

# **Testy GNSS 2023**

## **Lenhart, Matula, Pecháček**

Seminář kartografů 2024

1.-3. 3. 2024 Zderaz

Zdeněk Lenhart

# Stručné shrnutí

- **1. Test potvrdil rozdíly** mezi třemi testovanými přijímači, statisticky prokazatelné.

- **2. Základní metodický závěr:**

**Statisticky lze hodnotit jen statická měření na přesných bodech.**

**Liniové trasování lze porovnávat jen vizuálně.**

# Rešerše

- Tichý 2008, jen Globalsat DG-100
- MR ČSOS (Tichý, Rajnošek, Rauch) 2009, vizuální porovnání stop 4 přijímačů na téže trase
- Krtička (časopis OB 2008/7), výklad o dGPS
- Asko Määttä 2019 – porovnání 18 přijímačů, rozmezí 5 let, 38 pevných bodů, **viz následující obrázek**
- Tomaščík (časopis Forestry 2021/2) - porovnání 6 komerčních mobilů, současně, v pohybu.

# Asko Määttä 2019

## GPS Tests in Vaskivuori Forest

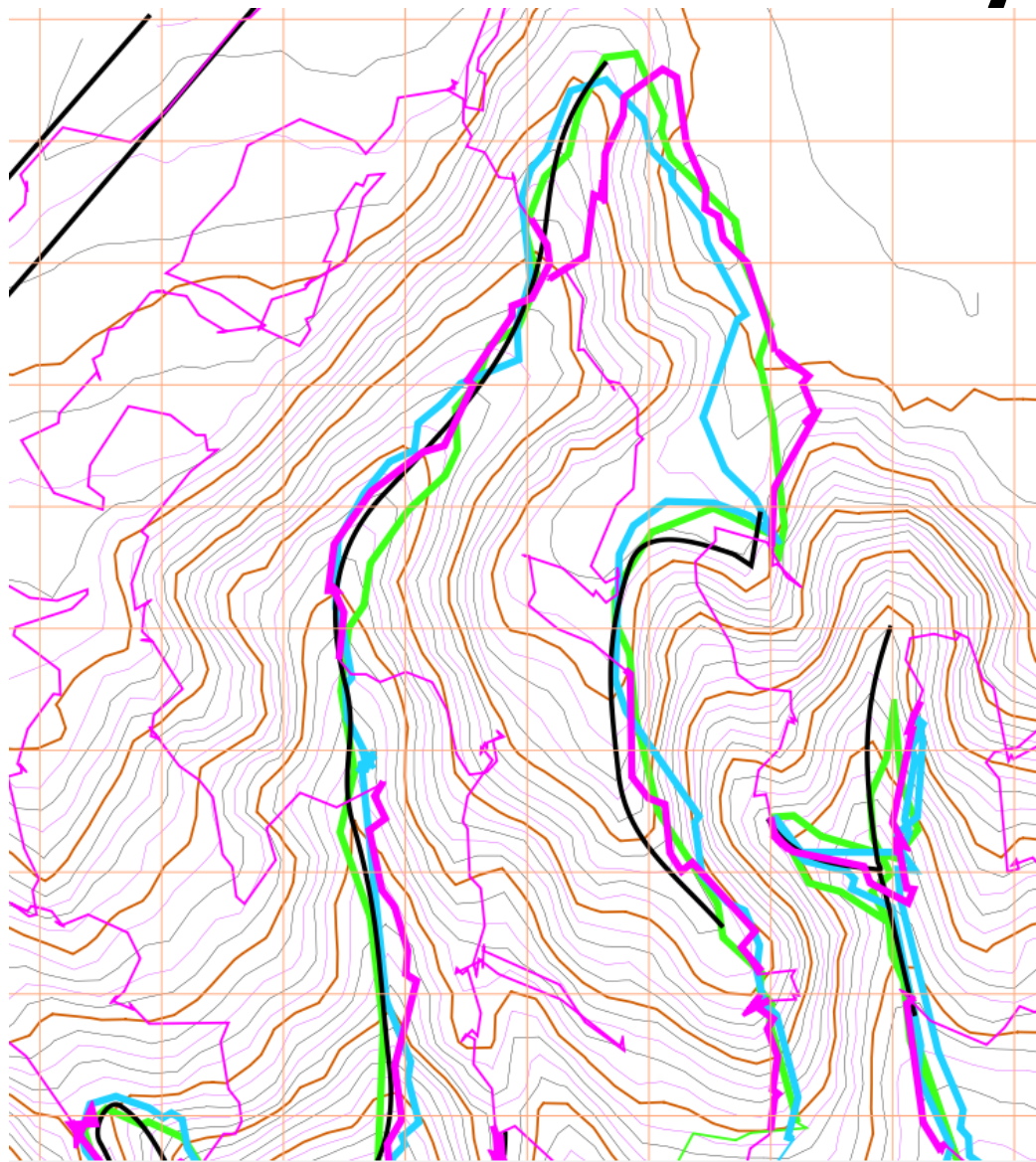
Asko Määttä

GNSS	date	Number of points	Average of Errors	Strd of Errors	Average +Strd (68%)	Average +2*Strd (95%)	"Accuracy rating in meters"	Ranking		Comment
ZED-F9P Own Base (ZEP F9P)	22.11.19	38	0,28	0,24	0,5	0,8	0,5	1	ext. Antenna	RTK (GPS+GLO+GAL+BDS)
ZED-F9P RTK	08.01.19	38	0,31	0,24	0,6	0,8	0,6	2	ext. Antenna	RTK (GPS+GLO+GAL+BDS)
Trimble Pathfinder Pro XH DGPS	23.03.14	38	0,78	0,53	1,3	1,8	1,3	3	ext. Antenna	DGNSS_VERKKO (GPS)
ZED-F9P Stand alone	08.01.19	38	1,02	0,36	1,4	1,7	1,4	4	ext. Antenna	GPS+GLO+GAL+BDS
NEO-7P DGPS VRS Tally_ant	09.06.14	38	1,02	0,39	1,4	1,8	1,4	5	ext. Antenna	DGNSS_VERKKO (GPS)
NEO-M8T Stand alone Harxon ant	03.08.18	38	1,23	0,54	1,8	2,3	1,8	6	ext. Antenna	GPS+GLO+GALILEO
NEO-M8N DGPS VRS Tally_ant	31.07.14	38	1,27	0,85	2,1	3,0	2,1	7	ext. Antenna	DGNSS_VERKKO (GPS)
NEO-M8N standalone Tally_ant	26.07.14	38	1,61	0,65	2,3	2,9	2,3	8	ext. Antenna	GPS+GLO
NEO-7P Stand alone Tally_ant	20.04.14	38	2,02	0,76	2,8	3,5	2,8	9	ext. Antenna	PPP-Smooth (GPS)
Nokia 6.2 Cell Phone	03.12.19	38	2,02	0,93	3,0	3,9	3,0	10	int. Antenna	GPS+GLO+GAL+BDS
NEO-6P stand alone Trimble_ant	21.03.14	37	2,16	1,24	3,4	4,6	3,4	11	ext. Antenna	PPP-Smooth (GPS)
NAVILOCK BT-871G	29.03.16	35	2,15	1,59	3,7	5,3	3,7	12	int. Antenna	GPS+GLO
Garmin GLO	03.04.14	38	2,68	1,07	3,8	4,8	3,8	13	int. Antenna	GPS+GLO
Insmat SIRF 3 (Globalsat bt338)	23.03.14	37	3,31	2,09	5,4	7,5	5,4	14	int. Antenna	GPS
Dell Venue 7 Pro Internal GPS	20.12.15	38	4,24	2,08	6,3	8,4	6,3	15	int. Antenna	GPS
Samsung Galaxy S5 Cell Phone	23.12.15	38	4,08	2,24	6,3	8,6	6,3	16	int. Antenna	GPS+GLO
Qstarz Q1000 (mtk2)	03.04.14	36	4,17	2,69	6,9	9,5	6,9	17	int. Antenna	GPS
Dell Latitude 10 Internal GNSS	24.12.15	38	8,47	5,54	14,0	19,5	14	18	int. Antenna	GPS

# Pokusný test

- Brno, mapa Rybstole 2023-01, Lenhart
- Tři přijímače (F9P, M8N, GLO), záznam stejné trasy napřed s jedním, pak s druhým.
- Pro porovnání přidány i části stopy s třetím přijímačem při reálném mapování.
- Jen vizuální porovnání stop navzájem a s úseky určitelnými přesně z LIDARu.

