



## CERTIFIKOVANÁ METODIKA

# Certifikovaná metodika pro certifikaci lokalizačních systémů na bázi GNSS

Předkládá: Univerzita Pardubice

Autoři:

Ing. Zdeněk Němec, Ph.D.

Ing. Tomáš Zálabský, Ph.D.

doc. Ing. Aleš Filip, CSc.

Ing. Lubor Bažant, Ph.D.

Ing. Petr Kačmařík, Ph.D.

Ing. Jan Hopp

Ing. Tomáš Duša, Ph.D.

Pardubice, 20. 4. 2022



## Obsah

Rejstřík zkratk a pojmů.....	3
Cíl metodiky.....	4
1. Možnosti využití GNSS v železniční dopravě .....	5
1.1. Aplikace GNSS v železničním průmyslu .....	5
2. Vozidlový lokátor na bázi GNSS jako určené technické zařízení .....	7
2.1. Způsob a schvalování technické způsobilosti železničního vozidla .....	7
2.2. Technické podmínky pro schválení typu železničního vozidla .....	8
2.3. Příklady hodnotících, certifikačních a schvalovacích subjektů.....	9
3. Postup certifikace GNSS virtuální balízy pro zabezpečovací systémy .....	9
3.1. Role hodnotících, certifikačních a schvalovacích subjektů.....	9
3.2. Zdůvodnění navrženého postupu řešení.....	12
4. Legislativní rámec .....	12
5. Srovnání novosti postupu.....	14
6. Popis uplatnění.....	14
7. Doporučení.....	15
8. Návrh na doplnění Vyhlášky č. 100/1995 Sb. ....	15
9. Ekonomické aspekty.....	16
Seznam použité související literatury .....	17
Dedikace .....	18
Jména oponentů.....	18
Přílohy metodiky .....	19
Příloha 1 - Grafické znázornění procesu certifikace zařízení založeného na GNSS virtuální balíze pro zabezpečovací zařízení .....	20

## Rejstřík zkratk a pojmů

AsBo	Assessment Body – nezávislý subjekt pro posuzování bezpečnosti dle nařízení 402/2013/EU. V české jazyce označovaní zkratkou SPB.
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique: Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
CCS	Control Command and Signalling: řízení a zabezpečení
CCS TSI	Technické specifikace pro interoperabilitu týkající se subsystémů řízení a zabezpečení železničního systému v Evropské Unii
CSM-RA	Common Safety Method for Risk evaluation and Assessment
DeBo	Designated Body – určený subjekt odpovědný za ověřování dle vnitrostátních předpisů
DÚ	Drážní úřad
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
ERA	The European Union Agency for Railways: Agentura Evropské unie pro železnice
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ES	Evropské společenství
ETCS	European Train Control System
EU	Evropská unie
FRMCS	Future Railway Mobile Communication System
GNSS	Global Navigation Satellite System
SoL / GNSS SoL	GNSS Safety of Life (service)
IC	Interoperability Constituent: prvek interoperability
IM	Infrastructure Manager: správce (železniční) infrastruktury
ISA	Independent Safety Assessor – nezávislý hodnotitel bezpečnosti dle EN 50129
MD	Ministerstvo dopravy
NoBo	Notified Body: oznámený subjekt, též notifikovaná osoba
NSA	National Safety Authority: národní úřad pro bezpečnost (Drážní úřad)
SARPs	Standards and Recommended Practices: standardy a doporučené postupy
SIL	Safety Integrity Level: úroveň integrity bezpečnosti
SMS	Safety Management System: systém řízení bezpečnosti
SPB	Stejně jako AsBo Assessment Body – nezávislý subjekt pro posuzování dle nařízení 402/2013/EU v rámci CSM-RA.
SS	Subsystem, subsystém
TBZ	Technickobezpečnostní zkouška
TSI	Technical Specifications for Interoperability: Technické specifikace pro interoperabilitu
UTZ	Určené technické zařízení
V&V	Verification and Validation: verifikace a validace
VBTM	Virtual Balise Transmission Module: přenosový modul virtuální balízy
ZPB	Zpráva o posouzení bezpečnosti (nařízení 402/2013/EU)

## Cíl metodiky

**Cílem metodiky** je vytvořit předpoklady pro zavádění metod lokalizace s využitím GNSS systémů na české železniční síti a následnou certifikaci zařízení „vlakový lokátor“ pro aplikace, kterou nejsou bezpečnostně kritické. Vlakový lokátor vyžaduje pro svou funkci spolehlivý a bezpečný příjem signálu, ale svými vlastnostmi nenaplňuje funkci zabezpečovacího zařízení nebo jeho subsystému.

**Certifikovaná metodika pro certifikaci lokalizačních systémů na bázi GNSS** pro použití na železnici s ohledem na aspekty železničního prostředí má sloužit jako podklad k provádění postupu certifikace nových lokalizačních systémů na bázi GNSS. Certifikaci bude nutné realizovat při zavádění nového technického řešení ze strany technologických firem, které využijí navržený postup jako návod, na co je potřebné se při procesu certifikace připravit.

Pro navrženou metodiku byla ověřena dostupnost signálů GNSS systému s využitím experimentálního vybavení, které vyhovuje požadavkům železničního prostředí. Ověření dostupnosti signálů experimentálním měřením nebo simulací je pro potřeby certifikace vlakového lokátoru nedílnou součástí a podmínkou pro jeho nasazení na konkrétní železniční trati.

Součástí metodiky je návrh pro zavedení funkcionalit GNSS do zabezpečovacích systémů. Tento postup je však uveden pouze pro účely poskytnutí uceleného pohledu na další kroky certifikace, které jsou nezbytné pro zajištění interoperability a součinnosti nebo integrace se schválenými prvky zabezpečovacích systémů, včetně ETCS jako součásti ERTMS. Metodika je v této části určena pro využití jako podpůrného nástroje pro přechod do aplikačního využívání GNSS z úrovně informačních systémů do systémů zvyšujících bezpečnost, a to díky spolehlivému odhadu polohy, kde úroveň spolehlivosti bude posuzována podle platných standardů.

Metodika uvádí dva postupy pro certifikaci zařízení na bázi GNSS. Postupy jsou doplněny grafickými znázorněními, které poskytují ucelený pohled na propojenost procesů výroby, hodnocení a schvalování:

- národní řešení v podobě certifikace Určeného technického zařízení (UTZ) je uvedeno v kapitole 2,
- interoperabilní řešení, které vychází z předpokládaného schválení nových nebo úpravy stávajících předpisů, je uvedeno v kapitole 3,
- z pohledu legislativy se bude řešení a certifikace ERTMS na základě GNSS/EGNOS lokalizačního systému na bázi GNSS řídit zejména dokumenty, které jsou uvedeny v kapitole 4.

Metodika je dále doplněna o srovnání novosti postupu, popis organizačního uplatnění, doporučení pro další práce a ekonomické aspekty.



## 1. Možnosti využití GNSS v železniční dopravě

Spolehlivý a bezpečný železniční provoz je založen na předpokladu využívání vhodného vlakového zabezpečovacího systému, který je souborem technických zařízení s definovanými komunikačními vazbami. Jednotlivá zařízení přispívají k zajištění bezpečnosti provozu dohledovými a řídicími mechanismy, případně přebírají úlohu zaměstnanců při mimořádných událostech. Vývoj, instalace a provoz těchto zařízení je úzce spojen s vývojem jiných technologií, které ukazují možnosti dosažení vyšší úrovně bezpečnosti, spolehlivosti, mohou nabídnout příznivější finanční náklady na vybudování infrastruktury nebo vedou k rozšíření zabezpečovacích systémů na další tratě. Progresivní technologií, která se bezesporu uplatní v zabezpečovacích železničních systémech, je družicový systém pro určování polohy (GNSS). Dnes využívané aplikace ukazují na nezpochybnitelné přínosy při řízení provozu a optimalizaci přepravních toků, sběru dat o provozu nebo dat z dílčích zařízení a senzorů. Pokud se ale jedná o aplikace družicových technologií v systémech s dostatečnou úrovní bezpečnosti a spolehlivosti, je nutné provést řadu dalších kroků, které povedou k nezbytné certifikaci družicových systémů pro železniční aplikace. Z uvedeného vyplývá, že při plánování nových tratí nebo rekonstrukci těch stávajících je nezbytné vzít v potaz i využívání nových technologií, které splní všechny požadavky dané již provozovaným evropským systémem řízení železniční dopravy a systémem pro kontrolu vlaků.

Cílem metodiky je zdůraznění aspektů, které mají být zohledněny v době, kdy ještě nejsou aplikovány závazné předpisy pro nasazení nových technologií pro určení bezpečné polohy vlaků. Zřejmý je však trend směřující ke globálnímu nebo minimálně evropskému využívání družicových systémů, kde tento trend se opírá o již projednané dokumenty napříč státy EU, výsledky aplikačně zaměřených mezinárodních projektů a také o shodu na úrovni EU.

