

## Navigační satelitní systémy v železniční zabezpečovací technice ?

Klíčová slova: *železniční zabezpečovací technika, GPS, vedlejší tratě.*

### 1 CO JE NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉM

Navigační satelitní systémy (NSS) jsou aplikací družicové techniky do oblastí určování polohy na zeměkouli. V současné době existují dvě takové navigační sítě - americká GPS a ruská GLONASS - a Evropská unie plánuje vyvinutí nového systému GALILEO, který by měl být připraven k využití po roce 2008.

GPS (Global Positioning System – systém globálního určování polohy, alias NAVSTAR – Navigation System using Time and Ranging – navigační systém využívající měření času a vzdálenosti) je založený na principu jednosměrného (pasivního) dálkoměru. Přijímač GPS, umístěný na předmětu, jehož polohu je třeba určit, měří dobu šíření signálu z družicové antény k přijímací anténě v přijímači GPS a tento naměřený čas je převeden (pomocí známé rychlosti šíření radiového signálu) na vzdálenost (vtipným řešením je obejitá skutečnost, že časová základna vysílačů a přijímačů není předem synchronizována). Údaje ze čtyř družic umožňují určit přepočtem polohu přijímače v jakémkoliv souřadném systému – např. i v běžné kartografické projekci. Údaje z více než čtyř družic umožňují (v závislosti na konkrétní konstrukci přijímače) zpřesnění polohy podle pravděpodobnostních algoritmů. Systém GPS obsahuje více než 20 aktuálně činných družic ve vzdálenosti cca 20 000 km od zemského povrchu, přičemž jejich poloha je volena tak, aby nad ideálním horizontem bylo pro jakékoliv místo na zemi 8 satelitů. Družice (a jimi vysílané navigační signály) jsou řízeny pozemní centrálou celého systému. Přijímač NSS přijímá signály ze všech „viditelných“ družic (kromě dálkoměrného signálu vysílají i navigační zprávy, nesoucí informace o jejich okamžité poloze), ale jejich počet může být v reálných podmínkách, vzhledem k okolnímu terénu a jiným překážkám, podstatně redukován a v krajním případě může klesnout až na nulu (hluboký zářez, tunel atd.).

Systém GLONASS je založen na obdobných principech jako systém GPS (pro rozlišení dálkoměrných signálů jednotlivých družic využívá kmitočtového multiplexu, kdežto GPS používá kódový multiplex na téže nosné), ale v současné době má větší obtíže s udržením v provozuschopném stavu pro nedostatek prostředků.

---

**Ing. Václav Chudáček, CSc.**, nar. 1943, absolvent VŠD 1965, pracovník ČD VÚŽ oblasti sdělovací a zabezpečovací techniky.

**Ing. Libor Lochman, Ph.D.**, nar. 1963, absolvent VŠD 1986, ředitel ČD VÚŽ.

**Ing. Michal Stolín**, nar. 1964, absolvent ČVUT - Fakulta elektrotechnická 1988, pracovník ČD VÚŽ oblasti sdělovací a zabezpečovací techniky.

Jako nevýhody obou a tedy i hlavní důvody pro evropské projekty GNSS a nejnověji GALILEO se uvádí :

- provoz bez záruk - provozovatelé stávajících systémů neposkytují žádnou záruku ani neručí za funkčnost - ta může být např. provozovatelem i záměrně přerušena nebo falzifikována,
- nejistá spolehlivost - např. uživatelé nejsou informováni ani o již zjištěných poruchách, chybách atd.,
- jen střední přesnost.

Přijímače systémů určování polohy využívají celou řadu různých metod pro výpočet polohy. Rozlišovat je třeba kódová měření od měření fázových, měření na více frekvencích, měření vícekanalová, měření diferenční (DGPS) atd. Všechny metody však více či méně vychází z předpokladu přímočarého šíření signálu mezi družicí a přijímačem. Tento předpoklad může být významně narušen poruchami v přenosovém kanálu, zejména poruchami typu rušení, mnohacestného šíření signálu vlivem odrazů či nepřímého šíření signálů vlivem refrakcí (lomů) radiových signálů ve vyšších vrstvách atmosféry. Každá z metod je na tyto poruchy jinak citlivá, žádná však není proti nim zcela odolná [1, 2]. Kromě těchto poruch se, stejně jako v jakémkoliv jiném obecném (nikoliv zabezpečovacím) zařízení, mohou také vyskytovat náhodné či systematické poruchy jednotlivých částí systému - přijímačů, družic i ostatních pozemních součástí družicového navigačního systému - které mohou výslednou funkci falzifikovat.