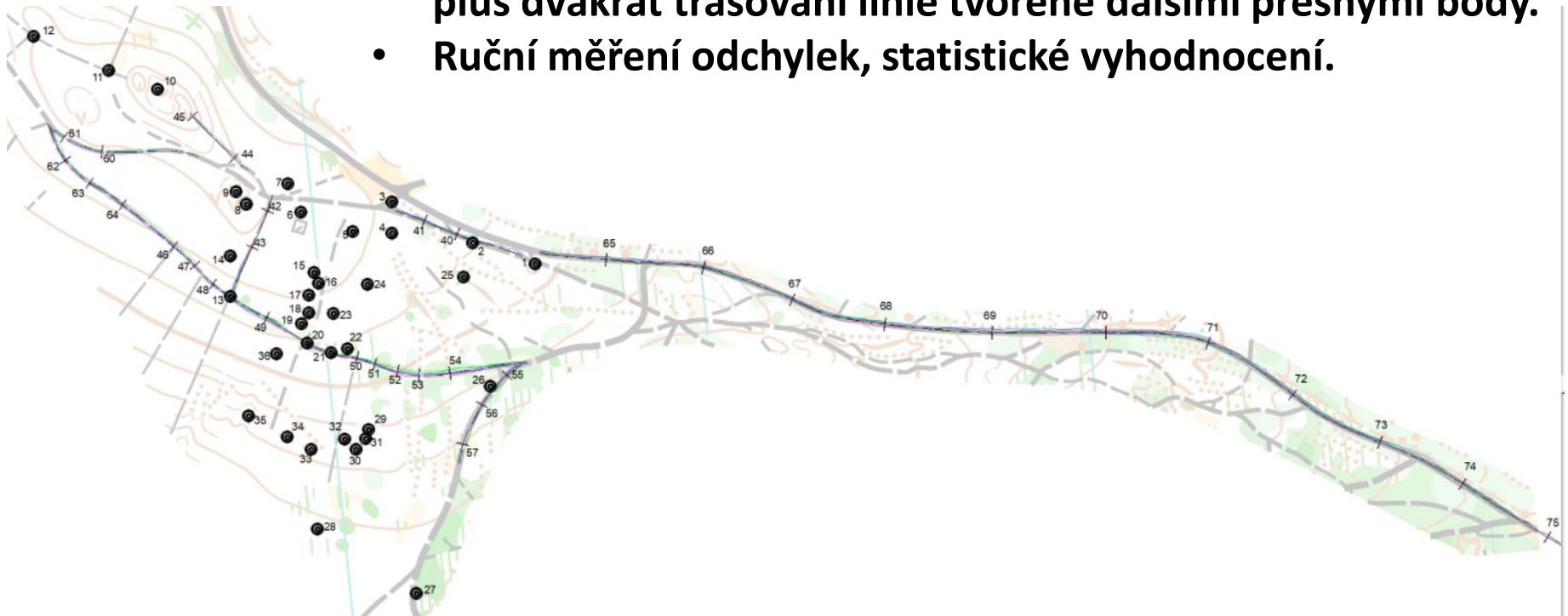
# Pokusný test



**Fialová** F9P, z mapování  
**Modrá** M8N  
**Zelená** GLO  
**Černá** jasné úseky z LIDARu

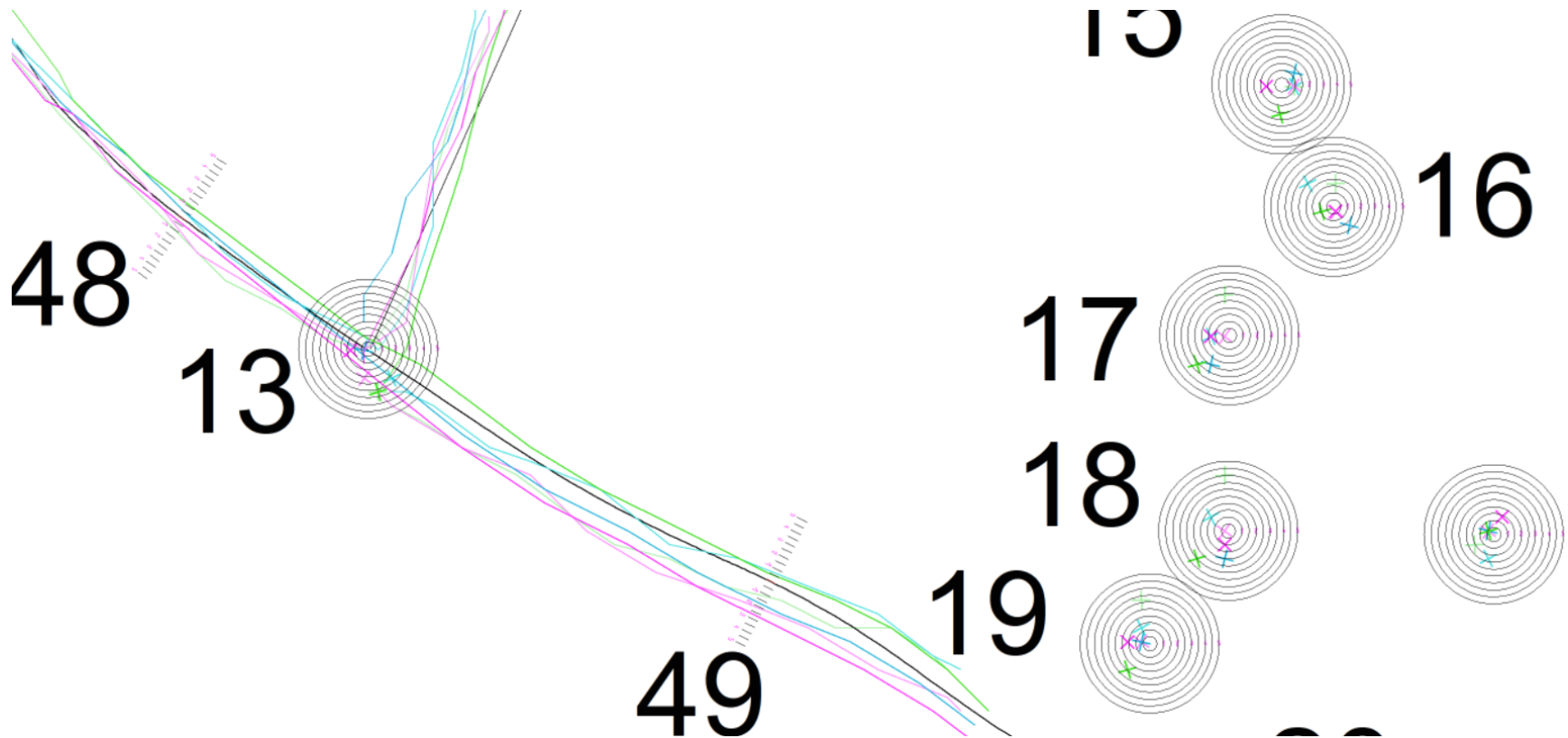
# Statický test

- Bílovice 2023-01, Petr Matula
- Sít geodeticky přesně zaměřených bodů (diplomka 2008). bohužel v nenáročném stejnorodém lese na kopci.
- Tři přijímače (F9P, M8N, GLO) současně, těsně u sebe.
- Dvakrát statická měření (10 sec) na 36 bodech, plus dvakrát trasování linie tvořené dalšími přesnými body.
- Ruční měření odchylek, statistické vyhodnocení.



# Statický test

Bílovice, Matula



**Dvakrát statická měření (10 sec) na 36 bodech,  
plus dvakrát trasování linie tvořené dalšími přesnými body.**



# Statický test

Bílovice, Matula

Všesměrové odchylky na geodeticky zaměřených bodech

Celkem 68 měření, na většině bodů dvakrát.

**F9P** (průměr 1,5 m, směrodatná odchylka 1,7 m)

percentil	50 %	75 %	90 %	95 %	99 %	100 %
odchylka [m]	1,4	2,0	2,4	3,1	3,9	3,9

**M8N** (průměr 1,9 m, směrodatná odchylka 2,3 m)

percentil	50 %	75 %	90 %	95 %	99 %	100 %
odchylka [m]	1,7	2,7	3,5	4,1	5,0	5,3

**GLO** (průměr 2,1 m, směrodatná odchylka 1,4 m)

percentil	50 %	75 %	90 %	95 %	99 %	100 %
odchylka [m]	2,0	2,8	3,4	3,9	5,5	5,9

# Dynamický test

- **Komín 2023-01, Z. Lenhart**
- **Náročnější rozmanitější terén.**
- **Tři přijímače (F9P, M8N, GLO) současně.**
- **Čtyři průchody téže trasy (3,5 km) ve dvou dnech.**
- **Vyhodnocení odchylek od referenční linie, samostatně pro různě náročné úseky.**

