

Pozemné a satelitné prostriedky na sledovanie vnútrozemských lodí



Pavel Žarnay

Lod' plávajúca na veľkej vodnej ploche, na mori či oceáne, má pri určovaní svojho polohového miesta a smeru plavby k dispozícii prostriedky pozemnej, hviezdnej alebo satelitnej navigácie. Vo vnútrozemskej plavbe je dopravná sieť vnútrozemských vodných ciest sústavou kontinentálnych vzájomne prepojených líniových trás. Pri určovaní polohy plavidla a režimu plavby sú preto k dispozícii nielen kozmické, ale aj klasické pozemné, stabilné i mobilné zariadenia. K nim prístupuje možnosť využitia automatizovanej identifikácie polohy aj pomocou digitálnej mapy, vyhotovenej aj pomocou satelitných prostriedkov. Takéto skĺbenie satelitných i pozemných rádiokomunikačných technických zariadení ponúka okrem iných aj medzinárodný projekt COMPRIS.

Princíp C – N – S

Každý dopravný odbor potrebuje pri taktickom aj operatívnom riadení svojej mobilnej technickej základne systematicky sledovať a vyhodnocovať pohyb i vykonávanú činnosť jednotlivých dopravných prostriedkov. Používa na to svoj špecifický systém. Vo všetkých prípadoch, či už ide o operatívne riadenie alebo riadiace štruktúry pracujúce v dlhších časových horizontoch, však možno hovoriť o všeobecne známych princípoch, ktoré sú známe napríklad pod označením C – N – S (communication – navigation – surveillance). V tomto prípade ide teda o:

- **komunikáciu** (communication) – spoľahlivé vzájomné dátové, resp. informačné prepojenie počítača v riadiacom centre s terminálmi alebo počítačmi na palube riadených mobilných dopravných prostriedkov;
- **navigáciu** (navigation) – vlastné (interné, autonómne), prípadne dispečerské (externé) určenie polohového miesta (lokálizáciu) a ďalšie usmernenie pohybujúceho sa dopravného prostriedku v priestore a v čase, nadväzujúc tak súčasne na predchádzajúce i priebežne sa meniace nové prepravné požiadavky a podmienky vyplývajúce z okamžitej a výhľadovej dopravnej situácie;
- **sledovanie** (surveillance) a systematické vyhodnocovanie priebehu dopravného procesu a jeho výsledných efektov v hlavnej činnosti dopravnej spoločnosti.

Až pri splnení všetkých troch týchto základných systémových predpokladov sa otvára pri realizácii dopravno-prepravných procesov potrebný priestor na pôsobenie požadovanej efektívnej

automatizovanej informačnej a riadiacej nadstavby. Tá spočíva predovšetkým v príprave variantných riešení na rozhodovanie v konkrétnych situáciách dopravného prepravného procesu s využitím príslušného matematického aparátu, najmä modelovania, simulačných a optimalizačných metód.

Pre úspešné a efektívne riadenie dopravného procesu je okrem možnosti operatívnej vzájomnej komunikácie pohybujúceho sa dopravného prostriedku a riadiaceho dispečingu ďalšou nevyhnutnou podmienkou priebežná (nepretržitá, periodická, občasná) evidencia polohy sledovaných mobilných objektov. Má prinášať systematické údaje nielen o ich okamžitom rozmiestnení v sieti dopravných ciest, ale aj ďalšie následné informácie o postupnom premiestňovaní v čase a priestore dispečersky riadenej oblasti. V podmienkach vodnej dopravy tento problém nadobúda z realizačného hľadiska iný charakter v podmienkach vnútrozemskej plavby a iný na mori. Pritom aj v námornej plavbe sú samozrejme rozdiely pri riadení lodnej prevádzky na širom mori alebo v jeho dopravne frekventovanej oblasti, akou je napríklad morská úžina prielivu La Manche medzi Calais a Doverom, alebo akákoľvek frekventovaná prístupová trasa k veľkému námornému prístavu.