Z těchto hledisek je pro zabezpečovací techniku zvláště zajímavé tzv. diferenční nebo-li relativní určování polohy. Při něm je výše uvedený základní princip doplněn o druhý přijímač, nacházející se ve stabilní a předem známé poloze. Tento druhý přijímač zasílá prvnímu přijímači (jehož polohu jest určit) korekčním radiovým kanálem informaci o jím zjištěných odchylkách své, právě změřené polohy od polohy známé. První přijímač pak svou zjištěnou polohu koriguje korekčními informacemi druhého přijímače. Vychází se přitom z předpokladu, že chyby dvou nepřilíživě vzdálených přijímačů (ve srovnání se vzdáleností satelit-přijímač) v měření vzdálenosti mezi přijímačem a družicí nejsou zcela náhodné, ale silně korelují. Tento předpoklad ovšem platí jen pro určité poruchy a zcela jistě neplatí pro náhodné poruchy jednotlivých přijímačů (v takových případech může dojít i ke zhoršení původní situace). Korekce je sice v dnešních zařízeních GPS použita pro zpřesnění výsledku měření polohy, ale při jiném zpracování by ji bylo možné použít jako informace s charakterem redundance. Obdobné závěry lze vyvodit i u přijímačů měřících na více frekvencích.

## 2 CO POSKYTUJE NSS

Pro zabezpečovací techniku jsou informace o skutečné poloze a pohybu vlaků (a někdy i jednotlivých vozidel či skupin vozidel netvořících vlak) klíčové. Kvalita této informace (jak její přesnost, tak zejména její bezpečnost a spolehlivost) do značné míry předurčuje kvalitu výsledného zabezpečovacího zařízení a tedy i vhodnost pro ty které provozní poměry. Pro posouzení možnosti využití systémů NSS v zabezpečovací technice jsou zejména důležité následující údaje:

**Přesnost** informace o poloze – je závislá na stavu celého globálního navigačního systému, na počtu přijímaných satelitů a jejich okamžité vhodné poloze nad horizontem, na existenci a

vzdálenosti referenčního bodu od mobilního přijímače, na přenosových podmínkách (jak mezi přijímačem a družicí, tak mezi referenčním bodem a přijímačem), na době měření, na rychlosti pohybu vlaku atd. Orientačně se pro systém GPS dnes obvykle udává:

- „standardní režim“ – řádově desítky metrů,
- „přesný režim s využitím P kódu“ – řádově 1 m,
- diferencní režim (DGPS) – lepší než 1 m.

**Pravděpodobnost** získání korektního výsledku (v mezích přesnosti) - 0,95.

**Doba** potřebná k určení polohy s příslušnou přesností - u moderních vícekanálových přijímačů prakticky zanedbatelná.

**Dostupnost** informace o poloze – je závislá zejména na počtu současně přijímaných (viditelných) satelitů, popřípadě i na dostupnosti korekčního signálu – liší se podle konkrétní konfigurace trati a je třeba počítat s oblastmi, kde informace o poloze nebude dostupná vůbec nebo nebude dostupná po jistou dobu.

**Integrita** (neporušenost) informace o poloze - z hlediska zabezpečovací techniky je u všech dnes existujících navigačních systémů nedostatečná, což jednoznačně vyplývá z pravděpodobnostních principů vyhodnocení polohy, bez aplikace principů obvyklých a dnes už jednoznačně předepsaných pro železniční zabezpečovací techniku evropskými normami (viz dále).

