

Vliv radioamatérského rušení signálů Galileo na GNSS přijímače

Autor: Hans v Alphen, PA0EHG

Studie týkající se ochrany primární radionavigační družicové služby (vesmír-země) ze strany sekundární amatérské a družicové amatérské služby v kmitočtovém pásmu 1 240 - 1 300 MHz se zabývají kmitočty používanými systémem Galileo. Křivky ochrany použité v dokumentech jsou určeny k výzkumu možnosti rušení amatérských rádiových signálů na signálech systému Galilea.

Signály Galileo se používají pro výpočet navigační polohy v přijímači GNSS. Moderní přijímače GNSS používají všechny dostupné signály, a to nejen ze systému Galileo, ale také z ostatních standardů GPS a Glonass. Existují pouze velmi málo přijímačů, které používají pouze Galileo, a pokud vím, většina nebo dokonce všechny spotřebitelské přijímače GNSS využívají všechny dostupné signály z GPS a Glonass a Galileo současně.

Těch několik málo přijímačů pouze pro Galileo pravděpodobně nejsou spotřebitelské přijímače a většinou se používají pouze pro účely měření signálů Galileo, například v satelitní monitorovací stanici. Podíváme-li se na internetové stránky systému Galileo:

<https://www.gsc-europa.eu/support-to-developers/galileo-compatible-devices>, je zřejmé, že systém Galileo bude úspěšný pouze v případě, že všechny dostupné přijímače GNSS budou podporovat také signály z Galilea. Příslušné přijímače, čipové sady a moduly, jsou již k dispozici na trhu. To znamená, že dostupné přijímače GNSS již používají signály jak z GPS, GLONASSu tak nyní navíc i signály z Galilea. Co to znamená, když přijímač GNSS používá také signály Galileo, a jaký to bude mít vliv na přijímač GNSS?

Možné rušení od radioamatérských rádiových signálů na celkový výkon přijímače GNSS:

Moderní přijímač GNSS využívá všechny dostupné navigační signály pro výpočet aktuální polohy přijímače. Bude používat dostupné signály GPS, GLONASS a také Galileo, pokud je čipová sada schopna přijímat tyto signály. Ovšem většina nových přijímačů GNSS bude schopna používat všechny dostupné signály. Pokud dojde ke škodlivému rušení rádiovým radioamatérským jen signálem na frekvencích systému Galileo, nezpůsobí to, že GNSS přijímač nebude fungovat. Stále bude schopen přijímat dostupné signály GPS a GLONASS a stále bude schopen vypočítat správnou polohu přijímače potřebnou pro navigační účely.

Diskuse týkající se rušení radioamatérských signálů do systému Galileo se proto týkají pouze signálů systému Galileo, použité ochranné křivky ukazují úroveň rušení způsobující ztrátu příjmu signálů Galileo. Ochranné křivky neříkají ale nic o tom, co se stane s navigační schopností přijímače GNSS, který je stále schopen přijímat signály z GPS a GLONASSu. Jinými slovy, pokud jsou signály Galileo silně rušeny, bude to mít jen malý nebo žádný vliv na navigační úlohu přijímače GNSS. Jako experiment jsem se pokusil rušit můj domácí GNSS přijímač v KIWI SDR, který má také povolen navigaci Galileo.

Vložím silného signálu do frekvenčního pásma signálů Galileo se mi podařilo rušit příjem těchto signálů, ale funkce navigace GNSS stále pokračuje díky tomu, že příjem GPS a GLONASSu je bez frekvenčního rušení. Ochranné křivky použité v dokumentech dokazují, že rádiové signály Ham mohou způsobit rušení systému Galileo., ale nic neříkají o tom, že přijímač GNSS může používat i další signály GPS a GLONASS. Pokud je mi známo, v současné době nejsou na trhu žádné spotřebitelské přijímače GNSS, které by používaly pouze signály Galileo pro navigaci. Všechny moderní spotřebitelské přijímače jsou v maximální možné míře schopny pracovat se všemi dostupnými systémy. Rušení pouze signálů Galileo tedy nezabrání použití přijímačů pro navigaci.

Většina koncových uživatelů si proto ani nevšimne, že signály Galileo jsou rušeny signály Ham rádia. Škodlivé rušení signálu Galileo sice pravděpodobně povede k tomu, že signály Galileo nebudou přijímány, což ale bude mít jen velmi malý následek, který by ovlivnil navigační výkon přijímače V závislosti na okamžité konstelaci družic zbývajících signálů GPS a Glonass existuje velmi malá pravděpodobnost ztráty polohy. Rovněž riziko snížení přesnosti navigace je relativně malé. Podle mého názoru bude těžké zaznamenat nějaké účinky na systém Galileo na navigační výkon přijímače GNSS pro spotřebitele.

Z pohledu uživatelů GNSS proto existuje jen velmi malá pravděpodobnost, že by přijímač přestal navigovat během období, kdy se signály Galileo setkají se silným rádiovým rušením v rámci úrovně rušení definovaných příslušnou úrovní ochrany.

Shrnutí:

- Škodlivé rušení přijímačů GNSS pouze v systému Galileo skutečně může být způsobeno radioamatérskými signály silnějšími než jsou limity pro funkci GNSS, definované v kritériích ochrany.
- Moderní spotřebitelské přijímače GNSS ovšem umožňují současný příjem GPS, Glonass a Galileo a jakýkoli jiný příjem a škodlivé rušení signálů systému Galileo vysláním Ham rádia proto nepovede k selhání navigace přijímače. Většina spotřebitelů ani nezaznamená žádné zhoršení navigačního výkonu.
- Experimenty s vícepásmovým přijímačem GNSS schopným přijímat GPS, Glonass a Galileo ukazují, že ani extrémně silné rušení signálů systému Galileo nezpůsobí selhání navigační úlohy přijímače nebo jeho výpadek. Signály z GPS a Glonass jsou dostatečně spolehlivé, aby navigační úloha fungovala jako dříve.
- Pouze při pohledu na rozhraní přijímače, které zobrazuje právě skutečně přijímané družice, by se spotřebiteli mohlo ukázat, že má určitou ztrátu příjmu systému Galileo (snad z důvodu škodlivého rušení ze strany radioamatérské stanice).
- V praktických situacích a v souvislosti s radioamatérskou činností a používanými kritérii ochrany pro signály Galilea je zřejmé, že škodlivé rušení signálů Hamradia bude představovat velmi malé riziko ztráty systému signálů Galileo.
- Spotřebitelské přijímače GNSS budou běžně pokračovat ve výpočtu navigační polohy a spotřebitelé si ani nevšimnou, že signály Galileo jsou ovlivňovány rušením amatérského provozu.
- Je tedy zřejmé, že požadovat přísná nařízení proti provozovatelům ham rádií nebo je odstranit z provozu pro Galileo nepřinese jakékoli zlepšení výkonu spotřebitelských přijímačů GNSS.
- Protože v současné době většina přijímačů GNSS používá automatický vícepásmový příjem, ochranné parametry při vícepásmovém příjmu GNSS by měly být založeny na ochraně proti narušení celkové funkce přijímače, a nikoliv na ochraně proti chybějící možnosti příjmu pouze z hlediska ochrany signálu Galileo. Jakékoli škodlivé rušení radioamatérských signálů pouze v pásmu systému Galileo bude mít za následek pouze velmi těžko znatelné zhoršení navigačního výkonu.
- Není proto reálné požadovat, aby Ham rádio ukončilo provoz v pásmech Galilea, dokud jakékoli narušení signálu Galilea nezpůsobí škodlivé zhoršení výkonu spotřebitelských funkcí přijímačů GNSS.