Vo vnútrozemskej vodnej doprave je spôsob sledovania a vyhodnocovania iný pri riadení plavebnej prevádzky na relatívne úzkej a výškovo členitej trase prielivu a iný na rieke či už kanalizovanej, či inak hydrotechnicky upravenej alebo prirodzene splavnej. Kanalizácia toku prináša vytvorením energeticko-plavebných stupňov po vybudovaní brehových hrádzí pozdĺž koryta rieky a prehradení rieky pomocou hate (alebo priehrady) vzdutie hladiny

ny úseku rieky nad haťou nad úroveň, ktorá bola na rieke pred jej kanalizačnou úpravou. Úsek rieky, na ktorom je po jej prehradení hladina vzduť nad pôvodnú úroveň, označuje sa ako zdrž. Ak vzduť hladiny dosahuje až k vyššiemu energeticko-plavebnému stupňu, je na rieke úplná (súvislá) kaskáda stupňov. Ak je medzi koncom zdrže (t. j. úseku rieky so vzduťou hladinou) a vyšším energeticko-plavebným stupňom nejaký úsek rieky v pôvodnom, prirodzenom stave, na úrovni hladiny bez vplyvu kanalizačných úprav je kaskáda stupňov neúplná (nesúvislá). Kanalizáciou riek sa umožní predovšetkým využitie ich hydroenergetického potenciálu na výrobu ekologickej a lacnej elektriny. Zlepšia sa však aj podmienky na plavbu, odber vody na závlahy a iné hydrotechnické účely. Ak sa súčasne pri kanalizácii rieky rešpektujú príbrežné zóny pre inundačné územia, prípadne sa postavia poldre a nezaodnené vodné nádrže, prináša táto úprava rieky aj účinnú protipovodňovú ochranu územia. Kanalizáciou je upravený takmer celý horný Dunaj nad Viedňou (Freudenau) i ďalšie dunajské úseky nad vodnými dielami Čunova a Praha (Djerdap) I a II. Je zrejme, že úsek Dunaja nad Nagymarosom na túto úpravu ešte iba čaká. Klasickú kanalizáciu je upravená napríklad aj veľká časť Labe, Rýna, Volgy a iných európskych i amerických riek. Keď nie je kvôli potrebe zachovania koryta a jeho nadväzujúceho okolia v pôvodnom stave možná jeho priama úprava rieky kanalizáciou, stavajú sa pozdĺž pôvodného toku paralelné (derivačné, laterálne) prieplyvy – umelé korytá kanálov. Je to vo svete bežná metóda, u nás je to nielen na Váhu, ale od roku 1992 aj na Dunaji medzi Čunovom a Sapom.

Podľa účelu, pre ktorý sa lokalizovanie polohy plavidla uskutočňuje, možno sa naň dívať všeobecne z dvoch rôznych pohľadov. Prvým je určenie:

- okamžitej polohy pre vlastnú potrebu ako informácie nevyhnutnej na ďalšie vedenie samotného plavidla veliteľom po stanovenej plavebnej trase,
- získanie celkového prehľadu o rozmiestnení jednotlivých lodí tvoriacich spolu flotilu, ktorá má splniť stanovené úlohy.

Aj pozícia posádky plavidla pri vlastnej lokalizácii polohy dispečerským centrom môže byť viac či menej pasívna alebo aktívna. Dva zásadné prístupy určuje tiež fakt, či sú použité technické prostriedky iba pozemného alebo aj kozmického systému.

Pozemné systémy

Na štandardnú rádiovú komunikáciu s posádkou iného plavidla nachádzajúceho sa v dosahu jeho rádiostanice alebo s obsluhami na brehu, rôznymi dozornými orgánmi a pod. má veliteľ každého plavidla k dispozícii na lodi niekoľko palubných rádiostaníc. Slúžia, samozrejme, aj na prijímanie a vysielanie núdzových správ a bezpečnostných policajných hlásení. V prípade potreby operatívneho dispečerského riadenia flotily v danej oblasti využíva sa rádiokomunikačné spojenie aj na kontakt lode s riadiacim dispečingom cez jeho základňovú rádiostanicu. Uvedené spojenie, pri klasickom prístupe hlasové, v prípade vybavenia pre automatizované systémy sa v tom istom prenosovom kanále prenášajú aj dáta medzi dispečerským automatizovaným informačným systémom a palubným počítačom.