### 3 DOPLŇKOVÉ INERCIÁLNÍ SYSTÉMY

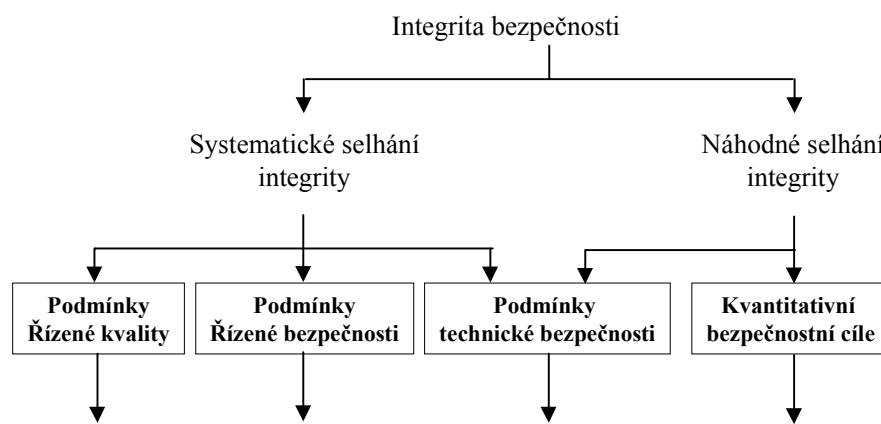
Nedostatky samotných přijímačů pro určování polohy, zejména jejich neschopnost poskytovat věrohodné informaci v místech, kde není možný příjem dostatečného počtu vhodně umístěných vysílacích satelitů, vedla ke kombinaci vlastních přijímačů NSS s inerciálními navigačními systémy (INS), přičemž celek se obvykle označuje jako přijímač NSS/INS. INS pracují na principu určení dráhy ze změřeného zrychlení při pohybu (ve dvou nebo třech osách) a tento princip je realizován mechanickými, laserovými nebo piezoelektrickými gyroskopy. Algoritmy zpracování výsledné informace o poloze jsou ovšem opět založeny na pravděpodobnostních principech, protože výsledky měření jsou zatíženy řadou systematických i náhodných chyb. Ne nevýznamným omezením možností systémů INS je skutečnost, že systém může (na rozdíl od NSS) určit polohu jen v případě, že zná z jiného zdroje polohu počáteční.

### 4 ROZHODUJÍCÍ POŽADAVKY ŽELEZNIČNÍ ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY

Požadavky pro využití přijímačů navigačních satelitních systémů (NSS) v zabezpečovací technice je možné, jako v jiných případech, rozdělit do dvou skupin : na požadavky týkající se integrity bezpečnosti (zúženě technická bezpečnost) a požadavky týkající se funkčních vlastností (funkční bezpečnost).

## 4.1 Integrita bezpečnosti

Pojem integrita (neporušenost, nedotčenost) bezpečnosti se obecně týká pravděpodobnosti, s níž systém (nebo zařízení) dosáhne naplnění bezpečnostních požadavků a nově jej zavedla norma EN 50126, specifikující obecně pro veškeré železniční systémy parametry RAMS (spolehlivost, dostupnost, udržitelnost, bezpečnost). Pro zabezpečovací techniku jsou tyto záležitosti podrobně kodifikovány v evropské normě ENV 50129 a v normách souvisejících a jsou zabezpečovacím odborníkům důvěrně známy. S odkazem na obr. 1 jen připomeňme, že pro dosažení jisté úrovně integrity bezpečnosti je nutné, aby systém (zařízení), s ohledem na náhodné i systematické poruchy, splňoval v průběhu celé životnosti zařízení (tj. od návrhu přes výrobu, montáž a provoz až po demontáž) všechny v obrázku uvedené oblasti požadavků.