Současný stav poznání, výsledků výzkumu i experimentální prokázání funkčnosti nového řešení prokazuje, že využití globálních navigačních družicových systémů (GNSS) pro určení bezpečné polohy vlaků umožní zvýšení bezpečnosti a efektivnosti řízení dopravy na více typech tratí, případně umožní finančně přijatelnější rozšiřování zabezpečovacích systémů na dalších tratích transevropské sítě. Současně dále posílí interoperabilitu na železnici nejen mezi státy, ale i mezi tratěmi různých provozovatelů. Zároveň je zřejmé, že možnost implementace nových přístupů k určení bezpečné polohy vlaku nepovede k nahrazování již funkčních systémů, např. založených na balížích.

### 1.1. Aplikace GNSS v železničním průmyslu

Své uplatnění již technologie GNSS našla v lodní, silniční i letecké dopravě, ale také v energetickém průmyslu, telekomunikacích, finančním sektoru, zemědělství apod.

V oblasti drážní dopravy, především u zahraničních provozovatelů infrastruktury, je technologie GNSS využita mnoha způsoby. Významnou roli představuje v oblasti digitalizace. Od správy majetku až po monitorování a vylepšení služeb pro cestující. GNSS je dále využíváno především v non-safety aplikacích na železnici, například zlepšení služeb informování cestujících a nákladních přepravních. GNSS je součástí digitalizace, která se odráží ve vývoji nových aplikací umožňujících přenést cestujícím reálnou informaci o poloze vlaku, na základě které si následně mohou vybírat navazující spoje, kupovat jízdenky apod. Jejich cílem je také dále posílit význam železniční nákladní dopravy navržením prostředků pro usnadnění sledování nákladu nebo například jeho stavu (sledování teploty, vlhkosti vzduchu, otřesů nákladu apod.). Tyto stavy jsou pak bezdrátově přenášeny přímo ke správci infrastruktury, případně k samotnému uživateli nákladní dopravy, díky čemuž má vždy aktuální informaci v reálném čase.



Dále se GNSS využívá ke správě vozového parku, určování servisních intervalů, sledování oběhů jednotlivých vozidel nebo výpočtu poplatků za použití infrastruktury.

Velmi důležitým nástrojem se GNSS stalo v oblasti údržby infrastruktury. Ta zajišťuje bezpečnost, účinnost, dostupnost a spolehlivost železničního provozu. Tam, kde se doposud musel stav trati monitorovat pomocí měřících vozidel a „blokování“ infrastruktury, je dnes možné uvedené prostředky nahradit novými metodami monitoringu právě pomocí dat z družic a/nebo dronů. Tyto drony jsou vybaveny LiDARy, které mapují trať a její okolí. Používají se v kombinaci s družicemi vybavených radarovými interferometry (InSAR). Využití těchto technologií umožňuje dodržet veškeré kontrolní a servisní intervaly při zachování kapacity tratí, a zároveň snížení nákladů na kontrolní a revizní činnosti. Ochrana personálu zajišťující údržbu tratí opět může probíhat prostřednictvím GNSS, která dokáže upozornit právě personál údržby na blížící se vlak.

Tabulka pro shrnutí jednotlivých aplikací

<b>Aplikace</b>	<b>Význam ztráty signálu</b>
Systémy pro informování cestujících	Snížení komfortu cestujících, nemožnost získat informaci o konkrétní poloze vlaku a jeho zpoždění, nemožnost řešení navazujícího spoje
Monitorování infrastruktury	Nutnost zavedení konvenčních způsobů kontroly stavu infrastruktury
Traťové systémy ochrany personálu	Nutnost zavedení konvenčních způsobů ověřování volnosti trati a možnosti provádět inspekce/údržbu tratí
Asistenční systémy pro strojvedoucí	Nutnost zavedení konvenčních způsobů ověřování stavu trati, změn parametrů trati
Správa vozového parku	Nemožnost využít automatizaci při správě vozového parku



## 2. Vozidlový lokátor na bázi GNSS jako určené technické zařízení

Podle Zákona č. 266/1994 Sb. jsou Určená technická zařízení (UTZ) takovými zařízeními, která slouží k zabezpečení provozování dráhy nebo drážní dopravy a podléhají doзору podle tohoto zákona.

Podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu UTZ a jejich konkretizace stanoví vyhláška Ministerstva dopravy (MD) č. 100/1995 Sb. (Řád určených technických zařízení). Vozidlový lokátor na bázi GNSS patří mezi elektrická UTZ typu „elektrická zařízení drážních vozidel“, vlakový lokátor v podobě UTZ neplní žádnou z funkcí zabezpečovacího zařízení pro přímé zajišťování bezpečnosti drážní dopravy a není prvkem interoperability. Nepřímé dopady v oblasti bezpečnosti lze spatřovat např. v doplňkové funkci spolehlivého odhadu polohy synchronizované s časem, který je součástí parametrů určení polohy pomocí GNSS a může sloužit k potvrzení správnosti údaje o poloze.

Podmínky pro provoz stanovují, že lze provozovat pouze takové zařízení, které má platný průkaz způsobilosti vydaný drážním správním úřadem, a jsou-li splněny tyto podmínky provozní způsobilosti:

- a) provádění pravidelných revizí, prohlídek a zkoušek,
- b) zajištění řádné a bezpečné funkce zařízení obsluhou,
- c) trvalé dodržování provozně technických parametrů podle technické dokumentace.

Uvedené podmínky jsou podrobněji specifikovány vyhláškou MD č. 100/1995 Sb.

Před uvedením UTZ do provozu musí být schválena jeho způsobilost k provozu. Způsobilost UTZ k provozu schvaluje drážní správní úřad (zde Drážní úřad) vydáním průkazu způsobilosti na základě technické prohlídky a zkoušky, kterou zajistí výrobce nebo jeho zástupce u právnické osoby, zde autorizované osoby AsBo pověřené MD.

### 2.1. Způsob a schvalování technické způsobilosti železničního vozidla

Technickou způsobilost drážního vozidla schvaluje na základě typového osvědčení vydaného výrobcem a na základě ověření technickobezpečnostní zkouškou Drážní úřad, a to podle Vyhlášky MD č. 173/1995 Sb.

Při technickobezpečnostní zkoušce (TBZ) drážního vozidla v klidové poloze a při jízdě se zjišťuje a také ověřuje funkce jednotlivých částí drážního vozidla.

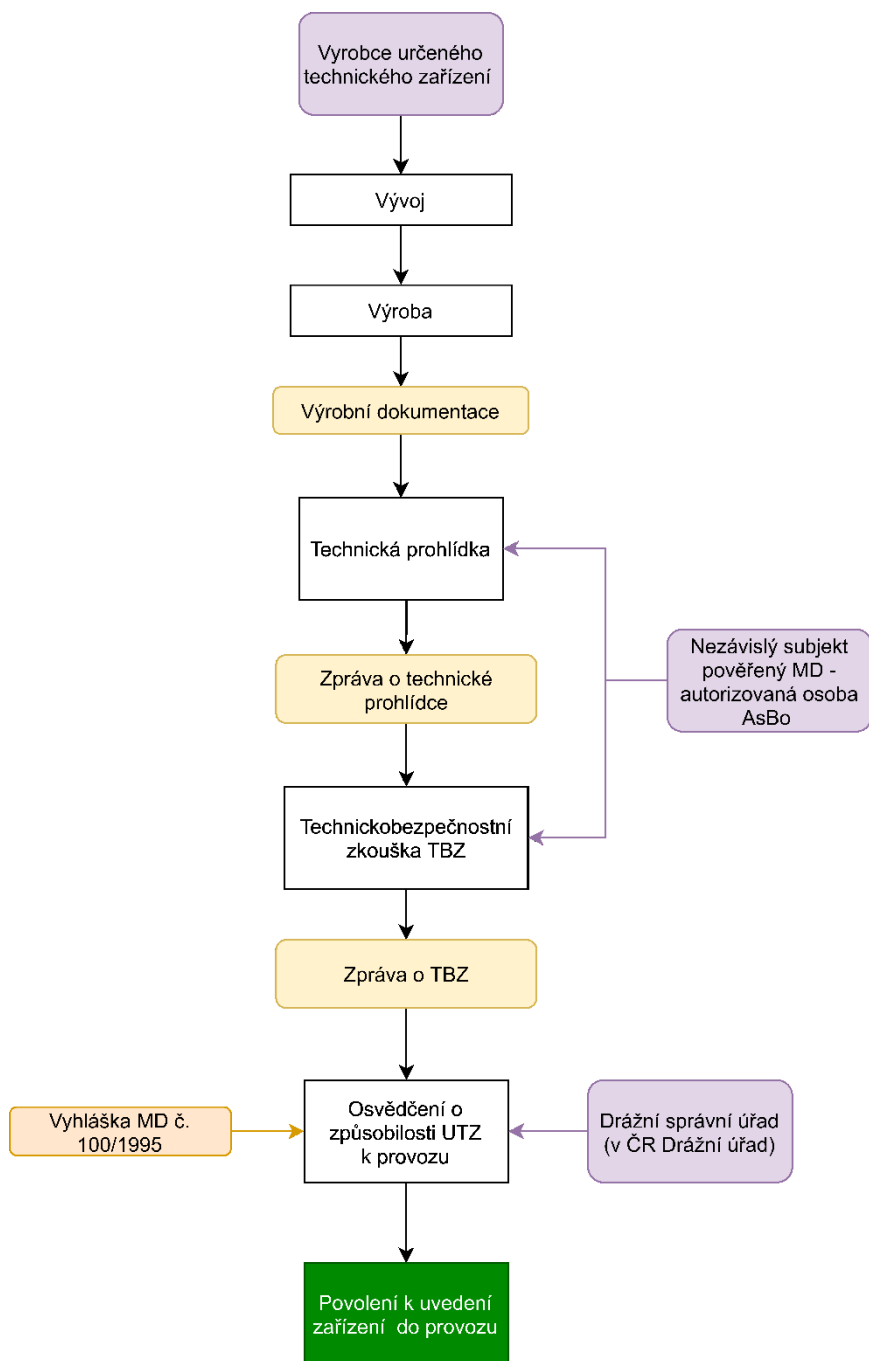
Vozidlový lokátor na bázi GNSS jako elektrické UTZ typu elektrických zařízení drážních vozidel (podle § 1 odst. 4 písm. f) vyhlášky MD č. 100/1995 Sb.) nemusí TBZ podléhat. Pro ověření vhodnosti nasazení vozidlového lokátoru do provozu je ale důležité ověření dostupnosti GNSS signálu, toto ověření lze provést s využitím dokumentu „Doporučený postup měření a metody identifikace úseků s vhodnými podmínkami pro aplikaci GNSS“, viz Příloha č.2. Doporučený postup měření byl experimentálně ověřen na širokém spektru tratí a na zkušebním železničním okruhu.

