

DRUŽICOVÉ NAVIGAČNÍ SYSTÉMY

Znalost přesné polohy vlastní bojové techniky, zejména mobilních prostředků - letadel, tanků i vozidel je základním předpokladem vedení bojové činnosti vojsk každé armády za všech povětrnostních podmínek ve dne i v noci.

V současné době se k určování polohy těchto prostředků používá v armádách NATO mnoho rádiových navigačních systémů. K nejznámějším z nich patří systémy VOR, Omega, DECCA, LORAN C a další. Tyto systémy jsou zpravidla tvořeny několika rádiovými majáky s přesně známou polohou a uživatelským přijímačem umístěným v dopravním prostředku, který měří proměnné veličiny (parametry) signálů přijatých od majáků.

Z proměnných signálů lze určit navigační parametry, jako např. vzdálenost od majáku, úhel k majáku a další, s jejichž pomocí lze určit polohu bodu, kde se přijímač (dopravní prostředek) nachází.

Poměrně malý prostor pokrytí signálem, nízká přesnost, malá rychlost získávání navigačních údajů a možnost jejich snadného zarušení si objektivně vynutily výzkum i vývoj nových navigačních systémů.

Řešení uvedených nevýhod způsobilo zavedení tzv. globálních navigačních systémů, které pokrývají rádiovým signálem většinu povrchu Země. K těmto systémům patří družicové navigační systémy, v nichž jsou jednotlivé rádiové majáky nahrazeny družicemi.

Družicové navigační systémy využívají ve své činnosti především dálkoměrné metody, tj. ze zpoždění přijímaných signálů určují vzdálenost přijímače od družice. Družice vysílá neustále údaje o své dráze, což umožňuje v každém okamžiku určit přesnou polohu.

Pro měření vzdálenosti se v přijímači generuje kopie dálkoměrného signálu vysílaného družicí. Kopii dálkoměrného signálu lze posuzovat vůči časové základně řídicí chod celého přijímače. Časová základna přijímače je obecně posunuta vůči časové základně družice o neznámý čas. Kopie dálkoměrného signálu je posunuta tak, že je synchronní s dálkoměrným signálem přijímaným od i-té družice. V tomto okamžiku je měřen posun kopie dálkoměrného signálu proti časové základně přijímače. Tento princip vyžaduje měřit zpoždění dálkoměrných signálů alespoň od čtyř družic vzhledem k časové základně.

Pro dosažení synchronizace kopie dálkoměrného signálu $C(t)$ generované v přijímači s dálkoměrným signálem $C_i(t)$ přijímaným od i-té družice, je vytvořena v korelátoru vzájemná

korelační funkce těchto signálů. Korelační funkce má trojúhelníkový průběh s maximem pro nulový časový posun signálu. Pro nenulový časový posun signálu nabývá korelační funkce rychle malých hodnot. Pokud posun kopie dálkoměrného signálu $C(t)$ je řízen tak, aby výstupní napětí korelátoru bylo co nejvyšší, je dosaženo "zavěšení" signálu $C(t)$ na signál družice a lze zjistit časový posun.

Je-li dosaženo v přijímači "zavěšení", lze po jistých úpravách signálu získat údaje, které přenášejí parametry i-té družice. Data jsou uspořádána do relací, které se pravidelně opakují. Uvnitř relací jsou údaje kódovány bezpečnostním kódem, umožňujícím opravit, případně zjistit chyby v přenosu.

Ostatní družice vysílají s jinými pseudonáhodnými kódy. Pokud jsou zvoleny takové kódy, že vzájemná korelace dálkoměrných signálů různých družic má malou hodnotu, mohou družice vysílat na stejném kmitočtu.

Pokud se uživatel pohybuje, je třeba, aby jeho vzdálenosti k jednotlivým družicím byly měřeny současně, případně, aby byly vhodné zpracovány. Proto se přijímač buduje jako vícekanálový, obvykle pětkanálový. Ve čtyřech kanálech se naznačeným způsobem měří zpoždění, pátý kanál slouží k příjmu atd.

Jednodušší a především lehčí jsou sekvencní dvoukanálové přijímače. Jeden kanál zajišťuje příjem dat, druhý slouží k měření posunu dálkoměrného signálu oproti časové základně přijímače a postupně se přepíná od různých družic. Protože měření k různým družicím neprobíhá ve stejném okamžiku, je nutné při zpracování vzít v úvahu pohyb uživatele. To se obvykle děje zpracováním signálu např. Kalmanovou filtrací.

V současné době jsou v činnosti tři družicové navigační systémy - GLONASS (bývalý SSSR), americká GPS (Global Positioning System), NAVSTAR a NSSS (Transit). Za perspektivní se považují prvé dva, jejich výstavba má být dokončena v polovině desetiletí.

Úkolem systému NAVSTAR je navigační zabezpečení prostředků všech složek ozbrojených sil členských států NATO, včetně značného počtu civilních prostředků vybavených příslušnými terminály, zejména v oblasti letecké a námořní dopravy. Systém zajišťuje nepřetržitě celosvětové pokrytí. Nevyžaduje od obsluhy žádné činnosti, které by mohly být zdrojem chyb. V porovnání s navigačními systémy, které využívají principu rotujícího setrvačnicku, se vyznačuje neomezenou časovou stabilitou a podstatně vyšší spolehlivostí.

Družice systému GPS jsou postupně vynášeny na tři kruhové oběžné dráhy, které svírají úhel 120 stupňů a s rovníkem úhel 60°. Družice obsahuje rádiový vysílač, zdroj přesného času, sluneční články, prostředky pro přenos dat a příslušenství. Rádiové vysílače pracují asi na kmitočtech 1,2 a 1,5 GHz v kódovém multiplexu. Data jsou přenášena rychlostí 50 bit/s a jsou uspořádána do relací trvajících 30 sekund.

V porovnání se zavedenými navigačními systémy (viz obr.) se družicový navigační systém NAVSTAR vyznačuje mimořádnou přesností srovnatelnou např. s přístávacími systémy typu MLS a ILS, systémy blízké navigace VOR, ale i značným dosahem a pokrytím prostoru jakého dosahují zavedené systémy dálkové navigace nižší přesnosti, jako např. Omega.

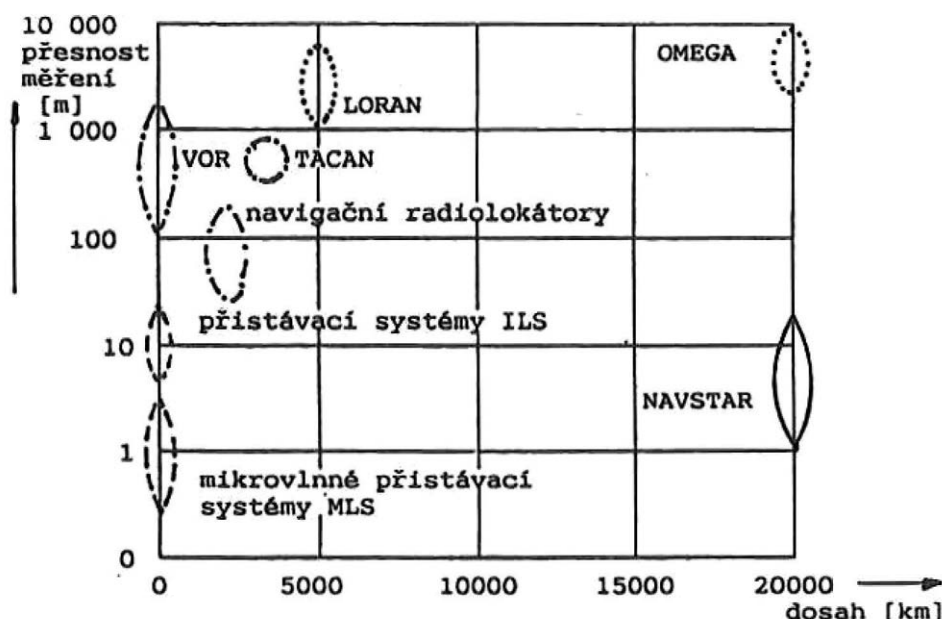
Systém GLONASS se liší od systému GPS především tím, že nepracuje v kódovém multiplexu, tj. družice vysílají se stejným kódem, ale lišícím se kmitočtem.

Struktura relace je odlišná od systému GPS, vysílání trvá rovněž 30 sekund. Bylo vypuštěno přes třicet družic, z nichž většina byla pravděpodobně pokusných. Výstavba kosmického článku systému má být dokončena v roce 1995.

Systém GPS byl vyvinut armádou USA pro vojenské použití v letadlech, lodích, tancích a bojových vozidlech. Byl zhotoven přijímač i pro pěšího vojáka.

Na vývoji, testování a provozu zařízení systému GPS se v současné době podílí mnohé světové firmy, např. americká firma MAGNAVOX.

Družicový navigační systém GPS byl využíván při bojových operacích v Perském zálivu a doplňoval činnost průzkumných družic. Terminály systému NAVSTAR je vybavena většina dnešních moderních bojových a průzkumných prostředků, z nichž mnohé byly použity ve



Legenda:

- družicové navigační systémy,
- - - - - přistávací systémy voj. letectva,
- rádiové systémy dálkové navigace,
- . - . - . rádiové systémy blízké navigace, radiolokátory.

Obr.

válce u Perského zálivu. Jako příklad lze uvést pohyblivé vyhodnocovací středisko AN/TSQ-132 GSM průzkumného systému JSTARS, které je také mj. vybaveno terminálem navigačního systému NAVSTAR.

Zájem civilního sektoru o spolehlivé určování polohy způsobil, že několik málo firem vyrábí přijímače i pro civilní použití v letecké a lodní dopravě. Dále jsou vyráběny přijímače pro geodety a kartografie.

V poslední době vznikly projekty na využití družicové navigace i v dalších odvětvích dopravy. Jsou známé záměry kanadské, francouzské dráhy a některých amerických železničních společností použít systému GPS pro určování polohy vlaků, případně i jednotlivých vagonů. Údaje o jejich poloze jsou vysílány spolu s identifikací do ústředí, kde je zajištěna automatická evidence pohybu vagonů nebo vlaků.

Podobné systémy jsou navrhovány pro kamiónovou dopravu, kde mají pomoci zajistit bezpečnost přepravy, pro záchrannou službu i pro přepravu nebezpečných nákladů.

Ve výzbroji ČSA není doposud využíván žádný družicový navigační systém, ani nebyl zaveden družicový terminál. Tato situace souvisí především s nemožností využít současné družicové systémy především ze zákonných a technologických důvodů. Doposud nevznikla v ČSA dostatečná společenská poptávka, zabezpečená finančními prostředky, která by zajišťovala pohotovější technický rozvoj této oblasti. Výzkumné a vývojové práce družicových přijímačů jsou převážně iniciovány technickými nadšenci a rozpracování problematiky je

v počátečních obdobích. V civilním sektoru výzkum a vývoj systému družicové navigace probíhal v minulých letech převážně na pracovištích ČVUT Praha a v MESITU Uherské Hradiště, kde byly vyřešeny funkční vzorky některých zařízení, např. navigační přijímač GPS.

Přijímač může být zabudován na vozidle, letadle, případně být v přenosném provedení. Výstup přijímače umožňuje připojení k nadřazenému systému, popř. k dodávané zobrazovací jednotce, která usnadňuje např. vedení po zadané trati, určování polohy v místních souřadnicích aj. Přijímač je řešen ve dvou variantách - jednodušší pro uživatele s malou dynamikou pohybu (dopravní letadlo, vrtulník, vozidlo), složitější s vysokou dynamikou (bojové letadlo).



Oblast družicové navigace je velmi perspektivní a lze očekávat, že většina vyspělých států bude tyto systémy využívat.

V souladu se soustavou cílů rozvoje ČSA do roku 2005, kdy postupně výstavba ČSA bude zaměřena k dosažení úrovně vyspělých evropských armád a předpokládá se její zapojení do ozbrojených sil evropského bezpečnostního systému, bude asi účelné postupně řešit možnost využití družicových navigačních systémů v ČSA.

V počátečním období bude zřejmě nutné provést rozbor možností využití ČSA družicového systému s přihlédnutím a zohledněním rozborů přechodu československého vojenského letectva na prostředky Mezinárodní organizace civilního letectva (ICAO).

Navigační systém GPS by mohl být použit v mnoha oblastech činnosti armády, např. v bojových vozidlech, letounech, systémech řízení palby, průzkumných systémech, v topografické službě, v systémech pracujících s přesným časem apod.

POLSKO A NĚMECKO PŘED NOVÝM ÚDOBÍM VZÁJEMNÝCH VZTAHŮ

Nesoudím, že by náš vyspělý čtenář nechápal souvislosti a důvody, proč právě redakčně zpracovaný a upravený článek autora Mieczysława Tomaly zveřejněný v polském časopise *Sprawy Międzynarodowe* č. 10/1991 je předložen k nahlédnutí právě ve Vojenských rozhledech.

Zběžné nahlédnutí snad více napoví, že znalost situace a vzájemných vztahů našich obou dříve pouze "severních" sousedů není bezvýznamná a neúčelná. Obyvatelé českoslo-