Najmä vzhľadom na vysoké režijné náklady sa vo výnimočných prípadoch, napríklad pri nadmernom rušení klasickej komunikácie, skreslení prenášaných správ alebo nedostatočnom dosahu disponibilných palubných rádiokomunikačných prostriedkov, využíva aj mobilný rádiotelefonný systém GSM (Global System for Mobile Communication). Keďže tento systém už umožňuje aj bezdrôtové spojenia s internetom, jeho technologické komunikačné aplikácie sa za predpokladu vhodného osobného počítača na palube neobyčajne rozširujú. Okrem veľkých prevádzkových nákladov (najmä v prípade zahraničného roamingu) je ďalším veľkým obmedzením širšieho použitia komunikácie alebo prenosu

dát cez GSM aj nevyhnutnosť pokrytia oblasti danej plavebnej trasy signálom príslušných retranslačných rádiostaníc jednotlivých operátorov.

Vzhľadom na uvedené obmedzenia, pre klasické a bežné operatívne komunikácie plavidla ako pohybujúceho sa objektu s inými objektmi, ako základný a najpoužívanejší dorozumievací a informačný prostriedok zostáva klasická, i keď v mnohých smeroch už značne modernizovaná (digitalizovaná) rádiostanica. Možno tiež upresniť, že pre tzv. pozemnú pohyblivú službu (spojenie pohyblivých rádiostaníc navzájom alebo ich spojenie s pevnou rádiostanicou) sú v oblasti veľmi krátkych vln k dispozícii prenosové kanály vo frekvenčnom pásme VKV od 156 do 162 MHz.

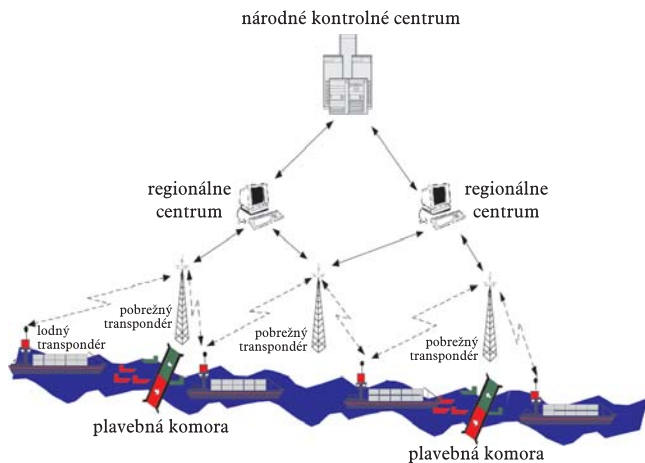
Pokiaľ klasická lodná (vozidlová, prenosná) rádiostanica pracuje na digitálnom princípe spracovania signálu, možno ju využívať nielen na fónický (hlasový) režim práce, ale po vhodnom doplnení o modulačné zariadenie a palubný (osobný) počítač aj na prenos dát. Tento variant sa úspešne odskúšal už aj na kanalizovanom úseku labskej vodnej cesty medzi Chvaleticami a Lovosicami v dopravnom technologickom procese Československej plavby labsko-oderskej Děčín. Išlo o lodnú prepravu energetického uhlia zo severočeských hneďouhoľných revírov do elektrárne vo východných Čechách v protiprúdnej plavbe na 150 km dlhej trase s 19 plavebnými stupňami. Aj pomocou retranslačnej rádiostanice na vrchole Jestědu nad Libercom túto úlohu splnili štandardné VKV palubné rádiostanice typu Scanti alebo Tesla LVR-10, doplnené o príslušné palubné a základňové zariadenia vyvinuté vo Výskumnom ústave sdělovací techniky A. S. Popova v Prahe a v Košiciach. Uvedenú aplikáciu systémovo vyvinul, technicky, informačne i programovo vybavil a odskúšal Výskumný ústav dopravný Žilina.