# Dynamický test

Komín, Lenhart

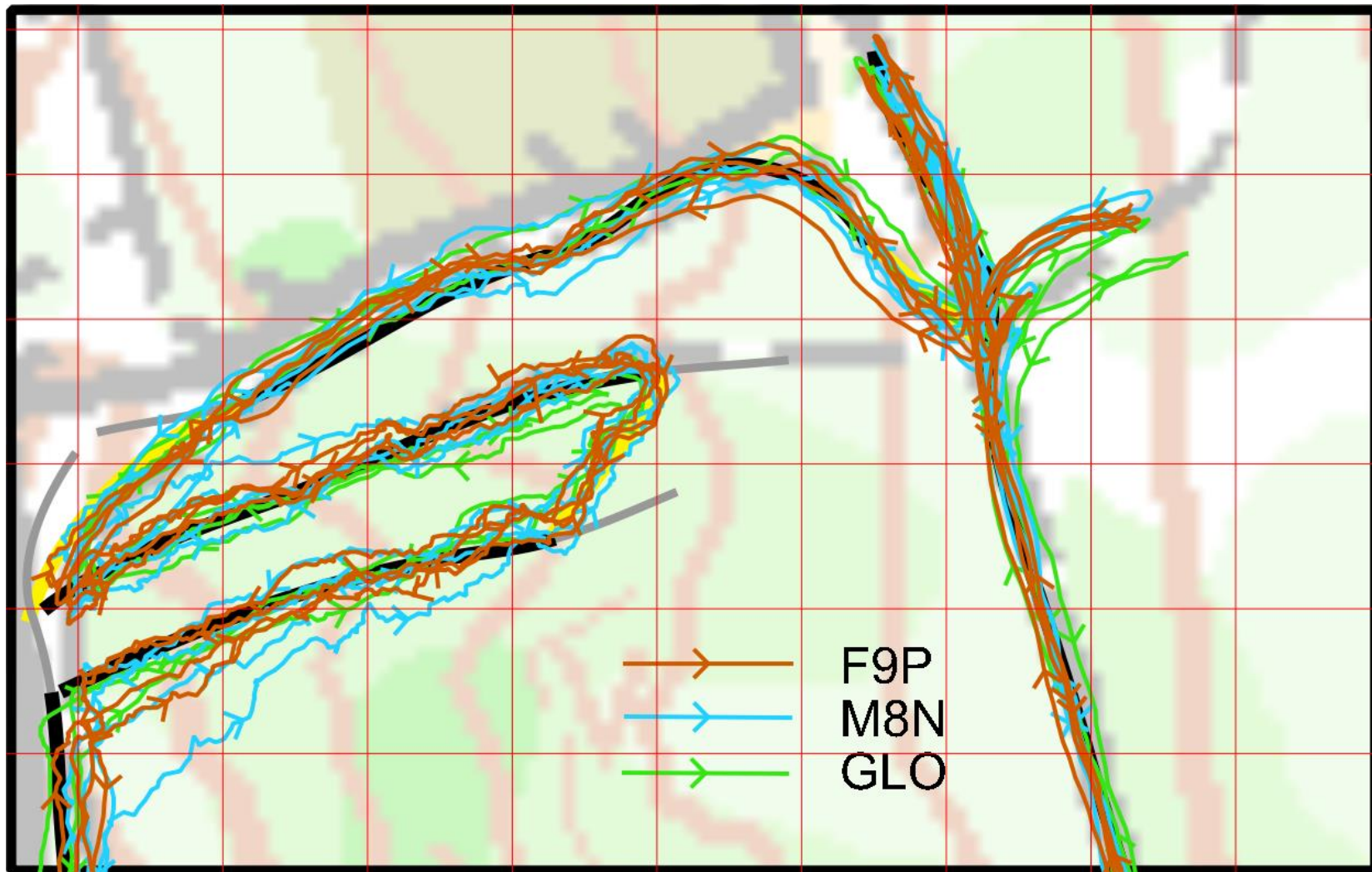


Náročnější  
rozmanitější terén



# Dynamický test

Komín, Lenhart

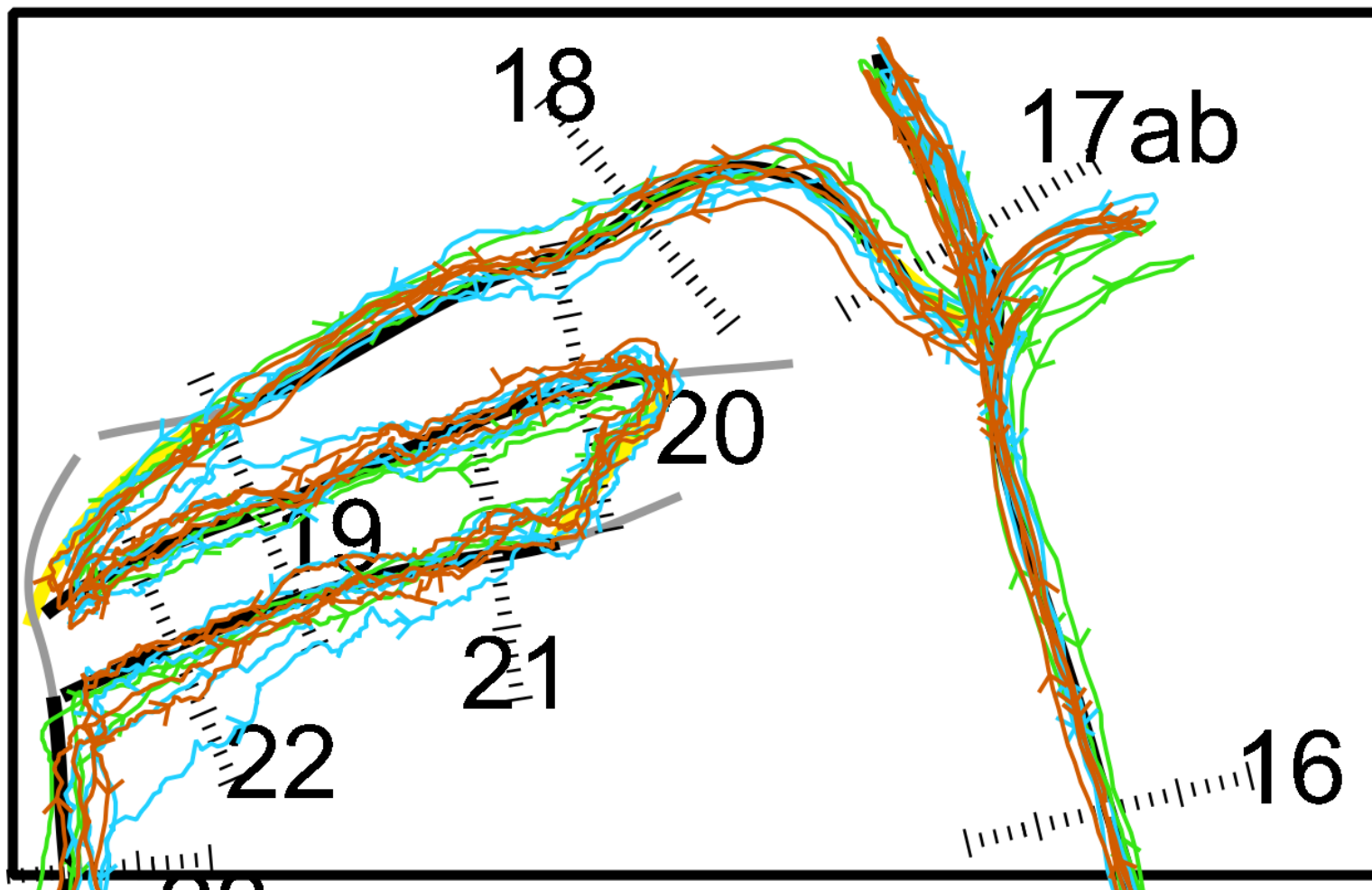


Vizuální porovnání stop

# Dynamický test

Komín, Lenhart

## Ruční měření odchylek



Celkem 65 „šikovně“ zvolených bodů, měřeno kolmo na trasu.

# Dynamický test

Komín, Lenhart

## Statistické vyhodnocení celé trasy

(totéž jsme dělali i odděleně podle náročnosti úseků)

**F9P celkem**; počet měření 256

<b>percentil</b>	50 % medián	<b>75 %</b> třetí kvartil	90 %	<b>95 %</b>	99 %	100 % maximum
<b>odchylka [m]</b>	0,86	<b>1,50</b>	2,30	<b>3,20</b>	4,10	6,20

(tj. 95 % měření F9P má příčnou odchylku menší než 3,2 m)

**M8N celkem**; počet měření 256

<b>percentil</b>	50 %	<b>75 %</b>	90 %	<b>95 %</b>	99 %	100 %
<b>odchylka [m]</b>	1,1	<b>2,0</b>	3,2	<b>4,3</b>	6,7	7,8

(tj. 95 % měření M8N má příčnou odchylku menší než 4,3 m)

**GLO celkem**; počet měření 181

<b>percentil</b>	50 %	<b>75 %</b>	90 %	<b>95 %</b>	99 %	100 %
<b>odchylka [m]</b>	1,3	<b>2,9</b>	4,5	<b>5,6</b>	9,5	10,0

(tj. 95 % měření GLO má příčnou odchylku menší než 5,6 m)

