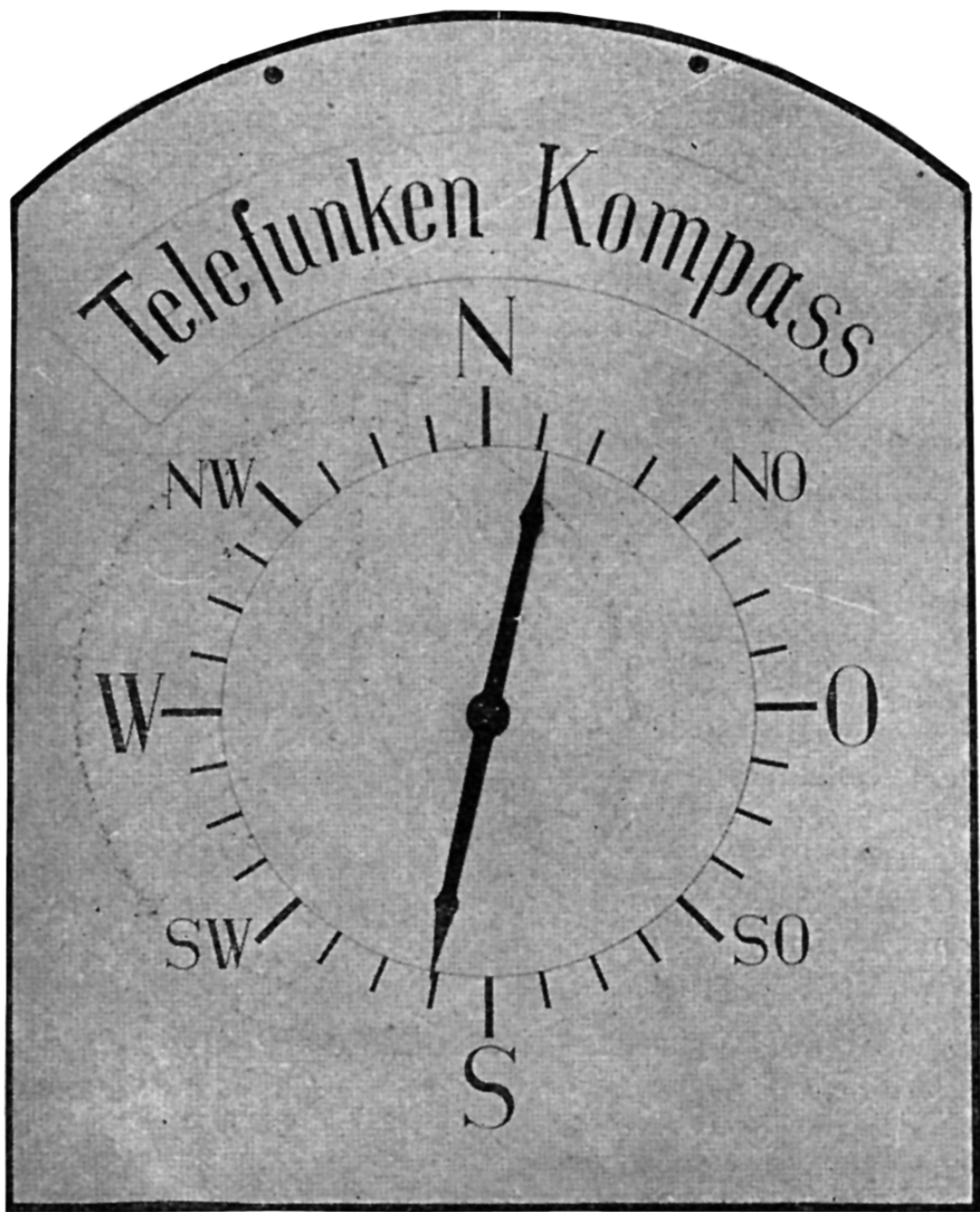
Konstruktéři palubních přijímačů se snažili využít zaměřovacích antén i na letadle. Bylo totiž výhodné, aby posádka mohla sama zjišťovat směr k pozemním stanicím bez pozemního zaměření. Bylo to obtížné, protože kvalita zaměření závisí i od umístění a velikosti otočné rámové antény. V omezených prostorových podmínkách to bylo těžko splnitelné.