Automatizovaná klasická pozemná rádiokomunikácia, alebo pomocou nej aj medzipočítačový prenos dát medzi pevným a pohybujúcim sa objektom, je základom nielen na odovzdávanie správ, ale aj na samočinné lokalizovanie pohybujúcich sa objektov. V prípade aplikácie systémového riešenia na labskej vodnej ceste medzi Chvaleticami a Lovosicami sa v tejto funkcii úspešne osvedčili pobrežné rádiomajáky (RM) rozmiestnené pozdĺž plavebnej trasy. Išlo o vysieláče malého výkonu (cca 1 W) permanentne vysielajúce do blízkeho okolia v kruhovom alebo smerovom režime číselný kód zodpovedajúci ich polohe na vodnej ceste (podľa riečného kilometra). Pri prechode plavidla popri rádiomajáku sa palubnou rádiostanicou zachytený signál samočinne uložil do pamäte palubného počítača (rádiokomunikačného terminálu RKT-10) spolu s údajom synchronizačného reálneho času. Následne vo vopred naprogramovaných vysielacích reláciách sa všetky takto získané alebo aj prostredníctvom klávesnice do pamäte počítača uložené údaje programovo periodicky odosieli do dispečerského počítača na ďalšie spracovanie a využitie centrálnym dispečingom.

Z dvoch zásadných alternatív, t. j.

- zo záznamu polohy plavidla a ostatných prevádzkových údajov na palube lode (vo vzťahu k reálnemu času) do pamäťového média odovzdávaného v kontrolných bodoch (fyzicky) na ďalšie, distribuované alebo centralizované spracovanie (off-line),
- zo záznamu údajov o polohe a činnosti plavidla do pamäte palubného systému so samočinným rádiokomunikačným odosielaním do centrálného dispečingu (on-line)

si teda projektanti systému vybrali druhý variant, zásadne rozširujúci technické možnosti už predtým bežne využívaných palubných rádiostaníc a umožňujúci aj protismerný automatizovaný, vopred naprogramovaný alebo aj operatívny prenos dát (najmä z dispečingu na plavidlo). Dosť podstatným faktorom takejto technologickej aplikácie je však geografický dosah použitých rádiostaníc v pridelenom prenosovom pásme. Pri použití VKV je aj



Systém pozemnej rádiovkej komunikácie plavidiel na vodnej ceste a pobrežných subjektov prostredníctvom transpondérov

pri pomerne veľkom výkone rádiostanice (15 W) dosah podľa miestnych podmienok len okolo 25 – 30 km. Aj preto je prakticky nevyhnutnosťou prízemná retranslácia signálu pomocou transpondérov (vykrývacích staníc) umiestnených v stuhovej sieti popri líniovej dopravnej ceste. V prípade potreby pokrytia väčšieho územia alebo technicky a ekonomicky neprijateľného riešenia sústavou transpondérov na brehu plavebnej trasy je možná retranslácia pomocou staníc umiestnených na výškových aj vzdialenejších geografických bodoch. I keď by sa použitím iného frekvenčného pásma mohlo nájsť aj iné systémové riešenie, a to napríklad prechodom do oblasti krátkych vln, samozrejme s použitím digitálneho rádiokomunikačného vybavenia, ktoré v tomto frekvenčnom prenosovom pásme nebýva celkom bežné.

Satelitné systémy

Mnohé problémy pozemných prenosových systémov možno odstrániť satelitnými komunikačnými systémami. Sú však investične i prevádzkovo náročnejšie. Preto sa pre aplikácie vo vnútrozemskej plavbe okrem určovania polohového miesta pomocou pozemných prostriedkov ponúkajú i satelitné lokalizačné systémy. Pri vývoji družicových technológií, pôvodne zameraných predovšetkým na telekomunikačné účely (Inmarsat, Eutelsat, Boatsat), sa spočiatku akoby zabúdalo na možnosti využitia satelitov na precíznu navigáciu. Až uvoľnenie vojenských polohovacích systémov na civilné použitie prinieslo zásadný zvrät. Globálne systémy na určenie okamžitej polohy (GPS – global positioning system, GLONASS – globálna navigačná satelitná sieť) využívajú iné sústavy satelitov, než sú na oveľa vyšších obežných dráhach (cca 37-tisíc km nad povrchom zeme) systémy geostacionárnych telekomunikačných družíc. Vývoj v tejto oblasti napriek rôznym ťažkostiam ďalej napreduje, o čom svedčí už umiestnenie prvého satelitu Giova A na obežnú dráhu koncom minulého roka, patriaceho už do nového európskeho systému Galileo.