Obr. 1

Tak např. požadavky na technickou bezpečnost lze (při výchozím předpokladu zabezpečovací techniky, že v zařízení může v jednom okamžiku vzniknout pouze jedna nezávislá porucha) zjednodušeně vyjádřit :

- žádnou poruchou nesmí dojít k ohrožení bezpečnosti jízdy vlaků,
- každá porucha se musí vhodně a dostatečně rychle (s přihlédnutím k četnosti poruch) projevit, aby bylo možné vyloučit, že se objeví jakákoliv další porucha, která by v kombinaci s poruchou první mohla ohrozit bezpečnost,
- není-li některá porucha detekována ve smyslu předchozího odstavce, je nutné předpokládat vznik jakékoliv další poruchy,
- pokud by vlivem jedné poruchy mohlo dojít ke vzniku následných (závislých) poruch, je nutné uvažovat také všechny kombinace těchto poruch,
- po detekci poruchy by mělo bezprostředně samočinně dojít k odstavení vadného zařízení nebo vadné části zařízení. V každém případě však výstupy vadného zařízení (vadné části) musí zůstat nebo neprodleně přejít do stavu, který neohrožuje bezpečnost dopravy,
- po odstavení zařízení pro poruchu nesmí ani další poruchou dojít k samovolnému obnovení funkce.

Úroveň integrity bezpečnosti (SIL) zařízení je pak číslo, které vyjadřuje stupeň důvěryhodnosti, s níž zařízení specifikované bezpečné vlastnosti splňuje. Uvádí se ve čtyřech kategoriích – úroveň 4 (SIL 4) je nejvyšší, úroveň 1 (SIL 1) je nejnižší; pokud se objevuje

úroveň SIL 0, značí to, že se jedná o zařízení na které nejsou kladeny žádné bezpečnostní požadavky ve smyslu zabezpečovací techniky.

Proto, aby jisté zařízení mohlo být zařazeno do odpovídající úrovně bezpečnosti SIL, musí vyhovovat všem v obrázku uvedeným faktorům: podmínkám řízení kvality a bezpečnosti, podmínkám technické bezpečnosti a kvantitativním bezpečnostním cílům (viz tab.1). Jak patrně, splnění kvantitativního ukazatele samo o sobě neznamena, že bylo dosaženo odpovídající úrovně bezpečnosti. To platí ovšem i naopak – ani splnění tří předchozích podmínek (řízení kvality, řízení bezpečnosti a technické bezpečnosti) nezaručuje, že bylo dosaženo kvantitativních cílů a nelze tedy tvrdit, že zařízení lze zařadit do odpovídající skupiny SIL. I to představuje v případě navigačních systémů určitý problém, porovnáme-li pravděpodobnost získání korektního výsledku s tabulkou 1, protože každý výsledek přesahující požadovanou přesnost může být hazardní.

Úroveň integrity bezpečnosti SIL	Tolerovatelná četnost hazardu THR [za hodinu a funkci]
4	$10^{-9} \leq \text{THR} < 10^{-8}$
3	$10^{-8} \leq \text{THR} < 10^{-7}$
2	$10^{-7} \leq \text{THR} < 10^{-6}$
1	$10^{-6} \leq \text{THR} < 10^{-5}$

Další podrobnosti viz např. [3, 4, 6].

## 4.2 Integrita bezpečnosti při použití prvků NSS

Bezpečnost zařízení pro informaci o poloze vlaku je možné zkoumat v provedení, kdy přijímač NSS je:

- výhradním prvkem (prvky) pro určení polohy vlaku,
- při určení polohy spolupracuje s dalšími nezávislými(!) systémy, které na každém hnacím vozidle již povinně jsou (např. odometr), popř. budou se systémem NSS na vozidle vždy spolupůsobit (inerciální navigační systém, ETCS, atd.) či budou spolupůsobit na trati (stavědlo, RBC atd.).

Ad a)

- informace o poloze vlaku musí být poskytnuta s integritou odpovídající využití informace v konkrétním zabezpečovacím zařízení (tj. bezpečná ve smyslu zabezpečovací techniky, dnes obvykle výhradně v úrovni SIL 4). Této úrovni dosavadní systémy (GPS, GLONASS) zcela jistě nevyhovují a nebude jim zřejmě vyhovovat ani systém GALILEO,
- přesto si lze představit lokalizační systém, který by s využitím podstatných částí stávajícího nikoliv bezpečného systému NSS umožnil získání alespoň v jisté míře bezpečné (např. na úrovni SIL 2) informace o poloze vlaku. Předpokladem je využití