Ověření dostupnosti GNSS signálu je v procesu certifikace uvedeno nad rámec současných předpisů (viz kapitola Doporučení), výsledek ověření lze zaznamenat do Technické dokumentace zařízení (nad rámec § 4 vyhlášky MD č. 100/1995 Sb.).

Provedení technickobezpečnostní zkoušky se zaznamená do průkazu způsobilosti drážního vozidla. Pro technickobezpečnostní zkoušku (TBZ) se stanovují podmínky:

- a) provedení zkoušky v klidové poloze drážního vozidla,
- b) provedení zkoušky při jízdě drážního vozidla,
- c) zkoušky podle písmen a) a b) provádí právnická osoba určená MD.

TBZ provádí AsBo určená MD.



## 2.2. Technické podmínky pro schválení typu železničního vozidla

Pro železniční dopravu se schvalují typy drážních vozidel

- a) drážních vozidel hnacích a tažených,
- b) speciálně konstruovaných kolejových vozidel



Pro každý typ drážního vozidla musí být vypracovány technické podmínky, které obsahují souhrnný výčet parametrů a technickoprovozních vlastností vozidla a jeho rozhodujících konstrukčních celků a částí včetně stanovení hodnot jejich mezních technických stavů.

### 2.3. Příklady hodnotících, certifikačních a schvalovacích subjektů

Jako příklady hodnotících, certifikačních a schvalovacích subjektů pro zabezpečovací systémy v ČR lze uvést tyto:

- ISA (hodnocení bezpečnosti dle EN 50129): VUZ, Fulzar, s.r.o., TÜV SÜD;
- NoBo (posuzování dle mezinárodních CCS TSI): VUZ;
- DeBo (posuzování dle národních předpisů): VUZ;
- AsBo (posuzování bezpečnosti v rámci CSM-RA): VUZ;
- NSA: Drážní úřad.

## 3. Postup certifikace GNSS virtuální balízy pro zabezpečovací systémy

Na vozidlový lokátor na bázi GNSS podle kapitoly 2 nejsou kladeny požadavky na bezpečnost ve smyslu zařízení pro bezpečné určení polohy. Pokud má lokátor naplňovat funkci zabezpečovacího zařízení a zároveň splňovat všechny požadavky na interoperabilitu, musí být certifikováno dle příslušných evropských nařízení, směrnic, standardů bezpečnosti (CENELEC) a dalších závazných předpisů. Řešení se musí opírat o certifikaci virtuální balízy, pro kterou lze certifikační proces popsat, ale nelze ho přijmout v žádném ze členských států EU do doby, než budou přijata legislativní opatření umožňující řešení všech částí certifikačního procesu. Cílem navrhovaného řešení není nahrazovat stávající balízy umístěné v kolejišti koridorových tratí, případně tratí s vysokým vytížením. Předpokládá se postupné zavádění prvku virtuální balízy nejdříve na tratích s menším dopravním vytížením a tratí jednokolejných především regionálního typu.

Grafické znázornění certifikačního procesu je uvedeno v Příloze 1 této metodiky. Grafické znázornění procesu certifikace zařízení založeného na GNSS virtuální balíze uvádí i jednotlivé hodnotící, certifikační a schvalovací subjekty.

### 3.1. Role hodnotících, certifikačních a schvalovacích subjektů

**Výrobce** navrhne a vyrobí zařízení. Od počátku životního cyklu bezpečnosti se provádí verifikace, následuje validace formou zkušebního provozu, který povolí Drážní úřad (obecně NSA) na základě žádosti navrhovatele (např. správce infrastruktury). Verifikace je proces, kterým se vyhodnocuje prvek nebo systém během dané vývojové etapy a říká, zda prvek / systém splňuje stanovené požadavky pro tuto etapu. Jinými slovy, zda byl prvek nebo systém vytvořen správně v souladu s použitelnou specifikací pro tuto etapu. Na druhé straně validace odhaluje chyby ve specifikaci a prokazuje, že systém funguje tak, jak je požadováno. Činnosti provádějí verifikátoři a validátoři v souladu s doporučeními CENELEC EN 50128 a EN 50129 tak, aby byla zaručena požadovaná nezávislost.

Použití samotného procesu verifikace a validace (V&V) stále neposkytuje dostatečné důkazy o tom, že byly splněny bezpečnostní požadavky na systém. Standardy EN 50129 a EN 50126 vyžadují, aby byly tyto důkazy řádně popsány v dokumentech nazvaných důkaz bezpečnosti (Safety Case) pro generický produkt, pro generickou aplikaci a pro konkrétní aplikaci. Navíc, pokud je vyžadována integrace subsystémů, např. palubního a traťového, je také vyžadován důkaz bezpečnosti pro tuto integraci.

Výrobce / integrátor vypracovává příslušné důkazy bezpečnosti pro palubní část, traťovou část a pro integraci celkového řešení. Důkaz bezpečnosti sestává z:



- 1) požadavků bezpečnosti na produkt/systém
- 2) argumentů bezpečnosti
- 3) doložením bezpečnosti (Safety Evidence).

Důkaz bezpečnosti zahrnuje strukturované tvrzení (argument) podpořené analytickými a experimentálními důkazy, včetně simulací, které poskytují vyčerpávajícím způsobem fakta, že generický produkt / systém je bezpečný pro zamýšlené použití v daném prostředí. Výstupem této činnosti jsou důkazy bezpečnosti dle EN 50129 včetně konečného důkazu bezpečnosti. Důkaz bezpečnosti musí být vypracován výrobcem generického produktu / subsystému / systému a musí být hodnocen nezávislým hodnotitelem bezpečnosti ISA (Independent Safety Assessor).

Proces hodnocení bezpečnosti dle společné bezpečnostní metody CSM-RA (nařízení 402/2013/EU) se zahajuje na podnět navrhovatele významné změny (z hlediska bezpečnosti), kterou je i zamýšlené interoperabilní řešení ERTMS/EGNOS. Navrhovatelem může být např. správce železnic (SŽ). Navrhovatelem pověřené AsBo (nezávislý posuzovatel bezpečnosti dle 402/2013/EU) vypracovává na základě výše uvedených kroků a závěrů vyhodnocení zkušebního provozu, tzv. Zprávu o posouzení bezpečnosti (ZPB).

**Nezávislý hodnotitel** bezpečnosti dle EN 50129 se účastní všech aktivit výrobce v rámci životního cyklu bezpečnosti. Za běžných okolností je hodnotitelem bezpečnosti nezávislý hodnotitel bezpečnosti ISA (Independent Safety Assessor), ale v tomto případě se doporučuje, aby hodnocení bezpečnosti provádělo AsBo (Assessment Body), tj. posuzovatel bezpečnosti dle nařízení 402/2013/EU (SPB) s oprávněním ISA, aby nedocházelo k nežádoucímu duplikování činností vzhledem k dalšímu požadovanému posuzování bezpečnosti dle CSM-RA, jak doporučuje ERA. V důkazu bezpečnosti hodnotitel bezpečnosti ISA hodnotí, zda byly splněny všechny bezpečnostní požadavky, byla identifikována všechna potenciální nebezpečí, rizika s nimi spojená byla pečlivě vyhodnocena, a že byla navržena vhodná bezpečnostní opatření proti nebezpečím s dostatečnou kvalitou (integritou). Kromě toho musí důkaz bezpečnosti rovněž prokázat, že prověřování řízení kvality a bezpečnosti přijaté v průběhu životního cyklu jsou vhodné pro požadovanou úroveň integrity bezpečnosti, byly přijaty vhodné vývojové postupy a že byly provedeny správně.

Důkaz bezpečnosti je strukturovaný dokument, jeho obsah je podrobně specifikován v EN 50126 a EN 50129. Nezávislý hodnotitel bezpečnosti zpracuje zprávu o hodnocení bezpečnosti (Safety Assessment Report dle EN 50129). Zpráva o hodnocení bezpečnosti je klíčovým výstupem, který shrnuje důkaz bezpečnosti v určitém čase. Zprávu, kterou vypracuje ISA, je jedním ze dvou hlavních výstupů (kromě důkazu bezpečnosti a písemně doložené V&V) potřebných jako vstupy pro certifikační proces. Zpráva by měla vysvětlit činnosti prováděné hodnotitelem bezpečnosti, aby bylo zřejmé, jak byl systém / subsystém / zařízení (hardware a software) navržen, aby splňoval na něj kladené požadavky, a případně upřesnil některé další podmínky pro provoz systému / subsystému/ zařízení.

Celkový písemně doložený důkaz podle EN50129 (ZPB) sestává z:

- specifikace požadavků na systém (nebo subsystém / zařízení),
- specifikace bezpečnostních požadavků,
- důkazu bezpečnosti, včetně
  - Část 1: definice systému / subsystému / zařízení;
  - Část 2: zprávy o řízení kvality (důkaz o řízení jakosti);
  - Část 3: zprávy o řízení bezpečnosti (důkaz o řízení bezpečnosti);
  - Část 4: zprávy o technické bezpečnosti (důkaz funkční / technické bezpečnosti);
  - Část 5: souvisejících důkazů bezpečnosti (pokud existují);
  - Část 6: závěru;
- zprávy o hodnocení bezpečnosti (Safety Assessment Report).



V některých případech ani důkaz bezpečnosti pro jednotlivý systém / subsystem a jeho schválení nezávislým hodnotitelem ISA není schopen odůvodnit požadované provozní chování a bezpečnost na úrovni systému. Například když systém vyžaduje pro správnou funkci jak palubní jednotku, tak i části infrastruktury. Správa současných železničních systémů je obvykle sdílána mezi nezávislými aktéry, konkrétně provozovateli infrastruktury IM a železničními podniky RU. Každý z nich odpovídá za svou část železničního systému. Pokud má systém fungovat také v několika zemích - tj. umožnit takzvaný přeshraniční provoz, je situace komplikovanější. To je právě případ systému ERTMS nebo budoucího ERTMS založeného na využití technologie určování polohy GNSS, který zajistí požadovaný bezpečný a spolehlivý provoz vlaků v celé Evropě nebo i v dalších regionech mimo Evropu. Palubní jednotky ETCS od jednoho výrobce musí být také schopny řádně fungovat na traťové infrastruktuře od dalších dodavatelů. Jinými slovy, požadovaná interoperabilita (neboli součinnost) v tak velkém měřítku musí být vždy zajištěna. Interoperabilita ve skutečnosti znamená správnou interakci (neboli vzájemné působení), mezi různými prvky interoperability IC podle definice v čl. 2 bodě 7 směrnice (EU) 2016/797. Pro zajištění interoperabilního, bezpečného a spolehlivého provozu je nezbytné provést certifikaci jednotlivých složek, která je vyžadována směrnicí L 138/44 - Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union a ERA/REP/2011-08/ERTMS – Report on the certification of ERTMS equipment.

**Oznámený subjekt NoBo** (Notified Body) na žádost navrhovatele/ výrobce posuzuje shodu řešení ERTMS na principu EGNOS s evropskými technickými specifikacemi pro interoperabilitu pro systémy řízení a zabezpečení CCS TSI. Posuzováním shody (Conformity Assessment) se rozumí postup prokazující, zda byly splněny stanovené požadavky na produkt, proces, službu, subsystem, osobu nebo subjekt. S ohledem na interoperabilitu železničního systému v rámci Evropské unie musí oznámené subjekty / notifikované osoby NoBo provádět posuzování shody v souladu s postupy posuzování shody stanovenými v příslušné technické specifikaci pro interoperabilitu TSI. Je to prokázání, že jsou splněny stanovené požadavky týkající se systému. Certifikát je výsledkem tohoto procesu. Účelem posuzování shody je ověřit, zda byly implementovány povinné, volitelné a jakékoli další funkce použitelné pro interoperabilitu. V případě ověření začíná činnost přizvaného subjektu NoBo ve fázi návrhu a pokrývá celé výrobní období až do fáze přejímky před uvedením subsystemu do provozu. Certifikace je platná ve všech členských státech EU, nebo pouze v konkrétním členském státě, v závislosti na podmínkách. Koncept „vzájemného uznávání“ (cross-acceptance) mezi členskými státy je obecně odrazovým můstkem k plné interoperabilitě, kterou podporuje Evropská komise.

**Navrhovatel** dle nařízení (EU) 402/2013 zahajuje proces posouzení bezpečnosti dle společné bezpečnostní metody CSM-RA, kterou je zamýšlené interoperabilní řešení ERTMS využívající EGNOS. Navrhovatelem může být např. Správa železnic.

Výrobce vydává ES prohlášení o shodě (pro prvek interoperability IC) a ES prohlášení o ověření (pro subsystem SS). Po posouzení dokumentace NoBo vydá ES osvědčení o shodě (EC Certificate of Conformity) / vhodnosti pro použití pro prvek interoperability IC, nebo ES osvědčení o ověření pro subsystem SS (EC certificate of verification).

**Subjekt DeBo** provádí posuzování shody navrženého řešení vzhledem s vnitrostátními předpisy a vydává osvědčení o ověření.

**Drážní úřad jakožto NSA** (National Safety Authority) rozhoduje na základě předložení požadované dokumentace o schválení změny, kterou v tomto případě je zavedení systému EGNOS do ERTMS. Mohou nastat dva případy pro předložení požadované dokumentace:

V prvním případě integrace systému EGNOS s ERTMS, kdy se vyžaduje posouzení interoperability, předkládá navrhovatel Drážnímu úřadu tyto dokumenty: Zprávu o posouzení bezpečnosti (ZPB), ES certifikáty (vypracuje NoBo), ES prohlášení o ověření subsystemu (vypracuje výrobce/ navrhovatel) a kompletní technickou dokumentaci. Ve druhém případě, kdy je potřeba posuzovat shodu vzhledem k vnitrostátním předpisům, předkládá navrhovatel i osvědčení o ověření, které vypracuje DeBo.



Drážní úřad považuje „Zprávu o posouzení bezpečnosti (ZPB)“ jak vrcholový dokument hodnotící bezpečnost celého subsystému. Proto nepožaduje od NoBo, resp. DeBo, aby přihlížel k výsledkům uváděným ve „Zprávě o posouzení bezpečnosti“, ale naopak, aby subjekty pro posuzování (NoBo, resp. DeBo) zahrnovaly závěry uváděné ve svých certifikátech, resp. osvědčeních.

Za předpokladu, že jsou splněny všechny podmínky pro uznání bezpečnosti, jak je prokázáno v důkazu bezpečnosti a na základě výsledků nezávislého hodnocení bezpečnosti, může být systému / subsystému / zařízení uděleno schválení z hlediska bezpečnosti příslušným úřadem pro bezpečnost (Drážním úřadem).

Pozn.: Vzhledem k tomu, že integrace EGNOS-u s ERTMS představuje striktně interoperabilní řešení pro ETCS počínaje úrovní SIL L2, není v současné době zřejmé, vůči kterým národním předpisům by se měla shoda tohoto interoperabilního řešení ERTMS/EGNOS posuzovat. Tuto skutečnost posiluje záměr uvedený v „Národním implementačním plánu ERTMS“, že národní řešení (systémy B) by měla v co možná nejkratší době nahradit řešení interoperabilní (systémy A).

### 3.2. Zdůvodnění navrženého postupu řešení

Navržený postup řešení vychází z následujících skutečností:

- Koncepte virtuální balízy byla přijata komunitou ERTMS jako prostředek, který doplní/nahradí fyzické balízy na trati prostřednictvím implementace určení polohy na principu GNSS. Tato koncepte byla prakticky demonstrována v rámci několika evropských projektů. Koncepte virtuální balízy byla poprvé otestována v rámci ERTMS Level 2 na zkušební dvoukolejné trati Cagliari - San Gavino na Sardinii v období 2016-2017.
- Aby bylo možné zavést bezpečný systém s vysokou integritou bezpečnosti (SIL 4) do ERTMS/ETCS a využívat ji v železničním provozu členských států EU, je nutné tento nový systém vyvinout a schválit podle odpovídajících evropských a národních předpisů. To znamená, že nový systém a jeho integrace do ERTMS musí projít certifikačním a schvalovacím procesem, který bude v souladu s použitými standardy bezpečnosti CENELEC a směrnic a nařízení EU.
- Certifikační rámec pro celý systém musí zahrnovat jak palubní systém včetně přijímače GNSS, tak traťové systémy včetně bezpečnostní služby GNSS. Protože zavedení GNSS do ERTMS představuje významnou změnu (z hlediska bezpečnosti) v rámci evropské železniční sítě, potom musí být dle příslušných nařízení použita tzv. společná metoda bezpečnosti CSM (Common Safety Method).
- Každá zamýšlená změna v železničním zabezpečovacím systému představuje riziko, které by mohlo ohrozit bezpečnost. Aby bylo možné toto riziko řídit na přijatelné úrovni, nové nástroje nazvané společné cíle bezpečnosti CST (Common Safety Targets) a výše zmíněné postupy CSM byly přijaty ve směrnici železniční bezpečnosti (EU) 2004/49/EC a také v revidované směrnici (EU) 2016/798. V roce 2009 bylo přijato nové nařízení (EC) No 352/2009 s cílem harmonizovat proces posouzení rizika v železničním odvětví. Tento nový přístup se nazývá společná metoda bezpečnosti pro vyhodnocení a posouzení rizika (CSM-RA). Tento přístup harmonizace je popsán i v nové směrnici (EU) 404/ 2013.

## 4. Legislativní rámec

Řešení a certifikace systému ERTMS na základě GNSS/EGNOS se bude řídit zejména těmito dokumenty:

- Zákon č. 266/1994 Sb. (Zákon o drahách), aktuální znění 01.07.2020-31.01.2022 (verze 32)
- Nařízení vlády č. 133/2005 Sb. (Nařízení vlády o technických požadavcích na provozní a technickou propojenost evropského železničního systému), aktuální znění 22.03.2016-31.01.2022 (verze 5)
- Metodický pokyn pro uplatňování prováděcího nařízení Komise (EU) č. 402/2013 o společné bezpečnostní metodě pro hodnocení a posuzování rizik a o zrušení nařízení (ES) č. 352/2009, Drážní úřad, 16.10.2018



Výchozím zákonem pro aplikace ERTMS s využitím GNSS/EGNOS-u jako prvku interoperability je zákon o drahách č. 266/ 1994 Sb. Část osmá tohoto zákona pojednává o provozní a technické propojenosti evropského železničního systému. V §49a a §49b je mimo jiné uvedeno:

- Provozní a technická propojenost (dále jen "propojenost", též interoperabilita) evropského železničního systému je jeho schopnost umožnit bezpečný a nepřerušovaný pohyb drážního vozidla na drahách evropského železničního systému.
- K zajištění propojenosti drah zařazených na území České republiky do evropského železničního systému musí tyto dráhy odpovídat stanoveným technickým specifikacím propojenosti a splňovat základní požadavky na konstrukční a provozní podmínky.
- Technické specifikace propojenosti stanoví společný reprezentativní orgán pověřený Evropskou komisí. Technické specifikace propojenosti uveřejňuje Evropská komise v Úředním věstníku Evropské unie.

Podrobnější informace o technických požadavcích na provozní a technickou propojenost evropského železničního systému, do kterého budou patřit i prvky interoperability EGNOS i přenosový modul virtuální balízy, jsou stanoveny v nařízení vlády ČR č. 133/2005 Sb. V tomto nařízení se mimo jiné uvádí:

- Interoperabilitou evropského železničního systému se rozumí schopnost evropského železničního systému umožnit při splnění specifikací provozní a technické propojenosti vyhlášených v Úředním věstníku Evropské unie (dále jen "technické specifikace interoperability – TSI") bezpečný a nepřerušovaný pohyb drážních vozidel po dráze a zajistit požadovanou výkonnostní úroveň, bezpečnost a kvalitu dopravy.
- Jednotlivé součásti interoperability musí zajišťovat celkovou interoperabilitu. Používat a na trh a do provozu lze uvádět jen takové součásti drah konvenčního a vysokorychlostního evropského železničního systému, které zajišťují dokonalou slučitelnost technických charakteristik dopravní cesty dráhy s technickými charakteristikami použitých kolejových vozidel včetně palubních součástí všech dotčených subsystémů.
- Posouzení shody nebo vhodnosti pro použití (vzhledem k TSI) provádí notifikovaná osoba NoBo.

V zákonu o drahách č. 266/1994 Sb. je část č. 10 věnovaná státní správě a státnímu dozoru. Zde je uvedeno, že

- Drážní úřad vykonává působnost orgánu dozoru podle ustanovení zvláštního právního předpisu nad stanovenými výrobky a ostatními výrobky určenými pro provozování dráhy a drážní dopravy, které jsou součástí dráhy nebo drážních vozidel, nad drážními vozidly, určenými technickými zařízeními a nad strukturálními a provozními subsystémy na drahách zařazených do evropského železničního systému.

Drážní úřad bude tedy schvalovat aplikace ERTMS na základě GNSS/ EGNOS-u. Protože zavedení GNSS/EGNOS-u do ERTMS představuje významnou změnu z hlediska bezpečnosti, je nutné podle nařízení Komise (EU) č. 402/2013 použít tzv. společnou bezpečnostní metodu (CSM-RA). Drážní úřad vydal k tomuto nařízení Metodický pokyn pro uplatňování prováděcího nařízení Komise (EU) č. 402/2013 o společné bezpečnostní metodě pro hodnocení a posuzování rizik. Metoda CSM-RA tvoří základní rámec certifikace.



## 5. Srovnání novosti postupu

Ve smyslu legislativy (zákona 130/2002 Sb.) nelze porovnat popisovanou Certifikovanou metodiku pro certifikaci lokalizačních systémů na bázi GNSS s jinou existující metodikou, protože navrhované řešení se opírá o využití postupů pro bezpečné určení polohy odlišných oproti současnému systému ERTMS/ETCS s pevnými balízkami. Pro certifikovanou metodiku lze uvést výhody navrženého řešení z pohledu interoperability a jeho možná rizika.

Výhody navrženého řešení z pohledu interoperability:

Technologie GNSS, která nebyla původně vyvinuta pro potřeby železniční zabezpečovací techniky s vysokými požadavky na integritu bezpečnostních funkcí, představuje z hlediska jejího využití v rámci ERTMS/ETCS významnou změnu. Z tohoto důvodu bylo pro proces certifikace navrženo využití v Evropě povinných postupů CSM-RA, které jsou určeny pro řízení takovýchto významných změn z hlediska bezpečnosti. To znamená, že navržený postup bude vycházet z příslušných evropských směrnic, které zajistí harmonizaci řešení nejen z hlediska požadované bezpečnosti, ale také interoperability. Předpokládá se tedy, že navržené řešení bude kromě ČR použitelné i ve všech členských státech EU.

Možná rizika řešení:

Řešení vychází ze současného trendu v Evropě, kterým je zejména snaha o využití bezpečnostní služby EGNOS (SoL Service), která byla vyvinuta pro potřeby letectví a dále využití lokální augmentace GNSS. Augmentace GNSS signálů je nezbytnou podmínkou pro funkci virtuální balízy, poskytování těchto signálů ale nelze vyžadovat po výrobci zařízení nebo vozidel. Autority zodpovědné za proces hodnocení a schvalování mohou pouze potvrdit správnost možného řešení pro šíření augmentace. Toto riziko vede k nutnosti úpravy Technických specifikací pro interoperabilitu (TSI). Role jednotlivých subjektů jsou uvedeny v Popisu uplatnění navržené metodiky.

## 6. Popis uplatnění

Předpoklad organizačního využití:

- Ministerstvo dopravy ČR
- Správa železnic, s.o. a další správci infrastruktury
- Výrobci a dodavatelé zabezpečovacích zařízení
- Výrobci vozidel
- Krajské úřady

V současné době se na české železnici pracuje podle Národního implementačního plánu (NID) ERTMS, jehož autorem je Ministerstvo dopravy (MD). V tomto dokumentu je však zmínka o GNSS pouze v tom smyslu, že bude možné tyto systémy nasadit teprve ve chvíli, kdy budou zavedeny v aktuální verzi Technické specifikaci pro interoperabilitu (TSI). MD je tak klíčovou cílovou skupinou dokumentu, která vytváří veškeré strategie do budoucna. Při zavádění GNSS technologie pro zabezpečovací zařízení na české železnici tak bude hrát MD klíčovou roli a tento dokument by se měl stát užitečným vodítkem, jakým způsobem postupovat při zavádění GNSS a prvku virtuální balízy na českou železnici.

Železniční síť v České republice (ČR) je jedna z největších v Evropě. Tuto síť v roce 2021 tvořilo celkem 9377 km tratí ve vlastnictví státu, respektive spravovanou Správou železnic, s.o. (SŽ), dále více než 100 km regionálních tratí vlastněných soukromými subjekty a velký počet areálů, do kterých je zavedena vlečka. Tyto vlečky zpravidla spravují samotní vlastníci areálů. Další cílovou skupinou jsou tak



tito správci infrastruktury, kteří budou samotné zařízení v souladu s implementačním plánem či v rámci jiných zájmů zavádět právě na svou infrastrukturu.

Na samotném vývoji, testování a implementaci technologie GNSS se samozřejmě musí podílet také výrobci a dodavatelé zabezpečovacích zařízení včetně integrátorů, kteří plánují nasazení technologie využívající GNSS tak, aby věděli, jakým způsobem bude systém validovaný a kontrolovaný, případně jakým způsobem mají systém validovat před uvedením na trh.

Další cílovou skupinou jsou pak samotní výrobci vozidel. Těm by měl být dokument k dispozici z hlediska implementace technologie na nově vyráběná a dodávaná vozidla, případně pro vytvoření přípravy pro budoucí implementaci na vozidla, u nichž v době výroby není jisté, že bude technologie virtuální balízy využito, nicméně je možné při výrobě vozidla vytvořit podmínky (např. přípravu pro kabeláž, umístění racku apod.) pro budoucí instalaci.

Pro vlastníky vozidel – ať už dopravce či poskytovatele pronájmu vozidel (např. leasingové společnosti, případně kraje) má metodika dokument spíše informativní charakter z hlediska možnosti přípravy tendrů a nákupu vozidel, které již budou vybaveny přímo z výroby technologií pro zařízení GNSS, případně budou mít alespoň přípravu pro budoucí instalaci tohoto zařízení.

## 7. Doporučení

Metodika navrhuje jako národní řešení vozidlového lokátoru elektrické UTZ typu elektrického zařízení drážních vozidel, kde toto zařízení neplní funkci přímého zajišťování bezpečnosti drážní dopravy. Pro tento typ UTZ není předepsána technickobezpečnostní zkouška. Zavedení vozidlového lokátoru se podle této metodiky opírá o ověření dostupnosti GNSS signálu, kterou bude nutné zjistit a ověřit. Samotné hardwarové provedení vozidlového lokátoru musí odpovídat pouze postupu schvalování podle kapitoly 2, u lokátoru výrobce pouze prokazuje, že pro svou funkci používá signály konkrétních GNSS systémů. Ověření dostupnosti signálu prozatím není specifikováno ani pro výrobce zařízení ani pro správce infrastruktury nebo vlastníky vozidel.

Jiná podmínka pro zavedení UTZ do praxe není. V režimu testování v rámci vývojového projektu by samozřejmě stačilo povolení úřadu pro umístění antény na střechu vozidla. Výzkumně/vývojové testování bezpečnostních funkcí může probíhat po rádiovém zpřístupnění augmentačního signálu z EGNOS.

Ověření dostupnosti GNSS signálu na trati, kde má být nový lokátor aplikačně nasazen, je podmínkou pro zavedení národního i interoperabilního řešení lokátoru na bázi GNSS. V případě interoperabilního řešení bude nutné zavést i šíření augmentačního signálu s uvedením zodpovědnosti za šíření signálu.

## 8. Návrh na doplnění Vyhlášky č. 100/1995 Sb.

Předepsání ověření podmínek pro provoz UTZ podle kapitoly 2 lze realizovat aktualizací vyhlášky č. 100, ve které se v části „Podmínky pro provoz zařízení“ rozšíří technická dokumentace popisem (dalším písmenem) o doložení dokladu o provedení ověření dostupnosti funkce jiného systému.

Návrh textu pro doplnění Vyhlášky č. 100/1995 Sb. v aktuálním znění v části „Podmínky pro provoz zařízení“, „§ 4 Technická dokumentace zařízení musí obsahovat“ o písmeno g):

g) doklad o ověření podmínek pro provoz zařízení v případě, že zařízení vyžaduje pro svůj provoz funkci jiného systému

Odůvodnění pro doplnění vyhlášky: uvedený text doplnění § 4 je záměrně obecný, aby se mohl vztahovat na jakýkoliv jiný systém, který podmiňuje fungování UTZ. Jiným systémem je myšlen



nezávislý systém technicky, provozně i z pohledu dohledu a správy. Jde např. o družicové systémy GNSS, EGNOS, pozemní rádiové šíření korekcí pro přesné určení polohy, budoucí verze mobilních komunikačních systémů 5G nebo systémů FRMCS připravovaných speciálně pro železniční prostředí (Future Railway Mobile Communication System).

## 9. Ekonomické aspekty

Certifikovaná metodika uvádí postupy pro využití GNSS v železniční dopravě, a to buď v podobě vozidlového lokátoru bez vlivu na bezpečnost nebo v oblasti zabezpečovacích systémů. Ekonomické aspekty využití certifikované metodiky nelze odvíjet od aplikačního nasazení zařízení, která se mají podle metodiky nasadit do železničního prostředí navrženým procesem od výroby po schválení pro provoz na konkrétní trati. Náklady na výrobu, integraci a provoz se budou odvíjet nejen od ceny samotného zařízení, ale také od podmínek jeho provozování a součinnosti s dalšími systémy současného ERTMS/ETCS nebo budoucího subsystému pro augmentaci GNSS.

Ekonomické přínosy lze vyhodnocovat obtížně, a to z důvodu nevyčíslitelnosti očekávaných příznivých sociálních dopadů v podobě snížení nehodovosti. Zároveň je faktem, že touto certifikovanou metodikou se žádný ze zavedených systémů metodicky nenahrazuje a nyní ani nedoplňuje.

GNSS by mohlo vést ke snížení nákladů při budování infrastruktury úsporou za detekční prostředky, a to nahrazením konvenčních detekčních prostředků (kolejové obvody, počítače náprav, indukční smyčky) za real-time přenos, případně nahrazením fyzických balíz virtuálními. Pro vyhodnocení přínosu pro určování polohy vlaku je však třeba brát v potaz podmínky železničního prostředí, což bude možné odvodit až z aplikačního ověření nových zařízení.



## Seznam použité související literatury

Ref.	Kód	Název dokumentu	Vydání
[1]	L 138/102	Directive (EU) 2016/798 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on railway safety.	26/05/2016
[2]	266/1994 Sb.	Zákon č. 266/1994 Sb. (Zákon o drahách), aktuální znění 01.07.2020-31.01.2022 (verze 32)	2020
[3]	133/2005 Sb.	Nařízení vlády č. 133/2005 Sb. (Nařízení vlády o technických požadavcích na provozní a technickou propojenost evropského železničního systému), aktuální znění 22.03.2016-31.01.2022 (verze 5)	2016
[4]		Metodický pokyn pro uplatňování prováděcího nařízení Komise (EU) č. 402/2013 o společné bezpečnostní metodě pro hodnocení a posuzování rizik a o zrušení nařízení (ES) č. 352/2009, Drážní úřad, 16.10.2018	2018
[5]	EN 50126	EN 50126 Railway Applications: The Specification and Demonstration of Dependability Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). CENELEC European standard, 2002. Tuto normu nahradila norma EN50126-1 a EN50126-2.	2002
[6]	EN 50128	EN 50128 Railway Applications: Communications, signalling and processing systems – Software for railway control and protection systems. CENELEC European standard, 2003.	2003
[7]	EN 50129	EN 50129 Railway Applications: Safety related electronic systems for signalling. CENELEC European standard, 2003. Tuto normu nahradila norma EN50126-2.	01/02/2003
[8]	L 138/102	Directive (EU) 2016/798 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on railway safety.	26/05/2016
[9]	L 138/44	Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union.	26/05/2016

## Dedikace

Certifikovaná metodika vznikla díky podpoře projektu TAČR Beta2 č. TIRSMD707 s názvem „Návrh a ověření podmínek pro nasazování bezpečných vlakových lokátorů na bázi GNSS systémů na české železniční síti.“

Řešení projektu se účastnily

GCE – GNSS Centre of Excellence

AŽD – AŽD Praha s.r.o.

VUZ – Výzkumný Ústav Železniční, a.s.

UPCE – Univerzita Pardubice, Fakulta elektrotechniky a informatiky



## Jména oponentů

Oponent 1

Oponent 2

...



## Přílohy metodiky

Příloha 1 – Grafické znázornění procesu certifikace zařízení založeného na GNSS virtuální balíže pro zabezpečovací zařízení

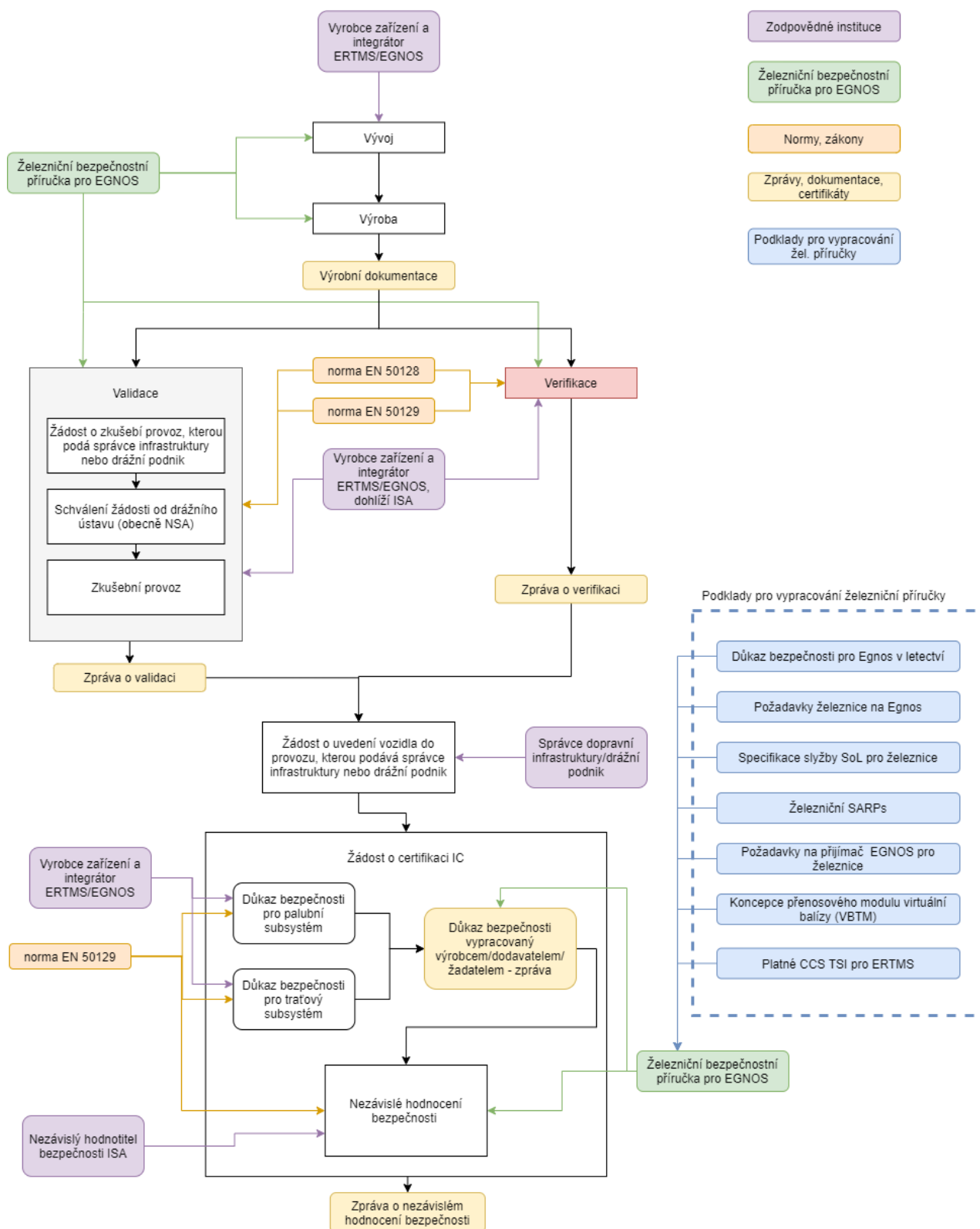
Příloha 2 - Doporučený postup měření a metody identifikace úseků s vhodnými podmínkami pro aplikaci GNSS

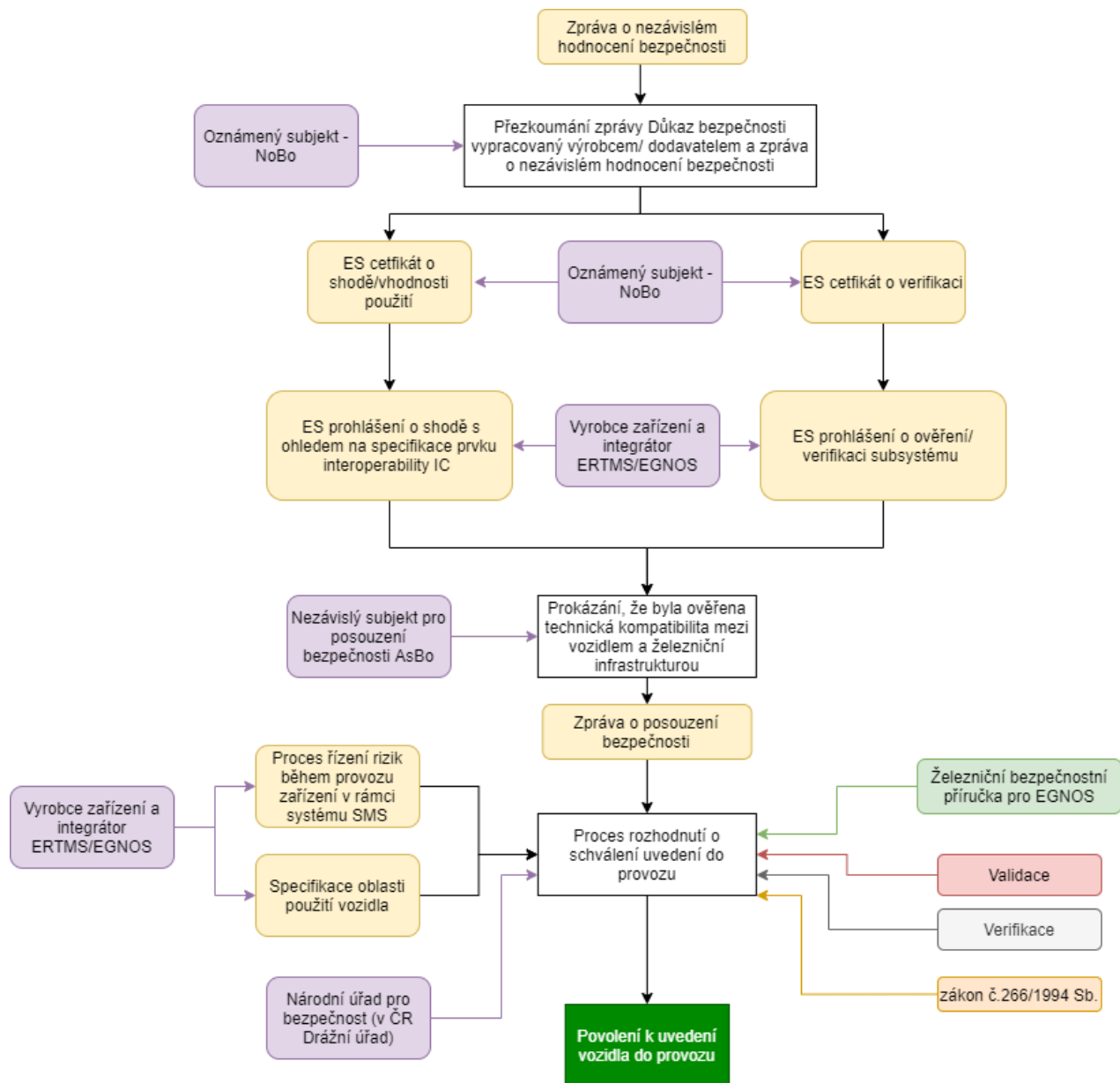
Příloha 3 - Nezávislé oponentní posudky, na základě kterých bude udělena certifikace

Příloha 4 - Posudek odborníka v daném oboru

Příloha 5 - Posudek zaměstnance organizace státní správy nebo 1 x posudek odborníka v oboru

## Příloha 1 - Grafické znázornění procesu certifikace zařízení založeného na GNSS virtuální balíze pro zabezpečovací zařízení





## Příloha 2 - Doporučený postup měření a metody identifikace úseků s vhodnými podmínkami pro aplikaci GNSS

Celý dokument je k dispozici na úložišti: [webová stránka s dokumentem](#)

Obsah:

- 1 ÚVOD
  - 1.1 Účel dokumentu
  - 1.2 Cíl a náplň dokumentu
  - 1.3 Struktura dokumentu
  - 1.4 Cílová skupina
  - 1.5 Seznam zkratk
  - 1.6 Referenční a související dokumenty
- 2 ÚVOD DO GNSS
  - 2.1 Galileo
  - 2.2 Využití GNSS v železničním průmyslu
  - 2.3 Využití GNSS v oblasti železničního zabezpečovacího zařízení
  - 2.4 Hlavní přínos GNSS pro železniční zabezpečovací zařízení
- 3 DOPORUČENÝ POSTUP MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ DAT S CÍLEM STANOVIT VÝKONNOSTNÍ PARAMETRY GNSS NA ŽELEZNIČNÍ TRATI
  - 3.1 Určení výkonnostních parametrů GNSS na železniční trati
    - 3.1.1 Důvody pro určení výkonnostních parametrů
    - 3.1.2 Negativní vlivy působící na přijímaný GNSS signál
    - 3.1.3 Výzkumné a před-projekční měření
  - 3.2 Doporučené nástroje pro měření a vyhodnocení parametrů určujících výkonnost GNSS pro žel. aplikace
    - 3.2.1 Měření polohy osy koleje
    - 3.2.2 Měření horizontálního reliéfu okolí tratě (zastínění oblohy)
    - 3.2.3 Doporučené nástroje pro měření RF rušení GNSS signálu na železniční síti
    - 3.2.4 Doporučené nástroje pro stanovení výkonnostních parametrů GNSS na trati
  - 3.3 Postup/metodika
    - 3.3.1 Geodetické zaměření osy koleje
    - 3.3.2 Měření RF rušení
    - 3.3.3 Určení nezastíněného výhledu na oblohu
    - 3.3.4 Stanovení výkonnostních parametrů GNSS na trati
  - 3.4 Závěrečná doporučení
- 4 DOPORUČENÝ POSTUP MĚŘENÍ PRO OVĚŘENÍ POŽADOVANÝCH ZAŘÍZENÍ A APLIKACÍ VYUŽÍVAJÍCÍCH GNSS NA DRÁŽNÍM VOZIDLE
  - 4.1 Sestava vozidlové části systému virtuální balízy
  - 4.2 Stávající stav posuzování nových a/nebo nově vybavovaných vozidel

- 4.2.1 Vysvětlení základních pojmů schvalovacího procesu
- 4.2.2 Zařazení VBR
- 4.2.3 Národní doplňková funkce
- 4.2.4 Průběh certifikačního procesu nového vozidla
- 4.3 Způsoby rušení vozidlové části a jejich možné předcházení
- 5 ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ
- 5.1 Úmyslné RF rušení
- 6 DOPORUČENÍ PRO BUDOUCÍ PRÁCI
- 6.1 Úkoly pro jednotlivé subjekty
- 6.1.1 Ministerstvo dopravy
- 6.1.2 Správa železnic, s.o.
- 6.1.3 Průmysl
- 7 PŘÍLOHY

## Úvod

Projekt TrainLOC si klade za cíl ověřit stávající kvalitu pokrytí GNSS signálem vytvářené trati z Havlíčkova Brodu do Žďárce, kde probíhaly dlouhodobé testy na neelektrifikované lokální trati. Zároveň se zde prověřoval hlavně vliv prostředí v okolí trati.

Další experimenty probíhaly na zkušebním okruhu VUZ ve ZC Velim, kde byl ověřen vliv elektrické trakce na kvalitu příjmu GNSS signálu společně s různými druhy záměrného RF rušení pomocí několika druhů rušiček.

Výsledky obou těchto experimentů budou předmětem dokumentu výstupu z měření, tento dokument se věnuje zobrazení zjištěných parametrů a vlastností do obecné roviny a vytvoření obecných předpokladů vlastností prostředí kolem tratí potřebných pro možné nasazení prvku virtuální balízy.

## Účel dokumentu

Účelem dokumentu je vytvořit metodiku ověřování parametrů a vlastností železničních tratí, popsat způsob výběru vhodnosti tratí pro náhradu fyzických balíz za balízy virtuální, a tím ušetření finančních prostředků správcům infrastruktury za budování nových balíz, a zároveň opravy stávajících balíz (věk, vandalismus apod.).

Dokument vznikl v rámci projektu veřejné zakázky TIRSM707 „Návrh a ověření podmínek pro nasazování bezpečných vlakových lokátorů na bázi GNSS systému na české železniční síti“. Projekt je dále označován akronymem TrainLOC.

Tento dokument zobecňuje výstupy a poznatky z dokumentu **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** do formy doporučení, která je vhodné použít při zavádění družicové lokalizace do zabezpečovacích systémů na železnici.

## Cíl a náplň dokumentu

Cílem dokumentu je vytvořit metodiku doporučených měření signálu na trati pro státní správu, Správu železnic, s.o. pro případné replikování proběhlých měření na trati Havlíčkův Brod – Žďárec u Skutče a v prostorách ZC Velim.

Dokument je v souladu s harmonogramem uvedeným v nabídce **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Cílem projektu je ověření použitelnosti možnosti využít aplikace GNSS pro potřeby železničního zabezpečovacího zařízení, především pak prvku virtuální balízy a možnosti jejího uplatnění na konkrétních aplikacích, a tím snížení vydávaných prostředků při budování infrastruktury nahrazením fyzických balíz za virtuální balízy jako prostředku pro implementaci vlakového systému určení polohy (LDS) na principu GNSS. Koncepce virtuální balízy byla poprvé otestována v rámci ERTMS L2 na zkušební dvoukolejné trati Cagliari – San Gavino na Sardinii v období 2016-2017.

Dalším cílem dokumentu je vytvořit metodiku testování a ověřování vlastností kolejových vozidel a popsat kritéria, za kterých je možné vozidlo prohlásit za způsobilé pro využití virtuální balízy.

Hned v úvodu dokumentu je potřeba zdůraznit, že cílem projektu není nahrazovat stávající balízy umístěné v kolejisti koridorových tratí, případně tratí s vysokým vytížením. Naopak se předpokládá využití prvku virtuální balízy na tratích s menším dopravním vytížením, tratí jednokolejných především regionálního typu.

Cílem dokumentu jako celku není definovat certifikační metody systému, konkrétní systém na daných tratích a/nebo certifikační postup pro implementaci systému. Dokument se drží postupů měření. Zmíněnou problematikou se zabývá dokument „Základní rámec procesu certifikace přenosového modulu virtuální balízy na základně GNSS pro ERTMS“.

### Struktura dokumentu

V úvodu dokumentu jsou vysvětleny základní pojmy, vysvětlení důvodu vzniku tohoto dokumentu a celého projektu TrainLOC. Kapitola popisuje základní funkcionalitu GNSS a mapuje stávající použití v dopravním odvětví. Vysvětluje a zdůvodňuje snahu pro ověření podmínek použití prvku virtuální balízy v železničním zabezpečovacím prostředí. Dále je zde uveden seznam zkratk, referenčních a souvisejících dokumentů.

Druhá kapitola tohoto dokumentu se věnuje infrastrukturní části, především pak určení a definování výkonnostních parametrů na železniční trati. Postupům měření kvality signálu GNSS, definování potřebných parametrů pro použití v železničním zabezpečovacím zařízení. Dále se kapitola věnuje faktorům ovlivňujícím kvalitu signálu GNSS podél železniční trati. V neposlední řadě se kapitola věnuje doporučeným nástrojům pro měření a vyhodnocení parametrů určujících výkonnost GNSS pro aplikaci v železničním zabezpečovacím prostředí a vytvoření postupu, respektive metodiky měření a ověřování všech těchto parametrů.

V další kapitole se pak dokument věnuje požadavkům a parametrům na vozidlo pohybující se na trati zabezpečené technologií GNSS a ověřování těchto parametrů na zkušební okruhu (ZC) ve Velimi. Kapitola je pak dále rozšířena o popis stávajícího zkušebního zařízení ETCS ve ZC Velim, stávajících parametrů velkého zkušebního okruhu (VZO) a potenciální potřebné úpravy pro ověření požadovaných parametrů vozidel při použití prvku virtuální balízy. Kapitola se dále věnuje návrhu testů kompatibility instalovaného zařízení na vozidle a vytvoření postupu ověřování parametrů daného vozidla.

Čtvrtá kapitola pak pojednává o budoucích krocích, které bude třeba vykonat pro úspěšné nasazení GNSS lokátorů pro potřeby železničního zabezpečovacího zařízení.

### Cílová skupina

V současné době se na české železnici pracuje podle Národního implementačního plánu (NID) ERTMS, jehož autorem je ministerstvo dopravy (MD). V tomto dokumentu je však zmínka o GNSS pouze





v tom smyslu, že bude možné tyto systémy nasadit teprve ve chvíli, kdy budou zavedeny v aktuální verzi Technické specifikaci pro interoperabilitu (TSI). MD je tak klíčovou cílovou skupinou dokumentu, která vytváří veškeré strategie do budoucna. Při zavádění GNSS technologie pro zabezpečovací zařízení na české železnici tak bude hrát MD klíčovou roli a tento dokument by se měl stát užitečným vodítkem, jakým způsobem postupovat při zavádění GNSS a prvku virtuální balízy na českou železnici.

Železniční síť v České republice (ČR) je jedna z největších v Evropě. Tato síť v roce 2021 tvořilo celkem 9377 km tratí ve vlastnictví státu, respektive spravovanou Správou železnic, s.o. (SŽ), dále více než 100 km regionálních tratí vlastněných soukromými subjekty a velký počet areálů, do kterých je zavedena vlečka. Tyto vlečky zpravidla spravují samotní vlastníci areálů. Další cílovou skupinou jsou tak tito správci infrastruktury, kteří budou samotné zařízení v souladu s implementačním plánem či v rámci jiných zájmů zavádět právě na svou infrastrukturu.

Na samotném vývoji, testování a implementaci technologie GNSS se samozřejmě musí podílet také výrobci a dodavatelé zabezpečovacích zařízení včetně integrátorů, kteří plánují nasazení technologii využívající GNSS tak, aby věděli, jakým způsobem bude systém validovaný a kontrolovaný, případně jakým způsobem mají systém validovat před uvedením na trh. Vědomosti a zkušenosti nabyté v rámci tohoto projektu by jim měli sloužit pro určení cesty, jakou se vydat pro potřebný vývoj a využití virtuální balízy v praxi, ať se již jedná o dodavatele celého subsystému, nebo jeho dílčích částí.

Další cílovou skupinou tohoto dokumentu jsou pak samotní výrobci vozidel. Těm by měl být dokument k dispozici z hlediska implementace technologie na nově vyráběná a dodávaná vozidla, případně pro vytvoření přípravy pro budoucí implementaci na vozidla, u nichž v době výroby není jisté, že bude technologie virtuální balízy využito, nicméně je možné při výrobě vozidla vytvořit podmínky (např. přípravu pro kabeláž, umístění racku apod.) pro budoucí instalaci.

Pro vlastníky vozidel – ať už dopravce či poskytovatele pronájmu vozidel (např. leasingové společnosti, případně kraje, které v době vytváření tohoto dokumentu začínají s nákupy krajských vozidel, které následně poskytují dopravcům pro obsluhu daného kraje) by pak měl mít dokument spíše informativní charakter z hlediska možnosti přípravy tendrů a nákupu vozidel, které již budou vybaveny přímo z výroby technologií pro zařízení GNSS, případně budou mít alespoň přípravu pro budoucí instalaci tohoto zařízení.