Tieto systémy sa stávajú postupne už prirodzenou súčasťou aj špecializovaných sledovacích systémov rôzneho použitia a zamerania. V celosvetovom meradle, najmä na mori medzi najdôležitejšie patria systémy na záchranu života, napríklad bývalý sovietsko-kanadský COSPASS/SARSAT. Tieto systémy sa vyskytujú v akejkoľvek odľahlej oblasti ľudskej existencie a pôsobenia, či už je to na súši, či na mori, na zemskom povrchu, i vo vzduchu, umiestnené na dopravných prostriedkoch i v stabilných riadiacich dispečerských centráloch. Spájajú pritom viaceré systémy do vzájomne previazaných komplexov. Ako názorný príklad integrácie komunikačných, navigačných, výstražných, bezpečnostných a riadiacich funkcií môže slúžiť námorný integrovaný palubný systém GMDSS (Global Maritime Distress and Safety

System), bez ktorého sa dnes riadenie veľkej lode, určenej na neobmedzenú plavbu, prakticky už ani nezaobíde. Analogickými príkladmi by mohli byť i letecké bezpečnostné systémy na prevádzku na zemi i vo vzduchu.

Kontinentálne druhy pozemskej dopravy (vnútrozemska plavba, železničná a automobilová doprava) vo svojom doterajšom vývoji dosiaľ nijako zvlášť nevyžadovali zabezpečenie na podobnej úrovni. Avšak so stále väčšou náročnosťou zabezpečovania prepravy, najmä v dopravne komplikovaných alebo z hľadiska bezpečnosti prepravy v rizikových oblastiach a podmienkach, aj pri osobitne sledovaných zásielkach, získava využitie špičkových informačných technológií stále väčšiu dôležitosť. Stávajú sa tiež súčasťou vyšších a rozsiahlych informačných systémov, pracujúcich už spravidla na databázach geografických digitálnych systémov. Takým sú napríklad na európskych vnútrozemských vodných cestách tzv. riečne informačné služby (RIS – river information services).

Riečne informačné služby

Medzinárodný projekt informačného systému ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) bol pôvodne určený ako informačný systém pre námornú plavbu. Stal sa však následne vzorovým projektom aj pre aplikácie vo vnútrozemskej plavbe v modifikácii Inland ECDIS. Hlavnou myšlienkou tejto aplikácie bolo obohatiť pôvodný systém o nové vlastnosti potrebné pre vnútrozemska plavbu, avšak bez zmeny pôvodného systému a so snahou o zachovanie následnej vzájomnej kompatibility oboch systémov. Motívom pre takýto postup bola súčasná realizácia podmienok pre plavidlá operujúce na mori aj na vnútrozemských vodných cestách (tokoch, kanáloch, vodných plochách). Autonómna navigácia plavidiel i riadenie plavby v dispečersky sledovanej oblasti je obvykle postavená na využívaní rádiokomunikačnej aj rádiolokačnej techniky. Ako je všeobecne známe, spojením telekomunikačnej techniky a informatiky vznikla telematika, ktorá sa stala základom aktivít a významného vývoja aj v informačných systémoch vnútrozemskej plavby. Vo viacerých krajinách Európskej únie sa uskutočnil rad experimentov zameraných na jej využitie ako podporného systému riadenia. Za najvýznamnejšie možno považovať riečne informačné systémy v povodí Rýna (napr. holandské) a na ďalších západoeurópskych vodných cestách. Ide predovšetkým o experimentálne projekty tzv. riečnych informačných služieb ARGO a INDRIS. Následne sa už dávnejšie rozbehla analogická aplikácia v podmienkach horného, najmä rakúskeho úseku Dunaja s označením DoRIS (Donau River Informations Services). V súčasnosti už prebieha jeho rozšírenie na ďalšie úseky dunajskej vodnej cesty prostredníctvom medzinárodného projektu všetkých podunajských pobrežných štátov riadeným holandským ministerstvom dopravy pod názvom COMPRIS. S cieľom zvýšenia bezpečnosti a efektívnosti plavby ide pri všetkých týchto projektoch od ich začiatku okrem



Schéma systémového prístupu k tvorbe projektu D 4 D

iného aj o zlúčenie využitia výstupu rádiolokátora so zobrazením elektronickej navigačnej mapy priamo v kormidlovni plavidla. Základom týchto výskumných projektov je aplikácia už spomínaného a medzinárodne uznávaného ECDIS.