diferenčního měření nebo měření na více frekvencích a podstatný zásah do komerčního přijímače (zavedení jiného způsobu zpracování polohových informací, jiný způsob nakládání s korekční informací z referenční stanice – to vše s aplikací obecně platných zabezpečovacích principů) a kombinace s inerciálními systémy. Tyto práce ovšem znamenají dost značný objem vývojových prací a podstatnou změnu celého přijímacího modulu zajišťujícího informaci o poloze vlaku. To se pak nutně výrazně odrazí v ceně takto upravených přijímačů NSS, přičemž existuje značné riziko, že předpokládané vyřazení pravděpodobnostních postupů ve vyhodnocování polohy povede k dalšímu zhoršení již tak pro zabezpečovací techniku nebývale špatné dostupnosti korekční informace.

Ad b)

- při využití spolupráce s dalšími nezávislými systémy není třeba uplatňovat požadavek na bezpečnost samotného přijímače NSS. Lze využít obecně v zabezpečovací technice používaný princip redundance informace z nezávislých systémů např. :
  - informace o poloze z přijímače NSS,
  - informace o změně polohy z inerciálního systému INS,
  - informace o ujeté dráze z odometru,
  - informace o geometrii trati, uložené v paměti systému,
  - informace o postavené jízdě ze stavědla nebo RBC.
- redundance ovšem musí být uplatněna způsobem vyhovujícím zabezpečovací technice [6],
- problematické při tomto přístupu k řešení bezpečné lokalizace je zejména bezpečné určení výchozí polohy vlaku, resp. výchozí polohy po studeném startu nebo resetu systému navigačního určování polohy.

### 4.3 Funkční požadavky

Při stanovení funkčních požadavků se omezujeme na využití jediné originální funkce systému NSS - určení polohy vlaku. Další, někdy v této souvislosti nesprávně uváděné funkce (přenos dalších zabezpečovacích informací, řízení sledu vlaků atd.), nejsou systémům NSS vlastní a jsou ve skutečnosti zajišťovány jinými existujícími (nebo připravovanými) zabezpečovacími subsystémy v rámci inteligentních dopravních systémů (k nimž zejména patří vlakový zabezpečovací systém ETCS, radiobloky ale i digitální rádio GSM-R) a samotné NSS (NSS/INS) je nemůže nahradit [5].

Aby informace o poloze vlaku měla pro zabezpečovací techniku smysl, je samozřejmým předpokladem její doplnění současnou a bezpečnou informací o celistvosti vlaku. Ta může být zajištěna automaticky tím, že jde o nedělitelnou soupravu, nebo speciálním zabezpečovacím zařízením na vlaku [4].

Funkční požadavky na systém pro určování okamžité polohy vlaku by obecně mohly být uvažovány odděleně pro různé kategorie tratí a pro různé kategorie rychlosti vlaků (pokud by rychlost tyto parametry výrazně ovlivňovala). Důležité jsou zejména následující veličiny, které předběžně kvantifikujeme pro vedlejší tratě:

- požadovaná přesnost, která je kritická zejména v oblasti stanice či spouštěcího a vypínacího bodu přejezdu (např. pro informaci, zda vlak již uvolnil zhlaví či zda je třeba již uzavřít nebo zda je možné otevřít přejezd) a to zejména při zastavení vlaku (za jízdy

vlaků je možné konfidenčním intervalem oblast rozšířit, protože důsledky pozdržení nebo předčasného zahájení akce nebudou tak nepříznivé). Z těchto úvah plynou následující požadavky na přesnost informace o poloze vlaku při stání:

- v ose kolejí :  $\pm 6$  m (odvozeno s přihlédnutím k přesnosti umístění návěstidel vůči skutečnému konci jízdní cesty na ČD),
- kolmo k ose :  $\pm 2$  m (odvozeno z požadavku na rozlišení souběžných kolejí),
- dostupnost :
  - ve stanici, ve statickém režimu - alespoň jeden zaručený relevantní údaj o poloze každých 30(?) s,
  - na trati a ve stanici za jízdy – alespoň jeden zaručený relevantní údaj o poloze na každý 1 km jízdy, přičemž informace o poloze musí být k dispozici do typicky 1 s od minutí měřené polohy. V tomto případě ovšem nepředpokládáme využití této informace o poloze vlaku pro spouštění a uvolňování přejezdových zařízení (pokud by měla být využita i k tomuto účelu, bylo by třeba zajistit relevantní údaj o poloze cca každých 100m),
  - pokud by pro místní podmínky nebylo možné tyto parametry splnit, bylo by nutné použít jiného lokalizačního prostředku (např. balízy). Systém by pak musel být budován tak, aby pracoval stejně ať již získá lokalizační informaci z kteréhokoliv uvažovaného prostředku.