Zpočátku byla zvolena jednodušší forma palubního zaměřovače. V konstrukci letadla byla pevně symetricky k ose trupu zabudována dostatečně velká rámová anténa. Pilot prováděl zaměřování tak, že natáčel celé letadlo směrem k příslušnému vysílači. Tento tzv. RADIOPOLOKOMPAS byl dobře použitelný pro cílový let k vysílači.

RADIOKOMPAS a NDB

Později byl vyroben palubní RADIOKOMPAS. Rámová anténa byla umístěna v kapkovitém nevodivém krytu letadla. Anténu natáčel automaticky do příslušného směru servomotor a tento směr byl současně idnikován posádce.

Letadlo provádělo zaměření dostatečně silných pozemních vysílačů na dlouhých nebo středních vlnách. Poloha pozemních vysílačů, frekvence i doba vysílání byla přesně známa. Zpočátku se používaly většinou rozhlasové vysílače, později byly postupně instalovány dlouhovlnné vysílače NDB – Non Directional Beacon. Na stanovené frekvenci opakovaně vysílají svůj identifikační znak (2 až 3 písmena Morseovky). Nasleduje pak dlouhý signál nemodulovaného vysílání pro usnadněné zaměření. Majáky NDB byly později doplněny přesnějšími majáky VOR.



NEDOSTATKY RADIOVÉHO ZAMĚŘOVÁNÍ a řešení – ANTÉNY ADCOCK

Hlavním nedostatkem byly polarizační chyby. Nejzávažnější byla tzv. noční chyba. Směr zjištěný rámovou anténou je správný jen tehdy, když zaměřovaná elektromagnetická vlna má svislou polarizaci. Ve dne je tento předpoklad splněn. V noci se rozpadá nejnižší vrstva ionosféry E a dlouhé i střední vlny se odrážejí od výše položených vrstev F a vracejí se k zemskému povrchu. Dosah se v noci zvětšuje, při odrazu se však mění polarizace. U rámového zaměřovače to může způsobit chybu až 90 stupňů bez toho, aniž by to operátor mohl zjistit.

Tyto nedostatky se podařilo odstranit sestrojením antén složených jen z vertikálních prvků. Vodorovné spojovací části byly proti radiovým signálům spolehlivě odstíněny. Podle svého původce se nazývají Adcockovy antény. První Adcockův zaměřovač byl vybudován ve Středoklukách, další pak v Hradci Králové, Budějovicích, Ostravě, Bratislavě a Užhorodě.

PRAHA – RUZYNĚ

Pokroky dosažené v druhé polovině třicátých let byly uplatněny i při vybavení letiště Praha-Ruzyně. Kromě bohatého vizuálního vybavení

- otočný maják
- výstražné osvětlení překážek
- světelná návěstidla

to bylo množství vysílačů a pro radiotelegrafní styk s

- letišti a
- meteorologickou službou

V ose sestupu byl instalován **objekt gonia** se zaměřovačem pro navádění na přistání. Dále to byl **zaměřovač ADCOCK** pro noční provoz a špičkové zařízení – **VKV přistávací systém SBA** (Standard Beam Approach).

JENEČ

Ještě před válkou byla zahájena výstavba vysílacího ústředí u obce Jeneč. Důvodem bylo hlavně to, aby četné přijímače instalované na různých pracovištích letiště nebyly rušeny silnými signály blízkých vysílačů. Většina vysílačů pracovala na dlouhých vlnách, proto byly vyžadovány rozlehlé anténní systémy. Pro uchycení vysílačů bylo vybudováno 6 příhradových anténních věží vysokých 80 m. Petřínská rozhledna má výšku 60 m.