Za základné ciele a funkcie systému Inland ECDIS možno považovať:

- zvýšenie bezpečnosti a efektívnosti vnútrozemskej plavby,
- odľahčenie vodcu plavidla od pracovného zaťaženia súvisiaceho s tradičnými navigačnými a informačnými procedúrami.

Určený je na navigačné alebo informačné použitie. V prípade navigačnej aplikácie ide o zobrazenie elektronickej navigačnej mapy v kombinácii s radarovým obrazom, pri informačnom použití je jeho funkciou len zobrazenie elektronickej navigačnej mapy Inland ENC (Electronic Navigation Chart). Táto navigačná mapa predstavuje databázu, ktorej obsah, formát a štruktúra zodpovedá štandardu určenému na použitie v systéme Inland ECDIS. Zobrazené informácie mapy môžu byť v troch základných kategóriách, tzv. zobrazovacích stavoch, a to:

- základné zobrazenie (Display base),
- štandardné zobrazenie (Standard Display),
- úplné zobrazenie SENC informácií (All Information Display).

SENC je pritom označenie elektronickej mapy ENC rozšírenej o informácie z ďalších zdrojov.

Základné zobrazenie zahŕňa:

- obrysú čiaru brehu vodnej cesty (k určenému vzťažnému vodnému stavu),
- kontúry (obrysú čiaru) stavieb na brehu vodnej cesty,