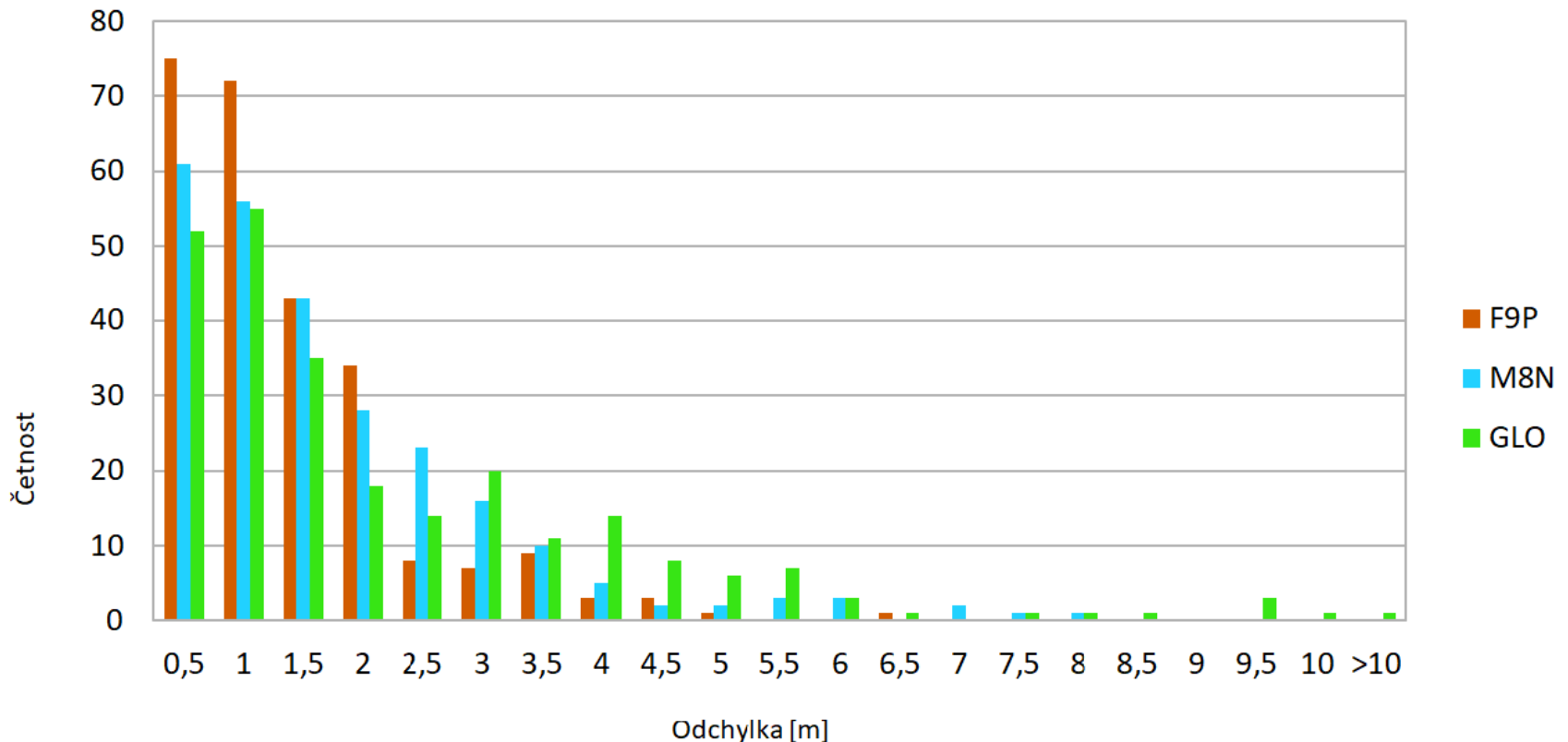
# Dynamický test

Komín, Lenhart

## Histogram odchylek

(z ručního měření odchylek na vytipovaných bodech)

**čím strmější tím lepší**



***Prezentované hodnoty se nerovnjají (ne)přesnosti přijímačů!***

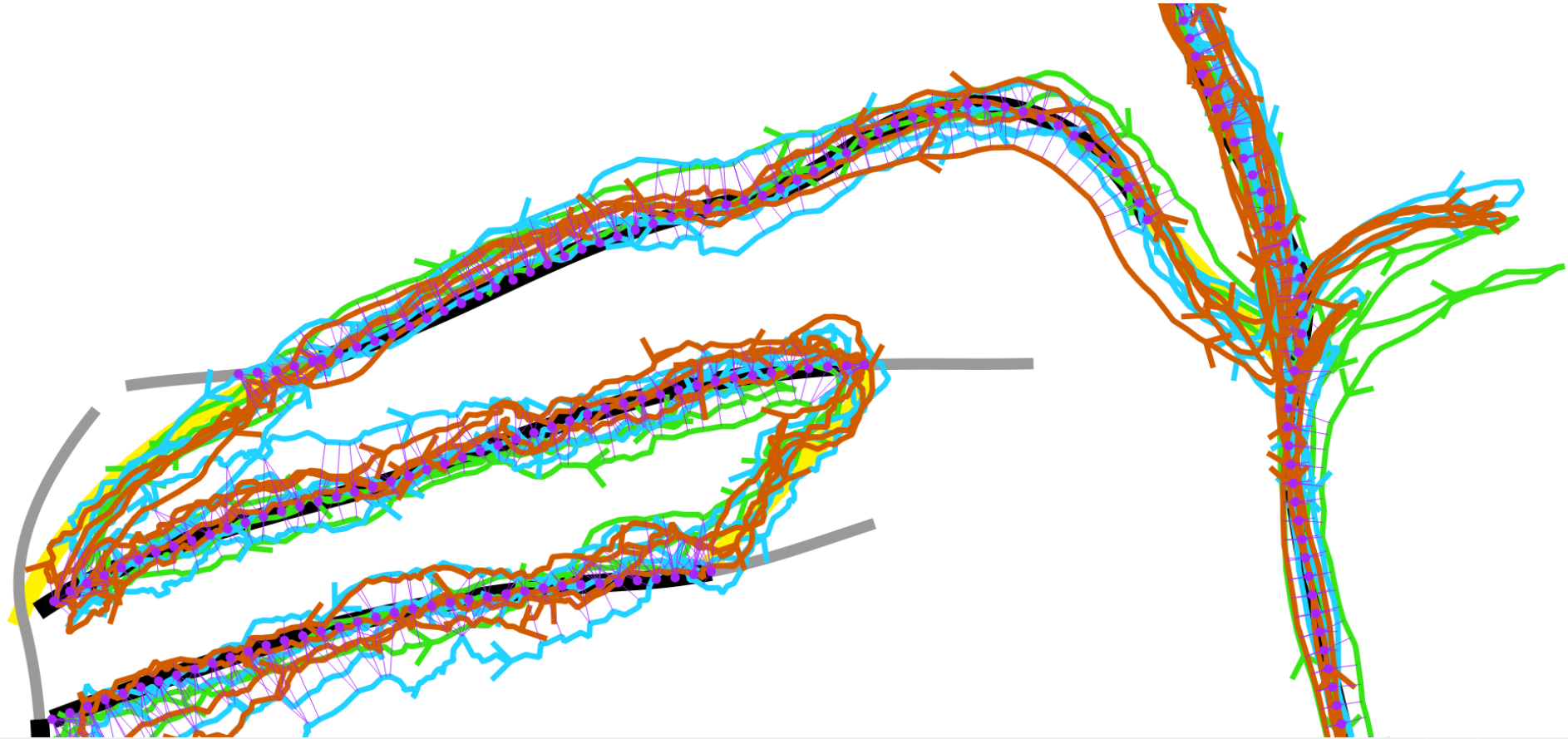
***Ta je zhruba 1,5-2× vyšší, neboť v testu pracujeme jen s příčnou složkou chyby.***



# Dynamický test

Komín, Lenhart

## Automatizované měření odchylek

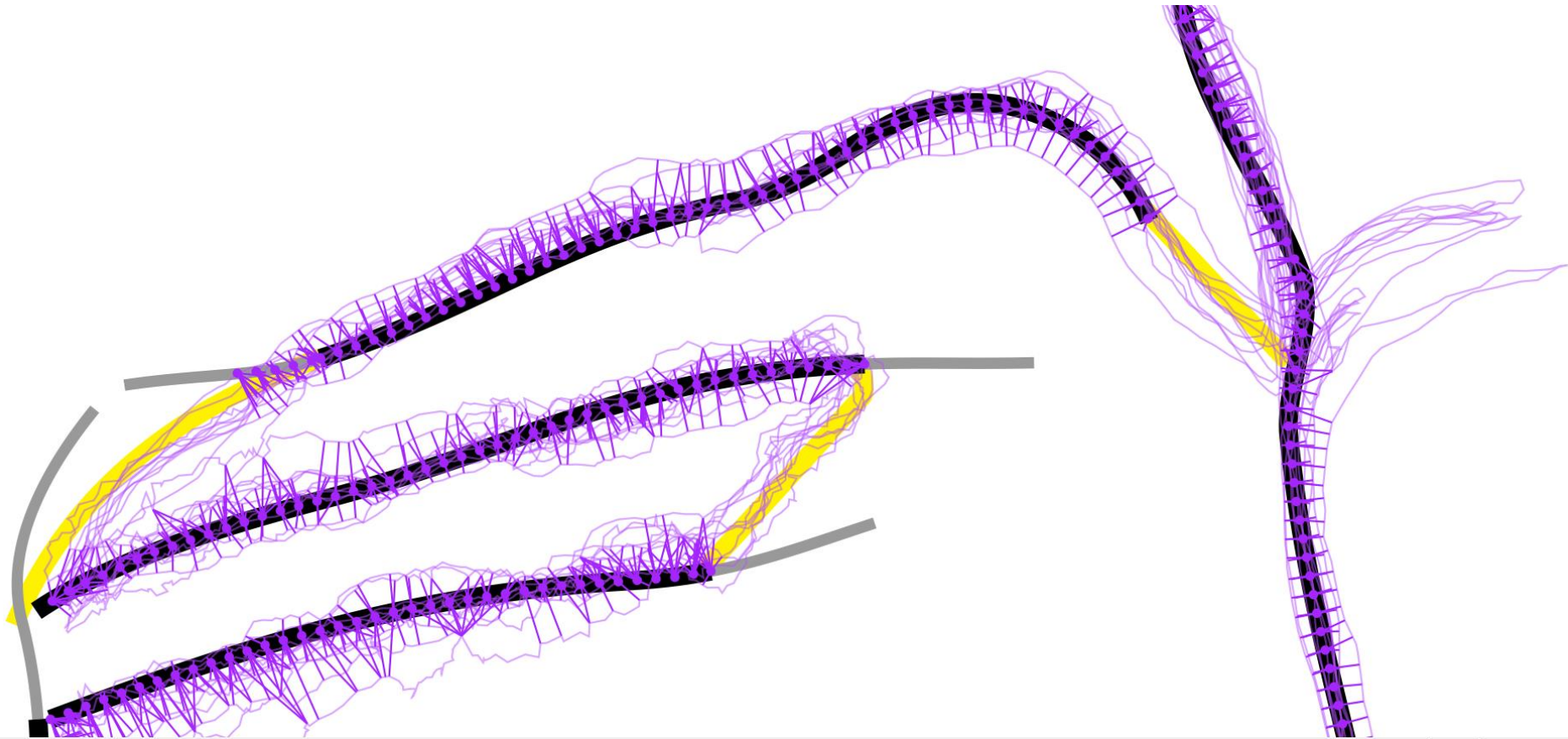


**Cca 11 200 bodů po 1m,  
jen v úsecích s jednoznačnou referenční trasou (tlustá černá),  
měřeno vždy k nejbližšímu bodu stopy.**

# Dynamický test

Komín, Lenhart

## Automatizované měření odchylek



**Cca 11 200 bodů po 1m,  
jen v úsecích s jednoznačnou referenční trasou (tlustá černá),  
měřeno vždy k nejbližšímu bodu stopy.**

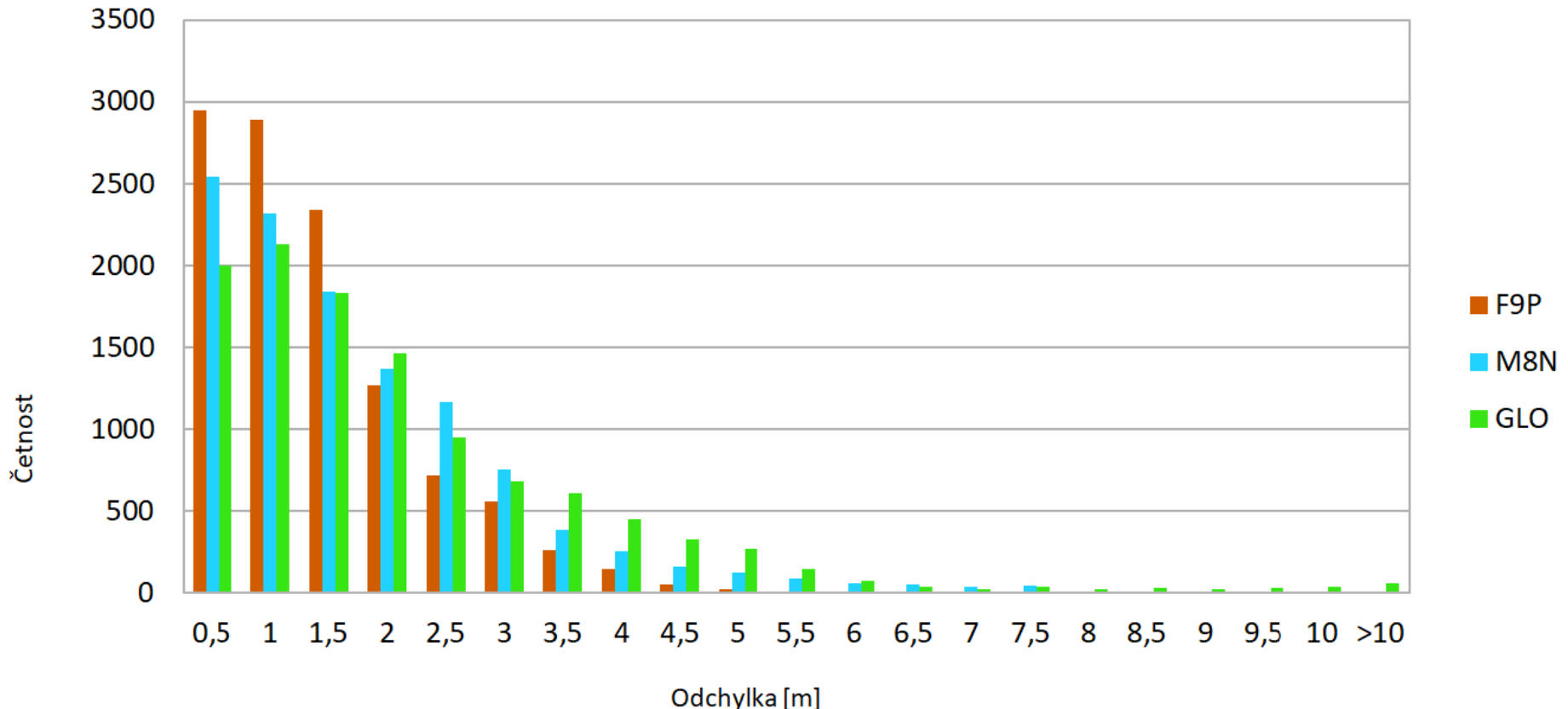
# Dynamický test

Komín, Lenhart

## Histogram odchylek

(z automatizovaného měření odchylek na 11 200 bodech po 1 m)

**čím strmější tím lepší**



***Prezentované hodnoty se nerovnájí (ne)přesnosti přijímačů!***

***Ta je zhruba 1,5-2× vyšší, neboť v testu pracujeme jen s příčnou složkou chyby.***

# Dynamický test

Komín, Lenhart

## Automatizované měření odchylek

*Pravidlo “nejbližší platí” ignoruje úlety „pryč“, vylepšuje tím výsledky roztřesených stop.*

*Ačkoliv je pravidlo stejné pro každou stopu, tak nejvíce vylepšeny jsou ty nejhorší v nejhorších situacích. Při testu jsme však tento efekt postřehli jen v zanedbatelných náznacích.*

# Obecné závěry

- **Nemá smysl testovat ve snadných podmínkách**, pro mapaře OB tam všechny přijímače vyhovují a rozdíly mezi nimi jsou zanedbatelné.
- **Odlišovat dynamické měření na liniích od statického měření na bodech!**  
Příčné odchylky z linie je nutno pro porovnání s všesměrovými z bodů **násobit koeficientem**, který je závislý na náročnosti prostředí, rychlosti a souvislosti pohybu, způsobu měření odchylek, ...  
Koeficient odhadujeme v rozmezí 1,5-2,0.  
Z testu v Bílovicích (snadné podmínky) **nám vyšla hodnota 1,68.**

# Výsledky testu

**Výsledky z nejnáročnějších částí liniového testu  
v Komíně (příčné odchylky)**

<b>Linie</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>90%</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
F9P	1,1	1,9	2,7	3,2	4,4
M8N	1,5	2,6	4,0	5,3	7,4
GLO	1,3	3,2	5,5	7,6	11,0

# Výsledky testu

Výsledky z nejnáročnějších částí liniového testu

Přepočet koeficientem 1,8 na všesměrové odchylky

<b>Bod</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>90%</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
F9P	2,0	3,4	4,9	5,8	7,9
M8N	2,7	4,7	7,2	9,5	13,3
GLO	2,3	5,8	9,9	13,7	19,8

# Hodnocení výsledků

**Z testu vyšlo nejlépe F9P**, je ovšem výrazně dražší, větší a těžší (!) než konkurence. Jednoduchou prohlídkou stop lze i u F9P nalézt překvapivé úlety, takže i k tomuto přístroji by měl mapař v náročných situacích přistupovat kriticky a ostražitě.

Soudíme, že pro běžnou lesní práci poskytuje **ideální poměr ceny, váhy a výkonu přijímač M8N**, aktuálně (od 2023) na trhu nahrazený jednoznačně lepším typem **M9N**, který zvládá i systém Beidou.



# Podnět

Cílem testu bylo **oznámkovat přístroje**.

Přinejmenším stejně užitečné bude naopak **známkovat náročnost prostředí**. Empiricky stanovit kritéria pro odhad, v jakých situacích má být mapař vůči GNSS ostražitý.

Dosud si ta kritéria odvozujeme jen z teorie, z obecných zákonitostí šíření signálu.

# Postřeh

Zajímavé byly reakce přijímačů na kotrmelce při pádu a opravě držáku. M8N na převrácení a stínění reagovala velmi bouřlivě, naopak GLO se rozhodit nenechala.

Jinak řečeno, přesnost M8N velmi závisí na vodorovné a nestíněné poloze antény.

# Podrobnější informace

- Podrobná zpráva (cca 50 stran):  
[https://www.orientacnisporty.cz/upload/rady/mapova%20rada//Test\\_GNSS.pdf](https://www.orientacnisporty.cz/upload/rady/mapova%20rada//Test_GNSS.pdf)
- Přílohy:  
[https://www.orientacnisporty.cz/upload/rady/mapova%20rada//Test\\_GNSS\\_prilohy.zip](https://www.orientacnisporty.cz/upload/rady/mapova%20rada//Test_GNSS_prilohy.zip)
- Stručný referát (5 stran):  
<https://o-news.cz/gps-pro-mapare-jak-dopadlo-testovani/>

-- konec --