Pro srovnání: přesnost lokalizace Eurobalízy (ETCS) je bezpečně v mezích  $\pm 1$  m pro rychlosti do 500 km/h, přičemž bezpečná informace o poloze je na vozidle přístupná do 100 ms po minutí středu balízy (typické hodnoty přesnosti zjišťované experimentálně pro běžné rychlosti se pohybují v řádu centimetrů), dostupnost bezpečné informace lepší než 0,999.

## **5 POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA ŽIVOTNÍ CYKLUS PŘIJÍMAČE NSS A BALÍZY**

Stávající technika určování polohy v inteligentních dopravních systémech používá referenční balízy umístěné v předem známých místech na trati a směrově orientované odměřování dráhy ujeté od referenční balízy odometrem na vozidle. Takto získaná informace o poloze vlaku vůči trati (včetně konfidenčního intervalu) obsahuje i informaci o směru pohybu vlaku a je využita jak v mobilní části vlakového zabezpečovacího zařízení, tak je předána do pozemní centrály. Počet referenčních balíz je závislý na řadě okolností a jako průměrné číslo je možné odhadnout maximálně na 2 balízy na jeden kilometr jednokolejně vedlejší tratě. Současná cena vlastní balízy činí cca 15 tisíc Kč/kus, přičemž se při masovém rozšíření očekává její výrazné snížení. Vyhodnocovací (přijímací) zařízení balízy na hnacím vozidle je součástí vlakového zabezpečovacího zařízení (např. ETCS), které na vozidle musí být minimálně v případech, kdy se hnací vozidlo pohybuje, byť jen občas, po hlavních tratích. Přijímače NSS by mohly tedy nahradit vlastní, na trati umístěné, fixní balízy a pouze v případě, že by tyto balízy nahradily za všech okolností, bylo by možné vypustit přijímací modul balízy na vozidle.

Pro hrubou orientaci v nákladech předpokládejme, že k této aplikaci by došlo na všech vedlejších tratích ČD, tj. na cca 3000 km. Pro jejich vybavení by bylo třeba cca 6000 balíz, tedy cca  $6000 \cdot 2 \cdot 15000 = 180$  mil.Kč. Dále předpokládejme, že modul přijímače NSS by v úpravě pro aplikaci v zabezpečovací technice nebyl dražší než modul přijímače balízy. Na

druhé straně by bylo třeba vybudovat několik pozemních referenčních stanic, které by musely být zapojeny do sítě GSM-R nebo pro účely redundance přidat další výše zmíněná zařízení. I v nejpříznivějším případě by nebylo možné dosáhnout větší investiční úspory než cca 50 tisíc Kč/km tratě, což, poměřeno všemi ostatními náklady, je částka zanedbatelná. Výrazně se nezmenší ani provozní náklady, které by v případě nutnosti budovat pozemní referenční stanice dokonce mohly vzrůst.

Při současném stavu techniky nelze tedy z aplikace přijímačů NSS upravených pro potřeby zabezpečovací techniky v žádném případě očekávat významné ekonomické přínosy.

## 6 ZÁVĚR

Rozhodující pro přímé použití navigačních systémů v zabezpečovací technice bude okolnost, zda se podaří nalézt vhodné řešení problémů integrity bezpečnosti, zmíněných v předchozích odstavcích. Některé možnosti se sice rysují, ale bez důkladnějších analýz nelze dnes jednoznačně potvrdit, že tento problém je skutečně přijatelně řešitelný - s dodržением obecných principů zabezpečovací techniky, s odpovídajícími funkčními vlastnostmi a za přijatelnou cenu.