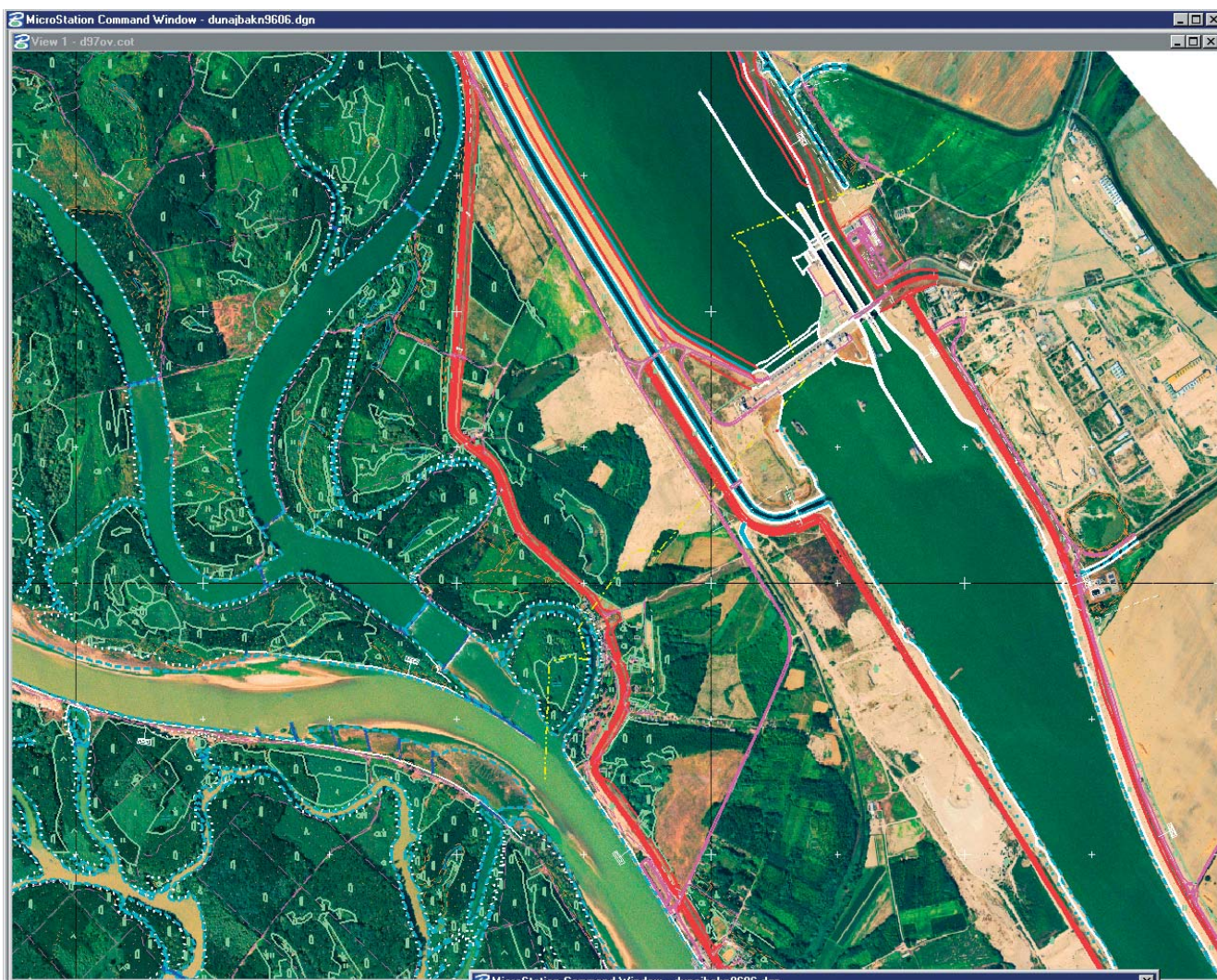


Monitory palubného počítača – porovnanie elektronickej navigačnej mapy (ENC) a radarového zobrazenia

- kontúry plavebných komôr a zdvúvacích objektov energeticko-plavebných stupňov,
- okraje plavebnej dráhy,
- izolované nebezpečenstvo v plavebnej dráhe pod hladinou a nad hladinou,
- bóje, majáky a svetlá.

Štandardné zobrazenie zahŕňa minimálne:

- objekty v základnom zobrazení,
- povolené a zakázané oblasti,
- prístaviská pre obchodné plavidlá,
- kilometrážne a hektometrážne značenie vodnej cesty.



Letecká meračská snímka s vektorovým vyhodnotením (LMS) energeticko-plavebného stupňa vodného diela Gabčíkovo na derivačnom kanáli a Dunaja s časťou ramennej sústavy

Záver

História informačných a lokalizačných systémov vo vnútrozemskej plavbe sa začala písať už po získaní prvých technických prostriedkov počítačovej a komunikačnej techniky, schopných realizovať zámery požadované na dispečerské riadenie vnútrozemskej flotily. Na tieto požiadavky sa postupne naviazali logistické a obchodno-prepravné aplikácie. Nebolo to teda až v roku 1998, keď sa v Európskej únii začal vyvíjať koncept riečnych informačných služieb (pilotný národný projekt ARGO na Rýne v Nemecku) a následne v roku 1998, keď sa začali harmonizovať systémy riečnych informačných služieb v ostatných západoeurópskych krajinách. Aplikácie informačných systémov vodnej dopravy sa totiž na československej úrovni na labskej vodnej ceste vyvíjali už v rokoch 1981 – 1985, boli súčasťou medzinárodných projektov východoeurópskych štátov, avšak rozpadom východného politicko-hospodárskeho priestoru sa širšej aplikácie nedočkali.

Širším cieľom riečnych informačných systémov je podpora dopravného manažmentu všeobecne, nielen pre vnútrozemskej riečnu navigáciu; majú preto prepojenia aj na ostatné dopravné režimy a informačné systémy. Európska únia v rámci konferencie ministrov dopravy CEMT v Rotterdame v septembri 2001 odporučila na tejto báze vybudovať spoločný paneurópsky dopravný informačný systém.

Literatúra

[1] ŽARNAY, P.: Lokalizácia plavidiel vo vnútrozemskej plavbe. In.: Zborník konferencie Nav Age Prague 06, Praha 2006.

[2] ŽARNAY, P.: Informačné technológie vo vodnej doprave. Pripravovaná učebnica ŽU / F-PEDAS, EDIS ŽU, Žilina 2006.

[3] COPIT – Computer in der Partikulierschiffahrt in integrierten Transportketten. Projekt-Nr. 19 G 9804B 8., TÜV Rheinland Köln, 2000.

[4] Mit dem Computer auf Zukunftskurs – Telematik in der Binnenschiffahrt. Bundesverband der Deutschen Binnenschiffahrt e.V., 2000.

[5] Policy summary report INDRIS. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Netherlands, 2001.

[6] RIS Richtlinien 2002, Zentralkommission für die Rheinschiffahrt, 2003.

doc. Ing. Pavel Žarnay, CSc.

**Žilinská univerzita
Fakulta PEDAS
Katedra vodnej dopravy
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
Tel.: 041/513 35 50
e-mail: pavel.zarnay@fpedas.utc.sk**

52