

Obsah

Cíl metodiky.....	8
Úvod.....	9
A Co je HD mapa	9
B Proč HD mapa existuje	10
C Vztah HD mapy k jiným mapám	10
1 Tvůrci HD map.....	12
A Lídři v oblasti vývoje HD map	12
B Další firmy na trhu	22
C Obecná omezení stávajících HD map na trhu	26
D Využití HD map na trhu mimo automatizovaná vozidla.....	27
E Shrnutí	27
2 Struktura a tvorba HD map a doporučené formáty.....	28
A Vrstvy a prvky HD mapy	28
A.1 Základní vrstva	29
A.2 Geometrická vrstva	29
A.3 Sémantická vrstva	30
A.4 Pravidelnostní vrstva.....	31
A.5 Vrstva časová (znalostní mapa v reálném čase)	31
A.6 Zjednodušená kategorizace vrstev HD map společnosti HERE.....	32
B Základní přehled prvků HD mapy a jejích atributů.....	32
C Tvorba a aktualizace HD map	38
C.1 Tvorba HD map	38
C.2 Aktualizace HD map	40
D Standardy a formáty HD map.....	41
D.1 Standard NDS	41
D.2 Standard OpenDRIVE (ASAM, 2021)	44
D.3 Standard Lanelet2	47

E	Standardy a formáty pro aktualizaci a přenos dat.....	48
E.1	Komunikační směr správce INFRASTRUKTURY → VOZIDLO (DENM)	48
E.2	Komunikační směr SOUKROMÝ poskytovatel ↔ VOZIDLO (TPEG, SENZORIS)	48
E.3	Komunikační směr správce INFRASTRUKTURY → SOUKROMÝ poskytovatel (DATEX II, TN-ITS).....	49
3	Minimální nutná přesnost HD mapy	54
A	Chyba při tvorbě.....	54
B	Statický model chyby	55
C	Dynamický model chyby	60
4	Osnova kritérií, jak HD mapy posuzovat.....	63
A	Posouzení kvality HD map z pohledu normy ISO 19157:2013.....	63
B	Hodnocení kvality HD map na základě Indexu kvality	63
C	Hodnocení geometrické kvality HD map z pohledu relativní i absolutní přesnosti.....	64
D	Hodnocení kvality HD map z pohledu potenciálních zdrojů chyb	64
E	Hodnocení kvality HD map podle Batiniho modelu.....	66
F	Hodnocení vybraných HD map dostupných na evropském trhu	70
G	Hodnocení základních formátů HD map	71
5	Návrh hodnocení HD map v prostředí ČR	73
6	Možnosti využití HD map v ČR	77
A	Klíčové případy použití HD map pro automatizovaná vozidla	77
B	Možnosti sdílení prvků HD map s DTM v ČR.....	79
B.1	Digitální technická mapa ČR	79
B.2	Přesnost zákresů jednotlivých objektů v DTM	79
B.3	Přehled skupin vrstev v DTM, které mohou být využity pro účely HD map:.....	80
7	Odhad rozsahu a četnosti aktualizací HD map v ČR	82
8	Ekonomické aspekty tvorby a aktualizací HD map v ČR	86
	Srovnání novosti postupů.....	92
	Popis uplatnění metodiky.....	93

Seznam literatury.....	94
Seznam publikací, které předcházely metodice.....	100
Seznam použitých zkratek	101

na požadavky autonomních řídicích systémů a dále nejčastěji soustavy jejich pořízení a standardní formy uložení. Kapitola digitální mapy jsou esenciální pro bezpečný provoz autonomních vozidel a také informace o základních parametrech a nejčastějších způsobech jejich pořízení a formátech uložení. V druhé části této metodiky (3. a 4. kapitola) jsou pak definovány konkrétní metodické postupy. Jako první je uvedena metoda určení minimální nutné přesnosti HD mapy, dále jsou uvedena kritéria, podle kterých lze hodnotit kvalitu HD map podle různých hledisek. V návaznosti na jednotlivé způsoby hodnocení, vycházející převážně ze zahraničních odborných prací, je navrženo hodnocení HD map v prostředí ČR. Následně jsou uvedeny možnosti využití HD map v ČR, a to jednak ve formě konkrétních případů použití HD map pro automatizovaná vozidla, a pak také v rámci aktualizací digitální technické mapy ČR. Samostatná kapitola se věnuje také konkrétním možnostem aktualizací HD map v ČR a jejich odhadovanému rozsahu a četnosti. V návaznosti na tyto odhady jsou pak vyčísleny finanční náklady za první pořízení HD mapy a následně za každou další aktualizaci. Ježto výslednou cenu může ovlivnit mnoho vstupních parametrů, které doposud nejsou zřejmé, jedná se proto spíše jen o hrubý odhad ceny.

A Co je HD mapa

Podoba standardních digitálních map v navigačních zařízeních a mobilních zařízeních se v kontextu autonomních vozidel stala neaktuální, a to tím spíše, že tyto mapy jsou jednoduché, primárně určené pro lidi, kteří při navigaci rozumí jednoduchým pokynům. V éře autonomních vozidel, kde se stroje musí naučit rozhodovat v situacích běžného provozu, potřebujeme novou sadu map, cíleně vyvinutou pro robotické systémy. Mapy, které jsou speciálně vytvořeny pro účely vlastní jízdy, se nazývají High-Definition Maps nebo zkráceně HD Maps. Jedná se o vysoce přesné mapy v řádu jednotek centimetrů, které jsou oproti běžným mapám mnohem obsáhlejší (zahrnují více kategorií objektů) a jsou také častěji aktualizované. Jejich hlavní využití v autonomním řízení je:

- možnost zpřesnění lokalizace,
- možnost predikce překážek na velkou vzdálenost,
- porozumění sémantice pro plánování jízdy (přiřazení světelného dopravního značení k odpovídajícímu jízdnímu pruhu),
- aktivace detekčních modulů na základě blízkosti objektů – např. detekce semaforu je aktivována až v momentě, kdy je semafor očekáván.