Z doposud zveřejněných výsledků měření [2] je možné konstatovat, že vývoj přijímačů NSS v posledním období postoupil tak daleko, že splnění požadavků na přesnost není ani u stávajícího systému GPS již problémem, takže dokonce ani není nutné používat pro tento účel nejpřesnějších (a tedy nejdražších) přijímačů. Problematická však z funkčního pohledu zabezpečovací techniky zůstává dostupnost a spolehlivost předávané informace. Na druhé straně shora uvedené střídání požadavky na přesnost a dostupnost informace o poloze pro zabezpečovací účely ponechává alespoň jistou naději na nalezení přijatelného řešení pro jednodušší dopravní poměry.

Lze však také konstatovat, že náhrada fixní balízy navigačním systémem za dnešního stavu technologie není nijak výrazně výhodná ani z pohledu ekonomického ani funkčního. Zdá se, že některými optimisty očekávané přínosy této techniky nebude v krátké době možné přímo v zabezpečovací technice seriózně naplnit.

Výhody této techniky lze pak jednoznačně spatřovat všude tam, kde odpadají bezpečnostní požadavky a kde ani déletrvající nedostupnost informace nemá fatální důsledky pro provoz. Ve všech těchto případech již za dnešního stavu může toto zařízení přispět k obecnému zkvalitnění služeb (zejména informací) poskytovaných železnicí a jde jen o ekonomické hodnocení, zda se vložené investice vyplatí. Není přitom nutné ani čekat na vybudování nového evropského navigačního systému GALILEO, ale je možné využít existujícího systému GPS (resp. GPS+GLONASS). Vše nasvědčuje tomu, že případný budoucí přechod na nový systém bude zvládnutelný bez větších technických problémů.

I v oblasti řízení vlakové dopravy existuje možnost, jak navigační systém bez jakékoliv úpravy využít pro zvýšení bezpečnosti dopravy. Příkladem může být použití na dnes nezabezpečených vedlejších tratích, nikoliv však jako náhrada zabezpečovacích systémů, ale jako pomůcka (např. pro dispečera zajišťujícího provoz podle D3) do doby, než budou k dispozici finanční prostředky pro skutečný zabezpečovací systém pro vedlejší tratě. Při takové aplikaci je ovšem nutná jistá míra opatrnosti. Informace z nebezpečného systému nelze využívat přímo, např. zobrazením dispečerovi, protože by mohly maskovat skutečné bezpečné výchozí informace (byť zatížené chybou lidského činitele). Mohou ale být využity



jako informace kontrolní, např. tak, že v případě, kdy dispečer naznačí vydání příkazu, který by byl v rozporu se zjištěními tohoto kontrolního systému, bude dispečer upozorněn na pravděpodobný konflikt a bude se vyžadovat nové potvrzení příkazu. Tímto řešením se nikterak nesejme výlučná odpovědnost dopravního personálu za bezpečnost provozu, ale sníží se pravděpodobnost jejich, jinak včas neidentifikovatelných, omylů. Návrh takového systému je ve VÚŽ připraven (jako součást systému zabezpečení vedlejších tratí s možnou postupnou modulární výstavbou) a čeká na zájemce.

## **7 LITERATURA:**

- [1] Hrdina, Z., Pánek, P., Vejražka, F.: Rádiové určování polohy. Vydavatelství ČVUT, Praha 1995
- [2] Závěrečná zpráva projektu V+V: Inteligentní systém určení polohy na principu GPS pro zvýšení bezpečnosti a efektivnosti řízení pozemní dopravy. Geoinvest, 2001
- [3] ENV 50 129
- [4] Železniční zabezpečovací technika. ČD-VÚŽ, Praha 1996
- [5] Vlakové zabezpečovací systémy. ČD VÚŽ, Praha 1999
- [6] Aplikace elektronických prvků v železniční zabezpečovací technice. ČD VÚŽ, Praha 2000

V Praze, srpen 2001

Lektoroval: Ing. Zdeněk Kaufmann  
GR ČD O29

## **1. CO JE NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉM**