VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta stavební

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2021 Jitka Nejezchlebová

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
FAKULTA STAVEBNÍ

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS
ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

VÝVOJ KVALITY KOLEJE

BACHELOR'S THESIS
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTHOR — **Jitka Nejezchlebová**
AUTOR PRÁCE

SUPERVISOR — **Ing. RICHARD SVOBODA, Ph.D.**
VEDOUCÍ PRÁCE

BRNO 2021

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav železničních konstrukcí a staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jitka Nejezchlebová
Název	Vývoj kvality koleje
Vedoucí práce	Ing. Richard Svoboda, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D. Vedoucí ústavu	prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc. Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Služební rukověť SR 103/4
ČSN 73 63 60-2
Naměřená data GPK v provozované koleji na vybraném úseku tratě

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci práce vypracujte přehled vývoje geometrických parametrů koleje a známek kvality a známek podbíjení pro Brno Maloměřice - Adamov. Pokuste se stanovit funkce vývoje parametrů tak, aby bylo možné predikovat budoucí vývoj a následně na něj stanovit vhodnou dobu pro opravné zásahy.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:
1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Richard Svoboda, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT
Bakalářská práce se zabývá vývojem kvality v čase. V teoretické části je popsána metodika pro měření a vyhodnocování kvality koleje. Praktická část se zabývá úsekovým hodnocením na dvoukolejné trati Brno Maloměřice – Adamov. Pro vyhodnocení byl použit systém MATLAB. Pro vybrané úseky byla provedena regrese grafů pro zjištění vývoje kvality všech parametrů. Regrese byly využity i ke zjištění, který parametr se v čase zhoršuje nejrychleji, ve které koleji se parametry zhoršují rychleji a zda lze říct, že před nebo po opravě je nárůst rychlejší.

KLÍČOVÁ SLOVA
geometrické parametry koleje, kvalita koleje, lineární regrese, směrodatná odchylka

ABSTRACT
The bachelor ’s thesis deals with the development of track geometry over time. The theoretical part describes the methodology for measuring and evaluating of track geometry. The practical part deals with the section evaluation on the double-track line Brno Maloměřice - Adamov. The MATLAB system was used for evaluation. For chosen sections, the graphs were regressed to determine the quality development for all parameters. Regressions were also used to determine which parameter deteriorates the fastest over time, in which track the parameters deteriorate faster and whether it can be said that the increase is faster before or after the repair.

KEYWORDS
track geometry parametres, quality of track geometry, linear regression, standard deviation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Jitka Nejezchlebová *Vývoj kvality koleje.* Brno, 2021. 42 s., 110 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce Ing. Richard Svoboda, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vývoj kvality koleje* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 28. 5. 2021

Jitka Nejezchlebová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vývoj kvality koleje* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2021

Jitka Nejezchlebová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat panu Ing. Richardu Svobodovi, PhD. za odborné vedení práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Děkuji také Ing. Eriku Duškovi za pomoc při zpracovávání dat v praktické části.

OBSAH

1 ÚVOD 10
2 SOUČASNÝ SYSTÉM 11
2.1 Normy a předpisy 11
2.2 Geometrické parametry koleje 12
2.3 Popis diagnostických prostředků 13
2.3.1 Měřící vůz pro železniční svršek (MVŽSv) 13
2.3.2 Měřicí drezína (MD) 15
2.3.3 Malá měřicí drezína (MMD.1 a MMD.2) 16
2.3.4 KRAB 18
2.3.5 Rozchodka 18
2.4 Výstupní sestavy 19
2.5 Hodnocení GPK 20
2.5.1 Úsekové hodnocení GPK 20
2.5.2 Hodnocení lokálních závad 21
3 CÍL PRÁCE 23
4 HODNOCENÍ 24
4.1 Poskytnutá data a jejich úprava 24
4.2 Zpracování dat 25
4.3 Vynechání výpočtu ZKV, CZK a ZP 26
4.4 Popis úseku 26
4.4.1 Směrové řešení 26
4.4.2 Umělé stavby 28
4.5 Výstupní grafy 29
4.6 Vyhodnocení údržbových zásahů 31
4.7 Analýza „chaotických“ úseků 35
4.8 Aproximace 35
4.9 Vyhodnocení regresí 38
5 ZÁVĚR 40
Zdroje 41
Použité zkratky 41
Seznam obrázků 41
Seznam tabulek 42
Seznam příloh 42

1 ÚVOD

Trať mezi Brnem a Českou Třebovou, do které zapadá i úsek Brno Maloměřice – Adamov, je v provozu již od roku 1849. Železnice stále tvoří páteř dopravního systému. Proto je velmi důležité zajišťovat plynulost a bezpečnost jízdy železničních dopravních prostředků. Tyto požadavky zajistíme pravidelným měřením geometrických parametrů koleje, tedy ověřováním její kvality a následnou údržbou či jejími opravami.

Měření se provádí pravidelně po určených časových intervalech daných rychlostním pásmem a samozřejmě při přejímce opravných prací. V normě nalezneme mezní odchylky, kterým musí naměřené hodnoty vyhovovat.

Metodika hodnocení geometrických parametrů koleje vychází z hodnocení lokálních závad a úsekového hodnocení. Měřící prostředky s kontinuálním záznamem umožňují hodnocení lokálních závad, ale i úsekového hodnocení. Za kontinuální měření se považuje takové, kde snímání probíhá maximálně po kroku 0,25 m.

Mezi vozy pro měření geometrických parametrů koleje řadíme měřící vozy pro železniční svršek, měřící drezíny, malé měřící drezíny, vozíky KRAB a elektronické pojízdné rozchodky.

2 SOUČASNÝ SYSTÉM

2.1 Normy a předpisy

V České republice platí zákon 266/1994 Sb. Zákon o dráhách, který upravuje podmínky pro stavbu, podmínky provozování a výkon státní správy a dozoru drah železničních, tramvajových, trolejbusových, lanových a stavby na těchto dráhách (vyjma drah důlních, průmyslových a přenosných). Požadavky tohoto zákona jsou uvedeny ve Vyhlášce č. 177 z r. 1995 Sb.- Stavební a technický řád drah, kde jsou mimo jiné definovány intervaly mezi jednotlivými měřicími jízdami. Pro traťové a hlavní staniční koleje:

- V ≤ 60 km/h – 12 měsíců
- 60 km/h < V ≤ 120 km/h – 6 měsíců
- V > 120 km/h – 4 měsíce

Na požadavky této vyhlášky provozovatel dráhy (Správa železnic) vytvořil předpis S2/3 „Organizace a provádění prohlídek a měření na dráze celostátní a dráhách regionálních“. K tomuto předpisu byl vydán další předpis SŽ S2/4 „Předpis pro zajišťování diagnostiky železničního svršku měřícími prostředky s kontinuálním záznamem“.

Požadované limity stanovuje ČSN 73 6360-2- Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 2: Stavba a přejímka, provoz a údržba.

V předpise S3 „Železniční svršek“ nalezneme některé doplňkové hodnoty (např. vodící míry ve výhybkách).

2.2 Geometrické parametry koleje

GPK rozdělujeme do těchto tří skupin:

a) konstrukční uspořádání koleje
   - rozchod koleje
   - vzájemná výšková poloha kolejnicových pásů (převýšení, sklon vzestupnice, vzájemný sklon kolejnicových pásů – zborcení koleje)

b) geometrické uspořádání koleje
   - směr koleje
   - podélná výška koleje
   - podélný sklon koleje

c) prostorová poloha koleje (množina bodů osy koleje jednoznačně určených v projektu polohopisnými souřadnicemi a nadmořskou výškou)

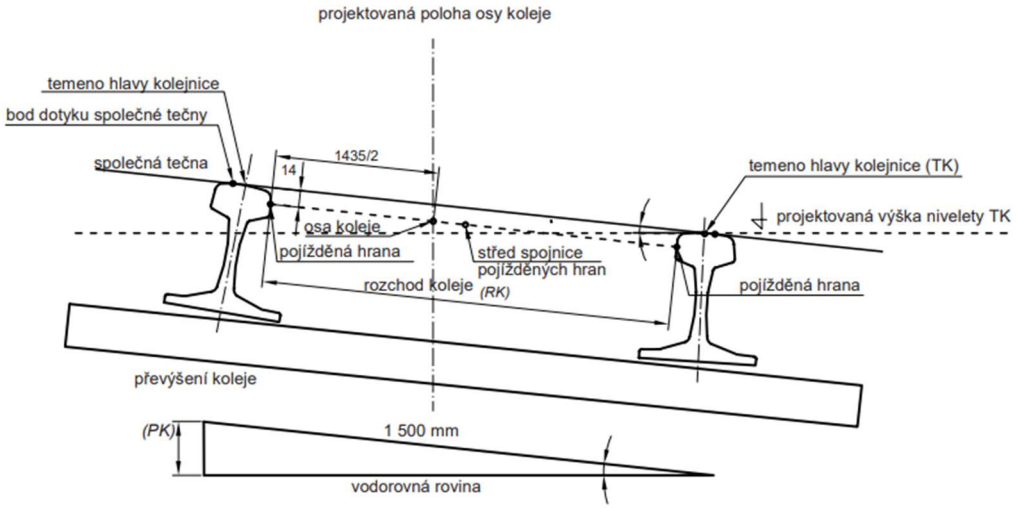
Rozchod koleje (RK) je nejmenší vzdálenost mezi kolmicemi ke spojnici temen kolejnicových pásů dotýkajícími se bočních pojížděných ploch do maximální hloubky až 14 mm od spojnice temen kolejnicových pásů. Jmenovitá hodnota normálního rozchodu koleje je 1 435 mm.

Změna rozchodu (ZR) je rozdíl dvou hodnot rozchodu koleje vzájemně vzdálených o délku koleje rovnou 1 m případně 2 m.

Střední hodnota RK100 je počítaná střední hodnota celkového rozchodu koleje v délce 100 m.

Převýšení koleje (PK) je výškový rozdíl kolejnicových pásů daný úhlem, který svírá spojnice temen protilehlých kolejnicových pásů a vodorovná rovina, udává se délkou svislé odvěsny pravoúhlého trojúhelníka, jehož přepona má délku 1 500 mm.

Zborcení koleje (ZK) je změna převýšení (počítáno z celkového převýšení) koleje na zvolené měřické základně, vyjádřená hodnotou mm/m nebo poměrem 1:n. Vyhodnocení se provádí pro 13 základen (1,5 m až 19,5 m).



Obrázek 1: Grafické znázornění definic veličin konstrukčního a geometrického uspořádání koleje [3]

2.3 Popis diagnostických prostředků

Měřící prostředky pro měření GPK dělíme na:

a) Měřící prostředky s měřením pod zatížením:
   - Měřící vůz pro železniční svršek (kontinuální záznam)
   - Měřící drezína (kontinuální záznam)
   - Malá měřící drezína (kontinuální záznam)

b) Měřící prostředky s měřením bez zatížení:
   - Měřící vozík KRAB (kontinuální záznam)
   - Rozchodka (bodové)

MVŽSv, MD a MMD jsou centrální měřící prostředky, měření s nimi probíhá každoročně v období od března do prosince a jsou ve správě Technické ústředny dopravní cesty. KRAB a rozchodky jsou používané lokálně a jsou ve správě oblastních ředitelství, nebo se může jednat o prostředky externích organizací a TÚDC.

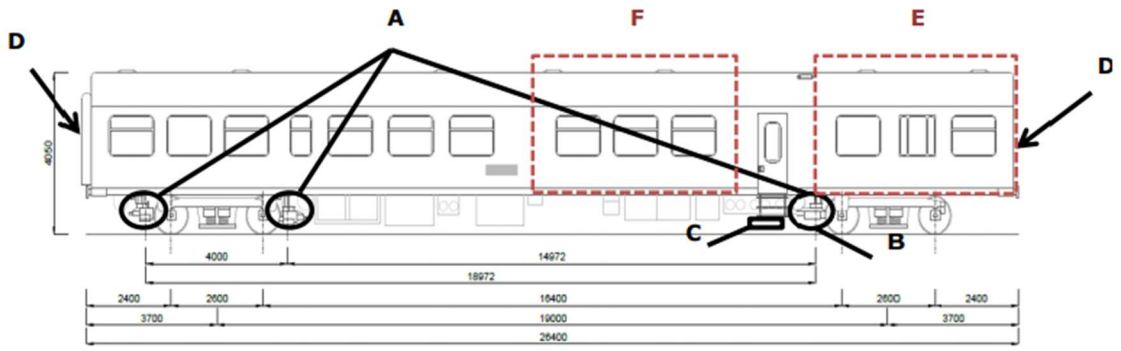
2.3.1 Měřící vůz pro železniční svršek (MVŽSv)

Obrázek 2: MVŽSv. Foto Karel Furiš [5]

Měřící systémy MVŽSv:

- Měření GPK
- Měření příčného profilu kolejnic
- Měření vertikální mikrogeometrie kolejnic
- Fotozáznamové zařízení

MVŽSv dokáže měřit v rychlostech od 10 do 160 km/h, v obloucích o poloměru větším než 190 m. Dokáže projet přes výhybky bez omezení rychlosti, oblouky poloměru minimálně 150 m a převýšení maximálně 200 mm.



Obrázek 3: Schéma MVŽSv. Zdroj SŽ S2/4 [4]

- A snímací jednotky tětivového systému měřených parametrů GPK
- B snímací jednotka příčného profilu kolejnic
- C snímací jednotka mikrogeometrie hlav kolejnic
- D kamery fotozáznamového zařízení
- E technologická místnost s vyhodnocovací a ovládací technikou
- F společenská místnost s monitory pro sledování výsledků měření GPK

Traťový měřící systém (TMS) je bezkontaktní měřící systém pro měření GPK. Měřené parametry jsou prezentovány ve dvou vlnových pásmech a to D1 (3 ÷ 25 m) a D2 (25 ÷ 70 m) v souladu s normou ČSN 736360-2. Přesnost je určena reprodukovatelností SDO v délce dvěstěmetrových úseků dané trati.

Měření traťové geometrie je založeno na rozměrovém snímání světelné stopy laserového paprsku, která se snímá bezkontaktním optickým systémem kamer. Systém snímání GPK je vytvořen kombinací tětivového snímání asymetrickou tětivou pro oba kolejnicové pásy a inerciální jednotky.

Z naměřených hodnot získáme tyto GPK:

Rozchod koleje je snímán bezkontaktně pomocí kamer umístěnými ve střední jednotce tětivového systému. Kolejnice jsou osvětleny laserovým zdrojem světla.

Směr koleje levého a pravého kolejnicového pásu je měřen tětivovým systémem asymetrické tětivy optickými jednotkami. Výsledky měření jsou ve vztahu k rychlosti měření průběžně kompenzovány inerciálním systémem umístěným ve střední snímací jednotce.

Křivost koleje je snímána pomocí optických jednotek tříbodového tětivového systému a inerciální jednotkou měřícího vozu. Výsledná hodnota je daná kombinací naměřených hodnot obou systémů, vážená v závislosti na rychlosti měření (při nízkých rychlostech převažuje měření tětivou, při vyšších inerciální jednotka). Poloměr je převrácená hodnota křivosti.

Převýšení koleje je snímáno inerciálním systémem, který měří úhel náklonu vozové skříně v místě středních optických jednotek. Výsledná hodnota celkového převýšení je dále zpracována filtrací (v počítači MVŽSv), kde filtrované hodnoty označujeme jako dynamické převýšení.

Zborcení koleje je počítaný parametr, který se počítá pro normou stanovené základny z hodnoty nefiltrovaného převýšení pro 13 základen (1,5 m až 19,5 m).

Podélná výška koleje levého a pravého kolejnicového pásu je měřena tětivovým systémem asymetrické tětivy optickými jednotkami. Inerciálním systémem jsou ve vztahu k rychlosti výsledky měření kompenzovány.

Přesnost polohy závady GPK je dána přesností snímaní dráhy a určení polohy MVŽSv (dosažitelná přesnost 1 m na 1 km). Na začátky a konce měřících úseků jsou osazeny magnetické značky pro dosažení požadované přesnosti při opakovaném měření.

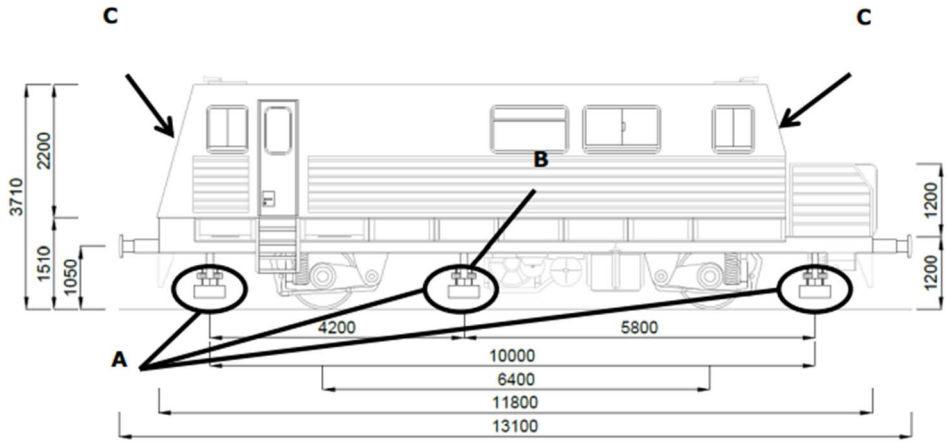
2.3.2 Měřicí drezína (MD)

Obrázek 4: MD. Zdroj tudc.cz [6]

Měřící systémy MD:

- Měření geometrických parametrů koleje
- Měření příčného profilu kolejnic
- Fotozáznamové zařízení

MD dokáže měřit v rychlostech od 10 do 80 km/h, v obloucích o poloměru větším než 150 m. Dokáže projet přes výhybky bez omezení, oblouky poloměru minimálně 100 m.



Obrázek 5: Schéma MD. Zdroj SŽ S2/4 [4]

- A snímací jednotky tětivového systému měřených parametrů GPK
- B snímací jednotka příčného profilu kolejnic
- C kamery fotozáznamového zařízení

Pro měření GPK je aplikován opět bezkontaktní systém TMS. Přesnost je určena reprodukovatelností SDO v délce dvěstěmetrových úseků dané trati.

Měření traťové geometrie je založeno na rozměrovém snímání světelné stopy laserového paprsku, která se snímá bezkontaktním optickým systémem kamer. Systém snímání GPK je vytvořen kombinací tětivového snímání asymetrickou tětivou pro oba kolejnicové pásy a inerciální jednotky.

Z naměřených hodnot získáme tyto GPK:

Rozchod koleje je snímán bezkontaktně pomocí kamer umístěnými ve střední jednotce tětivového systému. Kolejnice jsou osvětleny laserovým zdrojem světla.

Směr koleje levého a pravého kolejnicového pásu je měřen tětivovým systémem asymetrické tětivy optickými jednotkami. Výsledky měření jsou ve vztahu k rychlosti měření průběžně kompenzovány inerciálním systémem umístěným ve střední snímací jednotce.

Křivost koleje je snímána pomocí optických jednotek tříbodového tětivového systému a inerciální jednotkou měřícího vozu. Výsledná hodnota je daná kombinací naměřených hodnot obou systémů, vážená v závislosti na rychlosti měření (při nízkých rychlostech převažuje měření tětivou, při vyšších inerciální jednotka). Poloměr je převrácená hodnota křivosti.

Převýšení koleje je snímáno inerciálním systémem, který měří úhel náklonu vozové skříně v místě středních optických jednotek. Výsledná hodnota celkového převýšení je dále zpracována filtrací (v počítači MD), kde filtrované hodnoty označujeme jako dynamické převýšení.

Zborcení koleje je počítaný parametr, který se počítá pro normou stanovené základny z hodnoty nefiltrovaného převýšení pro 13 základen (1,5 m až 19,5 m).

Podélná výška koleje levého a pravého kolejnicového pásu je měřena tětivovým systémem asymetrické tětivy optickými jednotkami. Inerciálním systémem jsou ve vztahu k rychlosti výsledky měření kompenzovány.

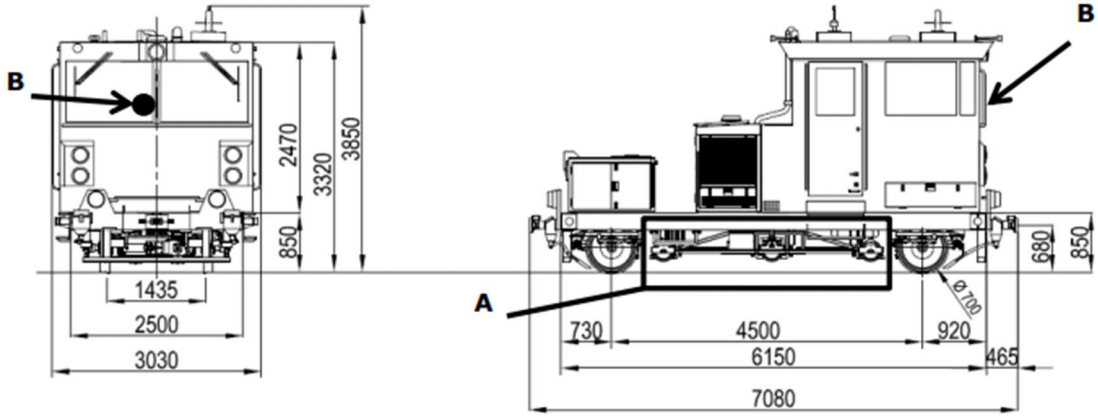
Přesnost polohy závady GPK je dána přesností snímaní dráhy a určení polohy MD (dosažitelná přesnost 1 m na 1 km). Na začátky a konce měřících úseků jsou osazeny magnetické značky pro dosažení požadované přesnosti při opakovaném měření.

2.3.3 Malá měřicí drezína (MMD.1 a MMD.2)

Měřící systémy MDD:

- Měření geometrických parametrů koleje
- Fotozáznamové zařízení

MDD dokáže měřit v rychlostech od 2 do 50 km/h, v obloucích o poloměru větším než 150 m. Dokáže projet přes výhybky s omezením (přítlaky podvozku v oblasti srdcovek sníženy a zajištěny proti jízdě do vedlejšího směru), oblouky poloměru minimálně 90 m.



Obrázek 6: Schéma MMD.1. Zdroj SŽ S2/4 [4]

TMS je kontaktní (mechanický) měřící systém pro měření GPK. Základem je mechanický měřící podvozek s elektronickými čidly a analogovo-digitální elektronikou. Přesnost je určena reprodukovatelností SDO v délce dvěstěmetrových úseků dané trati.

Systém snímání GPK je vytvořen kombinací tětivového snímání asymetrickou tětivou pro jeden kolejnicový pás a inerciální jednotky. Z naměřených hodnot získáme tyto GPK:

Rozchod koleje je snímán kontaktními čidly umístěnými na středových kolečkách měřícího podvozku.

Směr koleje levého a pravého kolejnicového je měřen kontaktními čidly na jedné straně podvozku. Mechanická čidla tvoří jednostrannou asymetrickou měřící tětivu. Druhý směr je dopočítán pomocí rozchodu koleje.

Křivost koleje je snímána pomocí kontaktních čidel tříbodového tětivového systému a inerciální jednotkou. Poloměr je převrácená hodnota křivosti.

Převýšení koleje je snímáno inerciálním systémem, který měří úhel náklonu měřicího podvozku. Výsledná hodnota celkového převýšení je dále zpracována filtrací, kde filtrované hodnoty označujeme jako dynamické převýšení.

Zborcení koleje je počítaný parametr, který se počítá pro normou stanovené základny z hodnoty nefiltrovaného převýšení pro 13 základen (1,5 m až 19,5 m).

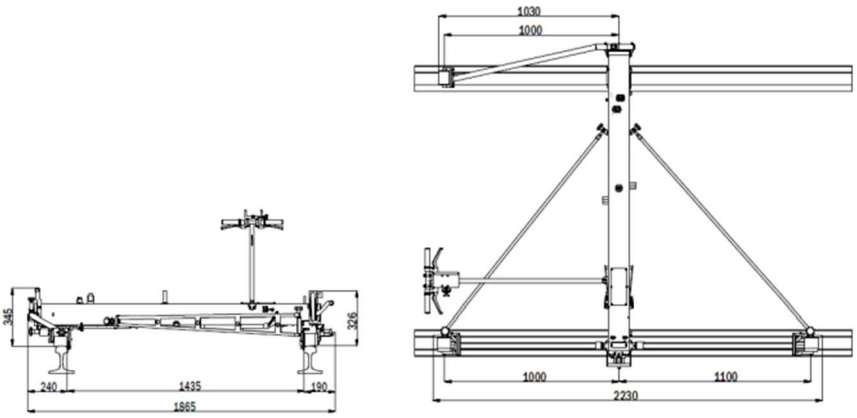
Podélná výška koleje levého a pravého kolejnicového pásu je měřena tětivovým systémem asymetrické tětivy s kontaktními čidly. Výsledky měření jsou ve vztahu k rychlosti měření průběžně kompenzovány inerciálním systémem.

Přesnost polohy závady GPK je dána přesností snímaní dráhy a určení polohy MD (dosažitelná přesnost 1 m na 1 km). Na začátky a konce měřících úseků jsou osazeny magnetické značky pro dosažení požadované přesnosti při opakovaném měření.

2.3.4 KRAB

Slouží pouze k měření GPK.

Maximální měřící rychlost je 15 km/h.



Obrázek 7: Schéma KRAB. Zdroj SŽ S2/4 [4]

Měření traťové geometrie je založeno na mechanickém snímání pomocí kontaktních čidel. Přesnost je určena reprodukovatelností SDO v délce dvěstěmetrových úseků dané trati.

Systém snímání GPK je vytvořen kombinací tětivového snímání asymetrickou tětivou pro jeden kolejnicový pas a inklinometru.

Z naměřených hodnot získáme tyto GPK:

Rozchod koleje je snímán kontaktními čidly umístěnými na středových kolečkách měřícího vozíku.

Směr koleje levého a pravého kolejnicového pasu je měřen kontaktem jednostranné asymetrické tětivy s kolejnicí. Druhý směr je dopočítán pomocí rozchodu koleje.

Křivost koleje je snímána pomocí kontaktních čidel tříbodového tětivového systému. Poloměr je roven obrácené hodnotě křivosti.

Převýšení koleje je snímáno inklinometrem, který měří úhel náklonu měřicího podvozku. Výsledná hodnota celkového převýšení je dále zpracována filtrací ve složku dynamického převýšení.

Zborcení koleje je počítaný parametr, který se počítá pro normou stanovené základny z hodnoty nefiltrovaného převýšení pro 13 základen (1,5 m až 19,5 m).

Podélná výška koleje levého a pravého kolejnicového pásu je měřena tětivovým systémem asymetrické tětivy s kontaktními čidly.

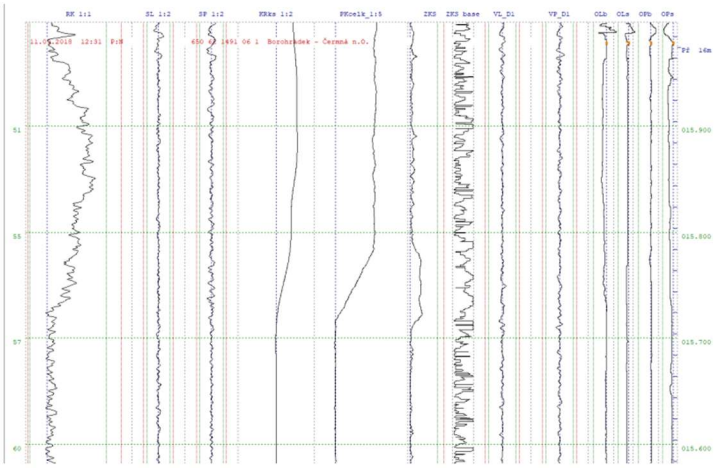
Určení polohy naměřených dat spočívá v zadání počáteční geometrické polohy uživatelem a v následných kilometrických korekcích v průběhu měření.

2.3.5 Rozchodka

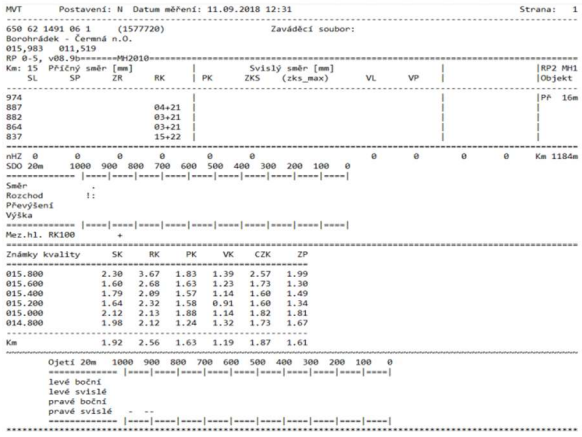
Měření provedené rozchodkou je považováno za měření bez zatížení. Rozchodky umožňují pouze hodnocení lokálních závad vybraných GPK (rozchod a převýšení koleje).

2.4 Výstupní sestavy

Měřicí systém GPK vytváří dvě výstupní sestavy. Grafickou, která zobrazuje průběh geometrických parametrů koleje v předepsaném formátu a přehled lokálních závad a úsekového hodnocení. V případě MVŽSv a MD se výstupní sestavy vytvářejí přímo během měřicí jízdy. V případě MMD a měřicího vozíku KRAB se výstupní sestavy vytvářejí po provedení měření v rámci jeho zpracování.



Obrázek 8: Příklad grafické výstupní sestavy MVŽSv pro D1. Zdroj SŽ S2/4 [4]



```
MVT       Postavení: N  Datum měření: 11.09.2018 12:31                    Strana:   1
-------------------------------------------------------------------------------------
650 62 1491 06 1     (1577720)                 Zaváděcí soubor:
Borohrádek - Černná n.O.
015,983   011,519
RP 0-5, v88.9b--------MH2010-----------------------------------------------------------
Km: 15  Příčný směr [mm]          |        Svislý směr [mm]                |          |RP2 MH1
    SL      SP      ZR      RK    | PK     ZKS    (zks_max)       VL      VP |          |Objekt
-------------------------------------------------------------------------------------
974                               |                                        |          |PP  16m
887                         04+21 |                                        |          |
882                         03+21 |                                        |          |
864                         03+21 |                                        |          |
837                         15+22 |                                        |          |
-------------------------------------------------------------------------------------
nHZ  0       0       0       0       0       0                       0       0       0       0     Km 1184m
SDO 20m    1000  900  800  700  600  500  400  300  200  100   0
------------ |----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
Směr          :
Rozchod       !:
Převýšení
Výška
------------ |----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
Mez.hl. RK100       +
=====================================================================================================
Známky kvality      SK      RK      PK      VK      CZK     ZP
=====================================================================
015.800           2.30    3.67    1.83    1.39    2.57    1.99
015.600           1.60    2.68    1.63    1.23    1.73    1.30
015.400           1.79    2.09    1.57    1.14    1.60    1.49
015.200           1.64    2.32    1.58    0.91    1.60    1.34
015.000           2.12    2.13    1.88    1.14    1.82    1.81
014.800           1.98    2.12    1.24    1.32    1.73    1.67
---------------------------------------------------------------------
Km                1.92    2.56    1.63    1.19    1.87    1.61
=====================================================================================================
        Ojetí 20m   1000  900  800  700  600  500  400  300  200  100   0
        ------------ |----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
        levé boční
        levé svislé
        pravé boční
        pravé svislé   -  --
        ------------ |----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
*****************************************************************************************************
```

Obrázek 9: Příklad výstupní sestavy okamžitého a úsekového hodnocení měřených veličin GPK MVŽSv pro RP0 až RP2. Zdroj SŽ S2/4 [4]

2.5 Hodnocení GPK

Metodika vychází z hodnocení lokálních závad a úsekového hodnocení. Všechny měřicí prostředky s kontinuálním záznamem (MVŽSv, MD, MMD a KRAB) musí umožňovat hodnocení lokálních závad a úsekové hodnocení.

Hodnocení je vždy vztaženo k danému rychlostnímu pásmu:

- RP0 V ≤ 60 km/h
- RP1 60 < V ≤ 80 km/h
- RP2 80 < V ≤ 120 km/h
- RP3 120 < V ≤ 160 km/h
- RP4 160 < V ≤ 230 km/h
- RP5 230 < V ≤ 300 km/h

2.5.1 Úsekové hodnocení GPK

Úsekové hodnocení je založeno na výpočtu SDO pro 200 m dlouhé úseky. Tyto odchylky jsou dále přepočteny na známky kvality, které SDO převádějí na číselné hodnoty stejného významu pro libovolnou kategorii trati, rychlostní pásmo nebo parametr. Známky kvality jsou rozdělené do tří skupin:

- známky kvality definovaných parametrů (ZKV)
- celková známka kvality (CZK)
- známka podbíjení (ZP)

Známky kvality jsou navrženy tak, aby pro dané rychlostní pásmo měly statistické rozdělení pravděpodobností s průměrem 3 a stanovený podíl všech hodnot kterékoli ze známek byl menší nebo roven 4.

Mezní hladinou pro hodnocení vyhovujících tratí za provozu pro jednotlivé známky je hodnota 4 včetně. Mezní hladiny jednotlivých ZKV a CZK pro přejímku dokončených prací v koleji ve všech RP jsou:

a) rekonstrukce novým materiálem 2,4
b) rekonstrukce užitým materiálem 3,0
c) ostatní práce v koleji 3,3

Směrodatná odchylka je dána vztahem:

$$SDO = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} x_i^2}$$

kde n je počet vzorků měření a x_i odchylka od střednice hodnocené geometrické veličiny

Známka kvality jednotlivých měřených parametrů je dána exponenciálním transformačním vztahem:

$$ZKV = 6*(1-\exp(-SDO^m / b))$$

kde b a m jsou číselné konstanty stanovené na základě statistik SDO příslušné veličiny a příslušného RP.

CZK a ZP z jednotlivých známek kvality je stanovena na základě tzv. hybridního kritéria:

$$CZK, ZP = \left\langle k.\max\left\{\left(w_{SK}.ZKV_{SK} + w_{RK}.ZKV_{RK}\right), \left(w_{PK}.ZKV_{PK} + w_{VK}.ZKV_{VK}\right)\right\}\right\rangle^{q}$$

kde váhy w jednotlivých veličin jsou stanovené na základě korelační analýzy a jsou pro CZK a ZP rozdílné. Koeficienty k, q respektují jednotlivá RP.

ZP se od CZK liší tím, že se do výpočtu nezahrnuje ZKV_{RK}.

2.5.2 Hodnocení lokálních závad

Hodnocení lokálních závad vychází z faktu, že parametry jsou měřeny jako skutečná geometrie koleje, a nebo jsou na tzv. skutečnou geometrii přepočteny, což je dáno matematickým modelem, který zabezpečuje jednotkovou přenosovou funkci. Vždy je toto hodnocení vztaženo k příslušnému RP, účelu hodnocení (přejímka prací nebo stav GPK za provozu).

Pro všechna rychlostní pásma je definováno hodnocení pomocí provozních odchylek:

a) provozních odchylek GPK:
   - mez sledování AL *(Alert Limit):* pokud je překročena, je třeba stav GPK posoudit a vzít v úvahu při plánování udržovacích prací
   - mez zásahu - opravy IL *(Intervention Limit):* pokud je překročena, je třeba provést udržovací práce tak, aby před příští kontrolou nedošlo k překročení mezní provozní odchylky

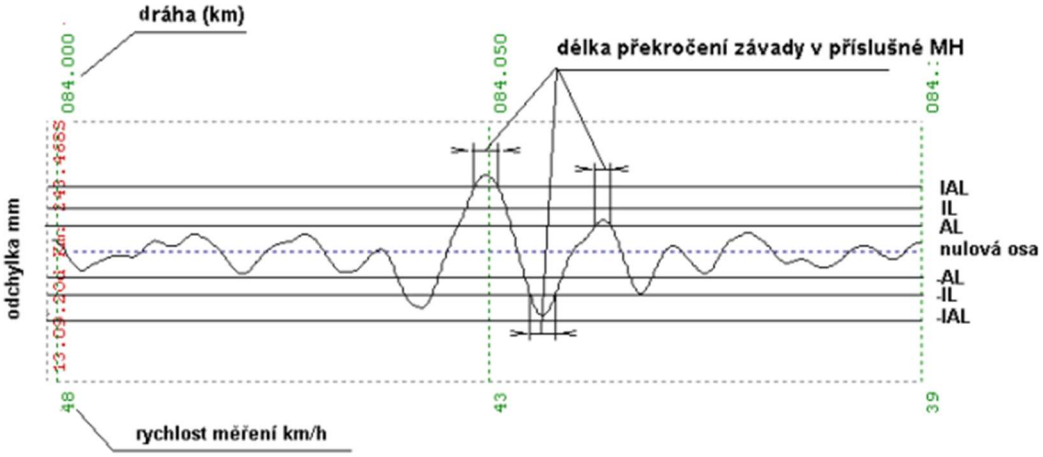
b) mezních provozních odchylek GPK
   - mez bezodkladného zásahu - opravy *IAL (Immediate Action Limit):* pokud dojde k překročení, je nutné provést bezodkladně opatření k zajištění bezpečnosti provozu

Lokální závady jsou v souladu s normou ČSN 73 6360-2 hodnoceny ve třech hladinách u těchto parametrů koleje:

Tabulka 1: Hodnocené parametry GPK

Název hodnocené veličiny	Zkratka	Minimální délka vypisované závady [m]	Rozsah vlnového pásma
Směr koleje levého a pravého kolejnicového pásu	*SL, SP*	1	ve vlnovém pásmu D1
Směr koleje v ose koleje	*SK*	1	ve vlnovém pásmu *D2*[a]
Podélná výška koleje levého a pravého kolejnicového pásu	*VL, VP*	1	ve vlnovém pásmu *D1*
Podélná výška v ose koleje	*VK*	7	ve vlnovém pásmu *D2*[a]
Rozchod koleje	*RK*	1	celkový rozchod koleje
Zborcení koleje	*ZK*	2	počítané z celkového převýšení
Změna rozchodu	*ZR*	2[c]	počítaná z celkového rozchodu koleje na stanovené délce
Střední hodnota RK	*RK100*	1	střední hodnota celkového rozchodu koleje v délce 100 m
Převýšení koleje	*PK*	-	Celkové převýšení koleje[b]
	[a] platí pouze pro MVŽSv [b] výstup měření PK celkové se využívá pouze v grafické výstupní sestavě viz čl. 20 [c] každý metr se vyhodnocuje polovina mezní hodnoty stanovené pro 2 m		

Ve výpisu je uvedeno překročení nebezpečnější hladiny s odpovídající délkou závady v této hladině.



Obrázek 10: Definice délky překročení mezní hladiny MH. Zdroj SŽ S2/4 [4]

Postavení mezních hladin vůči nulové ose může být symetrické nebo asymetrické. Asymetrické rozdělení je pouze pro parametr RK.

Zborcení koleje se počítá z PK pro třináct měřických základen a algoritmus pro výpočet syntetického signálu ZK má čtyři kroky:

A. Výpočet signálu ZK na jednotlivých bázích v [mm/m]

$$ZK_j(i) = \frac{PK(i-3j) - PK(i+3j)}{j*1{,}5[m]}[mm/m]$$

kde i… index vzorku v dráhové doméně, dráhový krok dx=0,25 m
j… je index báze zborcení 1,2,3…13
j* 1.5 m… posloupnost 13-ti bází zborcení

B. Normování

Při normování se třináct bází zborcení přepočítá tak, aby se dosáhlo vzájemné porovnatelnosti a možnosti stanovit v každém místě nejnepříznivější zborcení koleje.

$$ZKn_i(j) = AL * \frac{ZK_j(i)}{AL_j}[mm/m]$$

kde AL… relativní hodnota 100 pro všechna RP
i… index vzorku v dráhové doméně, dráhový krok dx=0,25 m
j… je index báze zborcení 1,2,3…13

C. Výběr rozhodující báze

Výběr rozhodující báze se provede nalezením maxim ze třinácti hodnot zborcení pro každý vzorek. Musíme zároveň dbát podmínky, že pokud má být rozhodující báze 1,5 m, musí být maximum minimálně na 2 m.

D. Měřítko syntetického signálu

Syntetický signál poskytuje relativní informaci, kde se hodnota nejhoršího zborcení nachází. Pro všechna RP jsou mezní přímky totožné s relativními hodnotami 100, 130 a se 160, tj.: AL=100, IL=130 a IAL=160.

3 CÍL PRÁCE

Cílem práce je popsat současný systém měření a sledování vývoje GPK. V této části je zpracováno, jaké GPK měříme, popis diagnostických prostředků k jejich měření určených, způsoby hodnocení a zkrácený popis výstupních sestav.

V praktické části je cílem vyhodnotit data z MVŽSv z vybraného úseku tratě a spočítat směrodatné odchylky pro jednotlivé parametry a měření. Z takto získaných dat a zejména po jejich vykreslení do grafů SDO bude možné určit místa a čas, kdy došlo k údržbovým zásahům.

Dalším cílem je provést aproximaci lineárními funkcemi jednotlivých GPK ve vybraných úsecích. Po zjištění směrnic těchto přímek bude možné vyhodnotit, který parametr je rozhodující, ve které koleji se parametry zhoršují rychleji a zda lze říct, že před nebo po opravě je nárůst rychlejší.

4 HODNOCENÍ

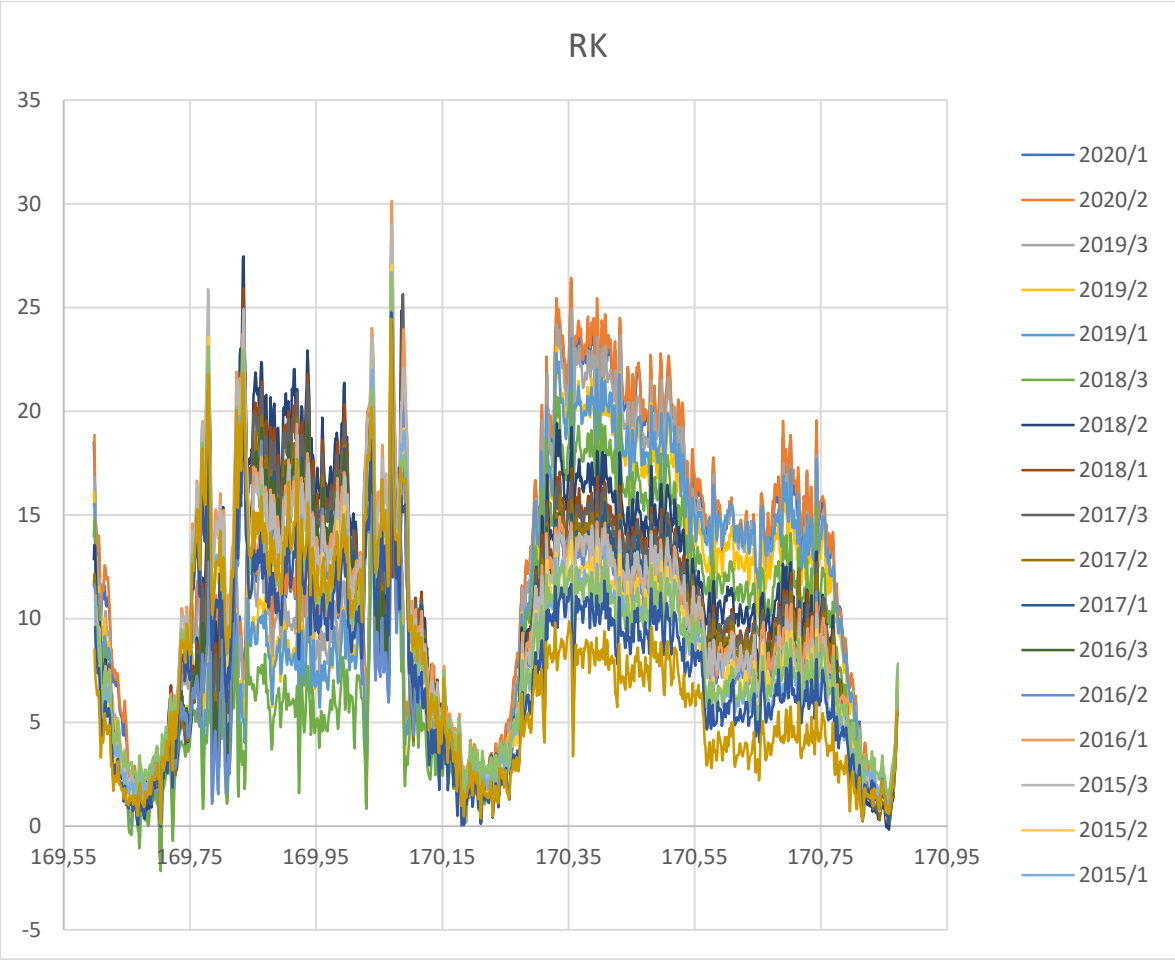
4.1 Poskytnutá data a jejich úprava

Vlastní práce je postavena na datech z traťového úseku Brno Maloměřice – Adamov. Tento traťový úsek je součástí celostátní tratě Brno – Česká Třebová. Data o měření GPK na tomto 9 km dlouhém úseku Brno Maloměřice – Adamov (staničení km 161,8 – km 170,8) nám Správa železnic poskytla ve formátu xlsx.

Tabulka 2: Přehled měření

Číslo	Datum	Dny mezi měřeními
1	01.04.2014	0
2	23.07.2014	113
3	25.11.2014	125
4	03.04.2015	129
5	27.07.2015	115
6	24.11.2015	120
7	15.03.2016	112
8	26.07.2016	133
9	28.11.2016	125
10	21.03.2017	113
11	27.07.2017	128
12	28.11.2017	124
13	27.03.2018	119
14	24.07.2018	119
15	04.12.2018	133
16	19.03.2019	105
17	23.07.2019	126
18	27.11.2019	127
19	24.03.2020	118
20	05.08.2020	134

Pro další zpracování bylo nutno soubor a hodnoty upravit. Abychom mohli pozorovat vývoj v čase, musí se dosáhnout požadované přesnosti při opakovaném měření, tzn. staničení se musí shodovat. V našem případě zaznamenával vůz ujetou vzdálenost a až poté se tyto hodnoty převáděly na reálné staničení. Z toho vyplývá, že tato staničení nemusí zcela přesně odpovídat realitě. Při úpravě staničení se dá snadno využít vykreslení průběhu výrazné vady pro každé měření do jednoho grafu. V našem případě bylo využito vykreslení RK, který se v čase příliš nemění, dokud nedojde k výměně kolejnic, případně celého kolejového roštu. Pomocí posunů staničení se docílilo, že výrazné chyby na sebe navazují v jednotlivých měřeních. Jednalo se přibližně o posuny 0 až 3 m.



Obrázek 11: Graf na úpravu staničení pomocí RK

Uspořádání dat v podkladech bylo takové, že byla vždy data z jednoho metru na jednom řádku. Na jeden metr délky koleje připadají 4 naměřené hodnoty. Pro automatické zpracování dat bylo nutné dosáhnout, aby naměřené hodnoty pro jednotlivé kroky 0,25 m byly na jednotlivých řádcích.

Tabulka 3: Příklad neupravených dat

DM_ID	DM_INDEX	QMP_ID	DM_	DM_DATE	SUPER_Z_ID	KM_EXT	KM_INT	KM_EXT_MP	RP	M_MH	RYCHLOST	RK	SL	SP	SK_D2	KR_KS	PK	ZKS	VK_D2	VL	VP	RK_1	RK_2	RK_3	RK_0
27451	100203	400808	1	24.03.2020	1807100	170,869	9,184	170,868	2	-1	6984	4,06	-1,12	-2,03	1,33	0,18	1,02	5,27	-1,99	-3,15	-1,41	4,29	4,14	3,98	3,83
27451	100204	400812	1	24.03.2020	1807100	170,868	9,183	170,867	2	-1	6984	3,47	-1,52	-1,53	2,29	0,11	1,32	5	-1,89	-4,41	-3,37	3,69	3,54	3,4	3,24
27451	100205	400816	1	24.03.2020	1807100	170,867	9,182	170,868	2	-1	6984	2,77	-1,67	-0,89	3,25	0,05	1,49	5,29	-1,78	-2,37	-1,17	3,03	2,85	2,69	2,51
27451	100206	400820	1	24.03.2020	1807100	170,866	9,181	170,867	2	-1	6984	2,02	-1,65	-0,67	4,17	-0,01	1,65	7,34	-1,65	-0,28	1,04	2,31	2,11	1,91	1,74
27451	100207	400824	1	24.03.2020	1807100	170,865	9,18	170,866	2	-1	6984	1,73	-1,24	-0,43	5,04	-0,09	1,9	10,18	-1,49	0,54	1,33	1,66	1,68	1,75	1,83
27451	100208	400828	1	24.03.2020	1807100	170,864	9,179	170,865	2	-1	6984	1,92	-0,58	0,36	5,85	-0,19	2,09	12,05	-1,32	0,92	1,1	1,91	1,96	1,94	1,86
27451	100209	400832	1	24.03.2020	1807100	170,863	9,178	170,864	2	-1	6984	1,55	-0,07	1,05	6,59	-0,29	2,03	13,3	-1,14	0,87	0,91	1,74	1,61	1,47	1,36
27451	100210	400836	1	24.03.2020	1807100	170,862	9,177	170,863	2	-1	6984	1,22	0,34	1,24	7,25	-0,4	1,82	14,51	-0,95	0,54	0,64	1,27	1,22	1,2	1,19
27451	100211	400840	1	24.03.2020	1807100	170,861	9,176	170,862	2	-1	6984	1,07	0,76	1,82	7,8	-0,52	1,58	16,03	-0,73	0,54	0,44	1,16	1,12	1,05	0,95
27451	100212	400844	1	24.03.2020	1807100	170,86	9,175	170,861	2	-1	6948	0,7	0,97	2,5	8,24	-0,65	1,36	18,08	-0,52	0,69	0,19	0,83	0,72	0,64	0,59
27451	100213	400848	1	24.03.2020	1807100	170,859	9,17399	170,86	2	-1	6948	0,61	0,94	2,13	8,57	-0,79	1,21	21,22	-0,3	0,53	-0,34	0,56	0,57	0,61	0,68
27451	100214	400852	1	24.03.2020	1807100	170,858	9,17299	170,859	2	-1	6948	0,9	0,92	1,49	8,77	-0,94	0,94	25,65	-0,07	0,25	-0,96	0,76	0,87	0,96	1,01
27451	100215	400856	1	24.03.2020	1807100	170,857	9,17199	170,858	2	-1	6948	0,97	0,9	1,36	8,85	-1,1	0,25	29,43	0,14	0,27	-1,11	1,02	1,01	0,95	0,88
27451	100216	400860	1	24.03.2020	1807100	170,856	9,17099	170,857	2	-1	6948	0,7	0,74	1,08	8,79	-1,26	-0,76	32,38	0,37	0,45	-0,67	0,79	0,72	0,66	0,61
27451	100217	400864	1	24.03.2020	1807100	170,855	9,16999	170,856	2	-1	6948	0,58	0,47	0,5	8,6	-1,44	-1,95	36	0,6	0,37	-0,32	0,57	0,56	0,57	0,62
27451	100218	400868	1	24.03.2020	1807100	170,854	9,16899	170,855	2	-1	6948	0,85	0,19	-0,06	8,28	-1,63	-3,26	39	0,81	0,08	-0,33	0,69	0,79	0,9	1
27451	100219	400872	1	24.03.2020	1807100	170,853	9,16799	170,854	2	-1	6948	1,24	0,12	-0,5	7,84	-1,83	-4,61	41,12	1,03	-0,06	-0,33	1,1	1,2	1,28	1,36
27451	100220	400876	1	24.03.2020	1807100	170,852	9,16699	170,853	2	-1	6948	1,5	0,15	-0,79	7,28	-2,04	-6,02	43,96	1,22	-0,23	-0,11	1,43	1,48	1,52	1,56
27451	100221	400880	1	24.03.2020	1807100	170,851	9,16599	170,852	2	-1	6948	1,57	-0,13	-1,17	6,62	-2,26	-7,48	46,22	1,4	-0,46	0,15	1,57	1,57	1,58	1,57

4.2 Zpracování dat

Data dále byla hodnocena pomocí SDO pro 200 m dlouhé úseky. Jelikož se jedná o velké množství dat, byla zpracována pomocí systému MATLAB. Velikost původního souboru formátu .xlsx byla příliš velká na efektivní a rychlou práci s daty. Z tohoto důvodu se využilo výhodného přepsání do matic, se kterými může systém dále dobře pracovat.

4.3 Vynechání výpočtu ZKV, CZK a ZP

Výpočet ZKV, CZK a ZP v sobě zahrnuje vliv traťové rychlosti, čímž stanovuje důležitost jednotlivých úseků a stanovuje priority pro údržbu tratě. Na druhou stranu se kvůli tomu vytrácí část informace. V průběhu času se mohou měnit i jednotlivé součinitele, které se ve výpočtu ZKV, CZK a ZP používají. Z těchto důvodů bude přepočet SDO na ZK, CZK a ZP pro cíl naší práce vynechán.

4.4 Popis úseku

Zkušební úsek dlouhý 9 km, staničení km 161,8 – km 170,8, se nachází na trati č. 260 Brno – Česká Třebová. Kolejový rošt se skládá z kolejnice UIC 60, z pražců B91S rozdělení „u“. Kolej je zřízena jako bezstyková.

Pro lepší pochopení souvislostí byl za pomocí nákresného přehledu železničního svršku vytvořen jednoduchý popis směrových poměrů tratě a přehled umělých staveb na trati koleje č.1.

4.4.1 Směrové řešení

Ozn.	Staničení [km]	směr. prvek	délka [m]	R [m]	D [mm]	V	V130	V150	Vk
ZÚ	161,68500	přímá	6,00			70	75	-	80
ZP	161,69100	přechodnice	89,00						
ZO	161,78000	složený oblouk levý	195,50	283	123	70	75	-	90
ZO	161,97550	složený oblouk levý	255,91	300	123	70	75	-	90
ZP	162,23141	přechodnice	84,96						
ZP	162,31637	přechodnice	80,13						
ZO	162,39650	oblouk pravý	174,78	310	116	70	75	-	90
ZP	162,57128	přechodnice	67,00						
KP	162,63828	přímá	21,72						
ZP	162,66000	přechodnice	80,00						
ZO	162,74000	složená oblouk levý	295,70	261	123	70	75	-	90
ZO	163,03570	složená oblouk levý	102,08	297	123	70	75	-	90
ZP	163,13778	přechodnice	73,80						
KP	163,21158	přímá	25,42						
ZP	163,23700	přechodnice	81,30						
ZO	163,31830	složený oblouk pravý	66,96	361	89	70	75	-	90
ZO	163,38526	složený oblouk pravý	367,90	355	89	70	75	-	90
ZO	163,75316	složený oblouk pravý	220,36	424	89	70	75	-	90
ZP	163,97352	přechodnice	54,20						
KP	164,02772	přímá	35,54						
ZO	164,06326	složený oblouk levý	120,70	2996	0	70	75	-	90
ZO	164,66948	složený oblouk levý	243,00	397	80	70	75	-	90
ZP	164,91248	přechodnice	48,28						
ZP	164,96076	přechodnice	72,41						
ZO	165,03317	oblouk pravý	34,63	280	120	70	75	-	90
ZP	165,06780	přechodnice	77,00						
KP	165,14480	přímá	123,73						
ZO	165,26853	oblouk pravý	74,50	2050	0	70	75	-	90

Ozn.	Staničení [km]	směr. prvek	délka [m]	R [m]	D [mm]	V	V130	V150	Vk
KO	165,34303	přímá	74,50						
ZP	165,41753	přechodnice	65,41						
KO	165,34303	přímá	74,50						
ZP	165,41753	přechodnice	65,41						
ZP	165,81457	přechodnice	45,00						
ZO	165,85957	oblouk levý	143,72	610	39	70	75	-	90
ZP	166,00329	přechodnice	45,00						
KP	166,04829	přímá	239,28						
ZP	166,28757	přechodnice	70,00						
ZO	166,35757	složený oblouk levý	130,41	400	98	70	75	-	90
ZO	166,48798	složený oblouk levý	61,15	336	98	70	75	-	90
ZO	166,54913	složený oblouk levý	42,30	380	98	70	75	-	90
ZP	166,59143	přechodnice	58,90						
ZP	166,65033	přechodnice	78,12						
ZO	166,72845	složený oblouk pravý	106,00	275	130	70	75	-	90
ZO	166,83445	složený oblouk pravý	204,44	302	130	70	75	-	90
ZP	167,03889	přechodnice	94,88						
ZP	167,13377	přechodnice	70,07						
ZO	167,20384	oblouk levý	42,78	460	96	80	-	-	90
ZP	167,24662	přechodnice	73,78						
ZP	167,32040	přechodnice	96,07						
ZO	167,41647	oblouk pravý	67,39	354	125	80	-	-	90
ZP	167,48386	přechodnice	90,61						
KP	167,57447	přímá	614,93						
ZP	168,18940	přechodnice	108,50						
ZO	168,29790	oblouk pravý	59,95	363	140	80	-	-	90
ZP	168,35785	přechodnice	119,65						
KP	168,47750	přímá	90,00						
ZP	168,56750	přechodnice	98,44						
ZO	168,66594	složený oblouk levý	111,94	378	100	80	-	-	90
ZO	168,77788	složený oblouk levý	359,84	375	140	80	-	-	90
ZP	169,13772	přechodnice	104,33						
ZP	169,24205	přechodnice	55,89						
ZO	169,29794	oblouk pravý	33,72	734	75	80	-	-	90
ZP	169,33166	přechodnice	50,00						
KP	169,38166	přímá	69,01						
ZP	169,45067	přechodnice	90,00						
ZO	169,54067	oblouk levý	49,96	420	137	80	-	-	90
ZP	169,59063	přechodnice	90,05						
ZP	169,68068	přechodnice	95,96						
ZO	169,77664	oblouk pravý	334,09	354	145	80	-	-	90
ZP	170,11073	přechodnice	110,27						
ZP	170,22100	přechodnice	111,03						
ZO	170,33203	složený oblouk levý	202,91	350	147	80	-	-	90
ZO	170,53494	složený oblouk levý	125,10	409	147	75	80	-	90
ZP	170,66004	Mezilehlá přechod.	30,25						
ZO	170,69029	složený oblouk levý	72,02	299	122	75	80	-	90

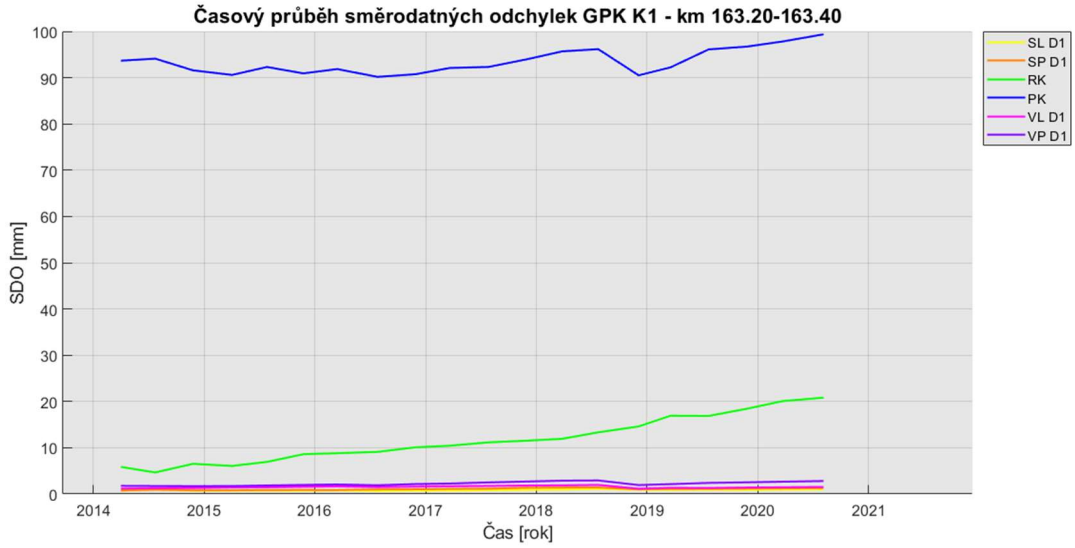
Ozn.	Staničení [km]	směr. prvek	délka [m]	R [m]	D [mm]	V	V130	V150	Vk
ZP	170,66004	mezilehlá přechod.	30,25						
ZO	170,69029	složený oblouk levý	72,02	299	122	75	80	-	90
ZP	170,76231	přechodnice	93,95						
KÚ	170,80000								

4.4.2 Umělé stavby

staničení	stavba
161,800	most s průběžným kolejovým ložem
161,913 - 162,001	tunel
162,160	propustek
162,336	most s průběžným kolejovým ložem
162,460	propustek
162,700	propustek
162,865 - 163,029	tunel
163,083	most s průběžným kolejovým ložem
163,540	propustek
164,018	most ocelový s průběžným kolejovým ložem
164,461	most s průběžným kolejovým ložem
164,783	most s průběžným kolejovým ložem
164,931	most s průběžným kolejovým ložem
165,031	most s průběžným kolejovým ložem
165,120	propustek
165,310	propustek
165,528	most s průběžným kolejovým ložem
165,616	most s průběžným kolejovým ložem
166,033	most s průběžným kolejovým ložem
166,320	most s průběžným kolejovým ložem
166,440	propustek
166,650	propustek
166,829	most s průběžným kolejovým ložem
167,243	most s průběžným kolejovým ložem
167,366	most s průběžným kolejovým ložem
167,550	propustek
167,600-167,876	tunel
167,921	most s průběžným kolejovým ložem
168,027-168,271	tunel
168,280	propustek
168,825	most s průběžným kolejovým ložem
169,060	propustek
169,470	propustek
169,796	most ocelový s průběžným kolejovým ložem
170,052	most ocelový s průběžným kolejovým ložem
170,553	most s průběžným kolejovým ložem
170,690	propustek

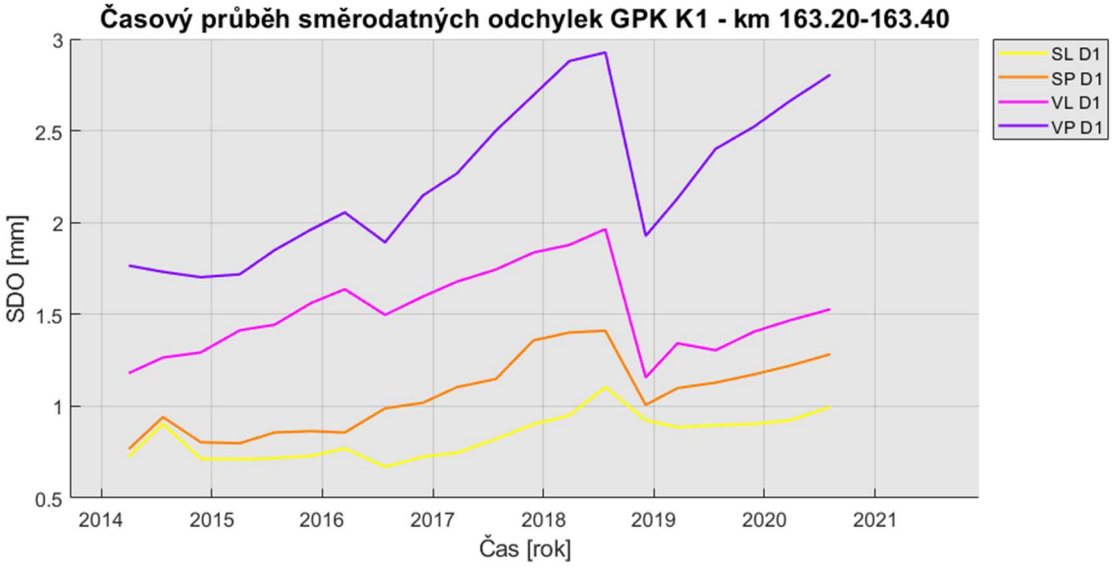
4.5 Výstupní grafy

Pro názornou ukázku byly sledované parametry VL, VP, SL, SP, RK a PK zaneseny do grafu. Zde můžeme vidět, že toto řešení je nepřehledné a nelze na něm pozorovat průběh parametrů s menší velikostí SDO.

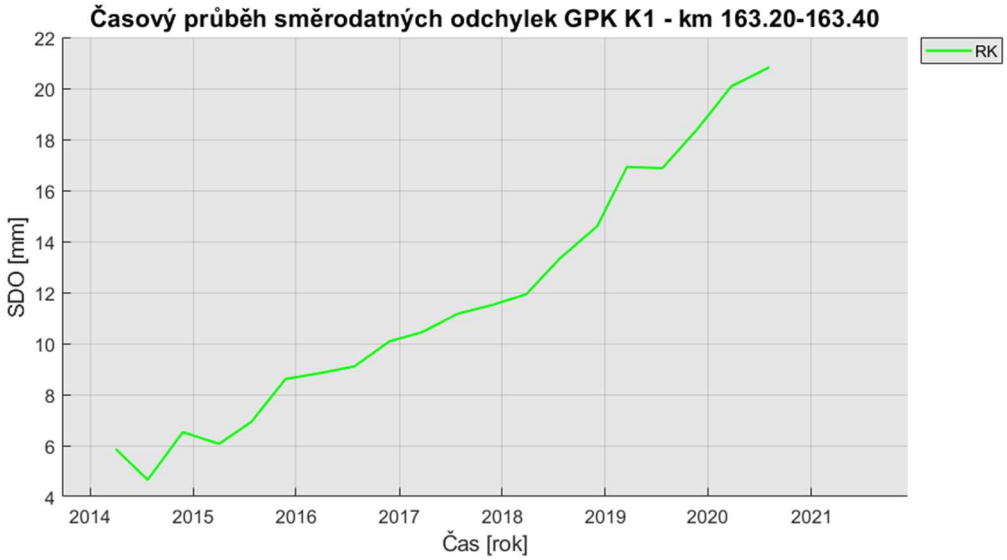


Obrázek 12: Graf vykreslení všech parametrů koleje č.1

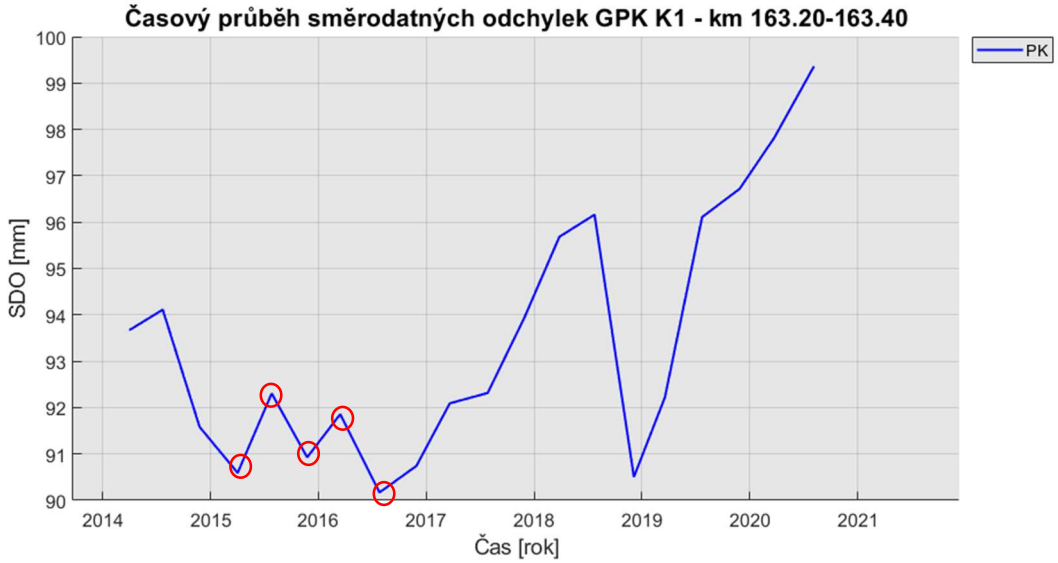
Z tohoto důvodu bylo nutné parametry rozdělit do tří samostatných grafů, a to do grafů s SDO směrů a výšek kolejnicových pásů, rozchodem a převýšením.



Obrázek 13: Graf SDO SL, SP, VL, VP koleje č.1



Obrázek 14: Graf SDO RK koleje č.1



Obrázek 15: Graf SDO PK koleje č.1 úsek km 163.20-163.40

Z grafu lze také pozorovat, že hodnoty SDO pro PK nabývají velmi vysokých hodnot. S největší pravděpodobností jsou zde vysoké hodnoty způsobené tím, že se převýšení velmi mění. Obecně se PK pohybuje od 0 do maximální hodnoty v oblouku, což při stanovení průměru a následně SDO vede na velké hodnoty, kvůli velkému rozptylu naměřených hodnot. Po prozkoumání více grafů s různých úseků lze usoudit, že kvůli velmi složitému směrovému vedení trati je průběh SDO pro PK velmi zavádějící. Z Obrázku 15 můžeme vidět rozmezí od přibližně 90 do 99,5, tento úsek se nachází v přechodnici a složeném oblouku. Velmi často se také hodnoty mezi jednotlivými, za sebou jdoucími měřeními, velmi liší a nemají rostoucí tendenci (viz. znázorněné červené kroužky v Obrázku 15). To může být způsobeno různorodými změnami obou kolejnicových pásů, např. nejdříve poklesnul pravý kolejnicový pás, což způsobí nárůst SDO PK, ale poté může dojít k poklesu levého kolejnicového pásu, a tak opět dojde ke snížení SDO PK. Na grafech PK bude také

provedena aproximace, ale kvůli důvodům uvedených výše, nebudeme PK uvažovat v analýze, který parametr je nejvýraznější. Grafy PK jsou velmi složité na vyhodnocování.

4.6 Vyhodnocení údržbových zásahů

Z grafu SDO SL, SP, VL a VP (Obrázek 12) lze usoudit, že mezi měřením 23.7.2018 a 27.11.2018 proběhla oprava směrové a výškové polohy koleje (podbití), což ale neovlivní vývoj SDO RK (Obrázek 13).

Pokud dojde k poklesu SDO RK, můžeme předpokládat, že došlo k výměně kolejnic, pražců, nebo dokonce výměně celého kolejového roštu.

Za pomocí těchto předpokladů byla dále zpracována tabulka předpokládaných údržbových zásahů. Zásahy jsou zaznamenány k datu, kde se změna SDO projevila.

Je nutno podotknout, že v tomto úseku dochází k poruchám pražců trhlinami, které jsou po identifikaci závady měněny. To znamená, že k údržbovým zásahům docházelo dříve, než bylo dosaženo limitních hodnot ZKV.

Dále byla také vypracována tabulka s přehledem počtu oprav na jednotlivých úsecích, „chaotických“ úseků (úseků s nejasně se měnícími hodnotami SDO) a úseků s tzv. peaky (špičkami). Na základě této tabulky bude dále komentován vývoj SDO GPK a analýza „chaotických“ úseků.

Tabulka 4: Odhadované zásahy kolej č.1

KOLEJ Č.1

Datum / Úsek	J14	L14	P14	J15	L15	P15	J16	L16	P16	J17	L17	P17	J18	L18	P18	J19	L19	P19	J20	L20
161.80-162.00																				
162.00-162.20																				
162.20-162.40																				
162.40-162.60																				
162.60-162.80																				
162.80-163.00																				
163.00-163.20																				
163.20-163.40																				
163.40-163.60																				
163.60-163.80																				
163.80-164.00																				
164.00-164.20																				
164.20-164.40																				
164.40-164.60																				
164.60-164.80																				
164.80-165.00																				
165.00-165.20																				
165.20-165.40																				
165.40-165.60																				
165.60-165.80																				
165.80-166.00																				
166.00-166.20																				
166.20-166.40																				
166.40-166.60																				
166.60-166.80																				
166.80-167.00																				
167.00-167.20																				
167.20-167.40																				
167.40-167.60																				
167.60-167.80																				
167.80-168.00																				
168.00-168.20																				
168.20-168.40																				
168.40-168.60																				
168.60-168.80																				
168.80-169.00																				
169.00-169.20																				
169.20-169.40																				
169.40-169.60																				
169.60-169.80																				
169.80-170.00																				
170.00-170.20																				
170.20-170.40																				
170.40-170.60																				
170.60-170.80																				

Legenda

-podbití

-výměna pražců

Tabulka 5: Odhadované zásahy kolej č.2

KOLEJ Č.2

Datum / Úsek	J14	L14	P14	J15	L15	P15	J16	L16	P16	J17	L17	P17	J18	L18	P18	J19	L19	P19	J20	L20
161.80-162.00																				
162.00-162.20																				
162.20-162.40																				
162.40-162.60																				
162.60-162.80																				
162.80-163.00																				
163.00-163.20																				
163.20-163.40																				
163.40-163.60																				
163.60-163.80																				
163.80-164.00																				
164.00-164.20																				
164.20-164.40																				
164.40-164.60																				
164.60-164.80																				
164.80-165.00																				
165.00-165.20																				
165.20-165.40																				
165.40-165.60																				
165.60-165.80																				
165.80-166.00																				
166.00-166.20																				
166.20-166.40																				
166.40-166.60																				
166.60-166.80																				
166.80-167.00																				
167.00-167.20																				
167.20-167.40																				
167.40-167.60																				
167.60-167.80																				
167.80-168.00																				
168.00-168.20																				
168.20-168.40																				
168.40-168.60																				
168.60-168.80																				
168.80-169.00																				
169.00-169.20																				
169.20-169.40																				
169.40-169.60																				
169.60-169.80																				
169.80-170.00																				
170.00-170.20																				
170.20-170.40																				
170.40-170.60																				
170.60-170.80																				

Legenda

-podbití

-výměna pražců

Tabulka 6: Přehled počtu oprav

Úsek	K1	K2	Legenda	
161.80-162.00			0 x oprava	
162.00-162.20			1 x oprava	
162.20-162.40			2 x oprava	
162.40-162.60			chaotické	???
162.60-162.80		P	peak	P
162.80-163.00				
163.00-163.20				
163.20-163.40				
163.40-163.60				
163.60-163.80		???		
163.80-164.00				
164.00-164.20				
164.20-164.40				
164.40-164.60				
164.60-164.80				
164.80-165.00				
165.00-165.20		P		
165.20-165.40		P		
165.40-165.60		P		
165.60-165.80				
165.80-166.00				
166.00-166.20				
166.20-166.40				
166.40-166.60				
166.60-166.80				
166.80-167.00				
167.00-167.20				
167.20-167.40				
167.40-167.60				
167.60-167.80				
167.80-168.00		???		
168.00-168.20				
168.20-168.40				
168.40-168.60		P		
168.60-168.80		P		
168.80-169.00				
169.00-169.20	???	P		
169.20-169.40		???		
169.40-169.60	???	???		
169.60-169.80		???		
169.80-170.00	???	???		
170.00-170.20				
170.20-170.40				
170.40-170.60		???		
170.60-170.80	???	???		

4.7 Analýza „chaotických“ úseků

Úsek km 163.60-163.80 chaos by zde mohl být způsoben tím, že se úsek nachází mezi propustkem a železničním mostem. Úsek se také nachází ve složeném oblouku o malém poloměru. Chaotický průběh SDO se však týká jen koleje č.2, může se tedy jednat i o chybu měření.

Úsek km 167.80-168.00 chaos by zde mohl být způsoben tím, že se úsek nachází z části v tunelu a z části na mostě. Úsek se nachází v přímé. Chaotický průběh SDO se však týká jen koleje č.1, může se tedy jednat i o chybu měření.

Úsek km 169.00-169.20 chaos by zde mohl být způsoben tím, že se úsek nachází nad propustkem. Úsek se také nachází ve složeném oblouku o malém poloměru a přechodnici. Chaotický průběh SDO se však týká jen koleje č.1, může se tedy jednat i o chybu měření.

Úsek km 169.20-169.40 chaos by zde mohl být způsoben tím, že se úsek nachází mezi propustky. Úsek se také nachází v oblouku a přilehlých přechodnicích. Chaotický průběh SDO se však týká jen koleje č.2, může se tedy jednat i o chybu měření.

Úsek km 169.40-169.60 chaos by zde mohl být způsoben tím, že se úsek nachází nad propustkem. Úsek se také nachází v oblouku a přilehlých přechodnicích. Chaotický průběh SDO se týká obou kolejí. Může zde vznikat i problém s podložím.

Úsek km 169.60-169.80 chaos by zde mohl být způsoben tím, že se úsek nachází na mostě a navazuje na něj další úsek s mostem. Úsek se také nachází v oblouku a přilehlých přechodnicích. Chaotický průběh SDO se však týká jen koleje č.2, může se tedy jednat i o chybu měření.

Úsek km 169.80-170.00 chaos by zde mohl být způsoben tím, že se úsek nachází na začátku i na konci na mostě. Úsek se také celý nachází v oblouku. Chaotický průběh SDO se týká obou kolejí.

Úsek km 170.40-170.60 chaos by zde mohl být způsoben tím, že se úsek nachází na mostě. Úsek se také nachází ve složených obloucích. Chaotický průběh SDO se však týká jen koleje č.2, může se tedy jednat i o chybu měření.

Úsek km 170.60-170.80 chaos by zde mohl být způsoben tím, že se úsek nachází z velké části na umělých stavbách a je to úsek přilehlý ke stanici Adamov. Úsek se také nachází ve složeném oblouku a přechodnici. Chaotický průběh SDO se týká obou kolejí.

Jak můžeme vidět výše, chaotický průběh nemá žádný vzorec. V mnoha dalších úsecích se nachází také umělé stavby a takové průběhy se zde nevyskytují.

Bylo by vhodné, aby se na tyto úseky Správa železnic zaměřila a pokusila se zjistit příčiny tohoto problému.

4.8 Aproximace

Průběhy SDO jednotlivých parametrů budou dále aproximovány lineárními funkcemi. Jelikož data nemají viditelně nelineární průběh, nebude těchto funkcí využito pro regresi.

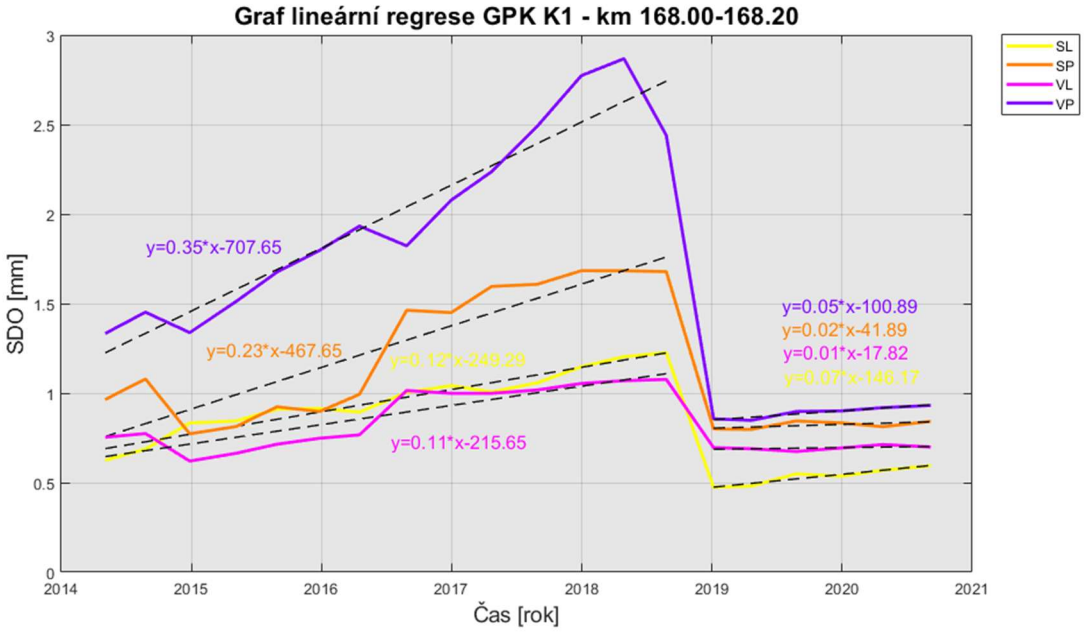
I na tuto problematiku bylo výhodně využito systému MATLAB.

Protože by se jednalo o velké množství dat a grafů, budou za účelem této práce vybrány k posouzení úseky, kde se vyskytuje jedna oprava na obou kolejích v jednom úseku. Tyto

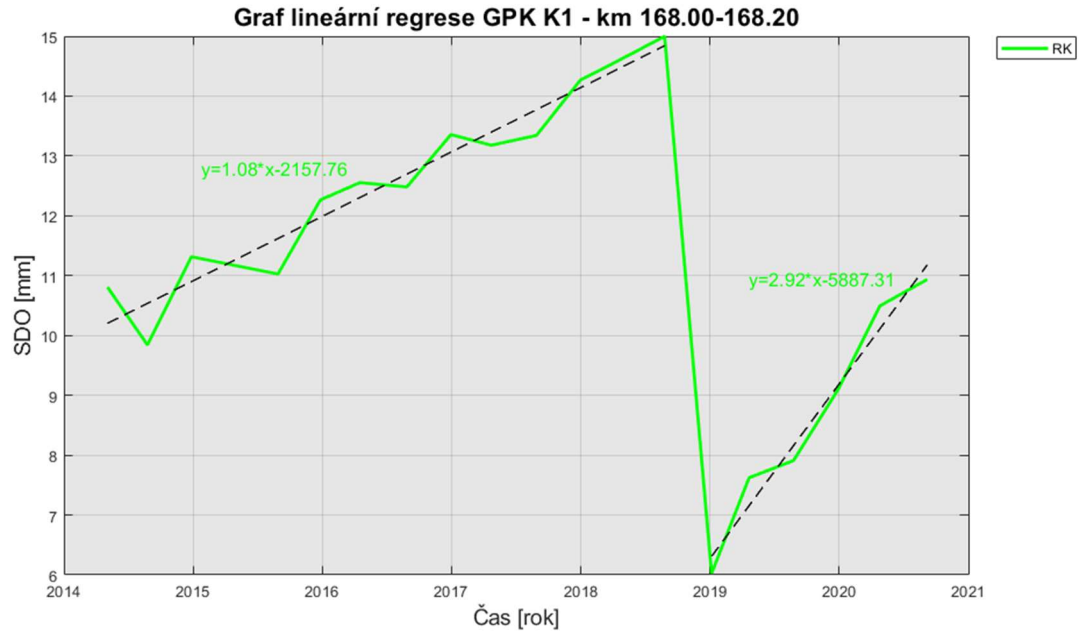
úseky byly vybrány z důvodu prokázání, zda je přímka strmější či pozvolnější po zásahu, jak se od sebe liší směrnice přímek v jednotlivých kolejích a v neposlední řadě, který parametr je nejvýraznější. Vybraná staničení jsou zvýrazněna tučně v Tabulce 6.

Dále budou uvedeny vzory grafů s regresemi. Zbylé grafy budou součástí přílohy.

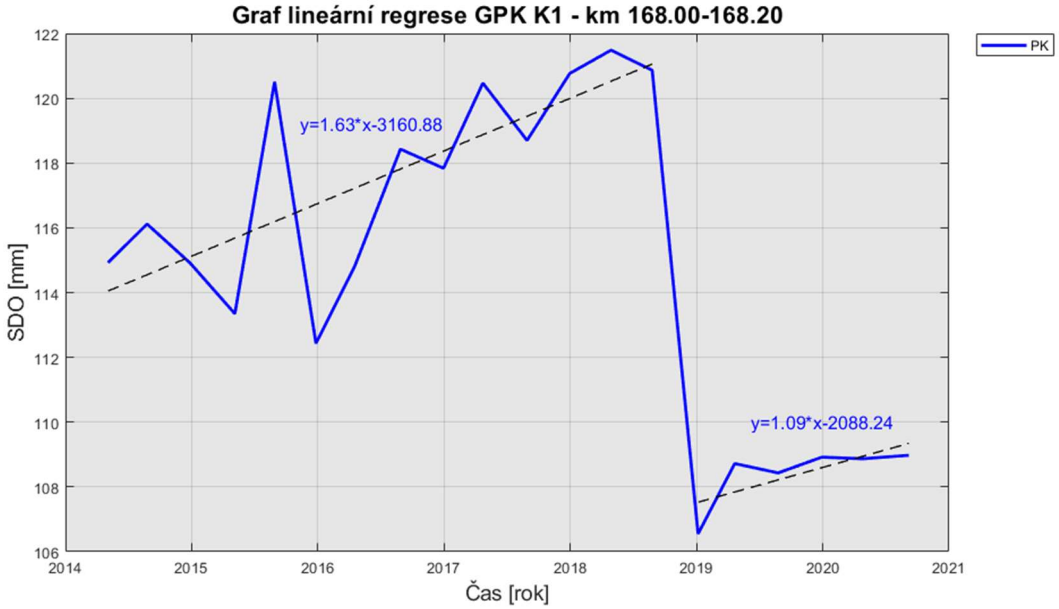
Funkce aproximace SDO by se za pomocí extrapolace daly využít pro zjištění hodnot SDO v následujících časových obdobích, tedy i čas, kdy by došlo k překročení mezní hladiny. Dalo by se tedy dopředu naplánovat, kdy by měla nastat údržba koleje.



Obrázek 16: Vzor grafu lineární regrese SL, SP, VL, VP



Obrázek 17: Vzor grafu lineární regrese RK



Obrázek 18: Vzor grafu lineární regrese PK

Po vytvoření všech potřebných grafů byly rovnice regresí zapsány do tabulky.

Tabulka 7: Rovnice regresí K1

Staničení	před/po zásahu	K1 (y=a*x+b)											
		SL		SP		VL		VP		RK		PK	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
162.40-162.60	před	0,04	-70,45	0,07	-133,58	0,14	-282,40	0,05	-106,08	1,47	-2956,28	0,97	-1879,26
	po												
162.60-162.80	před	0,04	-70,96	0,01	-10,42	0,11	-224,25	0,09	-186,64	2,14	-4300,82	1,22	-2341,01
	po												
166.40-166.60	před	0,03	-67,19	0,00	7,91	0,14	-273,64	0,15	-291,70	1,28	-2565,99	1,60	-3130,62
	po					0,01	-22,62	0,00	-7,62				
167.00-167.20	před	0,06	-120,83	0,05	-96,35	0,31	-621,09	0,20	-396,89	0,62	-1249,97	0,11	-151,28
	po					-0,01	19,71	0,02	-36,37	0,74	-1487,43		
167.80-168.00	před	0,02	-41,11	0,03	-66,45	0,05	-108,78	0,06	-116,17	???	???	0,48	-956,08
	po					0,11	-221,14	0,06	-111,18			0,00	-1,04
168.00-168.20	před	0,12	-249,29	0,23	-467,65	0,11	-215,65	0,35	-707,65	1,08	-2157,76	1,63	-3160,88
	po	0,07	-146,17	0,02	-41,89	0,01	-17,82	0,05	-100,89	2,92	-5887,31	1,09	-2088,24
168.20-168.40	před	0,04	-80,85	0,03	-67,07	0,09	-178,41	0,08	-166,43	0,03	-57,99	-0,71	1462,22
	po									0,58	-1178,52	-0,07	167,71
169.60-169.80	před	0,19	-347,76	0,10	-197,44	0,13	-258,06	0,35	-696,41	1,14	-2282,81	1,74	-3351,87
	po	-0,01	18,88	0,05	-98,53	0,35	-696,41	0,05	-90,53	3,37	-6803,12	1,53	-2948,61
170.00-170.20	před	0,10	-199,89	0,09	-187,99	0,26	-532,90	0,04	-77,13	1,43	-2883,61	3,24	-6419,85
	po	0,13	-258,39	0,15	-299,39	0,52	-1042,18	0,17	-341,37			2,70	-5339,63
170.20-170.40	před	0,10	-200,06	0,11	-22,48	0,48	-966,43	0,24	-477,31	1,75	3520,40	2,24	-4369,42
	po												

Tabulka 8: Rovnice regresí K2

Staničení	před/po zásahu	K2 (y=a*x+b)											
		SL		SP		VL		VP		RK		PK	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
162.40-162.60	před	0,02	-38,12	0,03	-67,54	0,06	-112,52	0,15	-154,74	0,62	-1243,46	1,74	-3421,80
	po					0,08	-154,74	0,12	-246,89	1,16	-2334,38	3,12	-6224,85
162.60-162.80	před	0,35	-701,97	0,31	-631,23	0,19	-388,26	0,26	-514,55	1,20	-2407,45	1,43	-2763,42
	po	-0,07	132,51	-0,03	66,95	-0,06	115,60	0,03	-62,00	1,59	-3190,42	2,88	-5705,09
166.40-166.60	před	0,14	-277,75	0,11	-220,49	0,33	-664,30	0,21	-419,85	0,81	-1630,54	1,89	-3724,94
	po	-0,06	128,44	0,03	-54,42	0,17	-349,19	-0,03	61,10	1,86	-3751,74	1,27	-2470,01
167.00-167.20	před	0,00	4,38	0,03	-55,83	0,02	-40,42	0,04	-88,28	0,51	-1025,45	0,21	-356,43
	po	-0,02	43,68	-0,01	23,40	0,01	-28,06	-0,01	22,85	0,95	-1921,07		
167.80-168.00	před	0,03	-55,68	0,02	-46,93	0,11	-223,68	0,20	-393,79	0,15	-292,41	0,32	-651,10
	po					0,15	-297,29	0,25	-503,79	0,05	-109,02		
168.00-168.20	před	0,05	-96,95	0,08	-155,17	0,07	-137,41	0,15	-310,20	0,83	-1658,30	1,31	-2525,42
	po					0,11	-216,01	0,54	-1096,01				
168.20-168.40	před	0,04	-80,78	0,02	-30,51	0,09	-183,47	0,18	-364,71	0,27	-536,17	0,14	-2525,42
	po	0,04	-70,33			0,13	-260,53	0,31	-618,76				
169.60-169.80	před	???	???	???	???	???	???	???	???	1,89	-3785,51	0,39	-627,02
	po									1,92	-3864,26	1,37	-2614,16
170.00-170.20	před	-0,02	39,59	0,05	-106,17	0,11	-230,12	0,06	-126,24	0,81	-1629,96	-2,29	4731,37
	po	0,08	-153,19	0,16	-327,29	0,23	-460,29	0,01	-16,00			4,22	-8415,39
170.20-170.40	před	0,19	-379,59	0,16	-323,58	0,23	-454,35	0,32	-634,76	1,52	-3048,23	-1,77	3719,90
	po	0,23	-460,25	0,38	-770,22	0,61	-1292,97	0,27	-542,41			3,06	-6016,29

4.9 Vyhodnocení regresí

Nejvýraznějším parametrem, který se nejvíce zhoršuje v čase je, když nebudeme uvažovat PK pro jeho velmi nejasné grafy, RK a to v 93 % všech regresí. Jelikož se úsek skládá z mnoha oblouků o malém poloměru, je tato hypotéza pravděpodobná. Když bylo započteno i PK, tak RK v koleji č.1 je nejvýraznější jen v 50 % a v koleji č.2 dokonce jen ve 45 %.

Dále bylo provedeno šetření, zda jsou přímky regresí strmější před, nebo po opravném zásahu. Pro větší přehlednost byla zpracována tabulka. Bylo počítáno jen s daty, kde známe směrnici přímky před a po zásahu. V některých případech opravný zásah proběhl mezi některými z prvních měření, tudíž regrese ze tří, popřípadě méně bodů, by nebyla vypovídající. Nastaly i situace, kdy se oprava neprojevila na grafech některých parametrů, i zde máme pouze jednu směrnici pro jeden úsek. Opět bylo hodnocení rozděleno na počet úseků hodnocených s PK a bez něj z již výše uvedených důvodů. Z tabulky je zřejmé, že se nedá jednoznačně říci, zda po opravném zásahu dojde ke snížení rychlosti zhoršování SDO, naopak v koleji č.1 jsou data v poměru cca 1:1, tedy v polovině případů dojde ke zpomalení a v polovině ke zrychlení zhoršování SDO.

Tabulka 9: Přehled strmostí před/po zásahu

Číslo koleje	strmější před zásahem bez započtení PK	strmější po zásahu bez započtení PK	celkem	strmější před zásahem se započtením PK	strmější po zásahu se započtením PK	celkem
1	11	10	21	16	10	26
2	16	19	35	17	23	40
Σ	27	29	56	33	33	66

Dále byla provedena analýza v kolika případech je v koleji č.1 nárůst SDO rychlejší než v koleji č.2. Jelikož v některých úsecích u některých parametrů známe jen jednu rovnici přímky, byl nejdříve u úseků, kde známe dvě hodnoty, vypočítán průměr a tyto hodnoty potom porovnány. Bylo zjištěno, že z 55 případů je 29krát rychlejší nárůst v koleji č.1, což je skoro 50 %. Z toho vyplývá, že nelze říct, ve které koleji SDO narůstá rychleji.

Tabulka 10: Přehled větších strmostí

Staničení	SL	SP	VL	VP	RK	PK
162.40-162.60	K1	K1	K1	K2	K1	K2
162.60-162.80	K2	K2	K1	K2	K1	K2
166.40-166.60	K2	K2	K2	K2	K2	K1
167.00-167.20	K1	K1	K1	K1	K2	K2
167.80-168.00	K2	K1	K2	K2		K2
168.00-168.20	K1	K1	K2	K2	K1	K1
168.20-168.40	K2	K1	K2	K2	K1	K2
169.60-169.80					K1	K1
170.00-170.20	K1	K1	K1	K1	K1	K1
170.20-170.40	K2	K2	K1	K2	K1	K1

K1	stmost větší u K1
K2	stmost větší u K2

5 ZÁVĚR

V teoretické části byly popsány jednotlivé GPK, měřící prostředky a současné metody měření, sledování a vyhodnocování GPK.

Na datech z úseku poskytnutých Správou železnic byly vypočteny SDO pro jednotlivé parametry a úseky a následně zakresleny do grafů.

Nejdříve byla provedena analýza úseků. Jejím cílem bylo odhadnutí opravných zásahů. Poté bylo provedeno šetření tzv. chaotických úseků, kde se nepodařilo najít žádný vzorec, proč tyto „chaotické průběhy“ vznikají.

Následně byla na vybraných úsecích provedena aproximace vývoje SDO. Dále bylo nutné tyto lineární regrese vyhodnotit. Bylo zjištěno, že rozhodujícím parametrem v tomto úseku je RK, což by mohlo odpovídat realitě, protože se trať nachází ve složitých směrových poměrech s velkým bočním ojížděním kolejnic.

Dále byly provedeny analýzy, u které koleje se kvalita zhoršuje rychleji a zda se kvalita zhoršuje rychleji po zásahu nebo před. Ani u jedné z těchto analýz se nám nepodařilo získat jasný výsledek.

Do budoucna by bylo vhodné takto vyhodnotit všechny úseky.

Zdroje

[1] data z měření MV na zkušebním úseku (poskytla Správa železnic).

[2] Vyhláška č. 177/1995 Sb. Stavební a technický řád drah, v platném znění.

[3] ČSN 73 6360 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha. Praha, 2009

[4] SŽ S2/4 Předpis pro zajišťování diagnostiky železničního svršku měřicími prostředky s kontinuálním záznamem. Praha, 2020

[5] FURIŠ, Karel. MVŽSv [foto]. In: cs.wikipedia.org [online]. [cit. 25.5.2021]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/M%C4%9B%C5%99ic%C3%AD_v%C5%AFz_pro_%C5%BEelezni%C4%8Dn%C3%AD_svr%C5%A1ek#/media/Soubor:Lipn%C3%ADk_nad_Be%C4%8Dvou_,_contact-less_track_recording_car_of_S%C5%BDDC.jpg

[6] AUTOR NEUVEDEN. MD [foto]. In: *tudc.cz* [online]. [cit. 25.5.2021]. Dostupné z: https://www.tudc.cz/index.php/diagnosticke-prostredky/merici-drezina-md1/

Použité zkratky

AL	mez sledování (AL - Alert Limit)
CZK	celková známka kvality
GPK	geometrické parametry koleje
IAL	mez bezodkladného zásahu (IAL - Immediate Action Limit)
IL	mez zásahu (opravy) (IL - Intervention Limit)
MD	měřicí drezína pro železniční svršek
MMD	malá měřicí drezína pro železniční svršek
MVŽSv	měřicí vůz pro železniční svršek
PK	převýšení koleje
RK	celkový rozchod koleje
RP	rychlostní pásmo
SDO	směrodatná odchylka
SL	směr levého kolejnicového pásu
SP	směr pravého kolejnicového pásu
TMS	traťový měřicí systém GPK na MVŽSv (Track Measuring System)
TÚDC	Technická ústředna dopravní cesty
VL	podélná výška temen levého kolejnicového pásu
VP	podélná výška temen pravého kolejnicového pásu
ZK	zborcení koleje
ZKV	známka kvality
ZP	známka podbíjení koleje
ZR	změna rozchodu koleje na stanovenou délku koleje

Seznam obrázků

Obrázek 1: Grafické znázornění definic veličin konstrukčního a geometrického uspořádání koleje [3] 12

Obrázek 2: MVŽSv. Foto Karel Furiš [5] 13

Obrázek 3: Schéma MVŽSv. Zdroj SŽ S2/4 [4] 14

Obrázek 4: MD. Zdroj tudc.cz [6] 15

Obrázek 5: Schéma MD. Zdroj SŽ S2/4 [4] 15
Obrázek 6: Schéma MMD.1. Zdroj SŽ S2/4 [4] 17
Obrázek 7: Schéma KRAB. Zdroj SŽ S2/4 [4] 18
Obrázek 8: Příklad grafické výstupní sestavy MVŽSv pro D1. Zdroj SŽ S2/4 [4] 19
Obrázek 9: Příklad výstupní sestavy okamžitého a úsekového hodnocení měřených veličin GPK MVŽSv pro RP0 až RP2. Zdroj SŽ S2/4 [4] 19
Obrázek 10: Definice délky překročení mezní hladiny MH. Zdroj SŽ S2/4 [4] 22
Obrázek 11: Graf na úpravu staničení pomocí RK 25
Obrázek 12: Graf vykreslení všech parametrů koleje č.1 29
Obrázek 13: Graf SDO SL, SP, VL, VP koleje č.1 29
Obrázek 14: Graf SDO RK koleje č.1 30
Obrázek 15: Graf SDO PK koleje č.1 úsek km 163.20-163.40 30
Obrázek 16: Vzor grafu lineární regrese SL, SP, VL, VP 36
Obrázek 17: Vzor grafu lineární regrese RK 36
Obrázek 18: Vzor grafu lineární regrese PK 37

Seznam tabulek

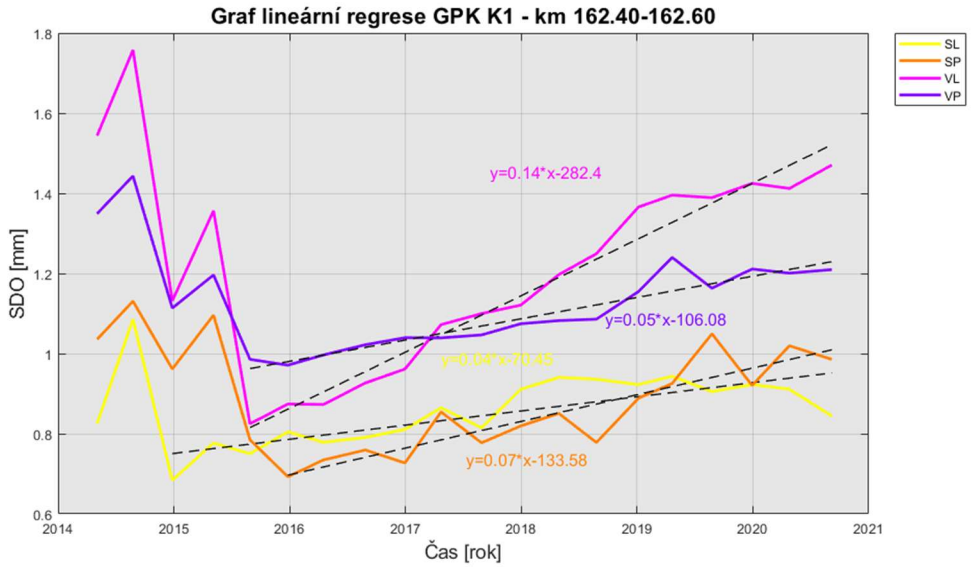
Tabulka 1: Hodnocené parametry GPK 21
Tabulka 2: Přehled měření 24
Tabulka 3: Příklad neupravených dat 25
Tabulka 4: Odhadované zásahy kolej č.1 32
Tabulka 5: Odhadované zásahy kolej č.2 33
Tabulka 6: Přehled počtu oprav 34
Tabulka 7: Rovnice regresí K1 37
Tabulka 8: Rovnice regresí K2 38
Tabulka 9: Přehled strmostí před/po zásahu 38
Tabulka 10: Přehled větších strmostí 39

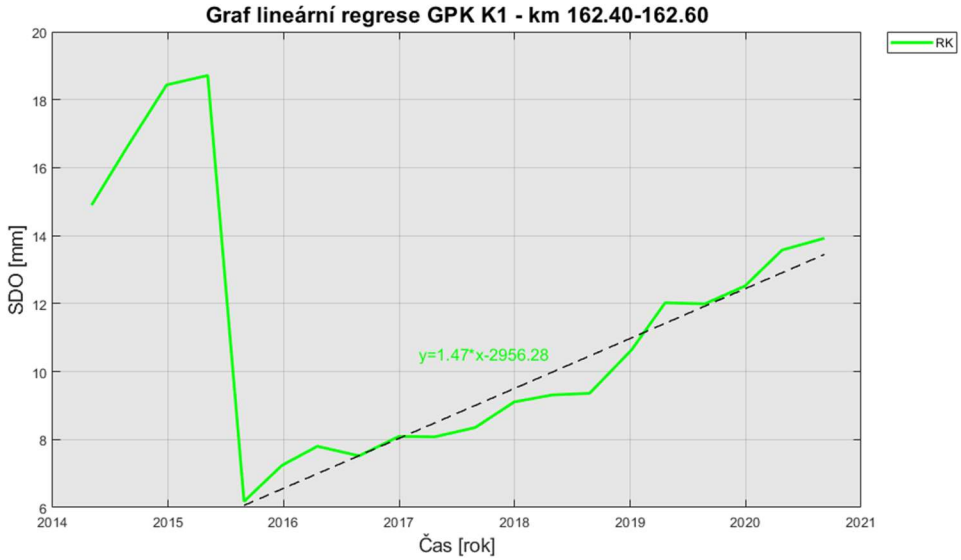
Seznam příloh

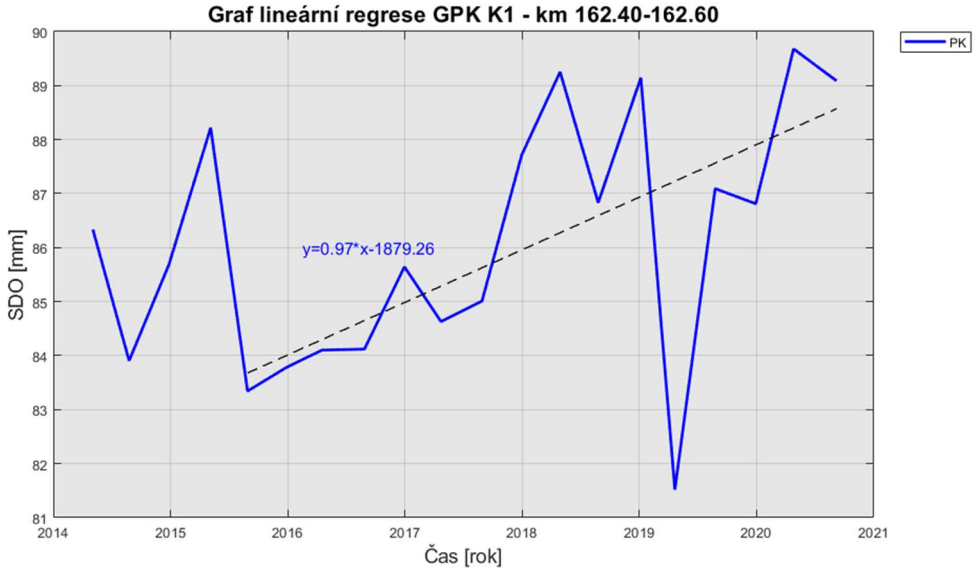
P1: aproximace SDO lineárními funkcemi

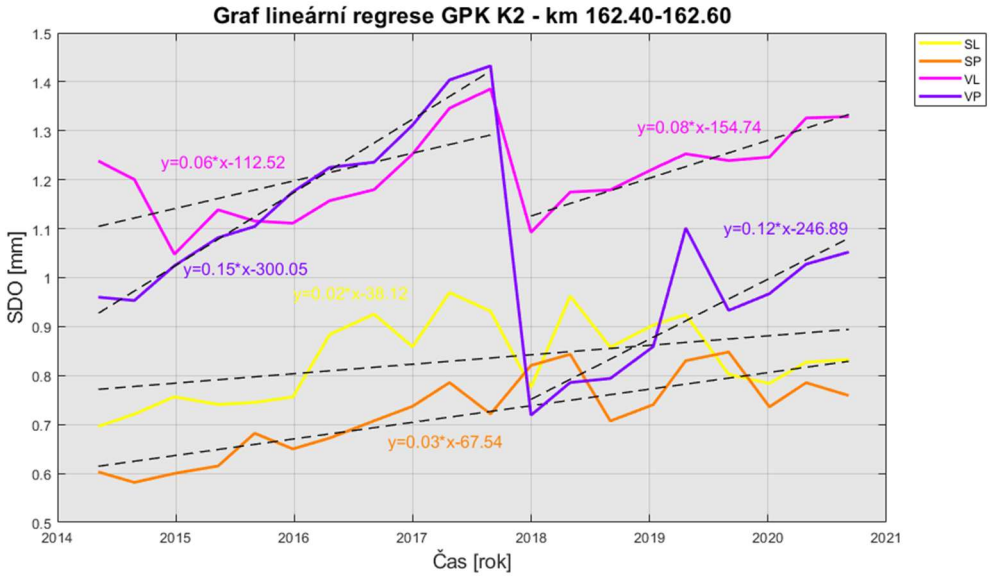
P2: vývoj SDO GPK pro jednotlivé úseky

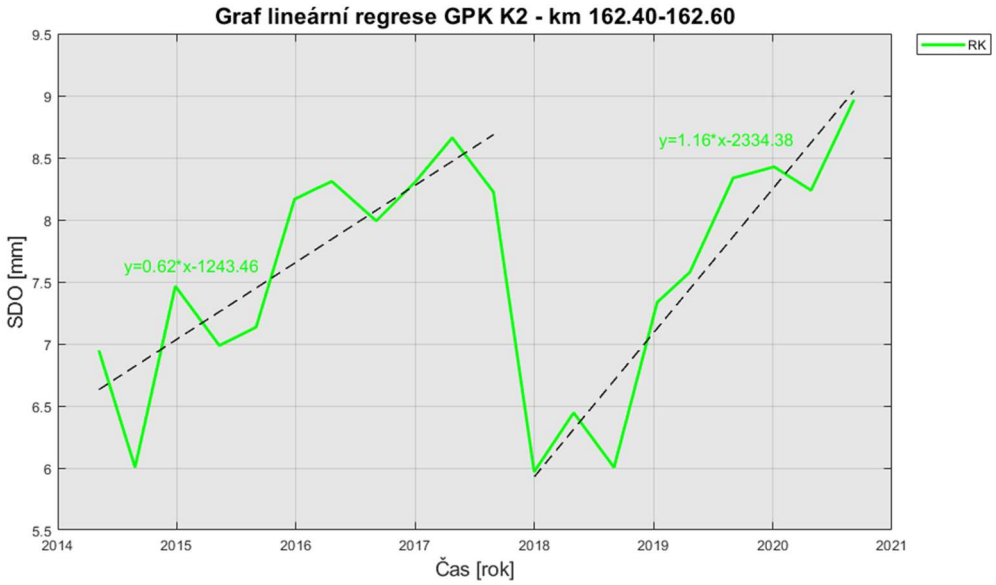
P1: aproximace SDO lineárními funkcemi

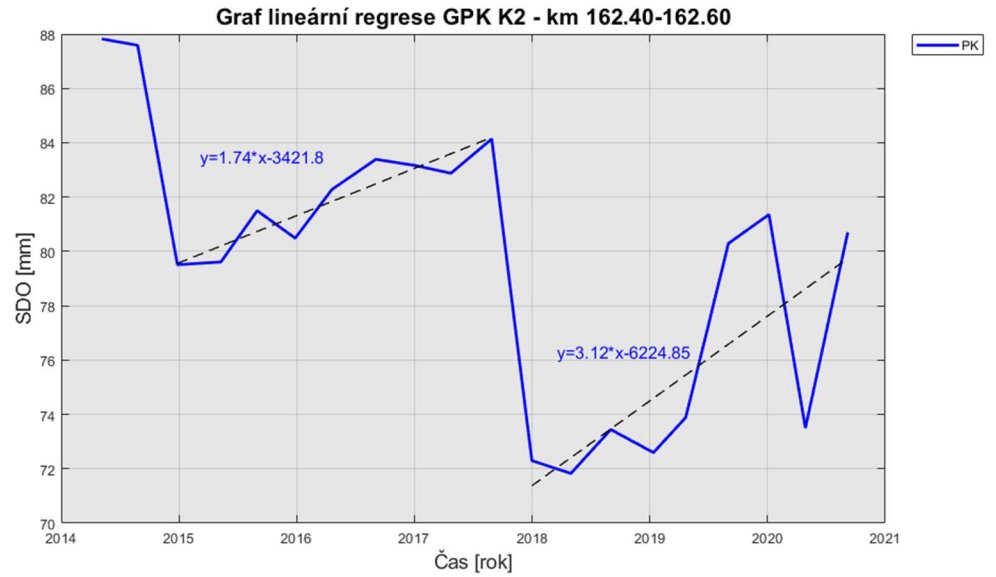


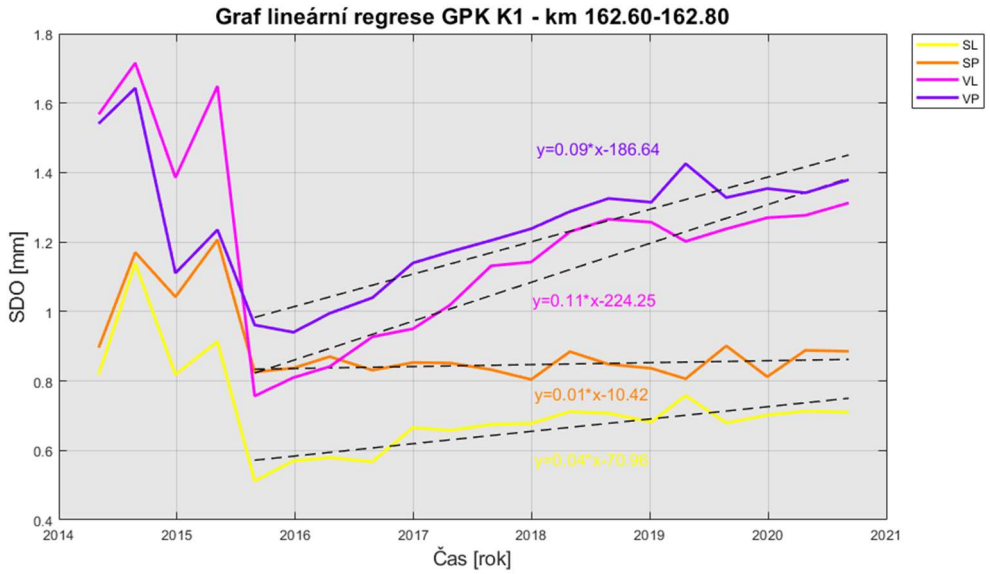


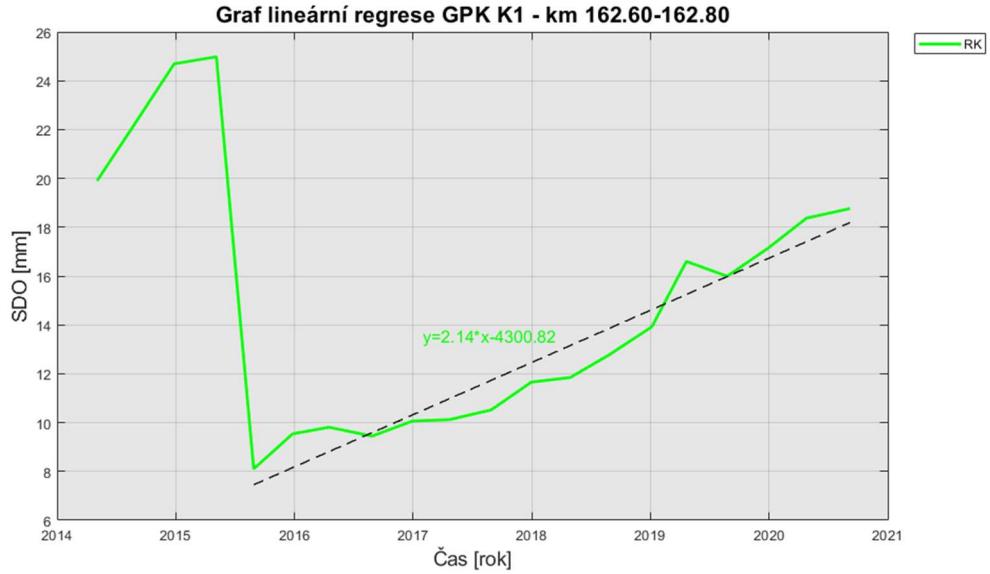


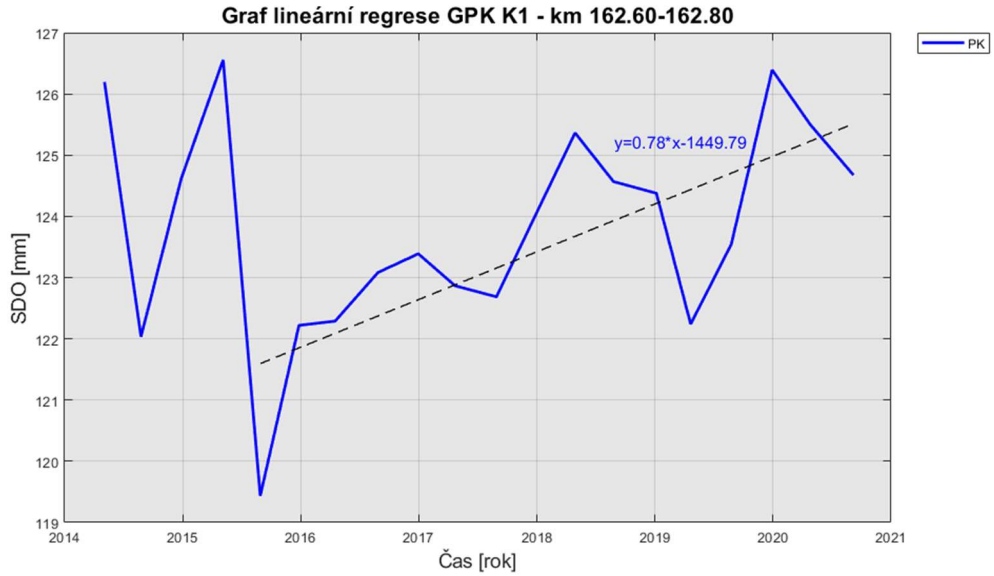

Graf lineární regrese GPK K2 - km 162.40-162.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.06*x-112.52
y=0.08*x-154.74
y=0.12*x-246.89
y=0.15*x-300.05
y=0.02*x-38.12
y=0.03*x-67.54

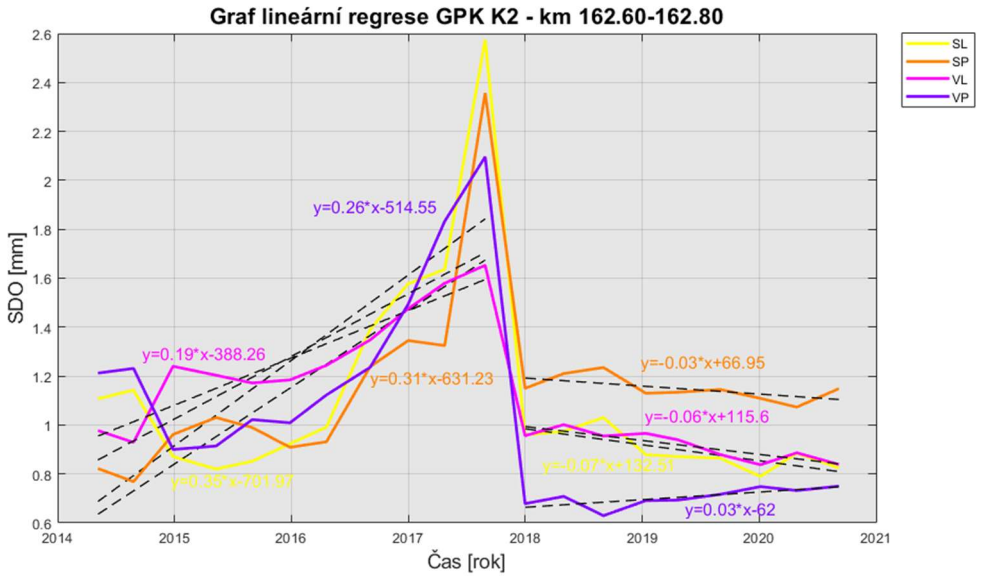

Graf lineární regrese GPK K2 - km 162.40-162.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=0.62*x-1243.46
y=1.16*x-2334.38

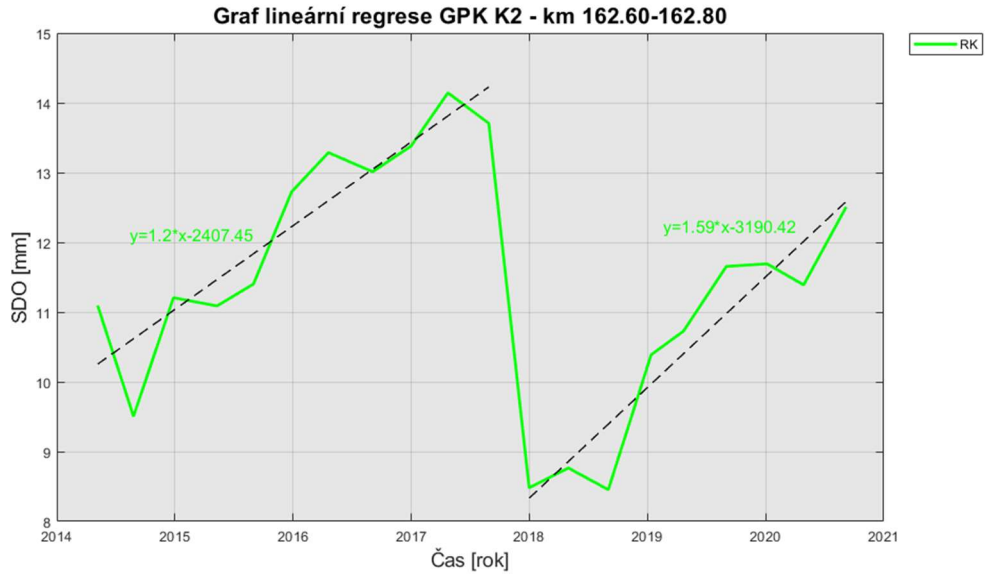

Graf lineární regrese GPK K2 - km 162.40-162.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=1.74*x-3421.8
y=3.12*x-6224.85

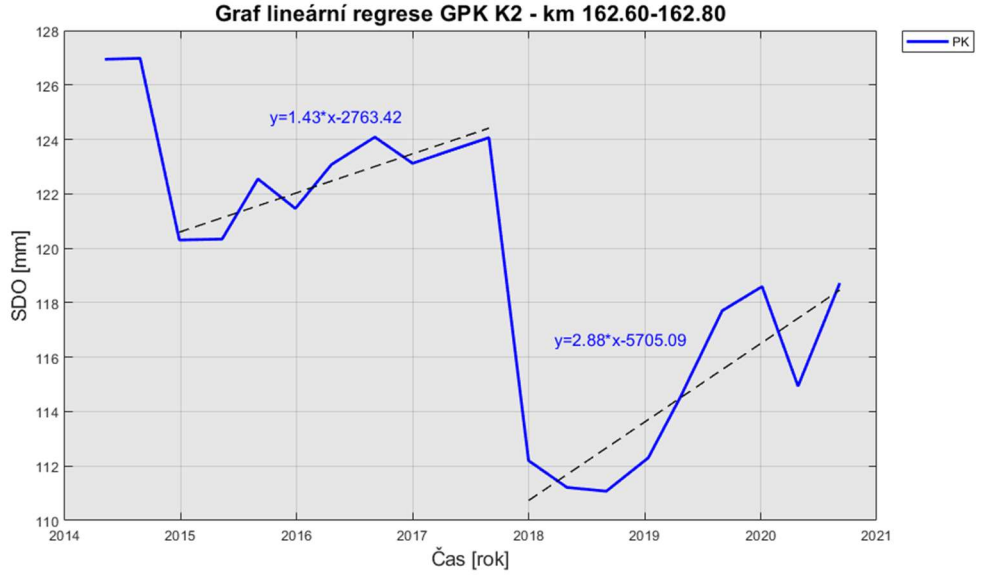

Graf lineární regrese GPK K1 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.09*x-186.64
y=0.11*x-224.25
y=0.01*x-10.42
y=0.04*x-70.96

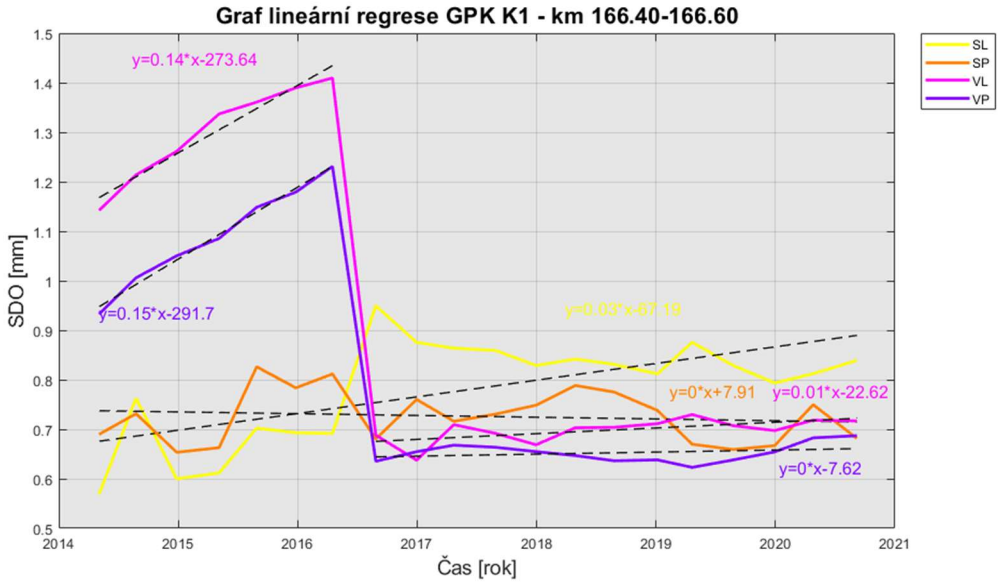

Graf lineární regrese GPK K1 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=2.14*x-4300.82

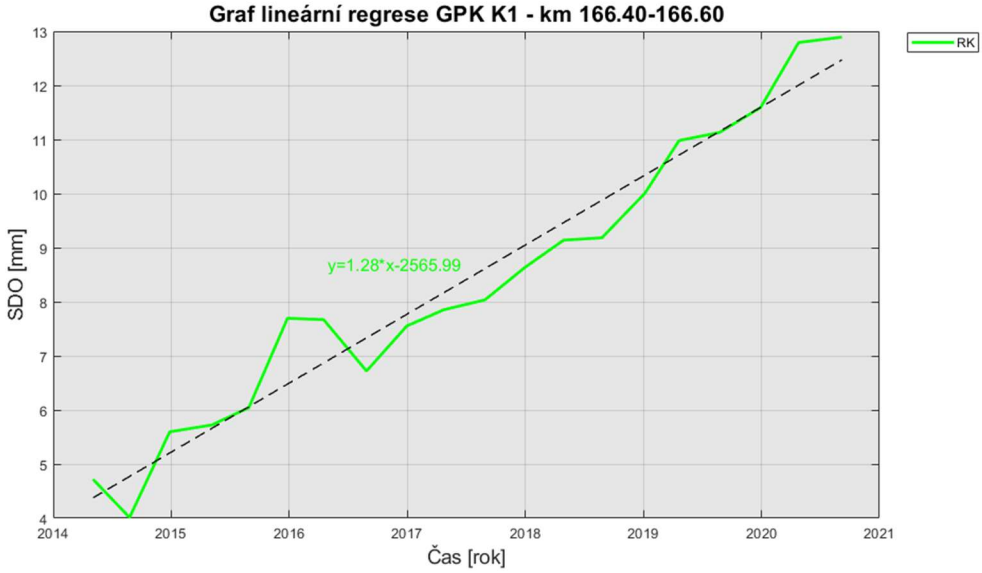

Graf lineární regrese GPK K1 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=0.78*x-1449.79

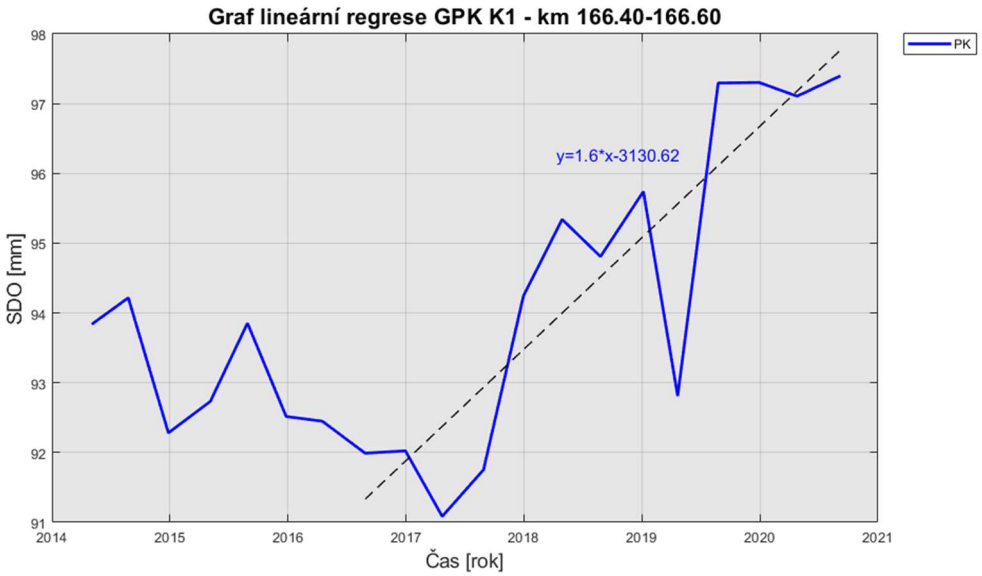

Graf lineární regrese GPK K2 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.26*x-514.55
y=0.19*x-388.26
y=0.31*x-631.23
y=0.36*x-701.97
y=-0.03*x+66.95
y=-0.06*x+115.6
y=-0.07*x+132.51
y=0.03*x-62

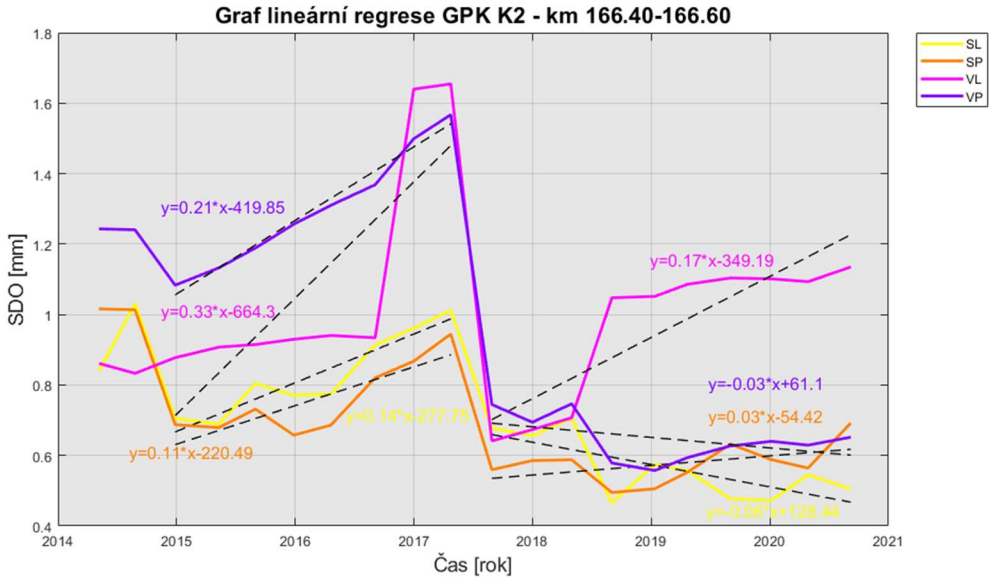

Graf lineární regrese GPK K2 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=1.2*x-2407.45
y=1.59*x-3190.42

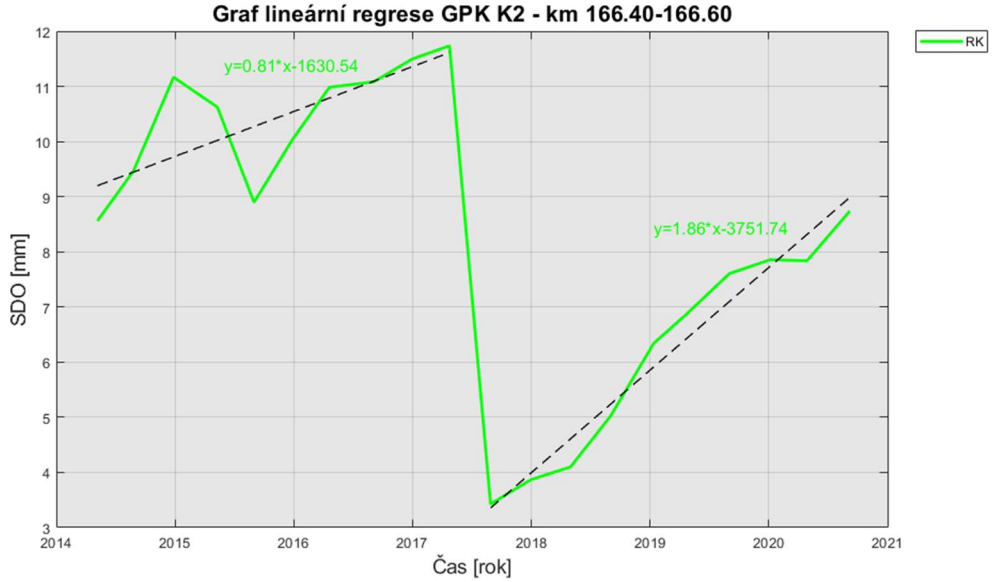

Graf lineární regrese GPK K2 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=1.43*x-2763.42
y=2.88*x-5705.09

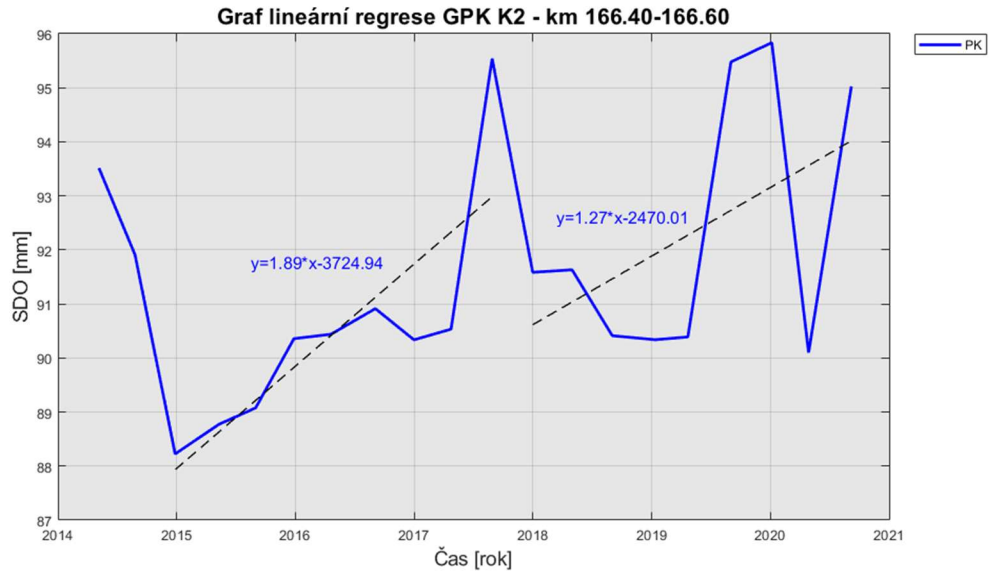

Graf lineární regrese GPK K1 - km 166.40-166.60
y=0.14*x-273.64
y=0.15*x-291.7
y=0.03*x-67.19
y=0*x+7.91
y=0.01*x-22.62
y=0*x-7.62
SL
SP
VL
VP
SDO [mm]
Čas [rok]

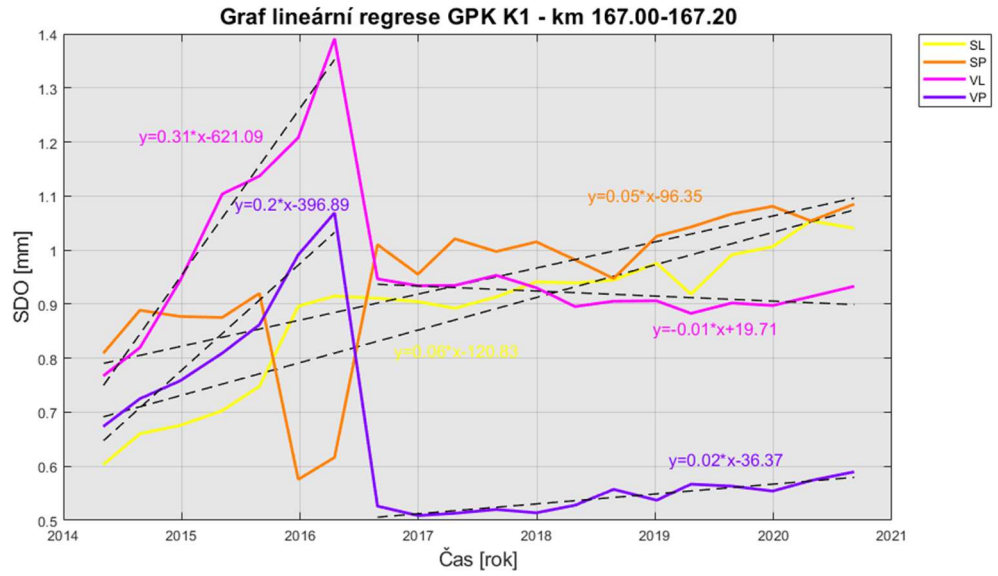

Graf lineární regrese GPK K1 - km 166.40-166.60
y=1.28*x-2565.99
RK
SDO [mm]
Čas [rok]

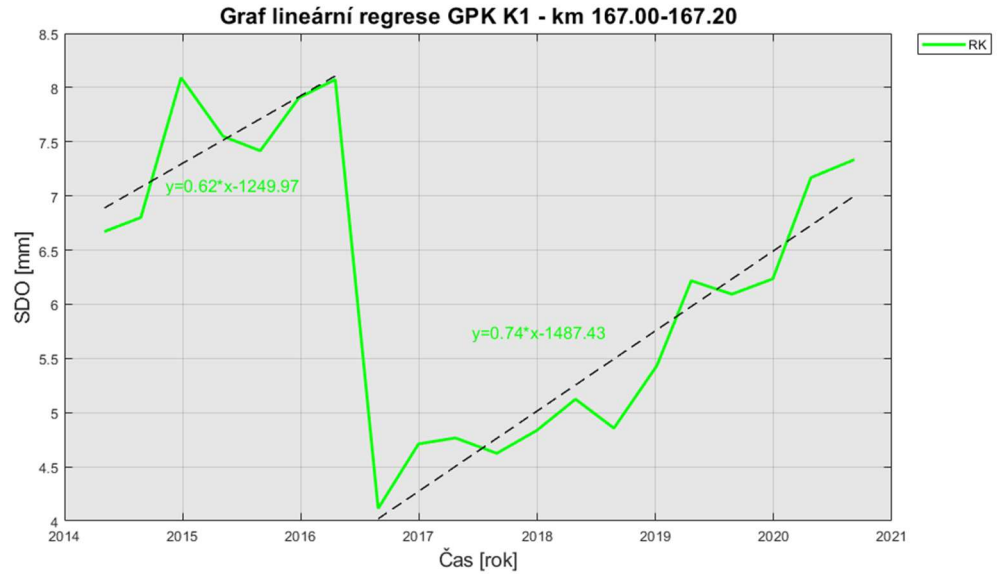

Graf lineární regrese GPK K1 - km 166.40-166.60
y=1.6*x-3130.62
PK
SDO [mm]
Čas [rok]

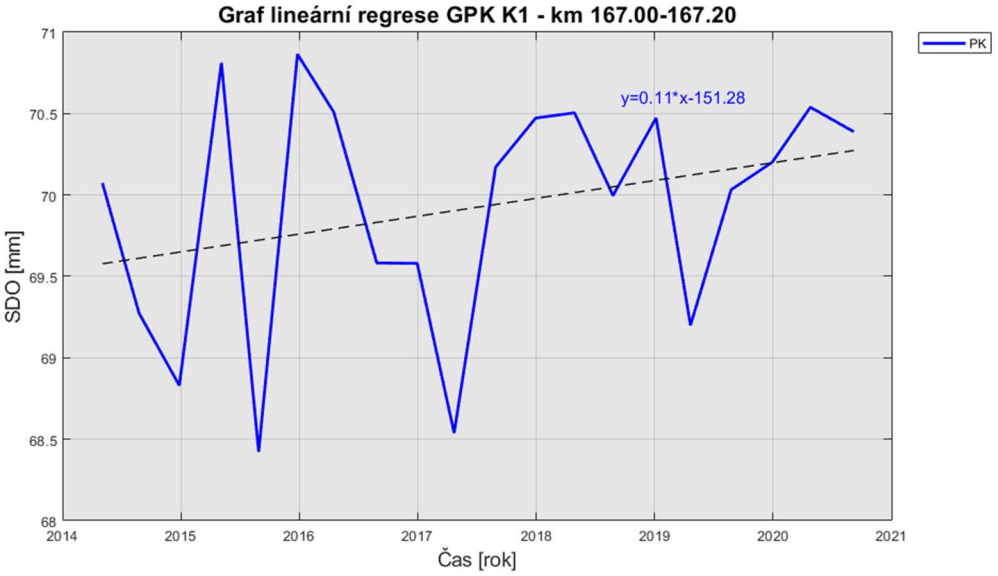

Graf lineární regrese GPK K2 - km 166.40-166.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.21*x-419.85
y=0.33*x-664.3
y=0.11*x-220.49
y=0.14*x-277.74
y=0.17*x-349.19
y=-0.03*x+61.1
y=0.03*x-54.42
y=-0.06*x+128.44

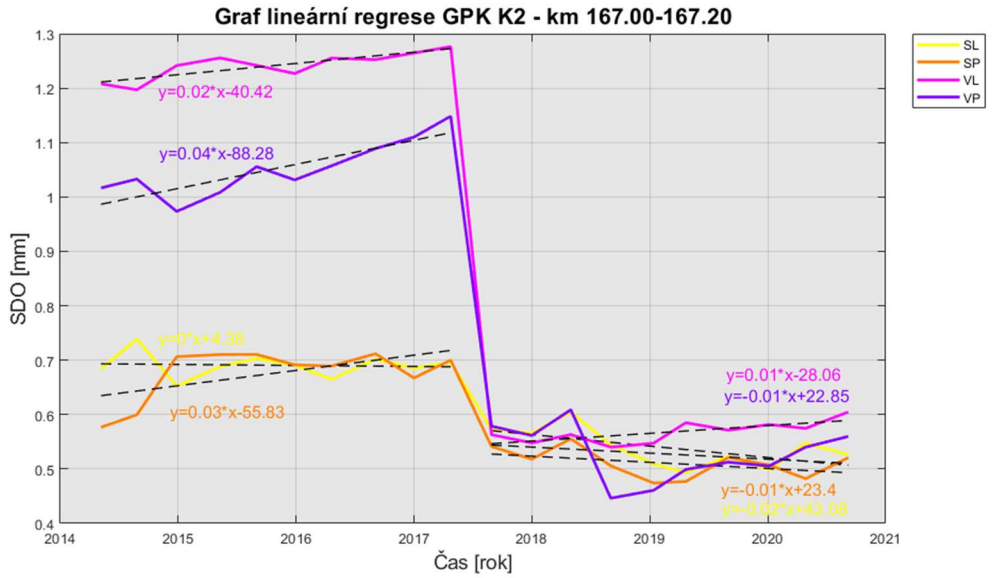

Graf lineární regrese GPK K2 - km 166.40-166.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=0.81*x-1630.54
y=1.86*x-3751.74

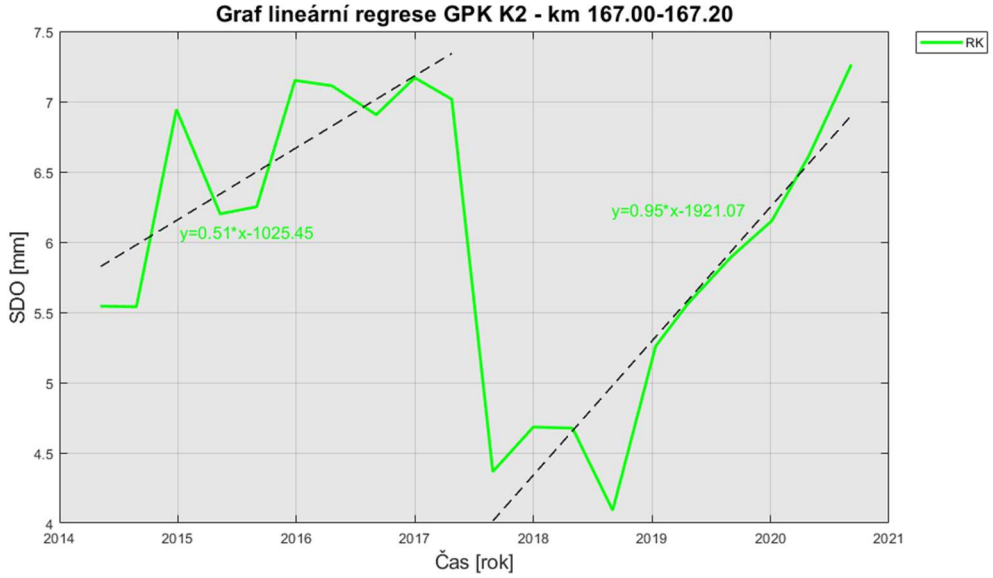

Graf lineární regrese GPK K2 - km 166.40-166.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=1.89*x-3724.94
y=1.27*x-2470.01

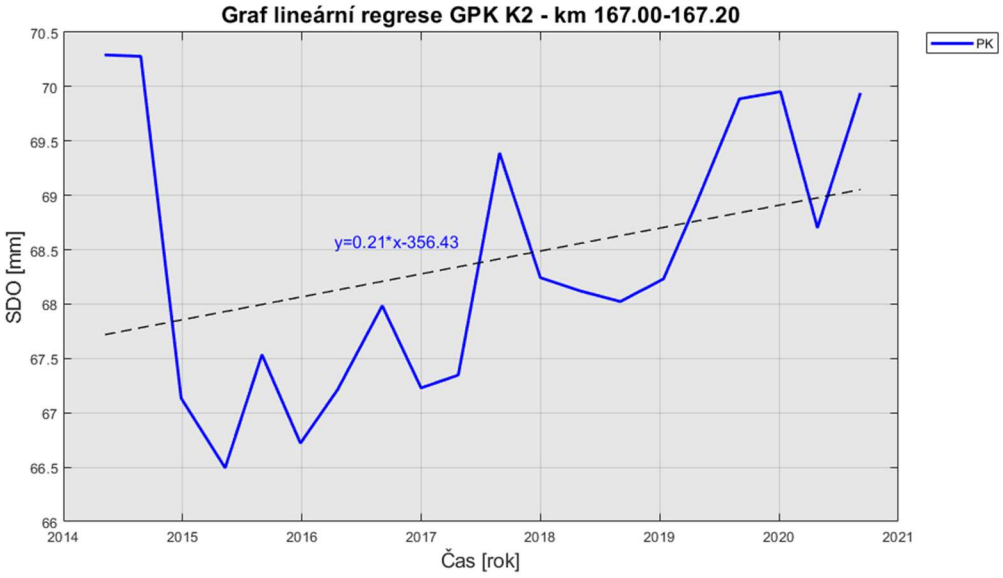

Graf lineární regrese GPK K1 - km 167.00-167.20
SL
SP
VL
VP
y=0.31*x-621.09
y=0.2*x-396.89
y=0.05*x-96.35
y=-0.01*x+19.71
y=0.02*x-36.37
SDO [mm]
Čas [rok]

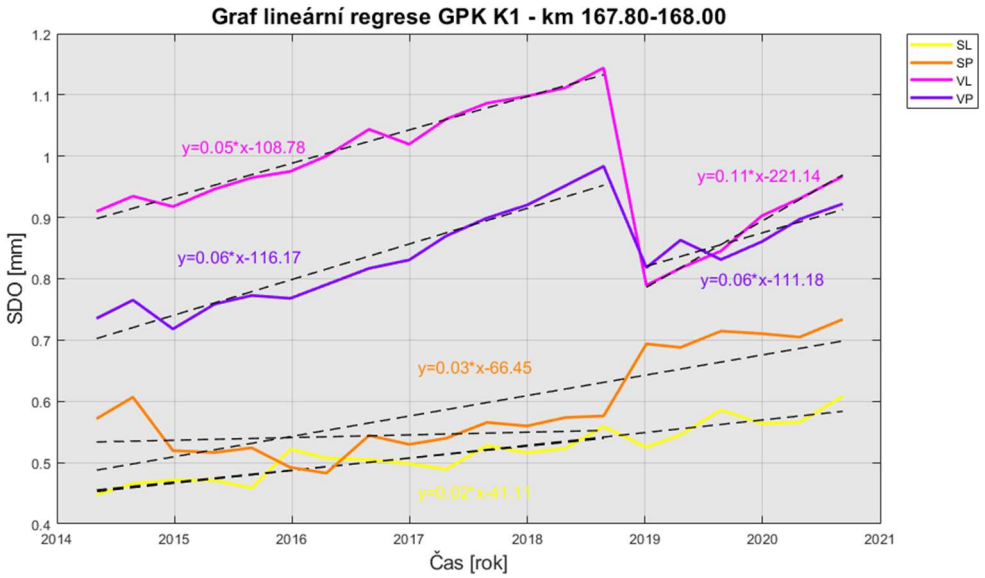

Graf lineární regrese GPK K1 - km 167.00-167.20
RK
y=0.62*x-1249.97
y=0.74*x-1487.43
SDO [mm]
Čas [rok]

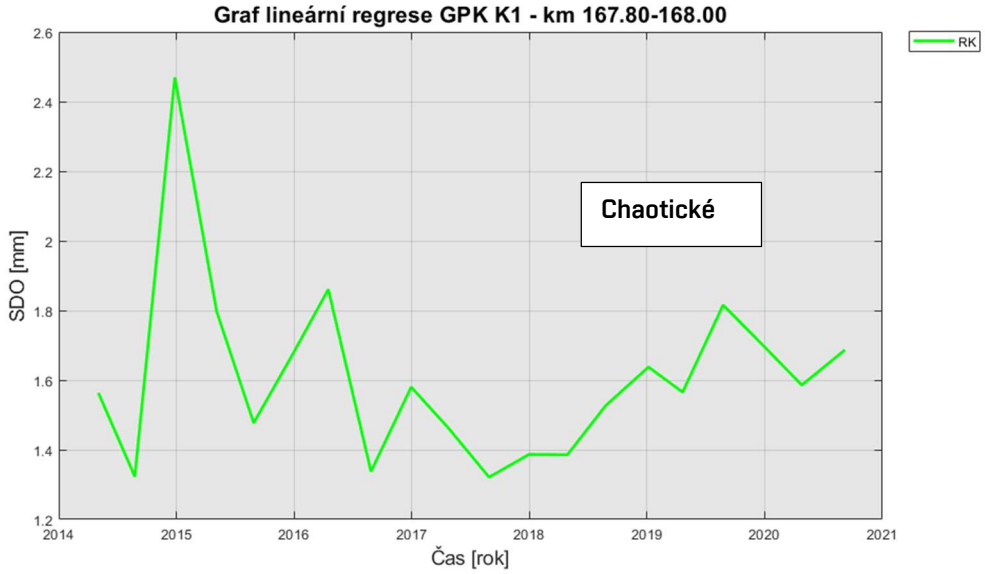

Graf lineární regrese GPK K1 - km 167.00-167.20
PK
y=0.11*x-151.28
SDO [mm]
Čas [rok]

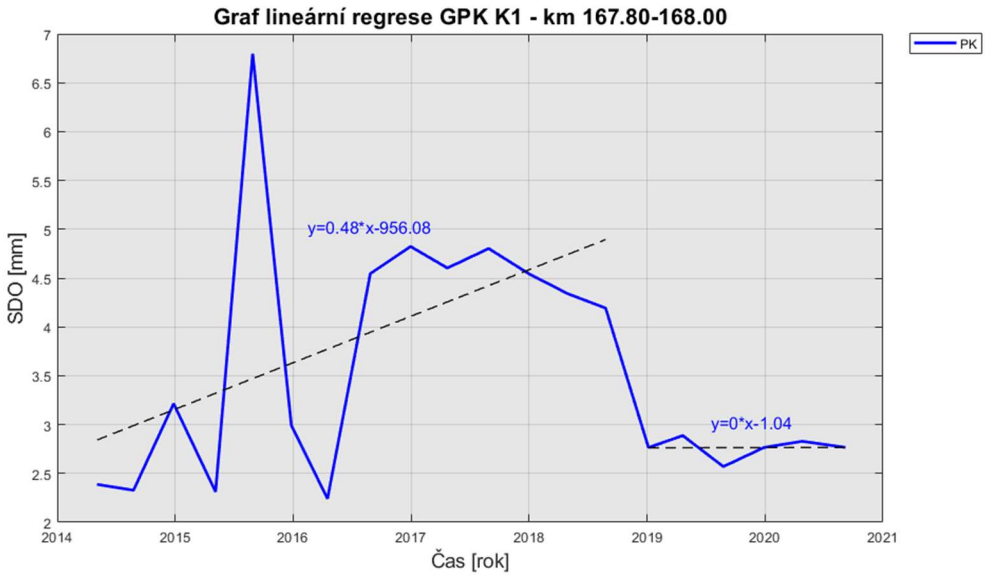

Graf lineární regrese GPK K2 - km 167.00-167.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.02*x-40.42
y=0.04*x-88.28
y=0*x+4.38
y=0.03*x-55.83
y=0.01*x-28.06
y=-0.01*x+22.85
y=-0.01*x+23.4
y=-0.02*x+43.08

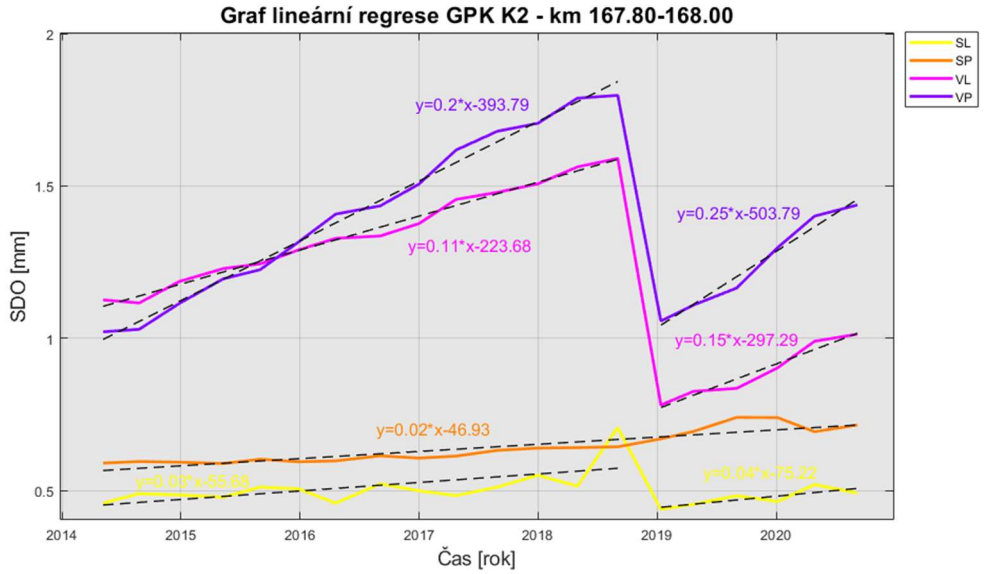

Graf lineární regrese GPK K2 - km 167.00-167.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=0.51*x-1025.45
y=0.95*x-1921.07

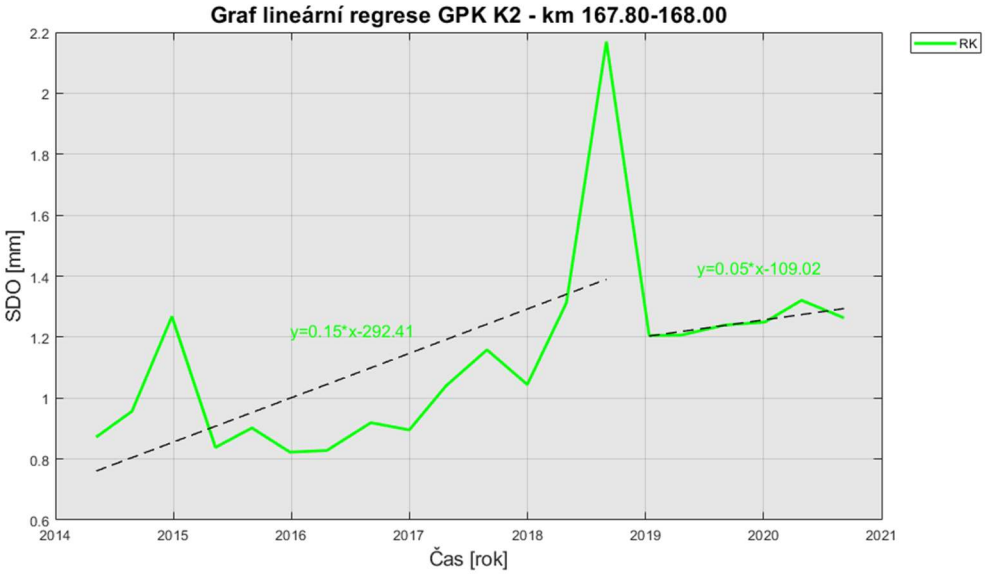

Graf lineární regrese GPK K2 - km 167.00-167.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=0.21*x-356.43

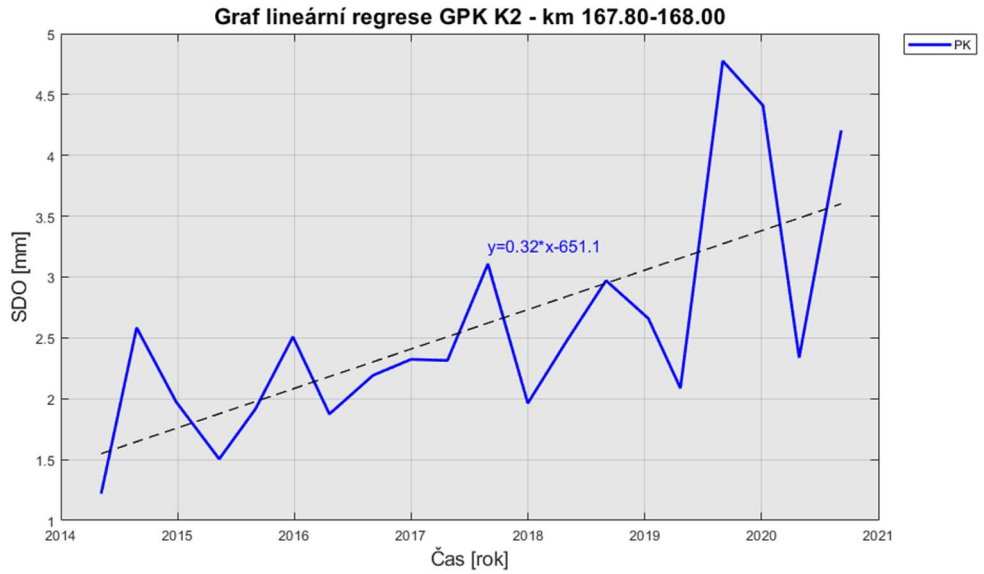

Graf lineární regrese GPK K1 - km 167.80-168.00
SL
SP
VL
VP
y=0.05*x-108.78
y=0.11*x-221.14
y=0.06*x-116.17
y=0.06*x-111.18
y=0.03*x-66.45
y=0.02*x-41.11
SDO [mm]
Čas [rok]

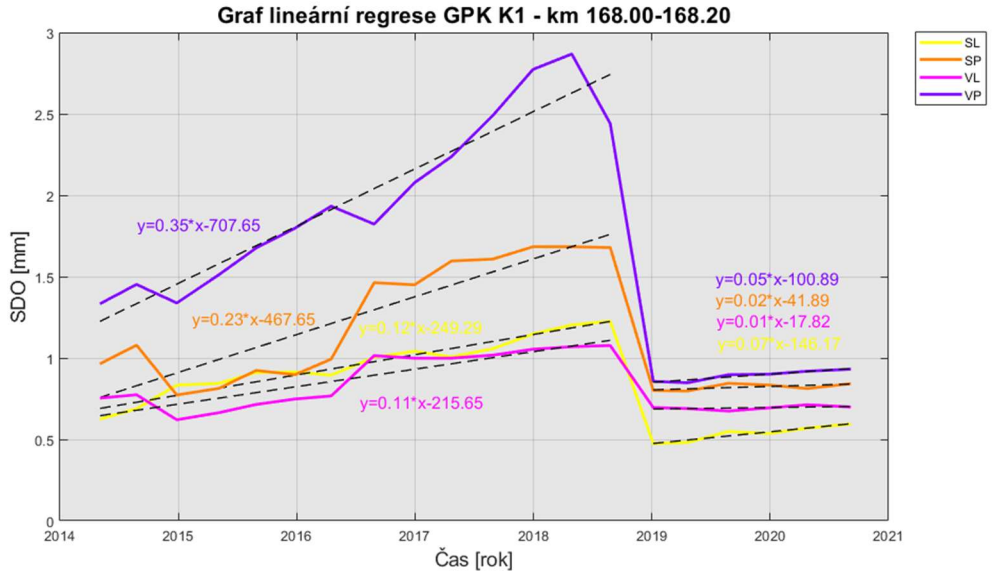

Graf lineární regrese GPK K1 - km 167.80-168.00
RK
Chaotické
SDO [mm]
Čas [rok]

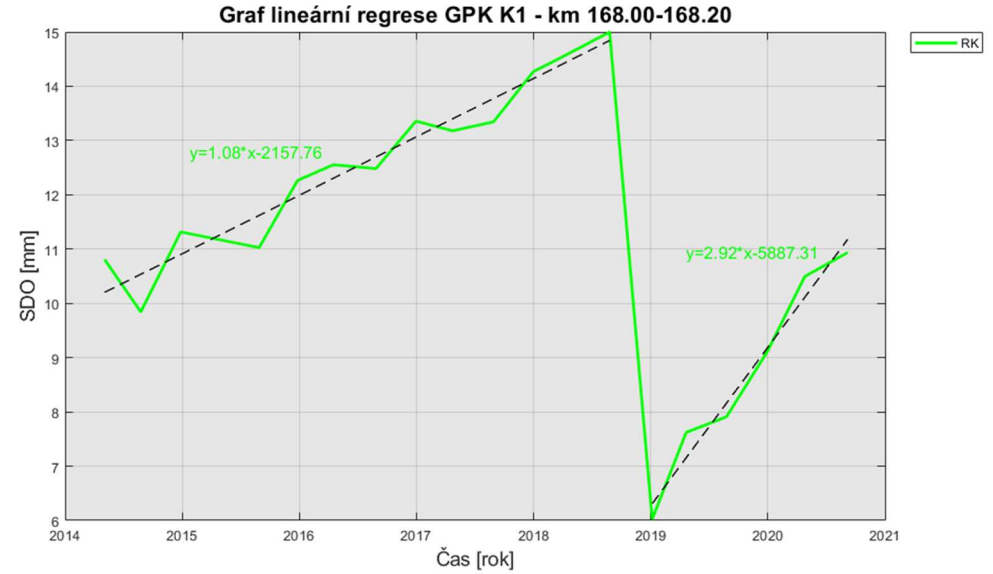

Graf lineární regrese GPK K1 - km 167.80-168.00
PK
y=0.48*x-956.08
y=0*x-1.04
SDO [mm]
Čas [rok]

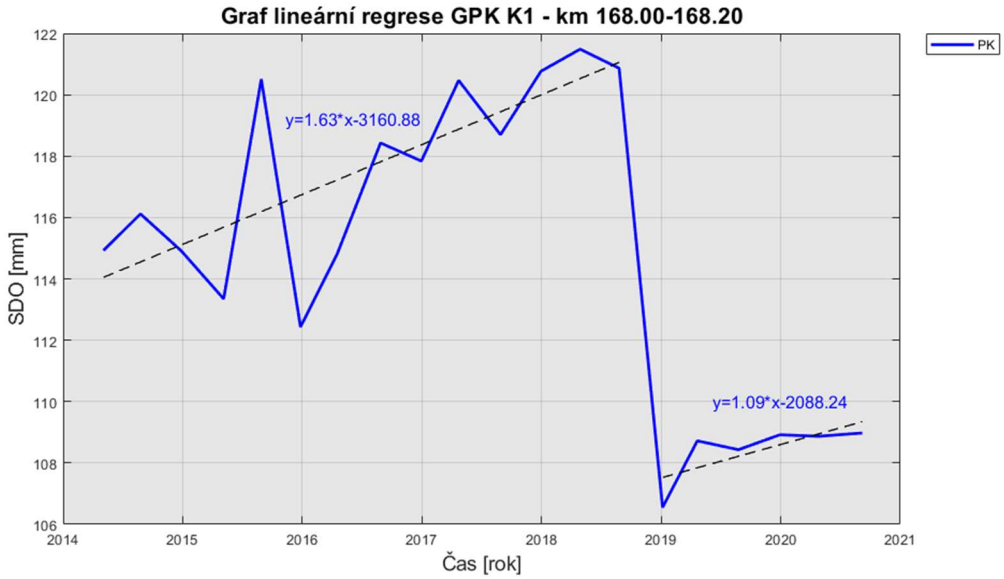

Graf lineární regrese GPK K2 - km 167.80-168.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.2*x-393.79
y=0.25*x-503.79
y=0.11*x-223.68
y=0.15*x-297.29
y=0.02*x-46.93
y=0.01*x-55.68
y=0.04*x-75.22

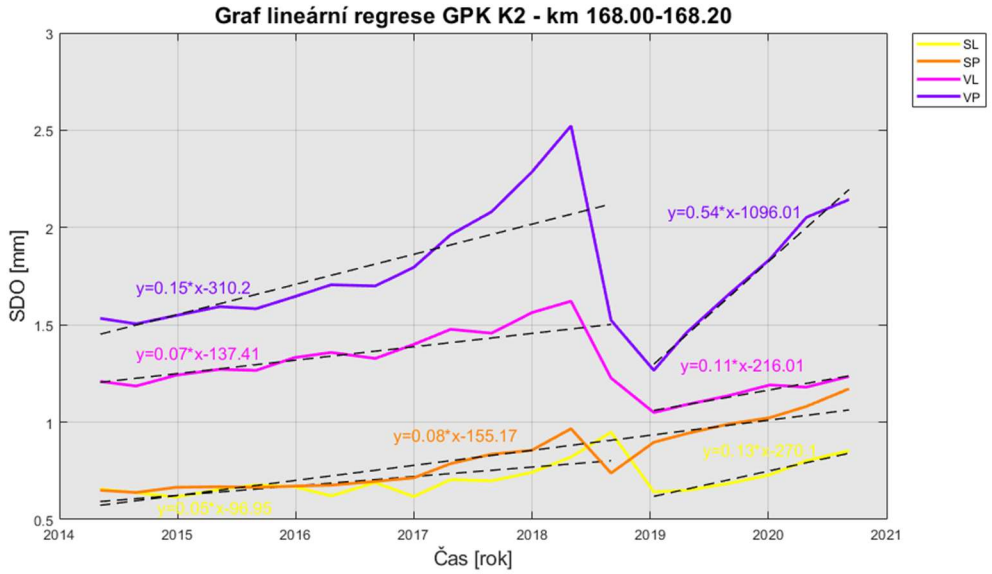

Graf lineární regrese GPK K2 - km 167.80-168.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=0.05*x-109.02
y=0.15*x-292.41

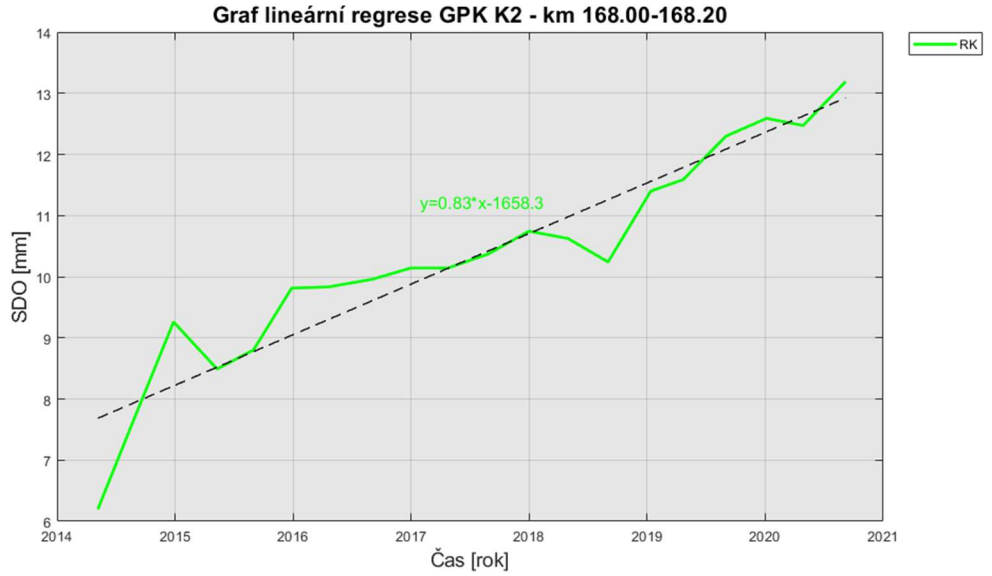

Graf lineární regrese GPK K2 - km 167.80-168.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=0.32*x-651.1

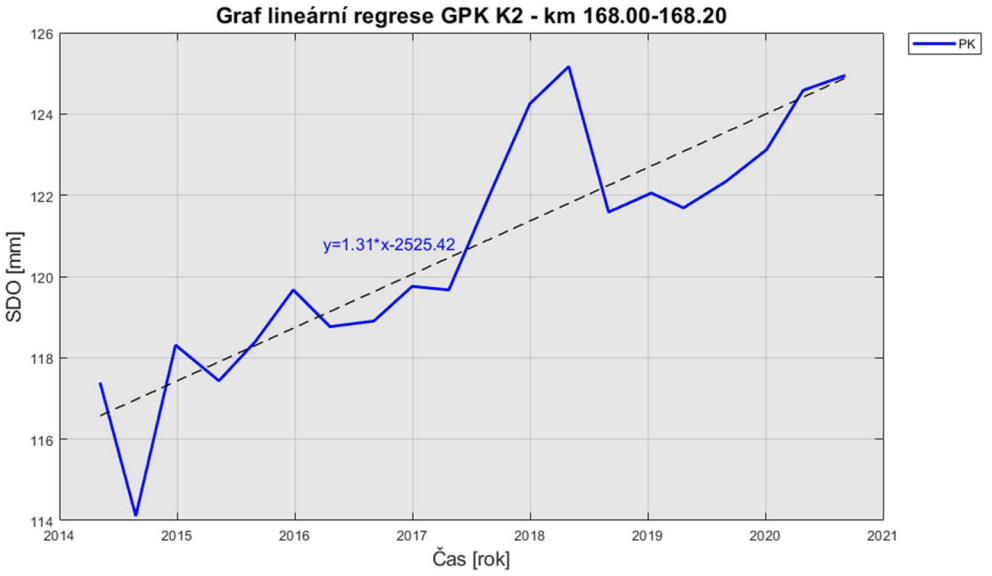

Graf lineární regrese GPK K1 - km 168.00-168.20
SL
SP
VL
VP
y=0.35*x-707.65
y=0.23*x-467.65
y=0.12*x-249.29
y=0.11*x-215.65
y=0.05*x-100.89
y=0.02*x-41.89
y=0.01*x-17.82
y=0.07*x-146.17
SDO [mm]
Čas [rok]

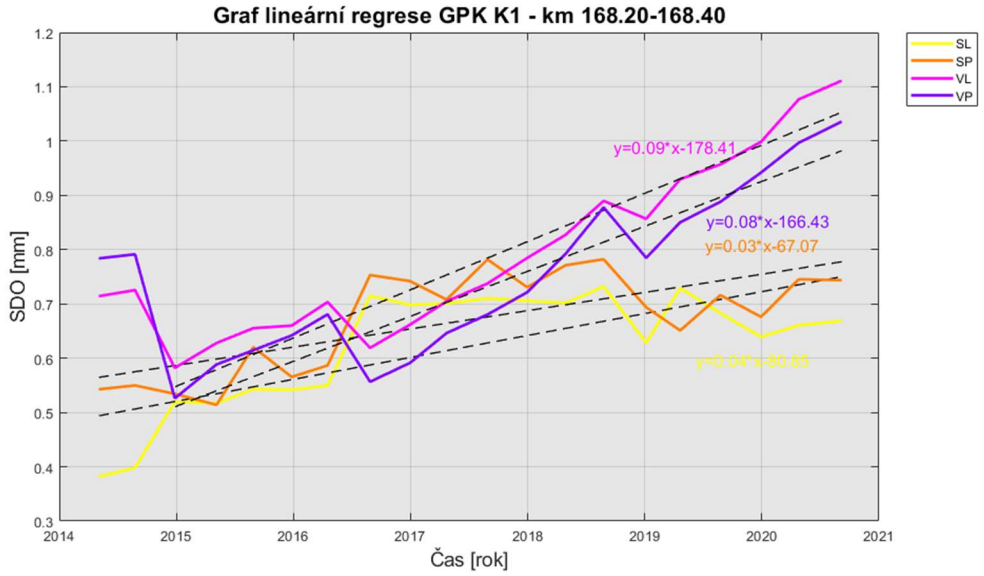

Graf lineární regrese GPK K1 - km 168.00-168.20
RK
y=1.08*x-2157.76
y=2.92*x-5887.31
SDO [mm]
Čas [rok]

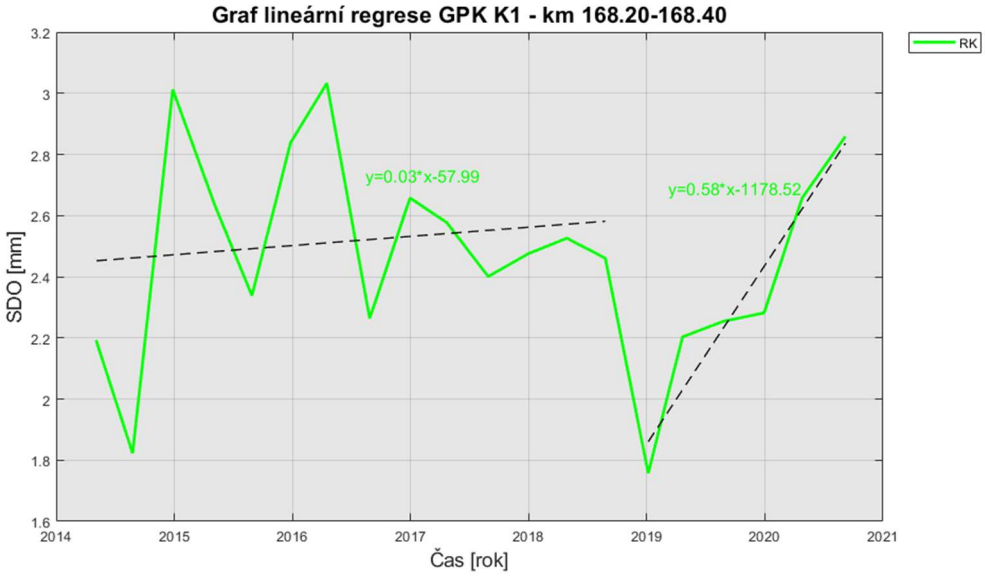

Graf lineární regrese GPK K1 - km 168.00-168.20
PK
y=1.63*x-3160.88
y=1.09*x-2088.24
SDO [mm]
Čas [rok]

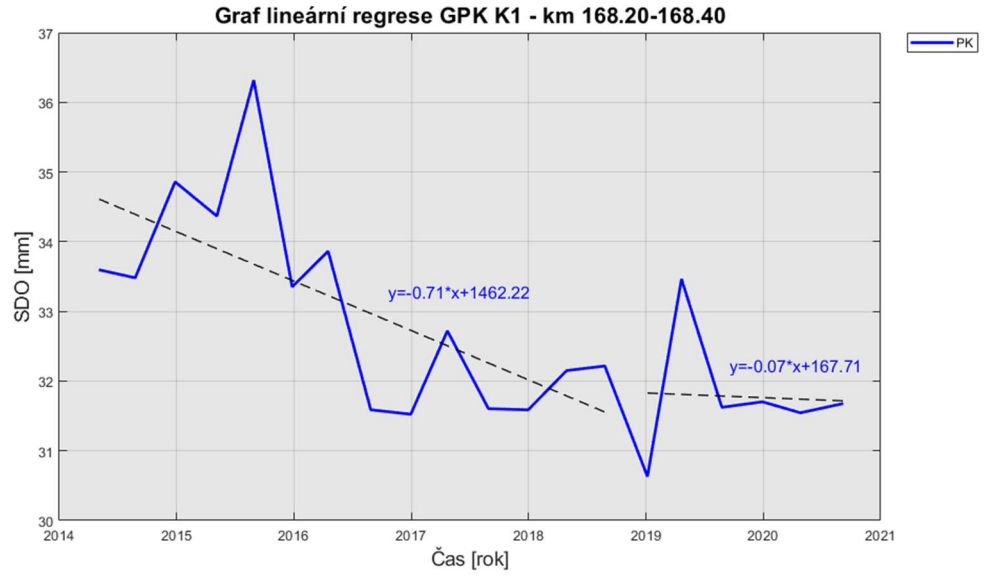

Graf lineární regrese GPK K2 - km 168.00-168.20
SL
SP
VL
VP
y=0.54*x-1096.01
y=0.15*x-310.2
y=0.07*x-137.41
y=0.11*x-216.01
y=0.08*x-155.17
y=0.13*x-270.1
y=0.06*x-96.95
SDO [mm]
Čas [rok]

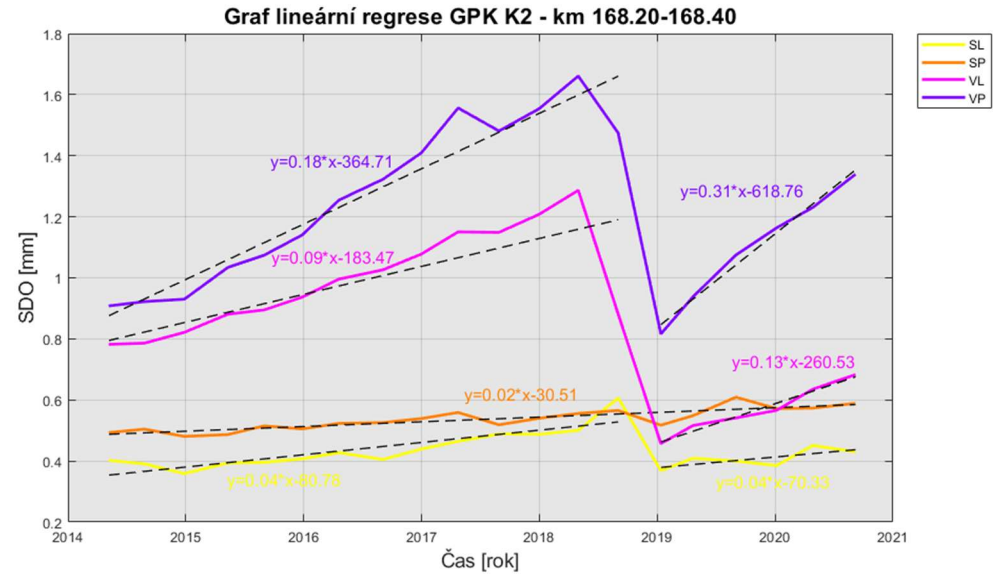

Graf lineární regrese GPK K2 - km 168.00-168.20
RK
y=0.83*x-1658.3
SDO [mm]
Čas [rok]

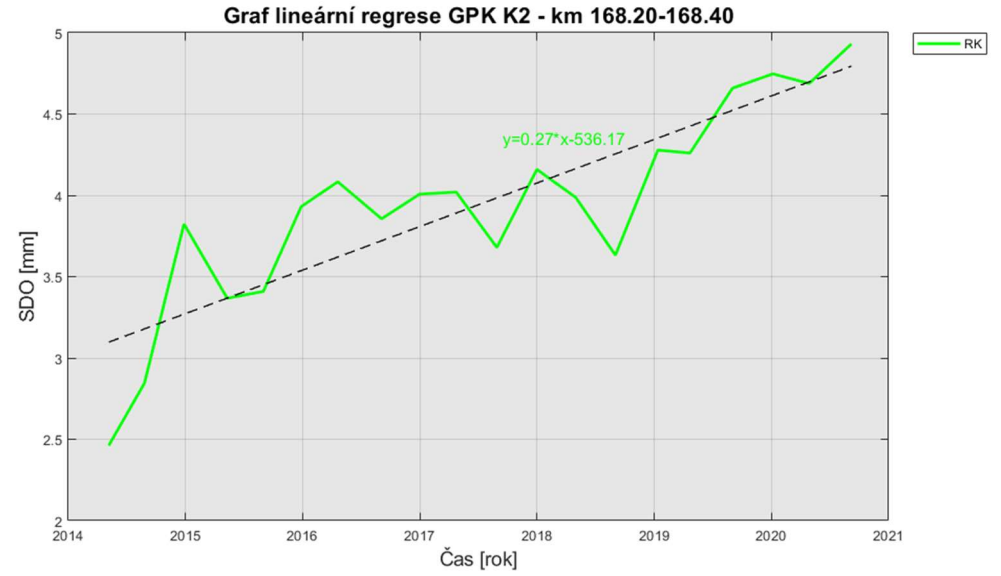

Graf lineární regrese GPK K2 - km 168.00-168.20
PK
y=1.31*x-2525.42
SDO [mm]
Čas [rok]

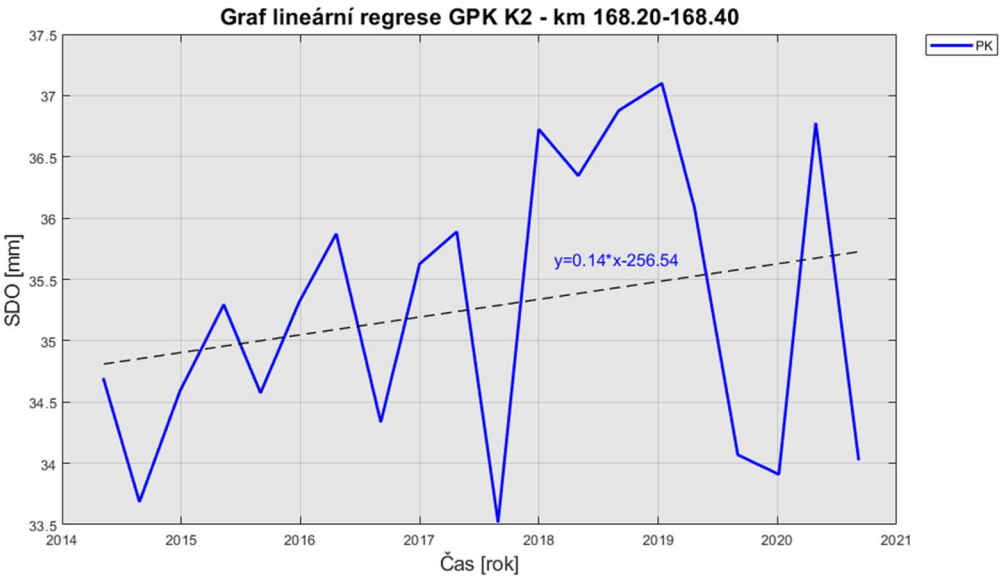

Graf lineární regrese GPK K1 - km 168.20-168.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.09*x-178.41
y=0.08*x-166.43
y=0.03*x-67.07
y=0.04*x-80.85

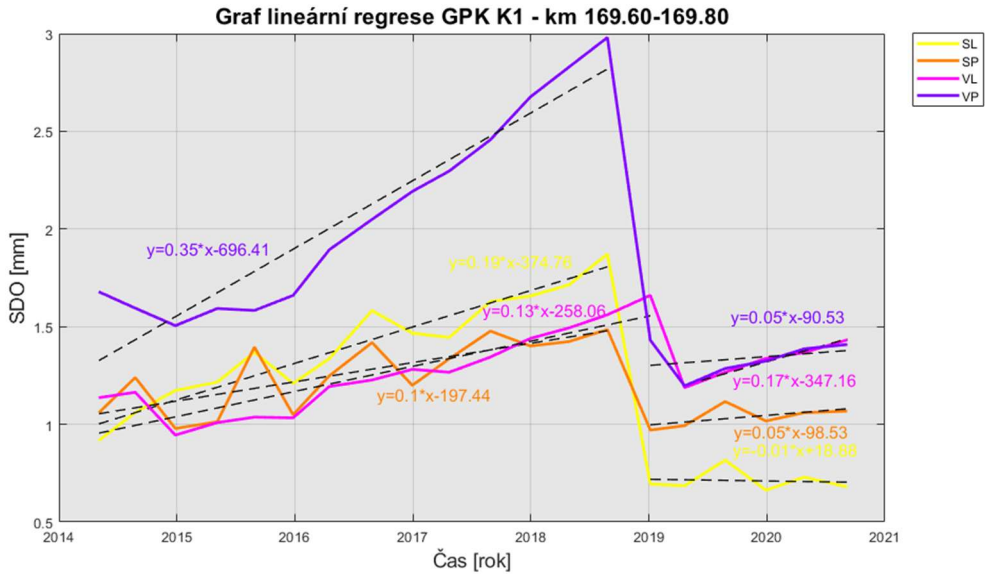

Graf lineární regrese GPK K1 - km 168.20-168.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=0.03*x-57.99
y=0.58*x-1178.52

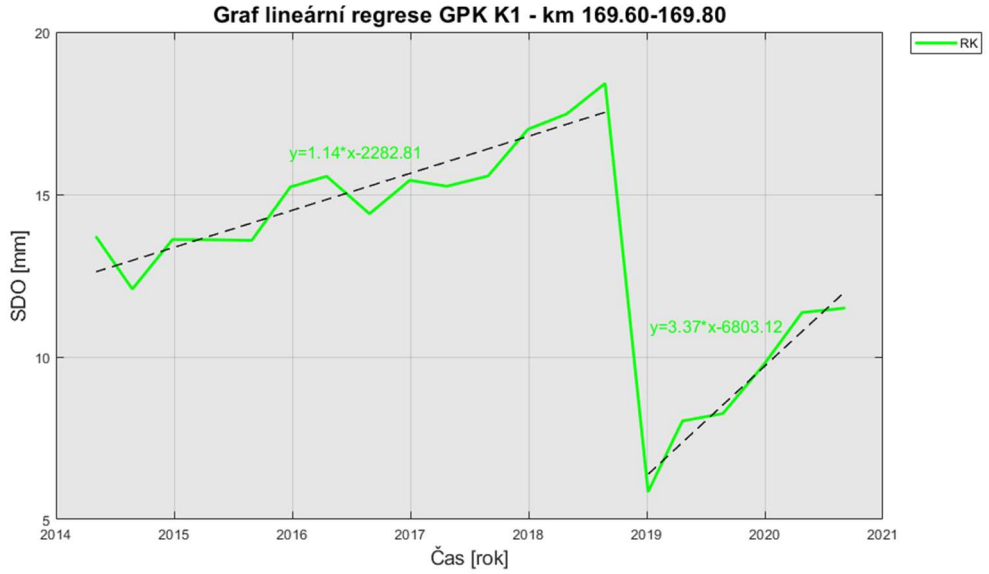

Graf lineární regrese GPK K1 - km 168.20-168.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=-0.71*x+1462.22
y=-0.07*x+167.71

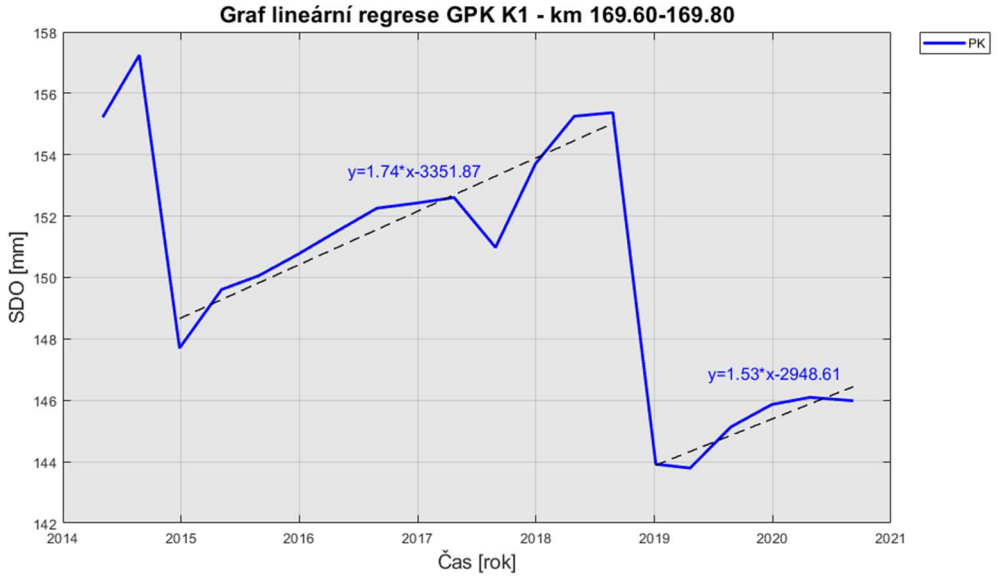

Graf lineární regrese GPK K2 - km 168.20-168.40
SL
SP
VL
VP
y=0.18*x-364.71
y=0.31*x-618.76
y=0.09*x-183.47
y=0.13*x-260.53
y=0.02*x-30.51
y=0.04*x-80.78
y=0.04*x-70.33
SDO [mm]
Čas [rok]

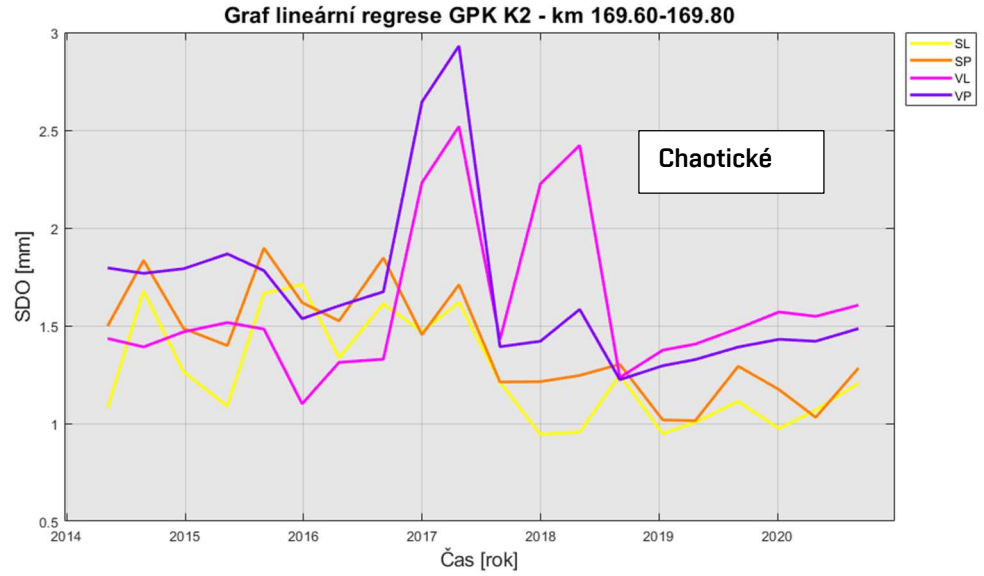

Graf lineární regrese GPK K2 - km 168.20-168.40
RK
y=0.27*x-536.17
SDO [mm]
Čas [rok]

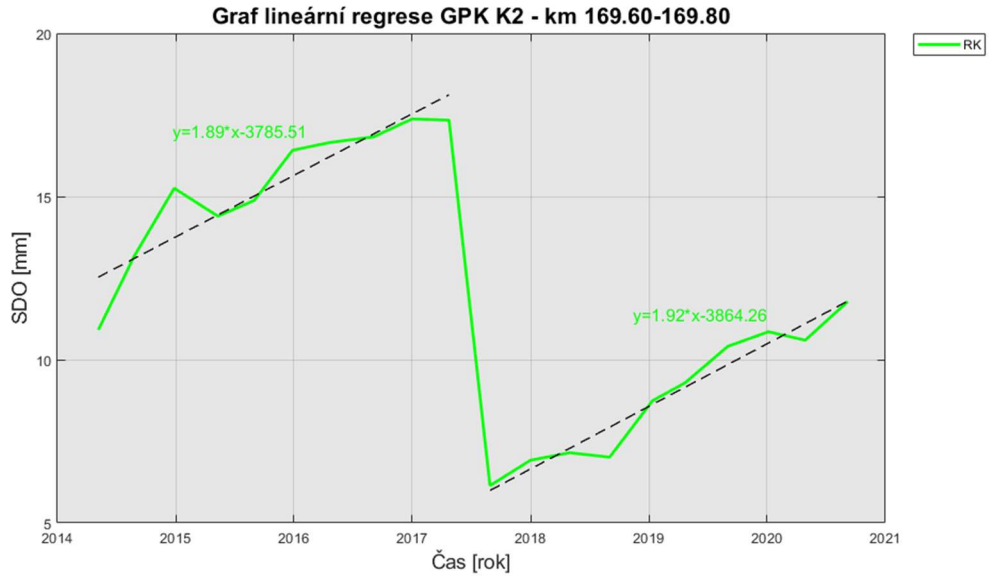

Graf lineární regrese GPK K2 - km 168.20-168.40
PK
y=0.14*x-256.54
SDO [mm]
Čas [rok]

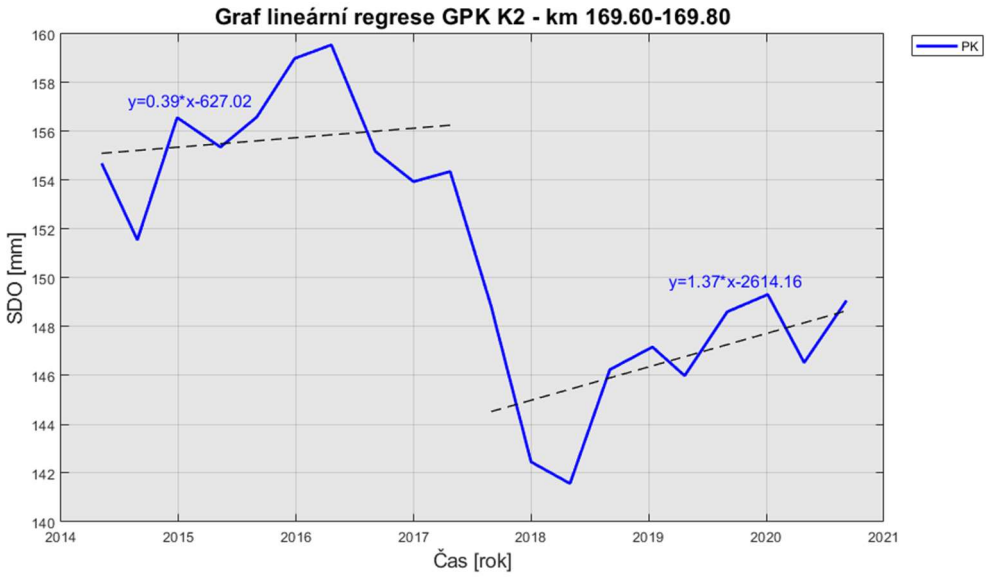

Graf lineární regrese GPK K1 - km 169.60-169.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.35*x-696.41
y=0.19*x-374.76
y=0.13*x-258.06
y=0.05*x-90.53
y=0.17*x-347.16
y=0.1*x-197.44
y=0.05*x-98.53
y=-0.01*x+18.86

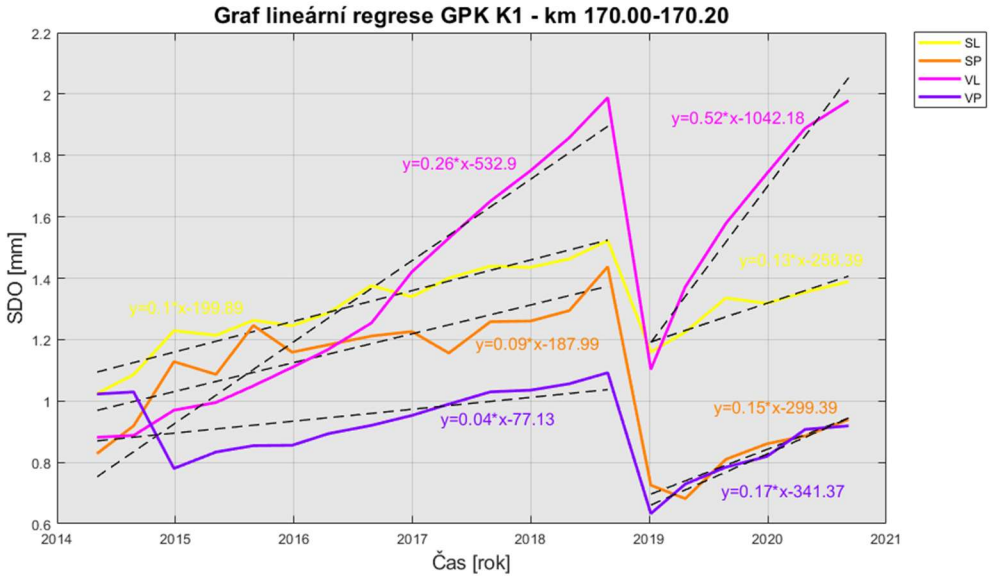

Graf lineární regrese GPK K1 - km 169.60-169.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=1.14*x-2282.81
y=3.37*x-6803.12

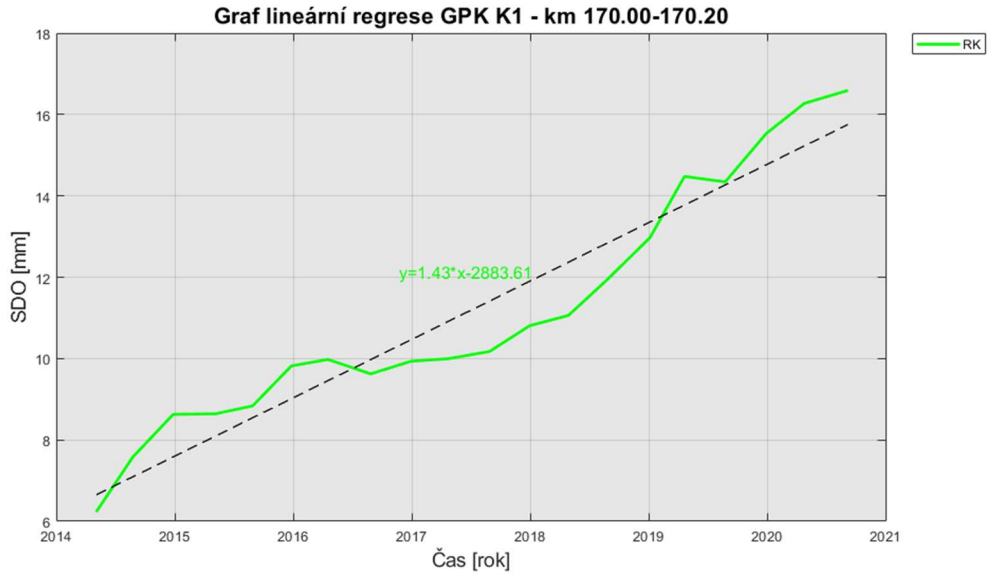

Graf lineární regrese GPK K1 - km 169.60-169.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=1.74*x-3351.87
y=1.53*x-2948.61

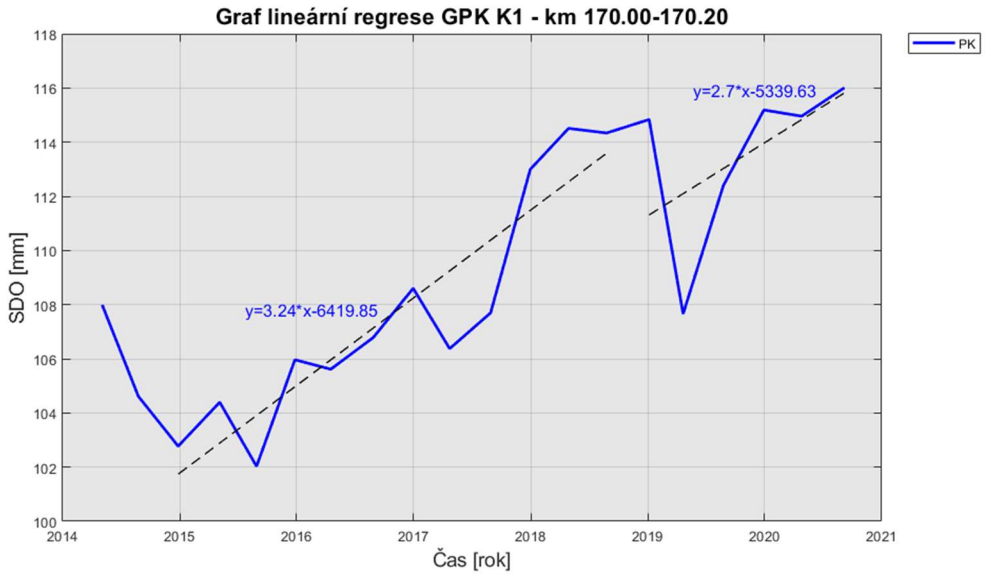

Graf lineární regrese GPK K2 - km 169.60-169.80
SL
SP
VL
VP
Chaotické
SDO [mm]
Čas [rok]

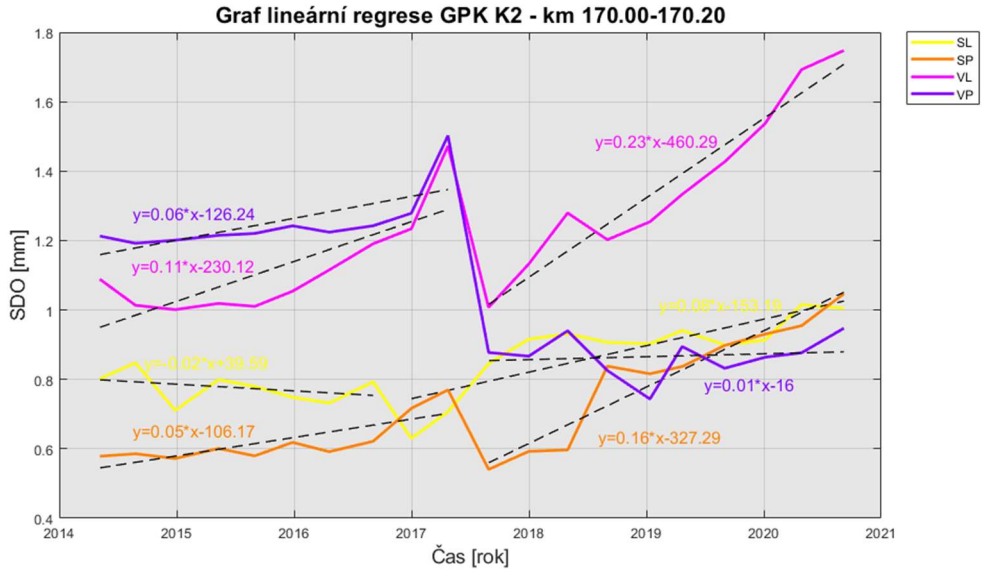

Graf lineární regrese GPK K2 - km 169.60-169.80
RK
y=1.89*x-3785.51
y=1.92*x-3864.26
SDO [mm]
Čas [rok]

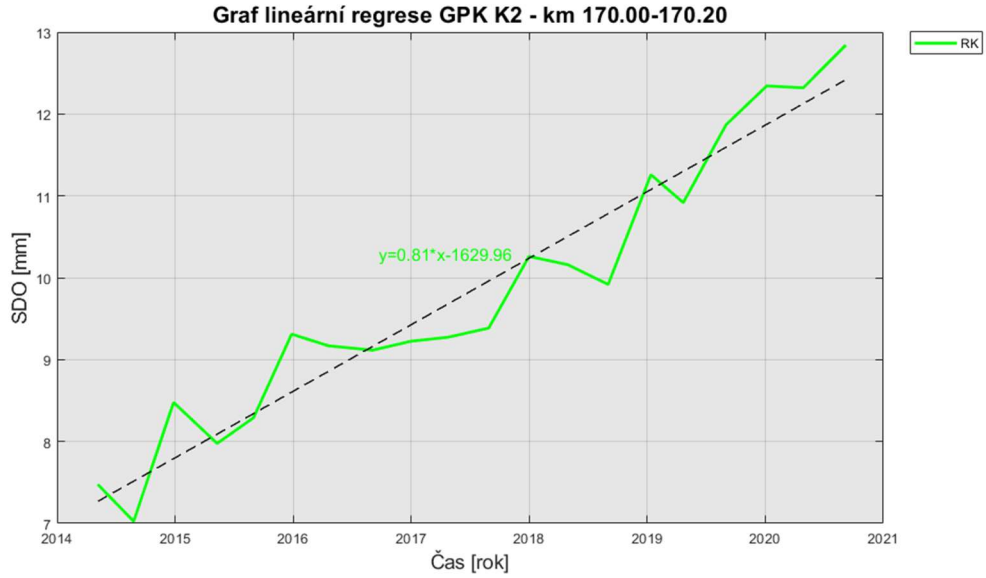

Graf lineární regrese GPK K2 - km 169.60-169.80
PK
y=0.39*x-627.02
y=1.37*x-2614.16
SDO [mm]
Čas [rok]

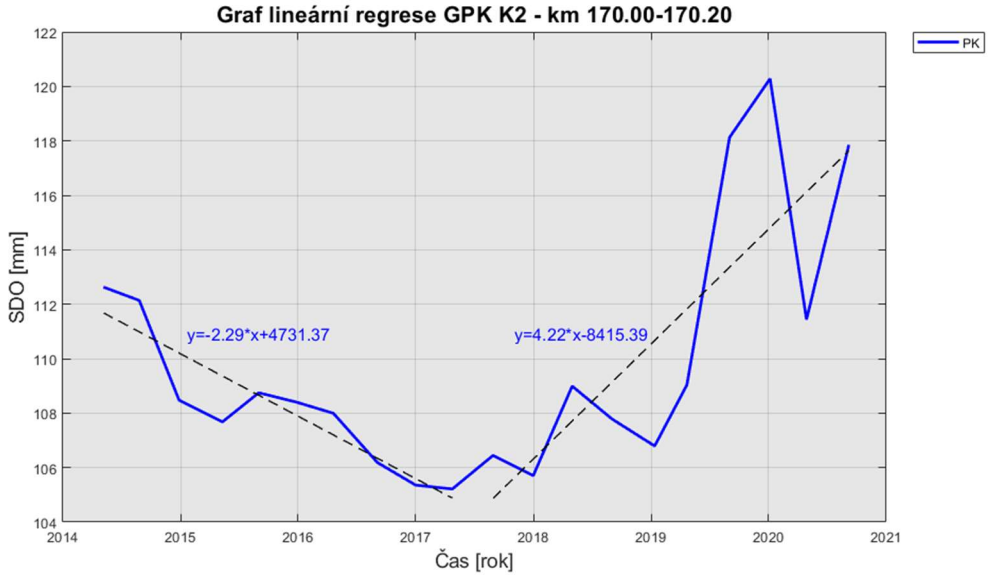

Graf lineární regrese GPK K1 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.52*x-1042.18
y=0.26*x-532.9
y=0.13*x-258.39
y=0.1*x-199.89
y=0.09*x-187.99
y=0.15*x-299.39
y=0.04*x-77.13
y=0.17*x-341.37

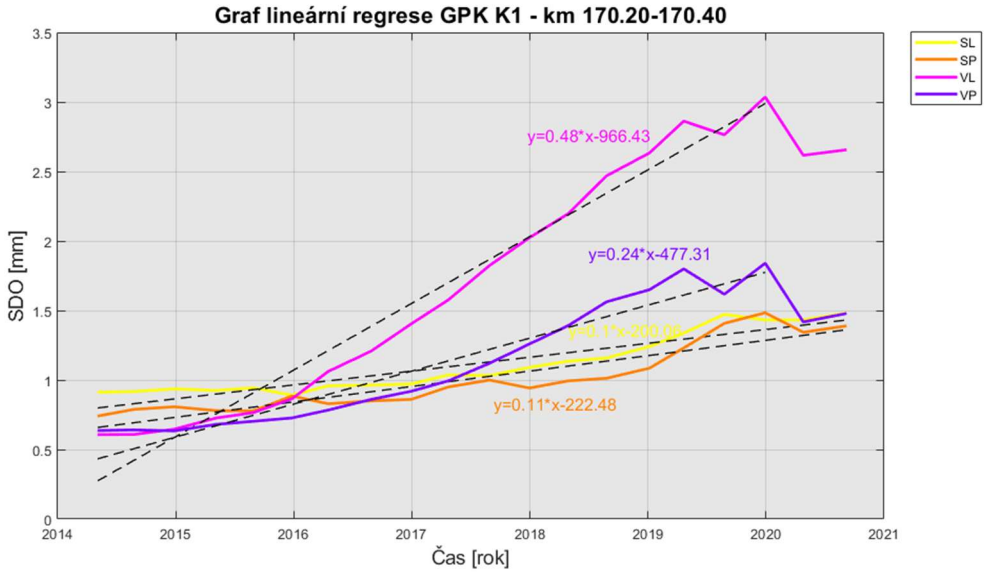

Graf lineární regrese GPK K1 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=1.43*x-2883.61

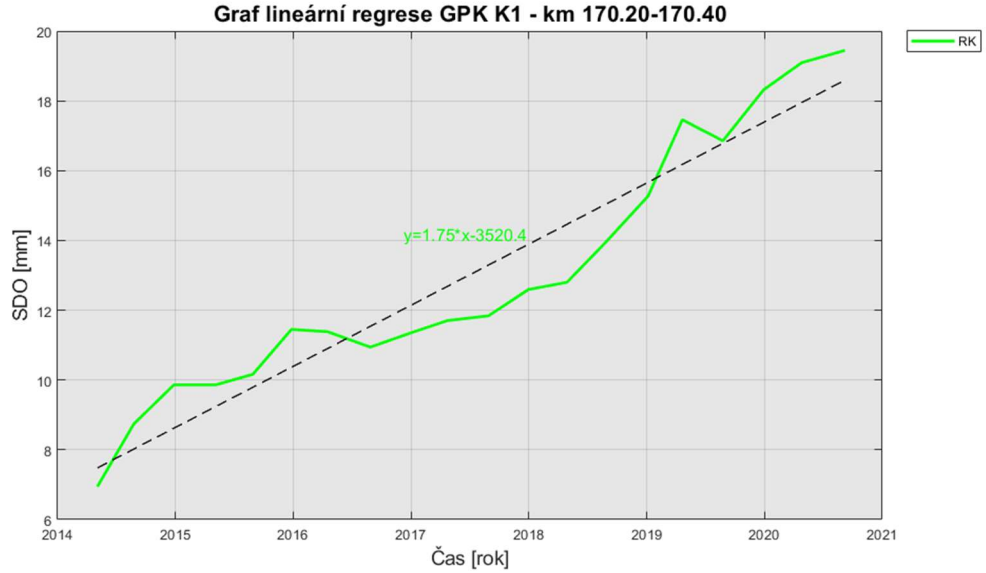

Graf lineární regrese GPK K1 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=2.7*x-5339.63
y=3.24*x-6419.85

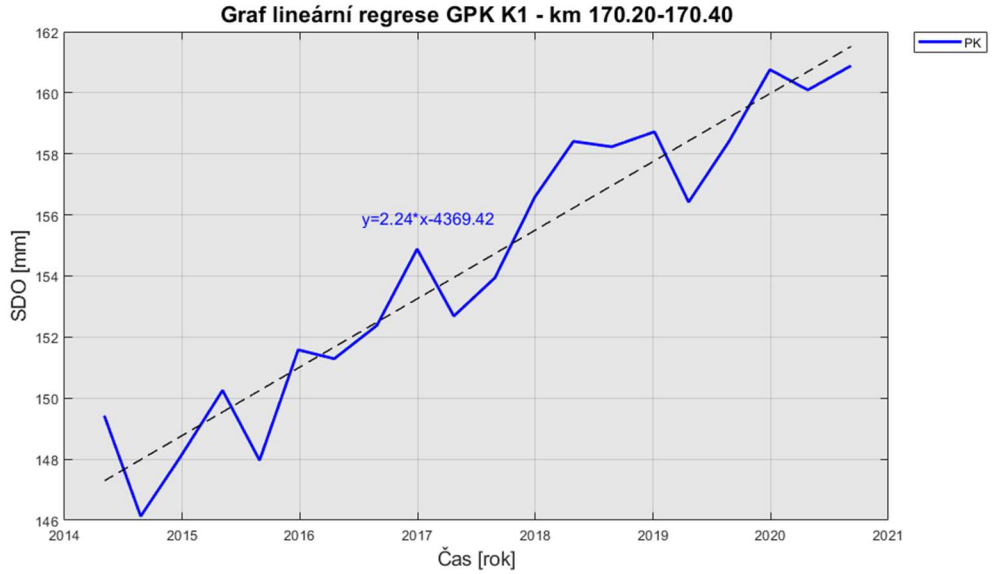

Graf lineární regrese GPK K2 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.23*x-460.29
y=0.06*x-126.24
y=0.11*x-230.12
y=0.08*x-153.16
y=-0.02*x+39.59
y=0.01*x-16
y=0.05*x-106.17
y=0.16*x-327.29

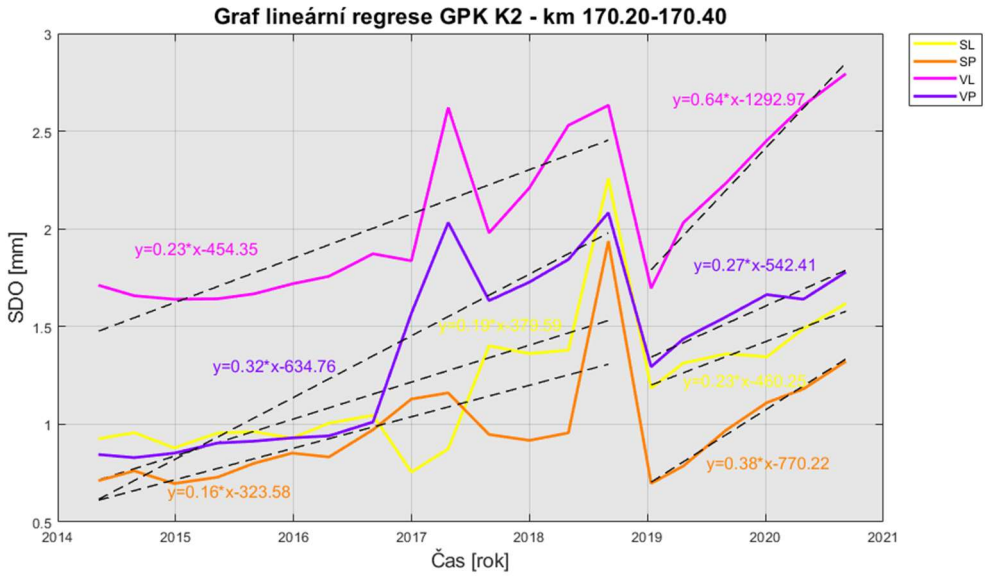

Graf lineární regrese GPK K2 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=0.81*x-1629.96

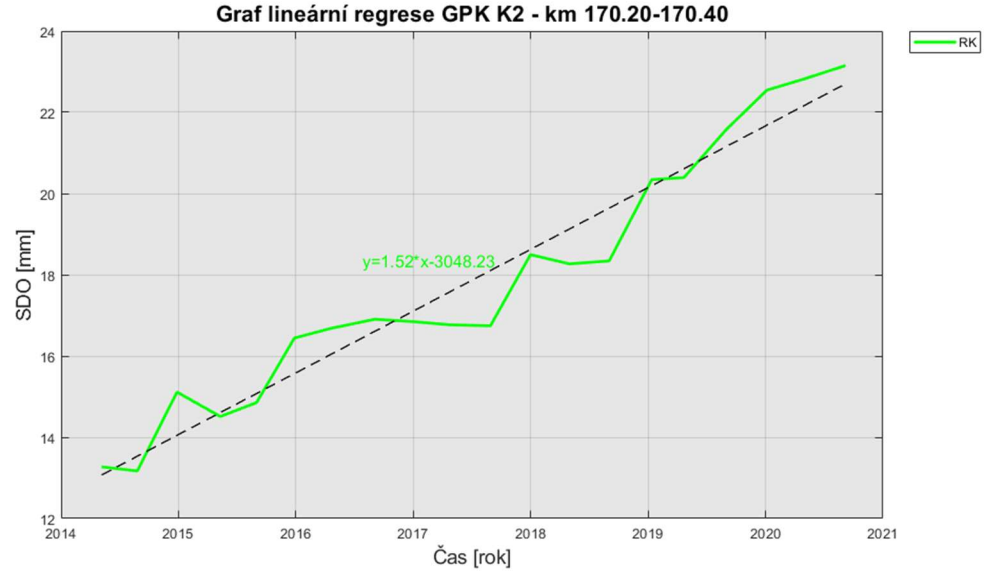

Graf lineární regrese GPK K2 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=-2.29*x+4731.37
y=4.22*x-8415.39

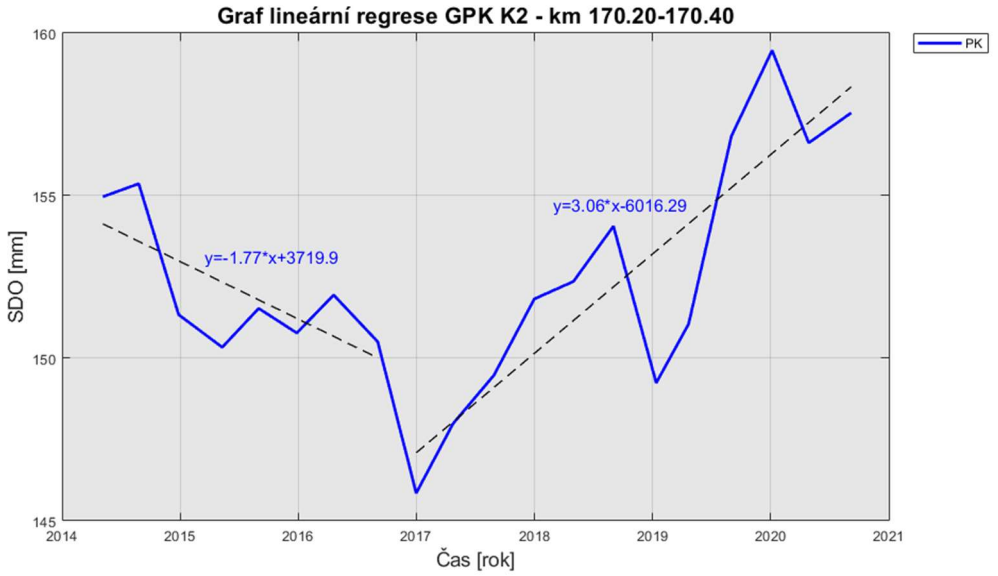

Graf lineární regrese GPK K1 - km 170.20-170.40
SL
SP
VL
VP
y=0.48*x-966.43
y=0.24*x-477.31
y=0.1*x-200.06
y=0.11*x-222.48
SDO [mm]
Čas [rok]


Graf lineární regrese GPK K1 - km 170.20-170.40
RK
y=1.75*x-3520.4
SDO [mm]
Čas [rok]

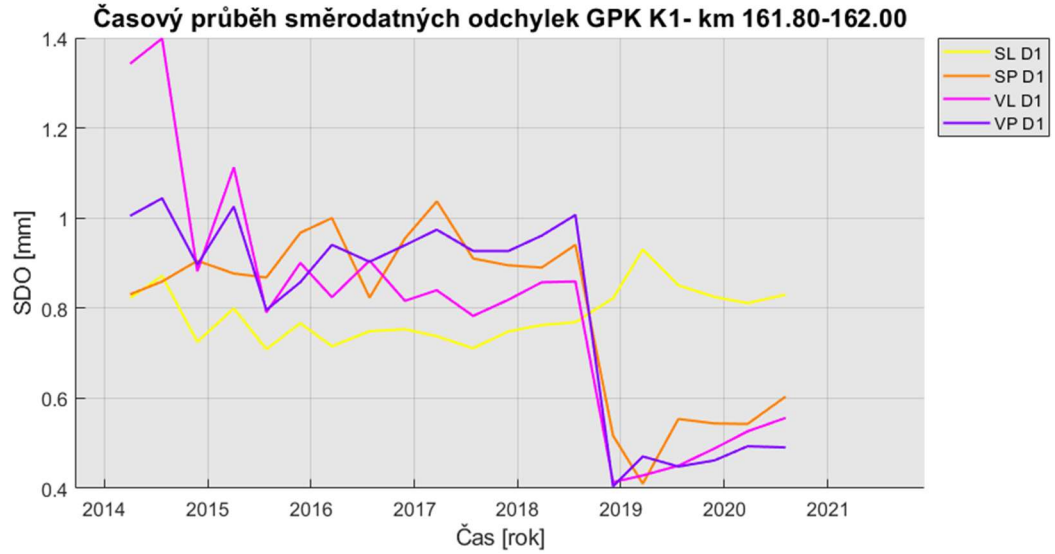

Graf lineární regrese GPK K1 - km 170.20-170.40
PK
y=2.24*x-4369.42
SDO [mm]
Čas [rok]

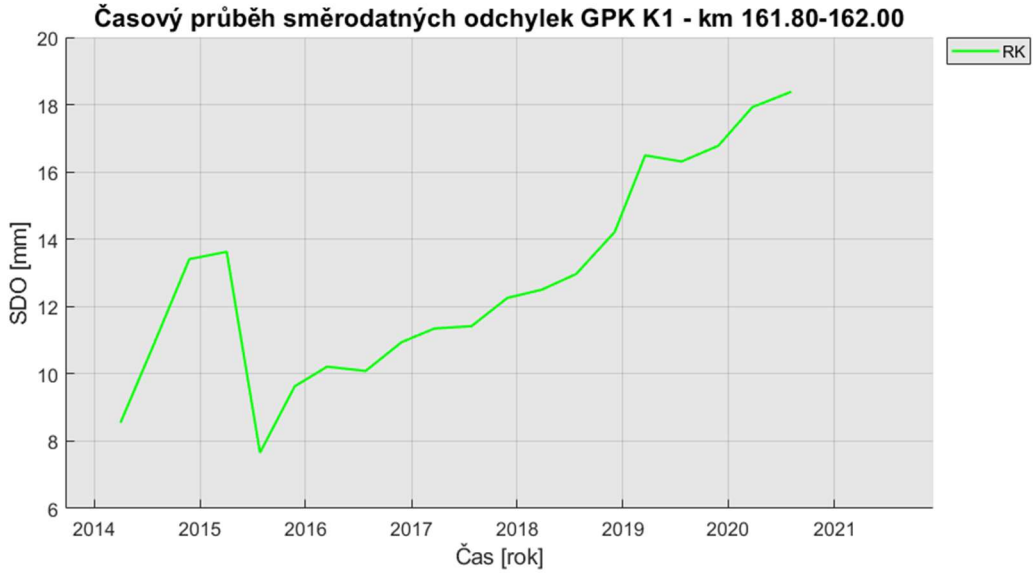

Graf lineární regrese GPK K2 - km 170.20-170.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL
SP
VL
VP
y=0.64*x-1292.97
y=0.23*x-454.35
y=0.27*x-542.41
y=0.32*x-634.76
y=0.38*x-770.22
y=0.16*x-323.58

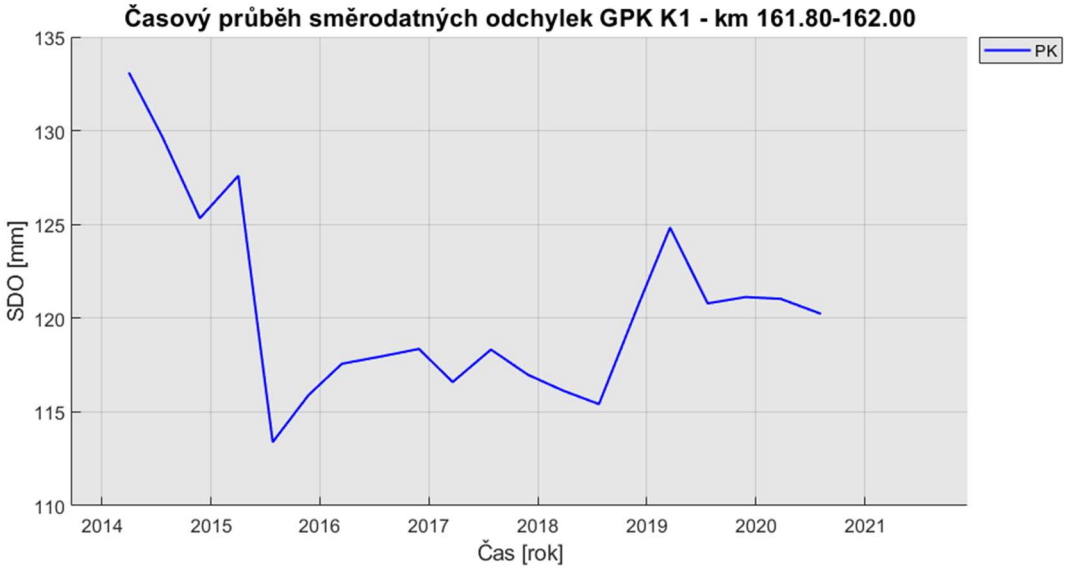

Graf lineární regrese GPK K2 - km 170.20-170.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
y=1.52*x-3048.23

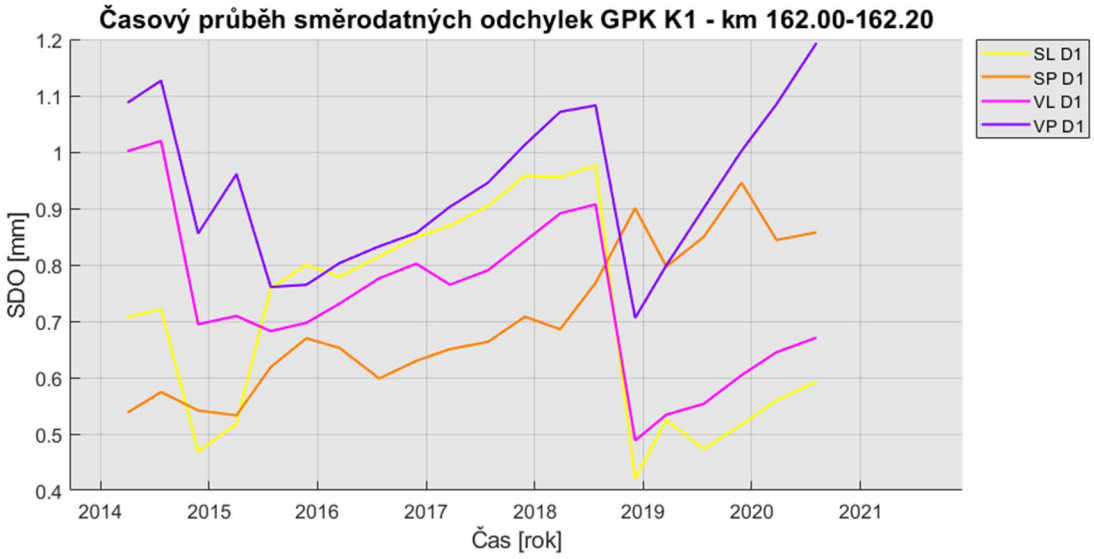

Graf lineární regrese GPK K2 - km 170.20-170.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
y=-1.77*x+3719.9
y=3.06*x-6016.29

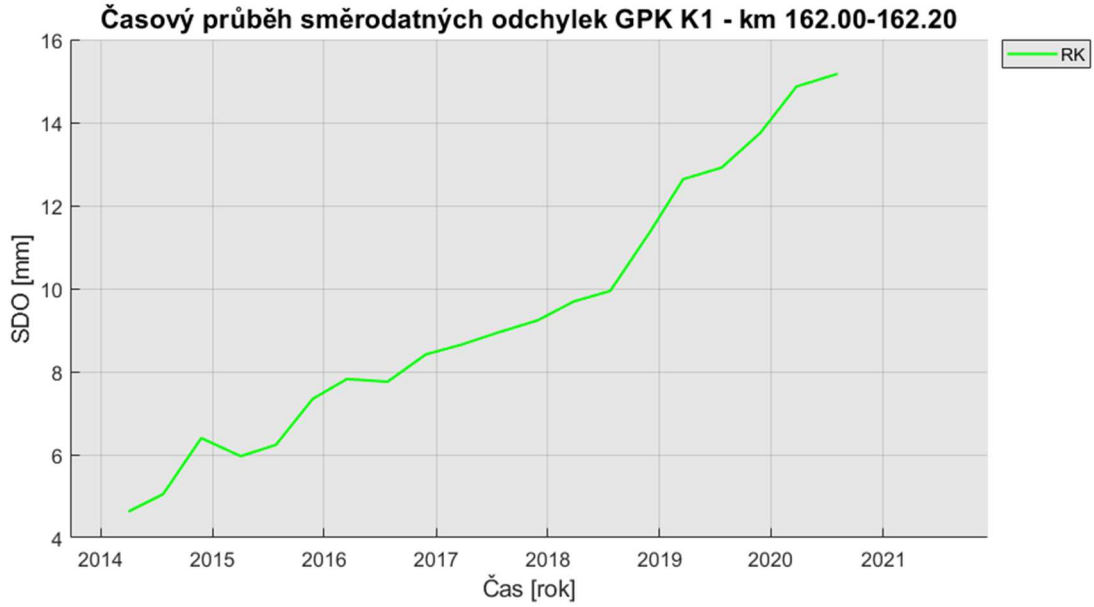
P2: vývoj SDO GPK pro jednotlivé úseky

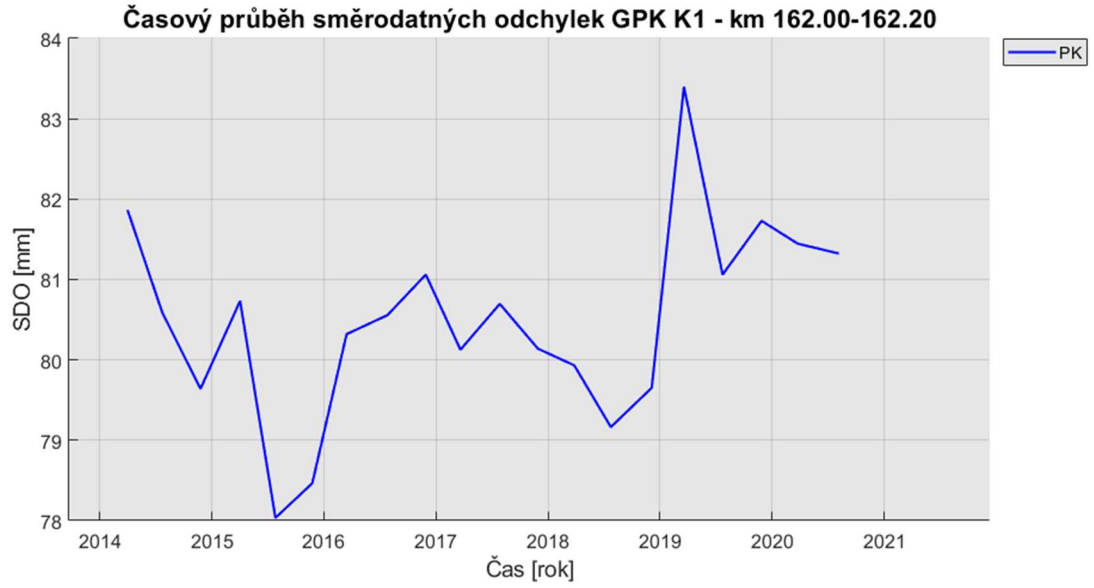


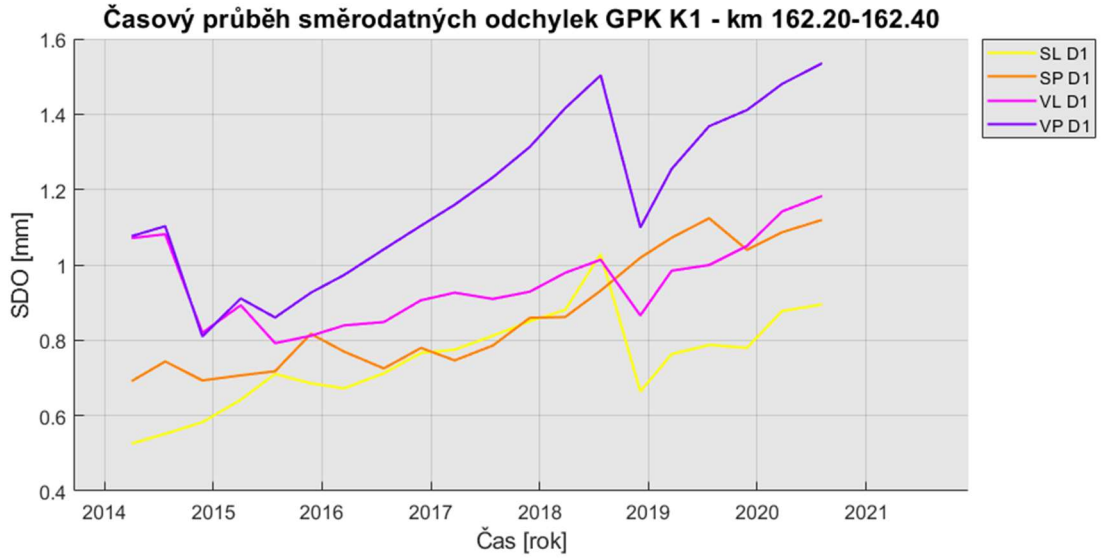


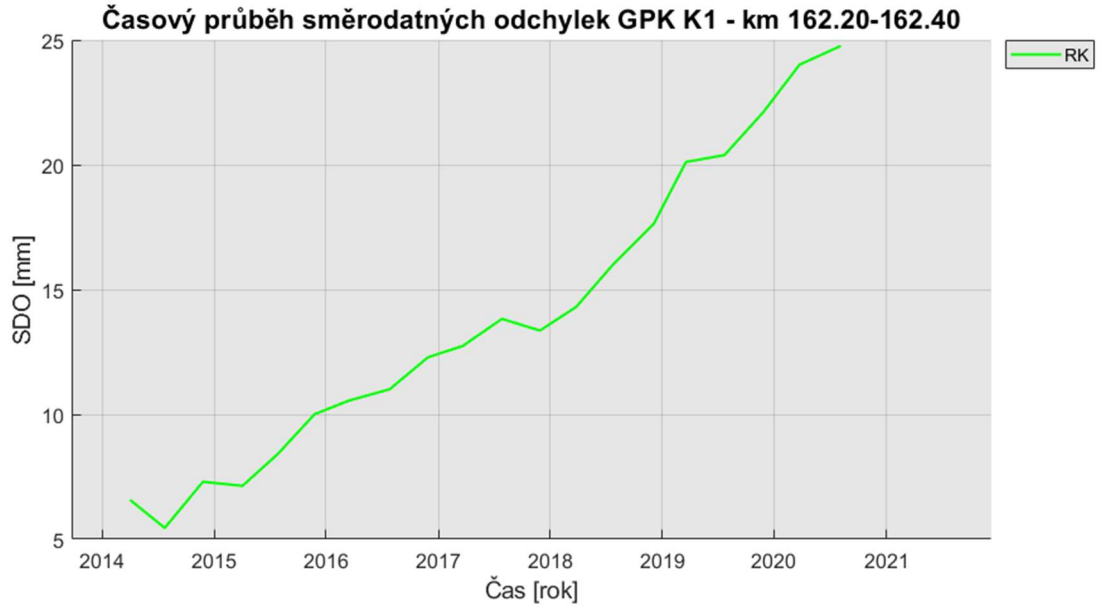


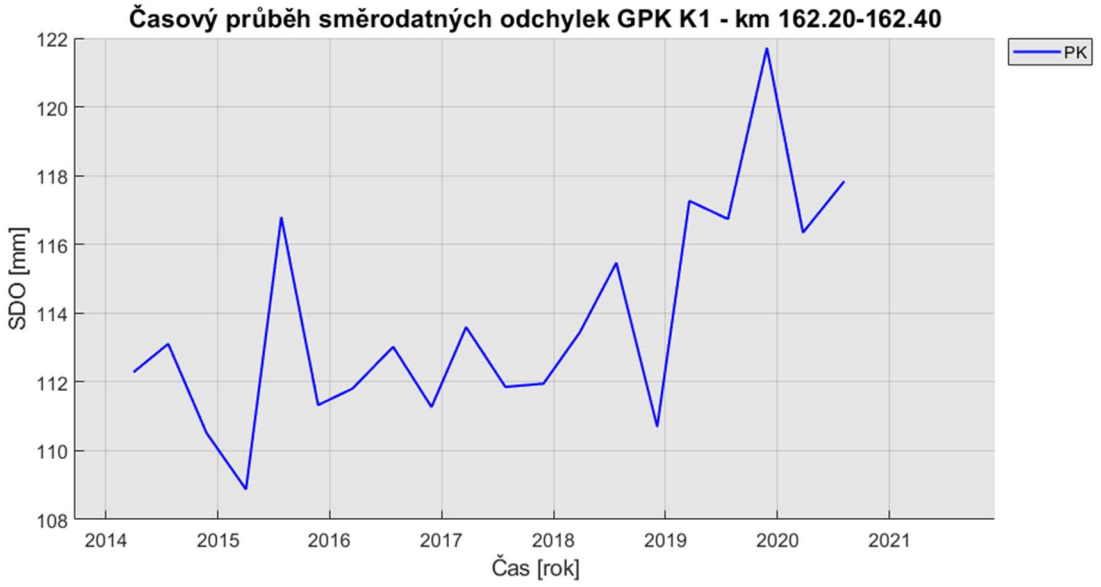

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.00-162.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

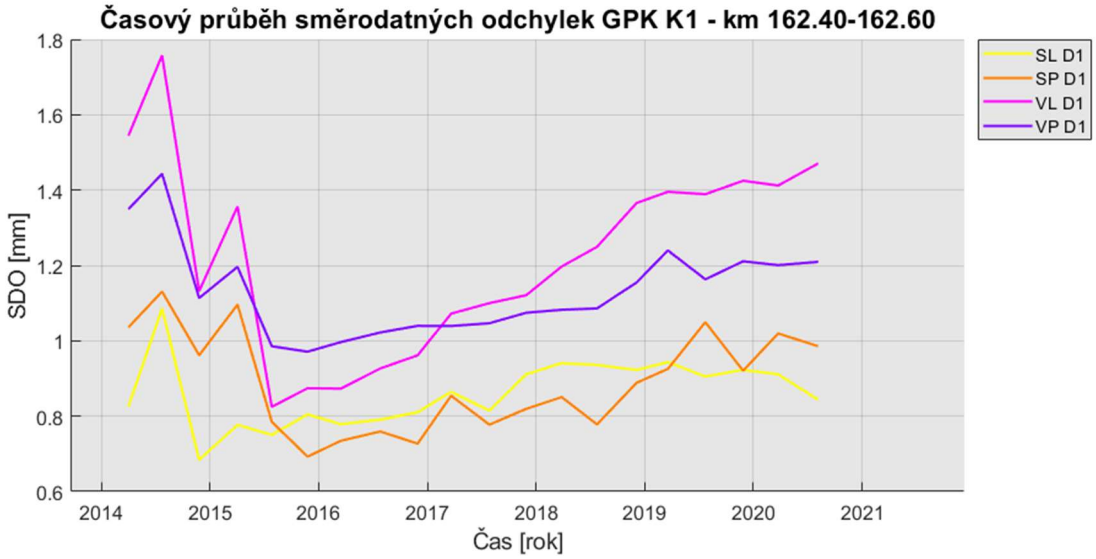

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.00-162.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

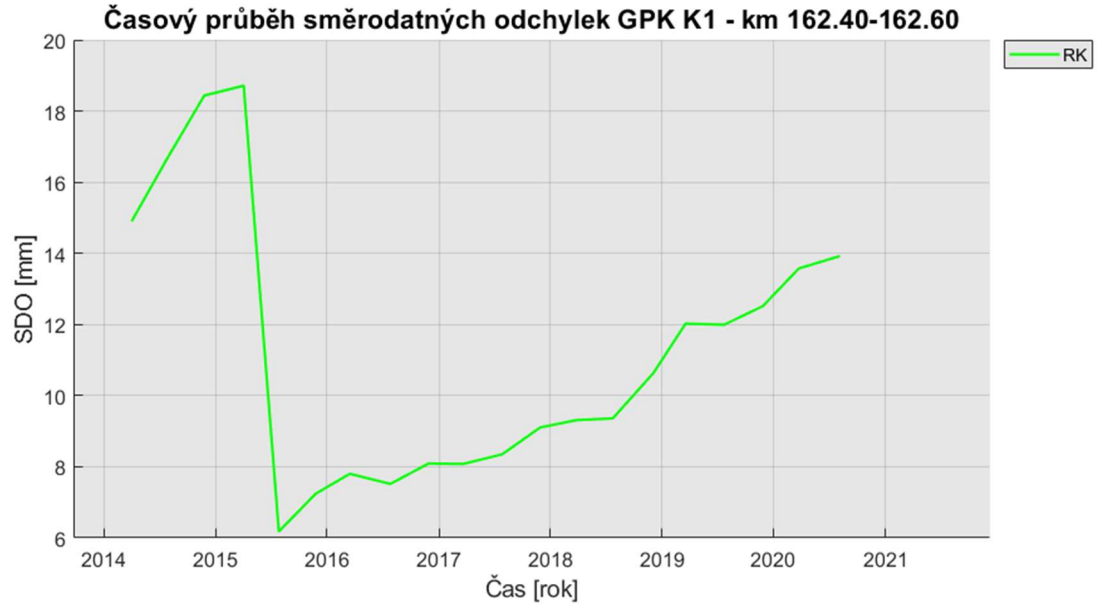

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.00-162.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

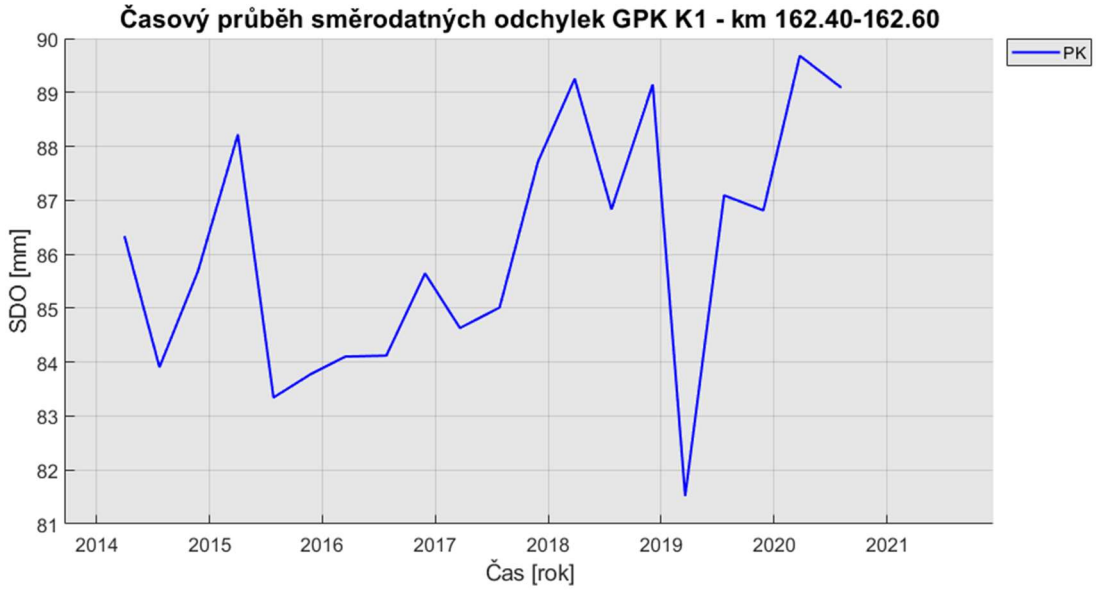

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.20-162.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

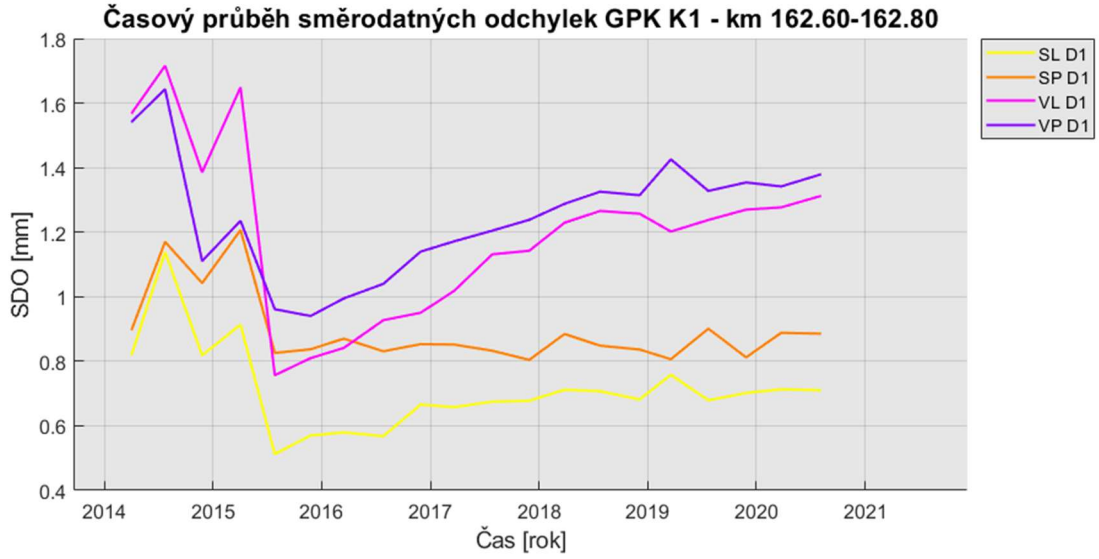

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.20-162.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

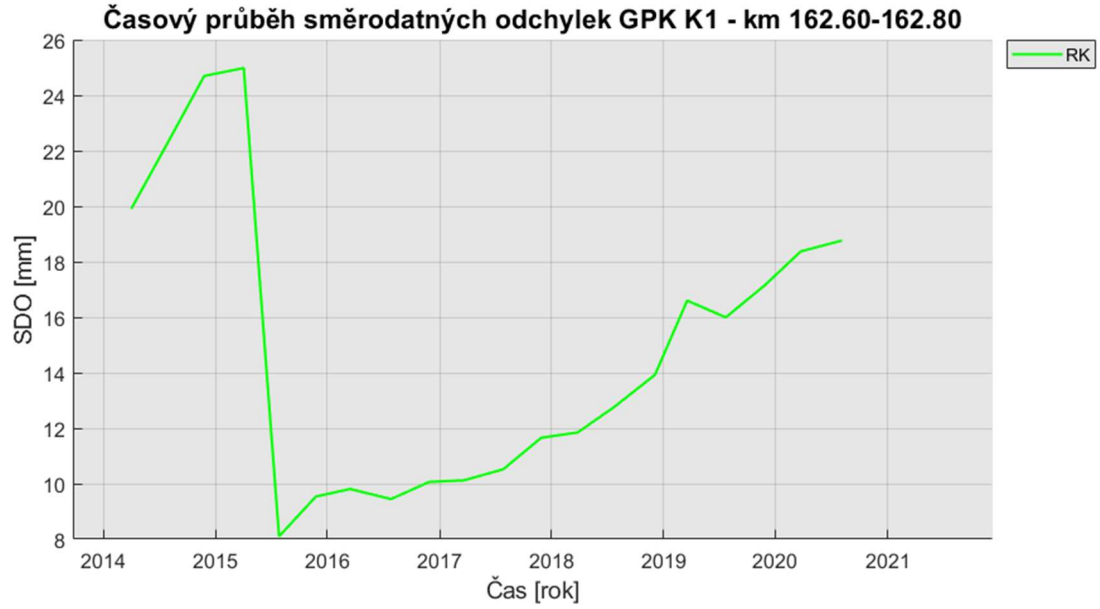

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.20-162.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

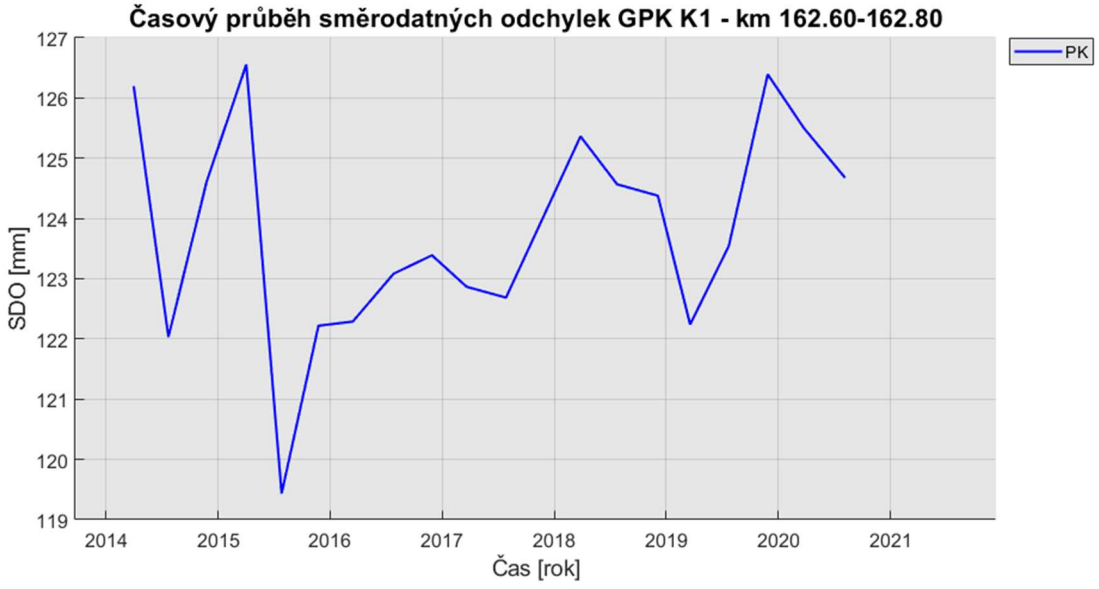

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.40-162.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

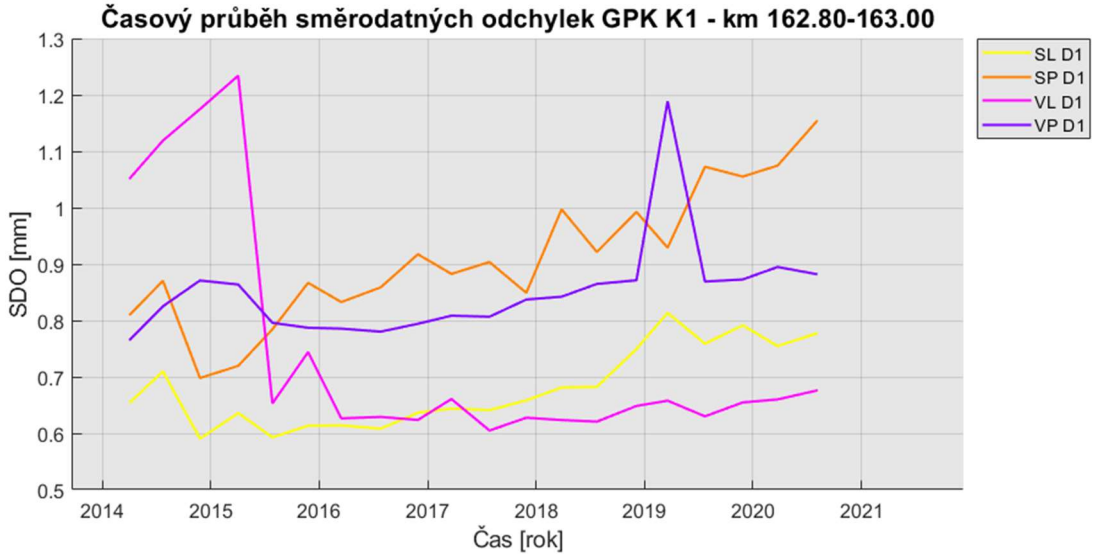

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.40-162.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

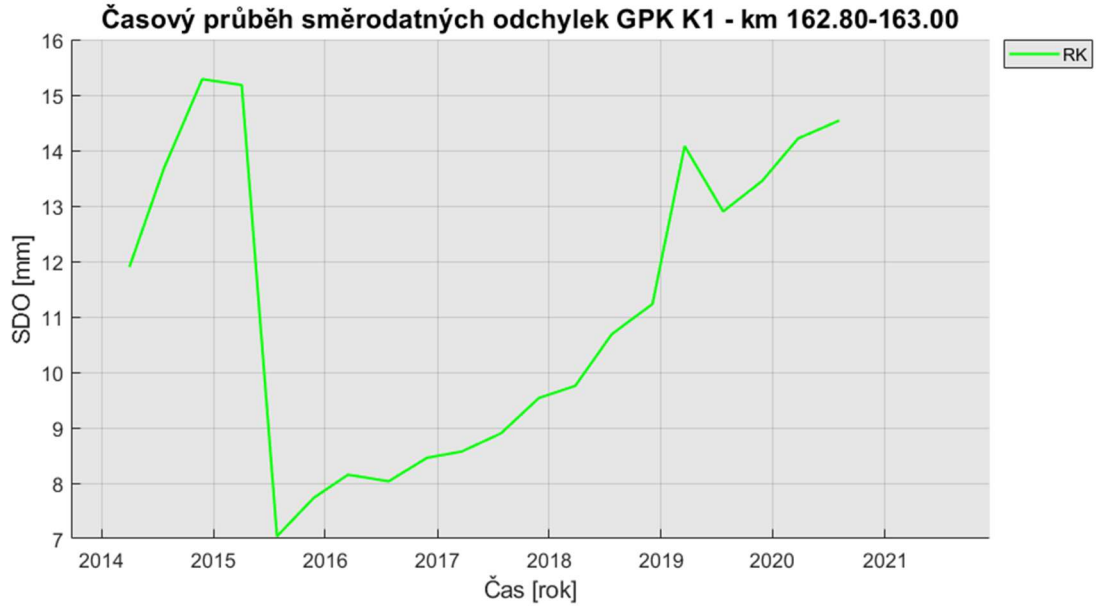

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.40-162.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

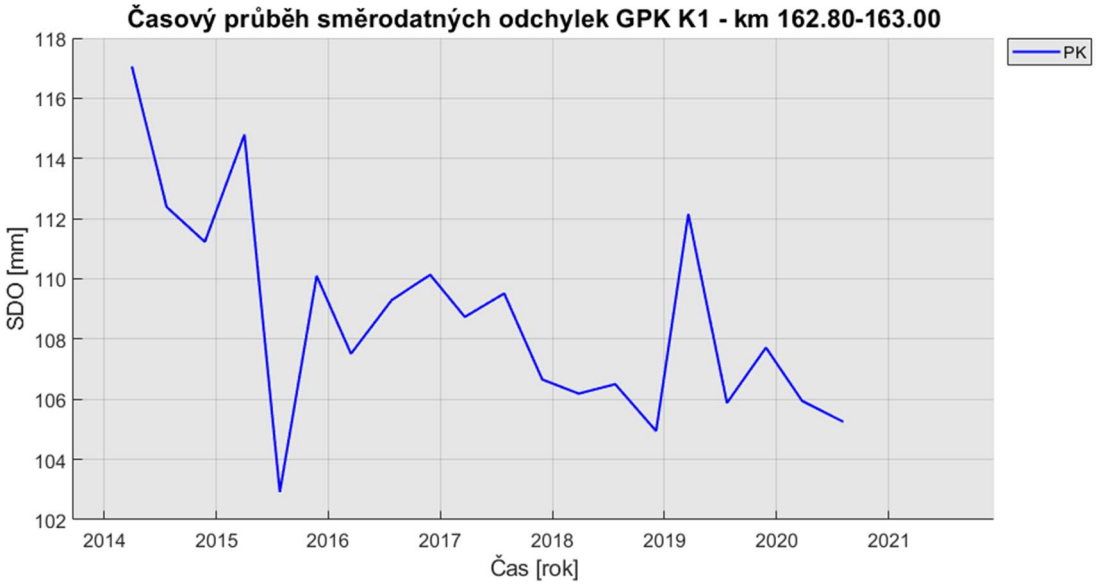

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

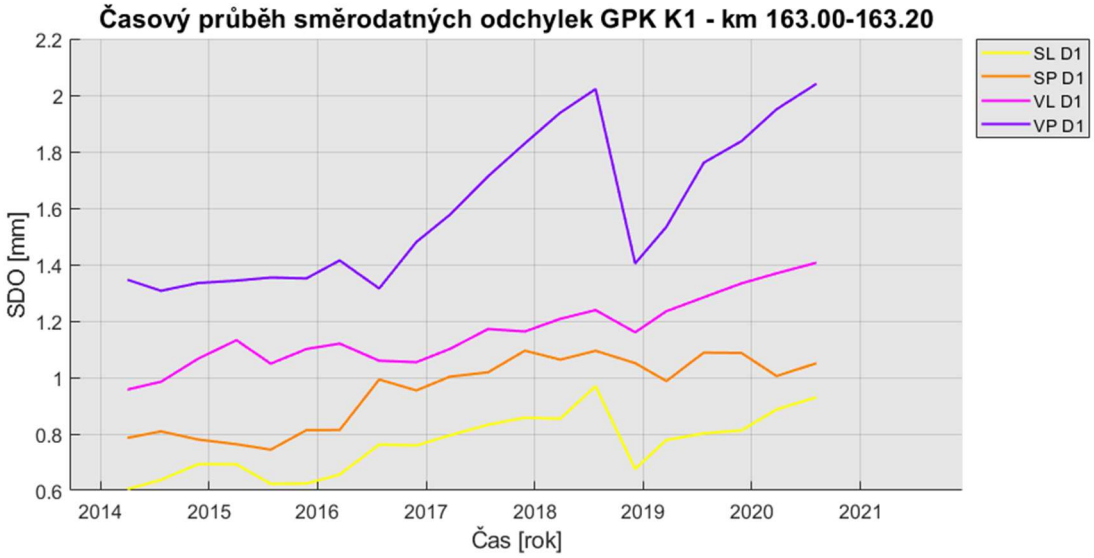

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

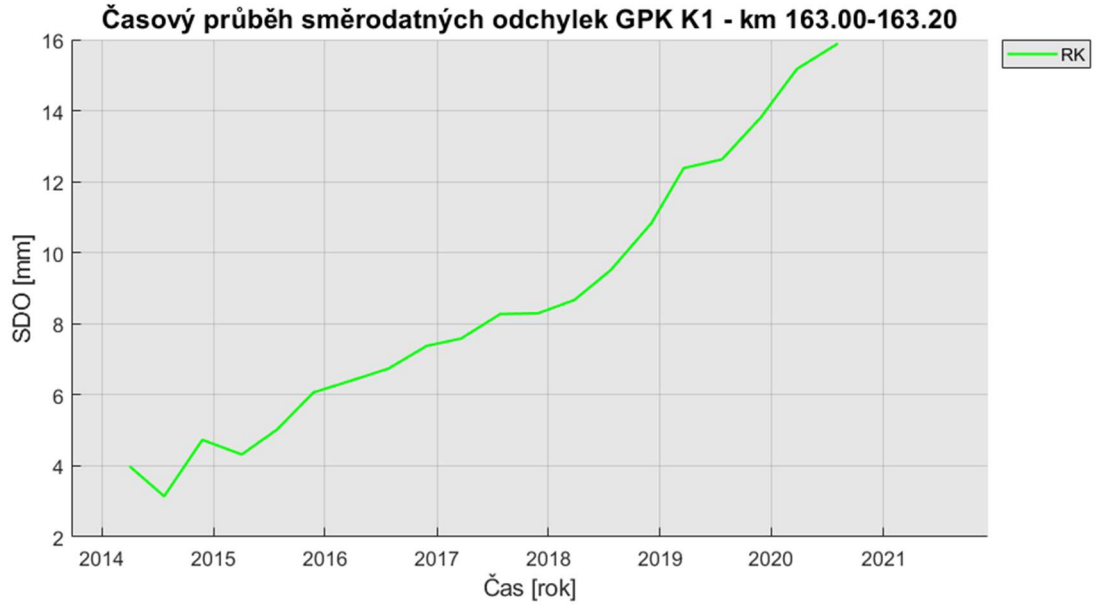

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

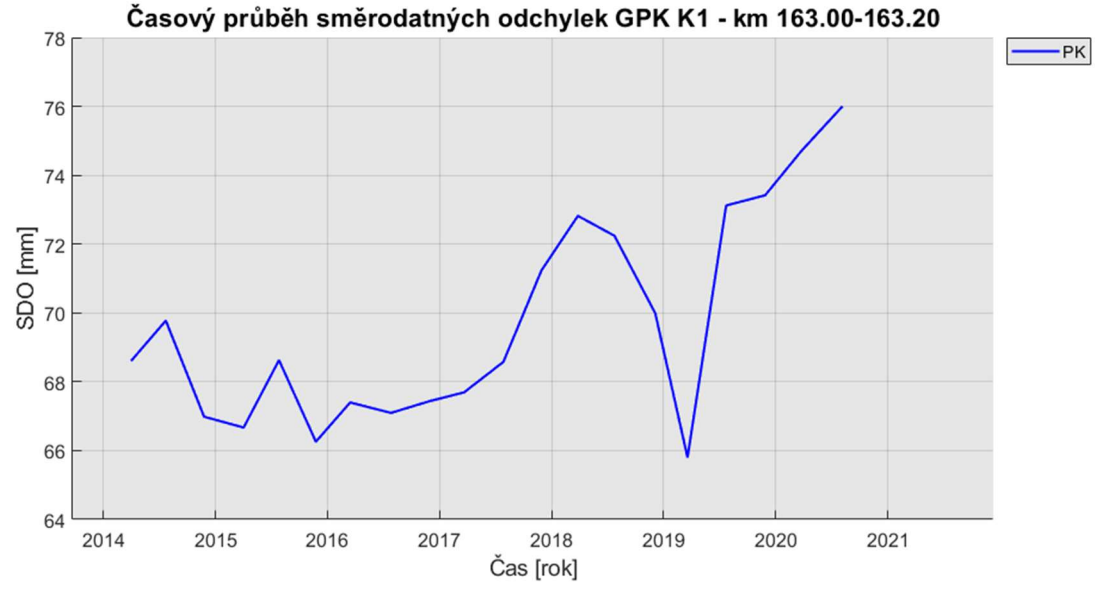

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.80-163.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

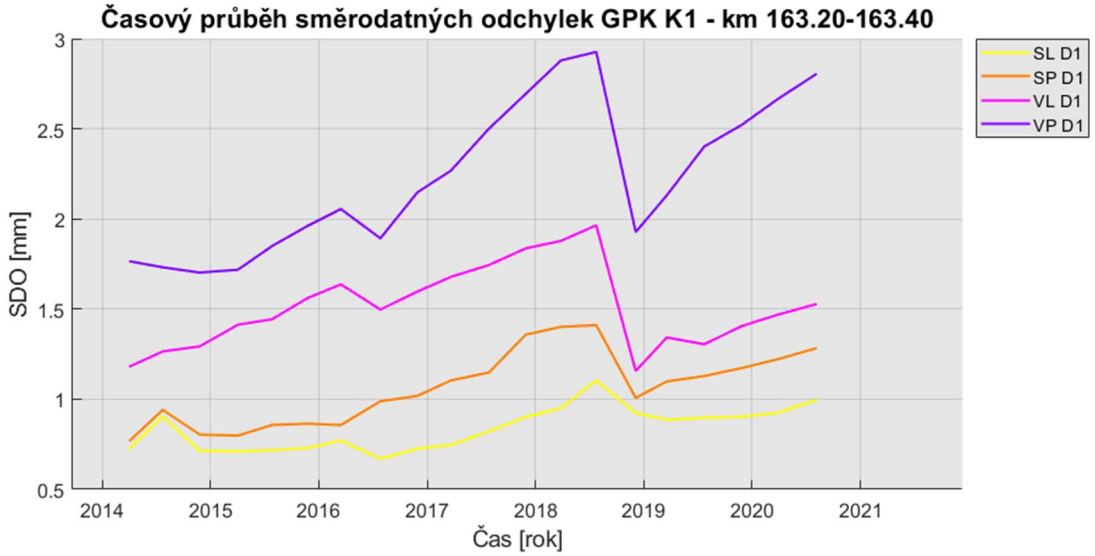

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.80-163.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

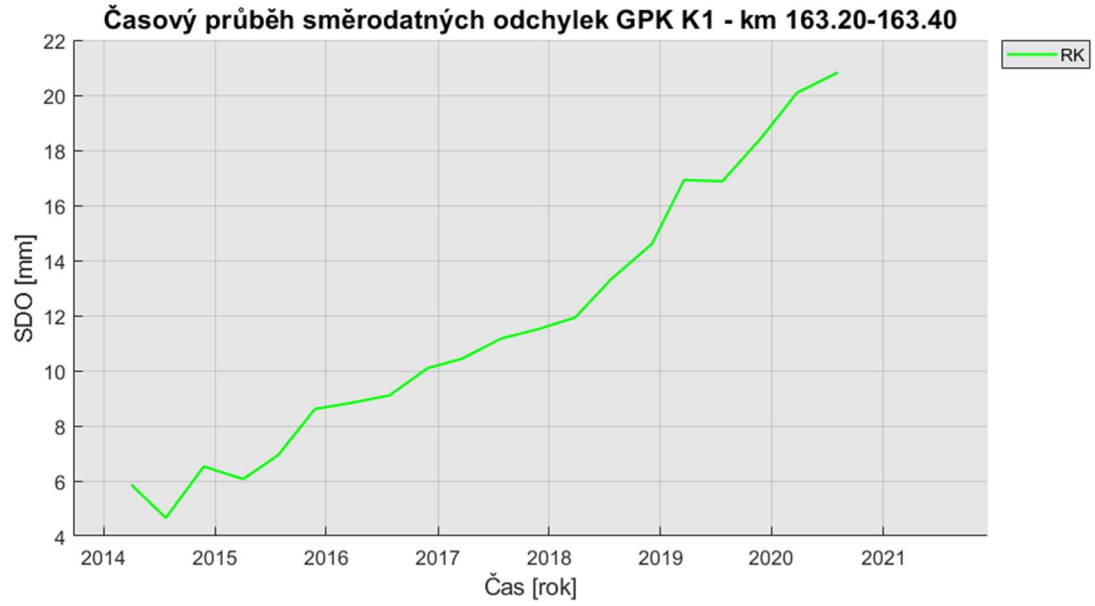

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 162.80-163.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

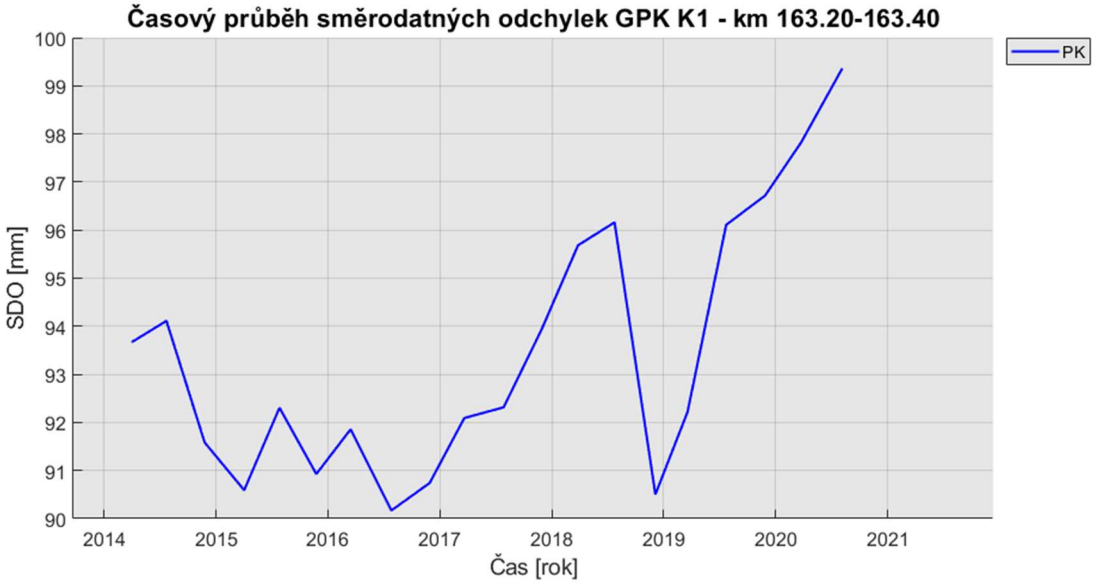

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.00-163.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

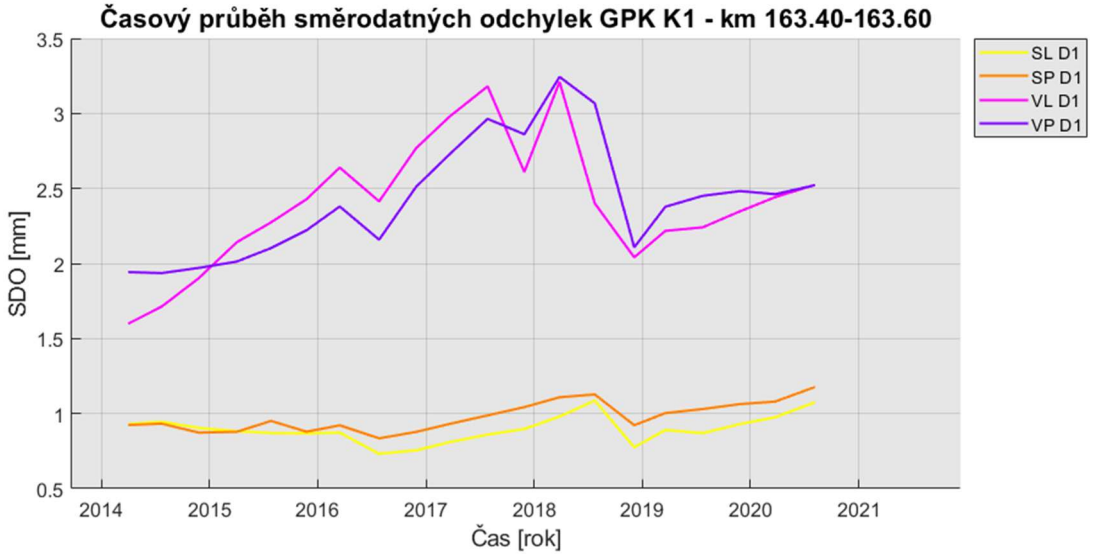

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.00-163.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

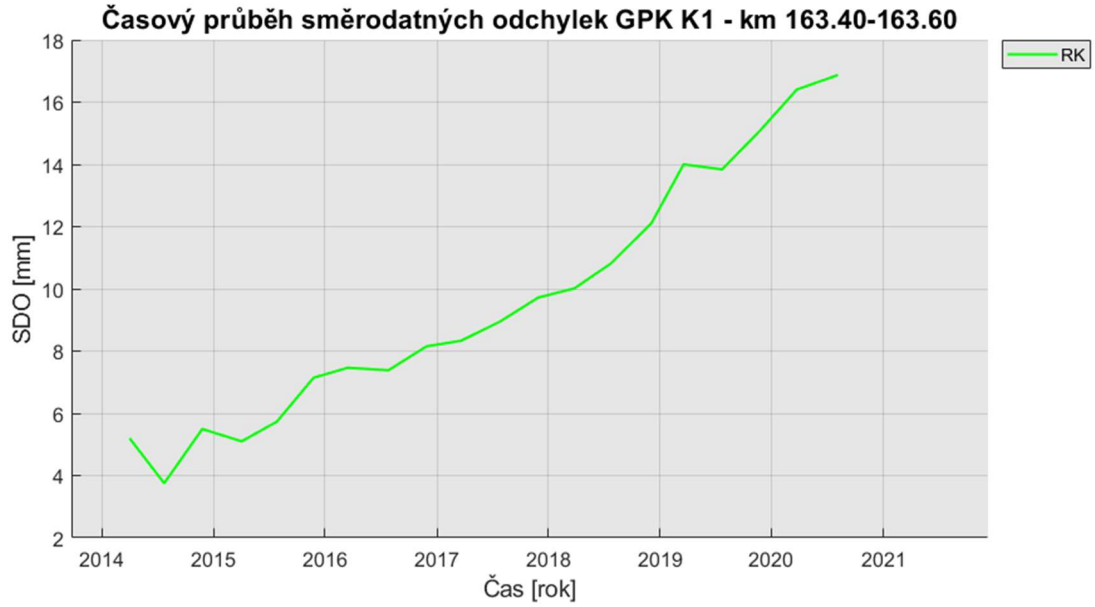

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.00-163.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK


Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.20-163.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

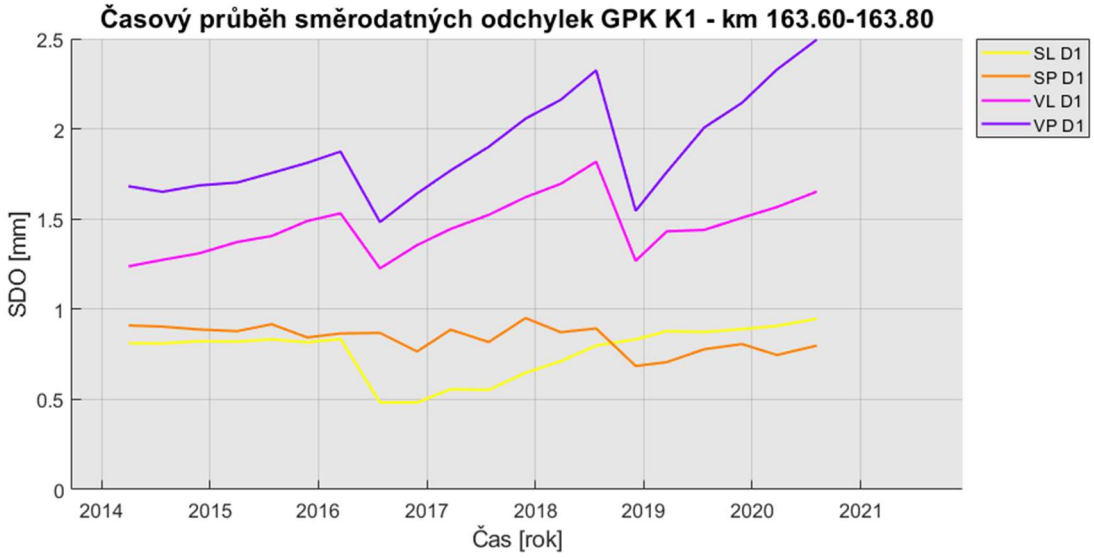

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.20-163.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

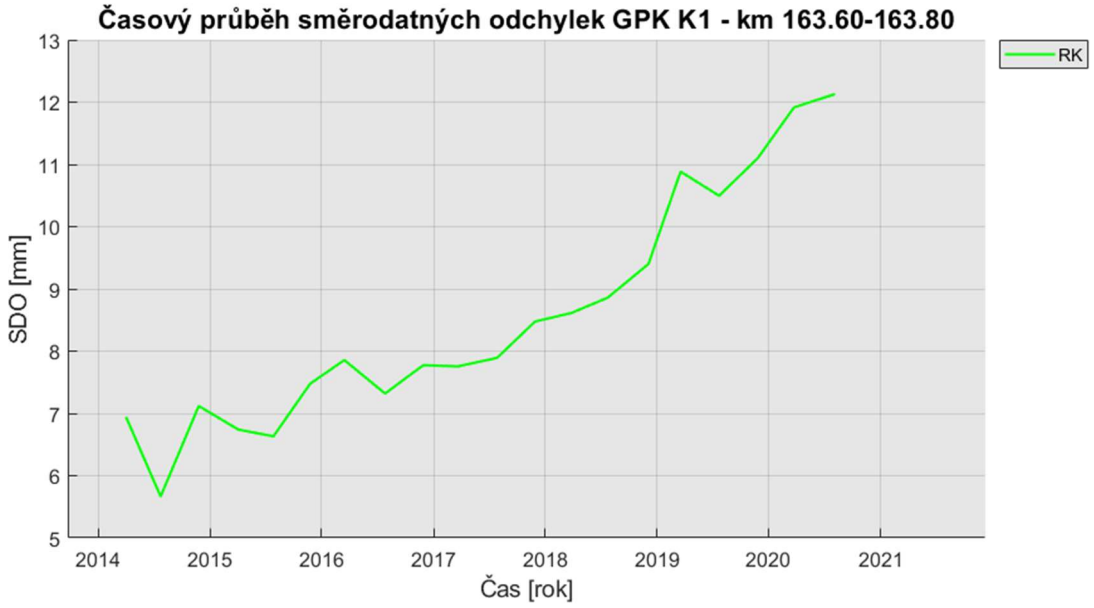

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.20-163.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

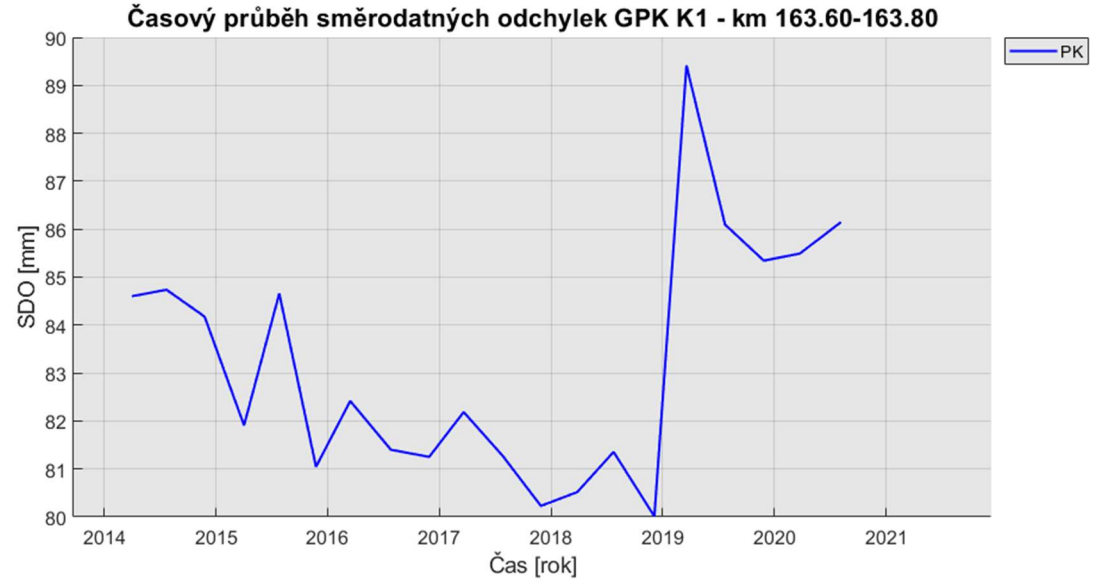

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.40-163.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

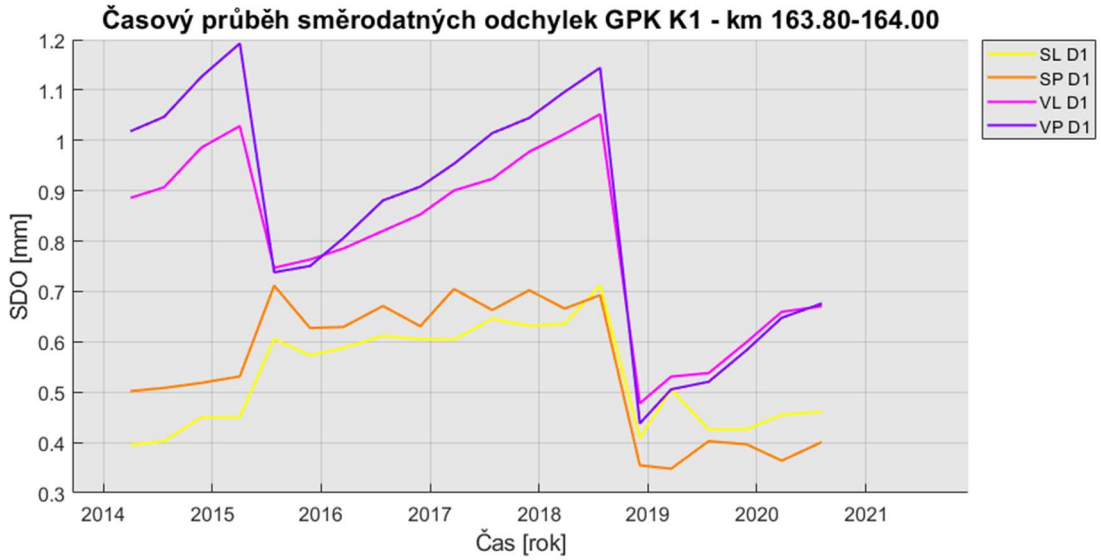

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.40-163.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

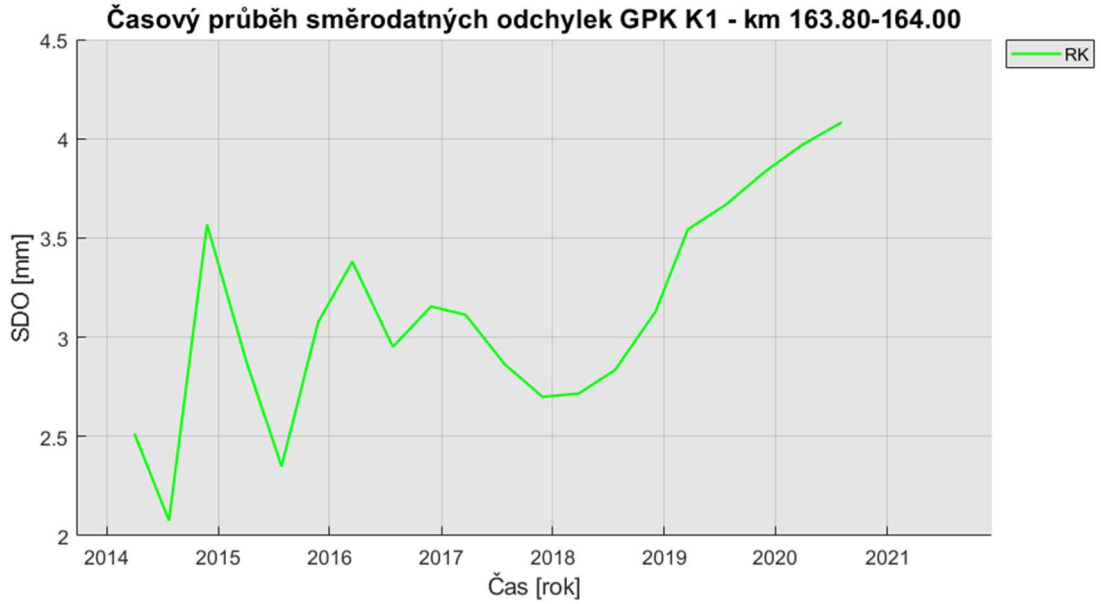
Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.40-163.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

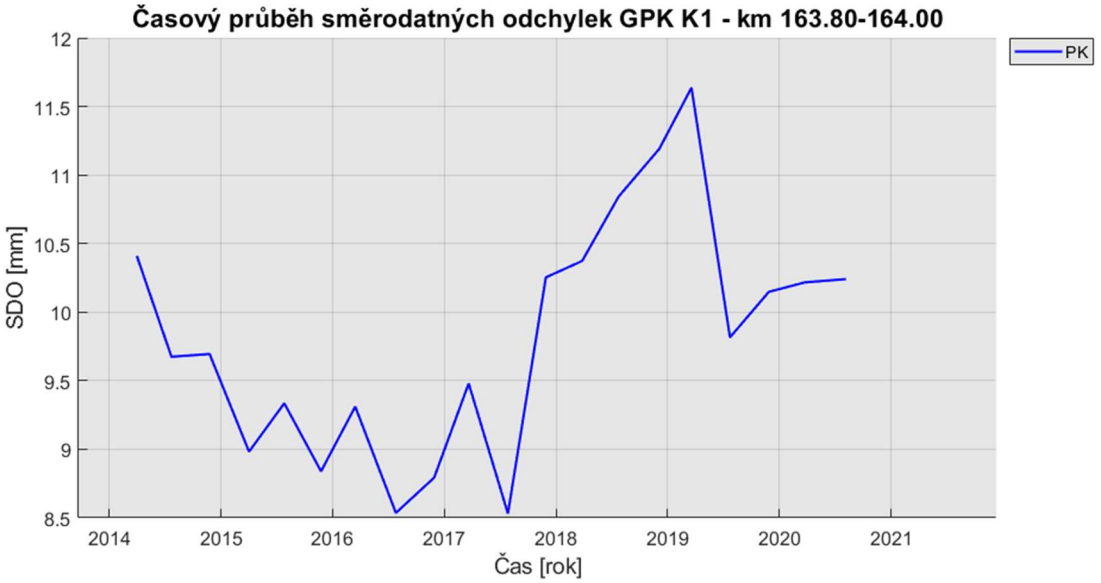

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.60-163.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

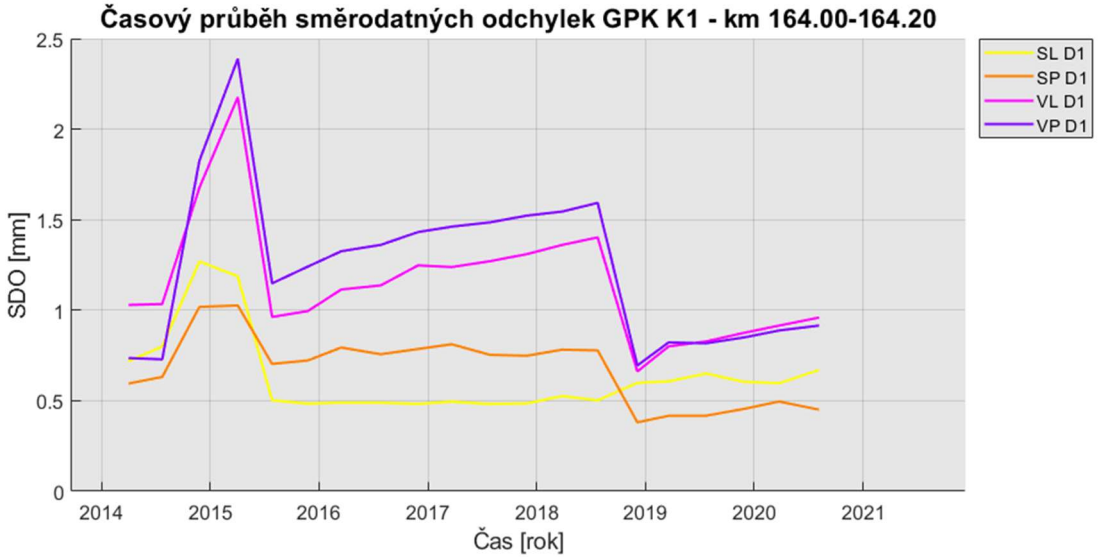

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.60-163.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

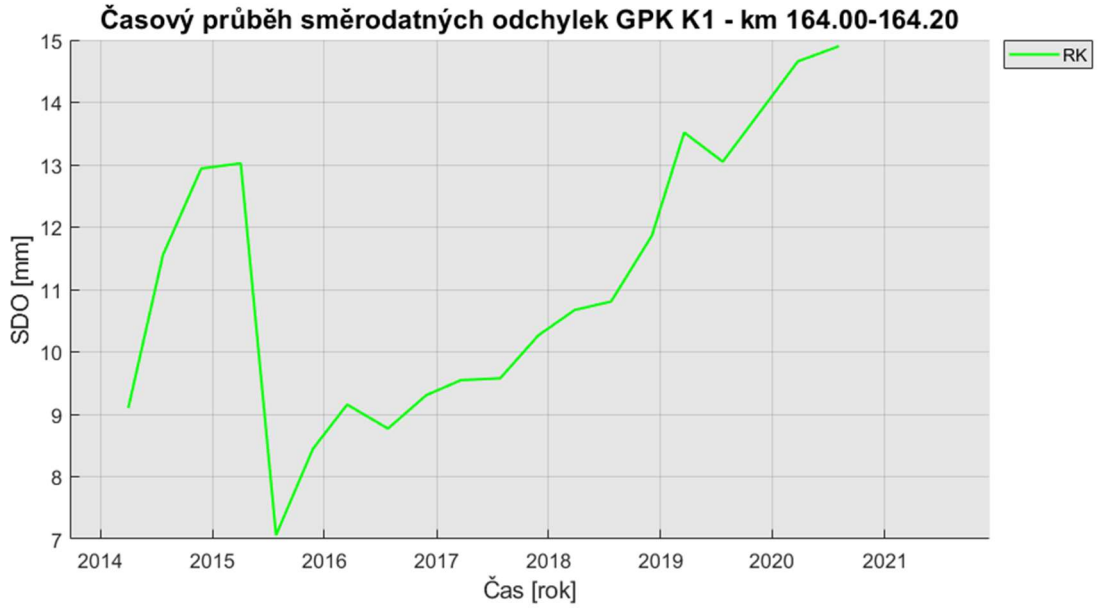

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.60-163.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

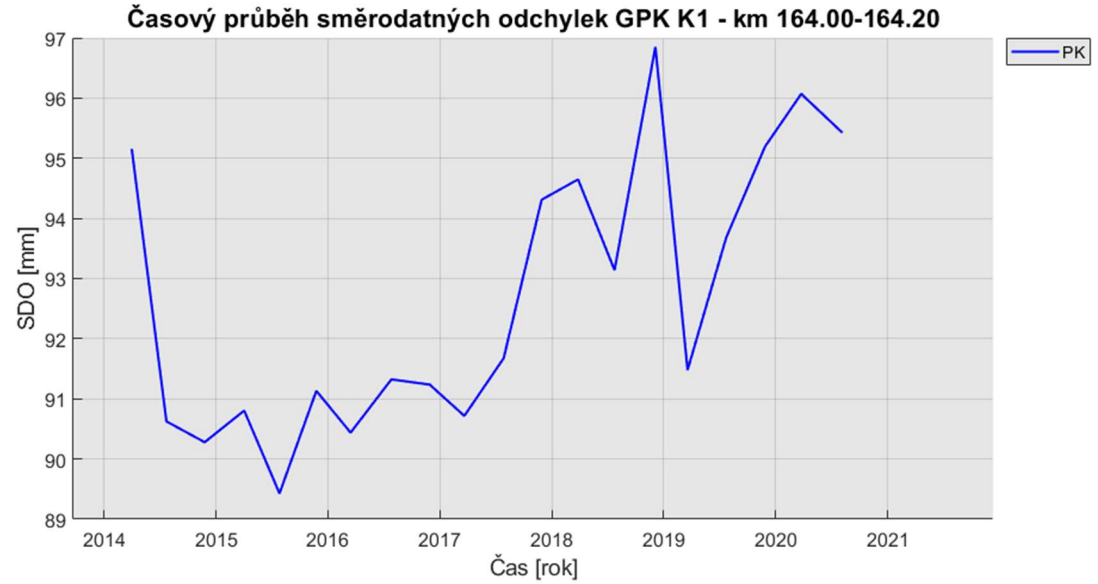

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.80-164.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

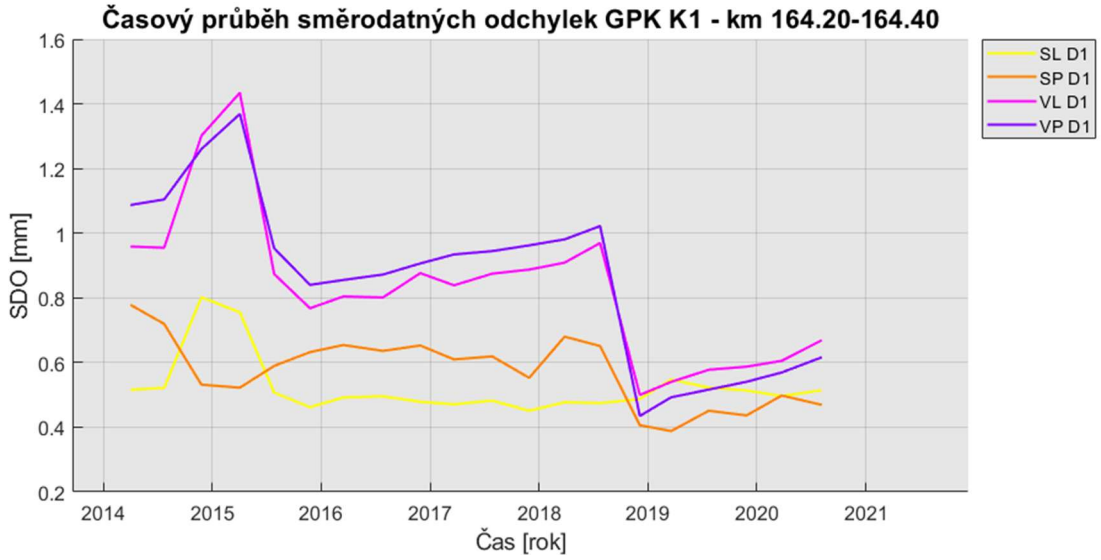

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.80-164.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

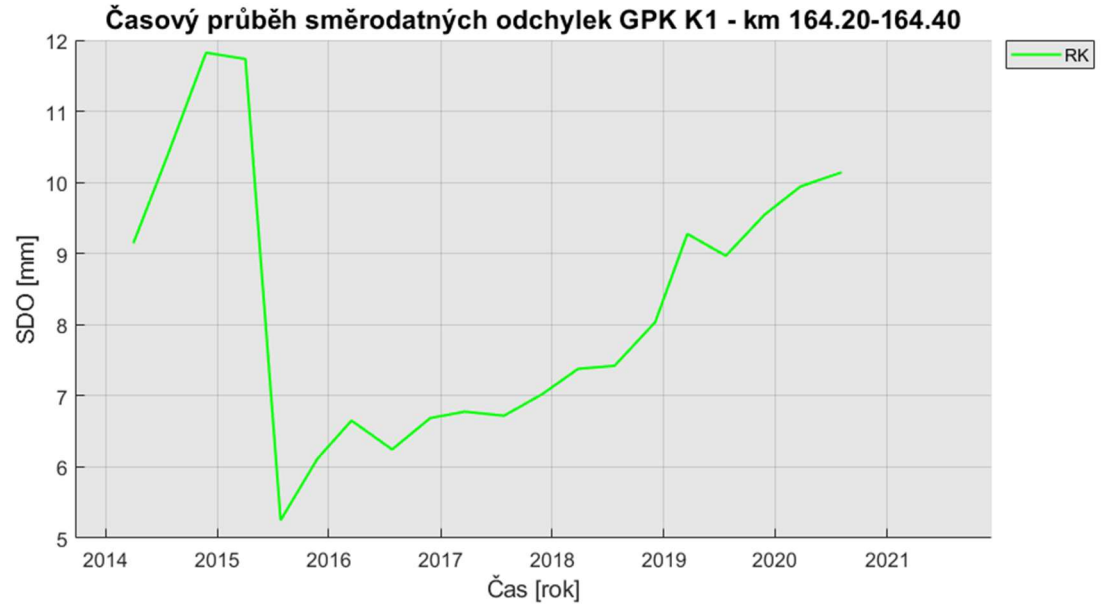

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 163.80-164.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

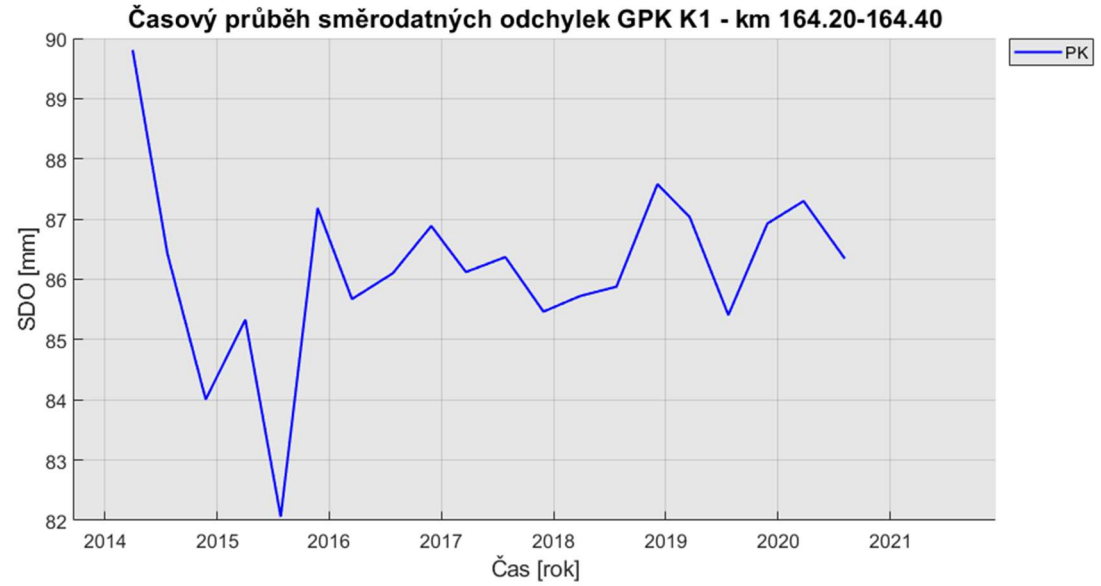

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.00-164.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

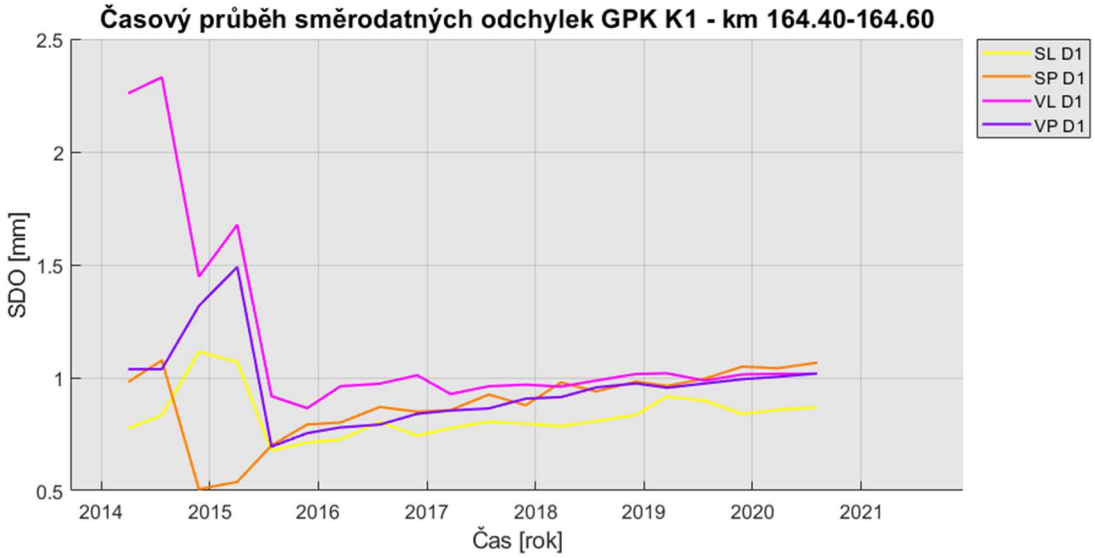

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.00-164.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

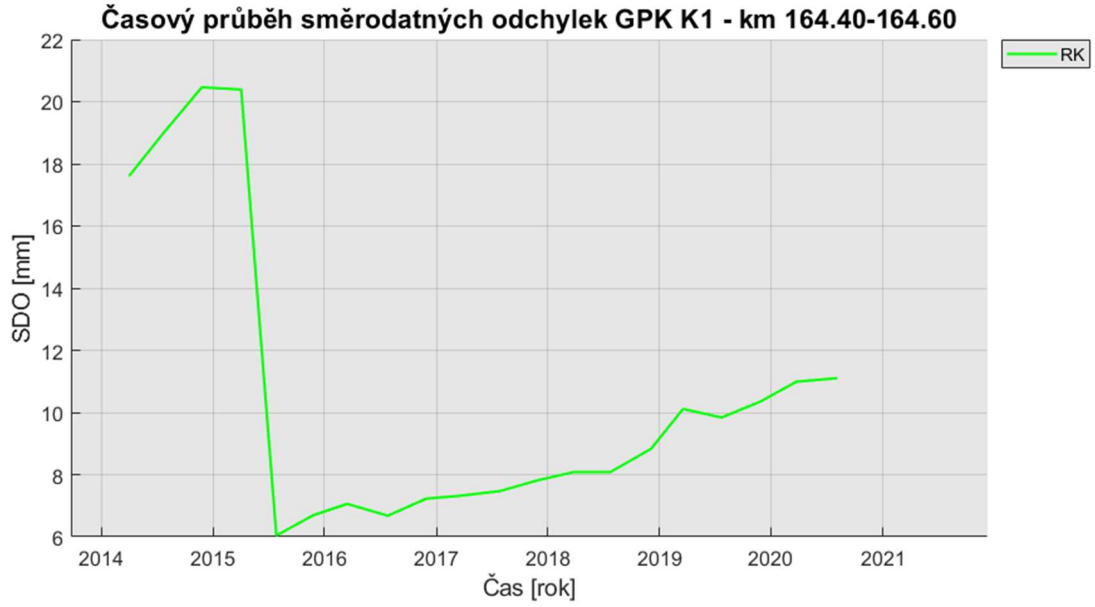

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.00-164.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

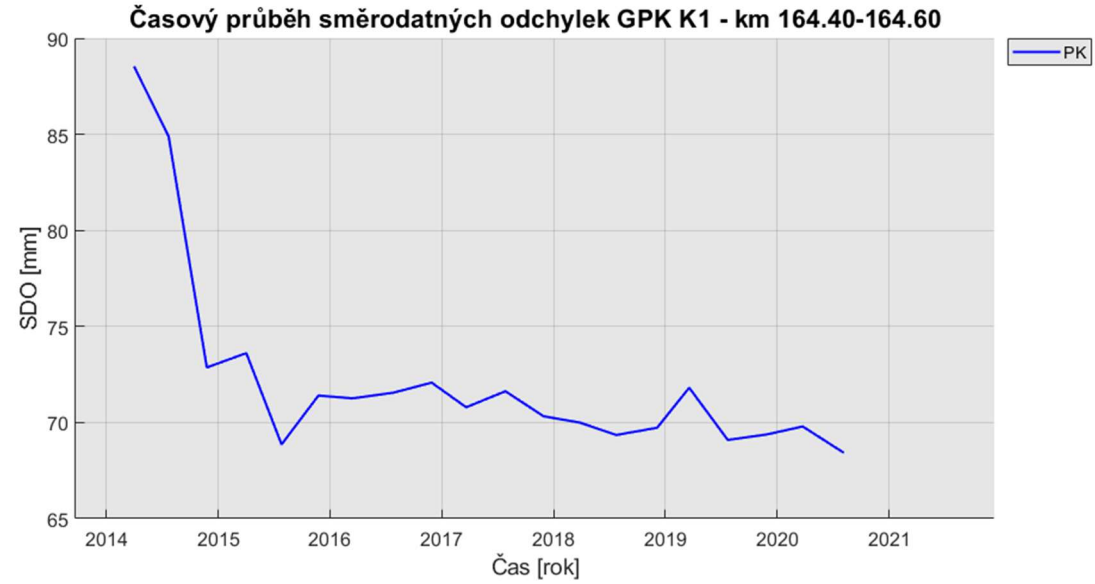

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.20-164.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

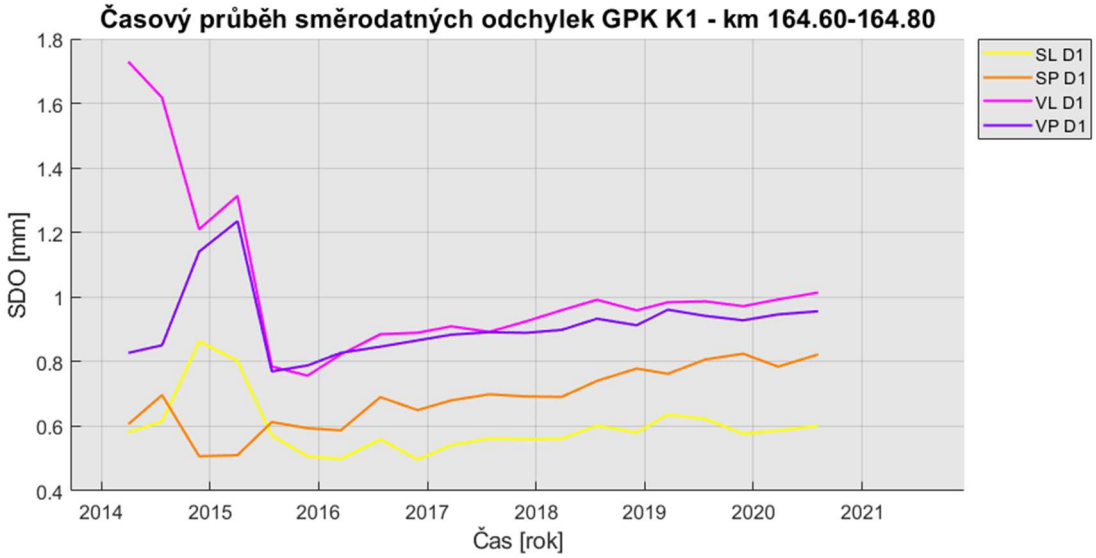

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.20-164.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
12
11
10
9
8
7
6
5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

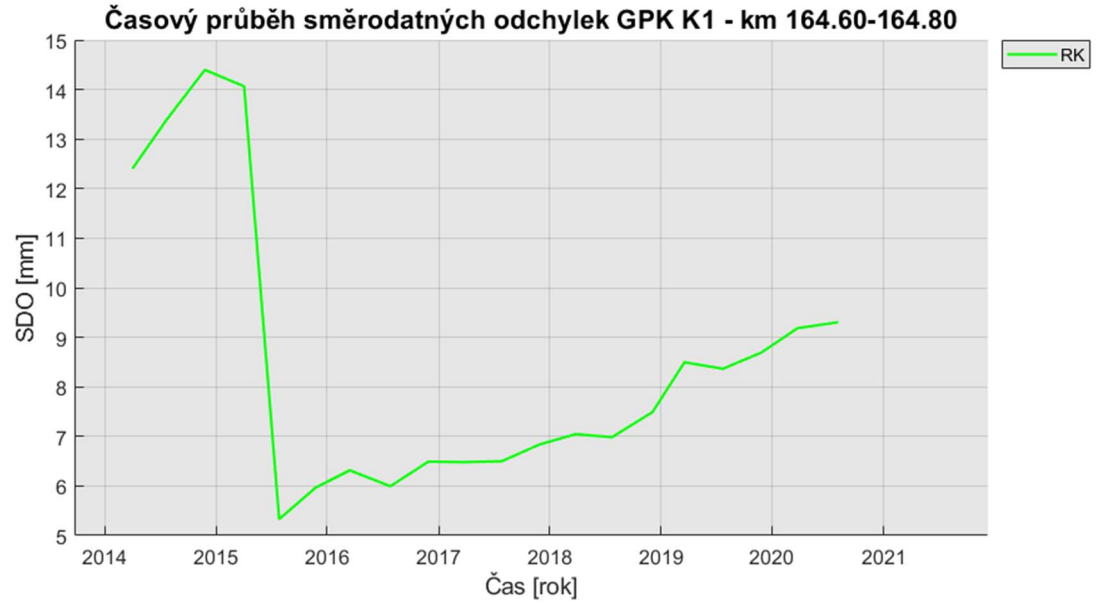

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.20-164.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
90
89
88
87
86
85
84
83
82
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

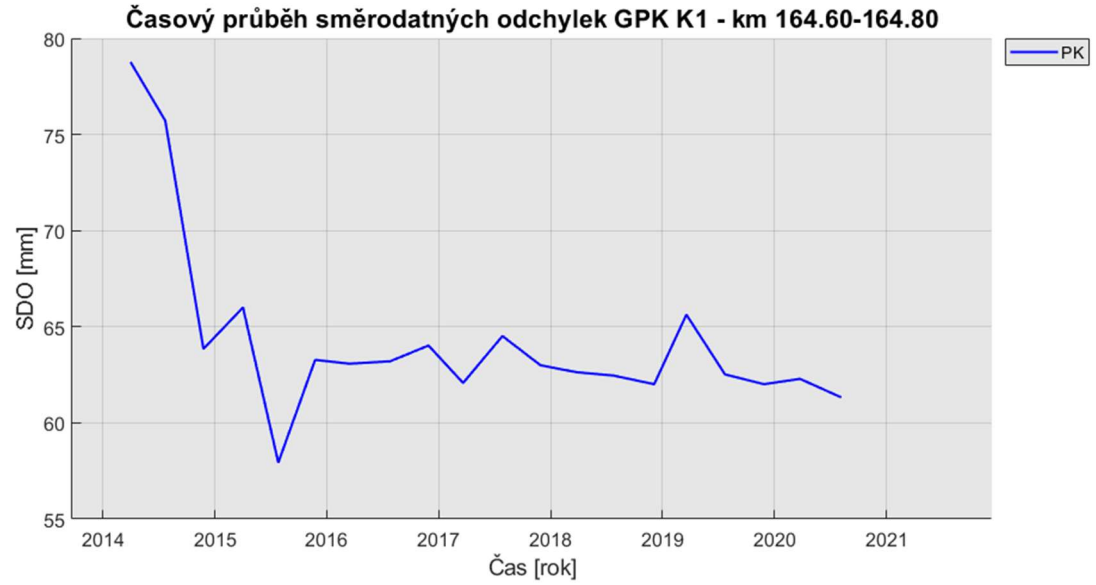

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.40-164.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

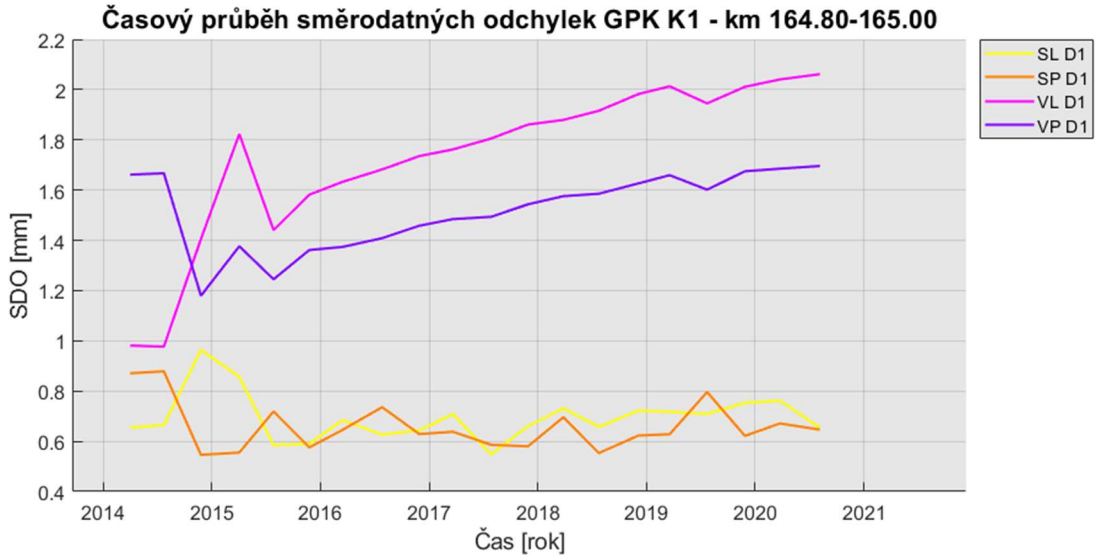

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.40-164.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

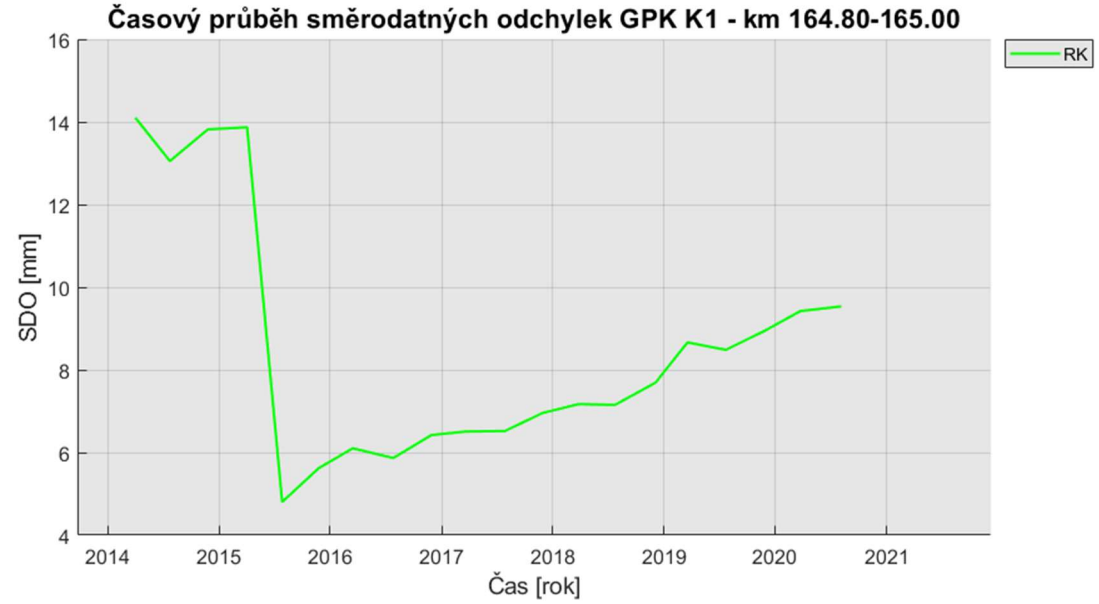

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.40-164.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

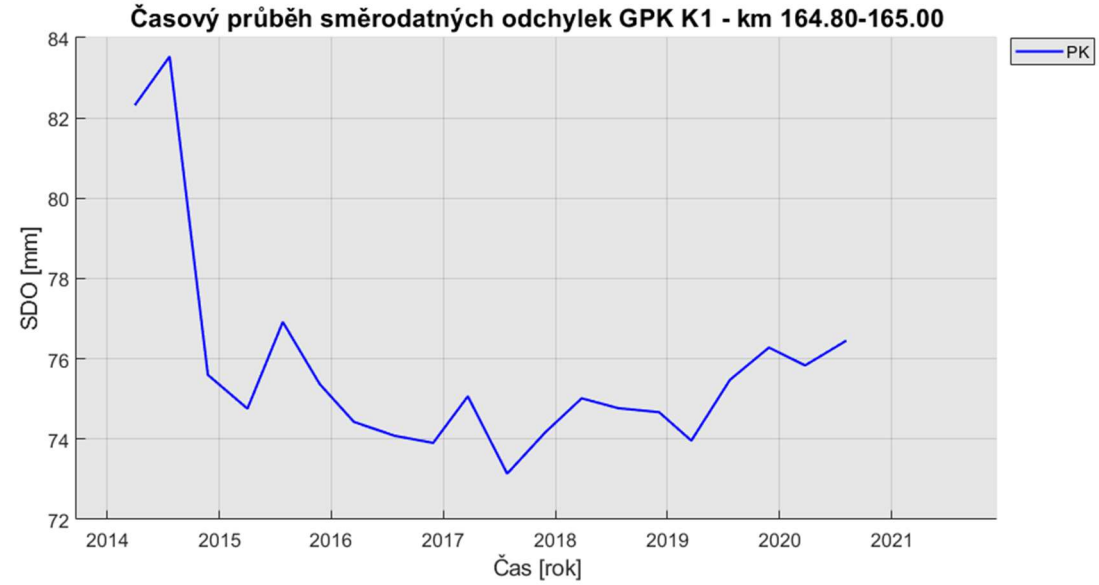

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.60-164.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

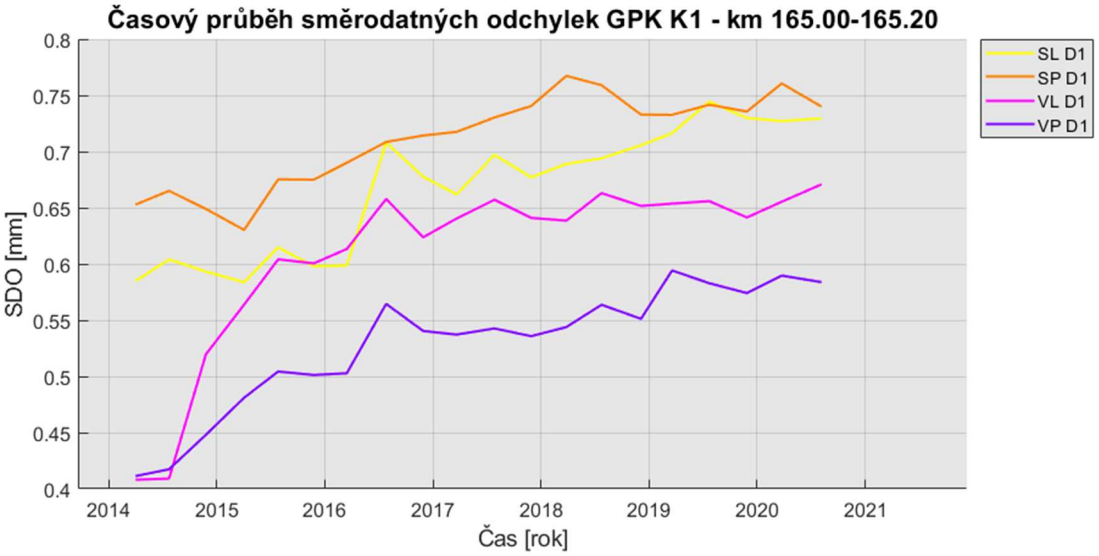

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.60-164.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

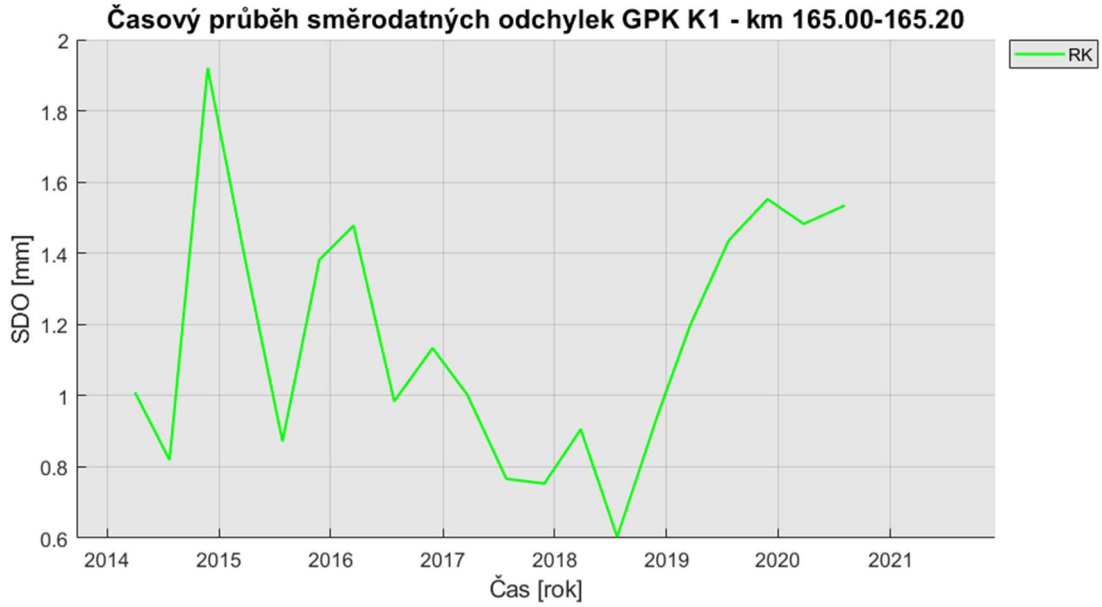

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.60-164.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

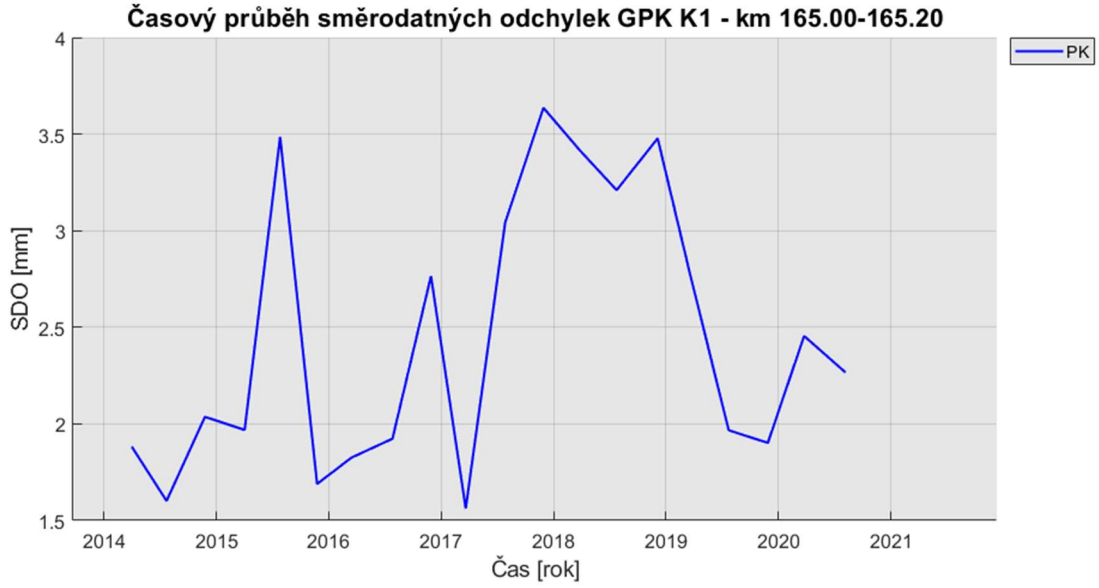

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.80-165.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

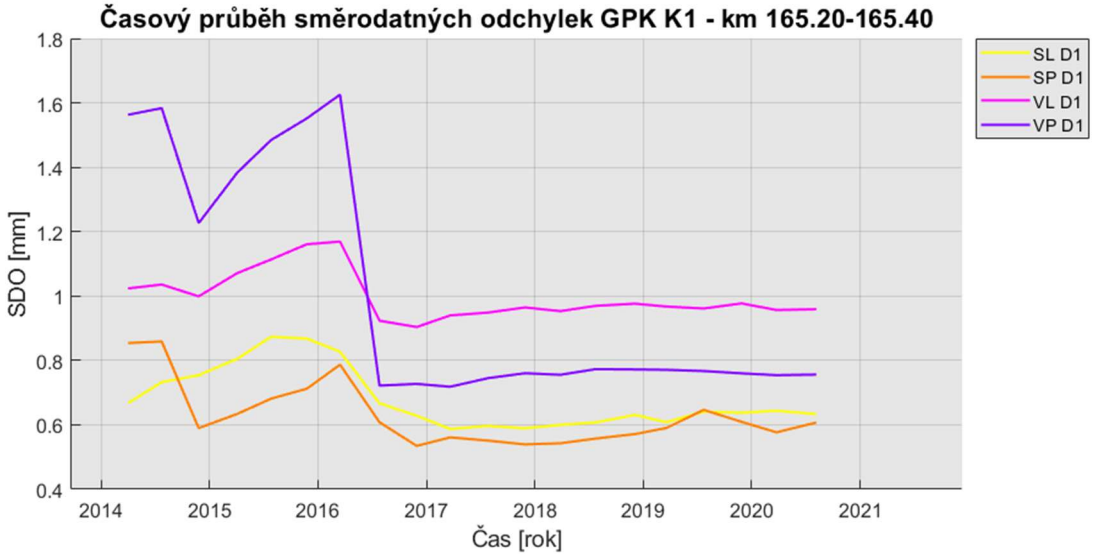

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.80-165.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

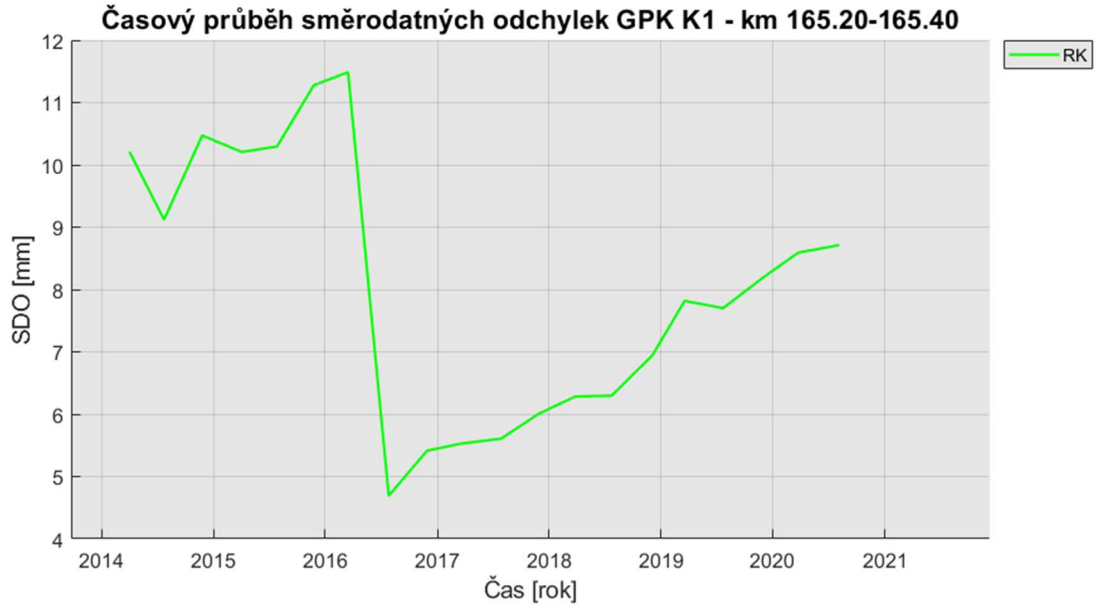

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 164.80-165.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

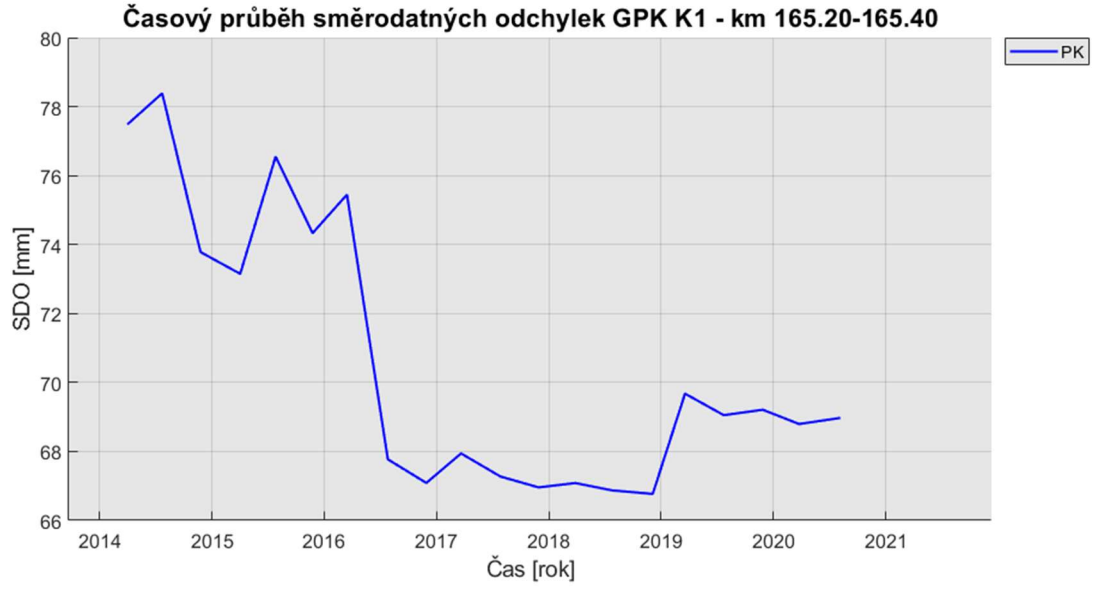

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.00-165.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

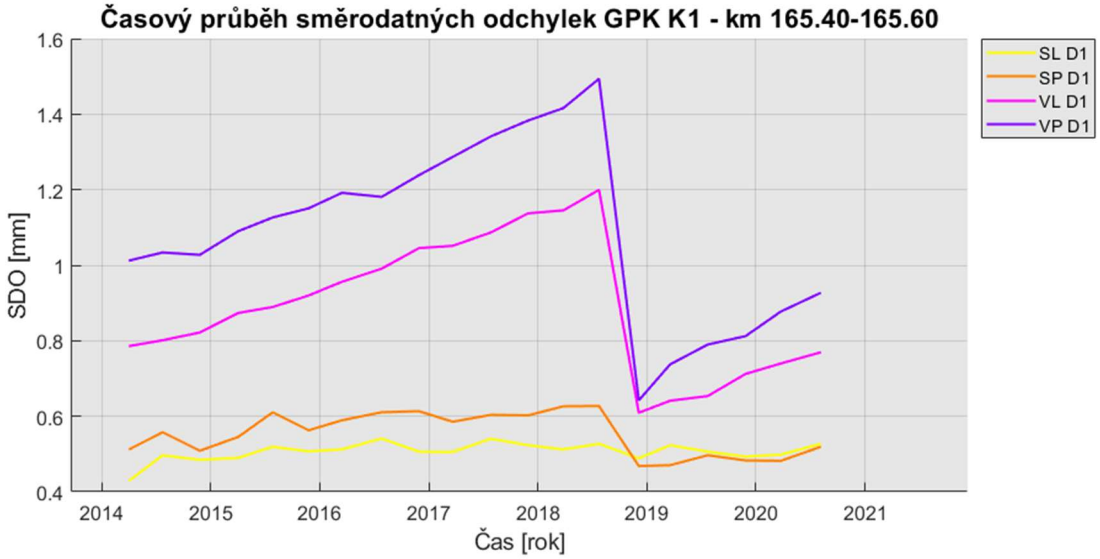

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.00-165.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

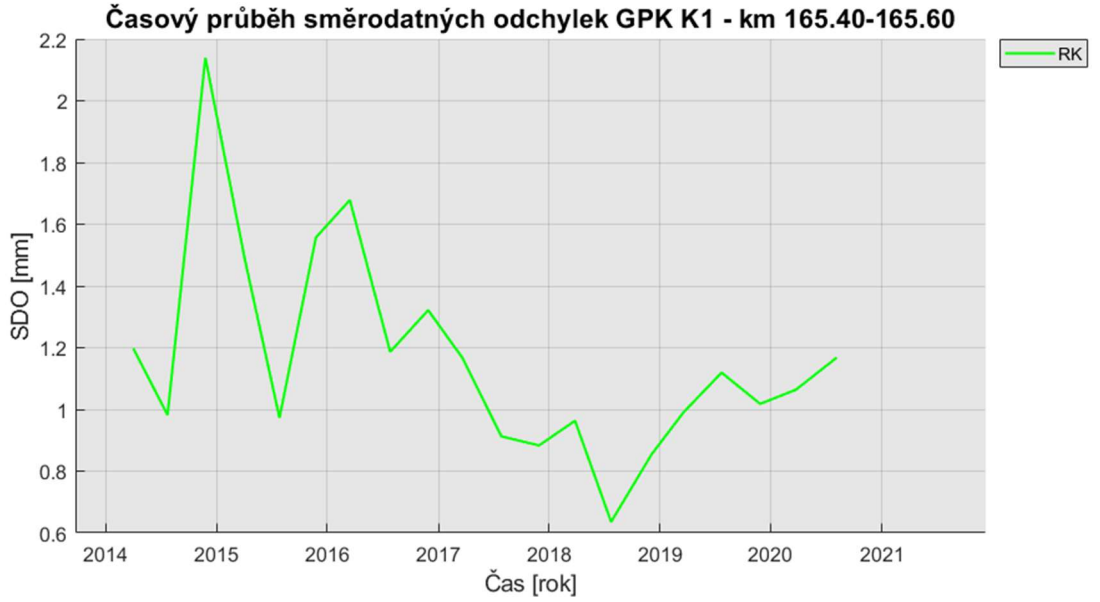

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.00-165.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

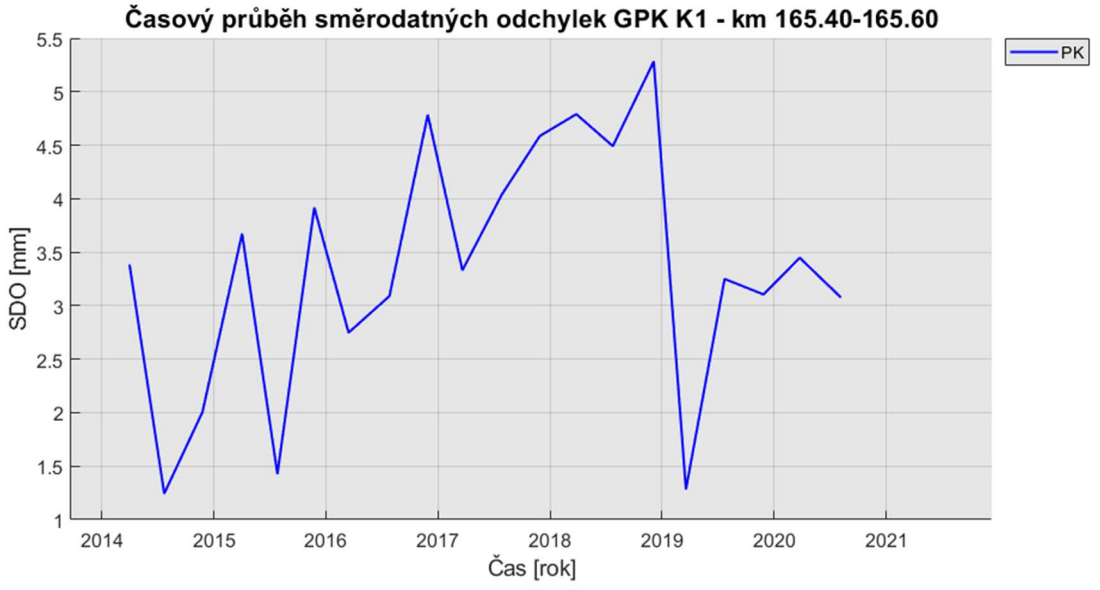

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.20-165.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

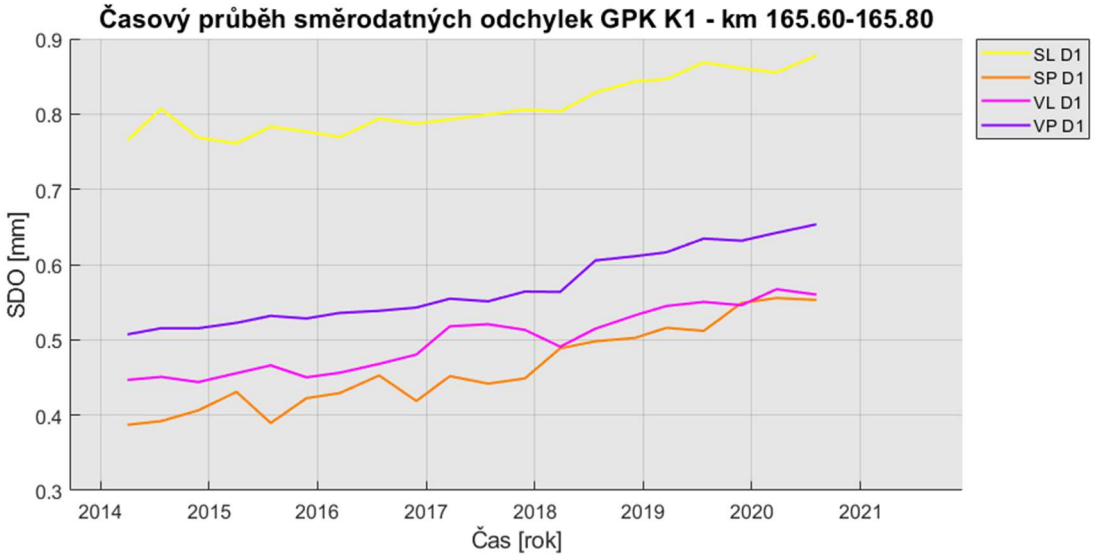

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.20-165.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

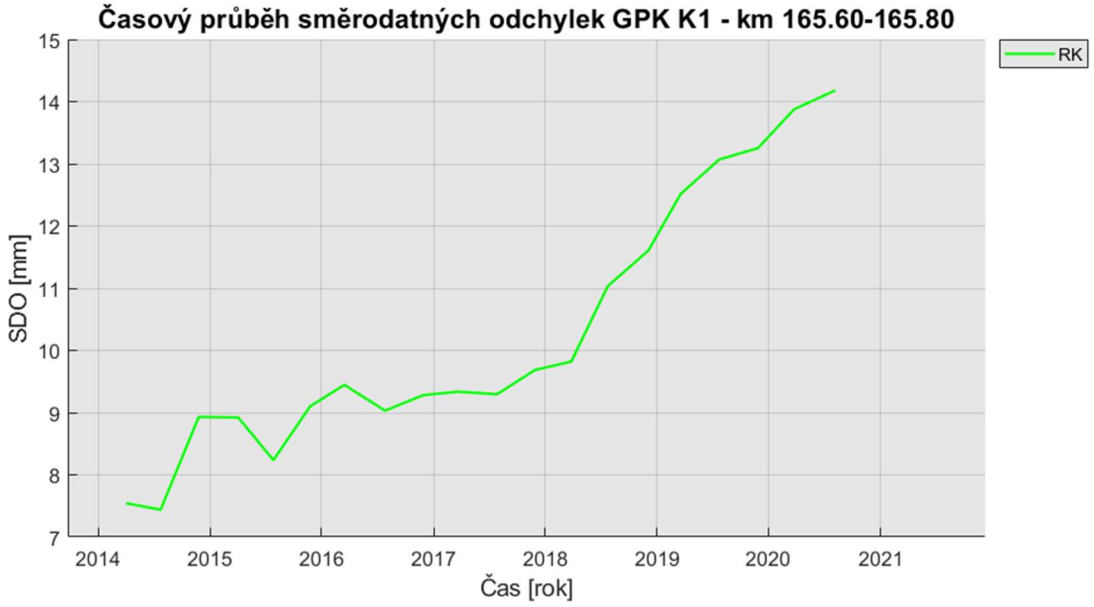

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.20-165.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

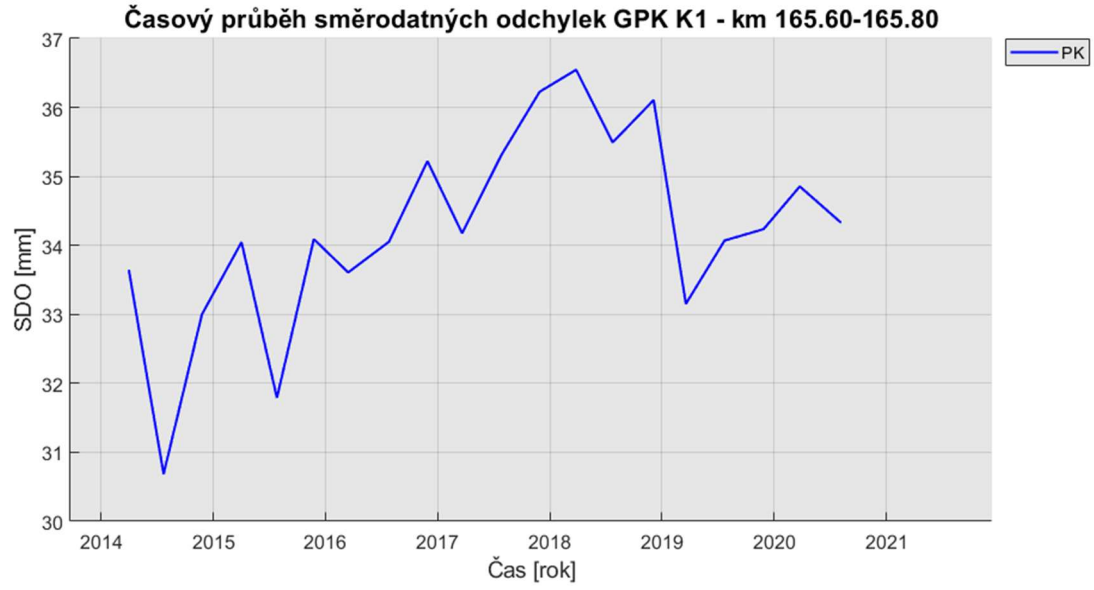

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.40-165.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

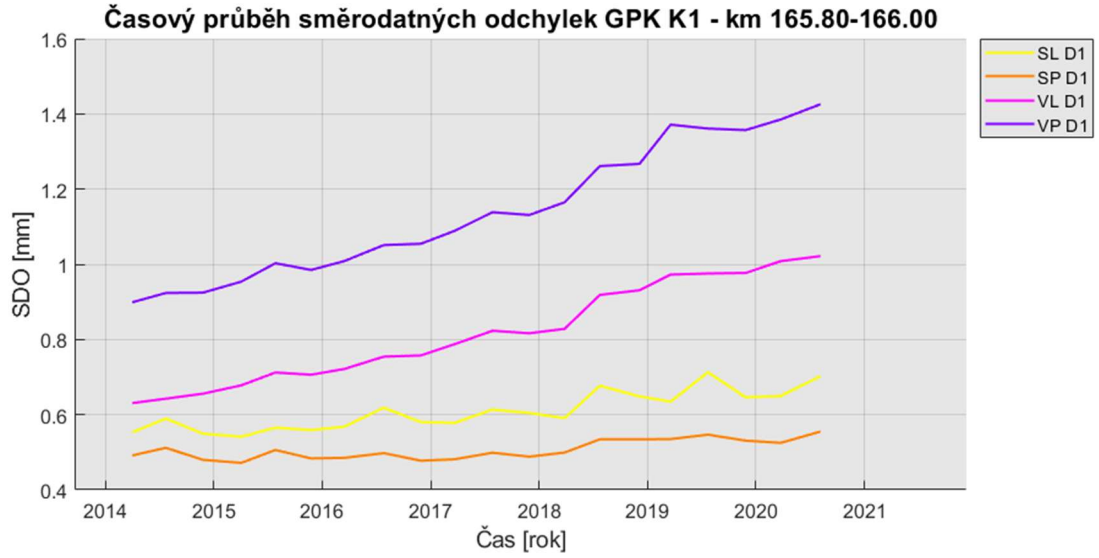

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.40-165.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

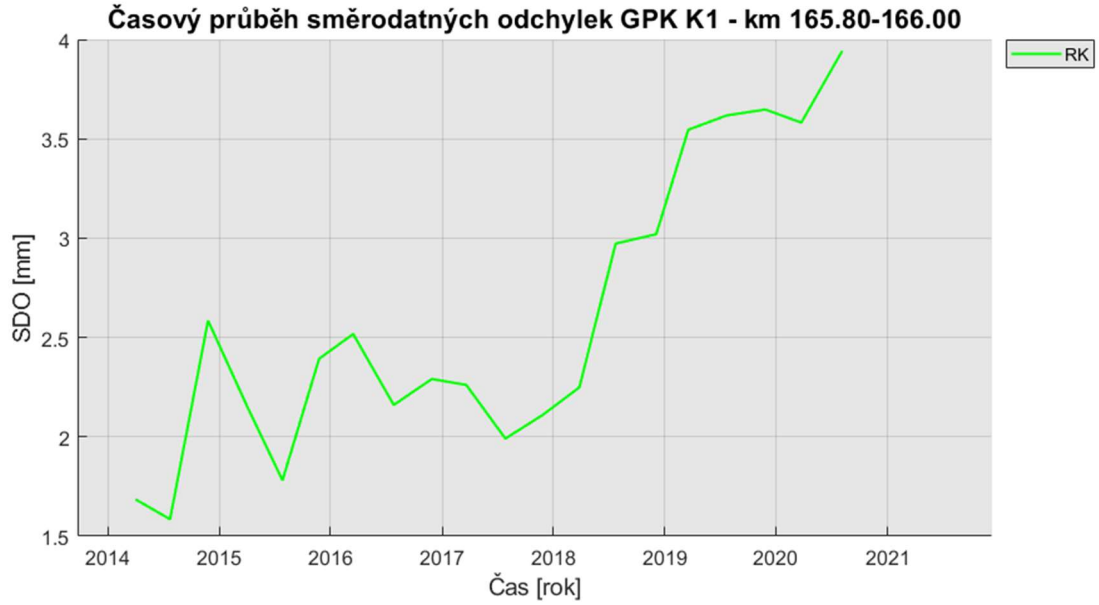

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.40-165.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

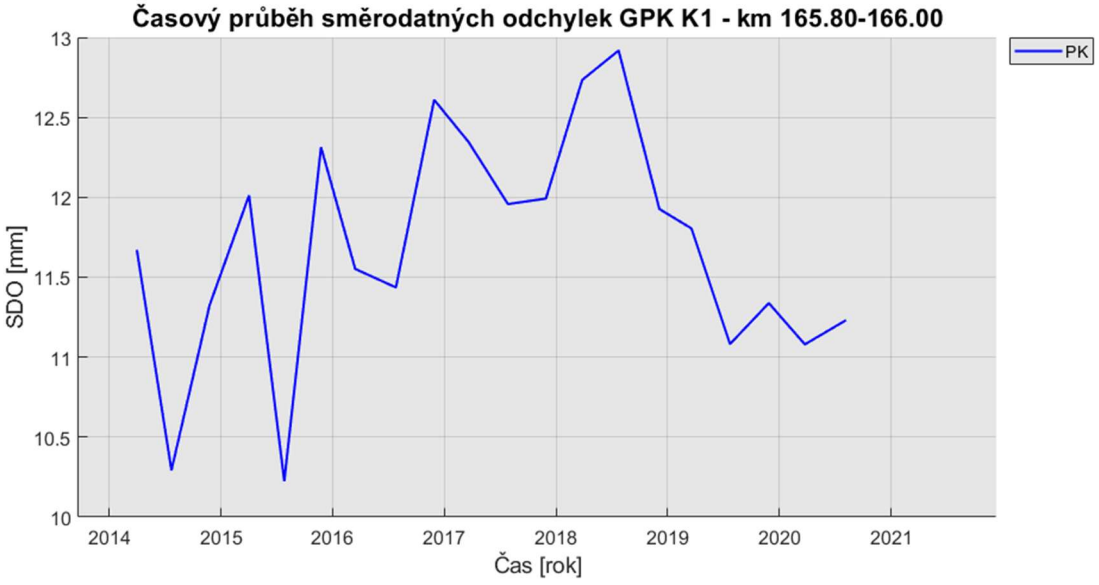

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.60-165.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

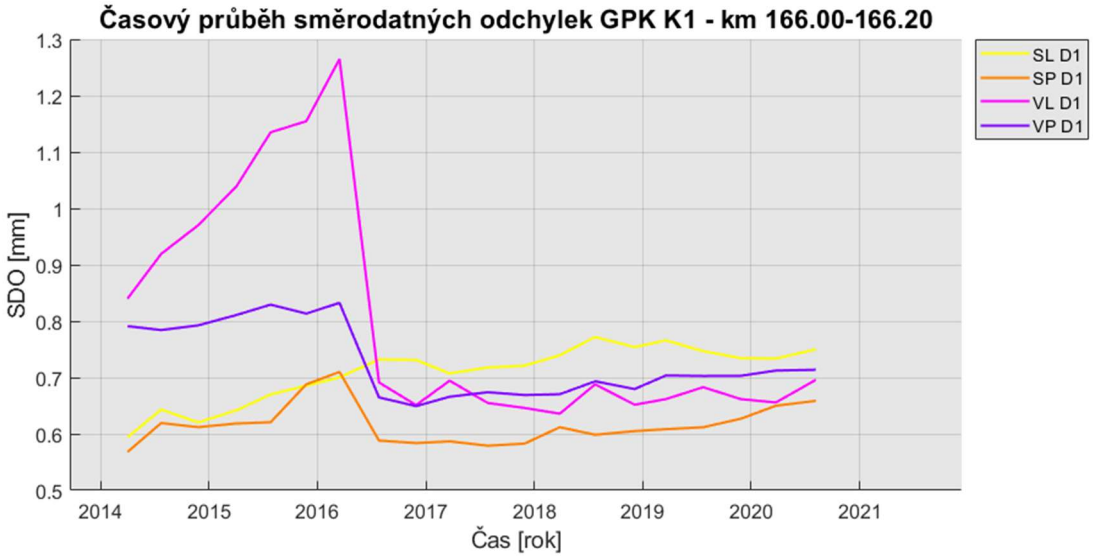

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.60-165.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

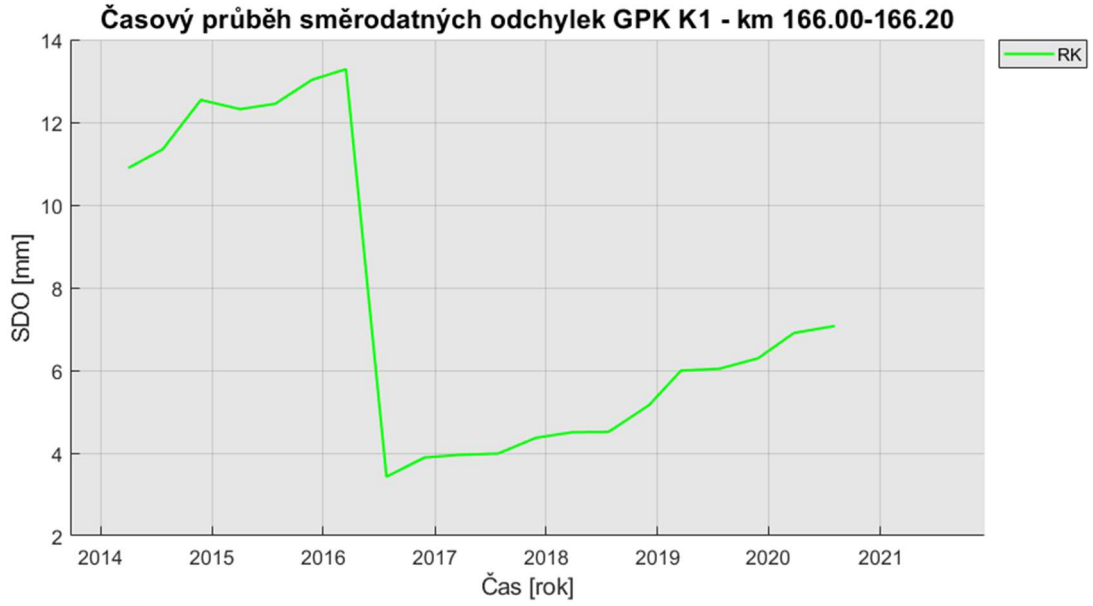

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.60-165.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

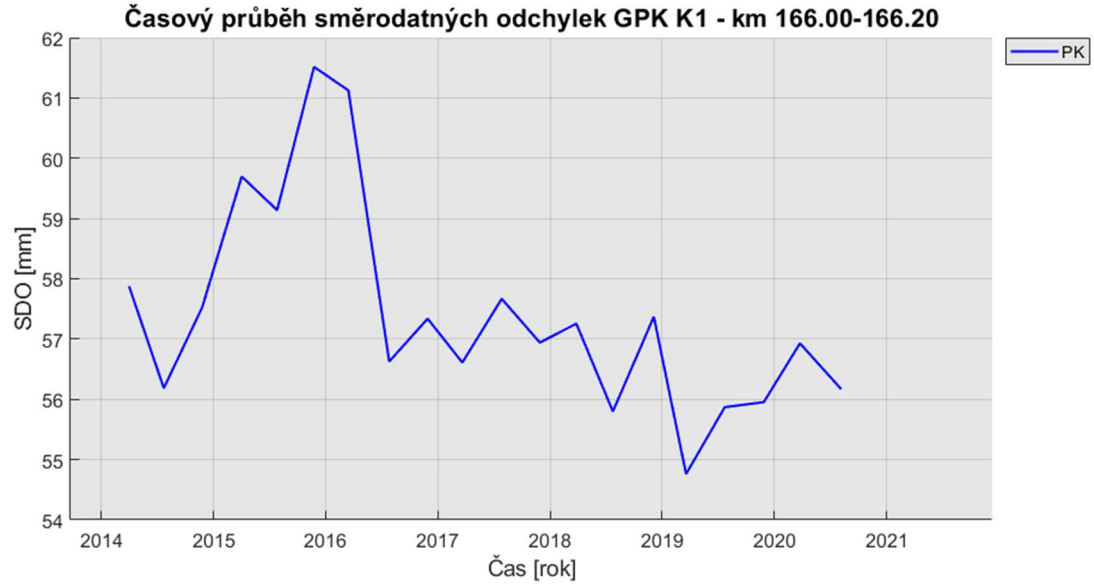

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.80-166.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

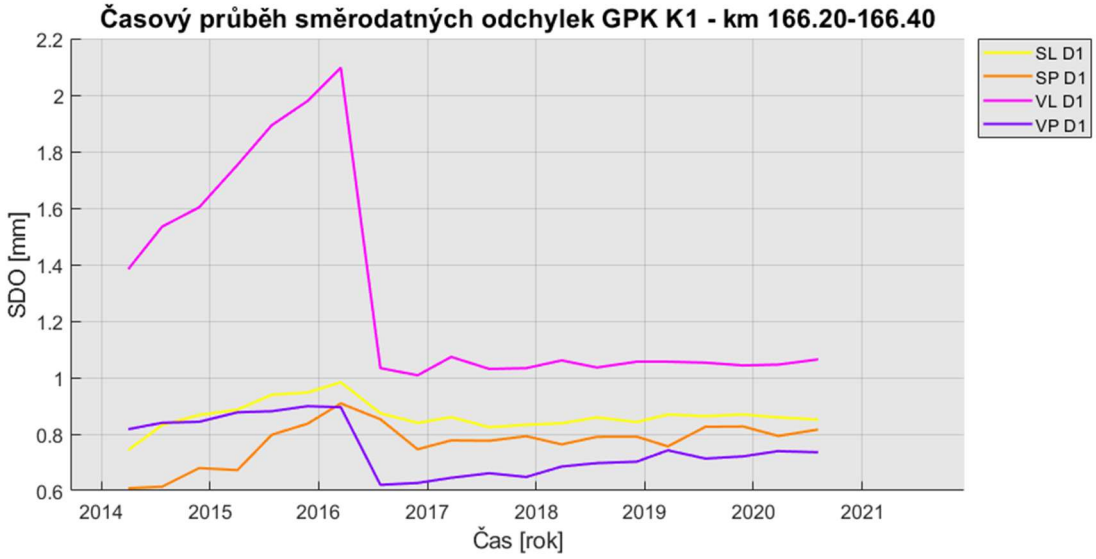

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.80-166.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

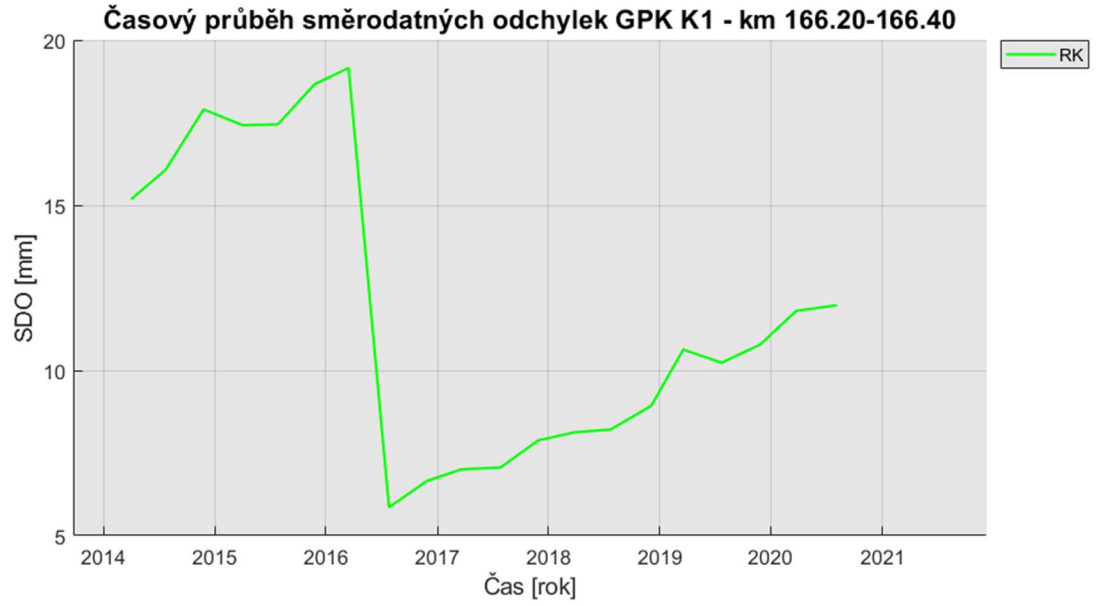

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 165.80-166.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

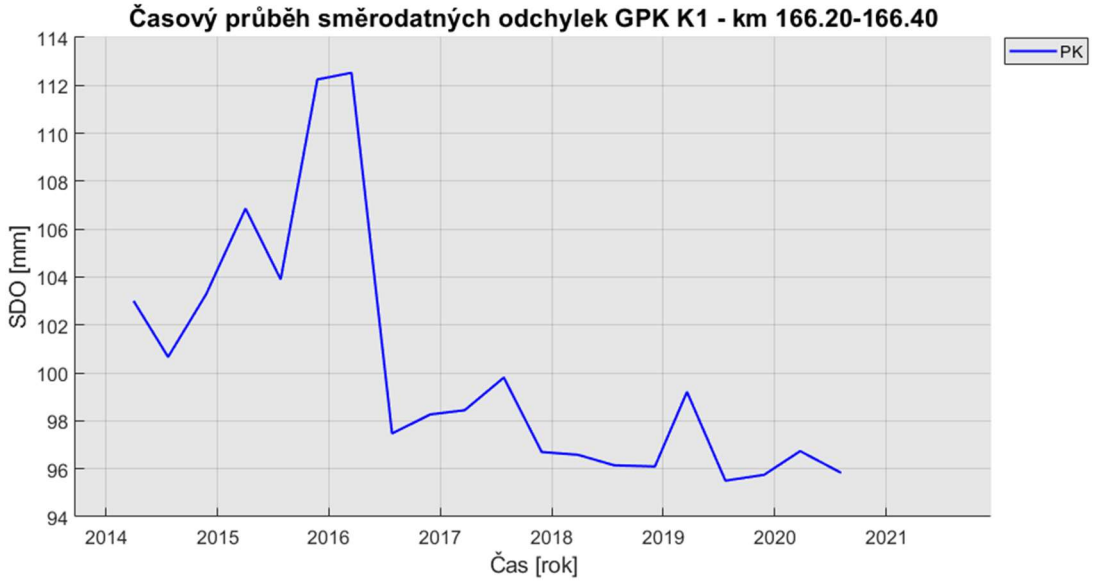

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.00-166.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

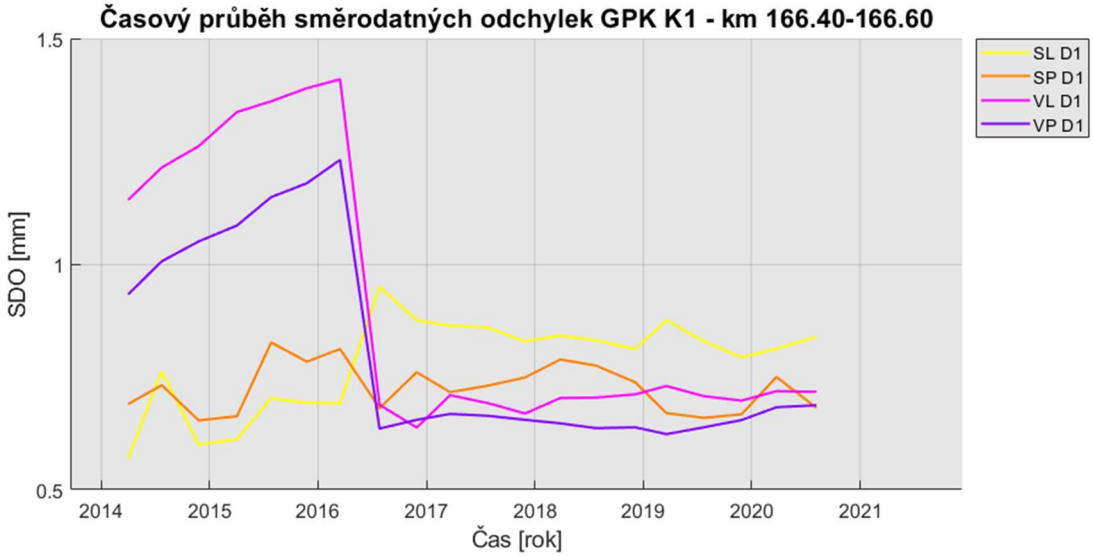

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.00-166.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

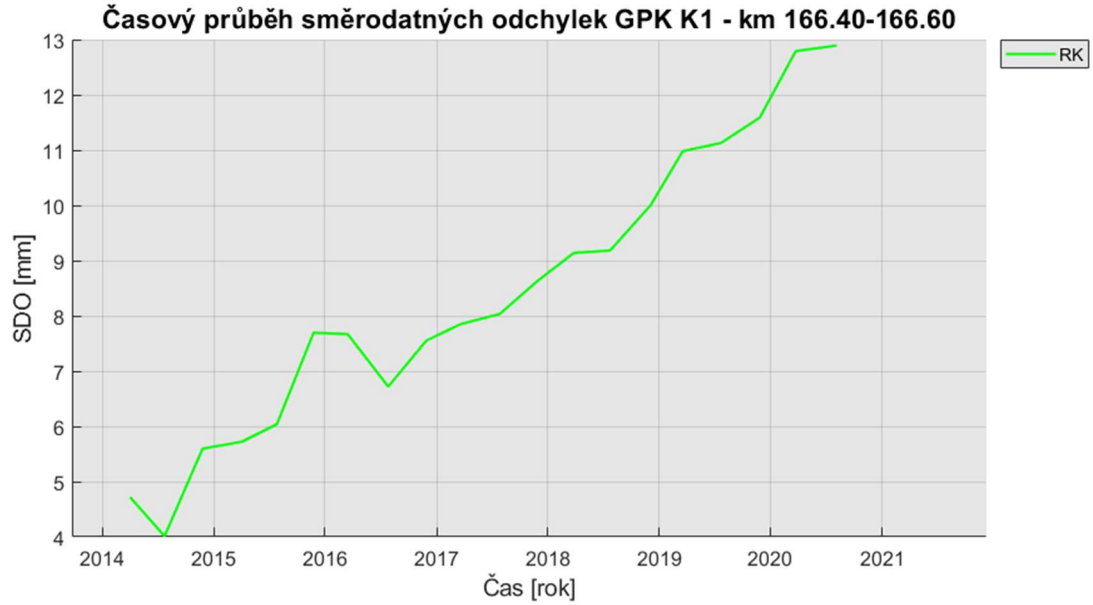

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.00-166.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

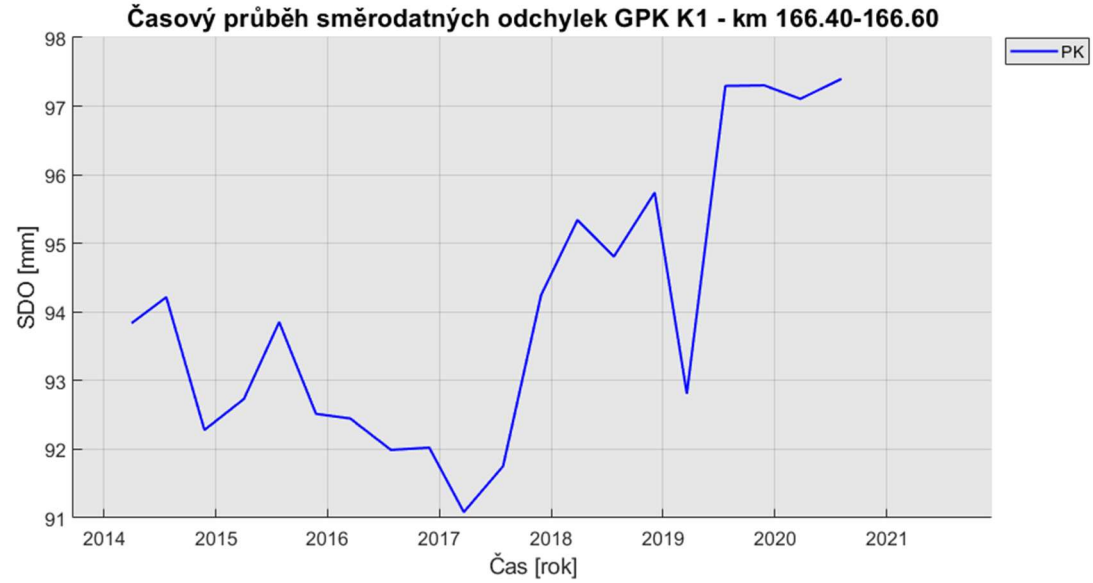

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.20-166.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

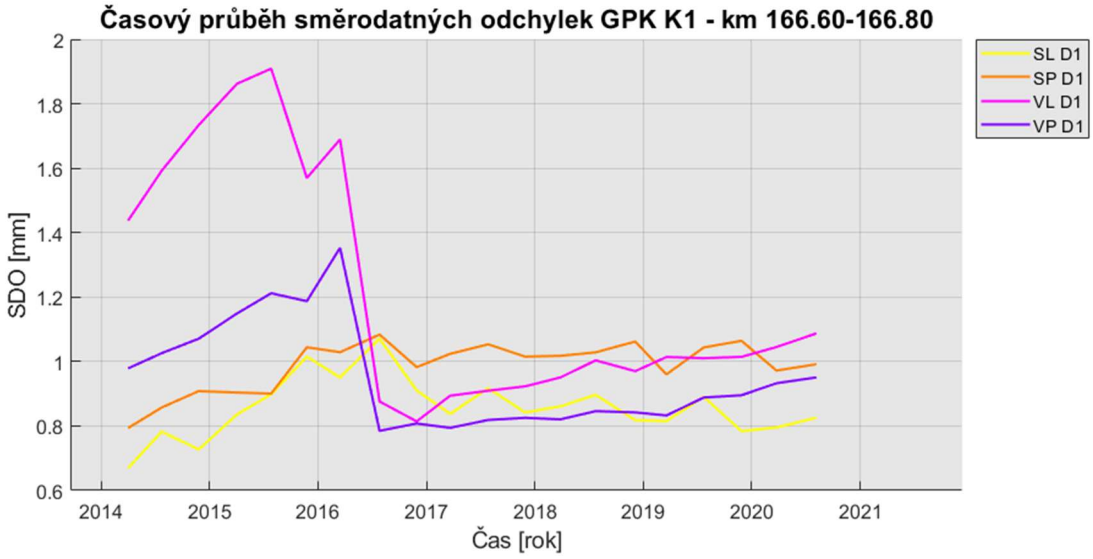

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.20-166.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
20
15
10
5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

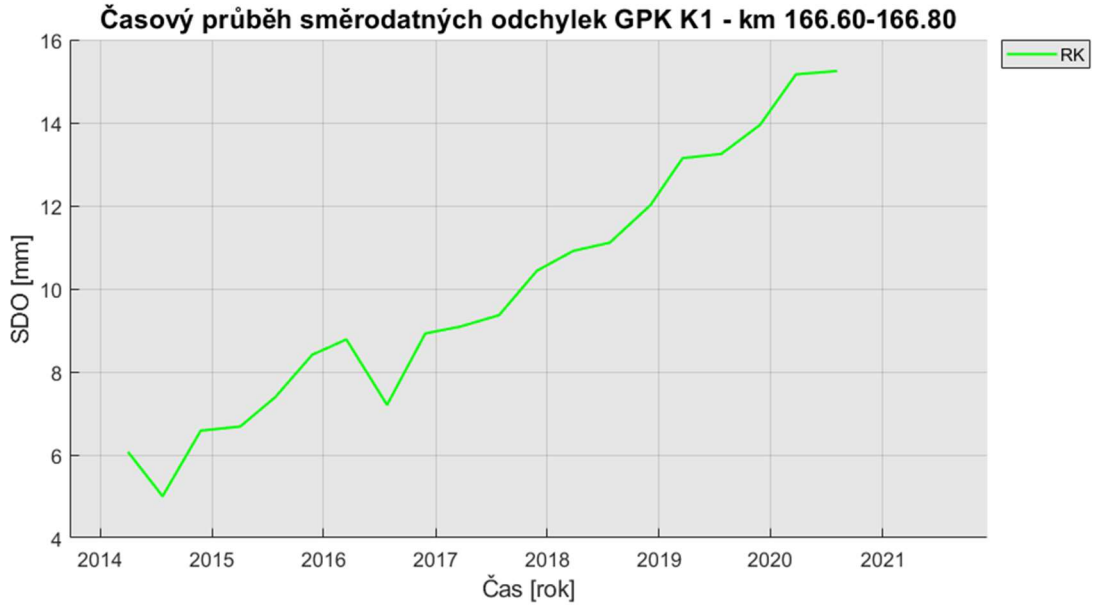

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.20-166.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
114
112
110
108
106
104
102
100
98
96
94
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

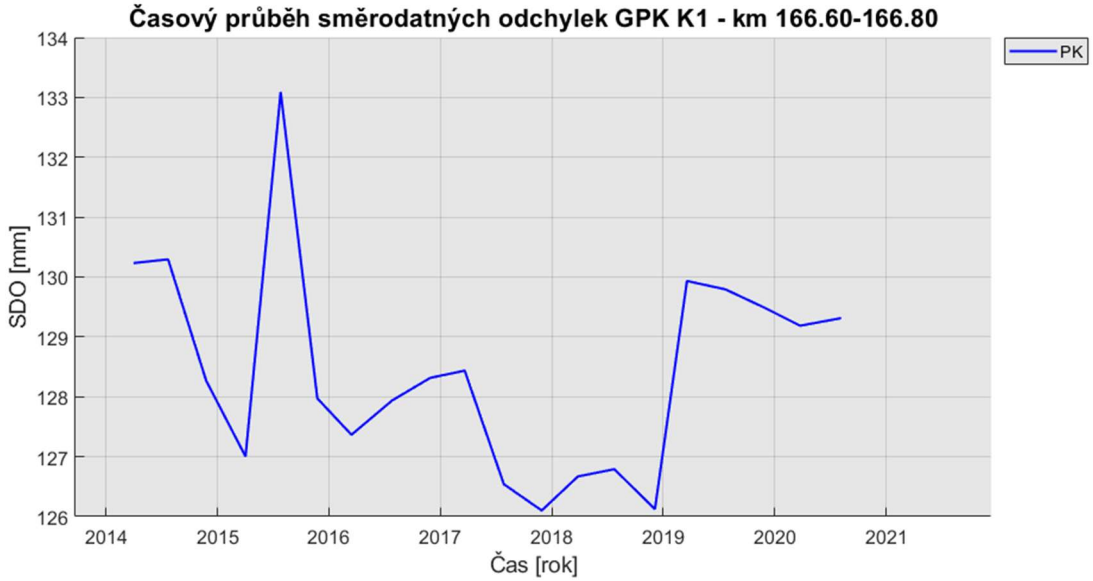

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.40-166.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

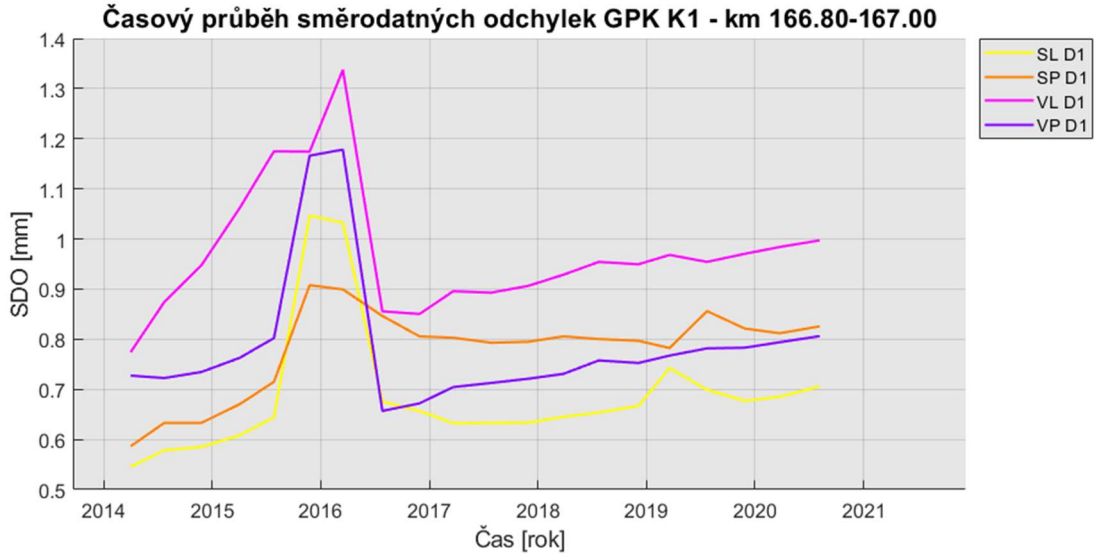

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.40-166.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

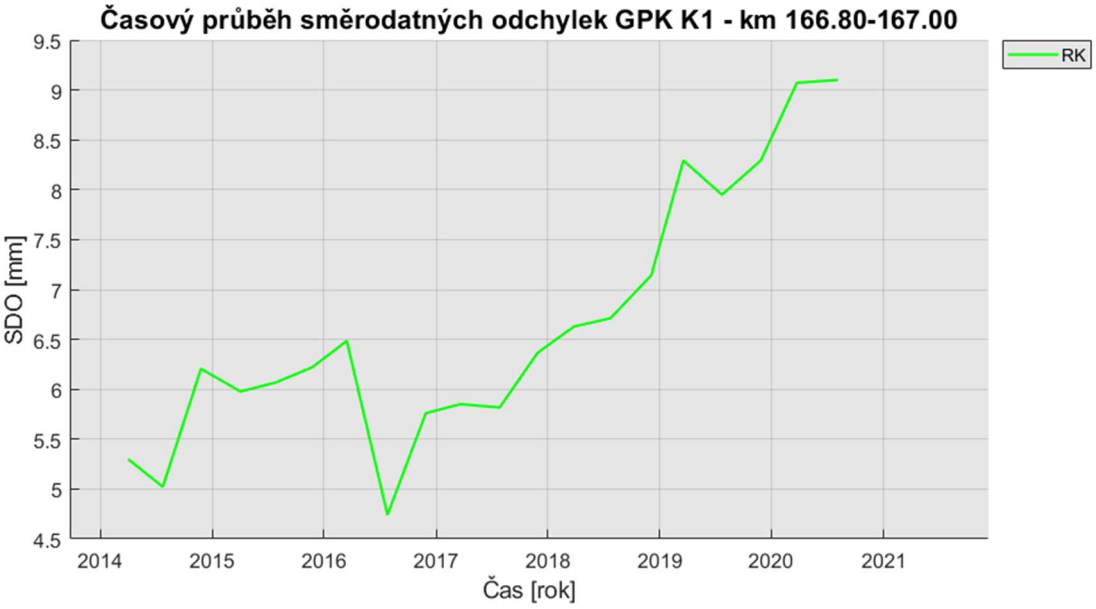

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.40-166.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

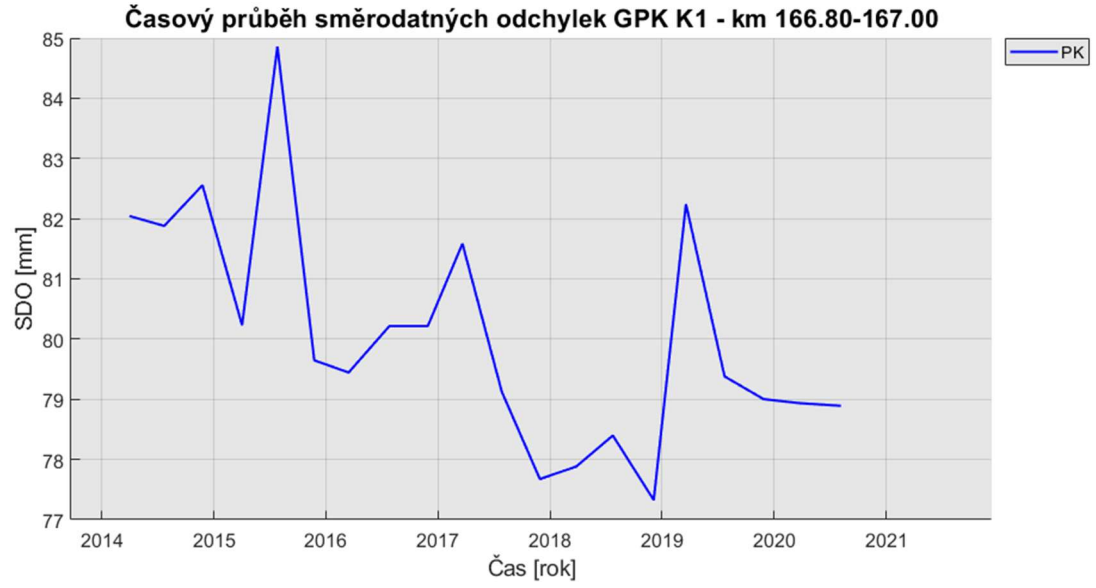

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.60-166.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

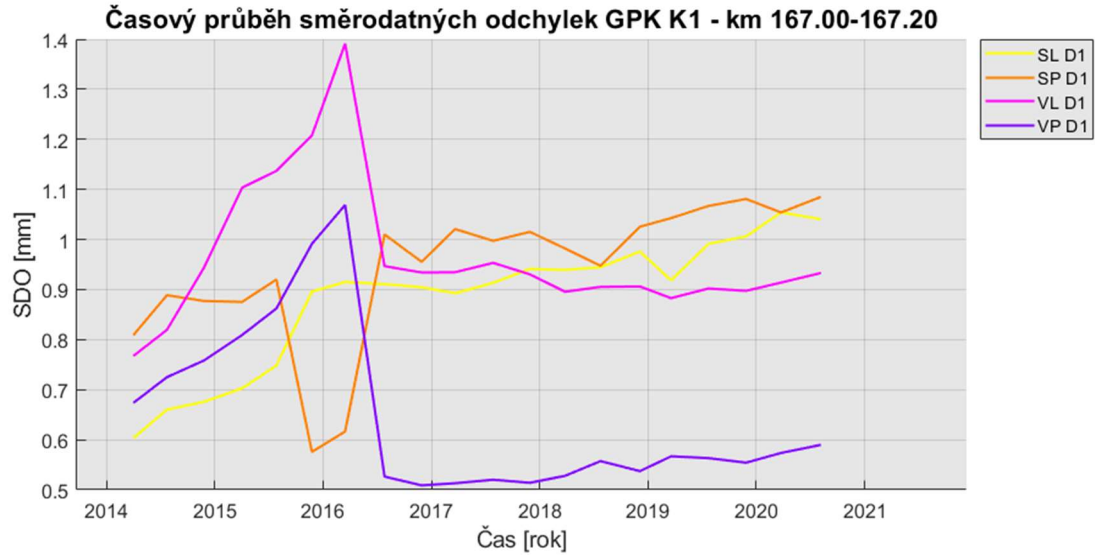

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.60-166.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK


Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.60-166.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

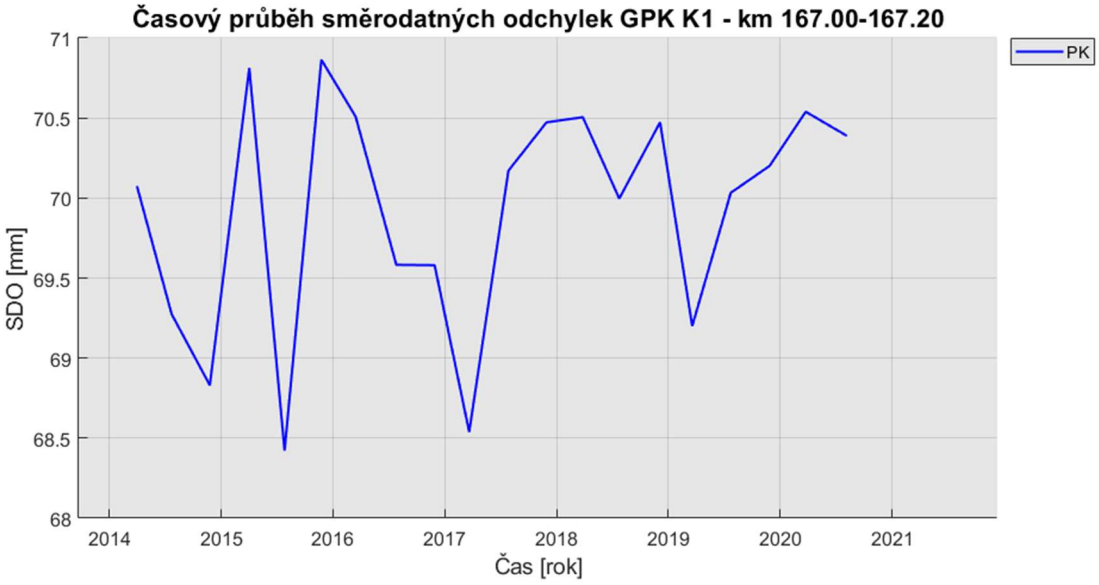

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.80-167.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

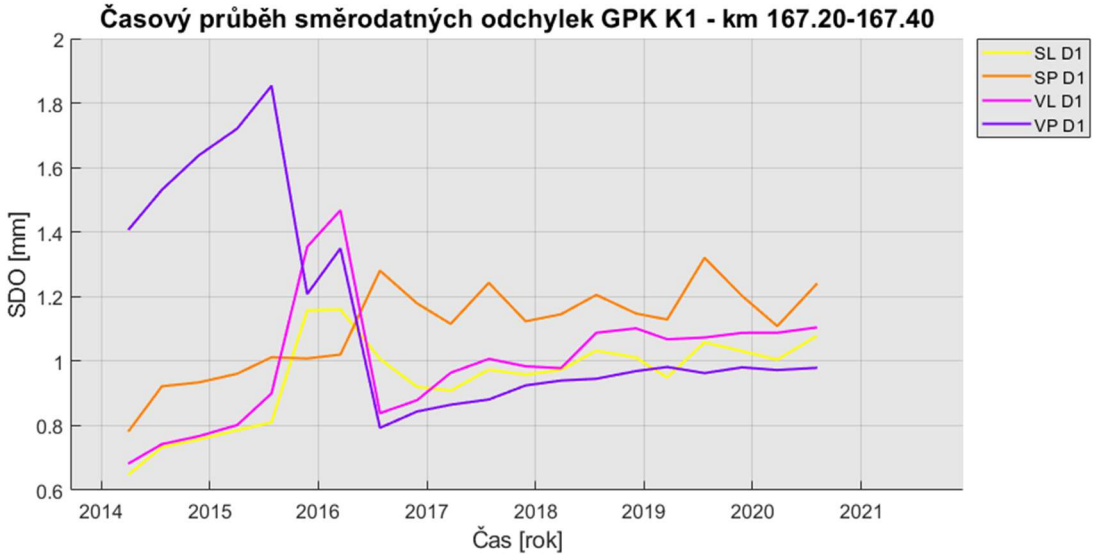

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.80-167.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

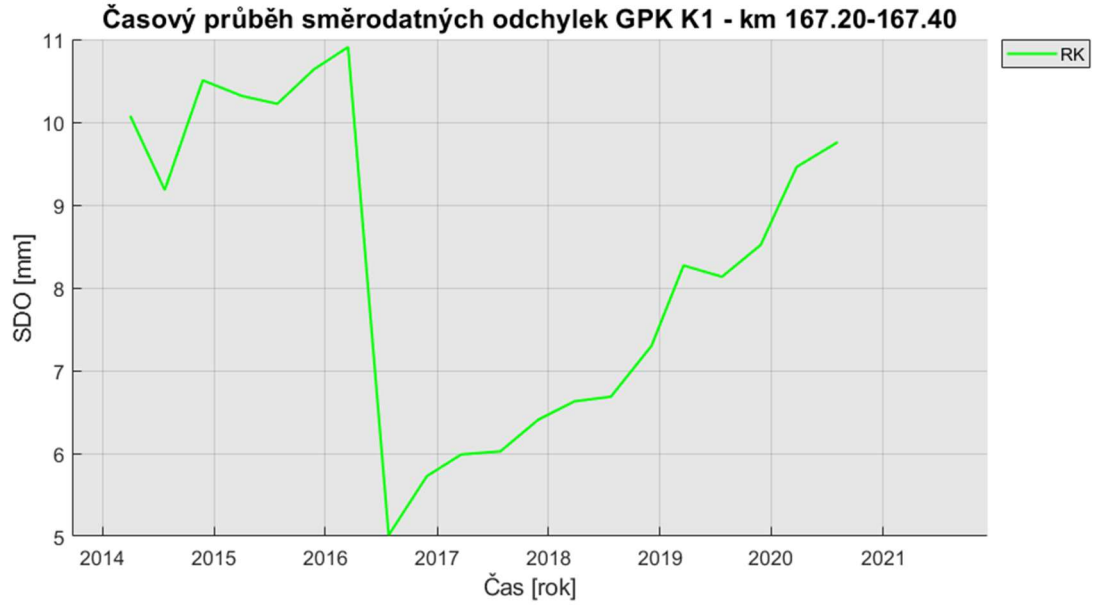

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 166.80-167.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

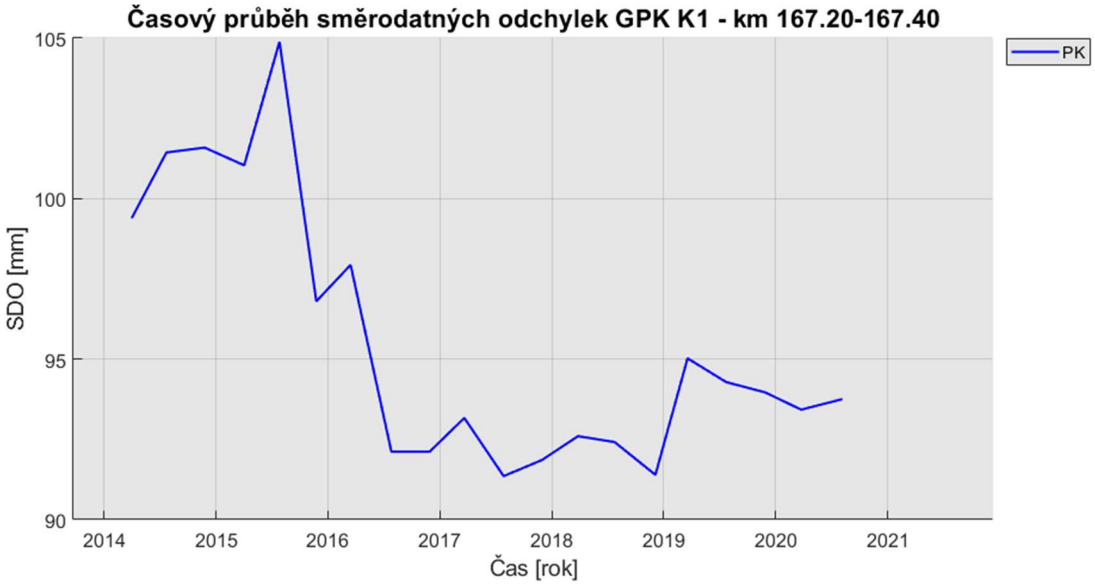

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.00-167.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

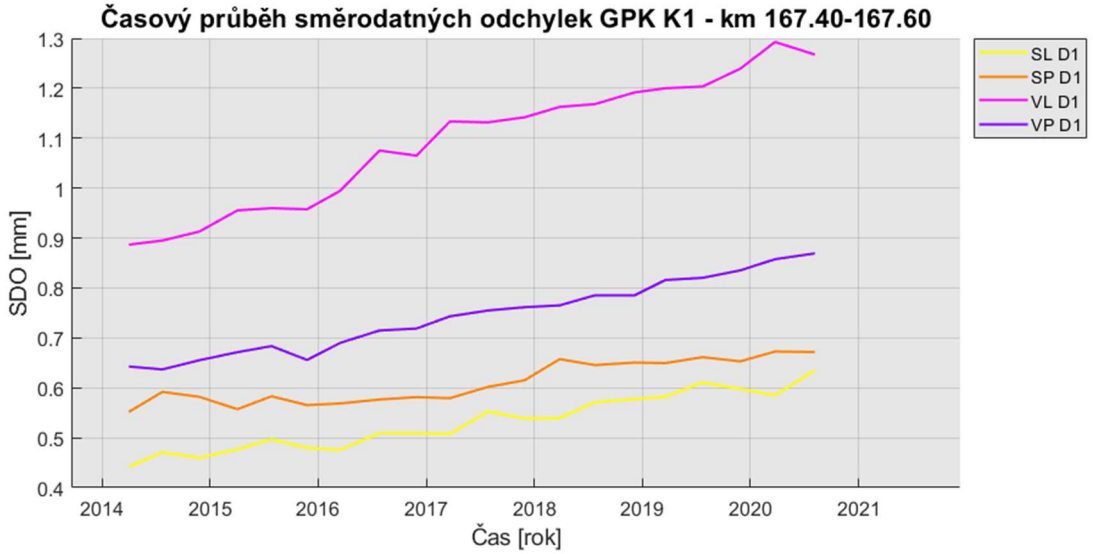
Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.00-167.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

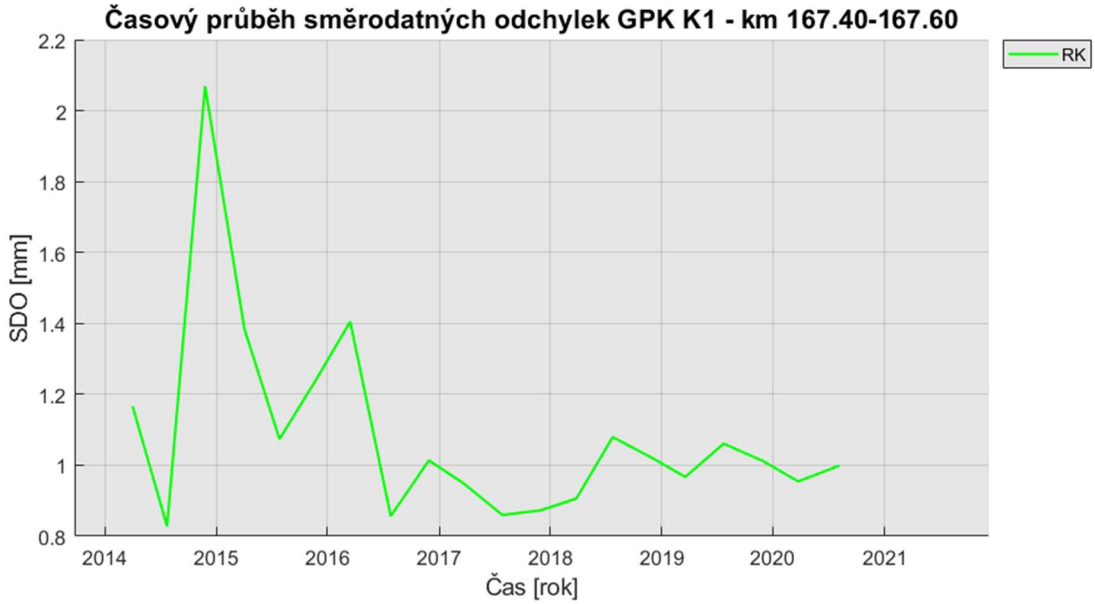

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.00-167.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

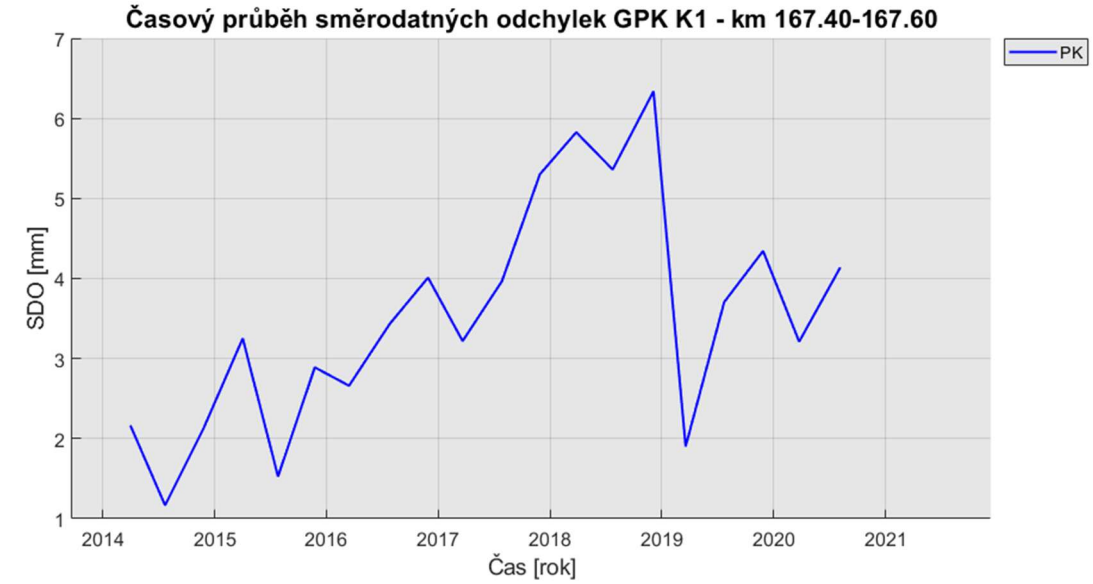

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.20-167.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

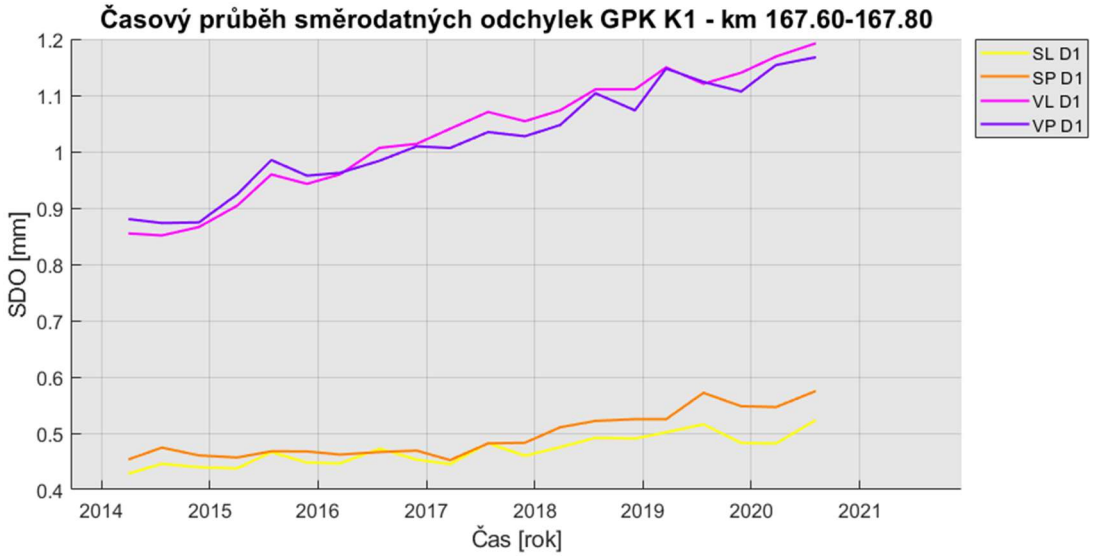

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.20-167.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

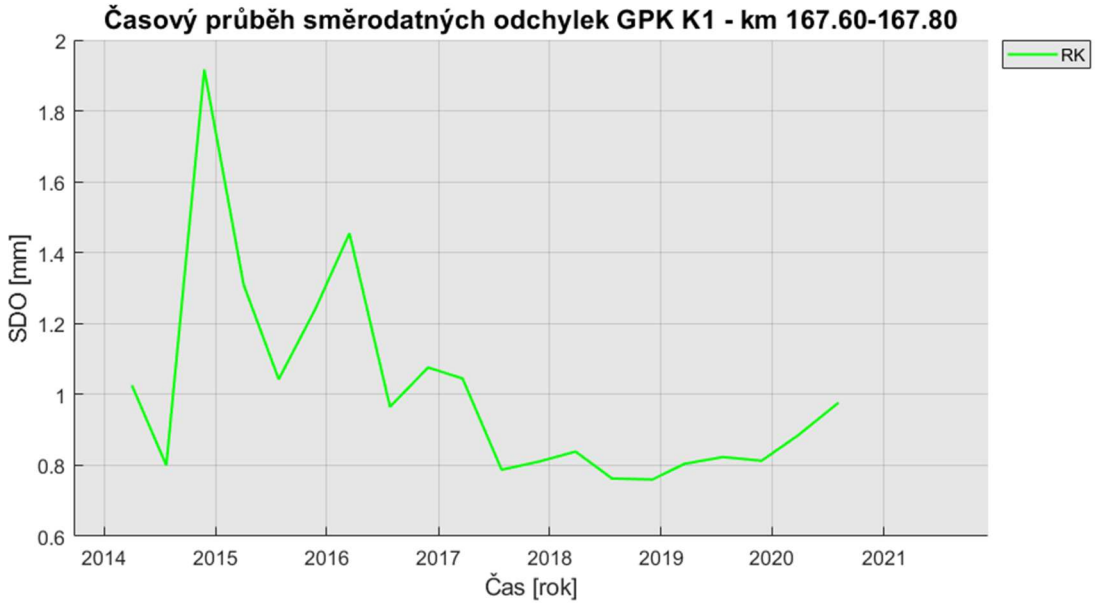

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.20-167.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

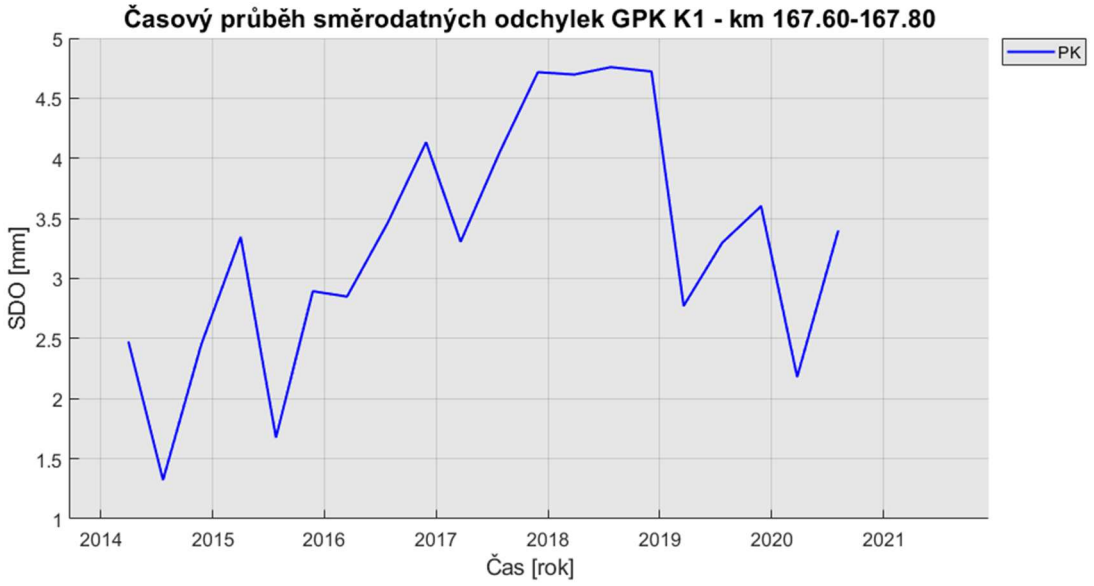

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.40-167.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

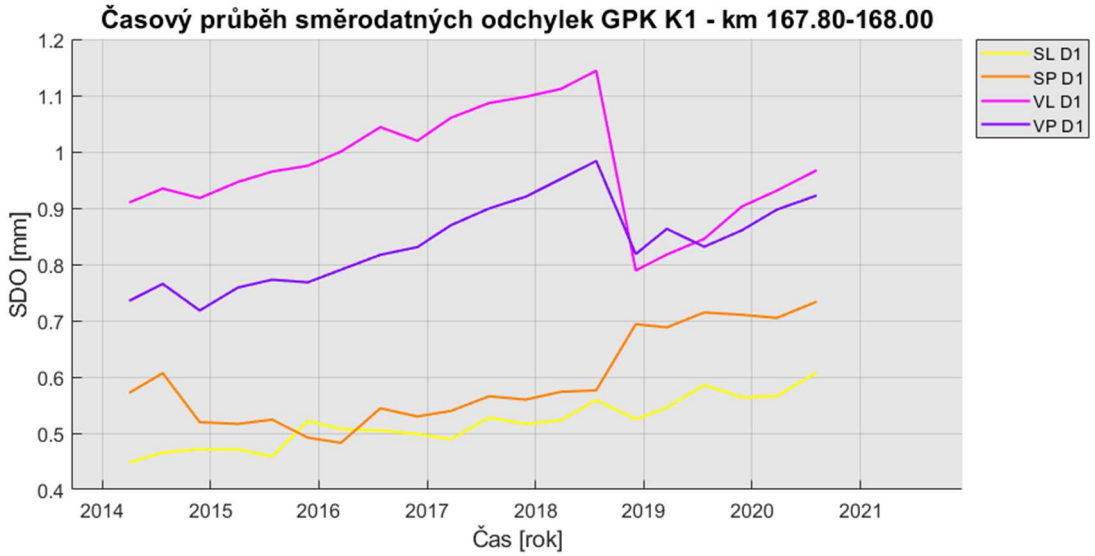

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.40-167.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

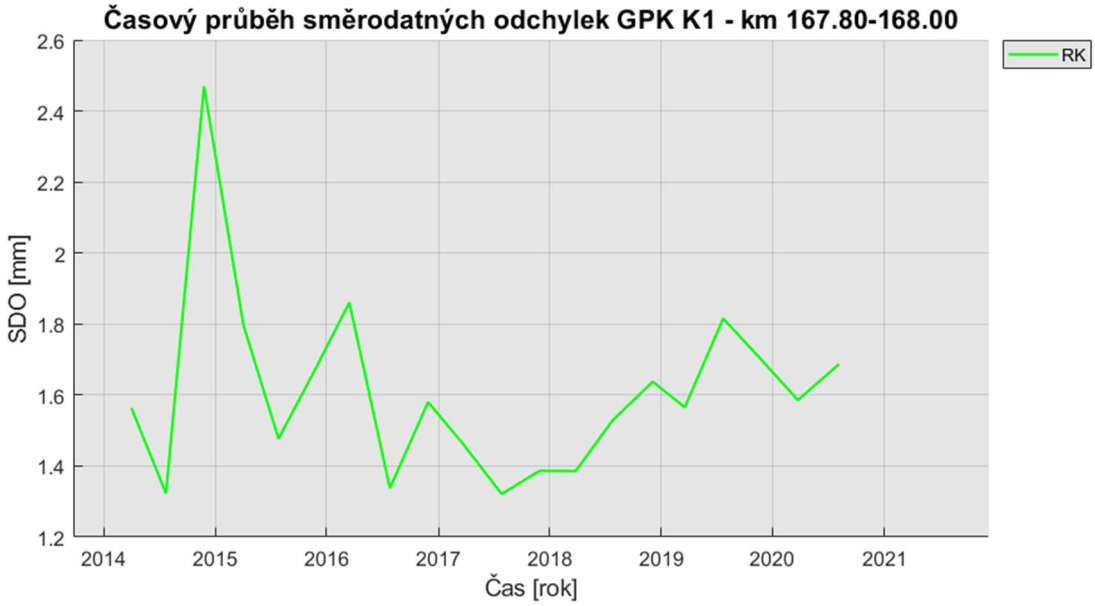

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.40-167.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

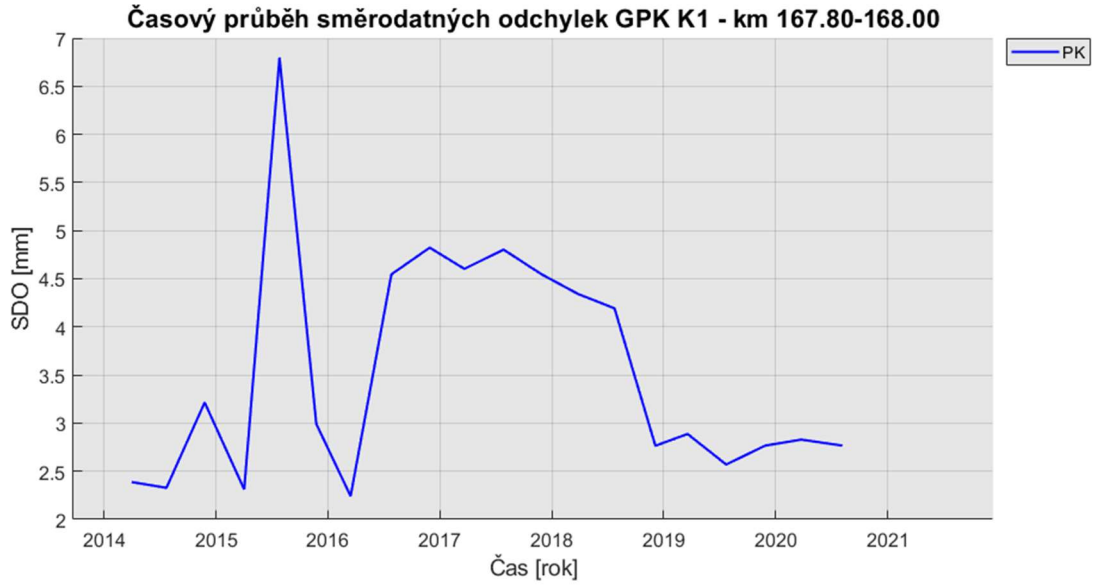

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.60-167.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

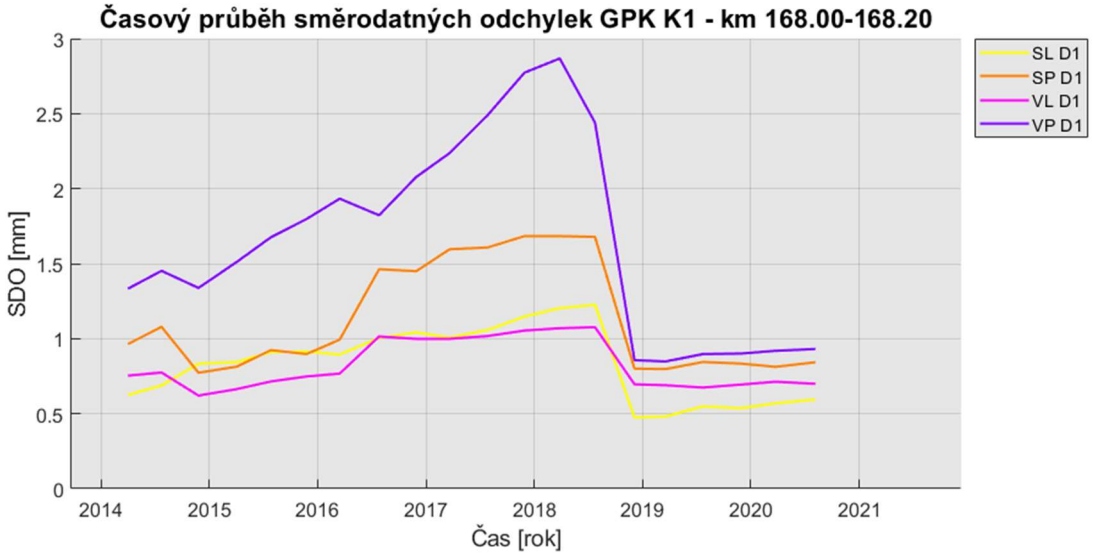

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.60-167.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

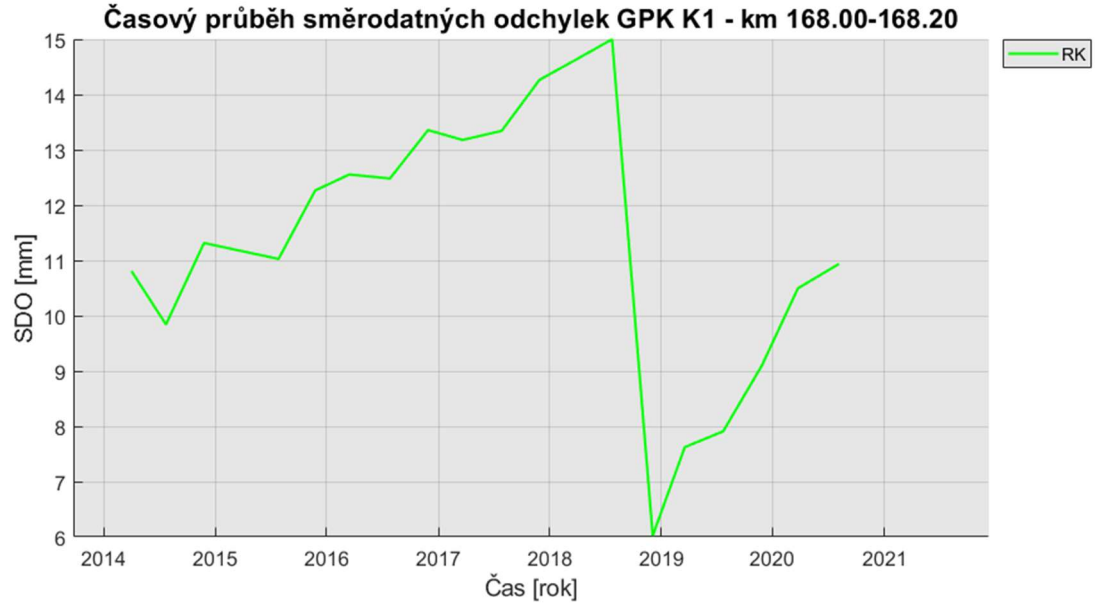

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.60-167.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

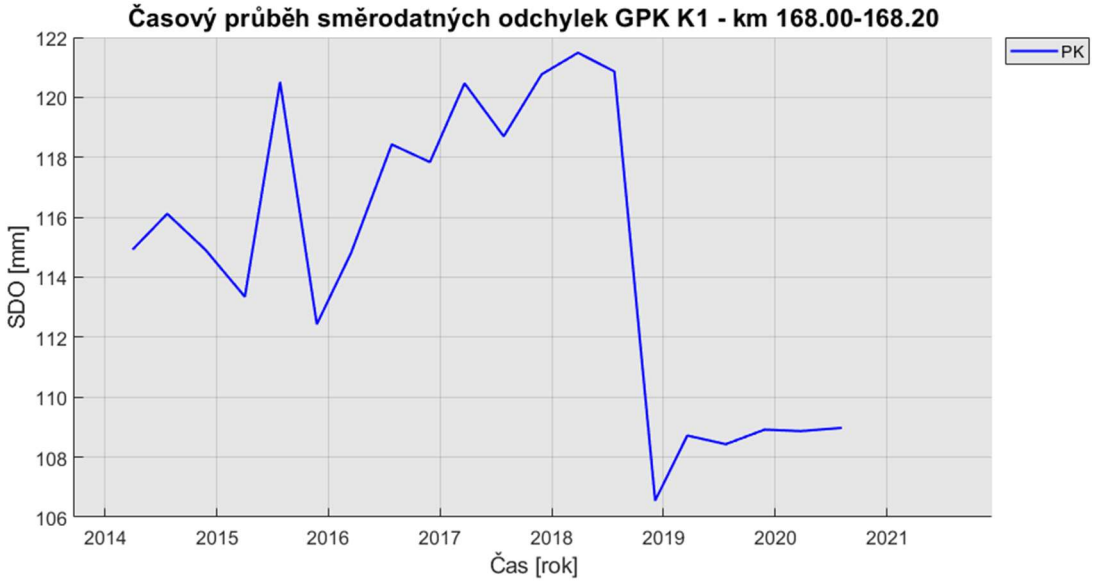

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.80-168.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

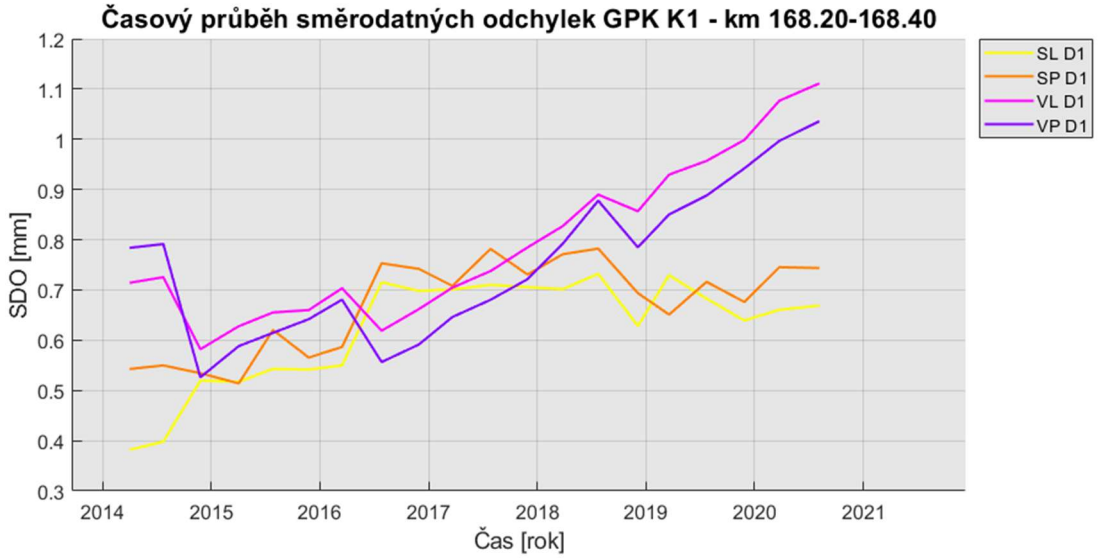

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.80-168.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

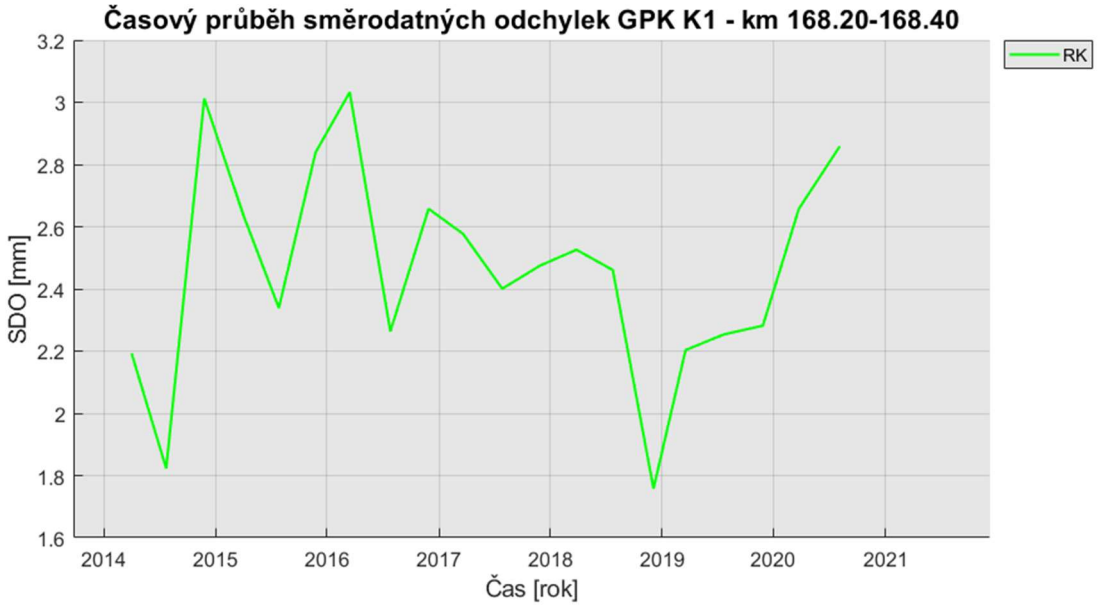

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 167.80-168.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

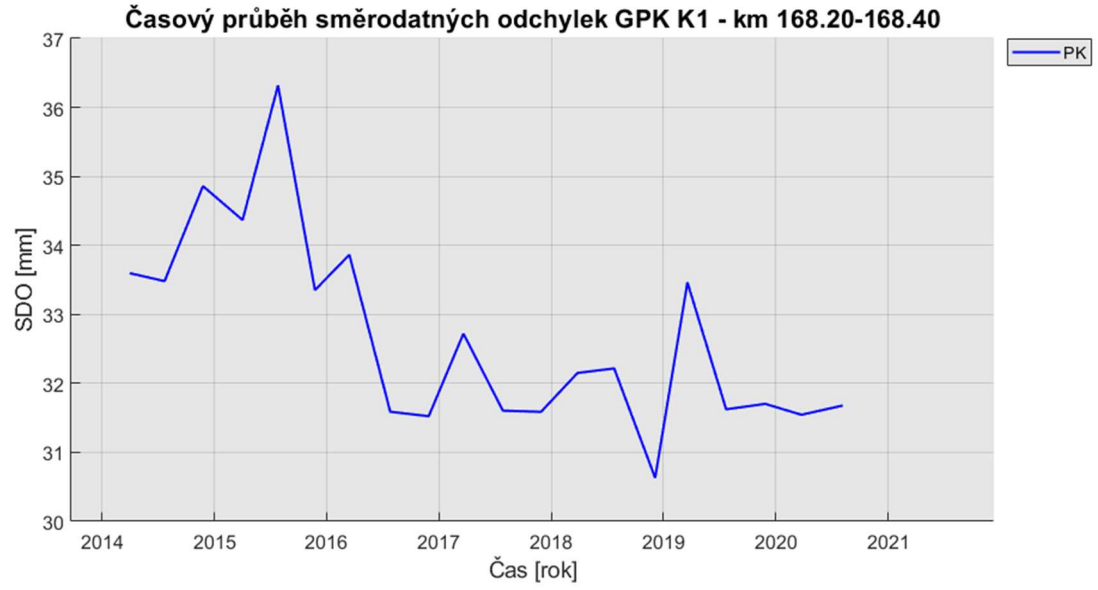

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.00-168.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

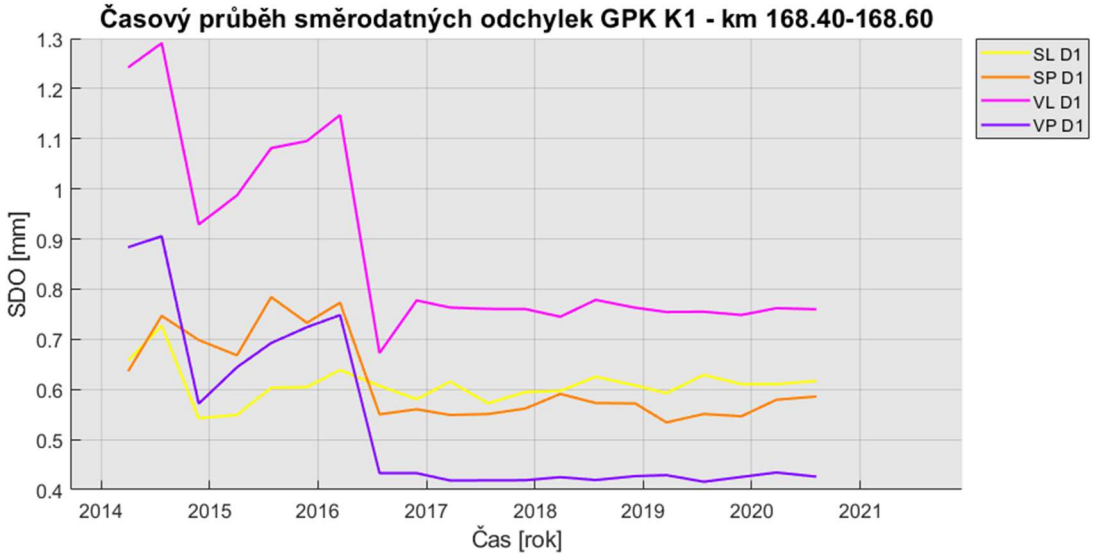

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.00-168.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

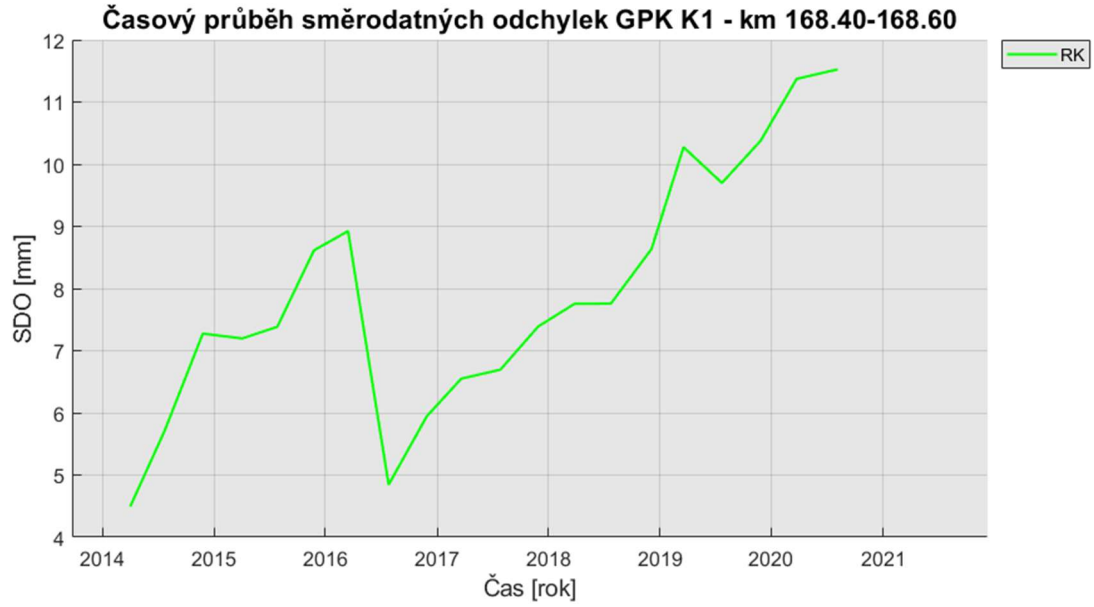

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.00-168.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

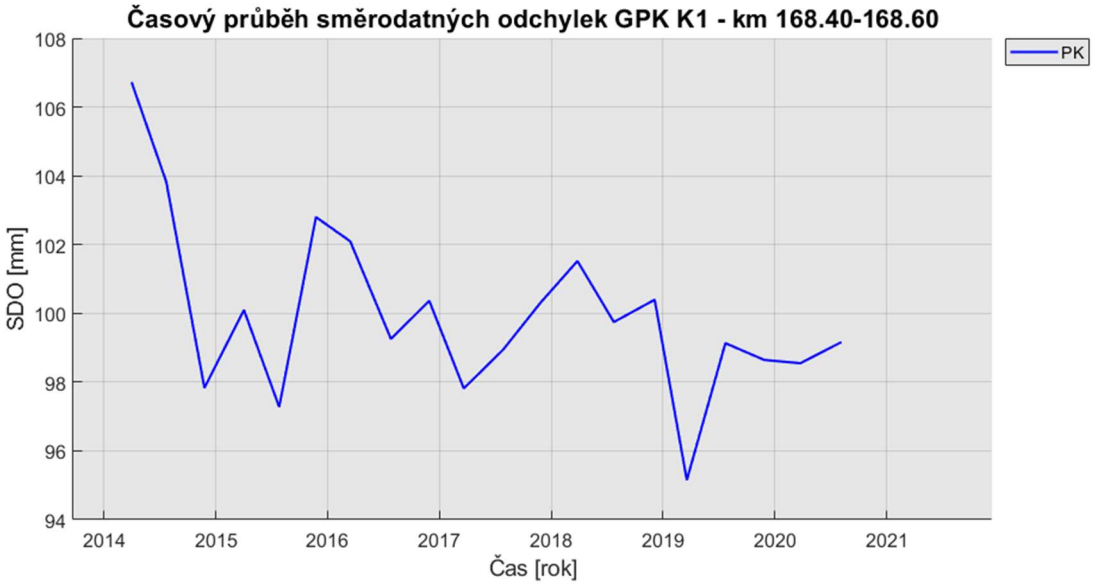

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.20-168.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

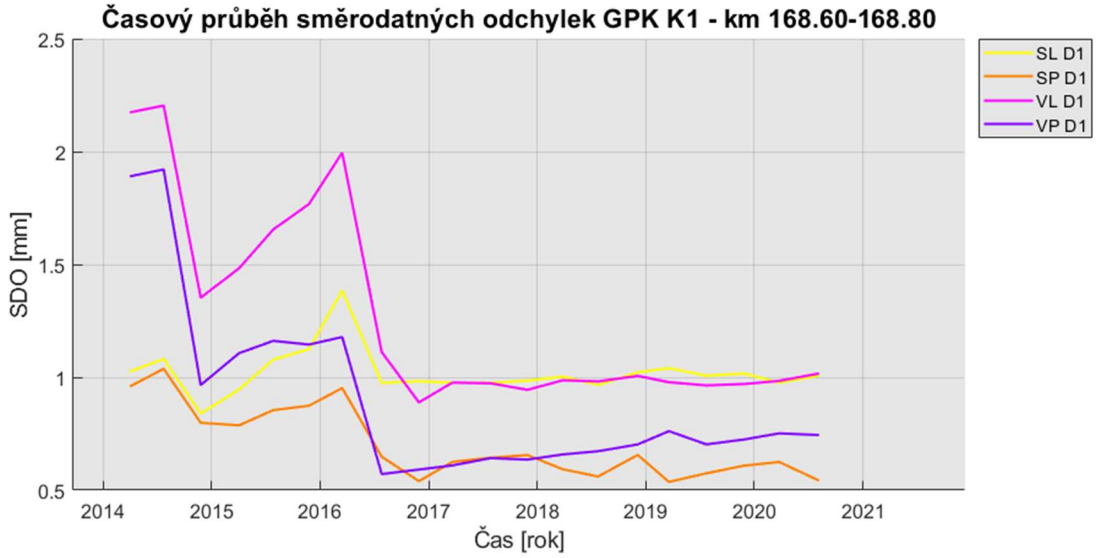

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.20-168.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

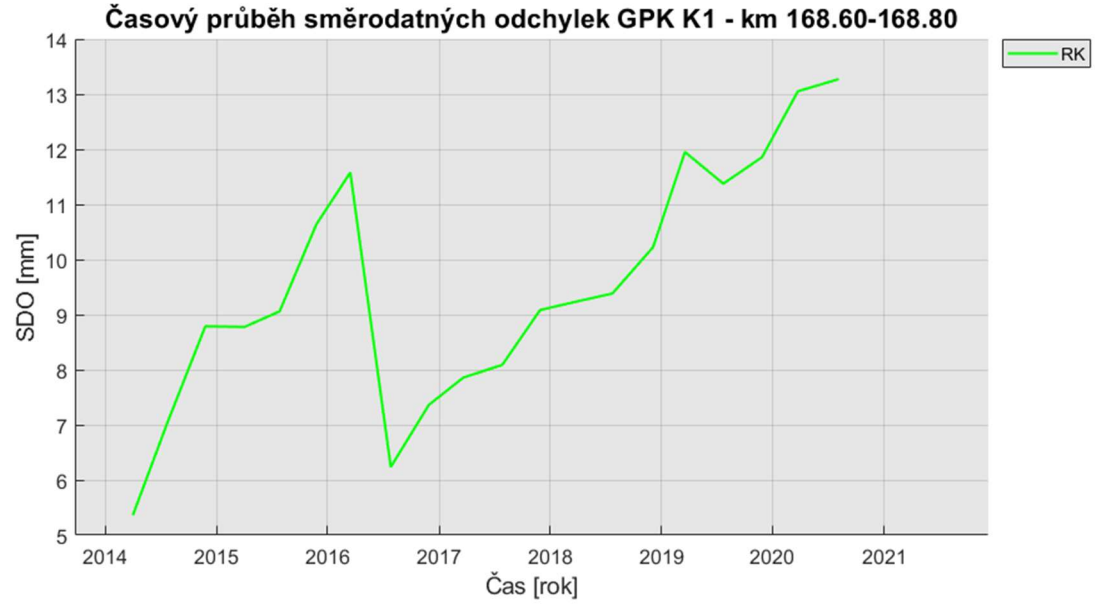

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.20-168.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

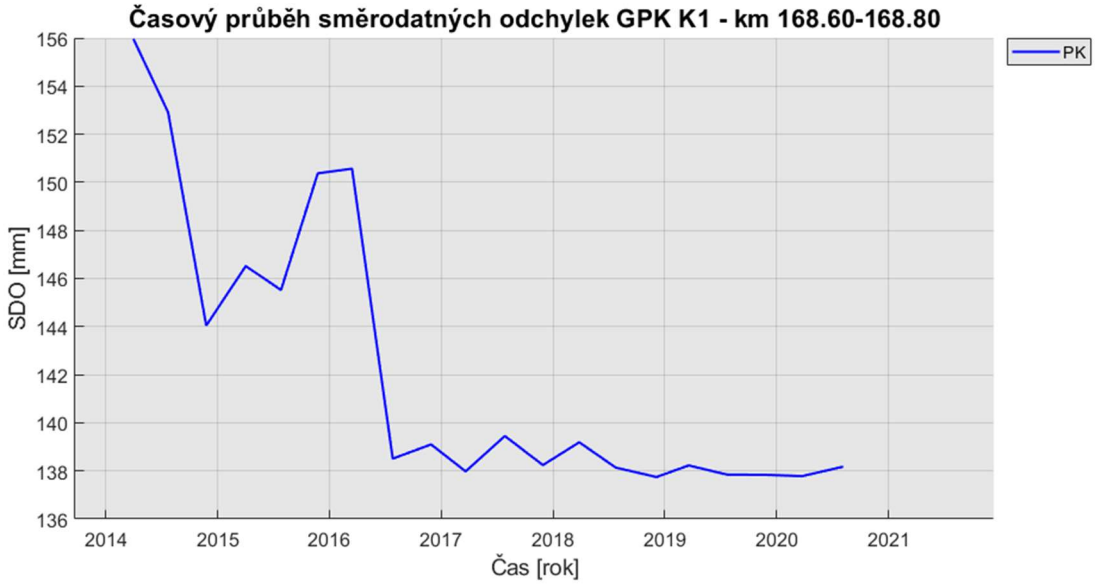

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.40-168.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

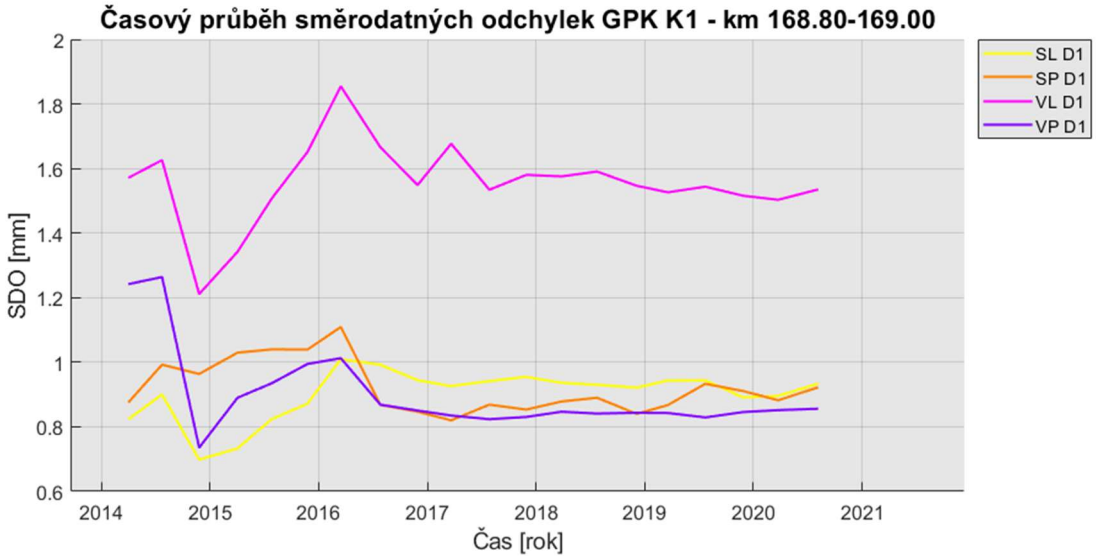

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.40-168.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

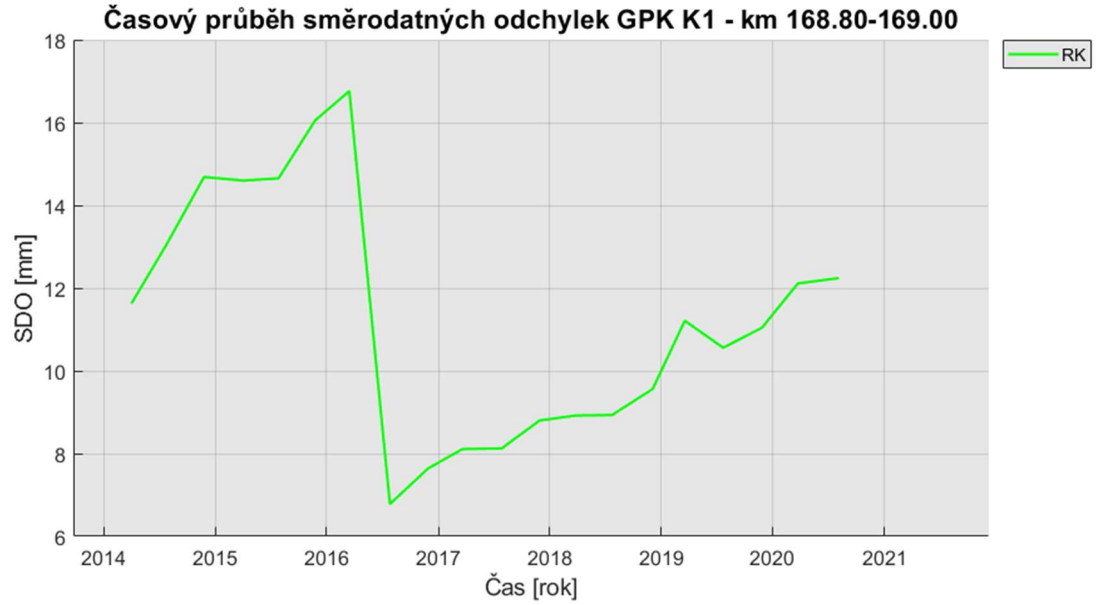

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.40-168.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

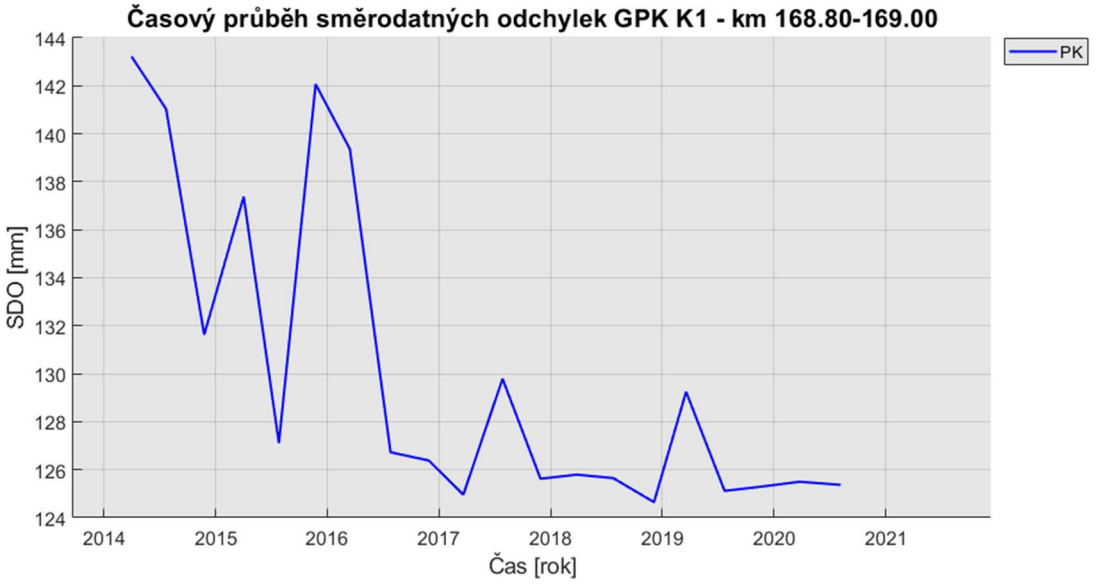

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.60-168.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

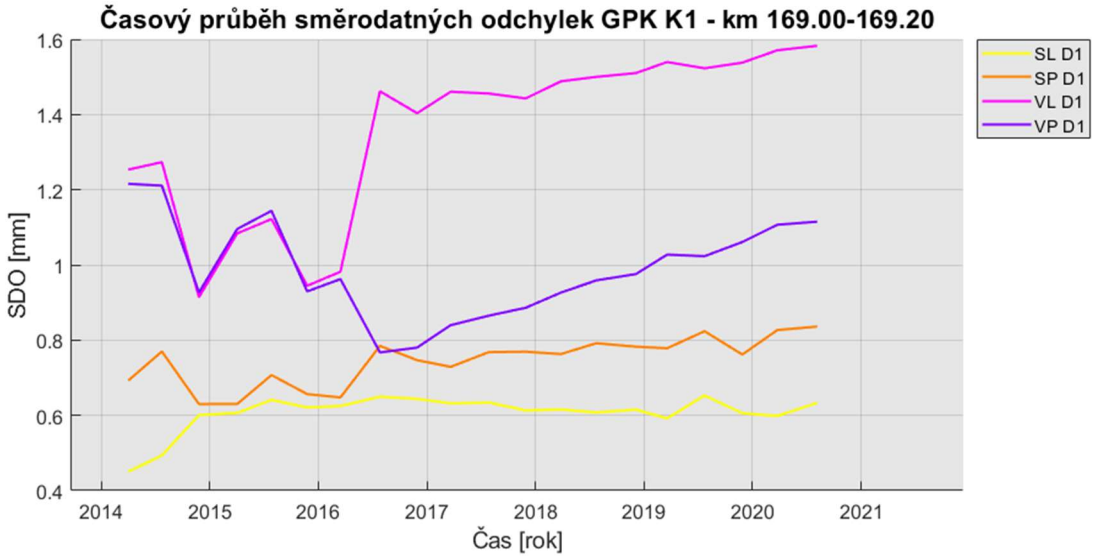

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.60-168.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

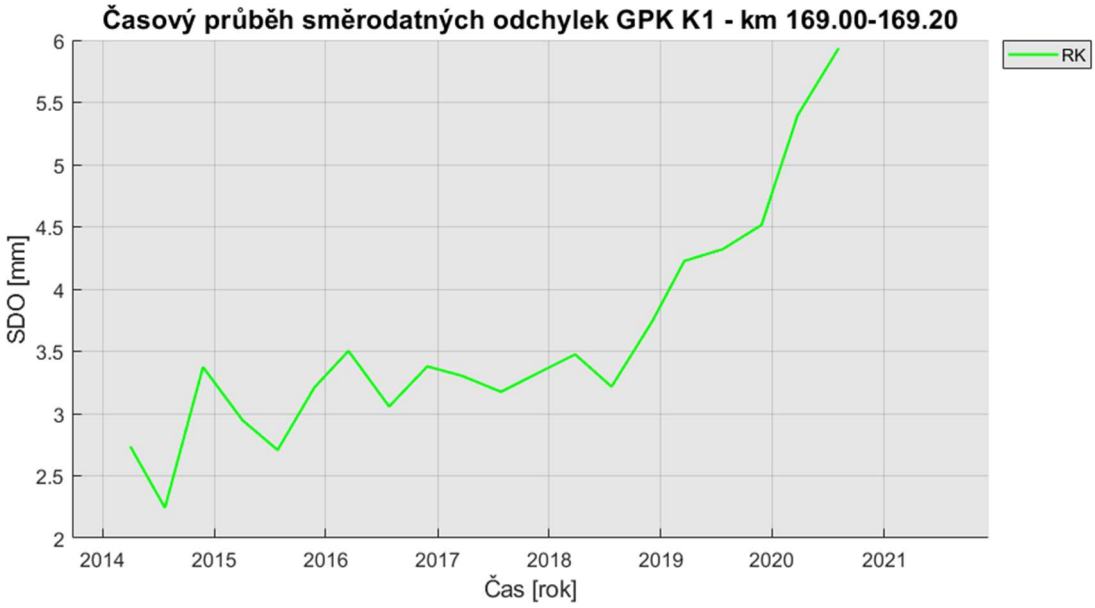

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.60-168.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK


Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.80-169.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

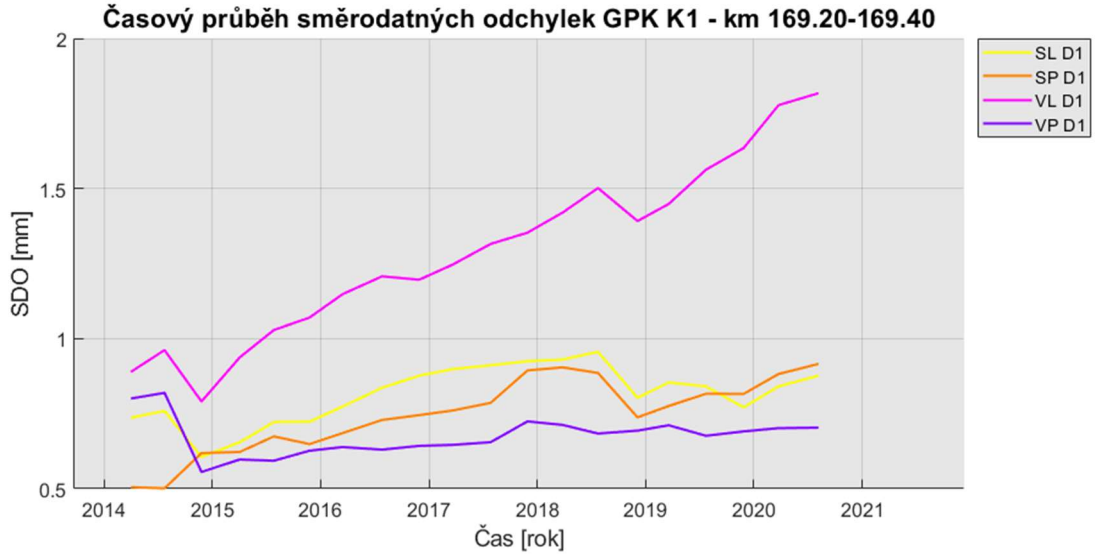

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.80-169.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

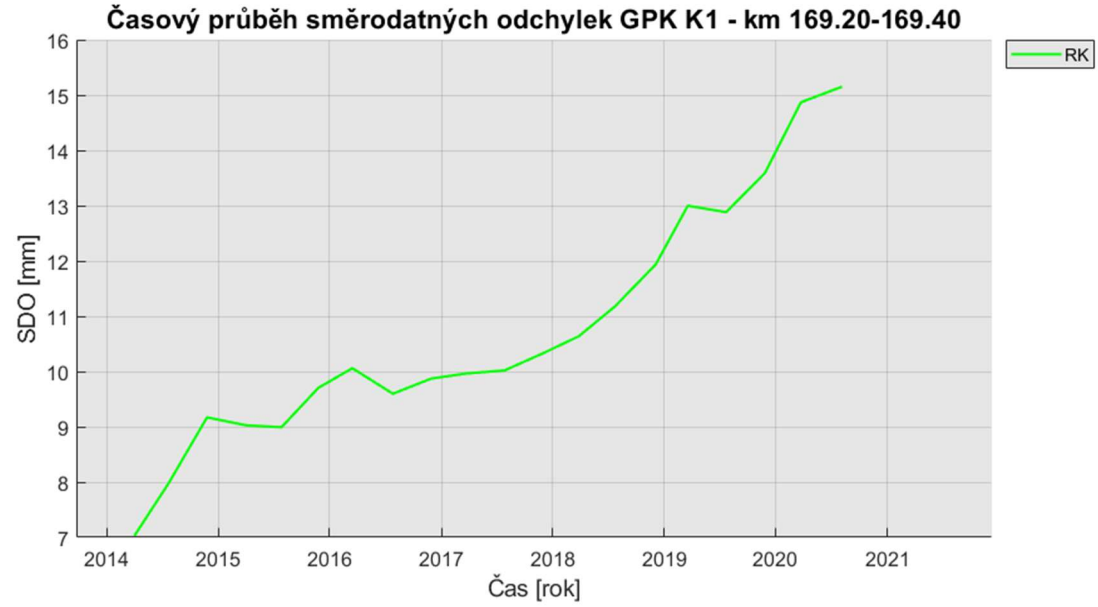

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 168.80-169.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

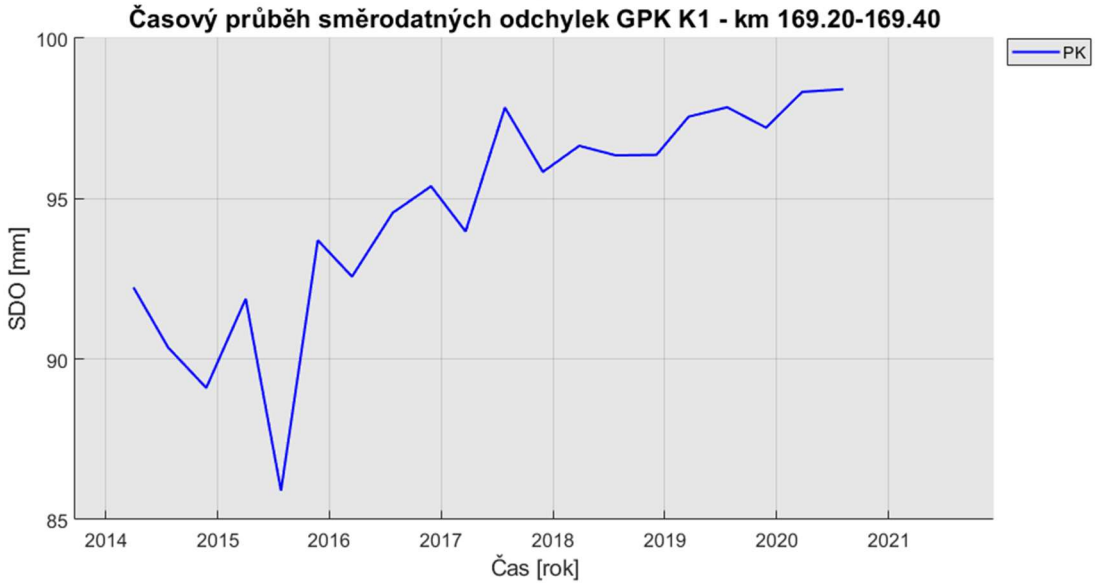

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.00-169.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

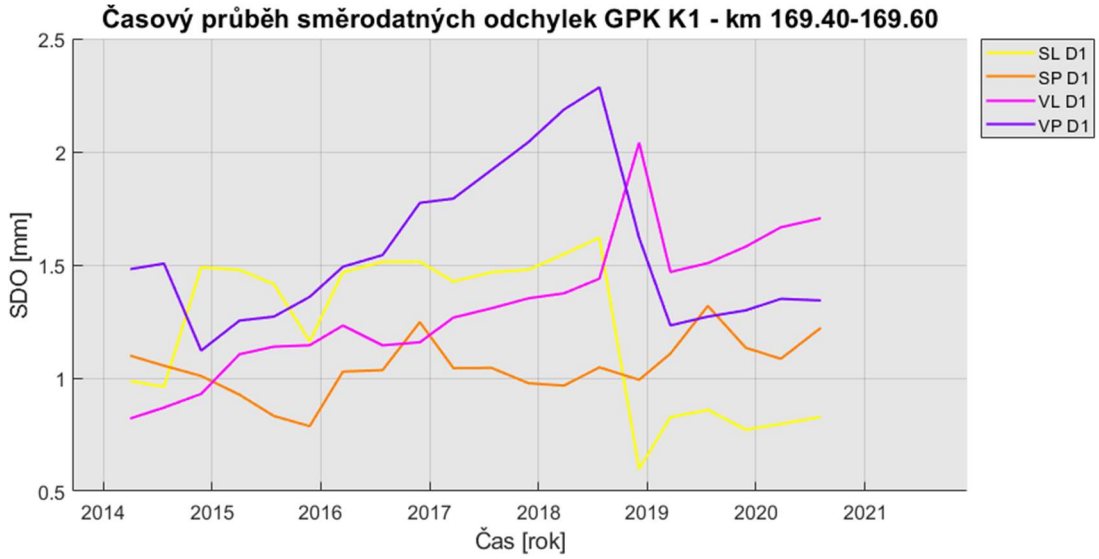

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.00-169.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

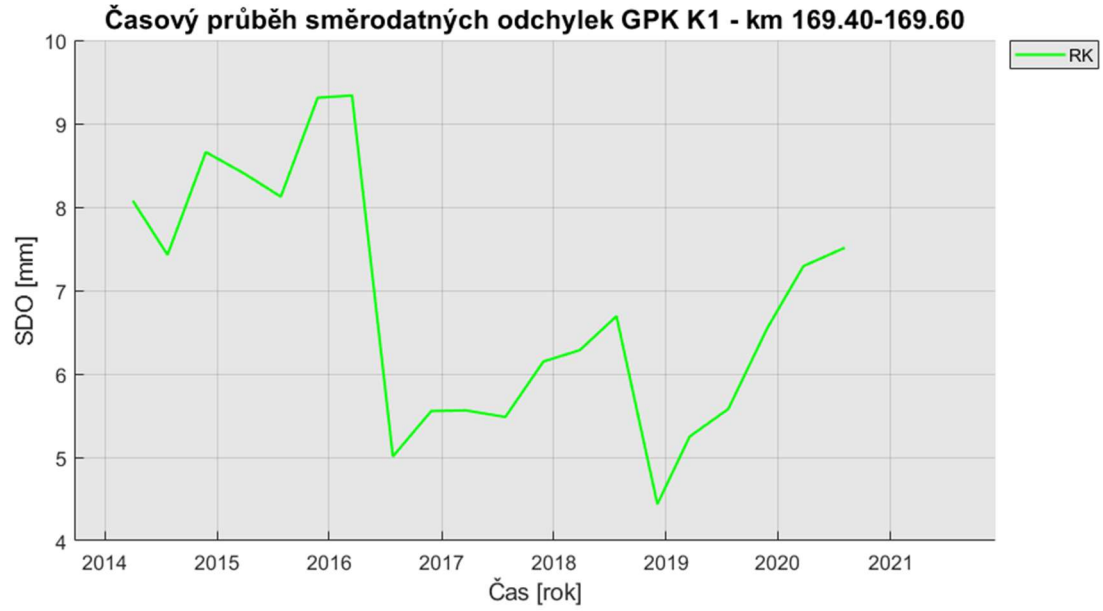
Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.00-169.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

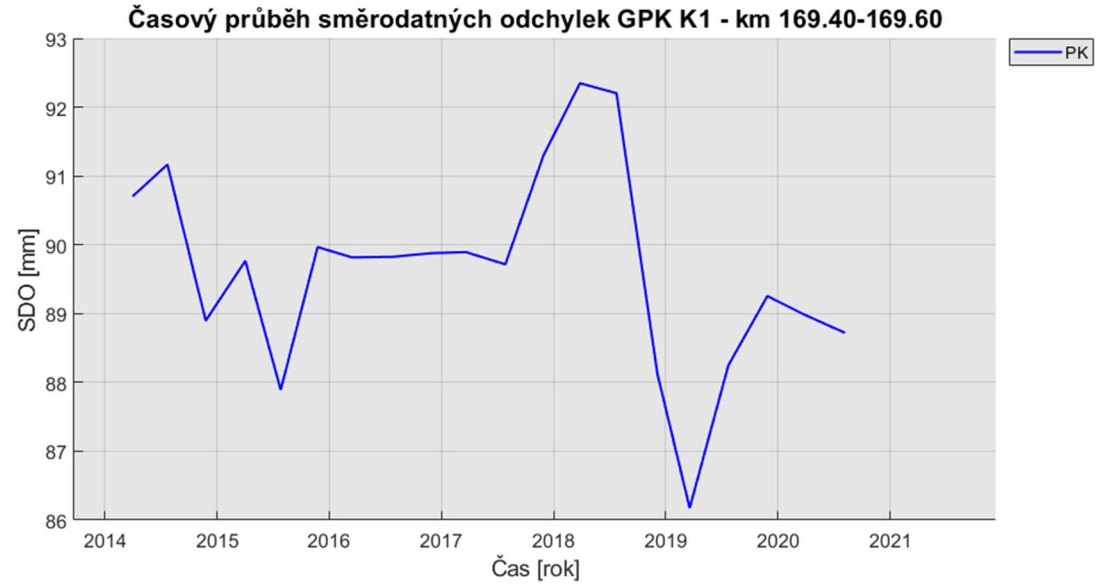

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.20-169.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
2
1.5
1
0.5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

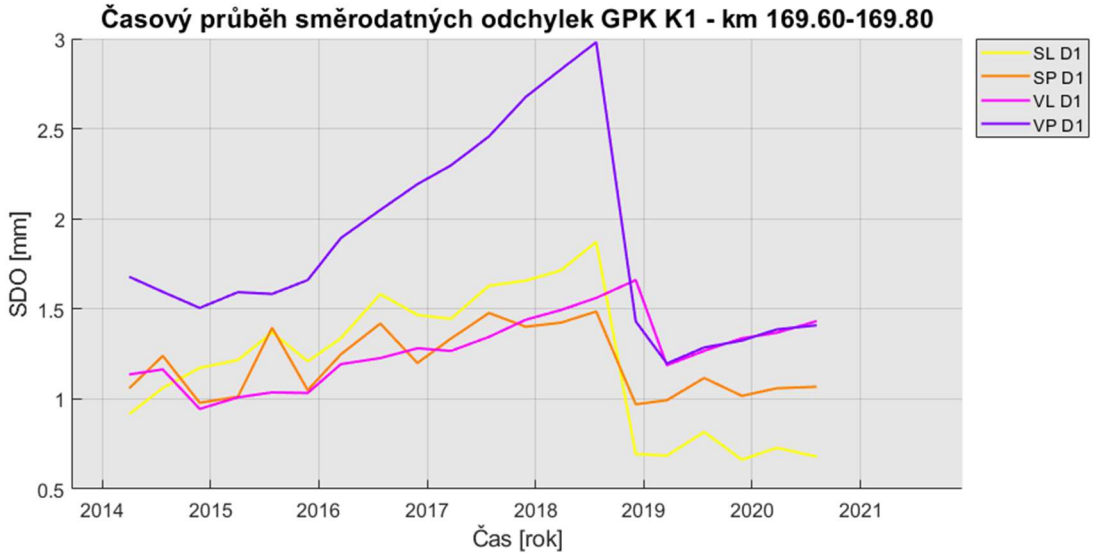

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.20-169.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

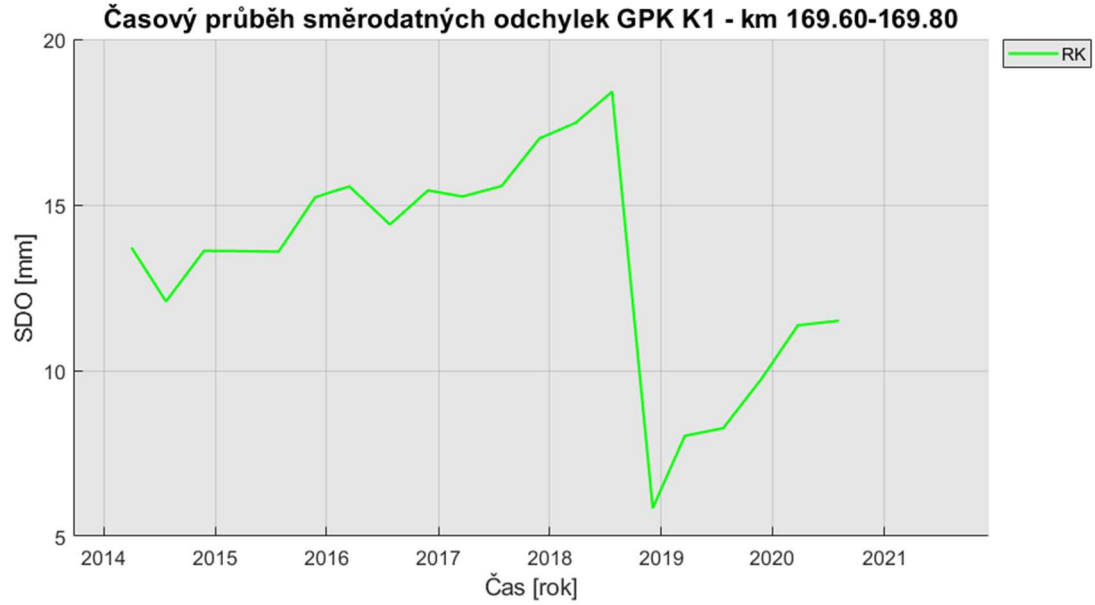

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.20-169.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
100
95
90
85
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

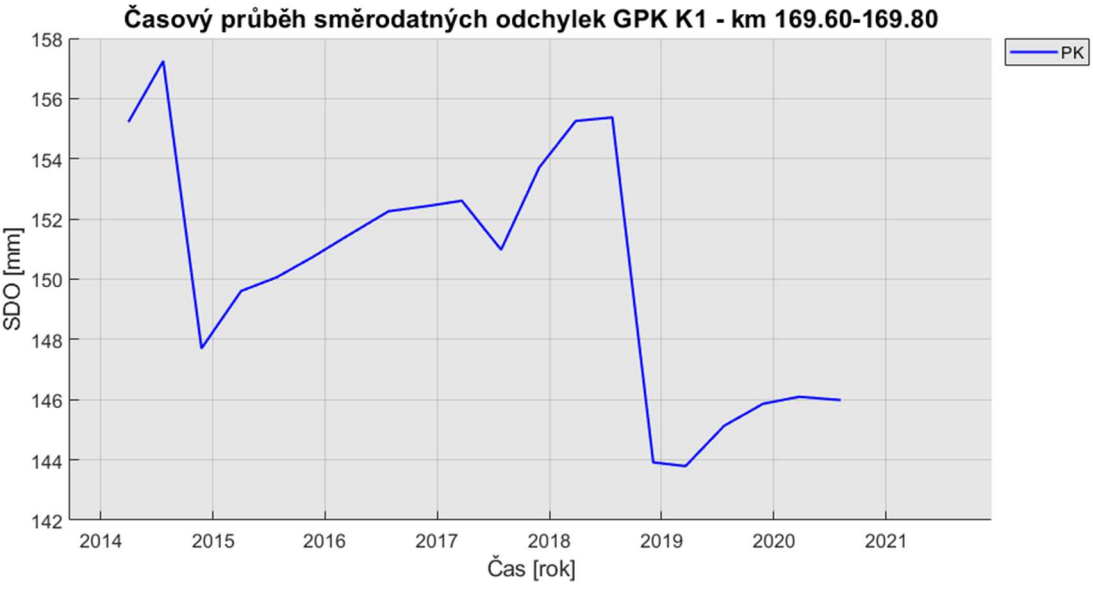

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.40-169.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
2.5
2
1.5
1
0.5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

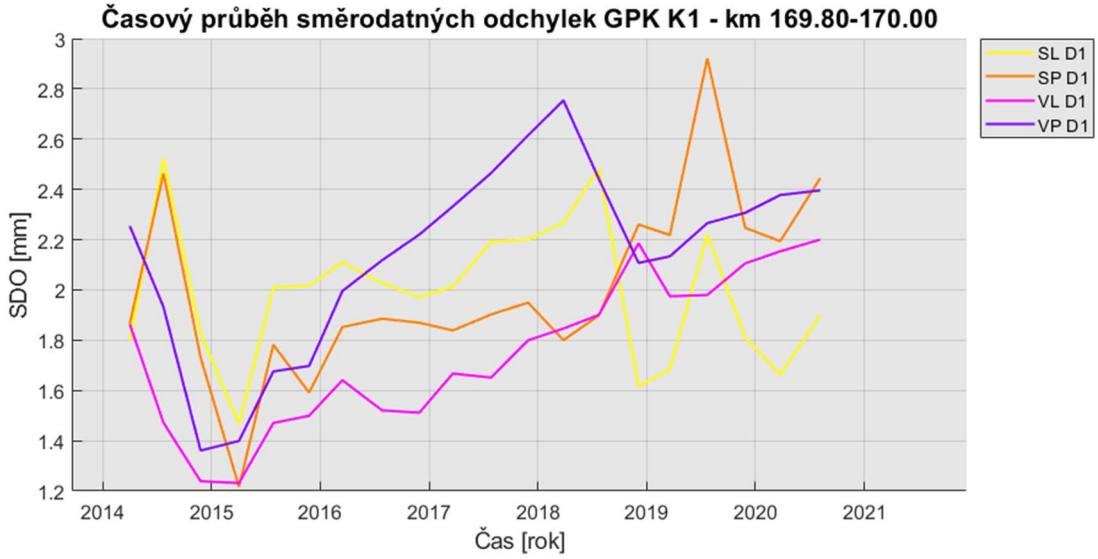

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.40-169.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
10
9
8
7
6
5
4
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

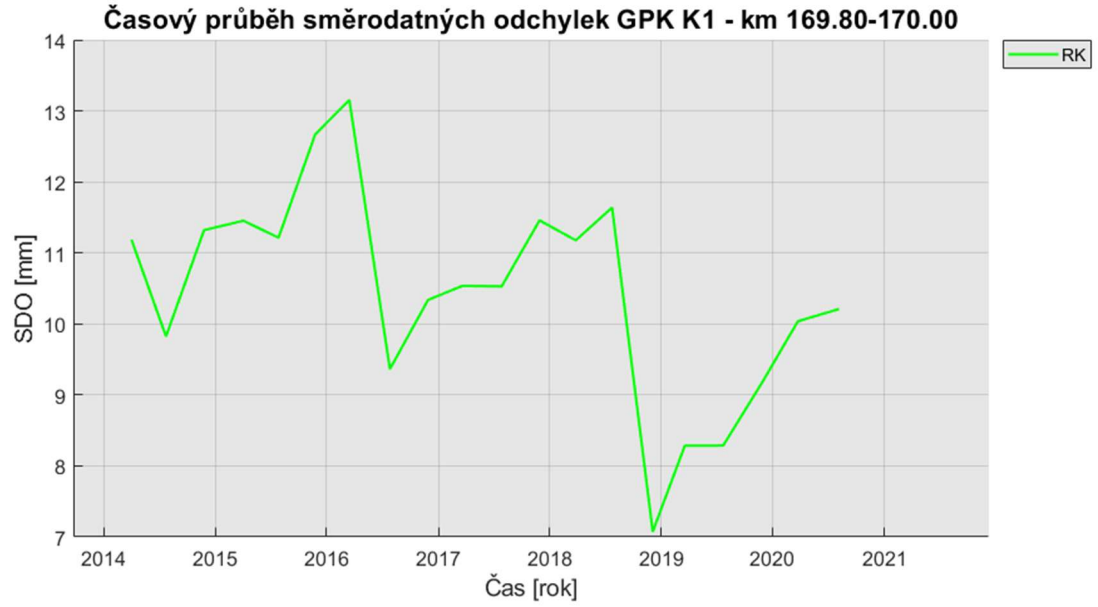

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.40-169.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
93
92
91
90
89
88
87
86
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

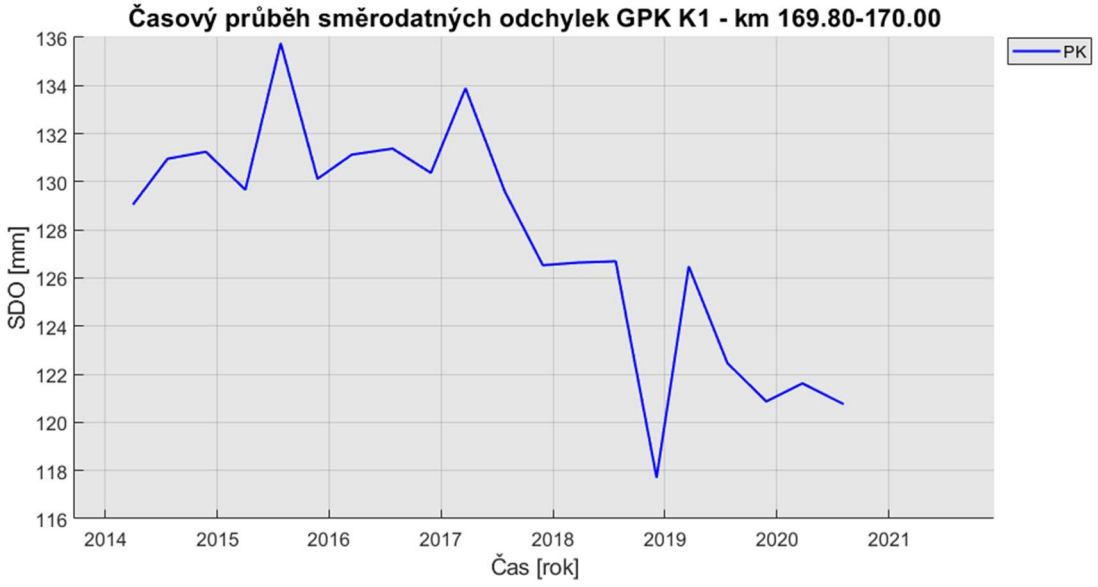

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.60-169.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

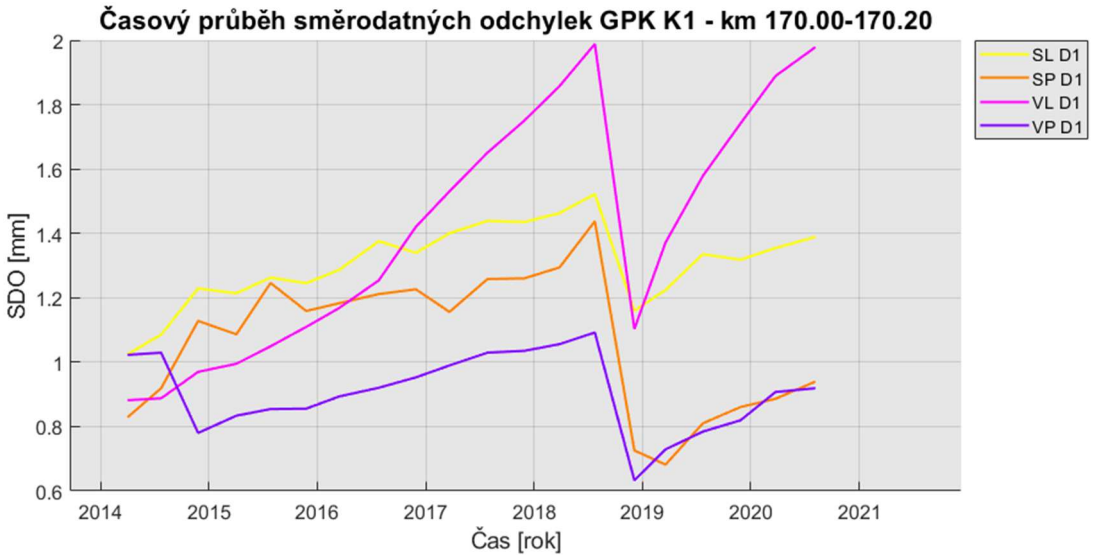

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.60-169.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK


Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.60-169.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

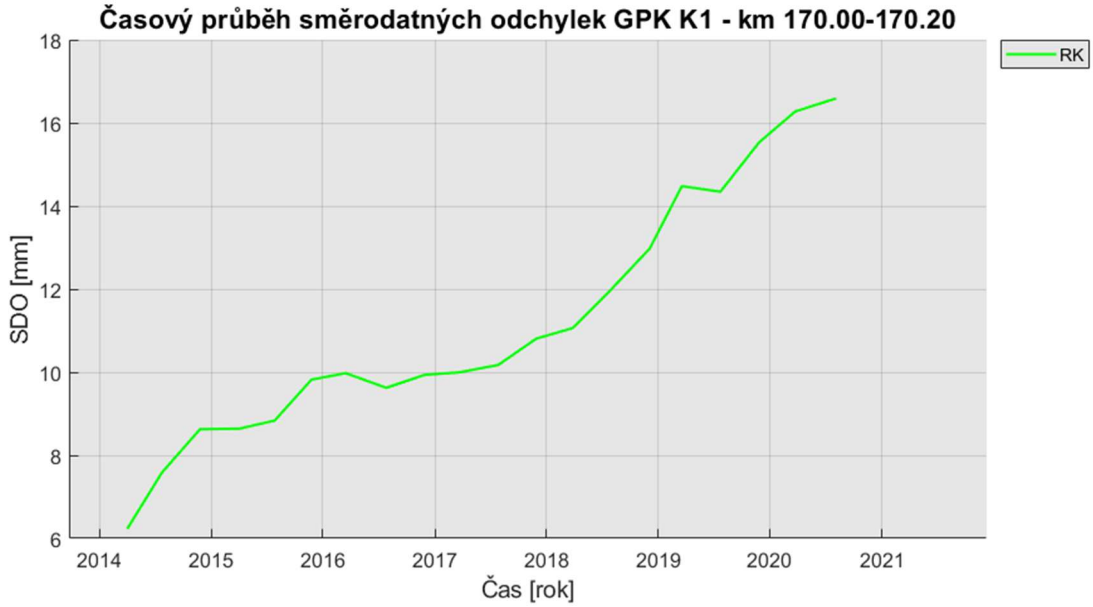

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.80-170.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

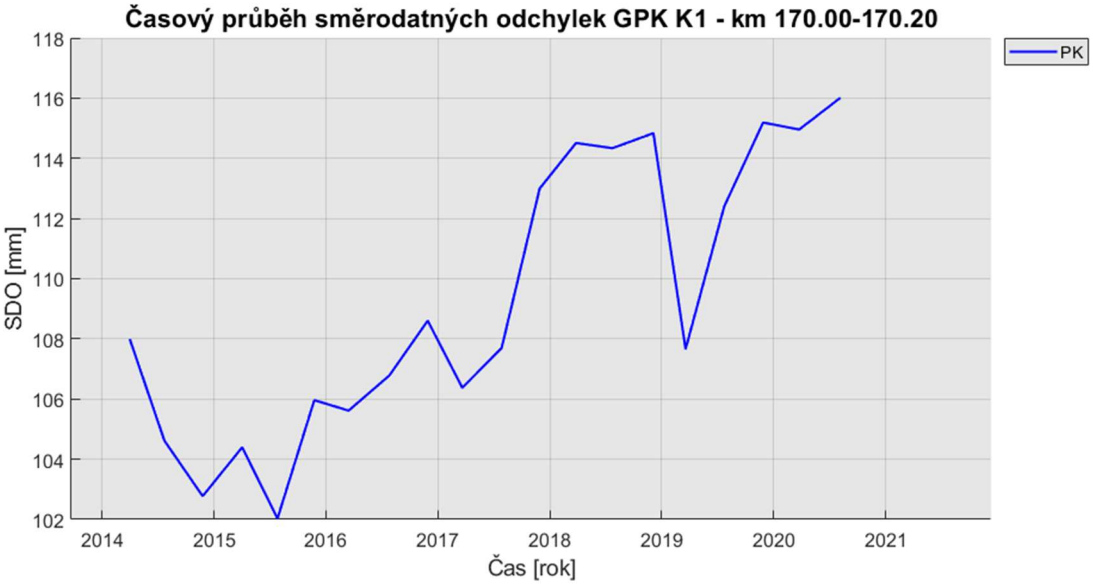

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.80-170.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

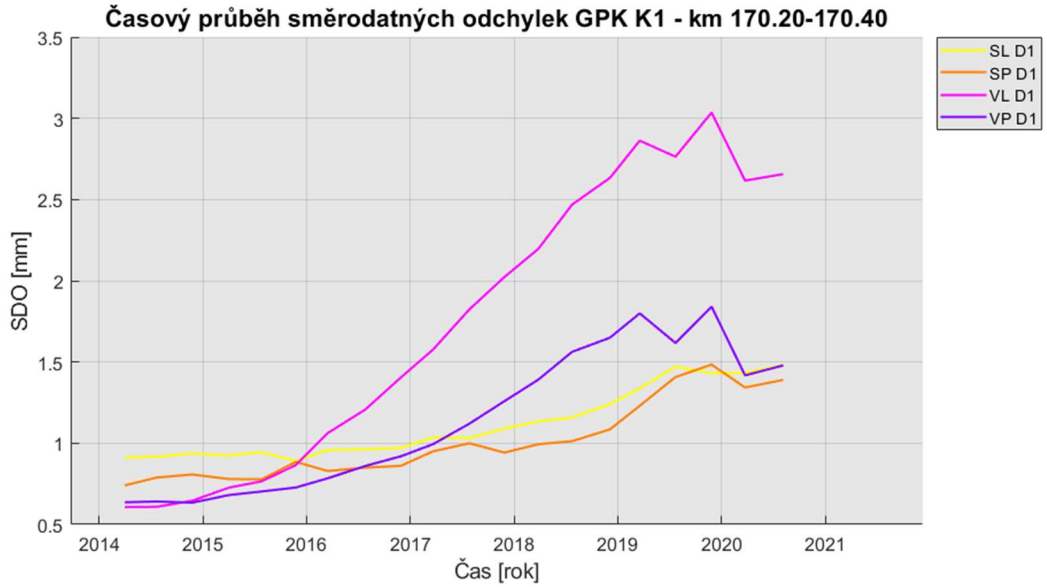

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 169.80-170.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

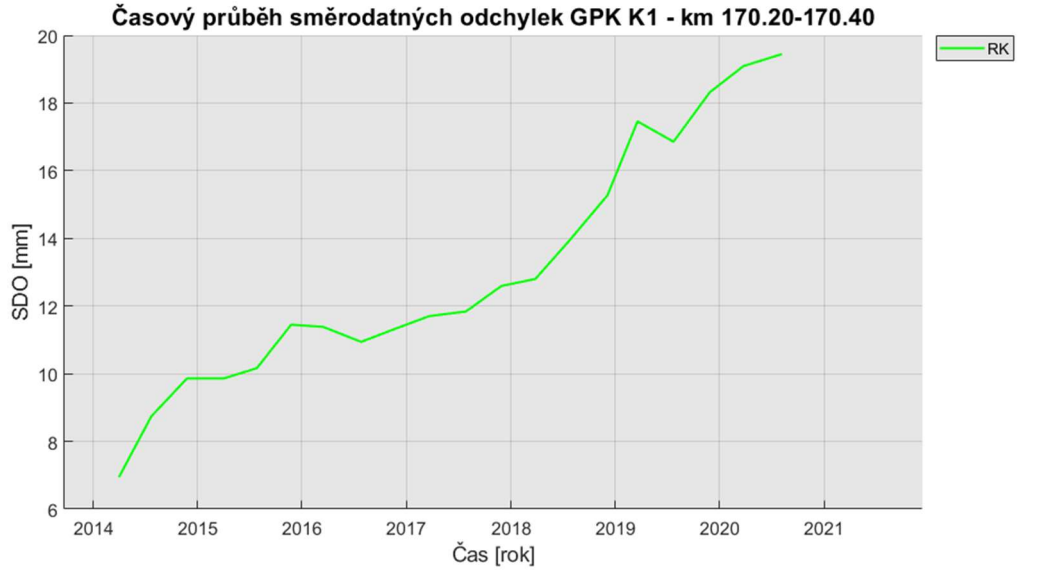

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

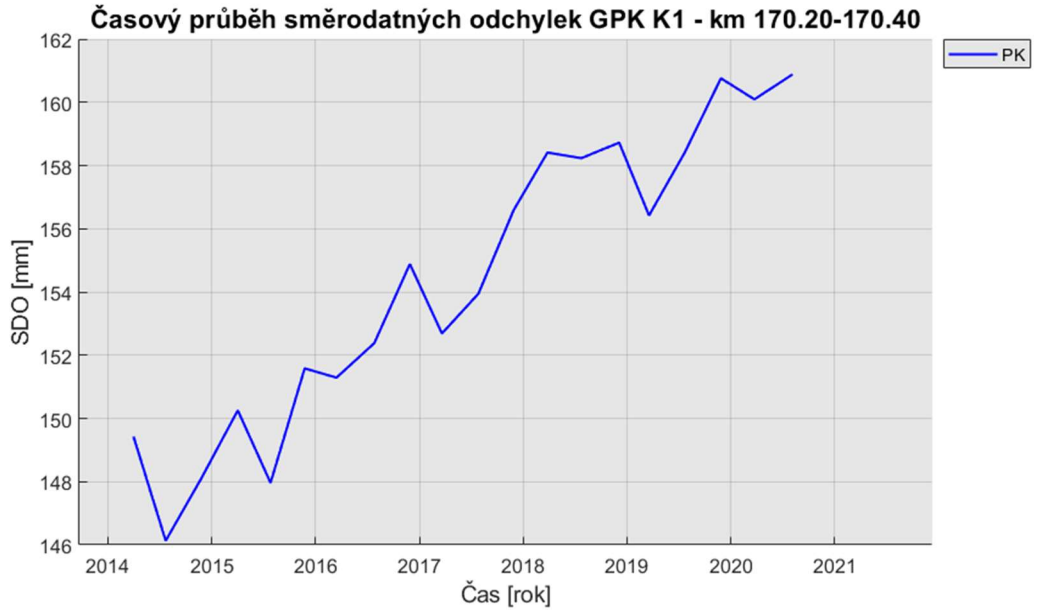
S

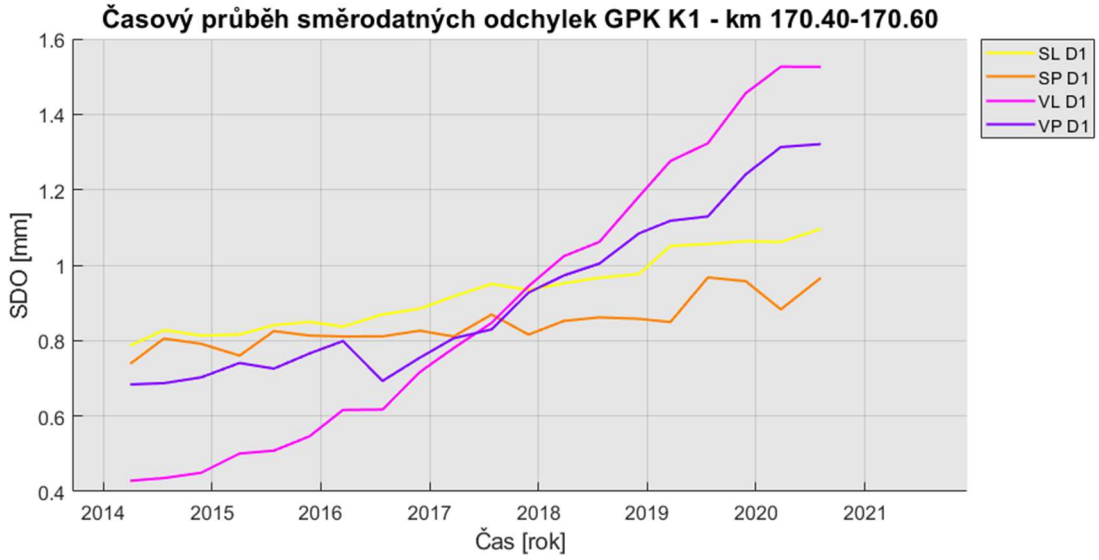

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

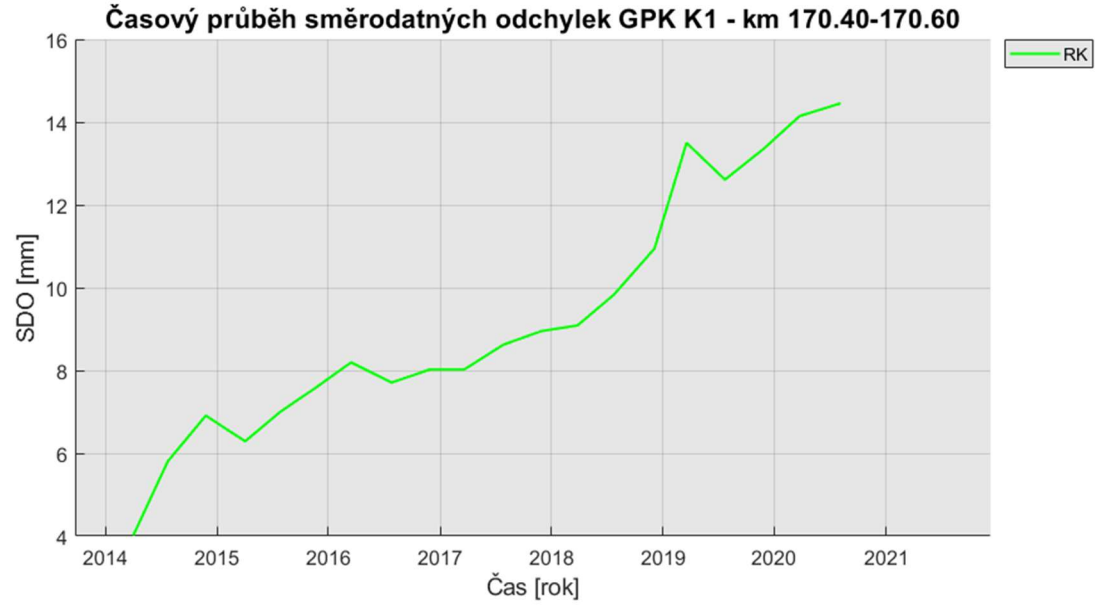

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

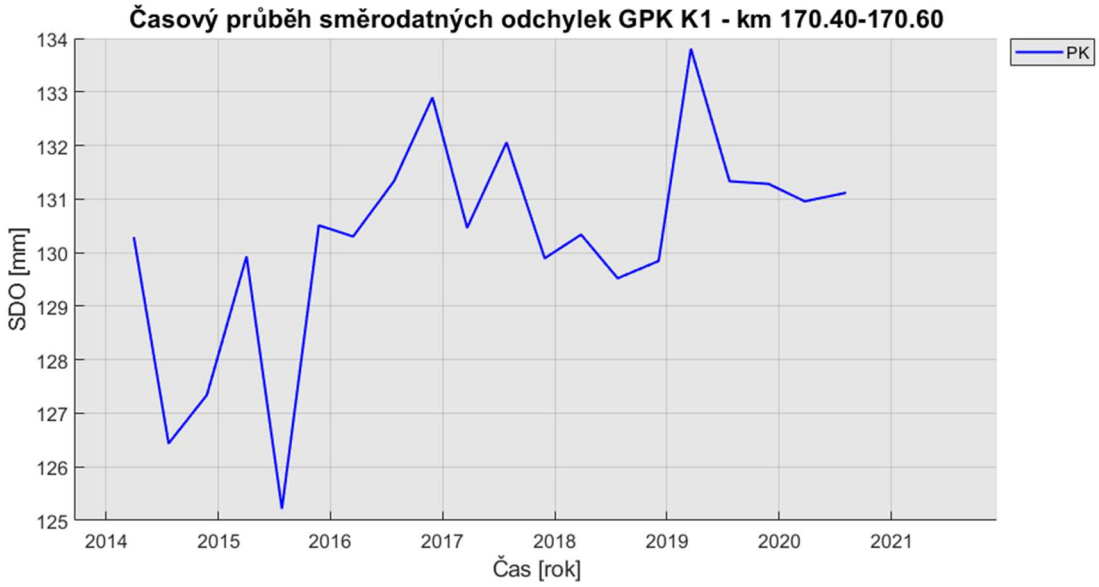

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.20-170.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

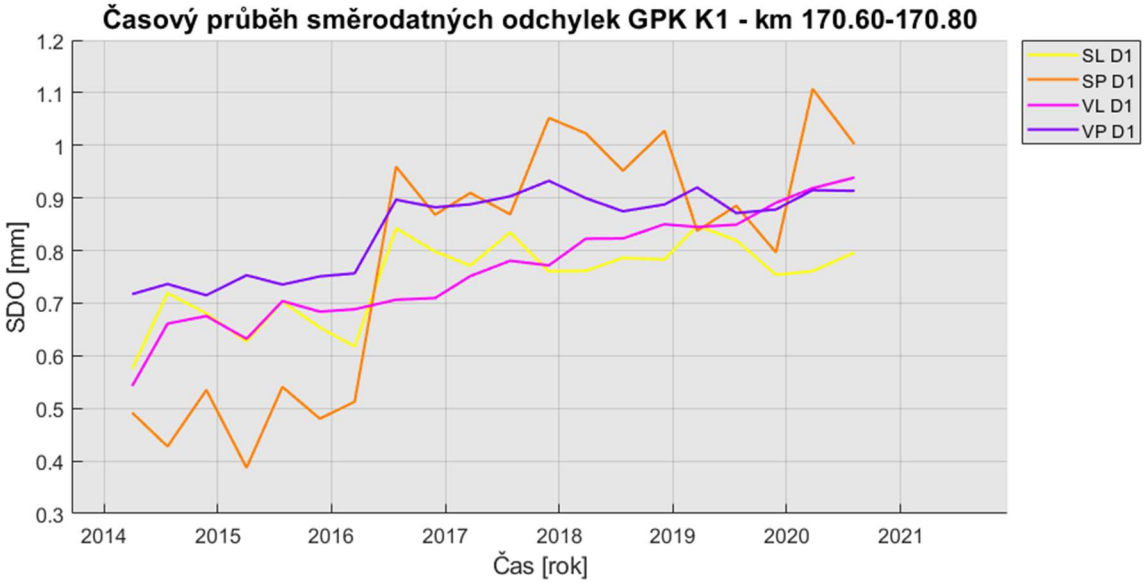

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.20-170.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

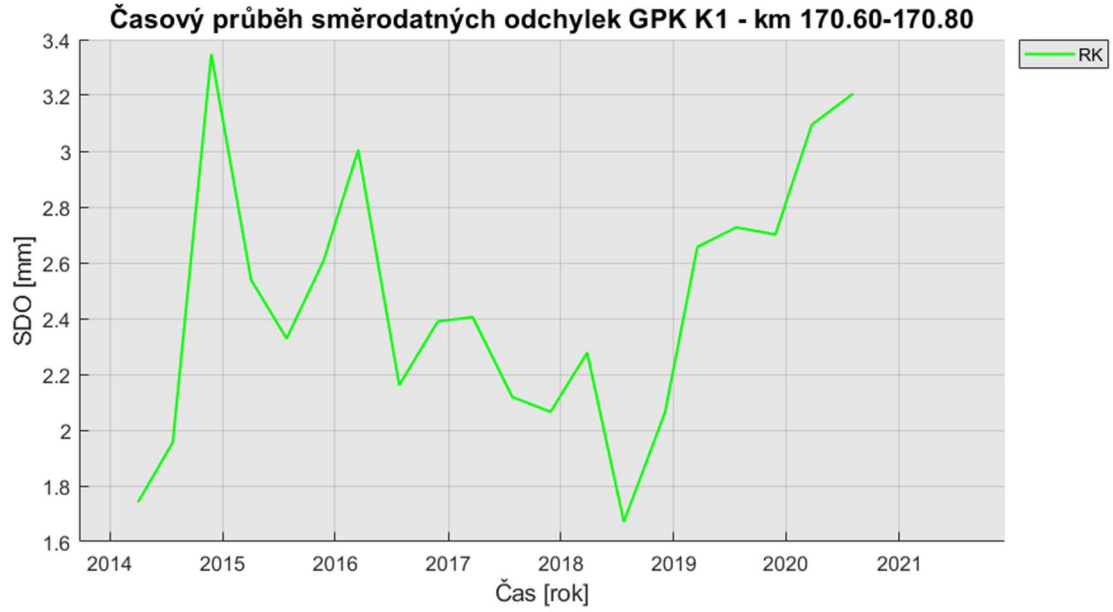

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.20-170.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

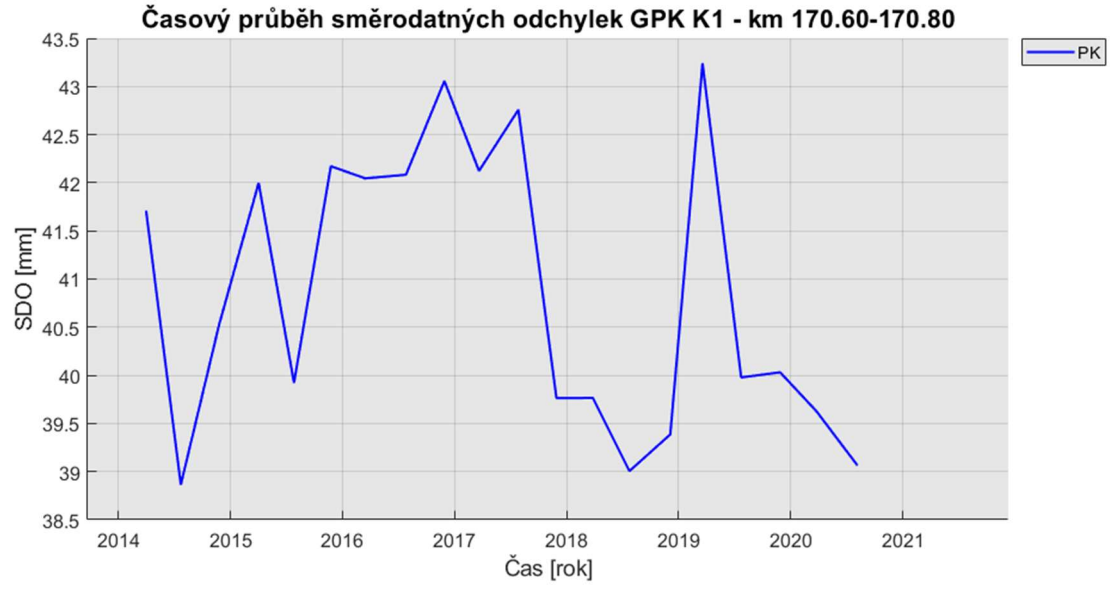

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.40-170.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

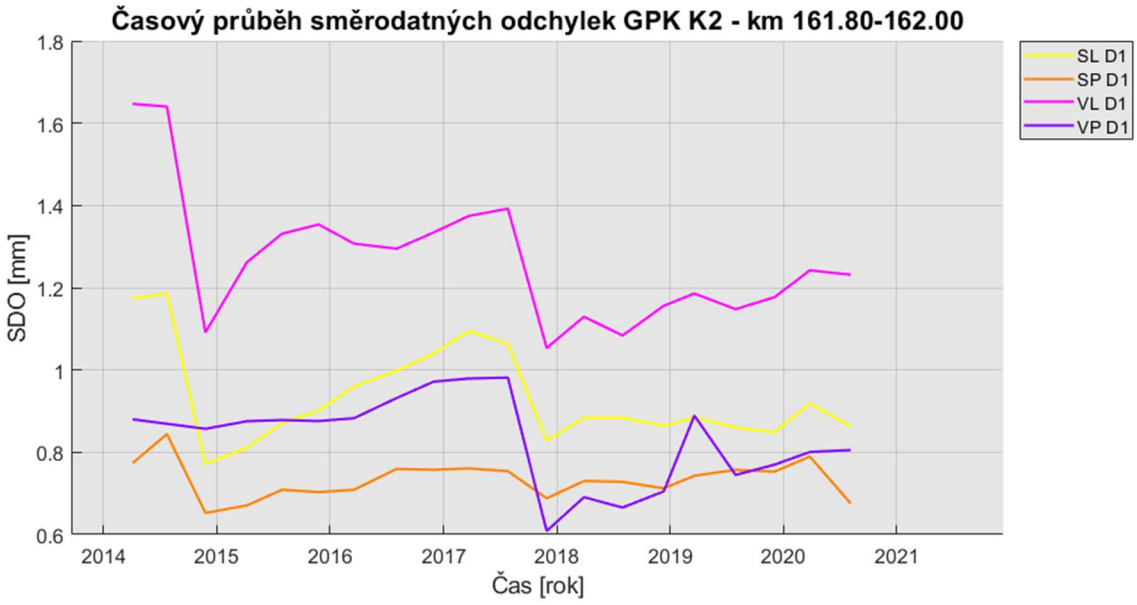

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.40-170.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

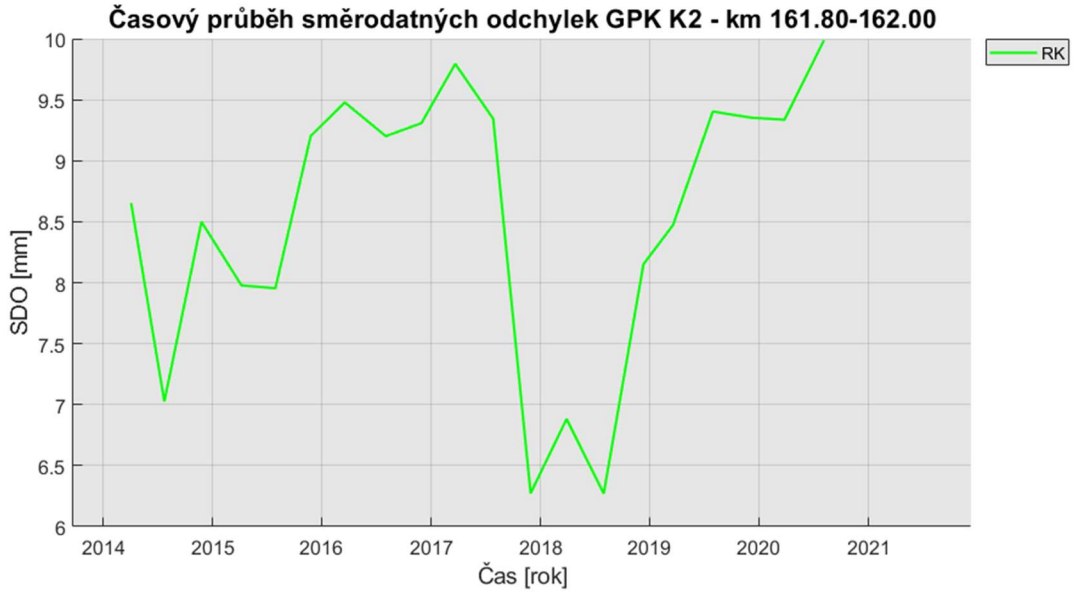

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.40-170.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

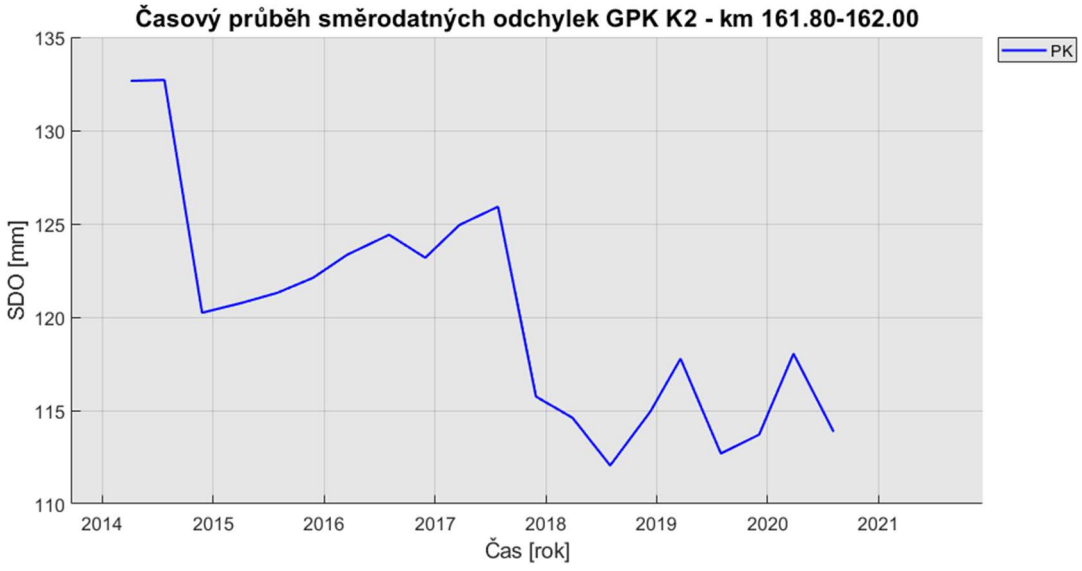

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.60-170.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

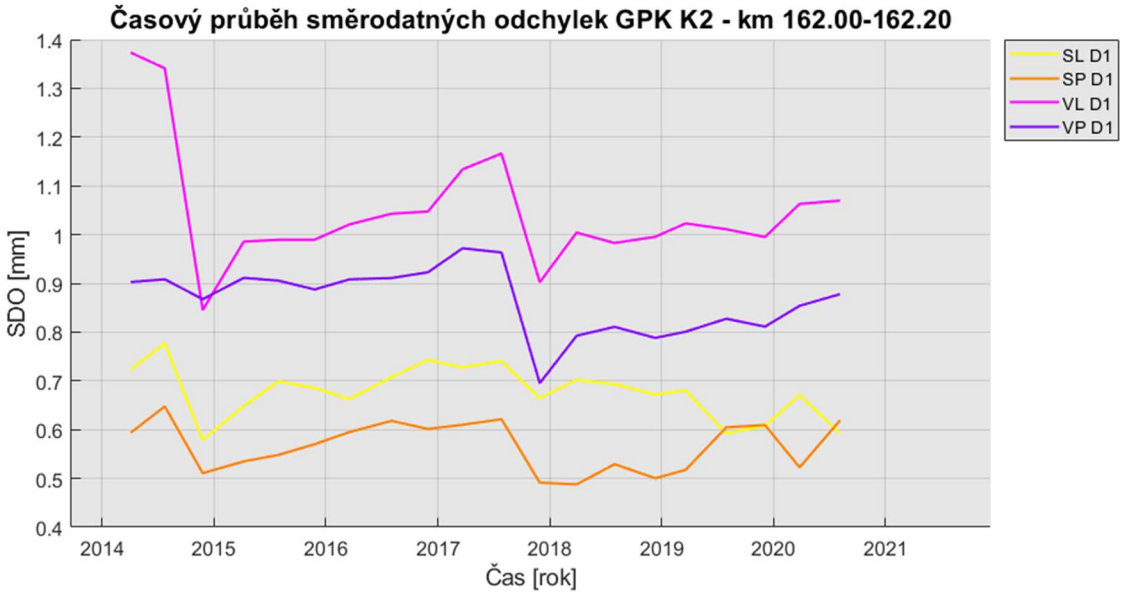

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.60-170.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

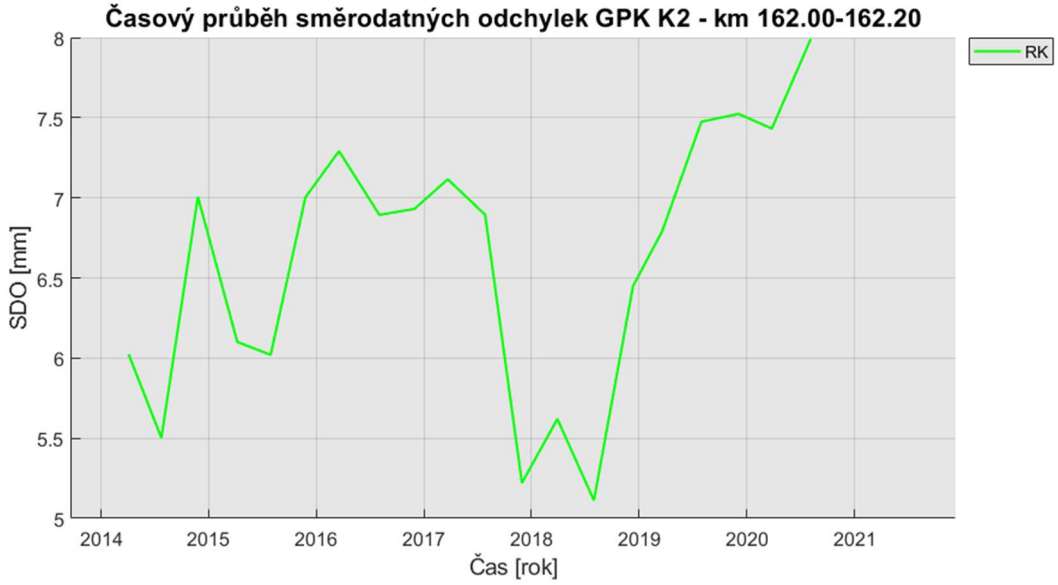

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K1 - km 170.60-170.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

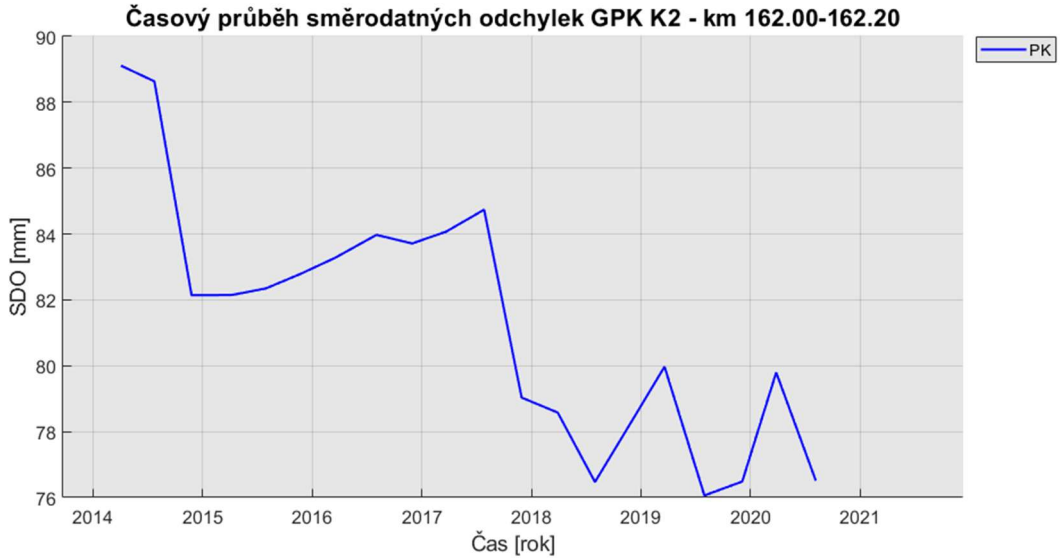

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 161.80-162.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

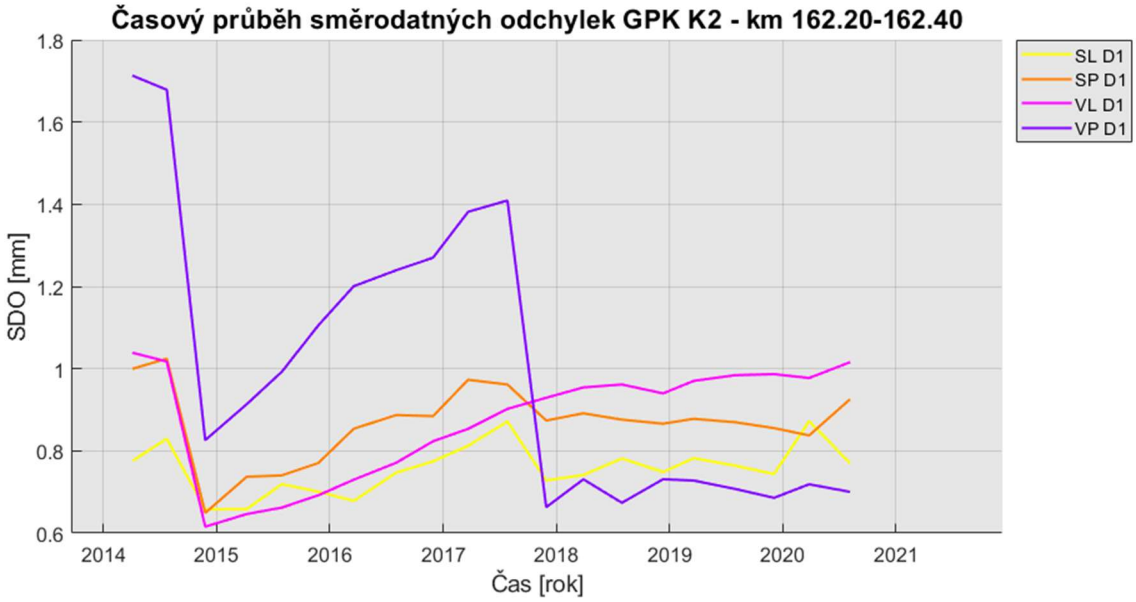

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 161.80-162.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
10
9.5
9
8.5
8
7.5
7
6.5
6
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

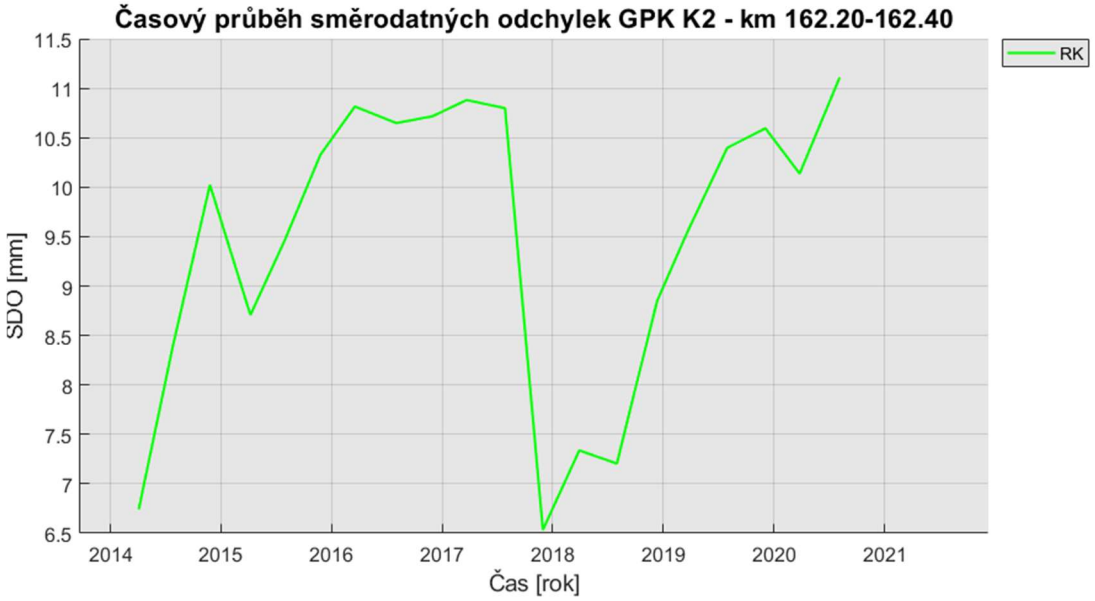

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 161.80-162.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
135
130
125
120
115
110
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

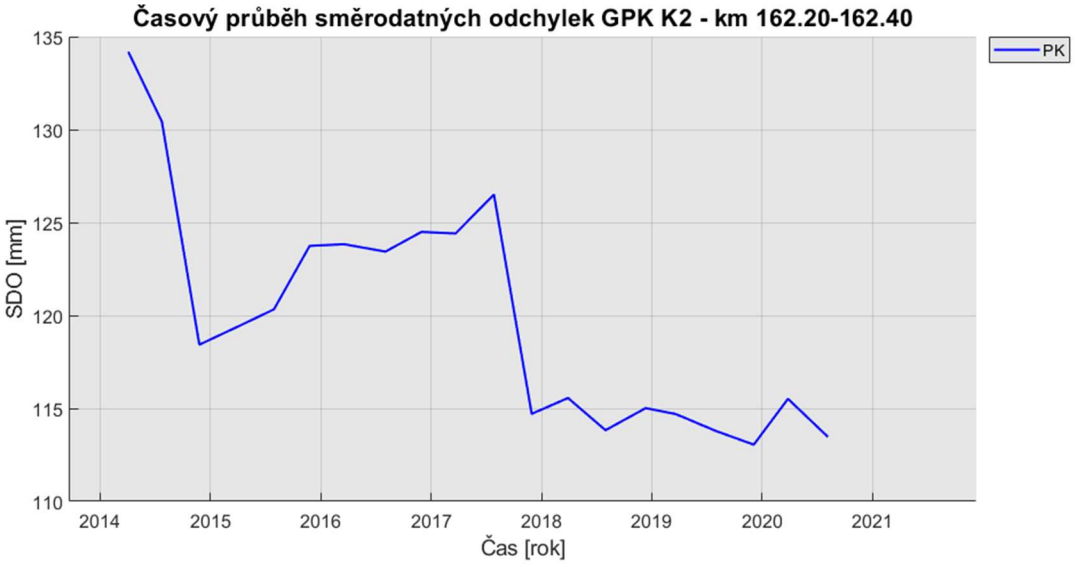

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.00-162.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

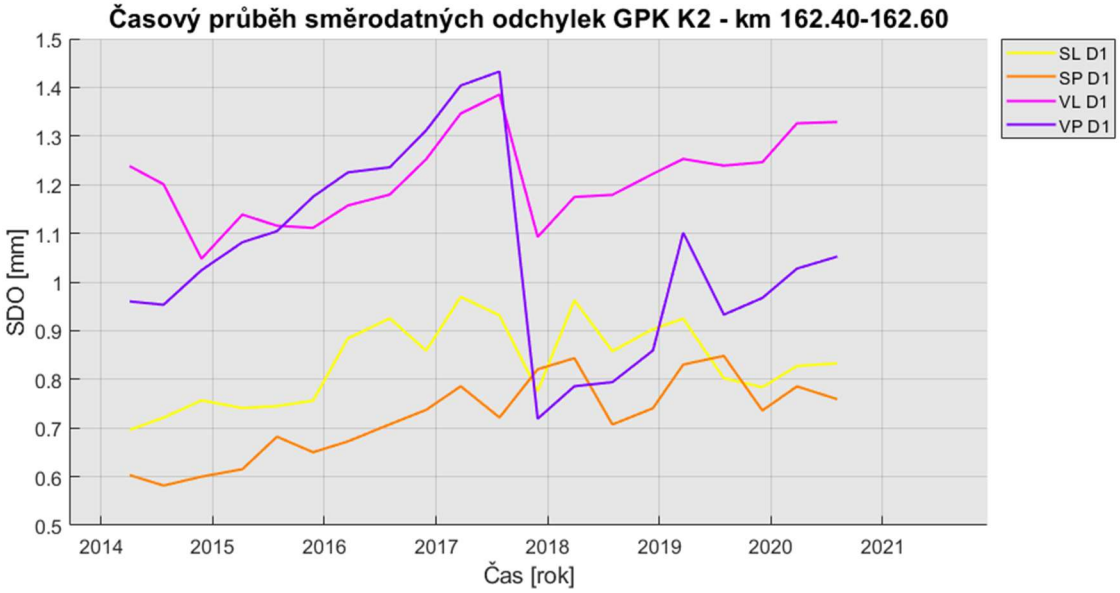

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.00-162.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

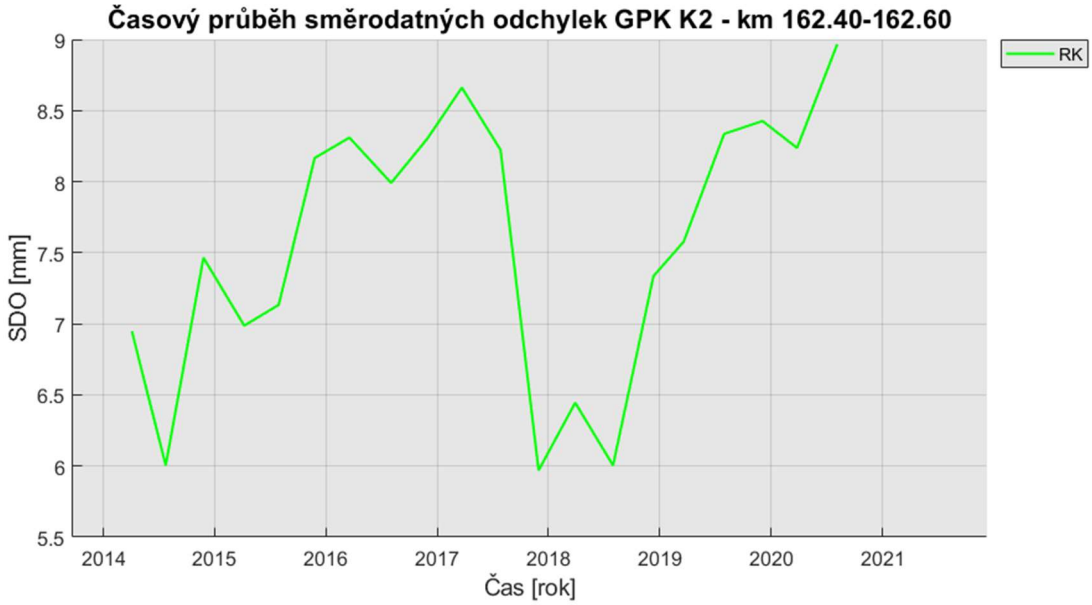

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.00-162.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

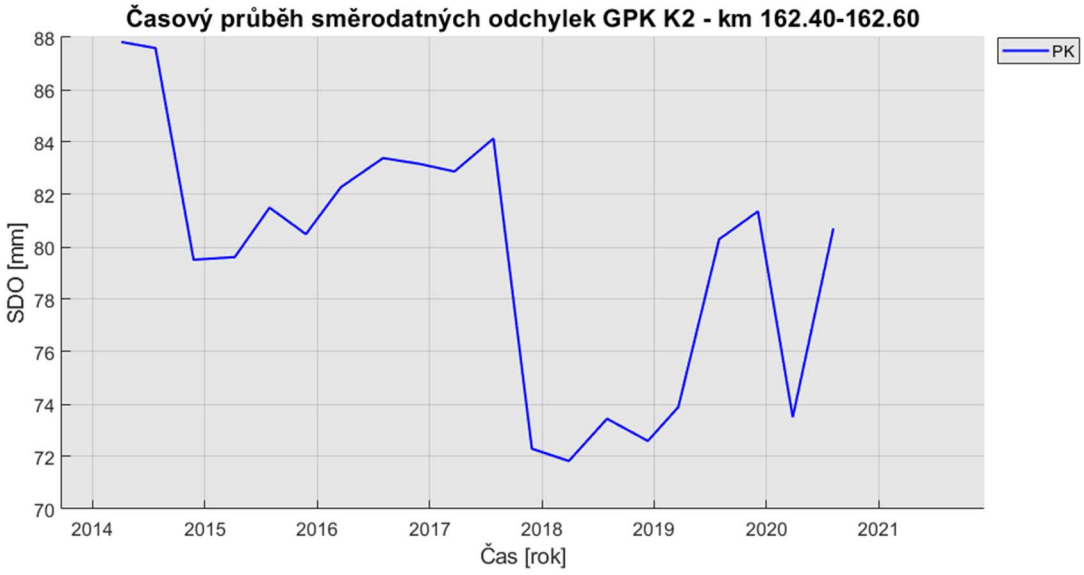

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.20-162.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

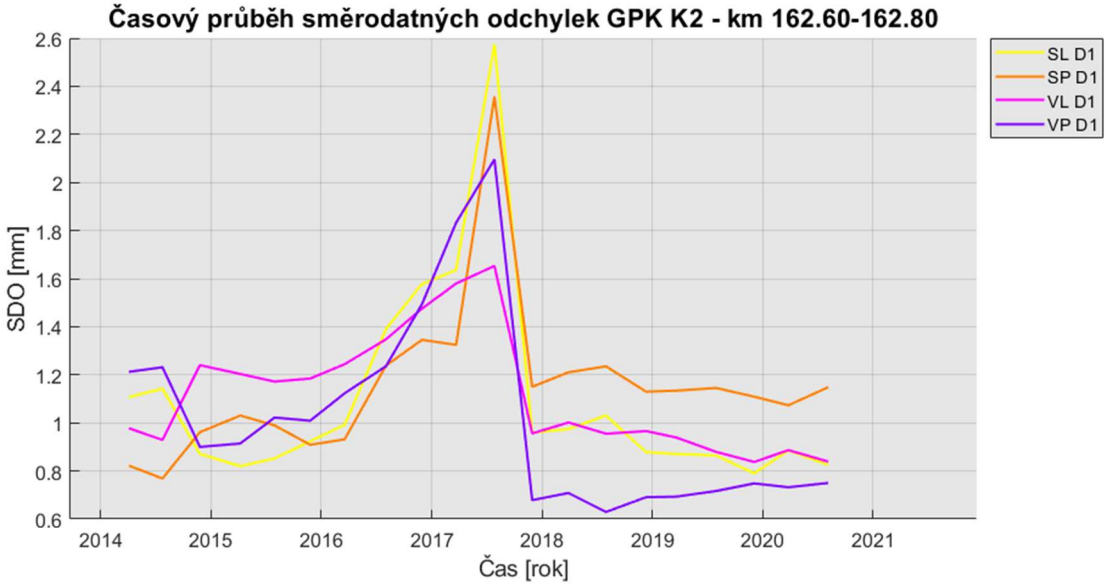

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.20-162.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

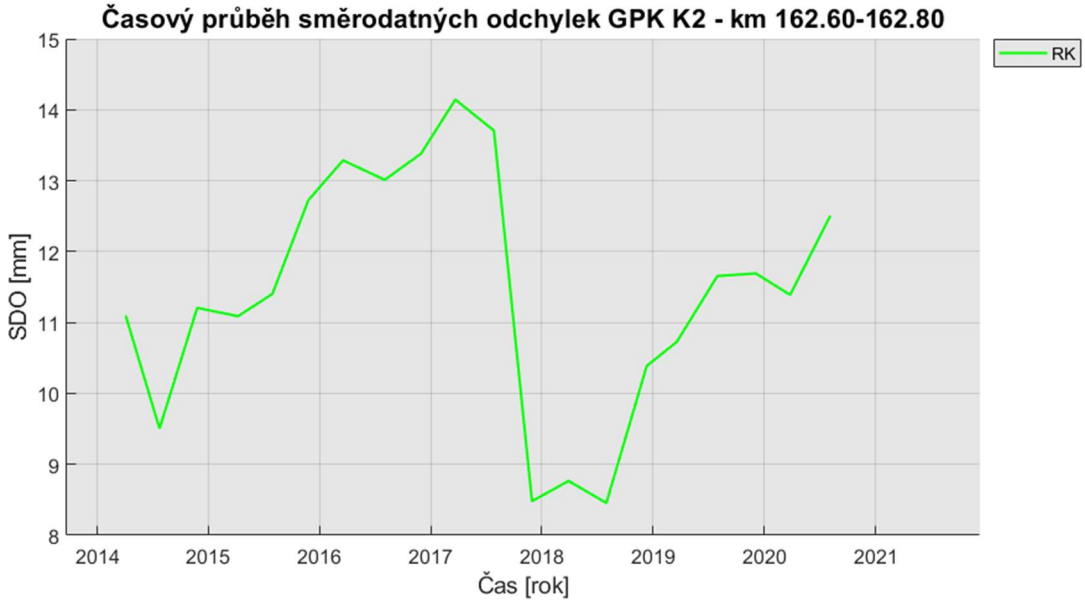

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.20-162.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

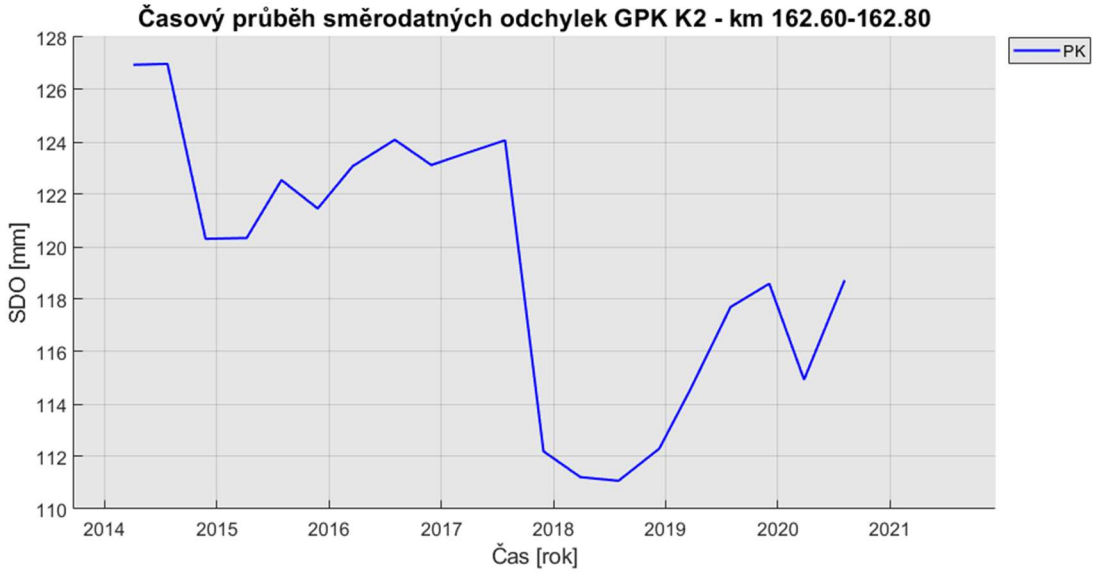

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.40-162.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

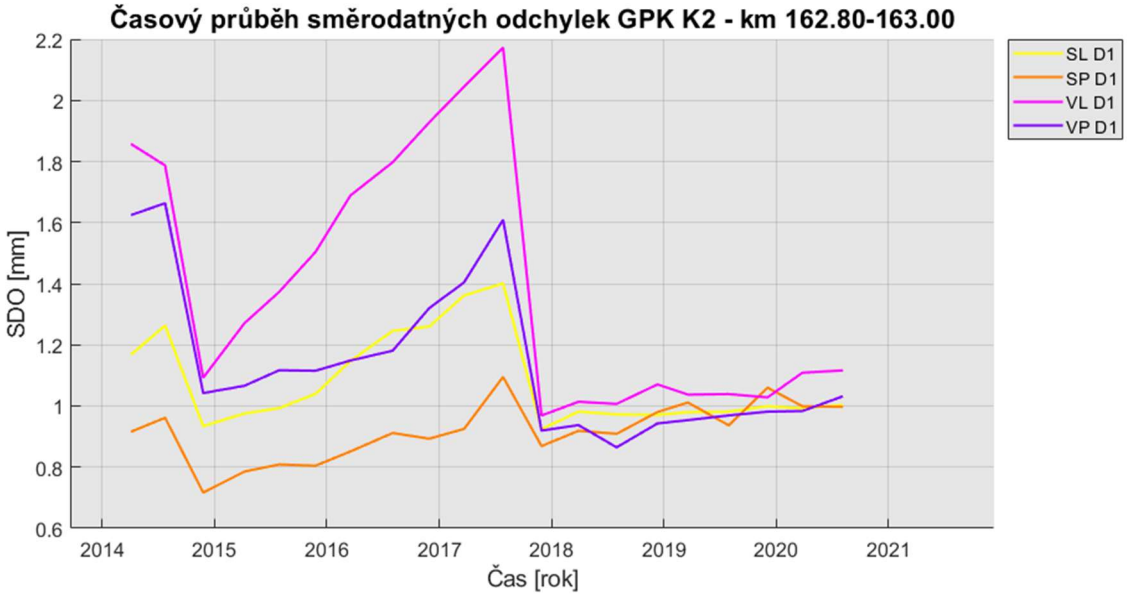

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.40-162.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

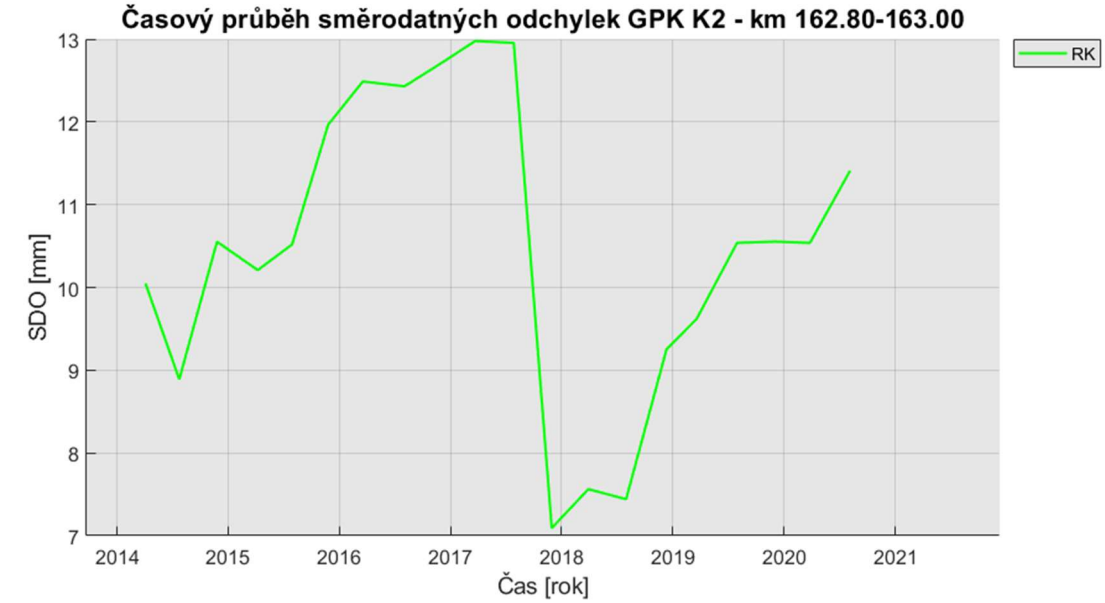

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.40-162.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

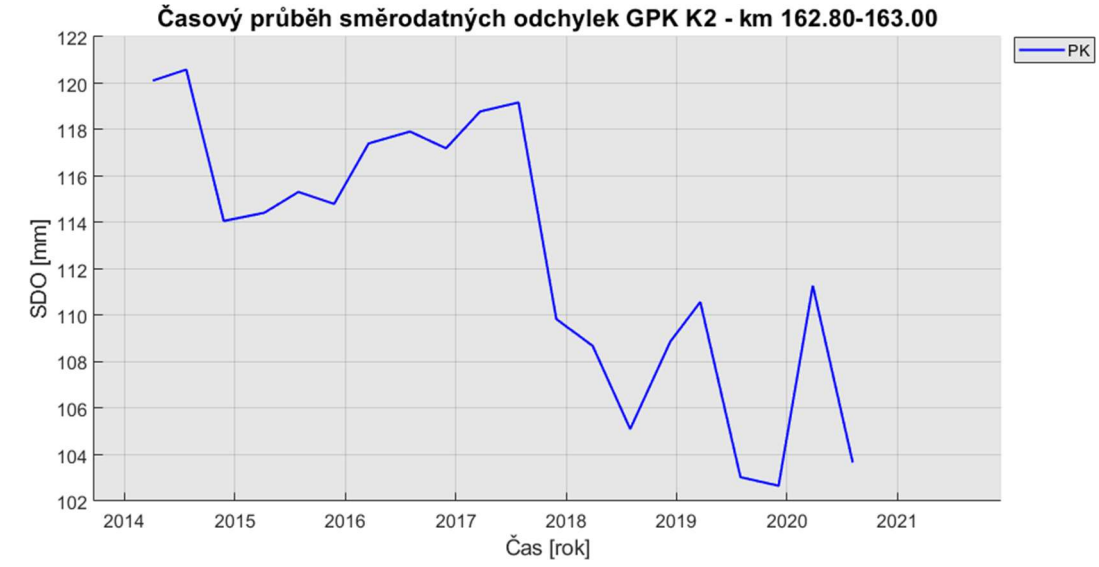

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

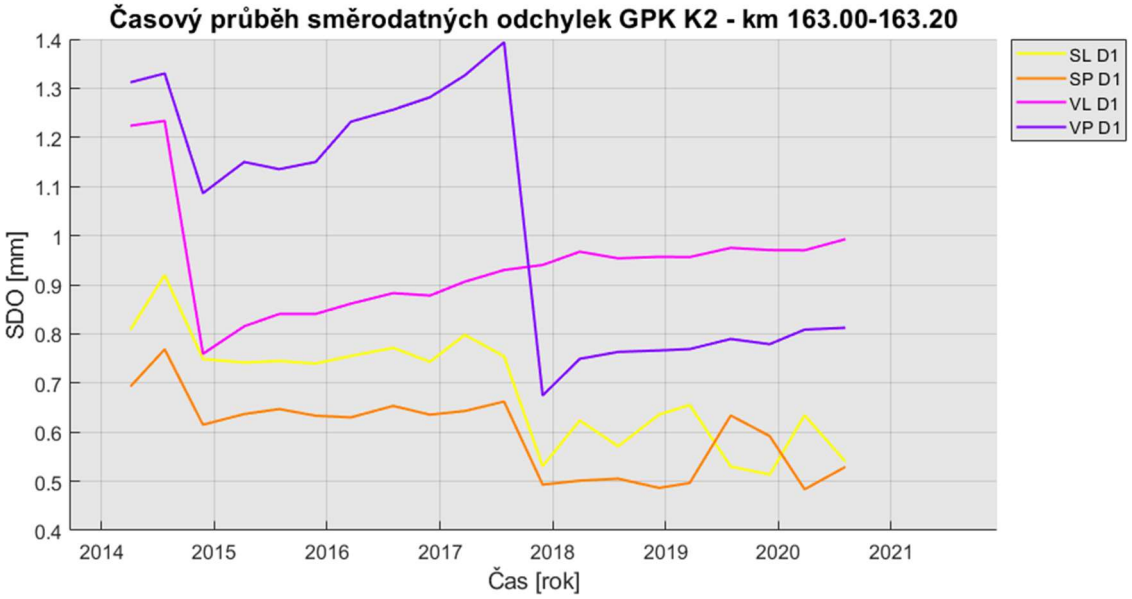

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

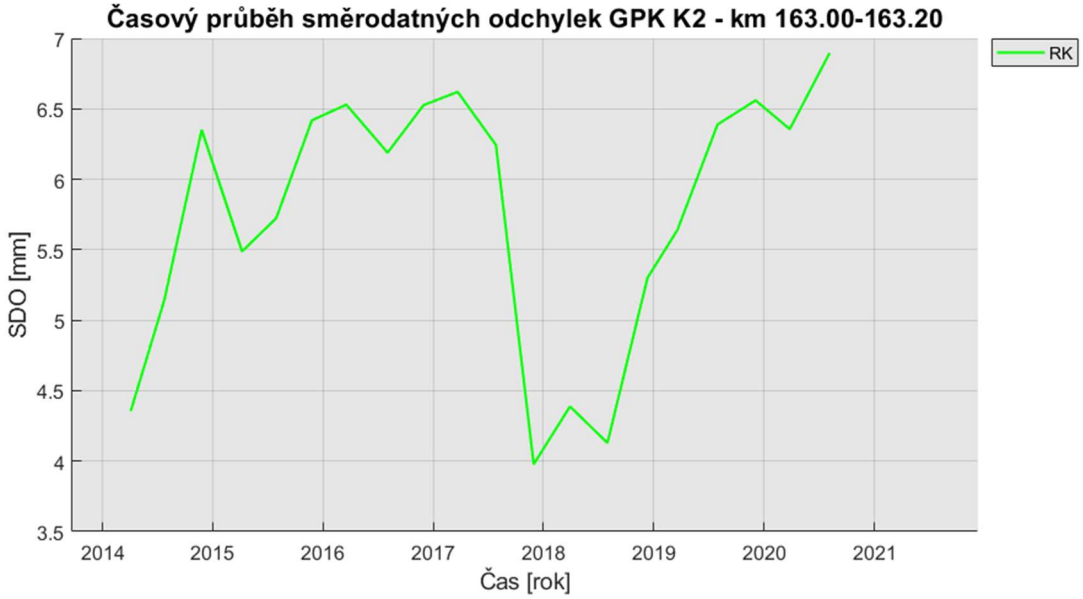

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.60-162.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

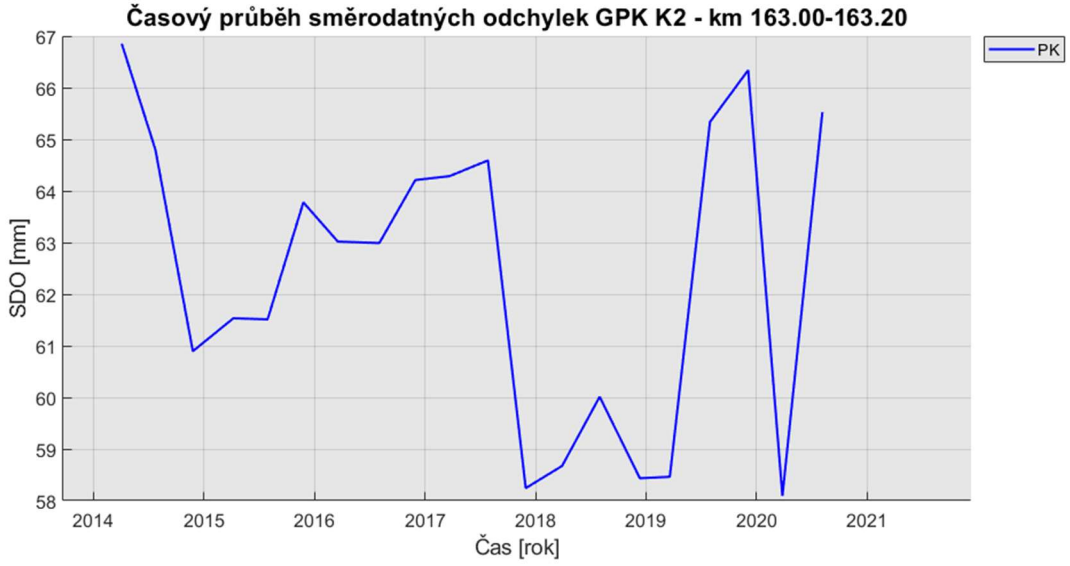

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.80-163.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

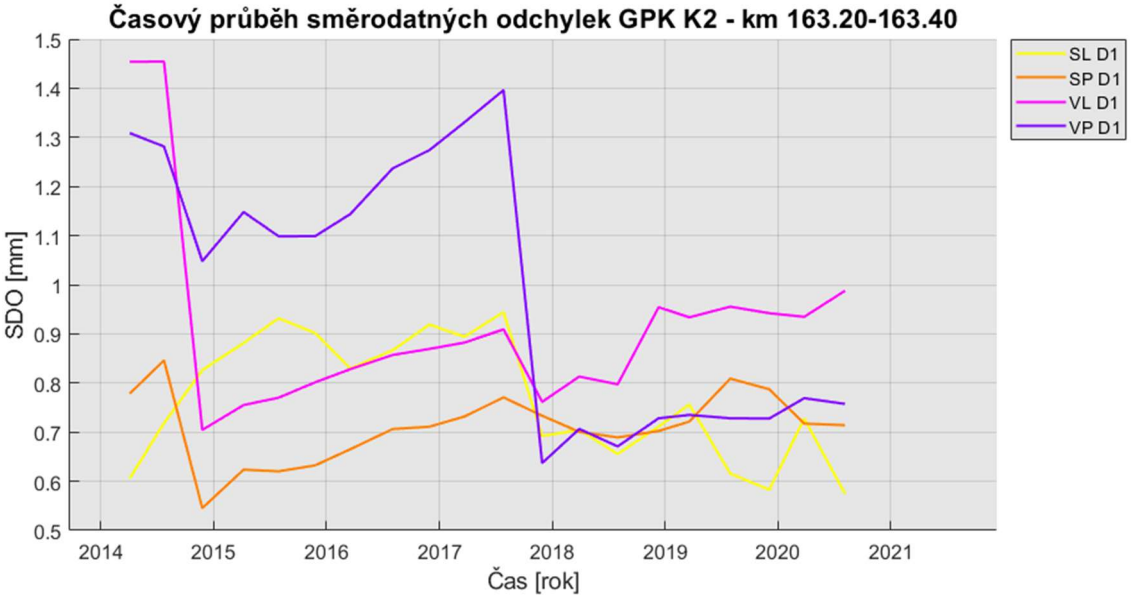

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.80-163.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

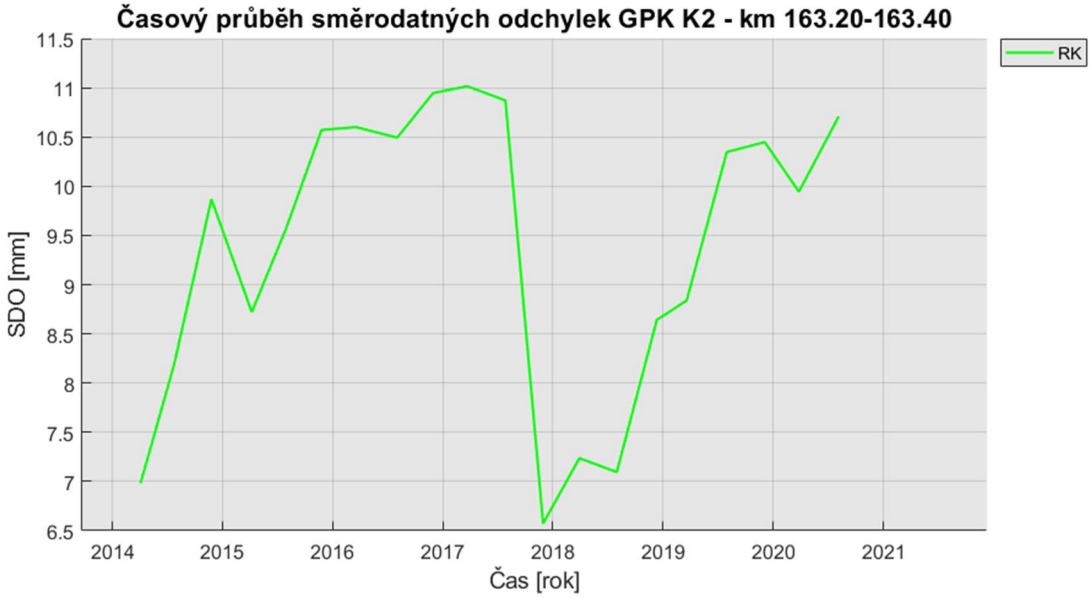

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 162.80-163.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

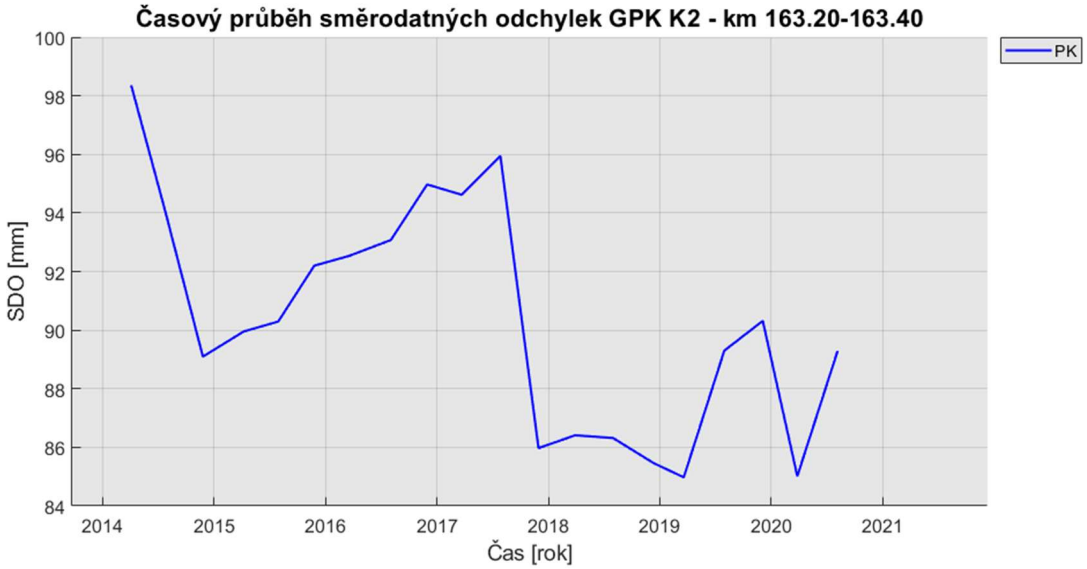

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.00-163.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

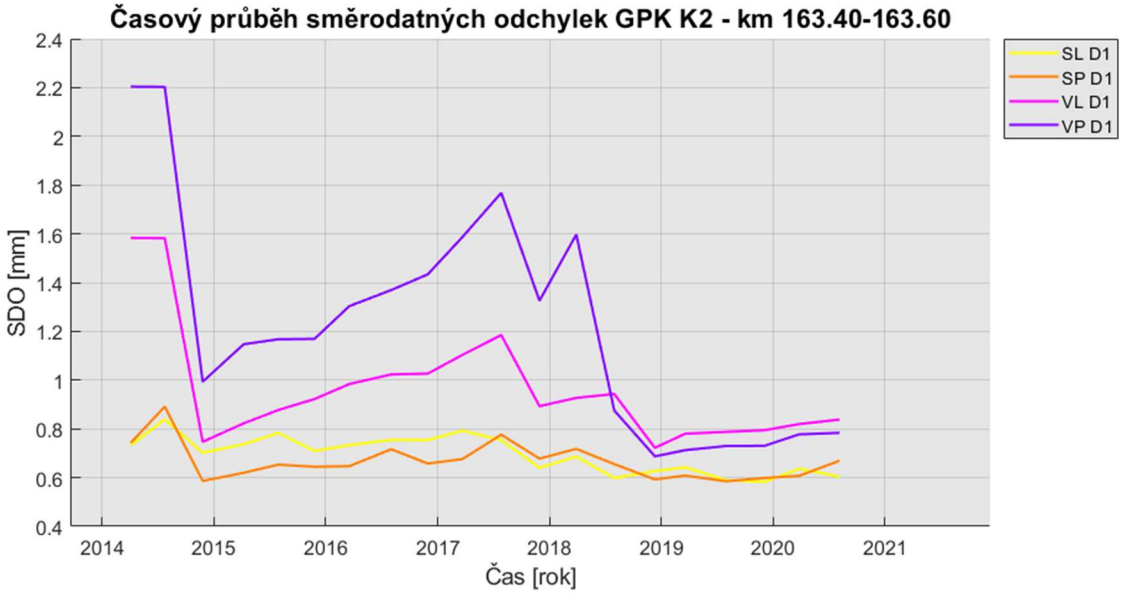

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.00-163.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

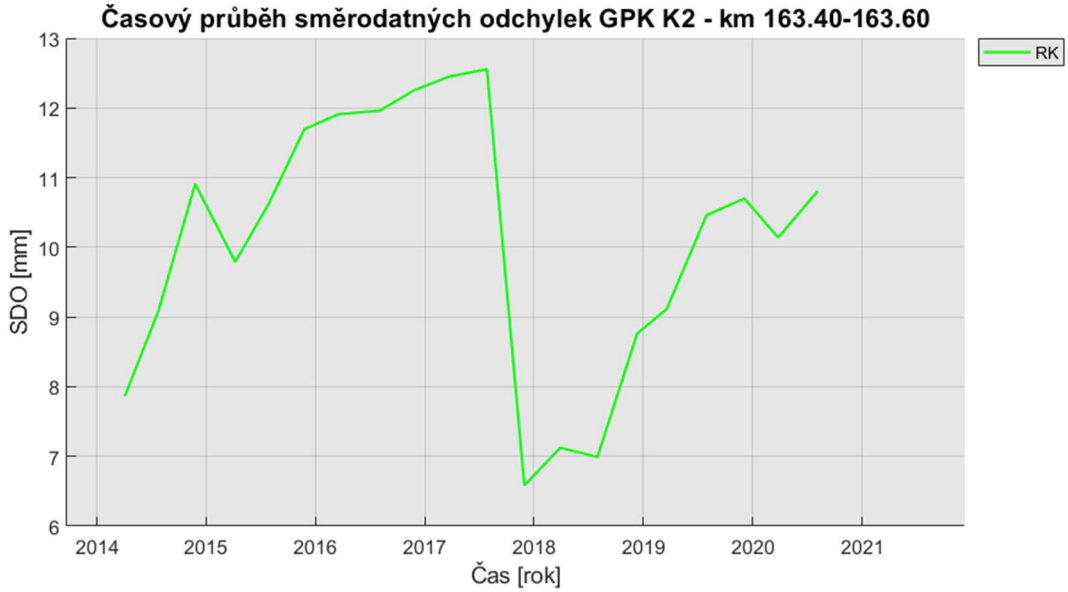

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.00-163.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

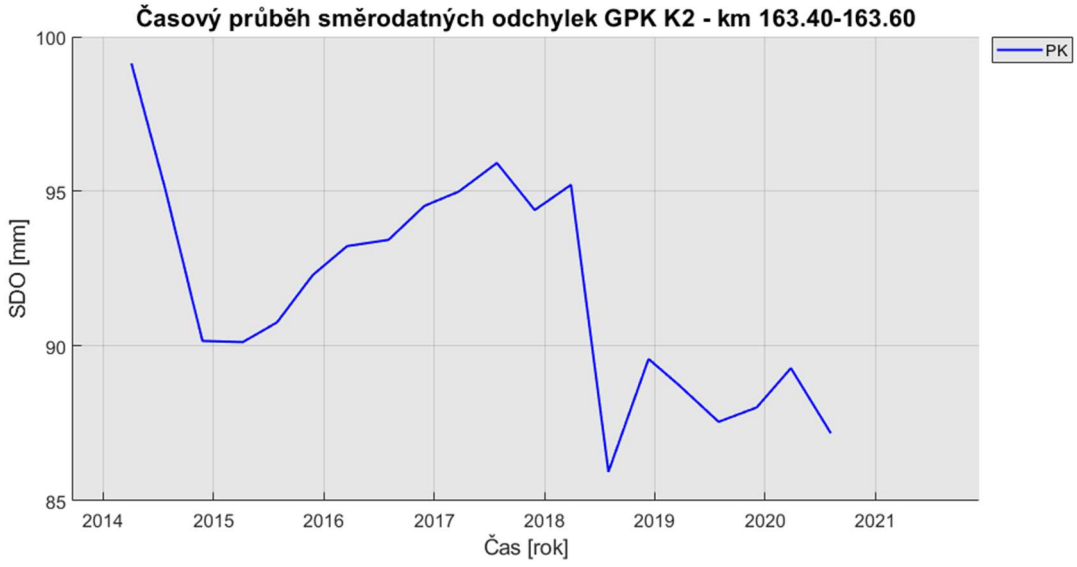

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.20-163.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

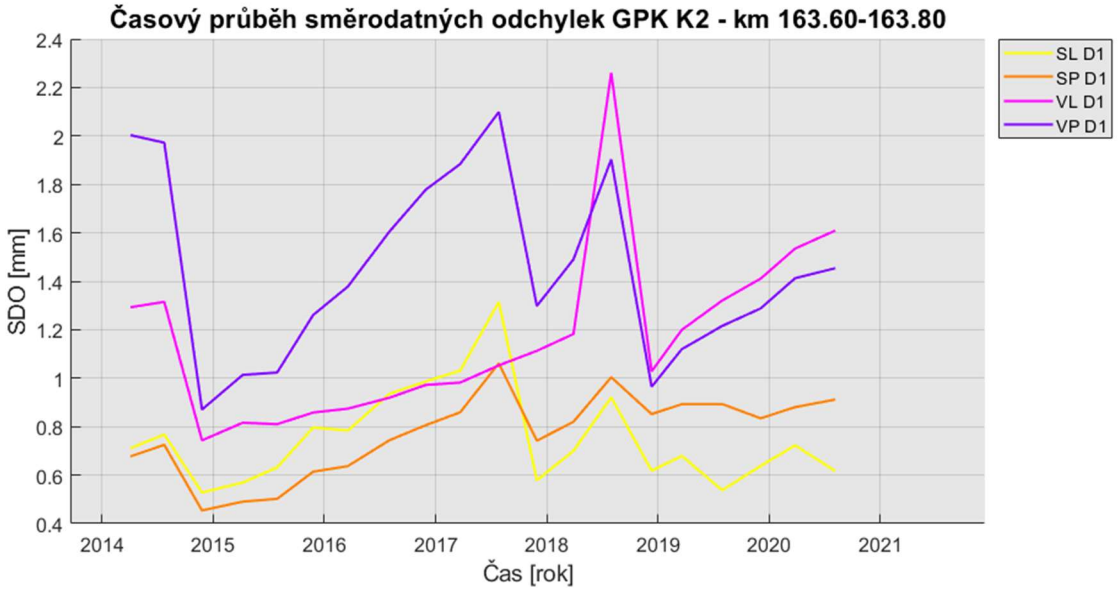

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.20-163.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

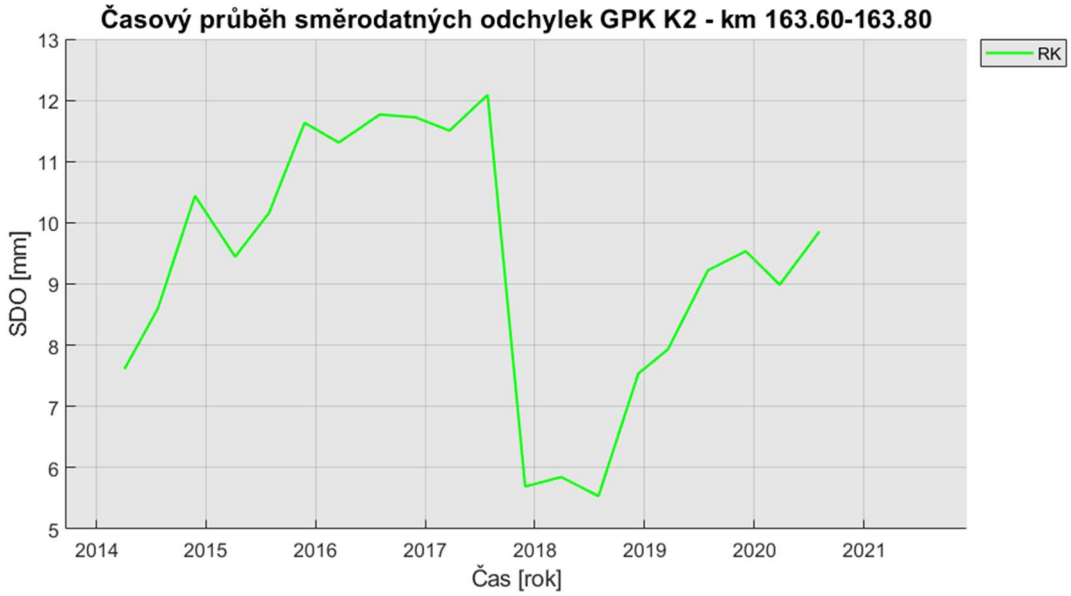

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.20-163.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

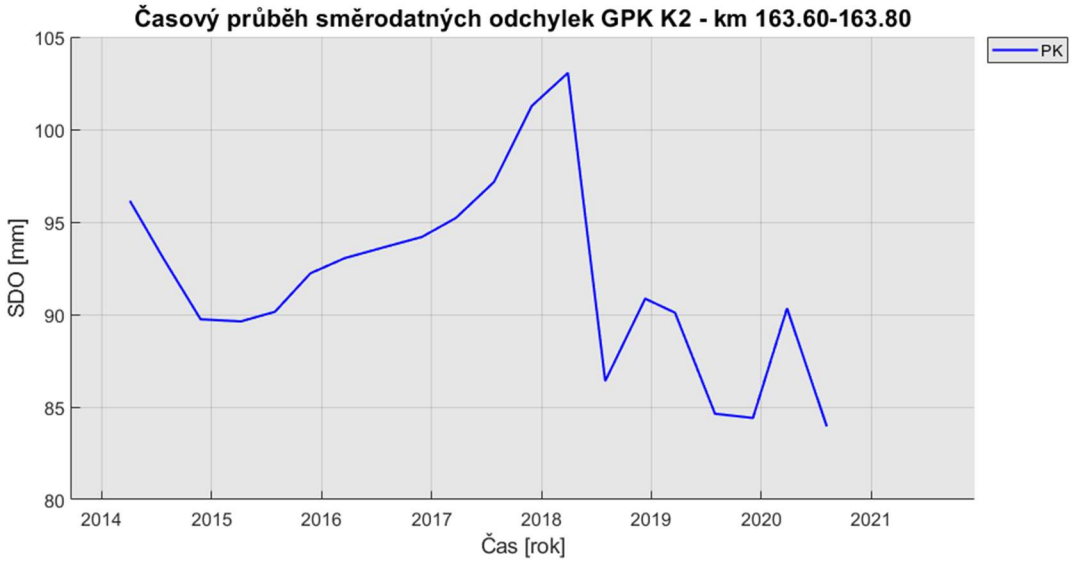

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.40-163.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
2.4
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

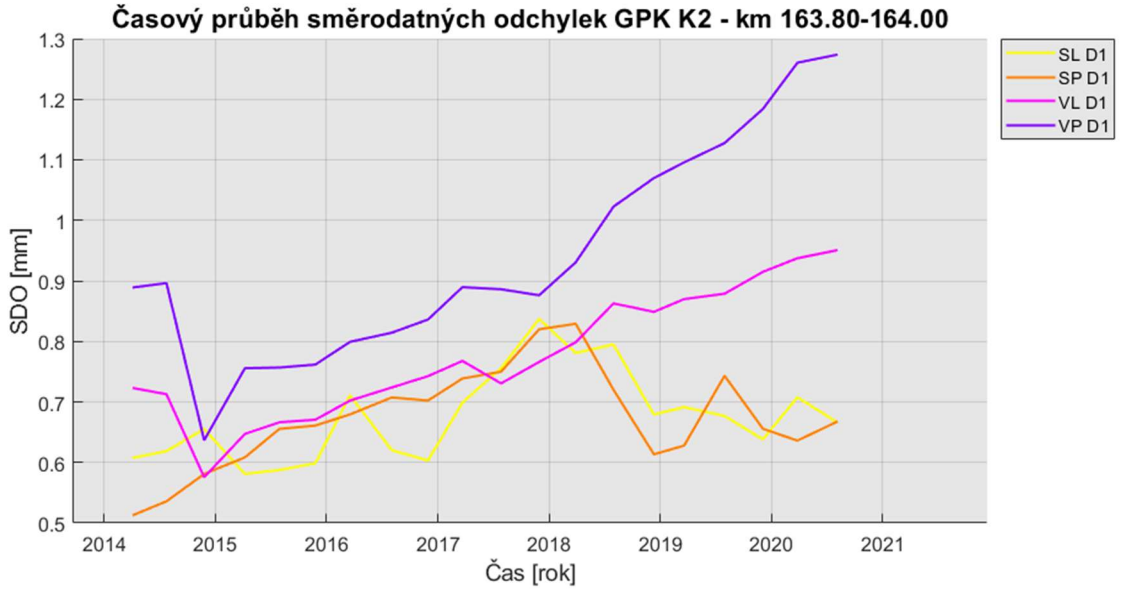

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.40-163.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
13
12
11
10
9
8
7
6
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

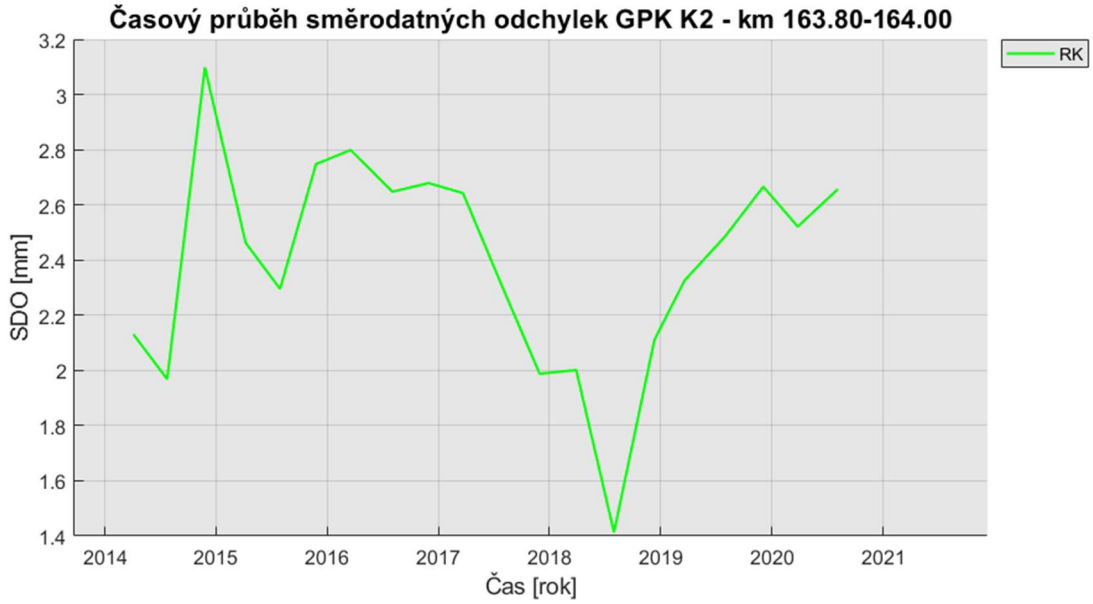

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.40-163.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
100
95
90
85
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

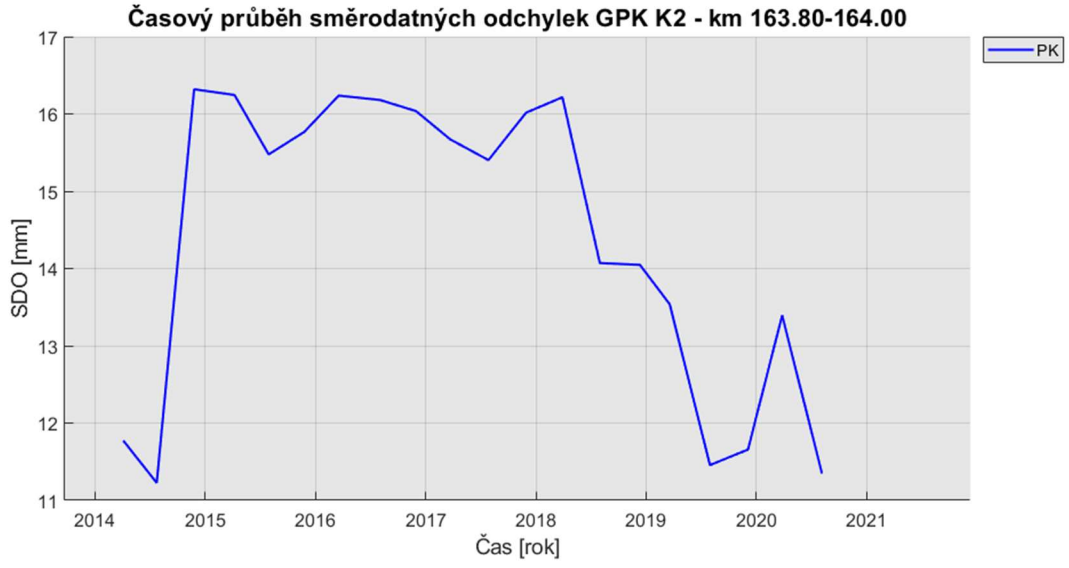

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.60-163.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

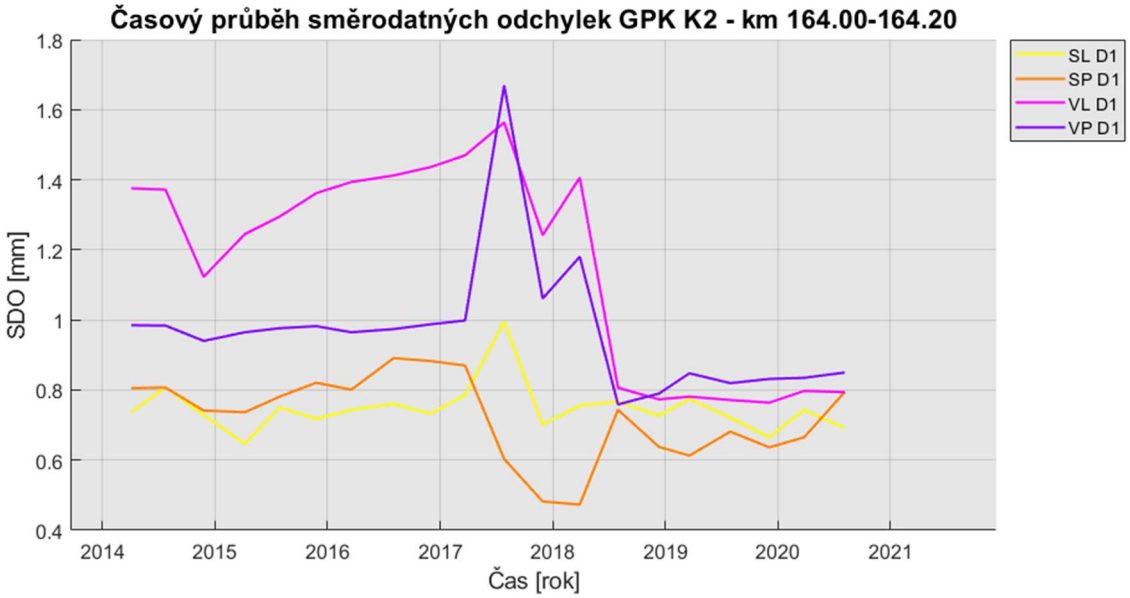

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.60-163.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

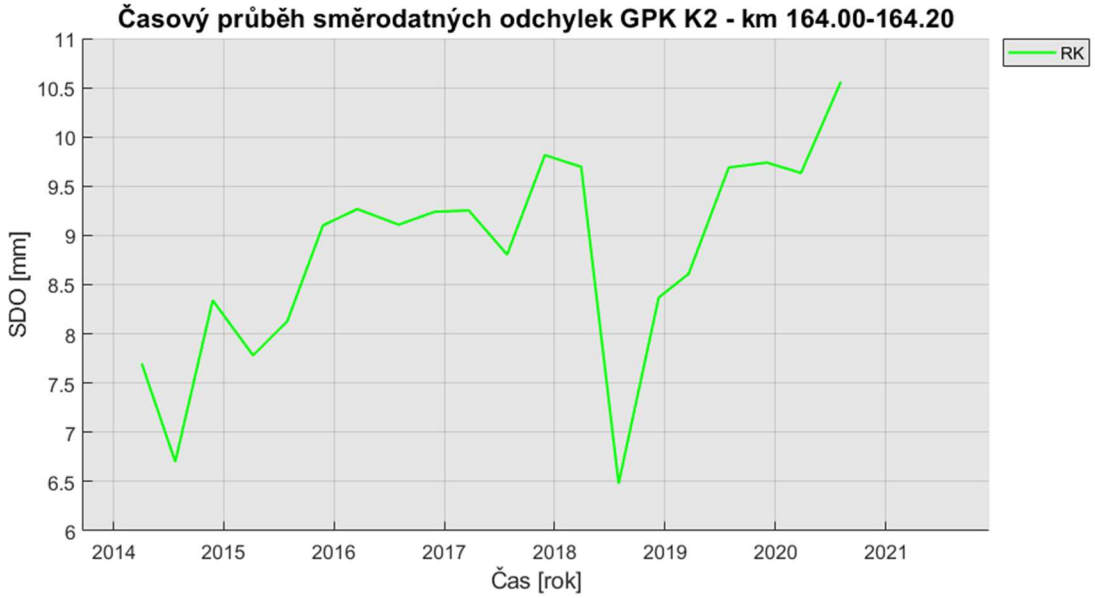

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.60-163.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

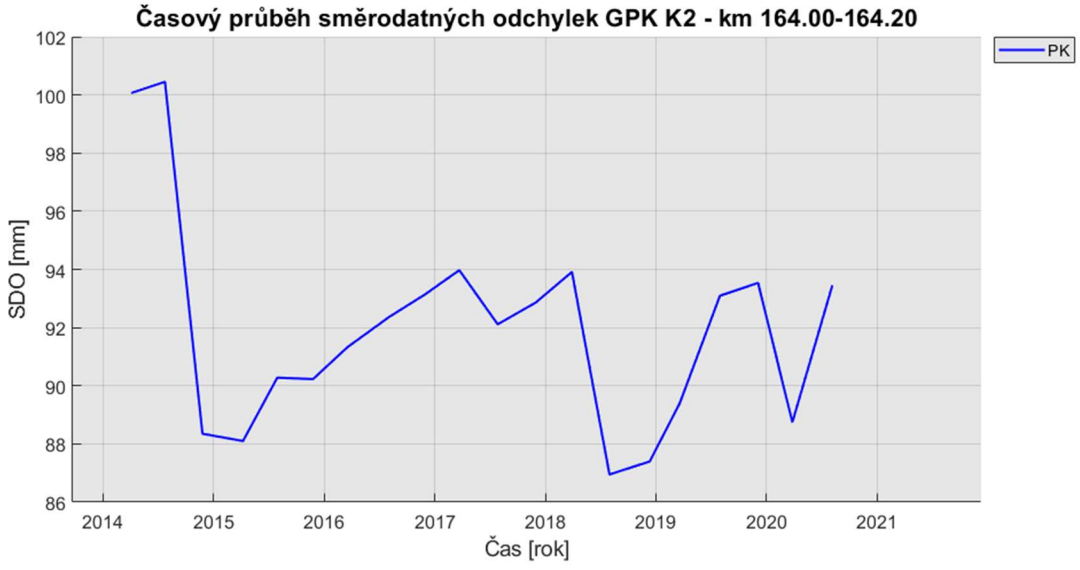

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.80-164.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

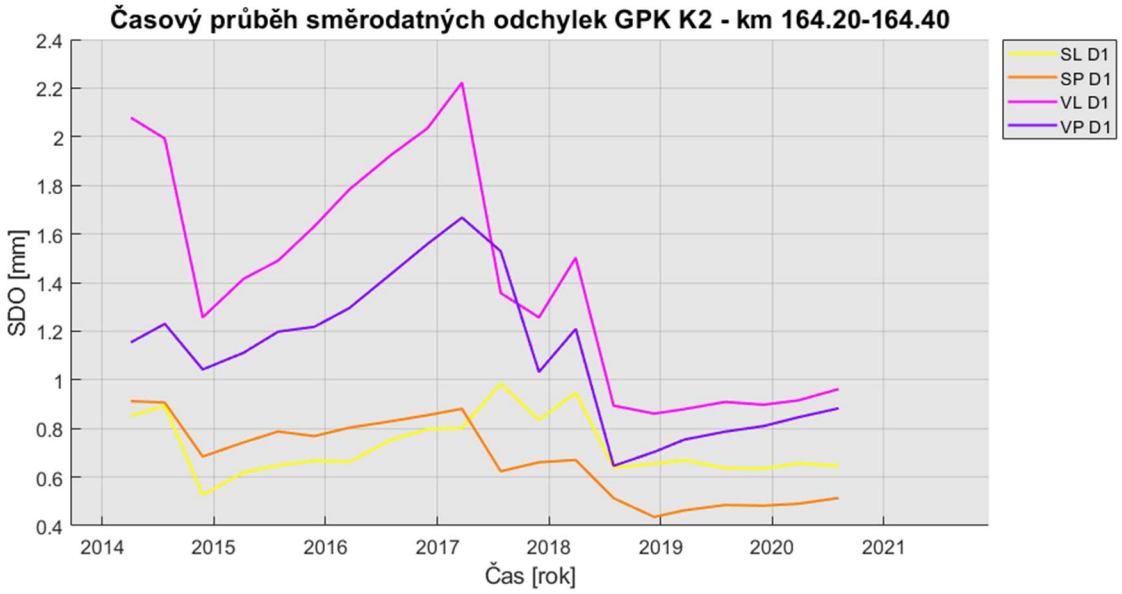

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.80-164.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

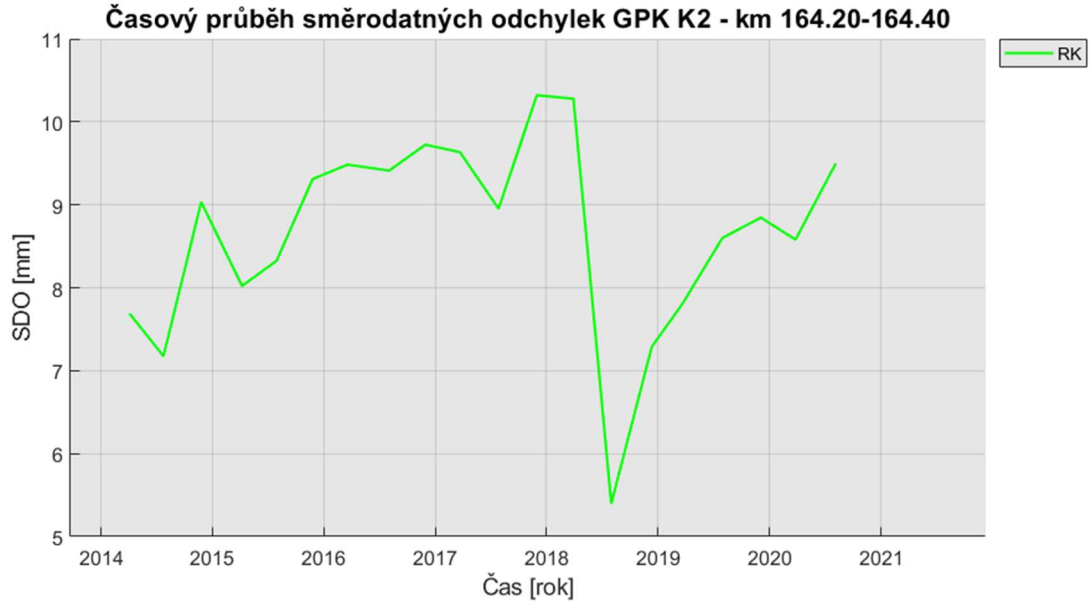

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 163.80-164.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

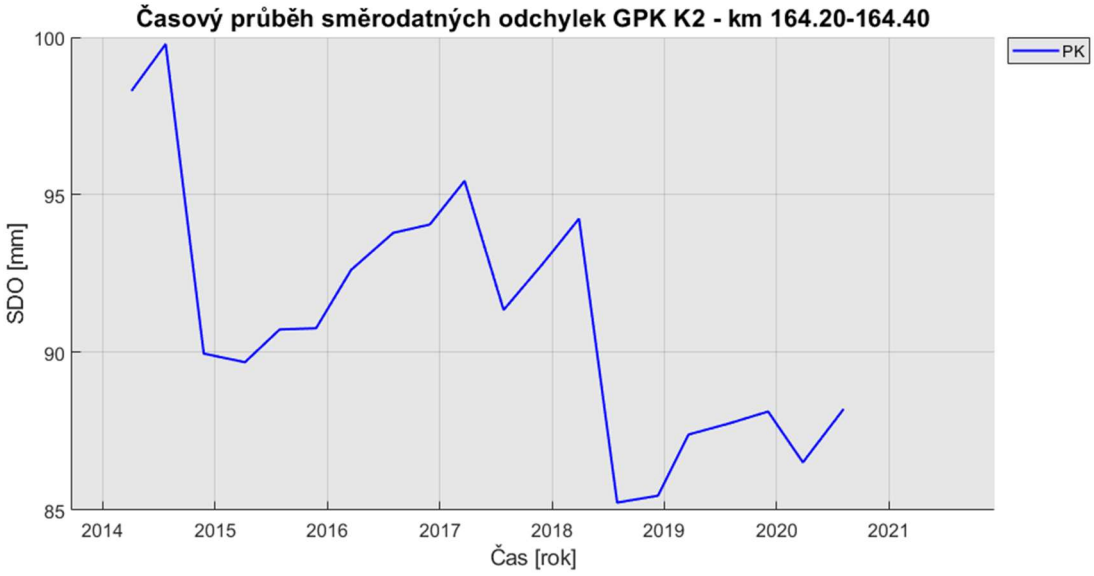

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.00-164.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

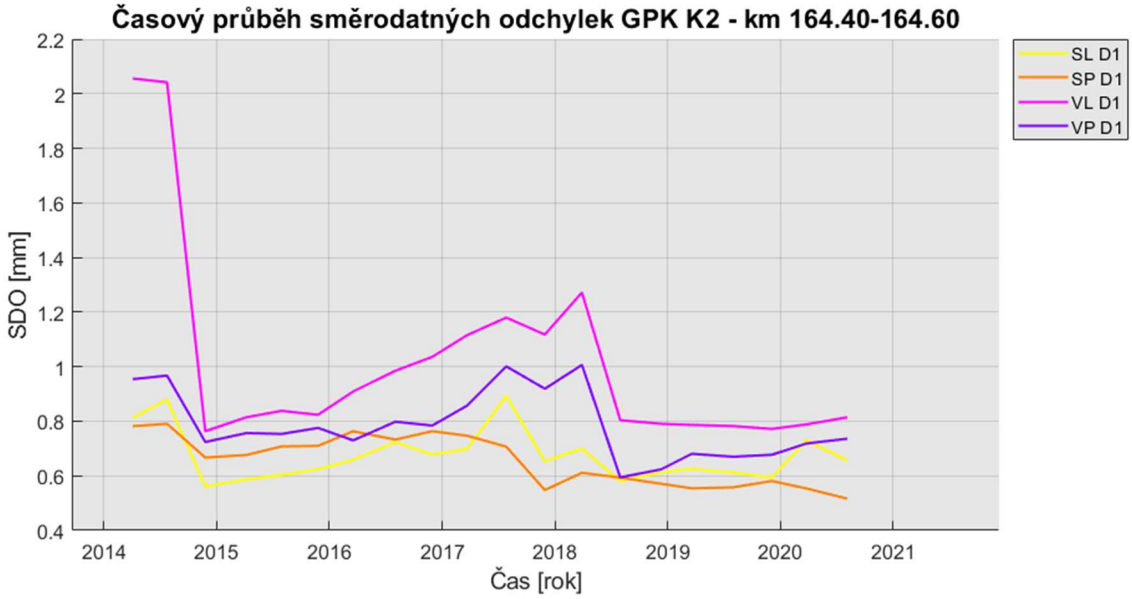

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.00-164.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

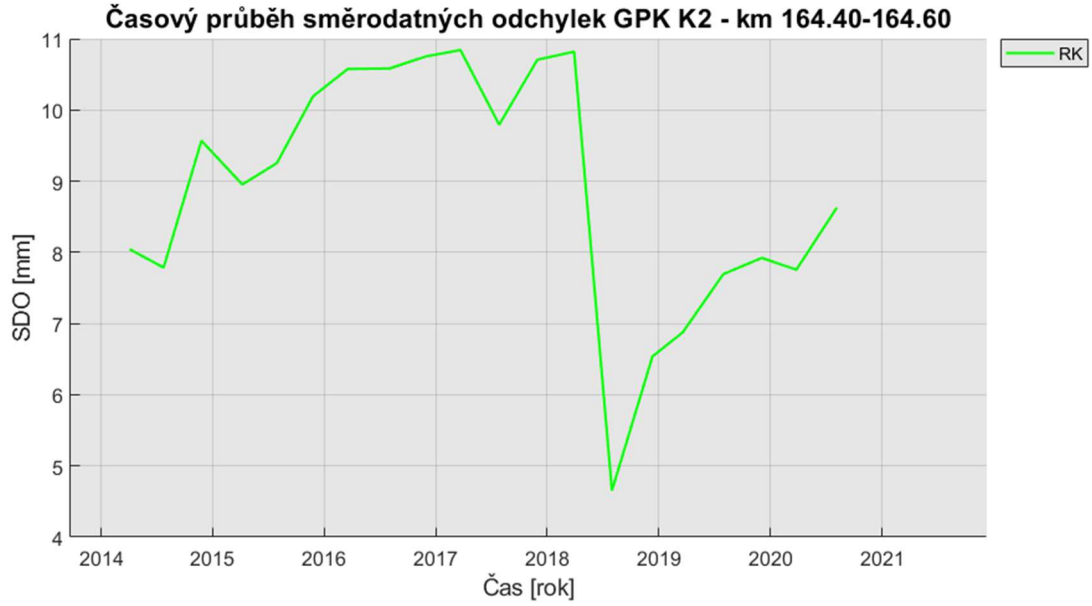

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.00-164.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

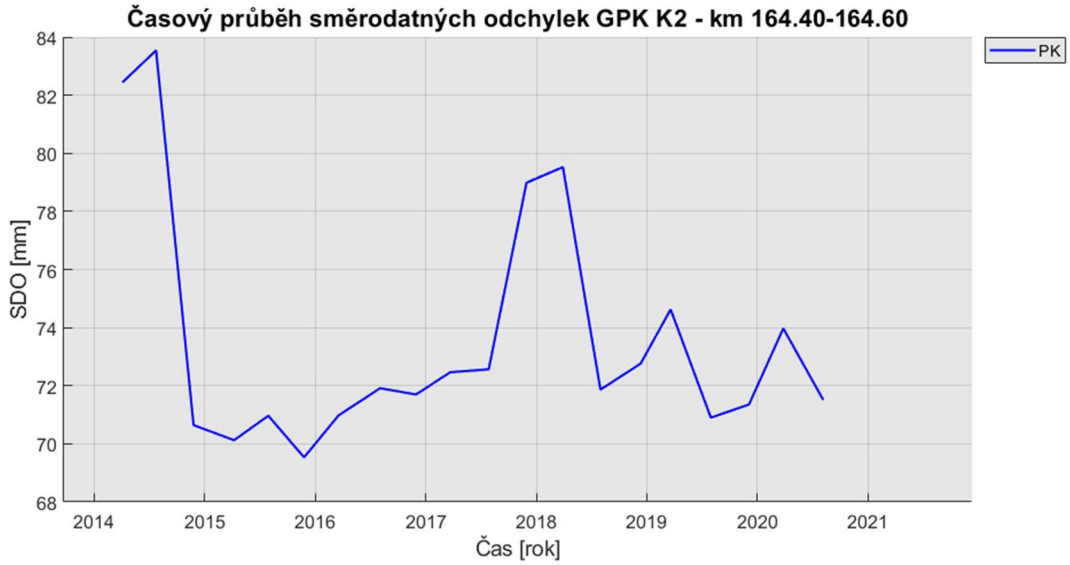

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.20-164.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

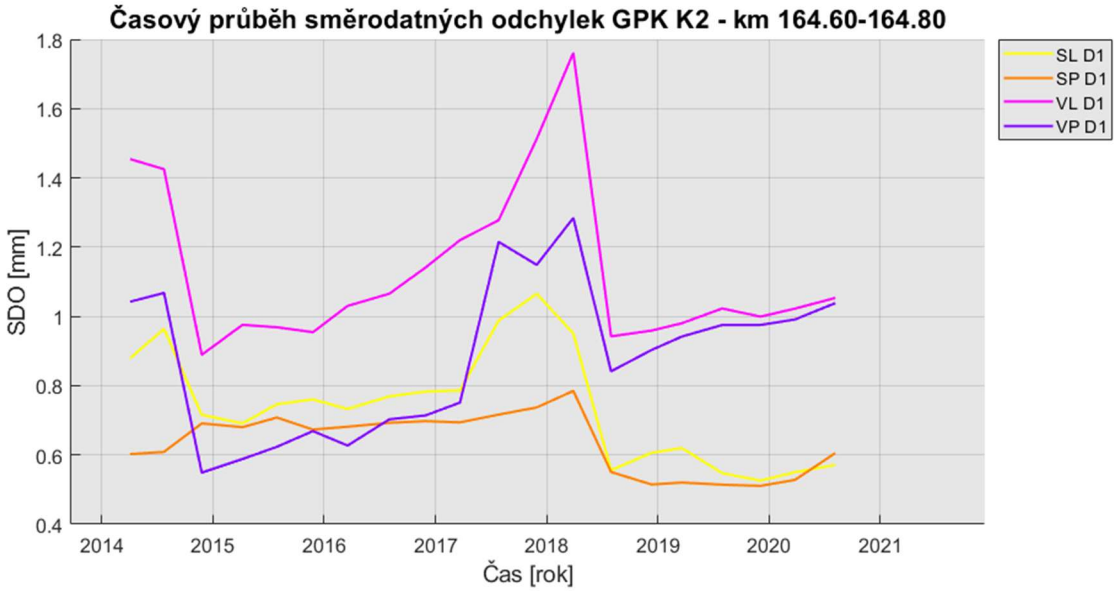

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.20-164.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

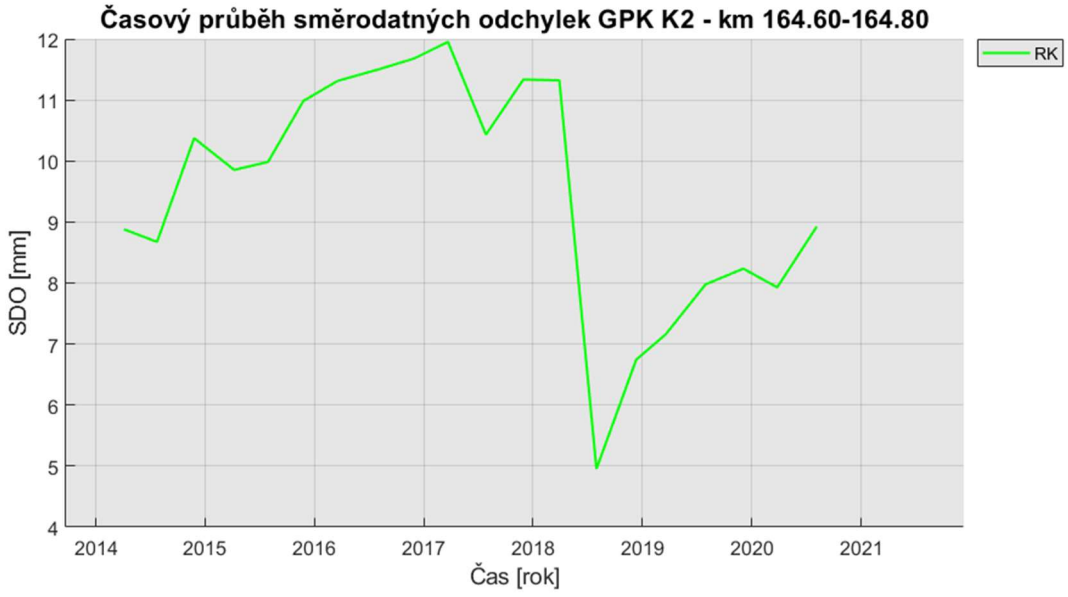

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.20-164.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

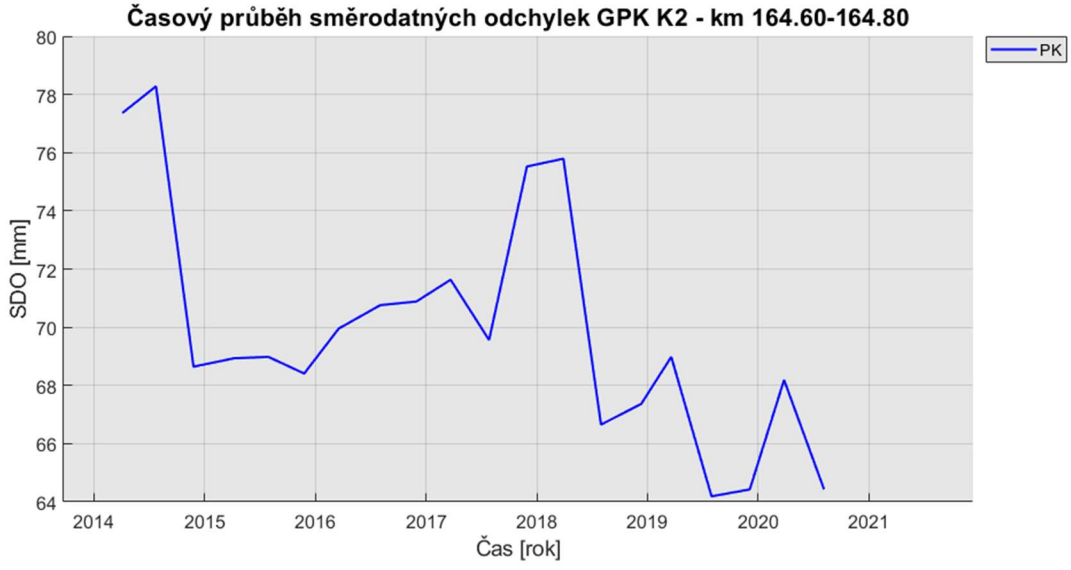

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.40-164.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

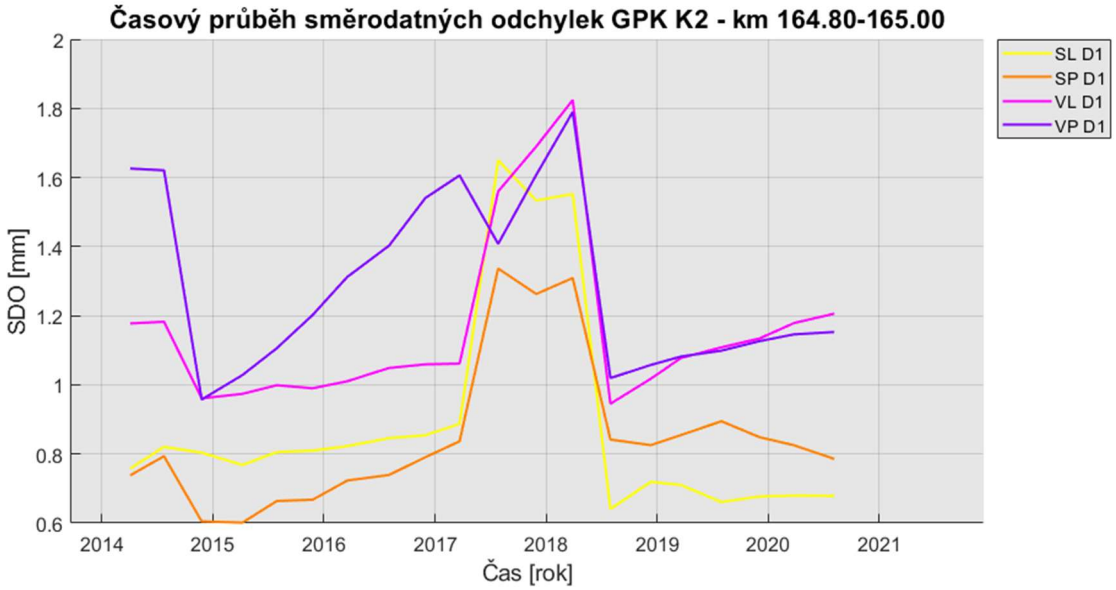

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.40-164.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

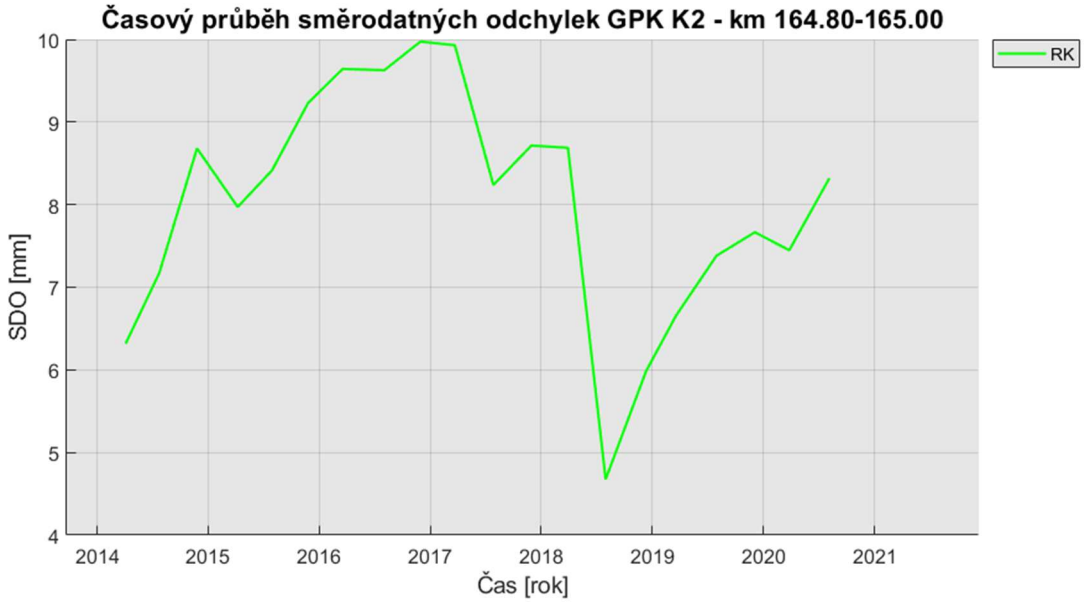

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.40-164.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

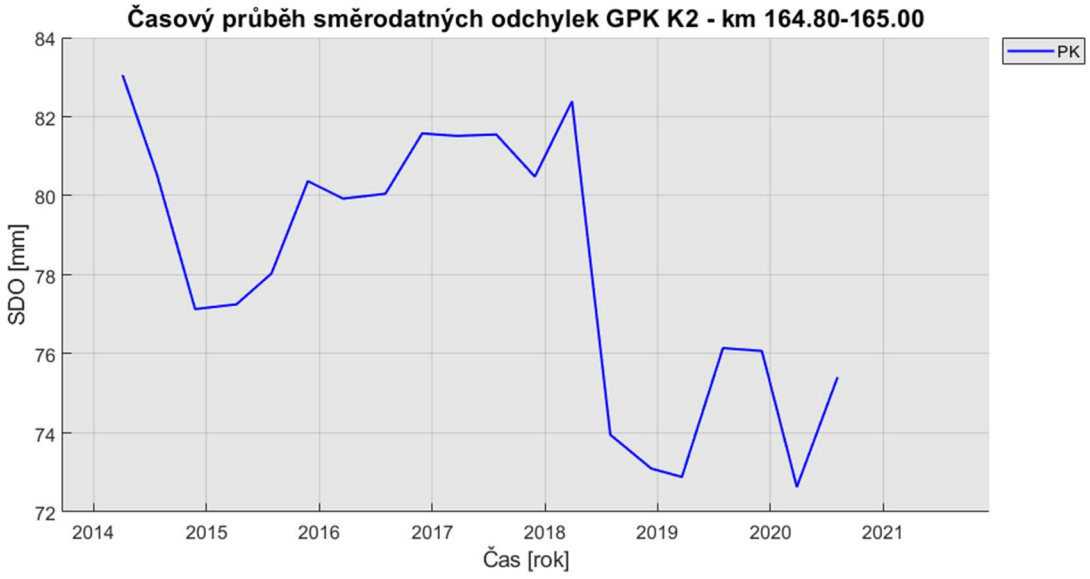

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.60-164.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

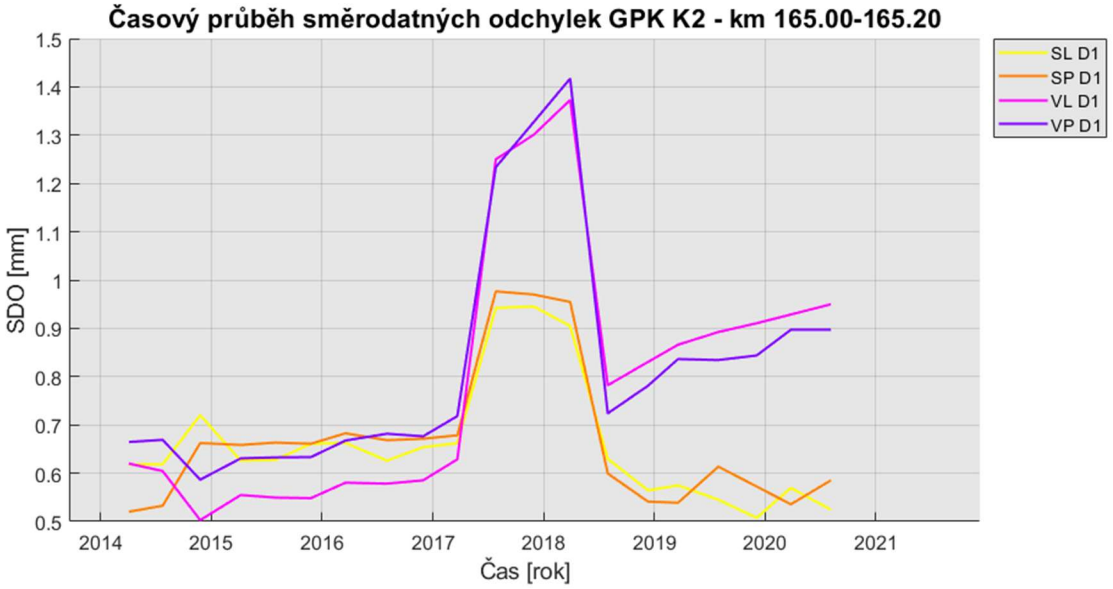

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.60-164.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

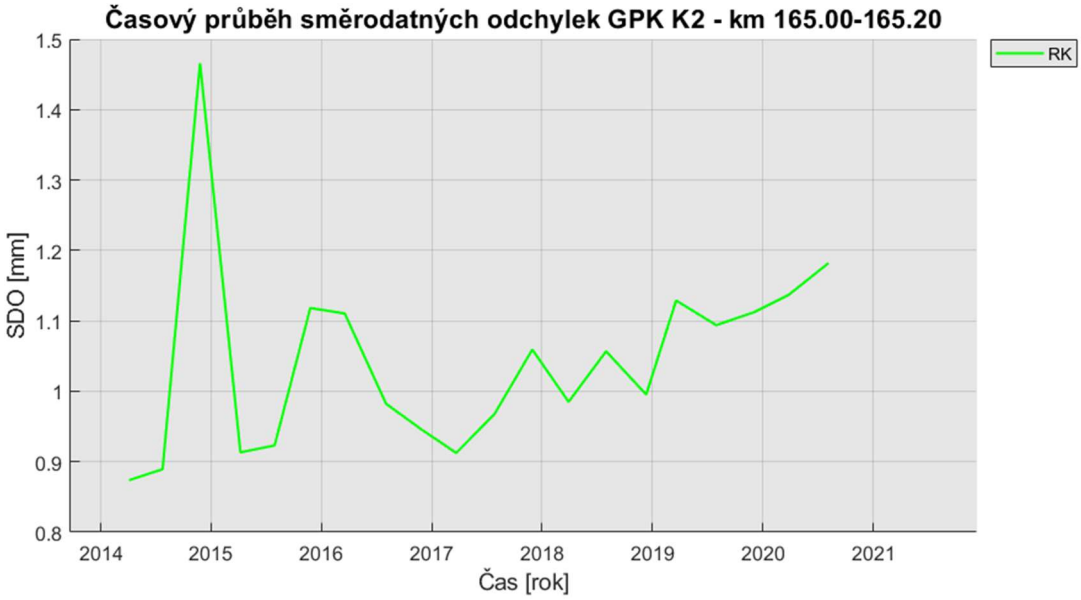

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.60-164.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

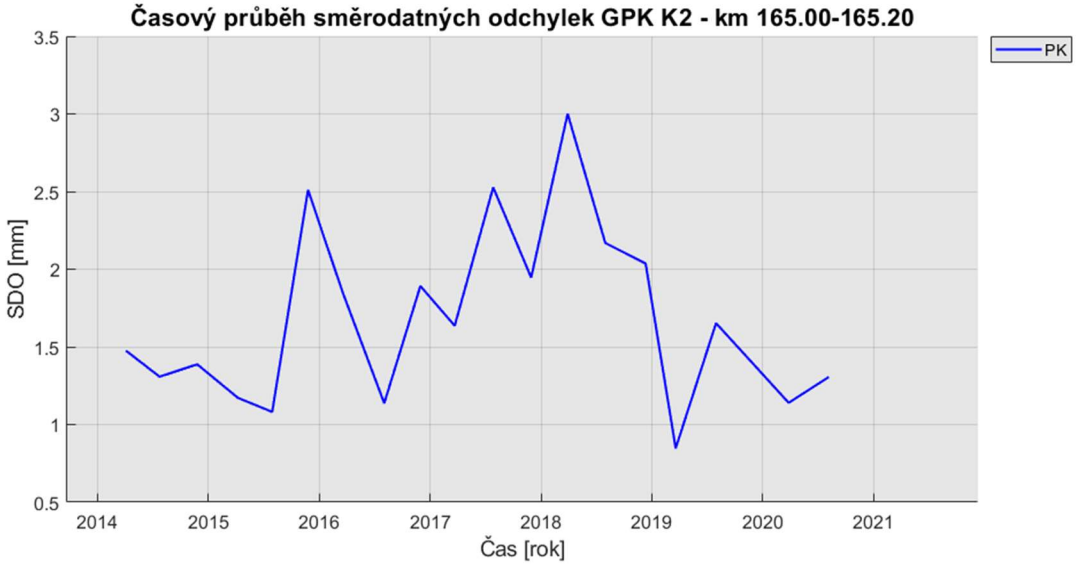

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.80-165.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

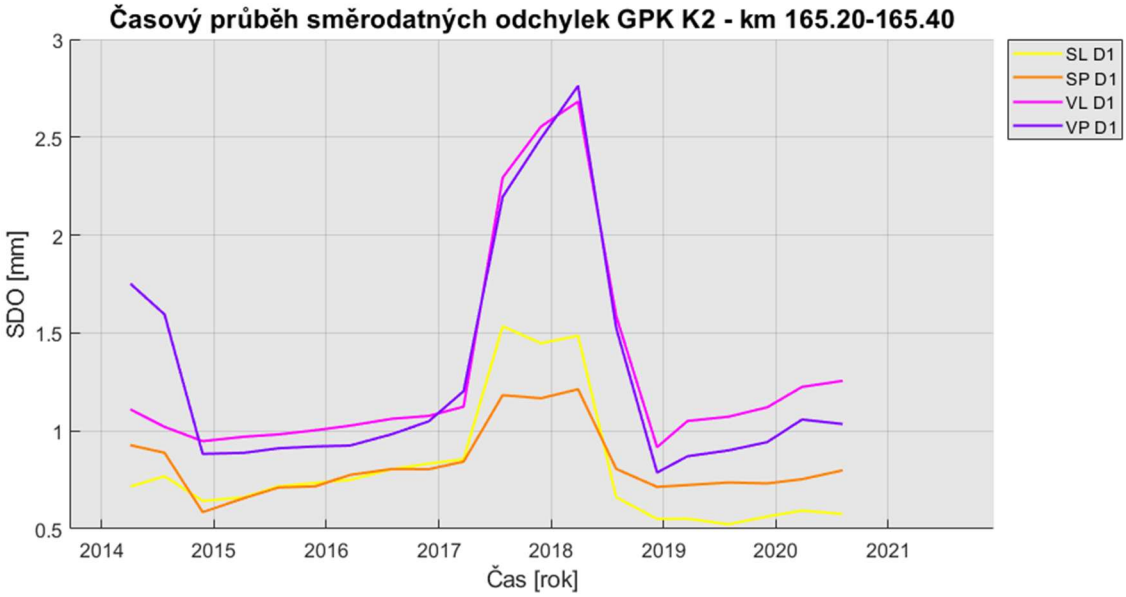

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.80-165.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
10
9
8
7
6
5
4
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

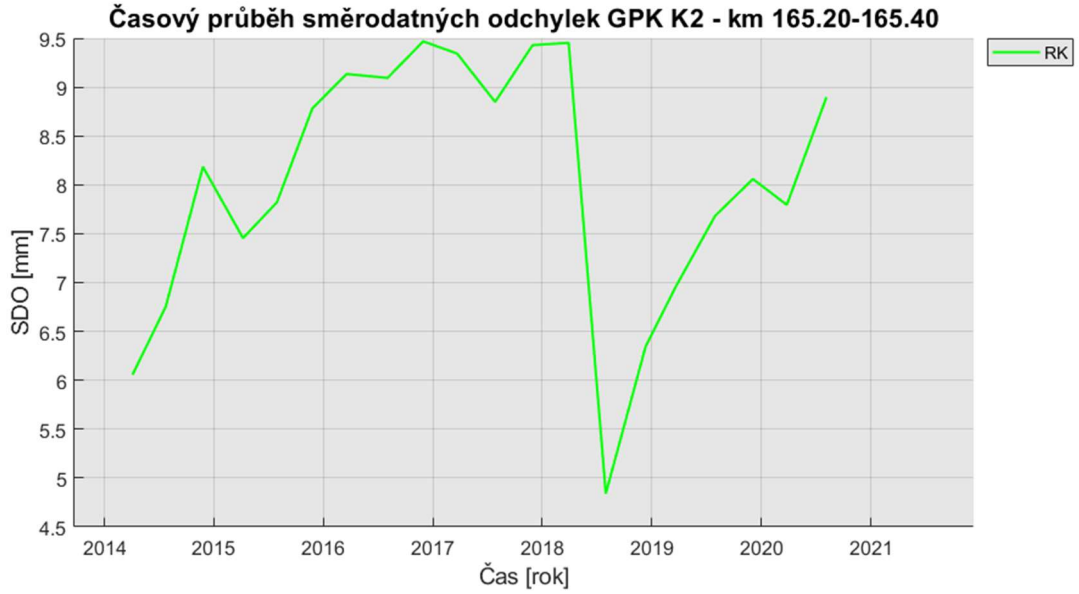

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 164.80-165.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
84
82
80
78
76
74
72
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

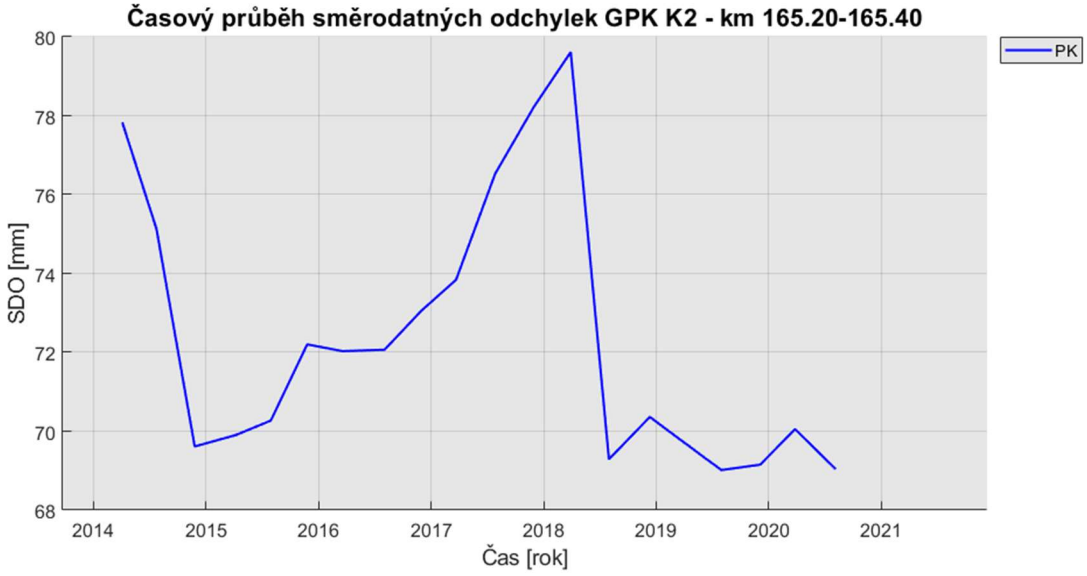

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.00-165.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

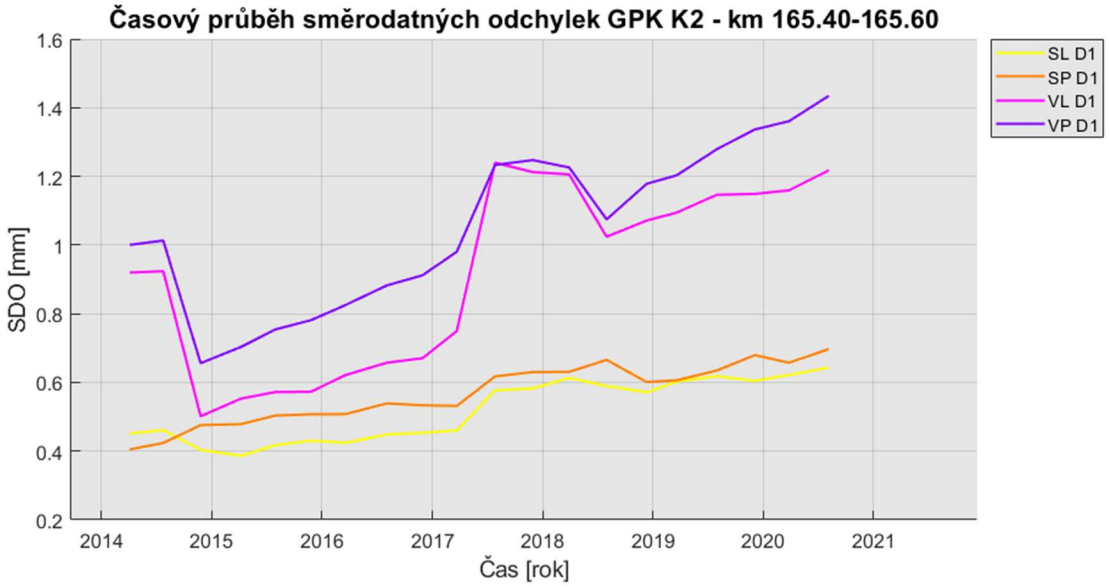

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.00-165.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

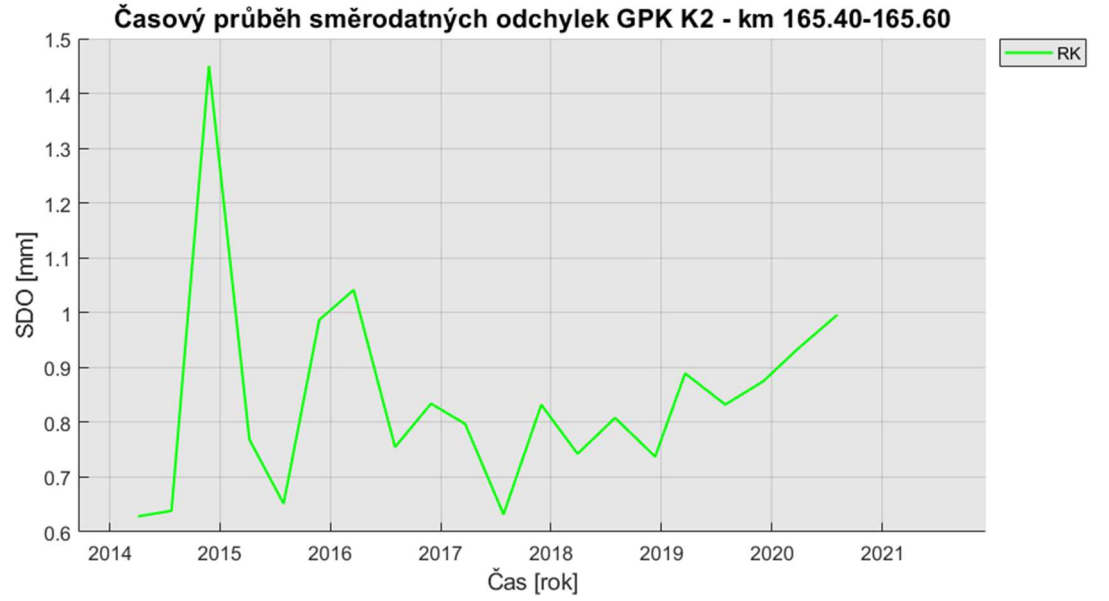

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.00-165.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

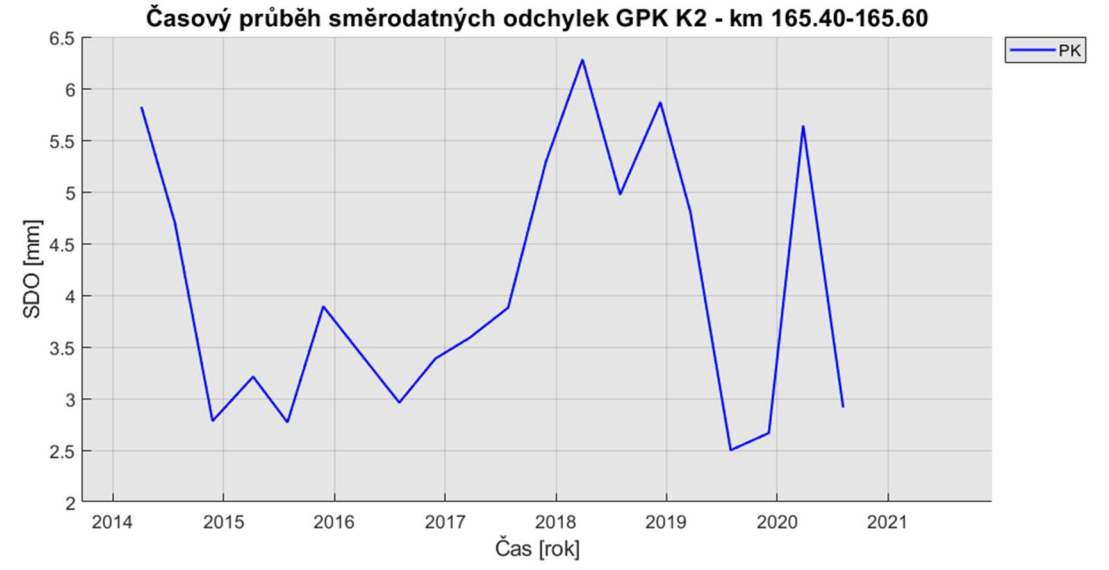

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.20-165.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

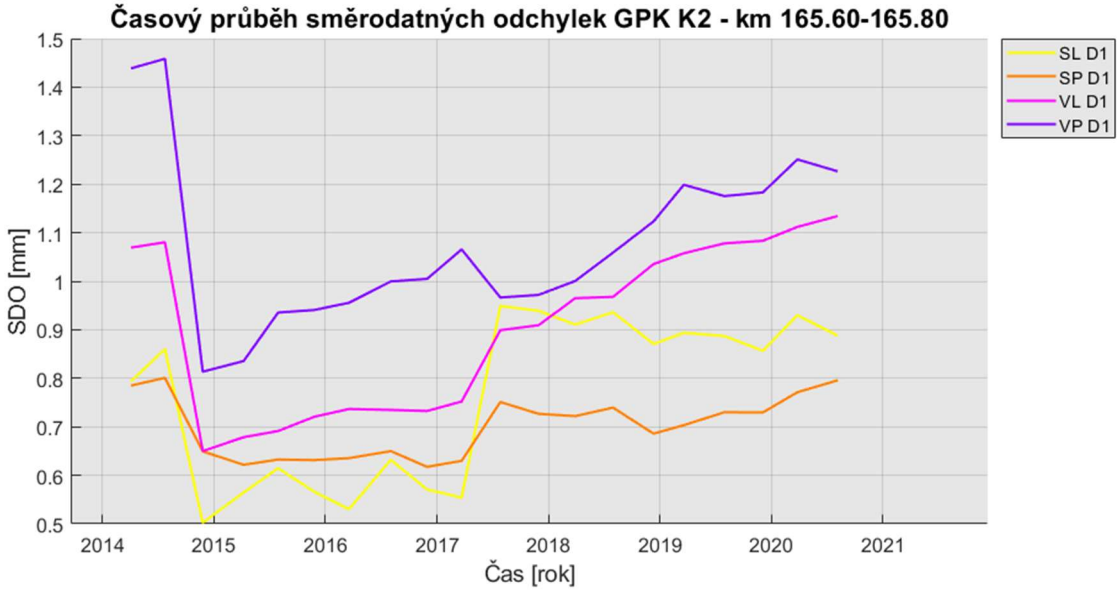

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.20-165.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

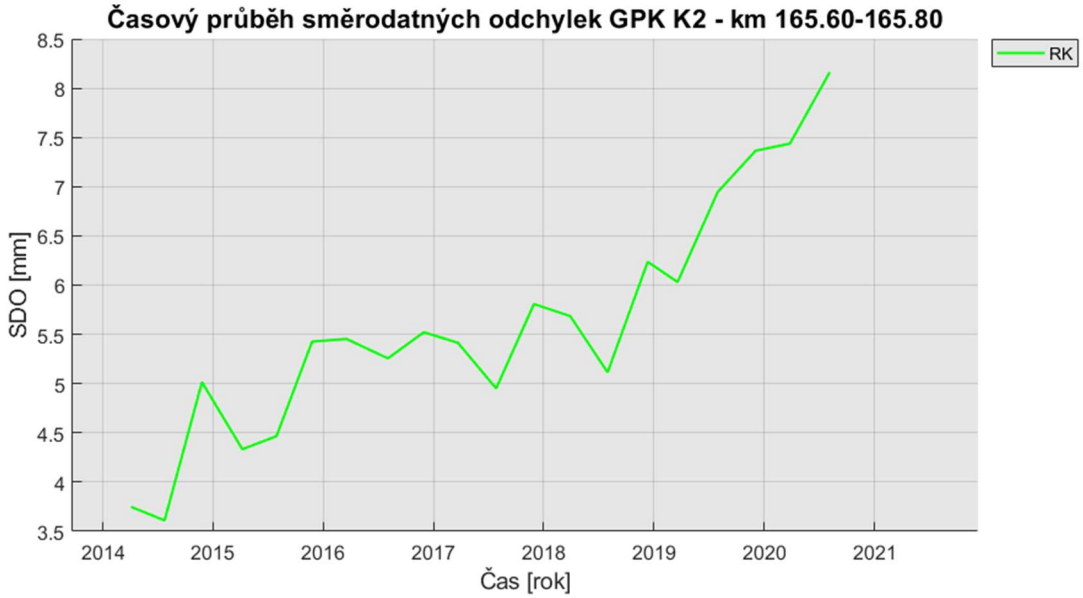

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.20-165.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

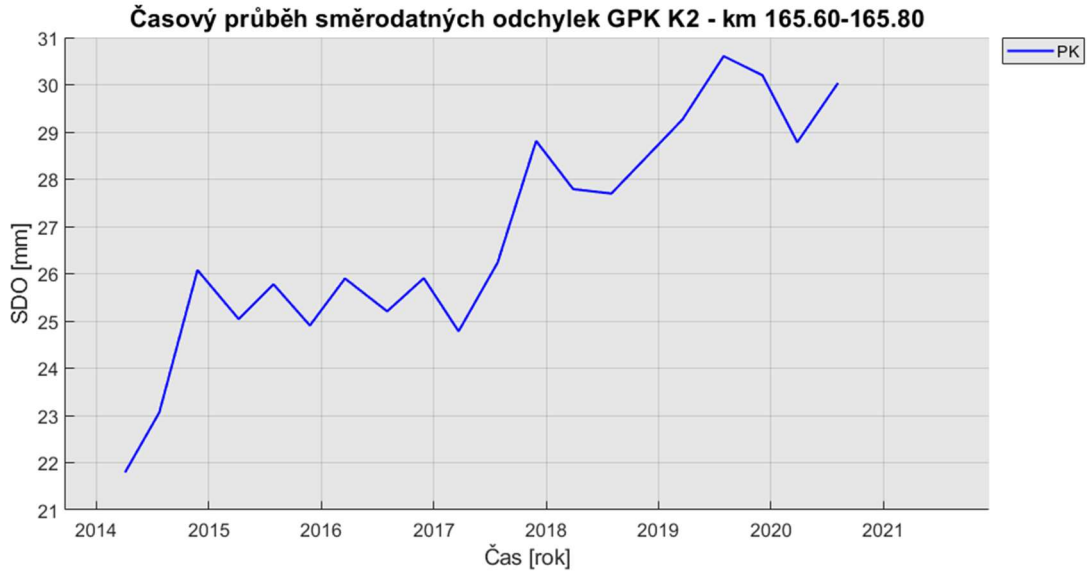

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.40-165.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

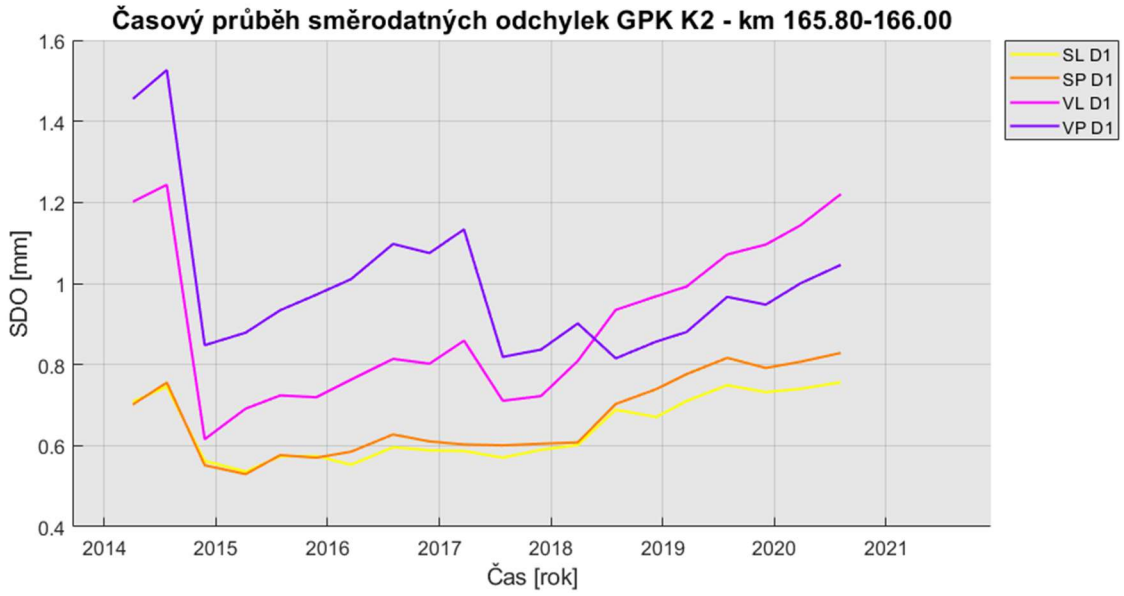

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.40-165.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

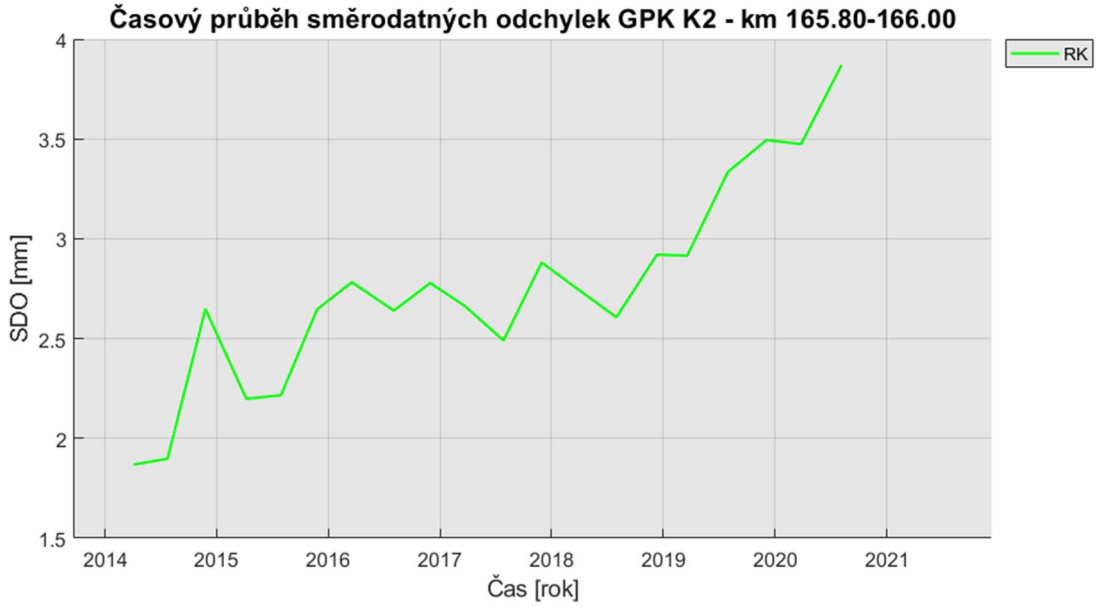

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.40-165.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

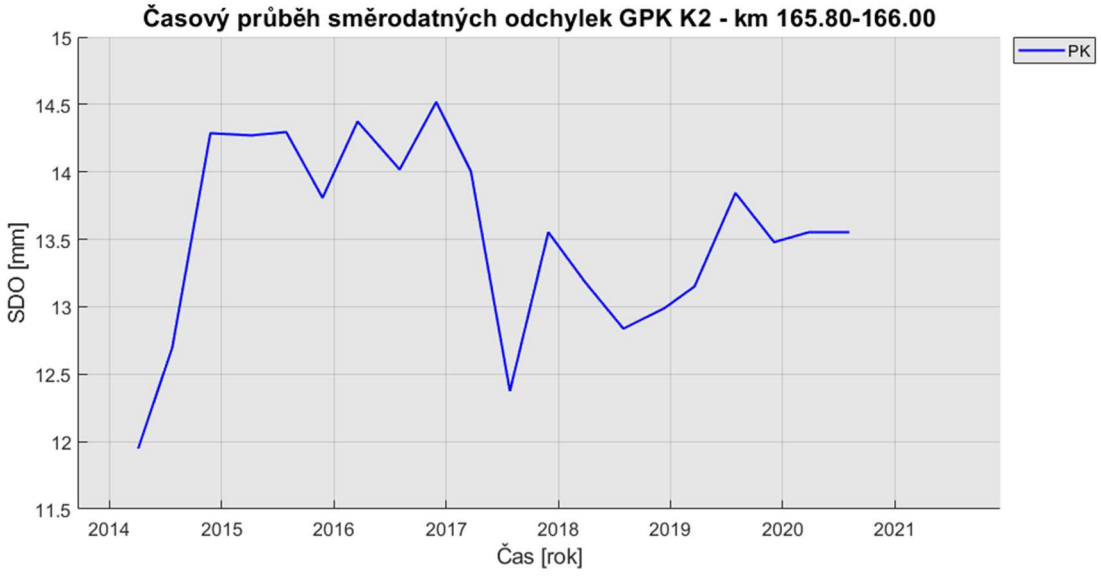

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.60-165.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

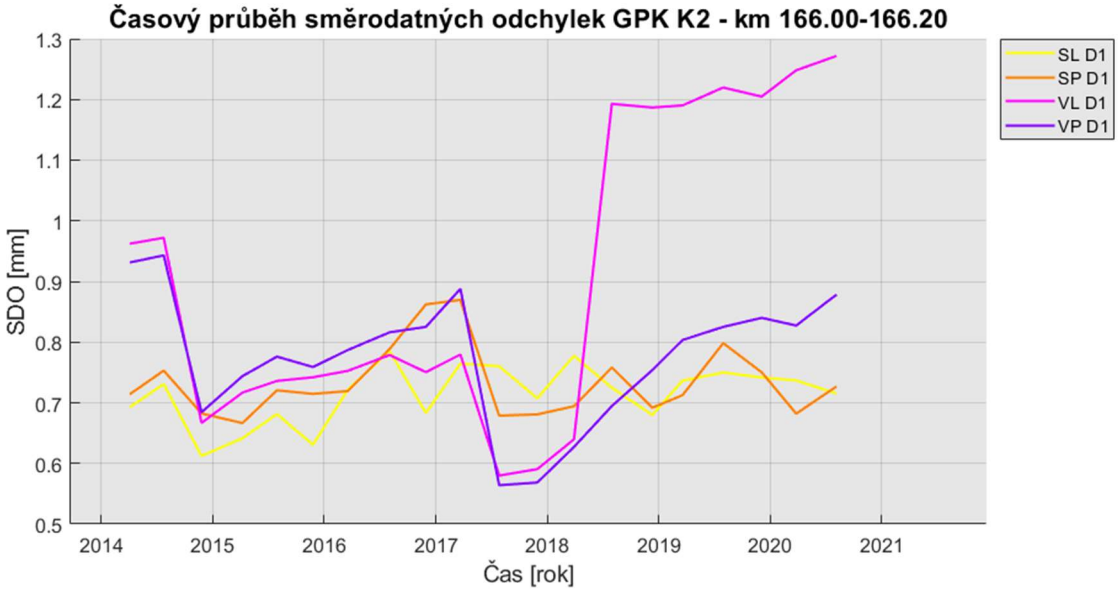

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.60-165.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

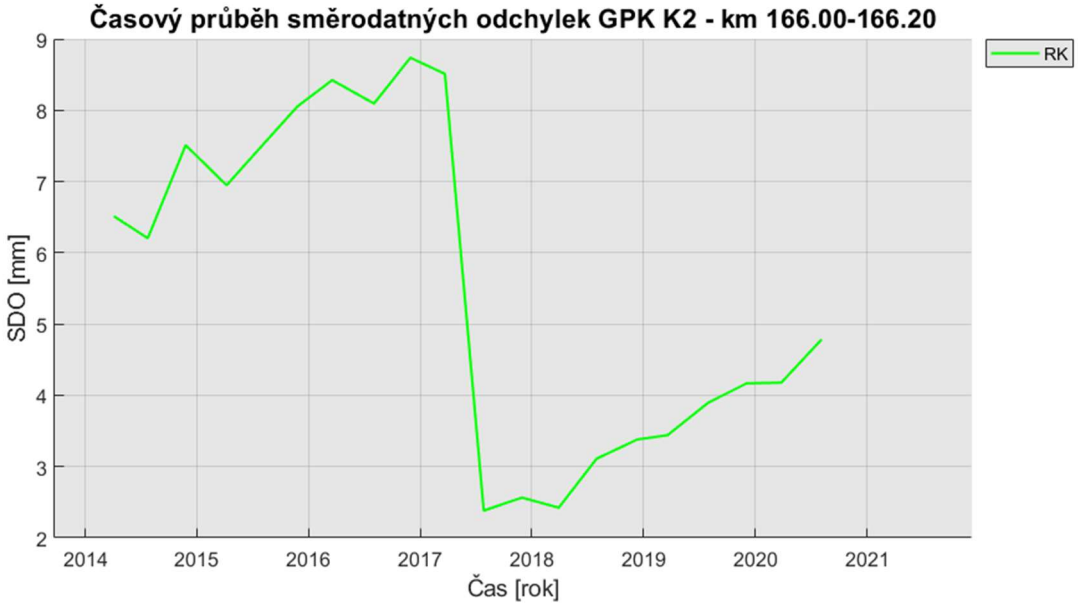

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.60-165.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

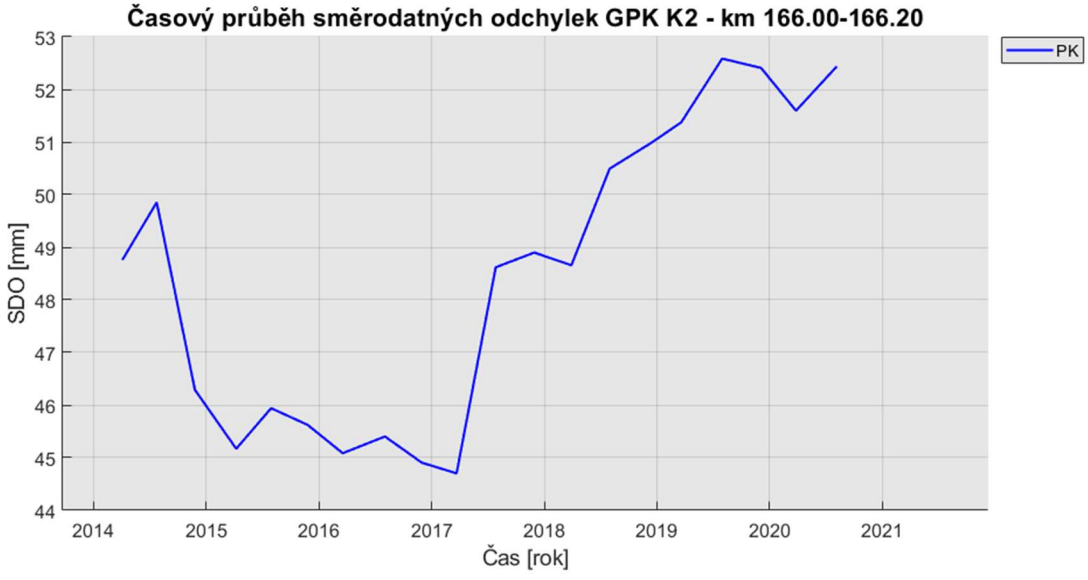

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.80-166.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

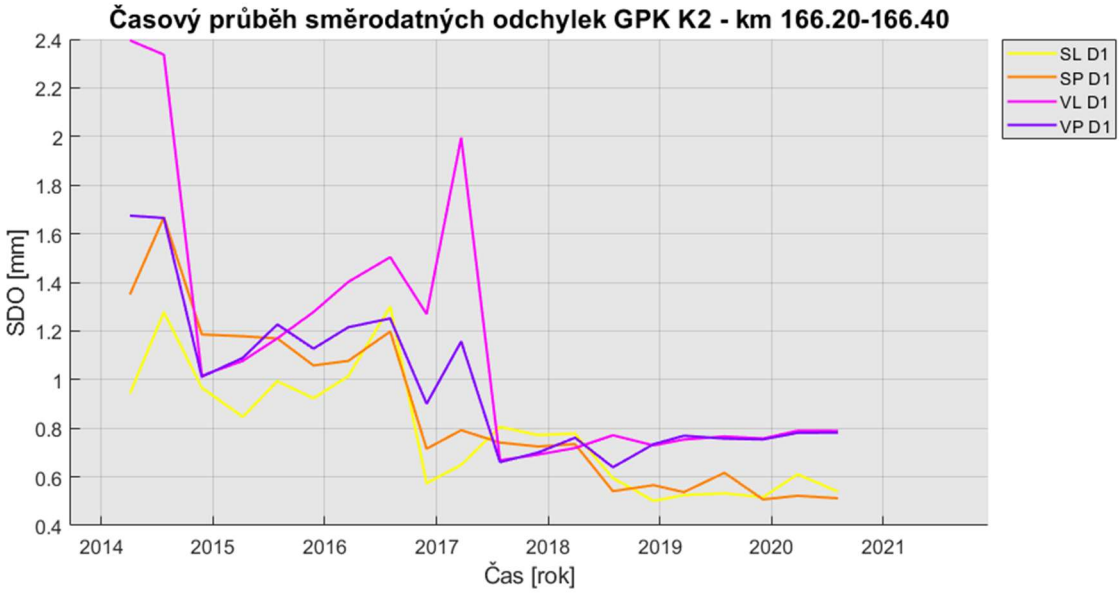

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.80-166.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
4
3.5
3
2.5
2
1.5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

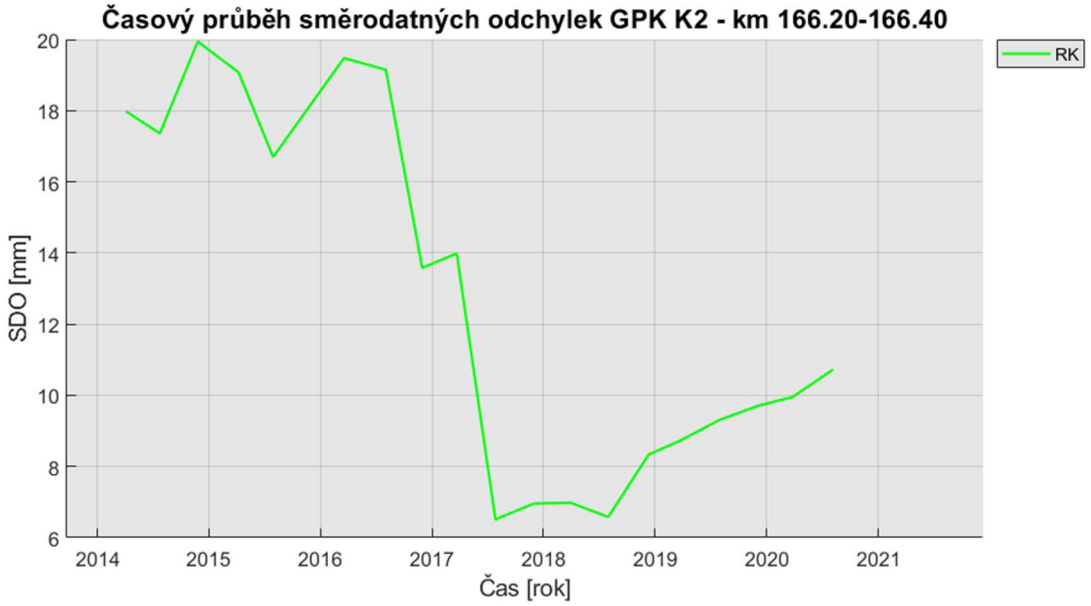

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 165.80-166.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
15
14.5
14
13.5
13
12.5
12
11.5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

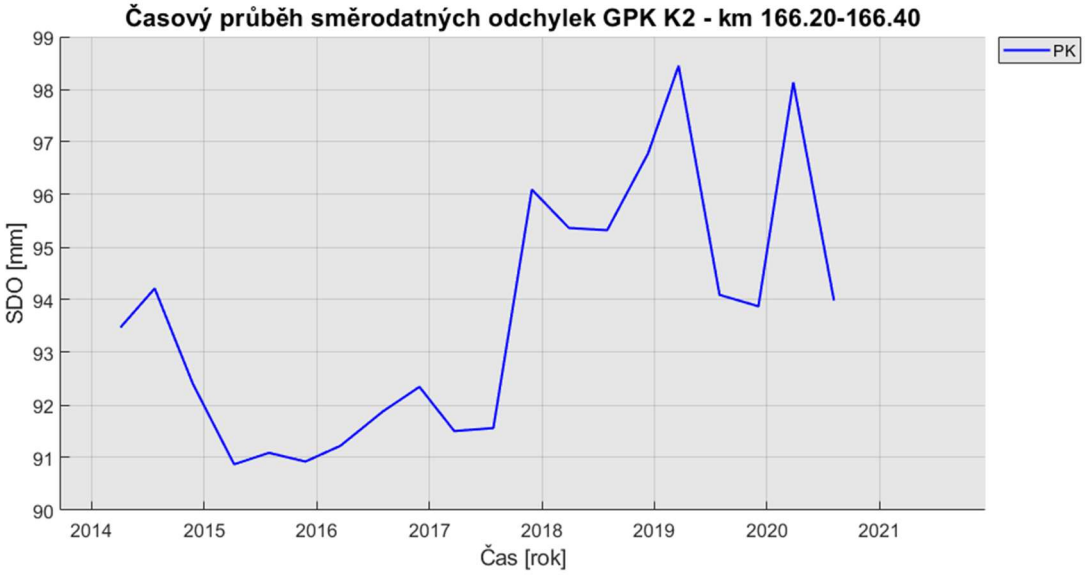

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.00-166.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

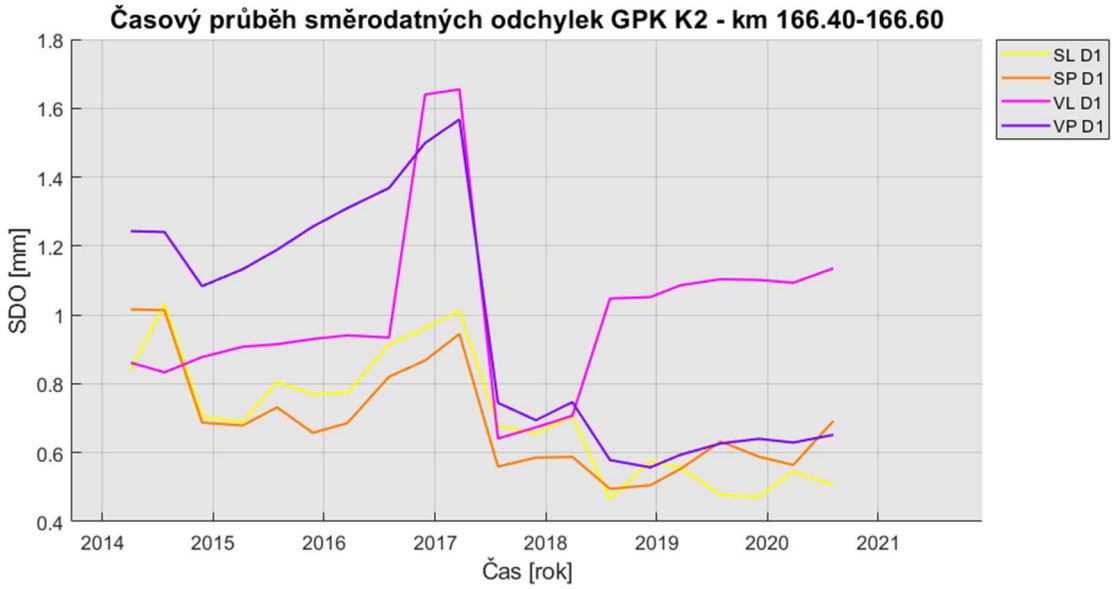

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.00-166.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

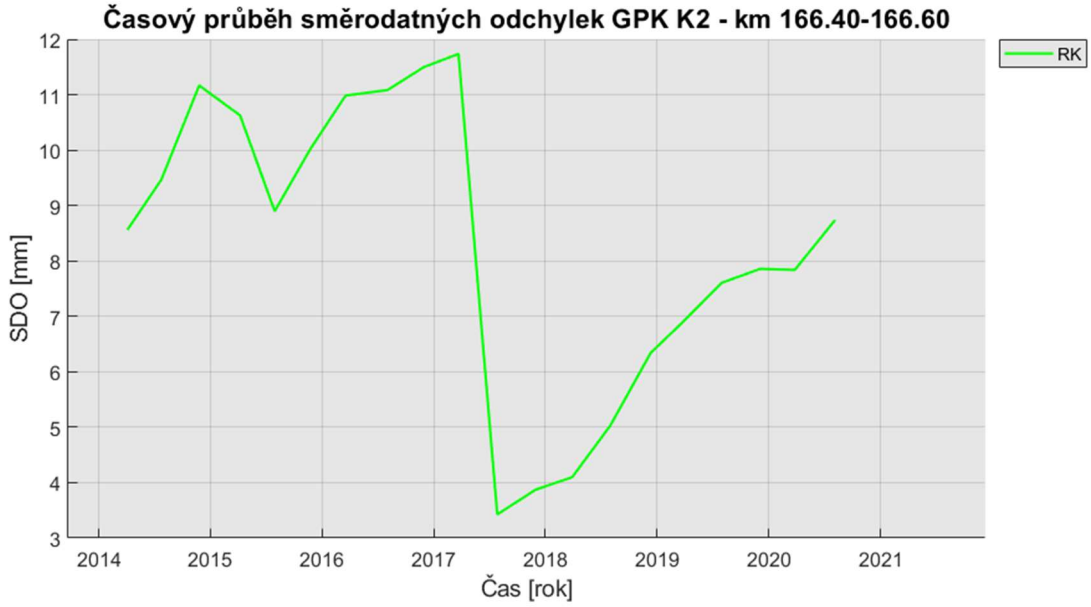

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.00-166.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

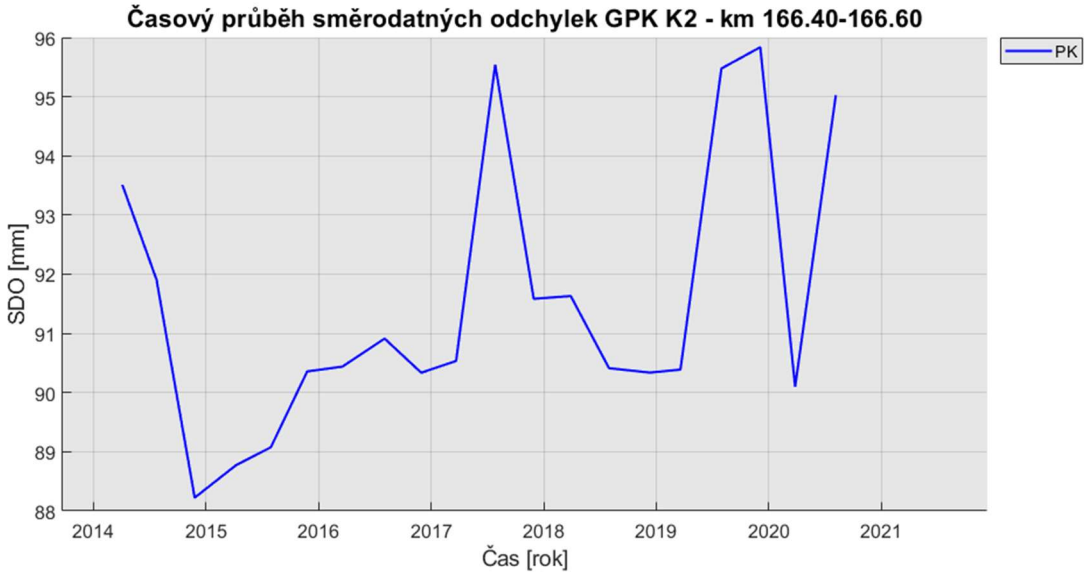

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.20-166.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

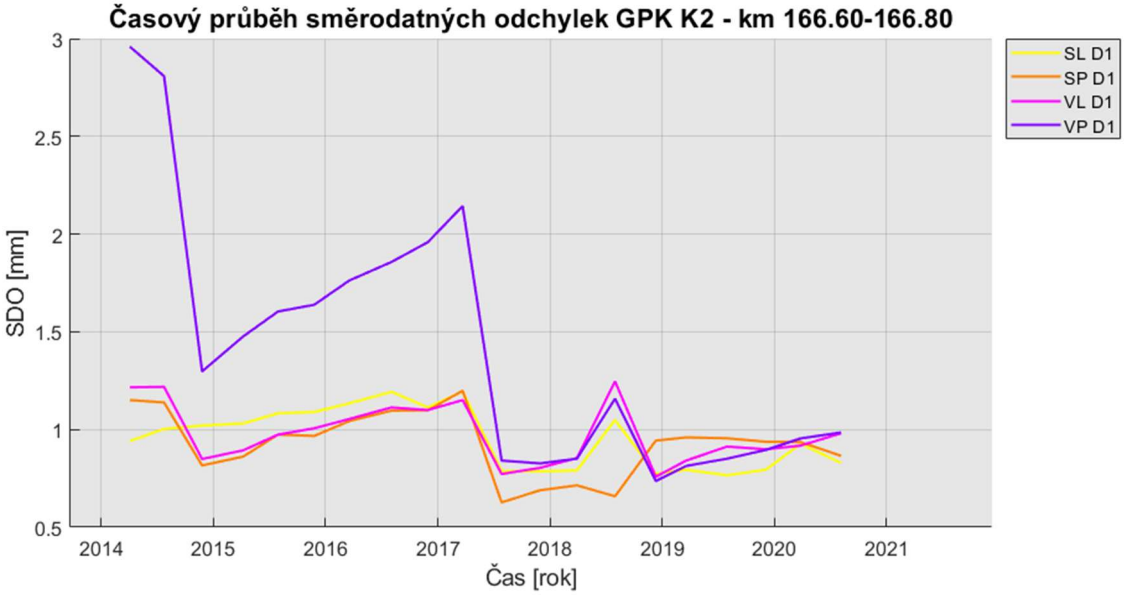

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.20-166.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

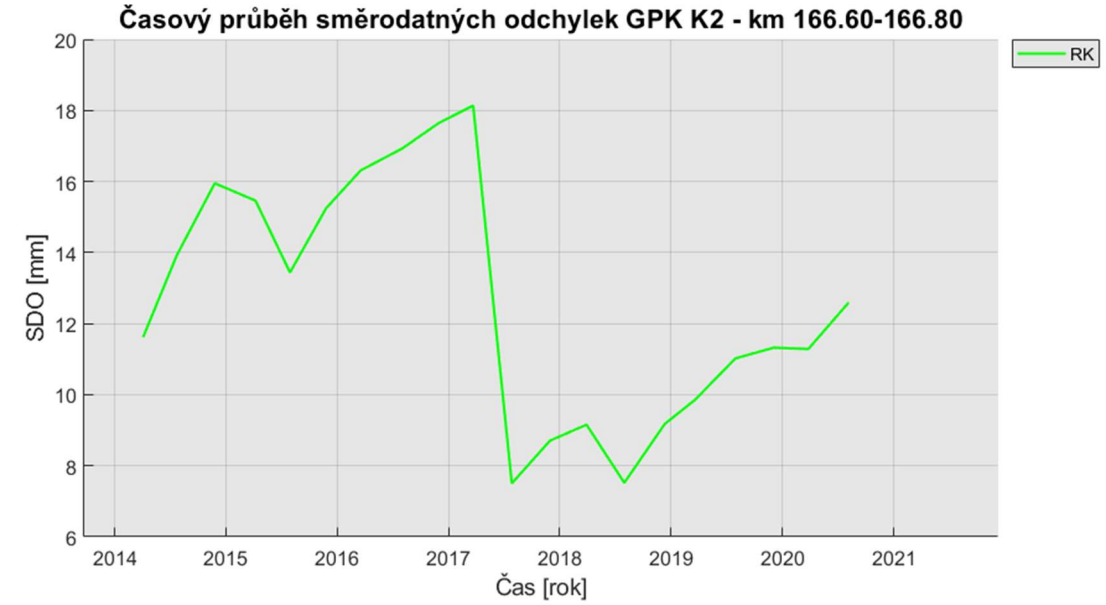

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.20-166.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

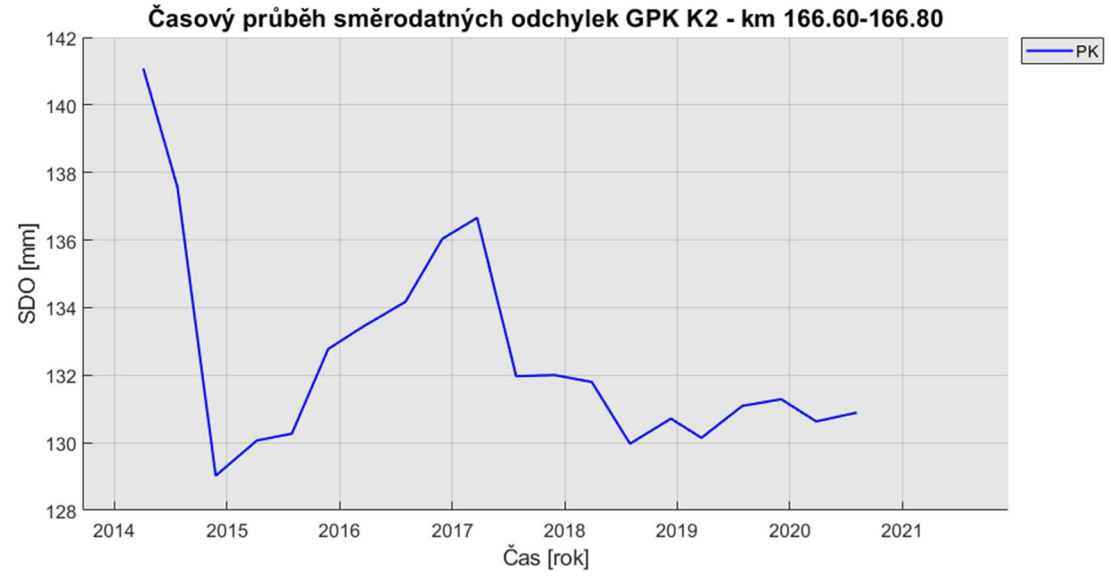

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.40-166.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

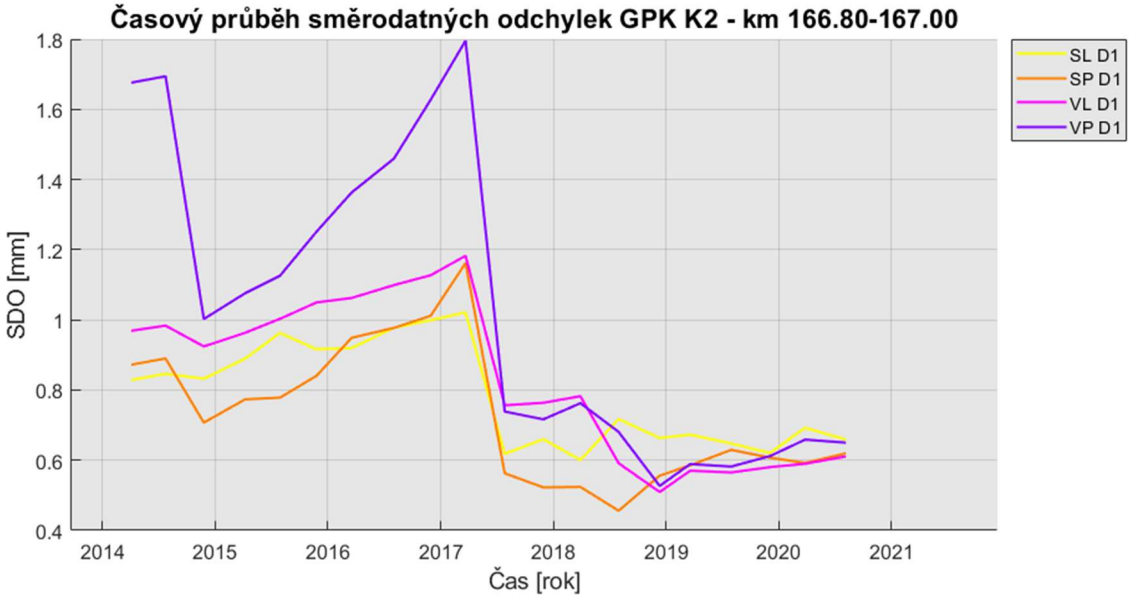

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.40-166.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

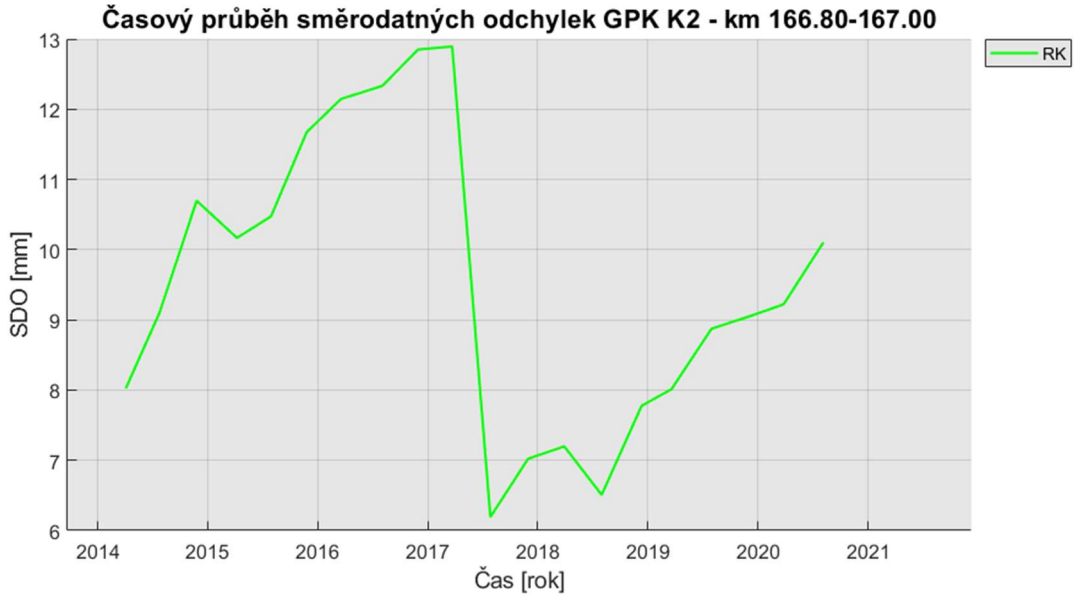

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.40-166.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

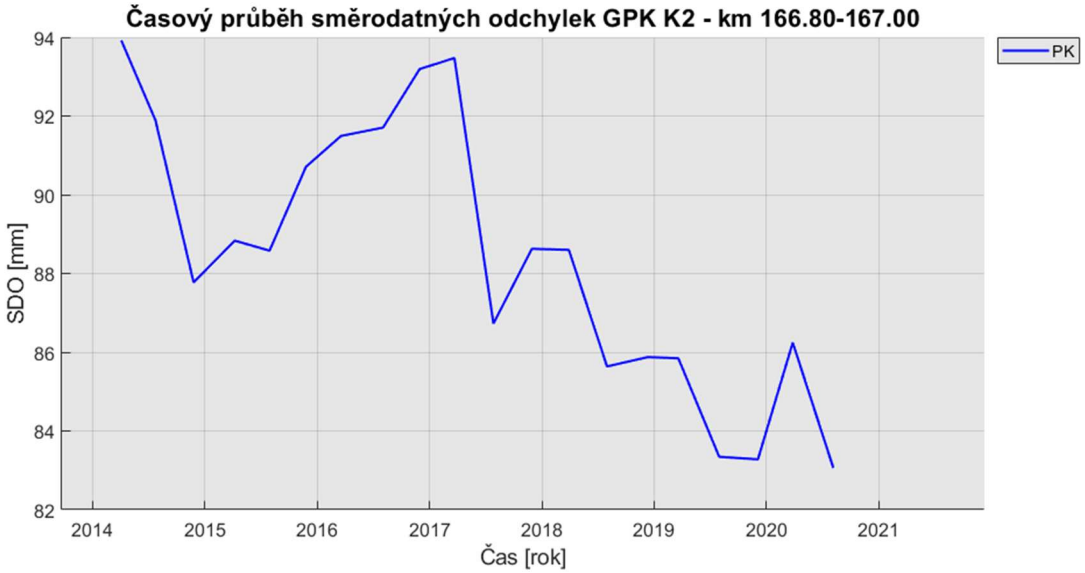

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.60-166.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

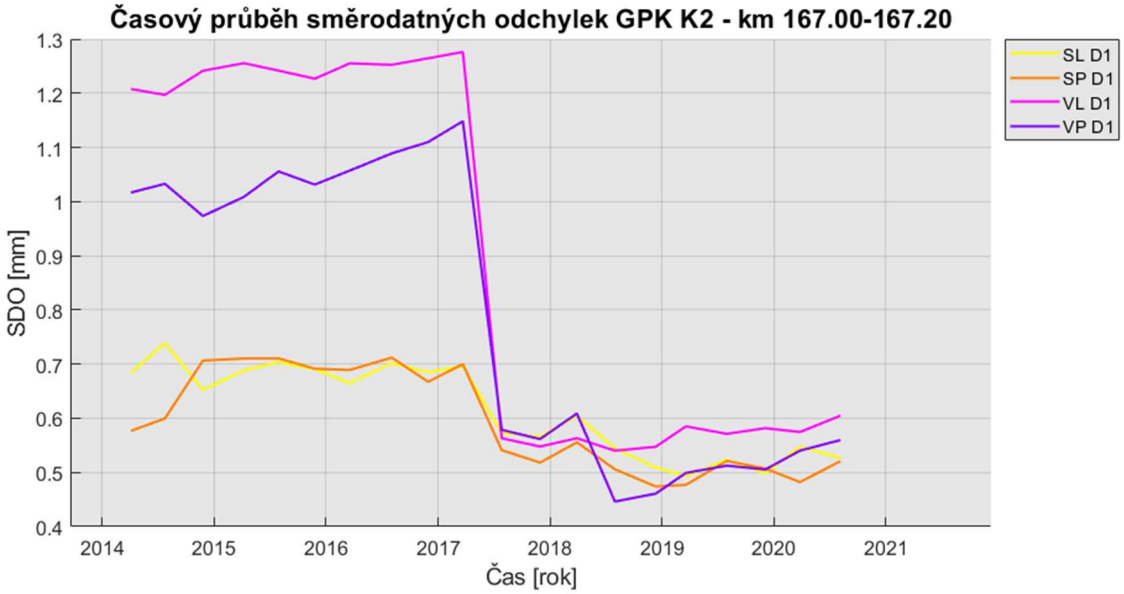

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.60-166.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

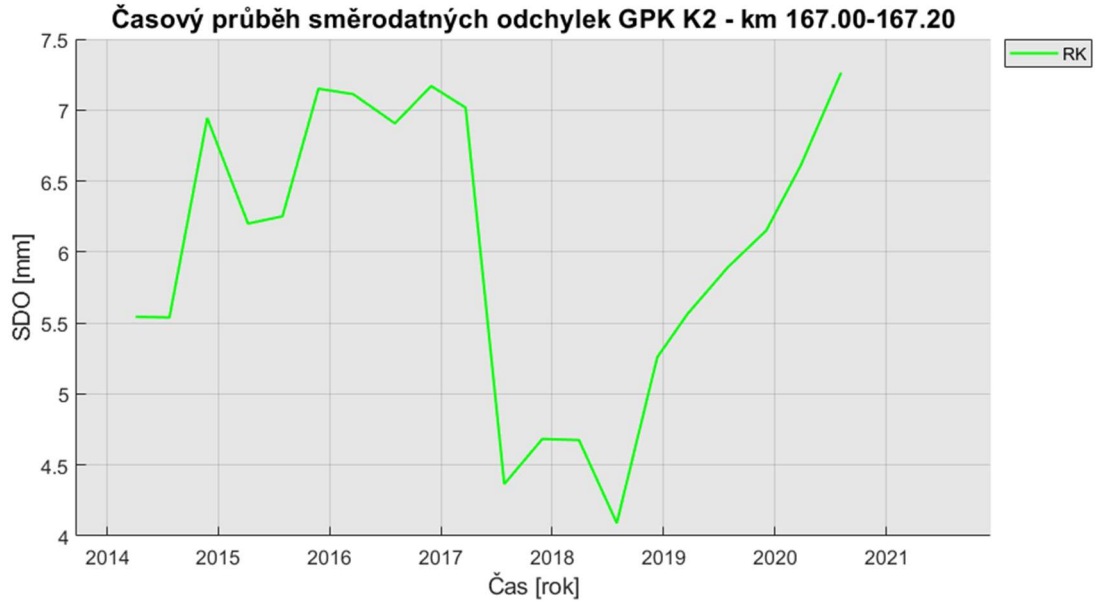

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.60-166.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

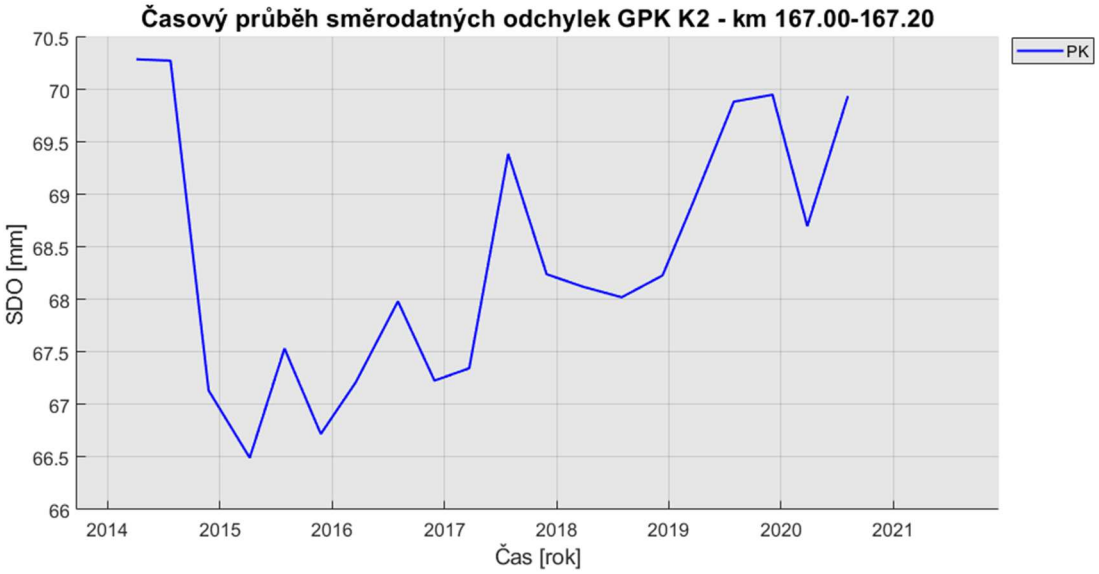

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.80-167.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

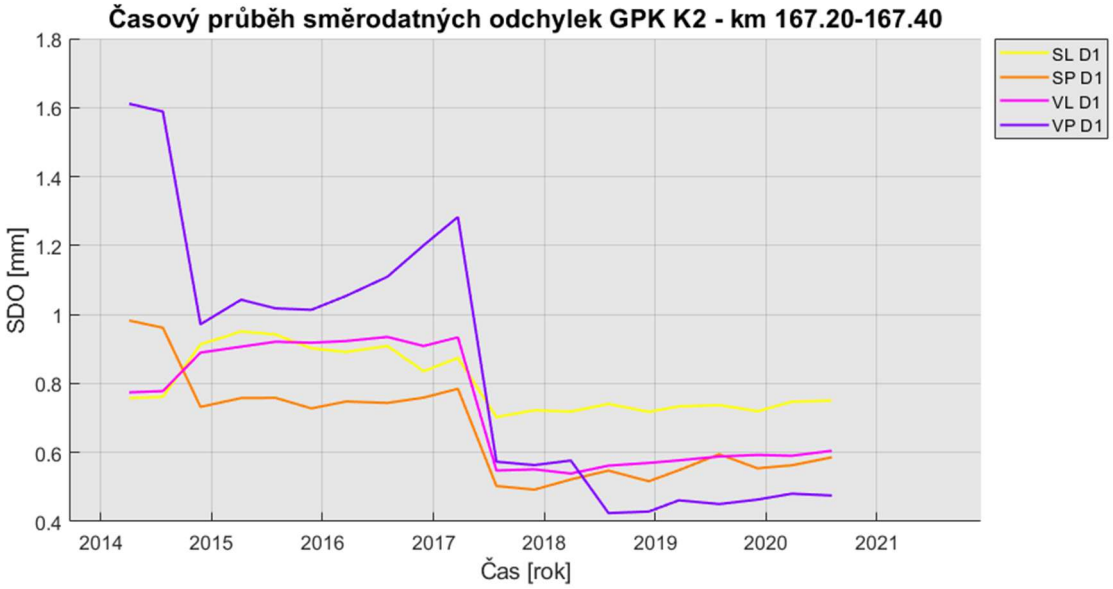

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.80-167.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
13
12
11
10
9
8
7
6
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

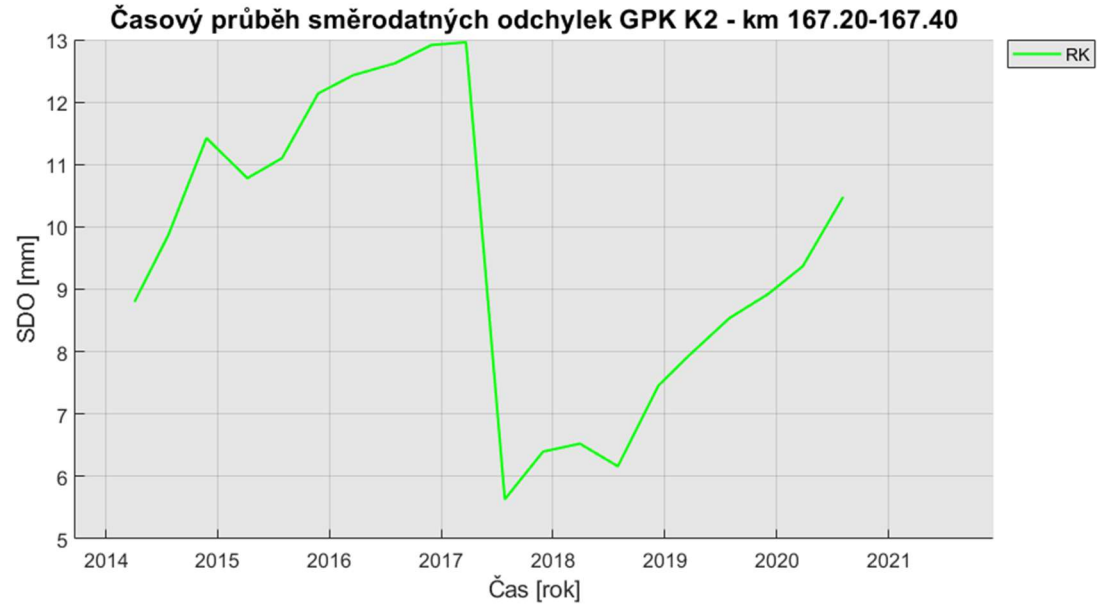

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 166.80-167.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
94
92
90
88
86
84
82
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

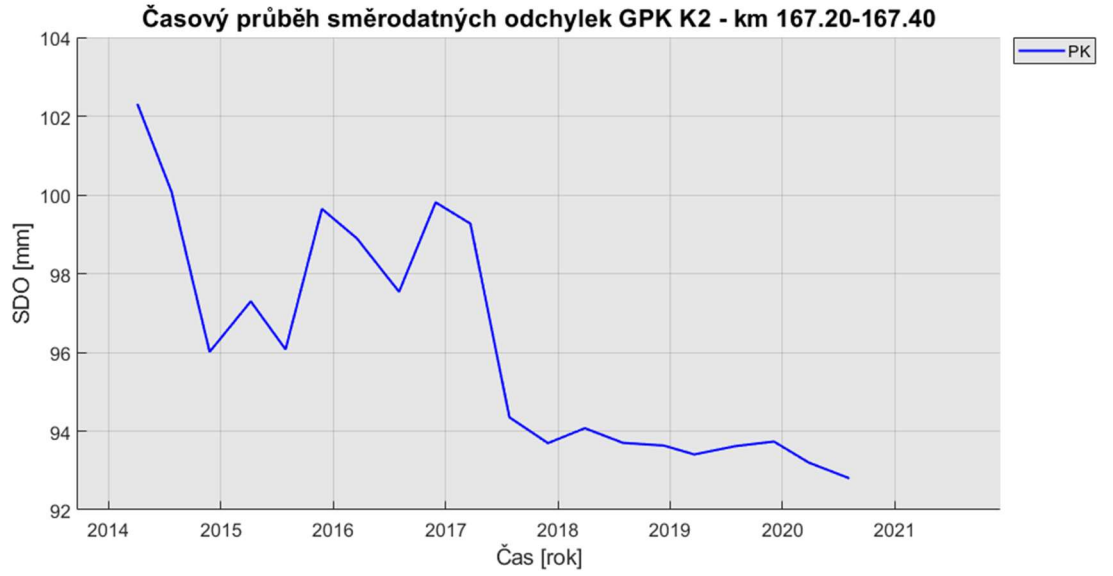

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.00-167.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

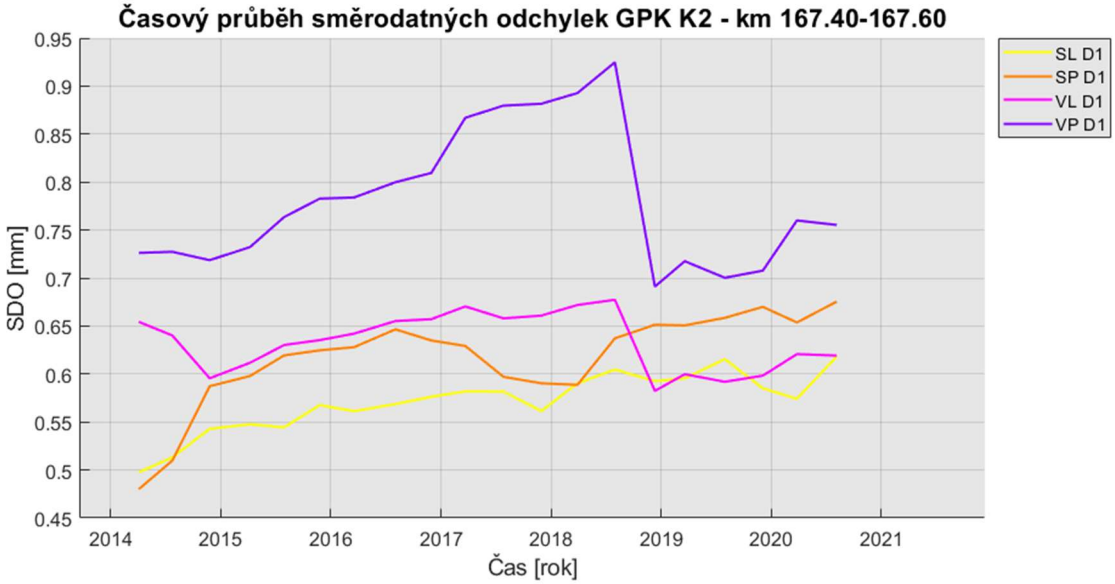

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.00-167.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

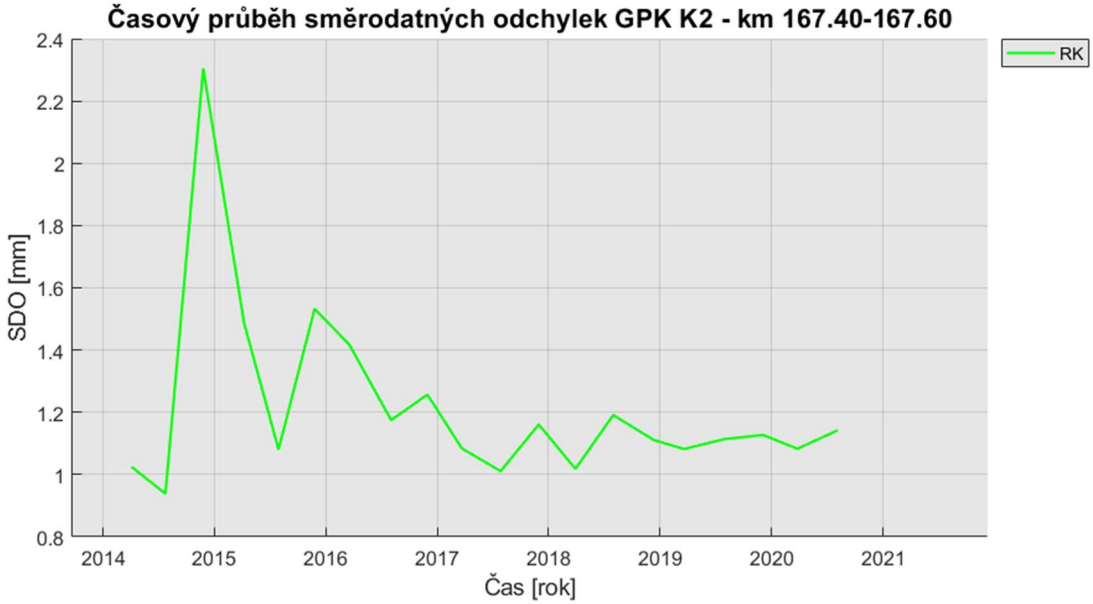

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.00-167.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

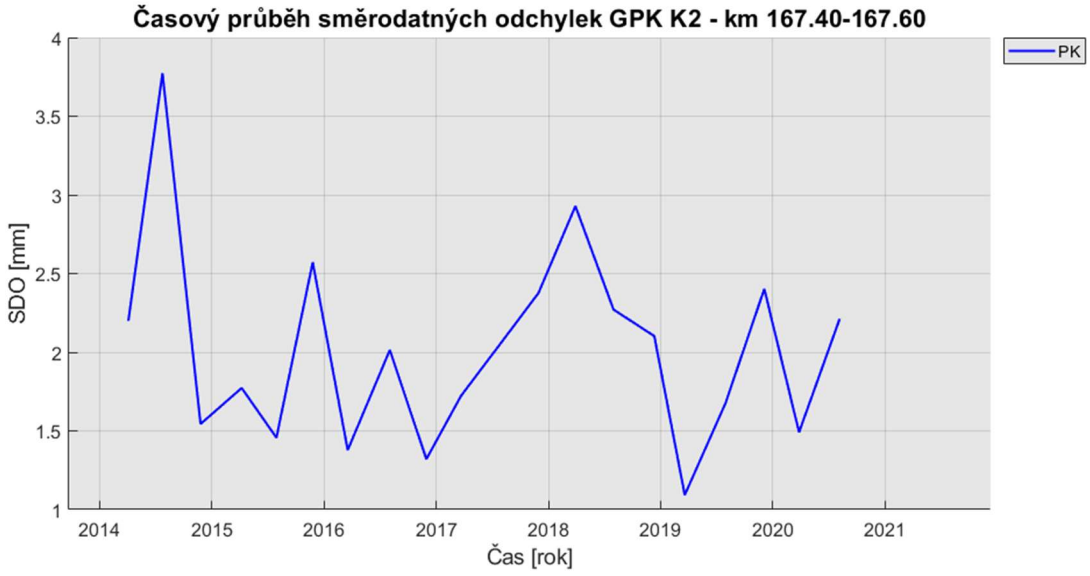

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.20-167.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

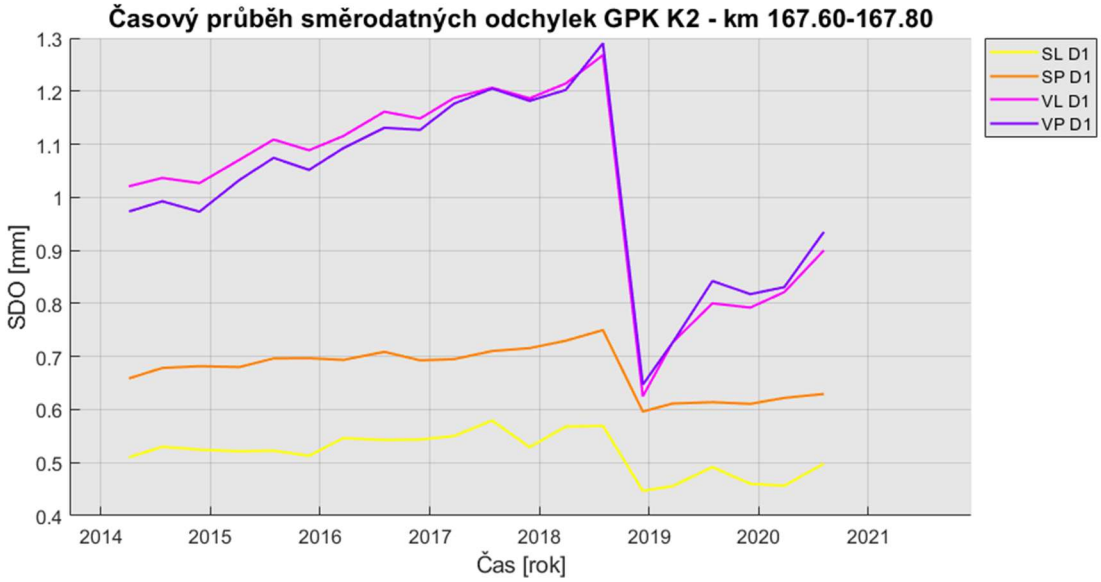

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.20-167.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

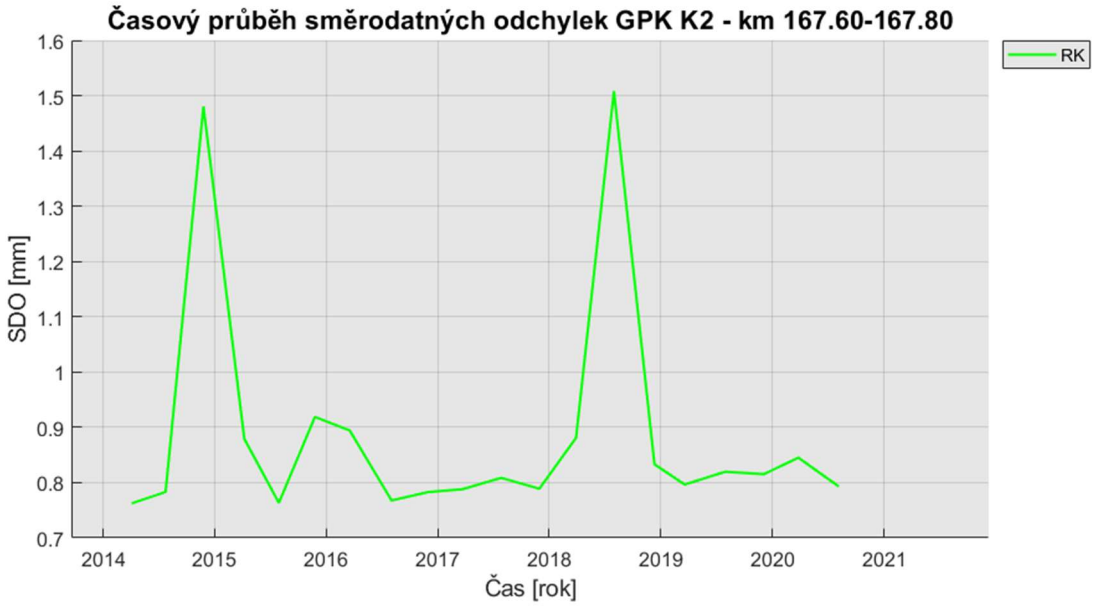

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.20-167.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

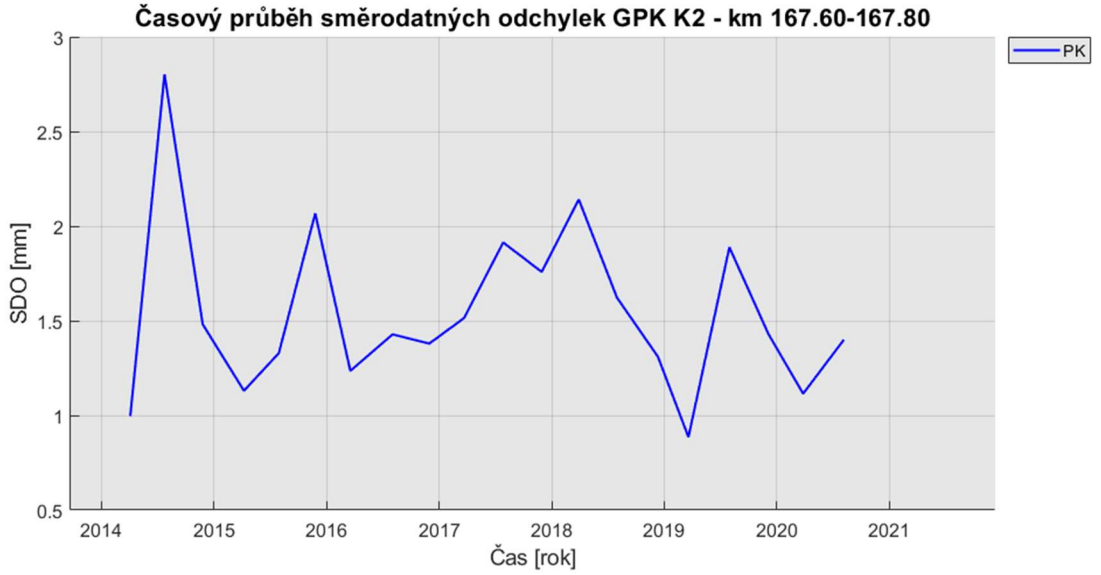

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.40-167.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

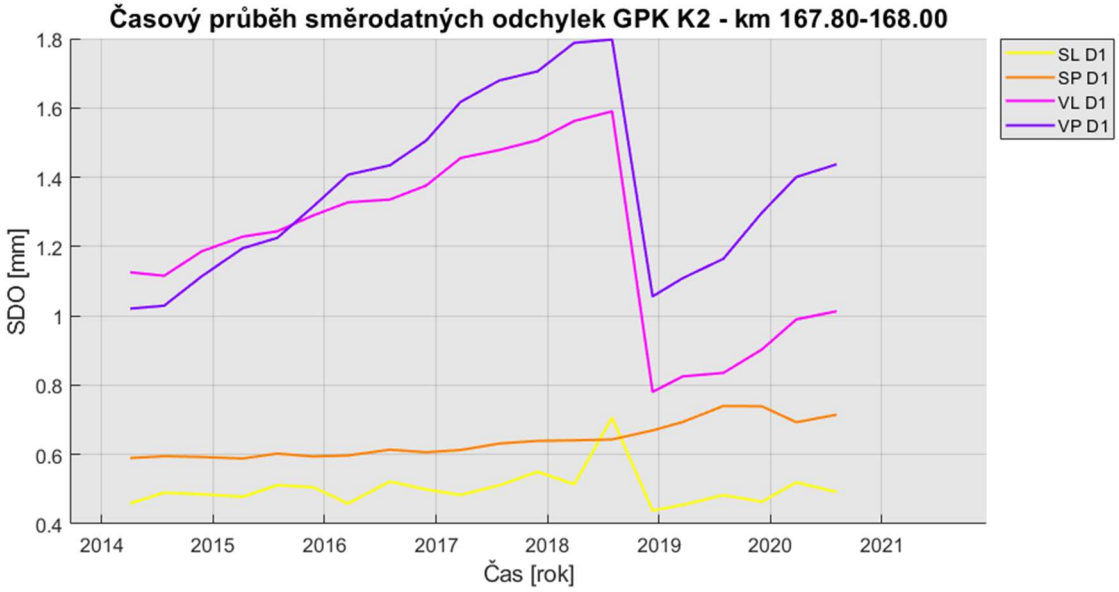

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.40-167.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

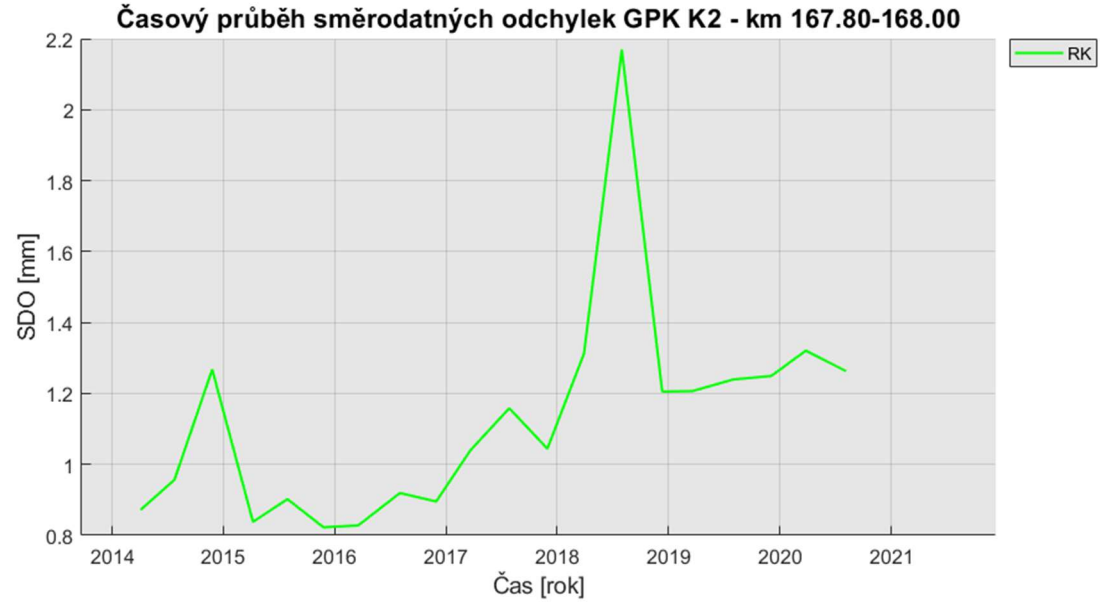

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.40-167.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

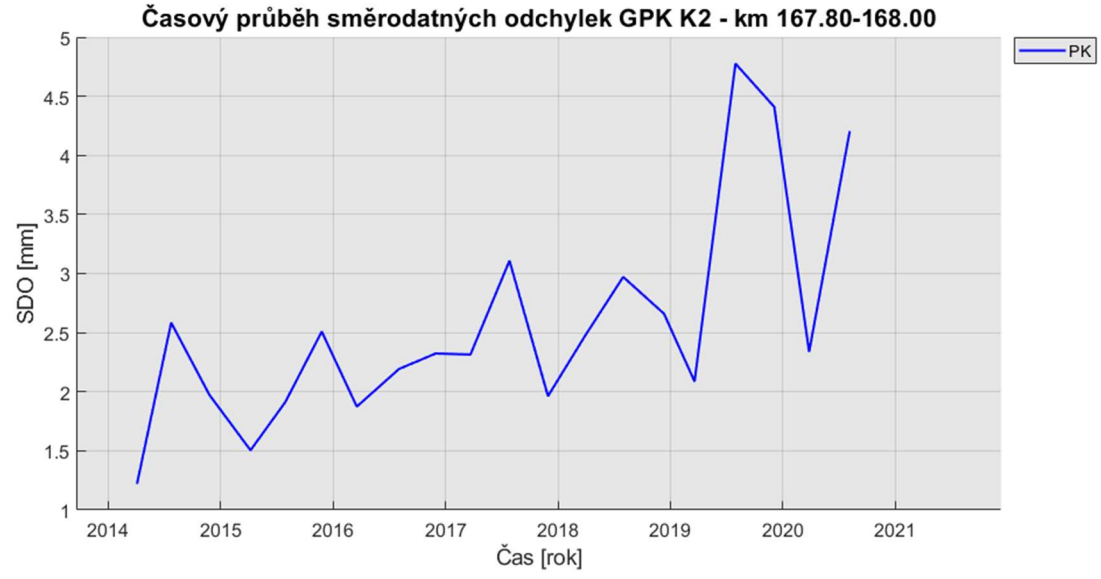

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.60-167.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

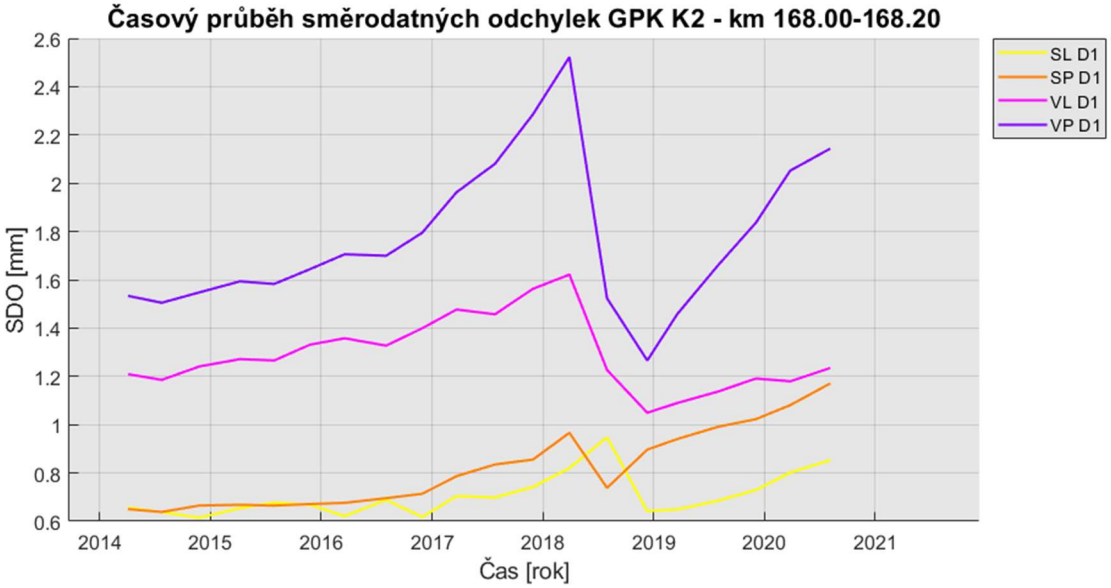

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.60-167.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

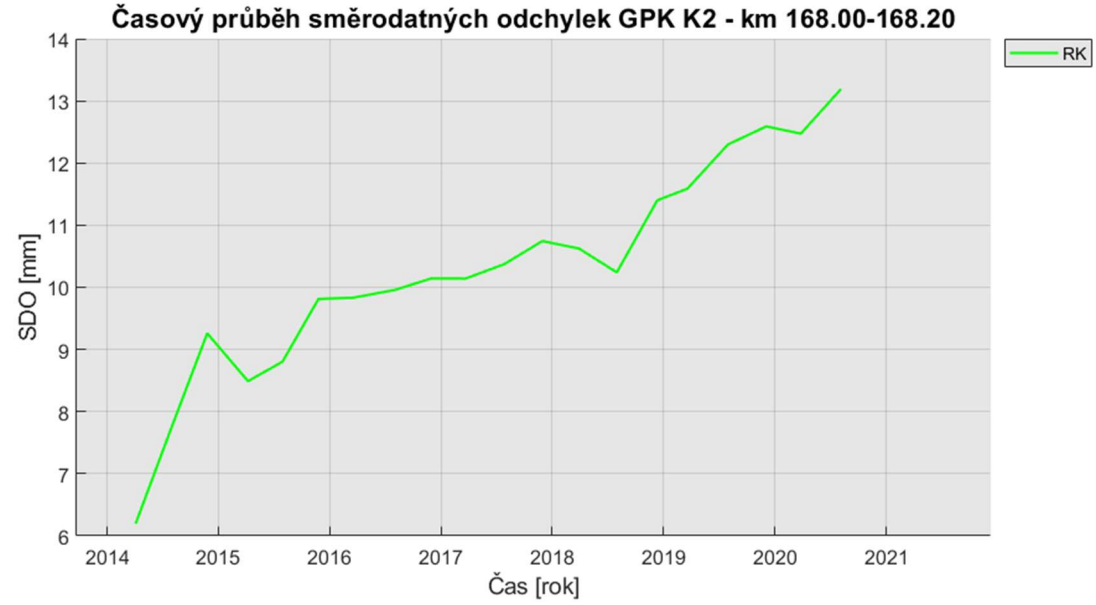

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.60-167.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

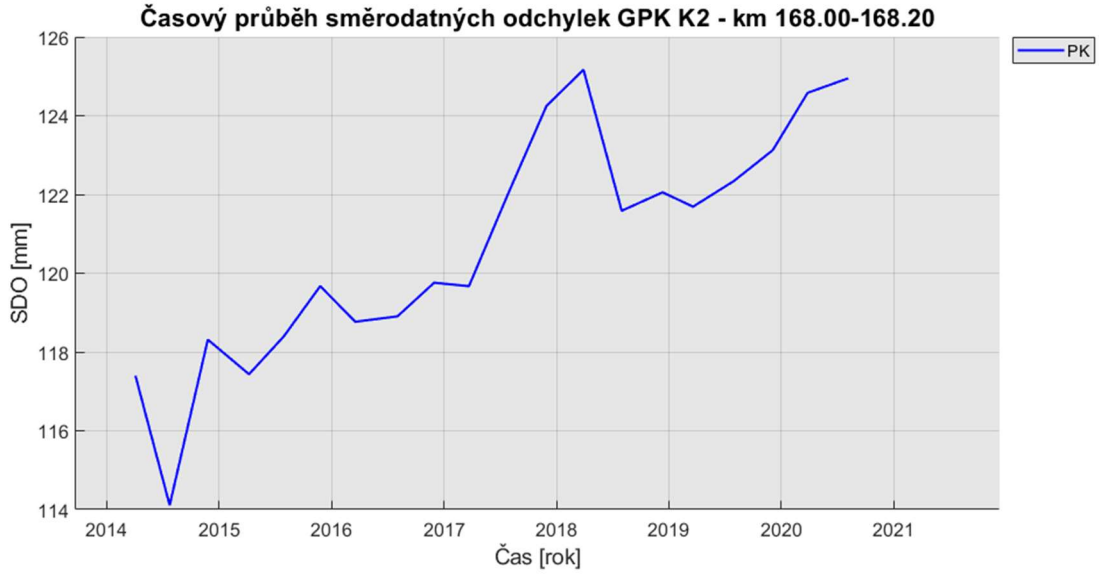

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.80-168.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

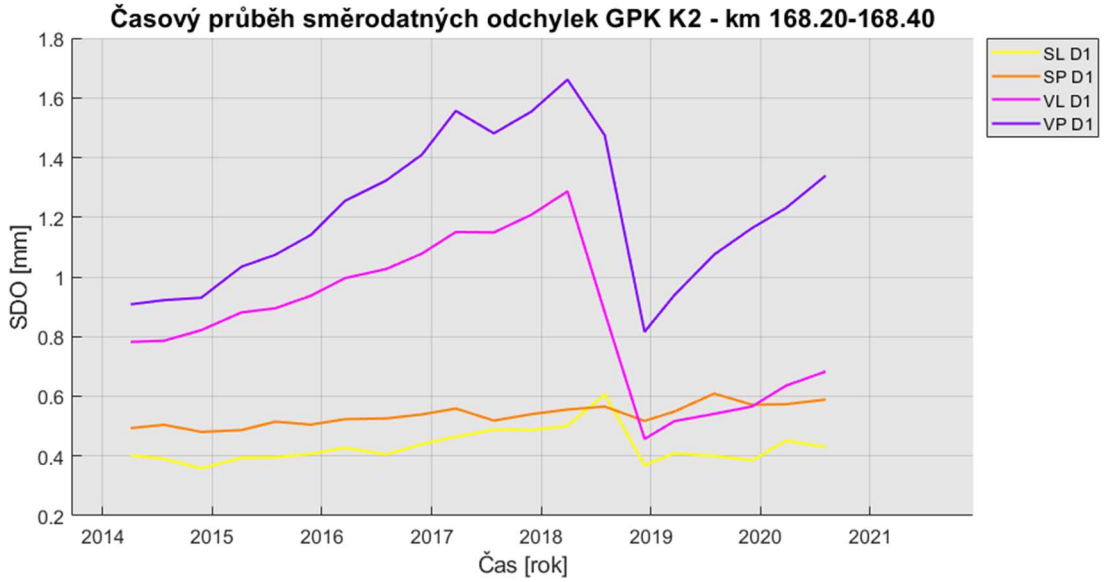

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.80-168.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

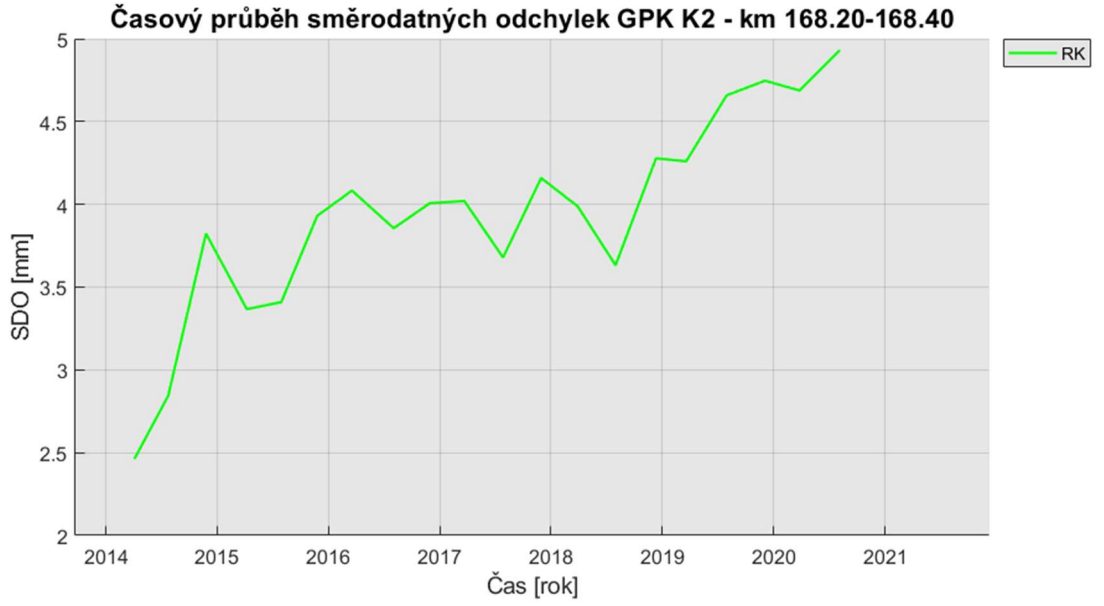

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 167.80-168.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

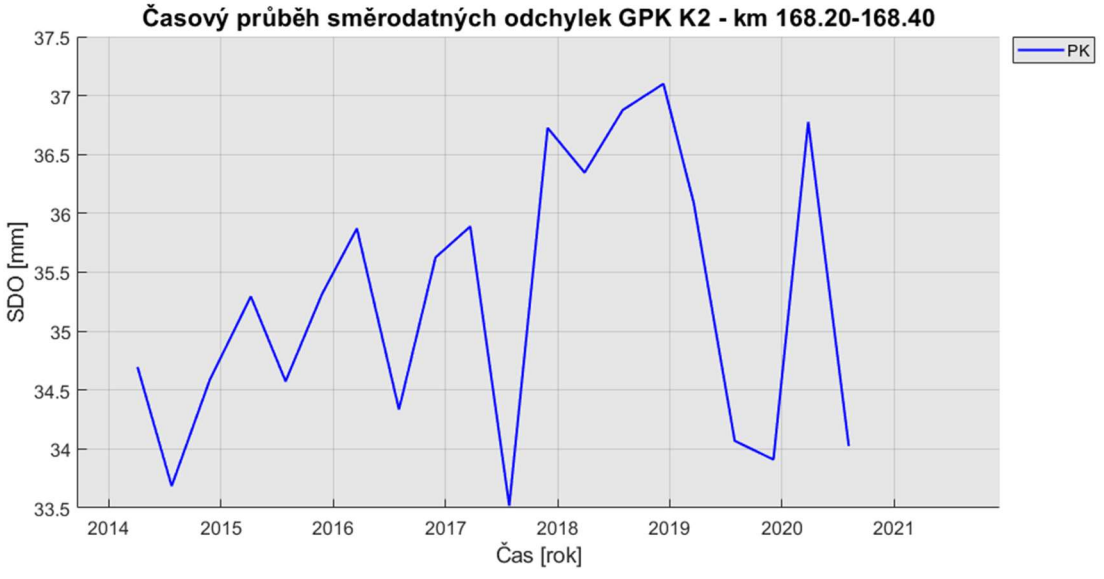

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.00-168.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

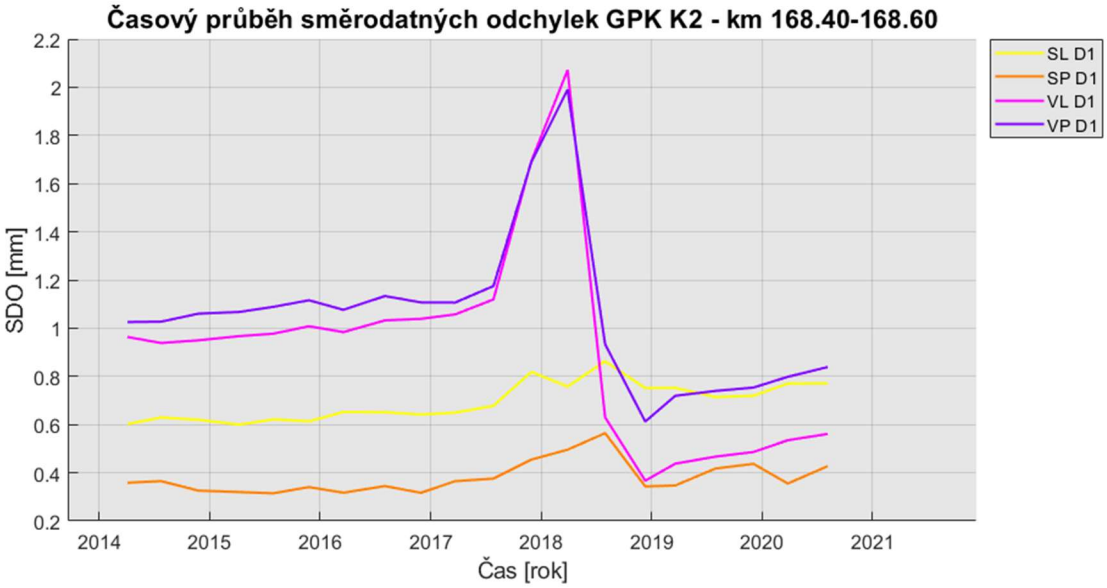

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.00-168.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

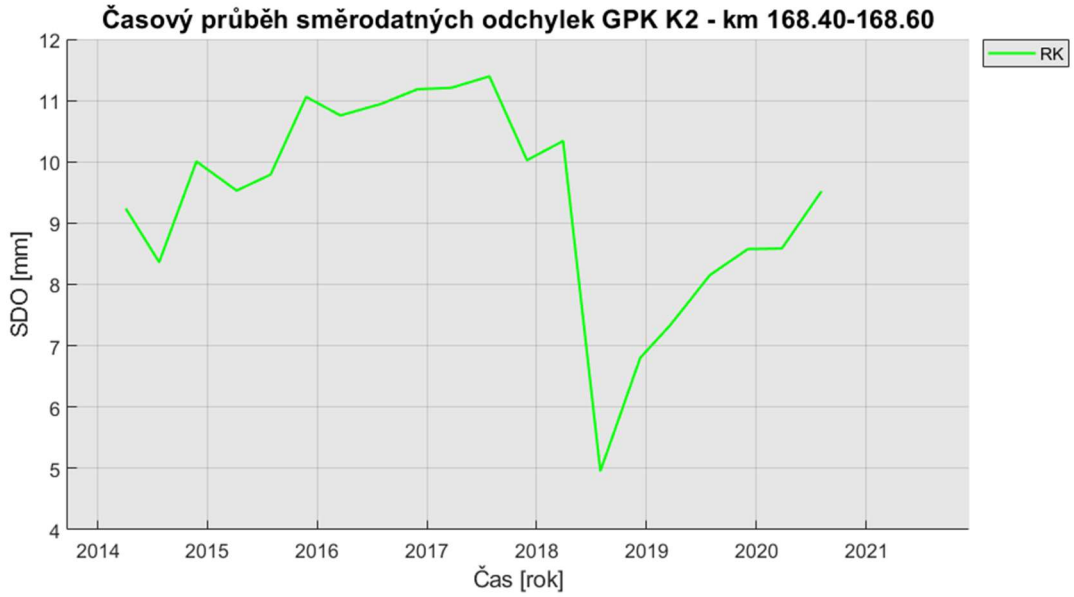

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.00-168.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

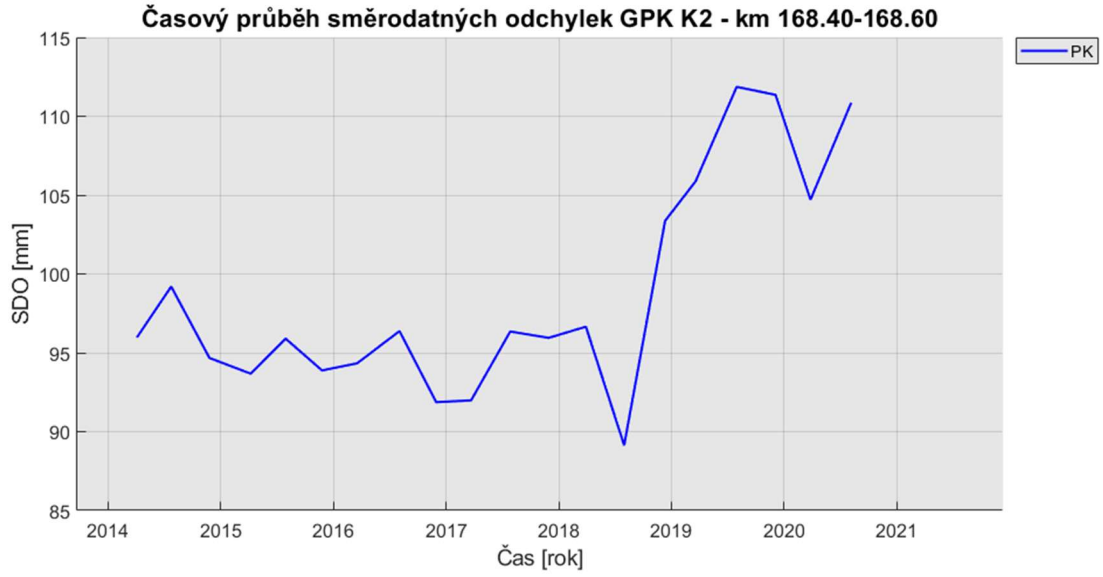

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.20-168.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

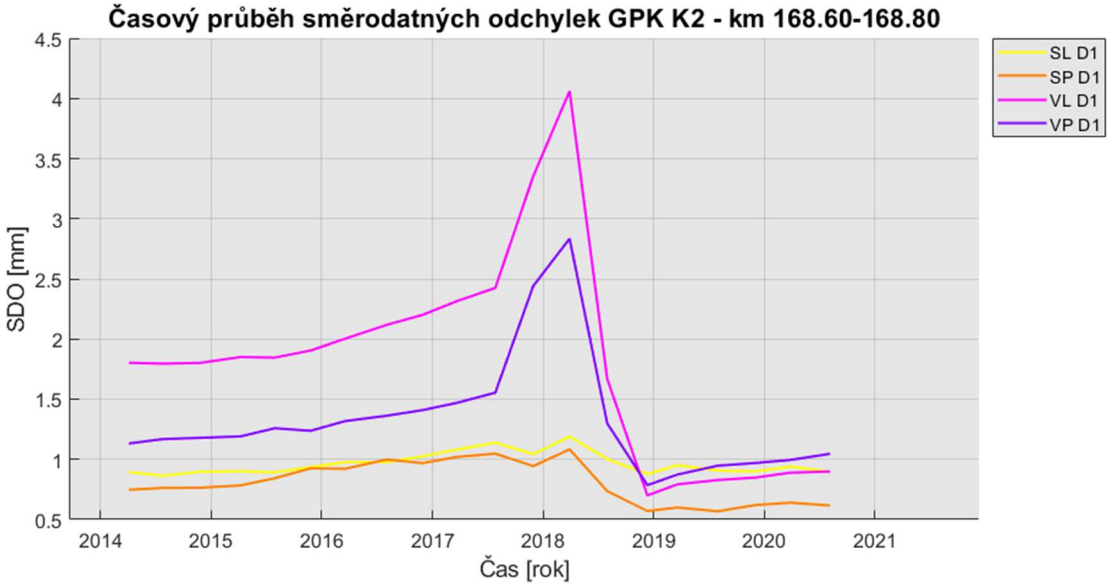

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.20-168.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

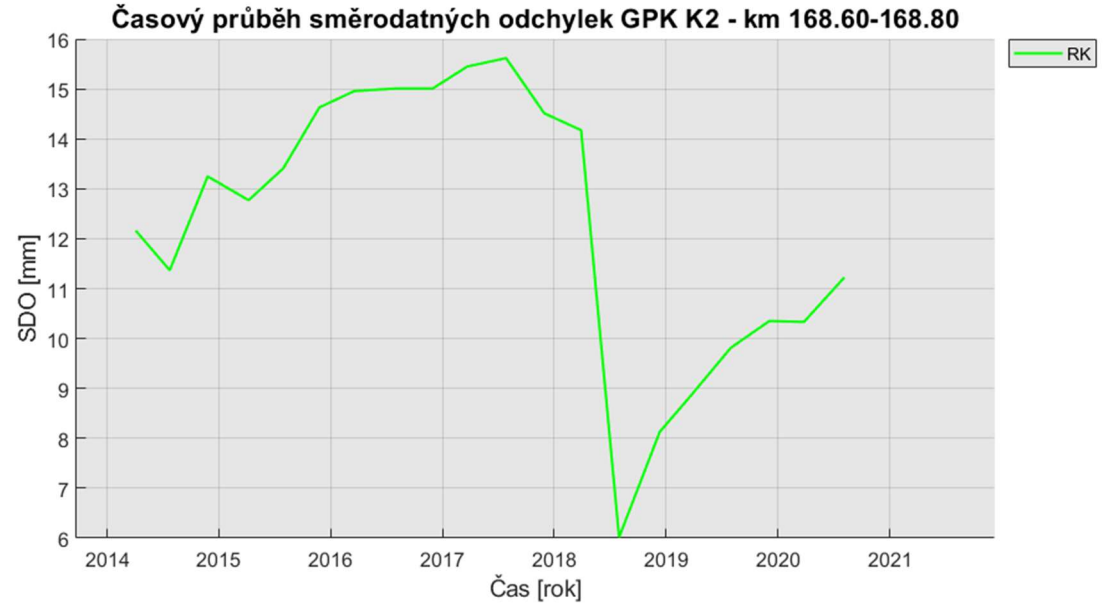

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.20-168.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

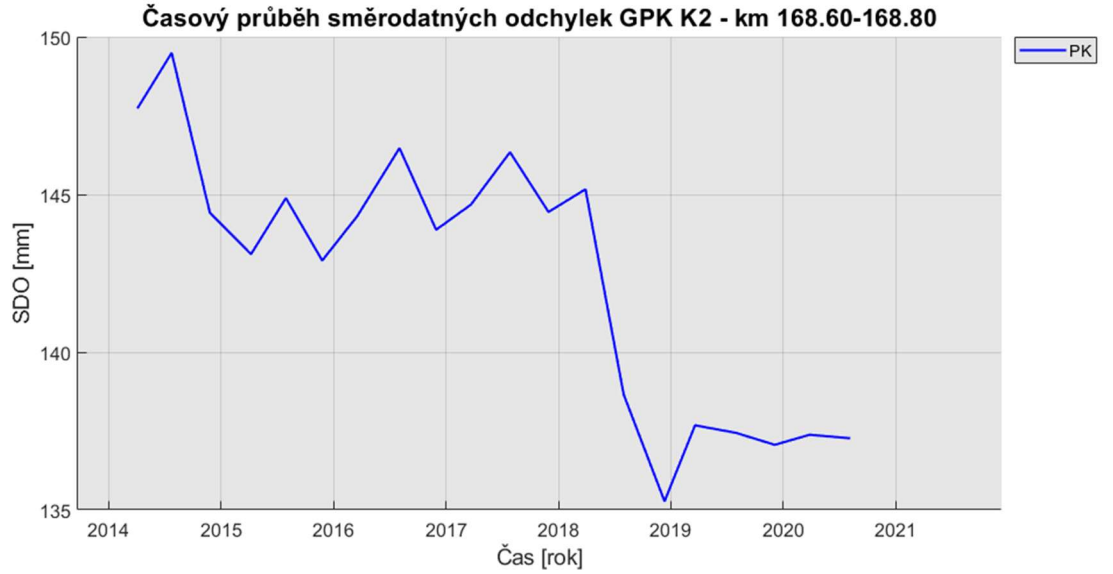

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.40-168.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

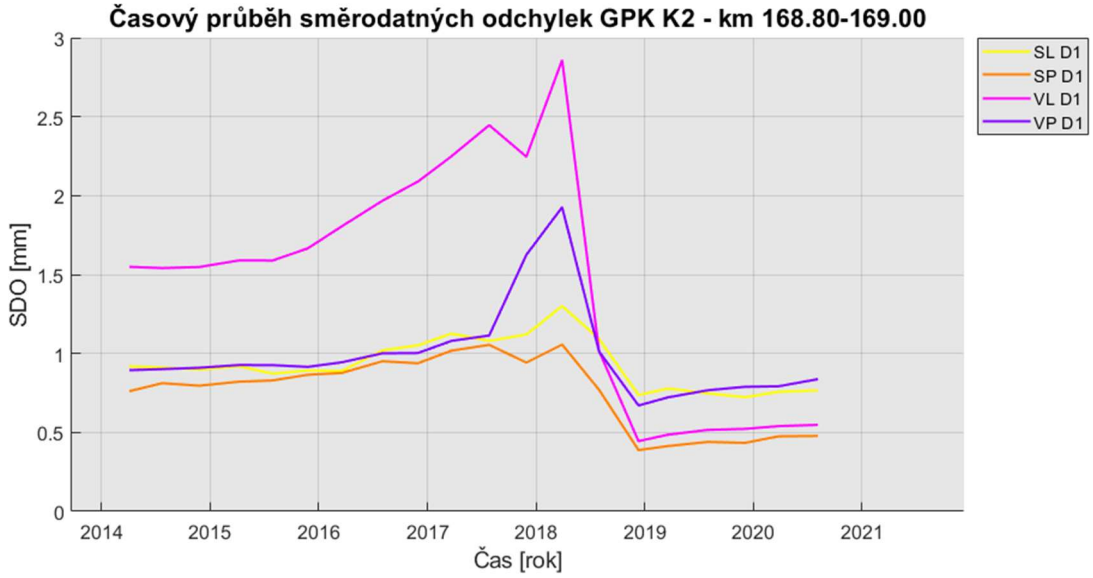

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.40-168.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

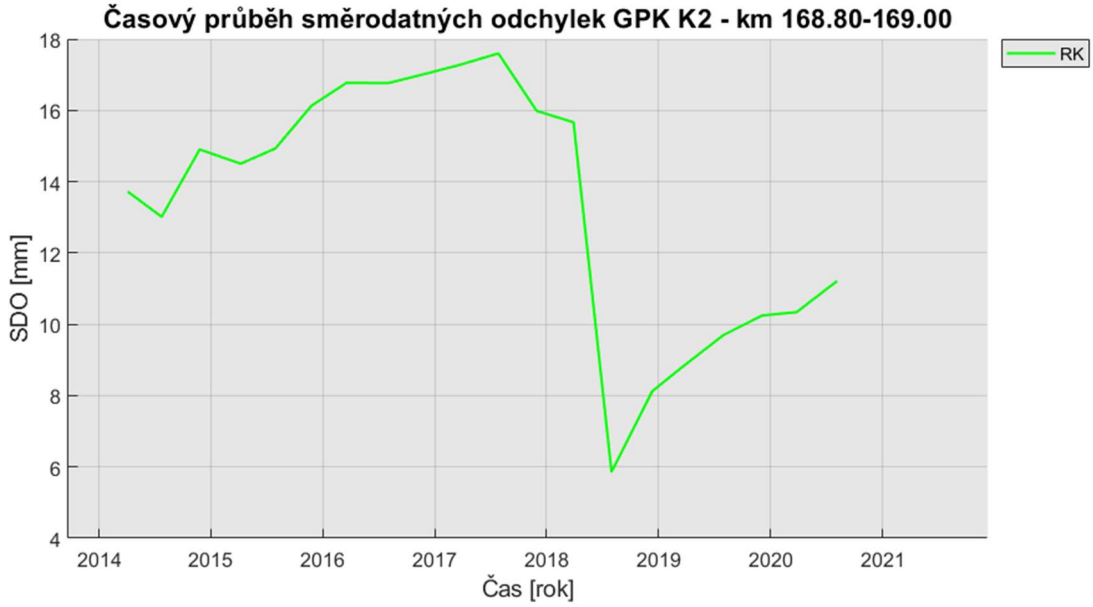

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.40-168.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

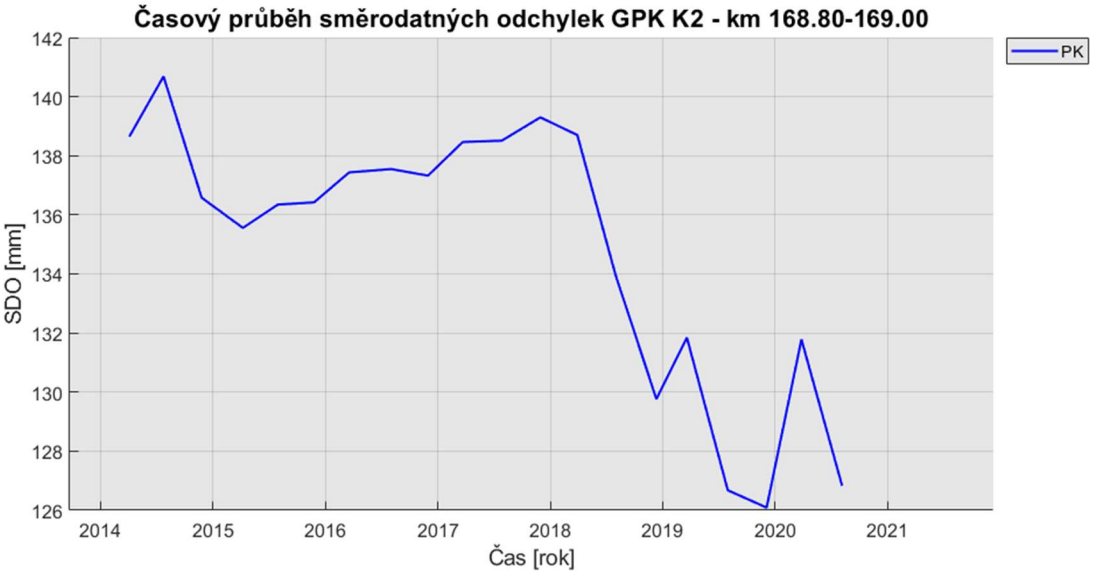

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.60-168.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

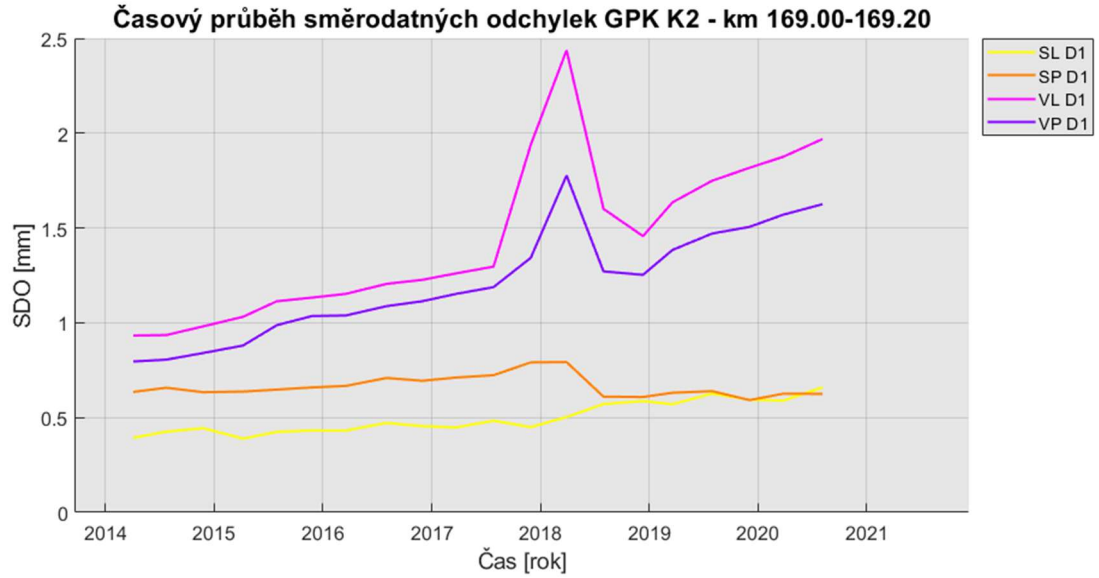

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.60-168.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

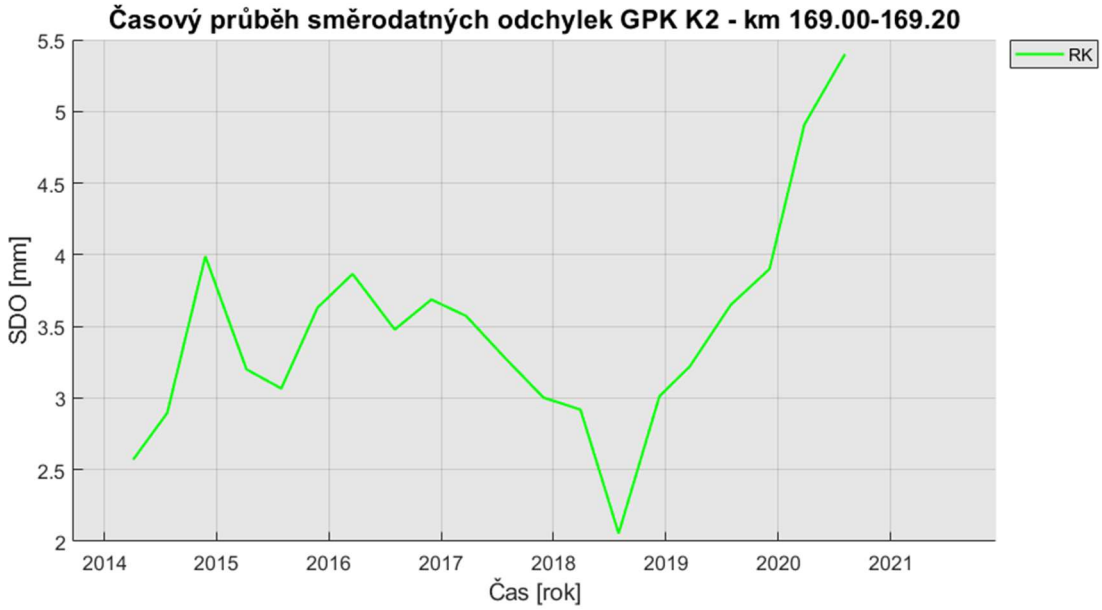

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.60-168.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

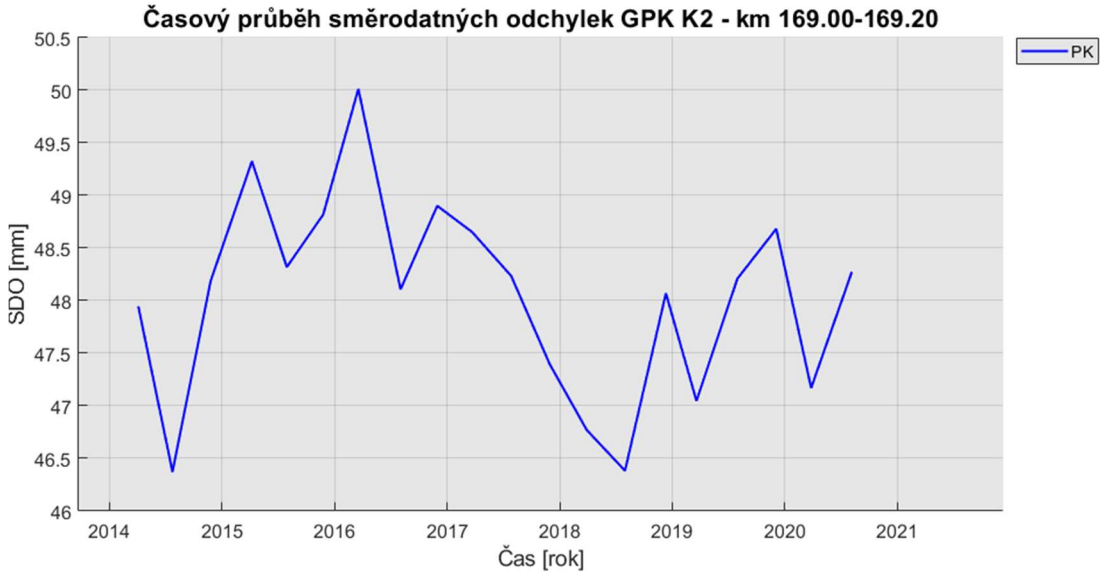

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.80-169.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

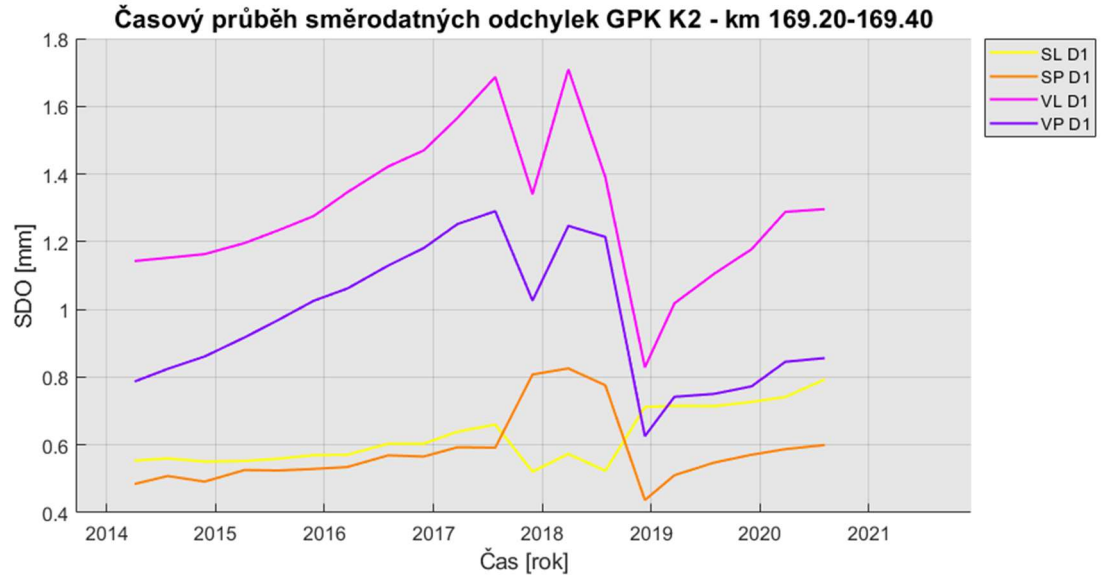

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.80-169.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
4
6
8
10
12
14
16
18
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

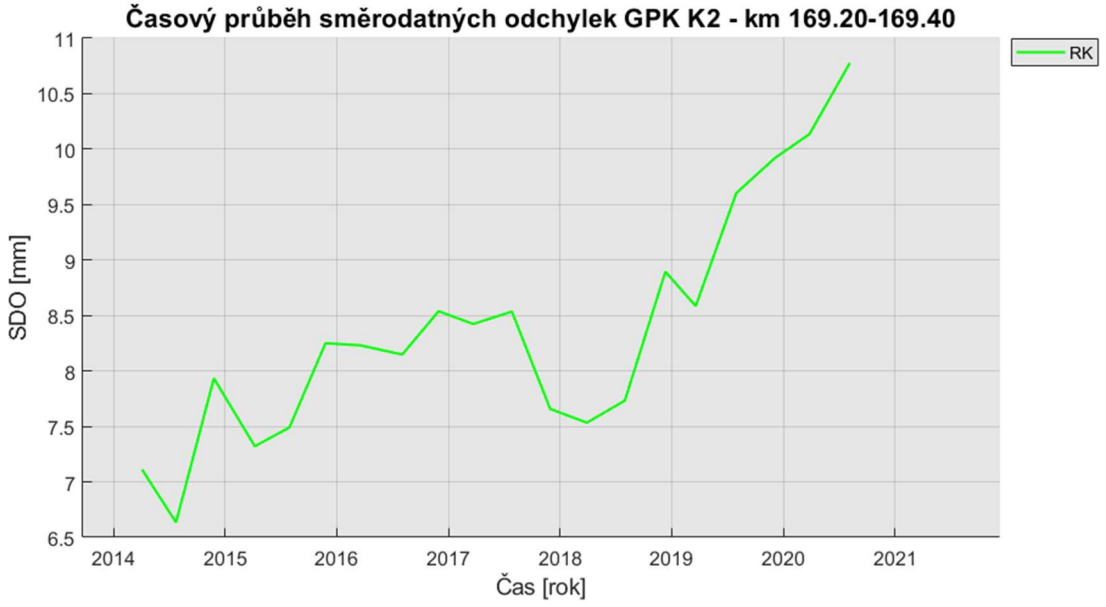

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 168.80-169.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
126
128
130
132
134
136
138
140
142
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

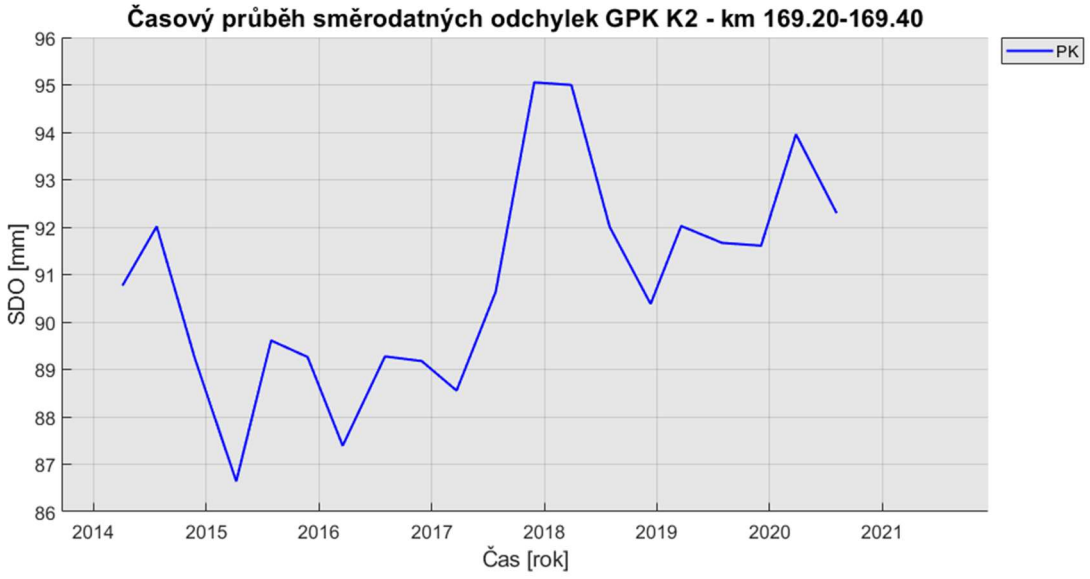

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.00-169.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
0
0.5
1
1.5
2
2.5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

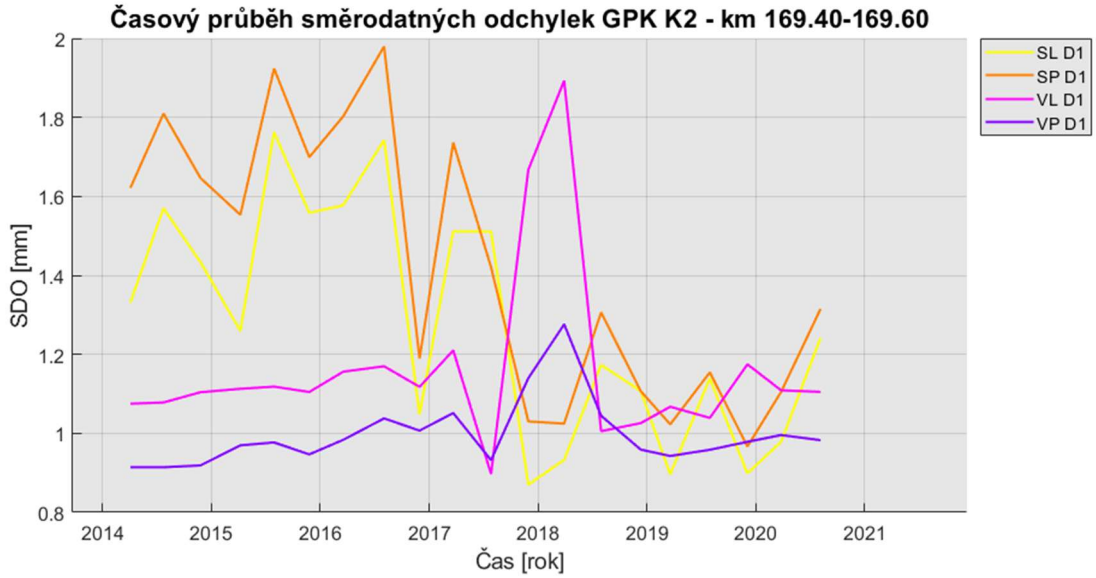

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.00-169.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

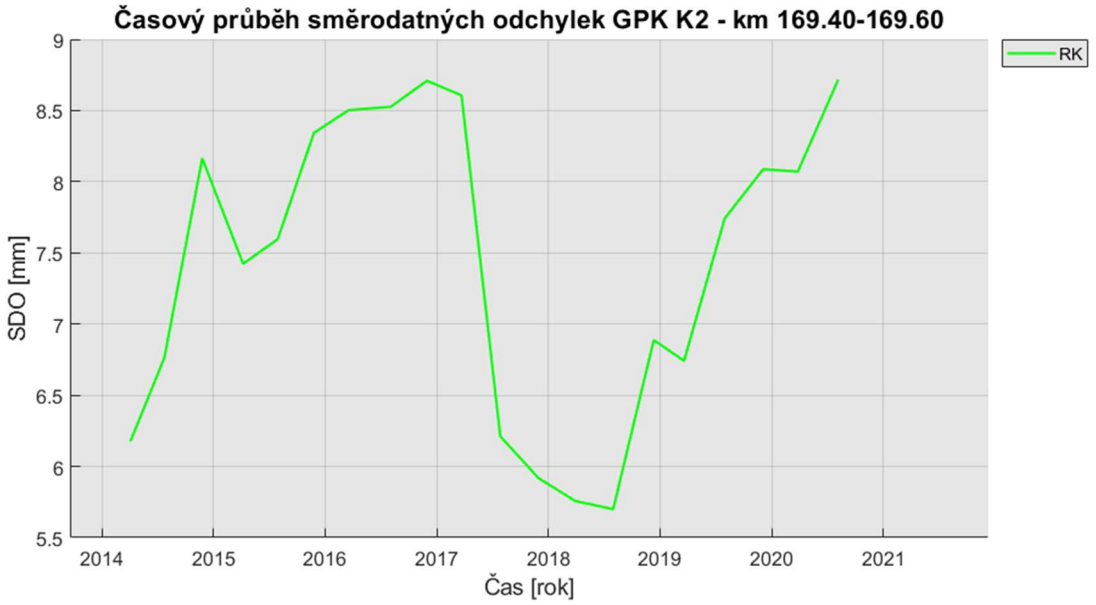

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.00-169.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
46
46.5
47
47.5
48
48.5
49
49.5
50
50.5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

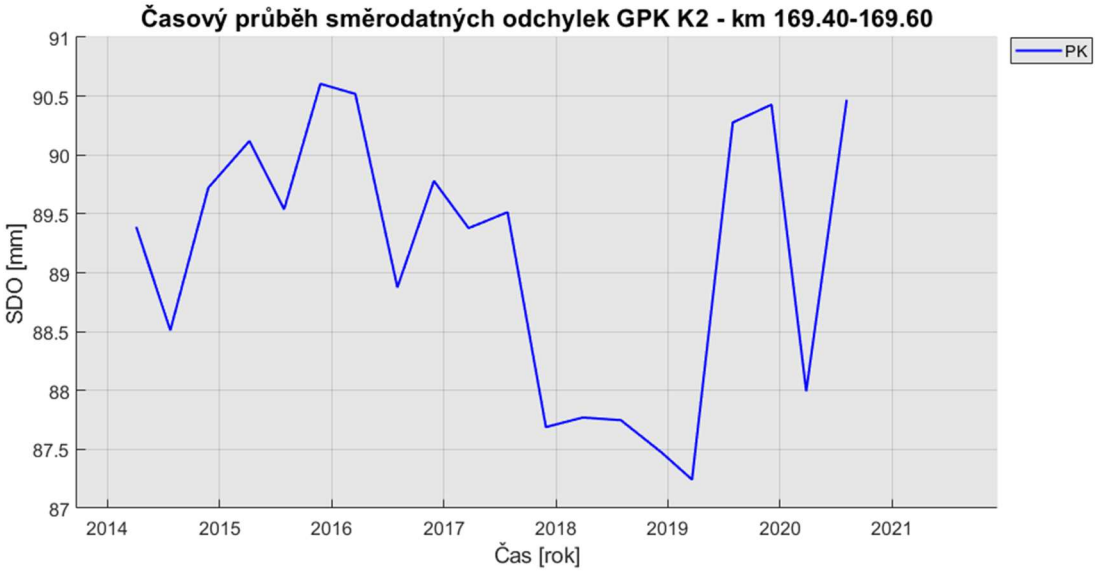

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.20-169.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

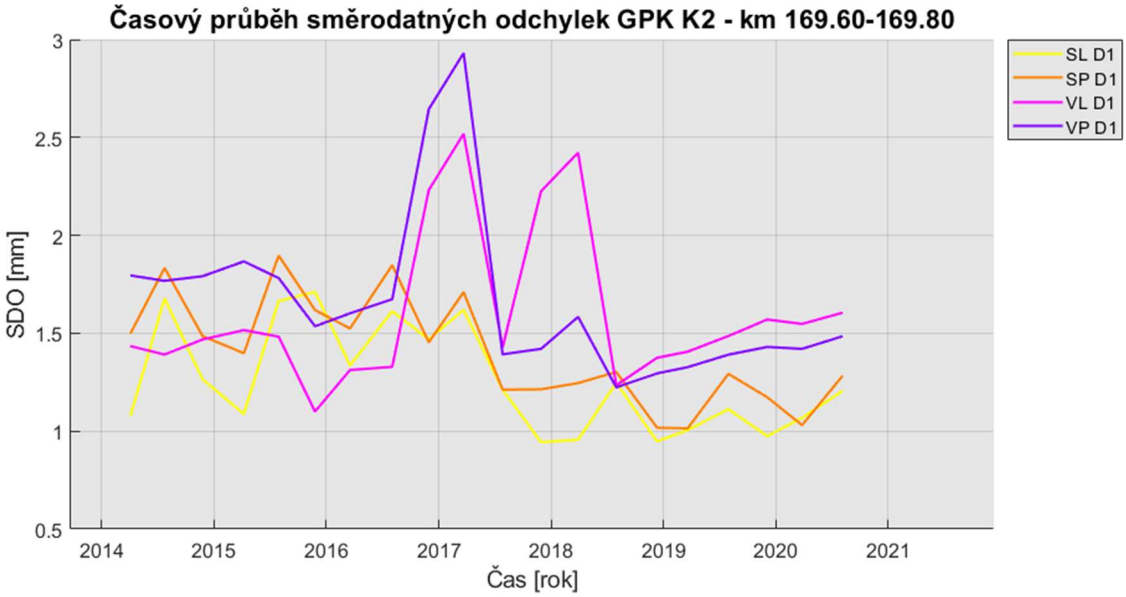

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.20-169.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

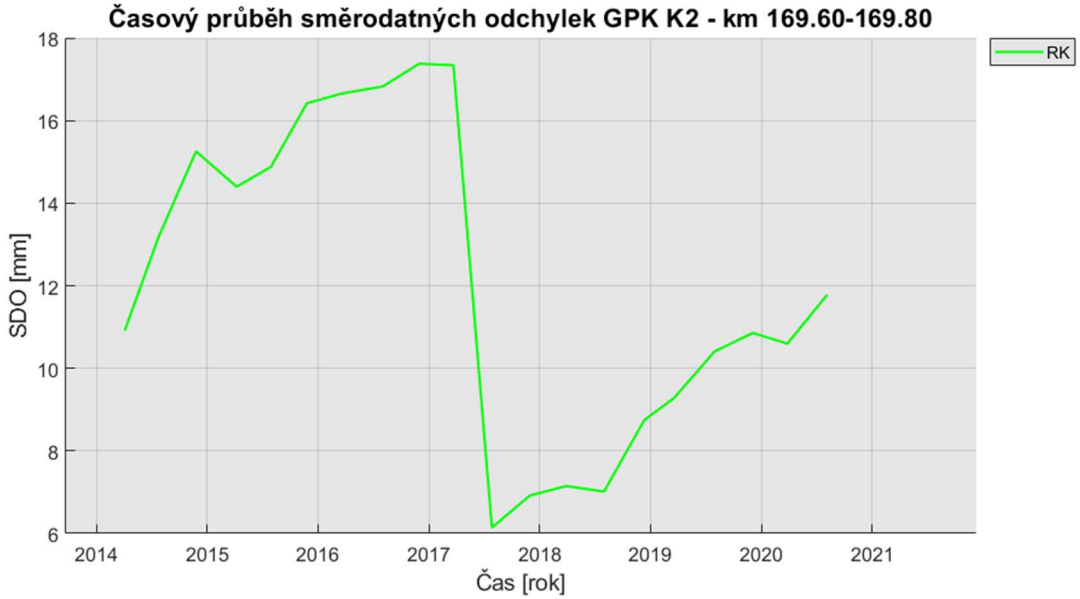

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.20-169.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

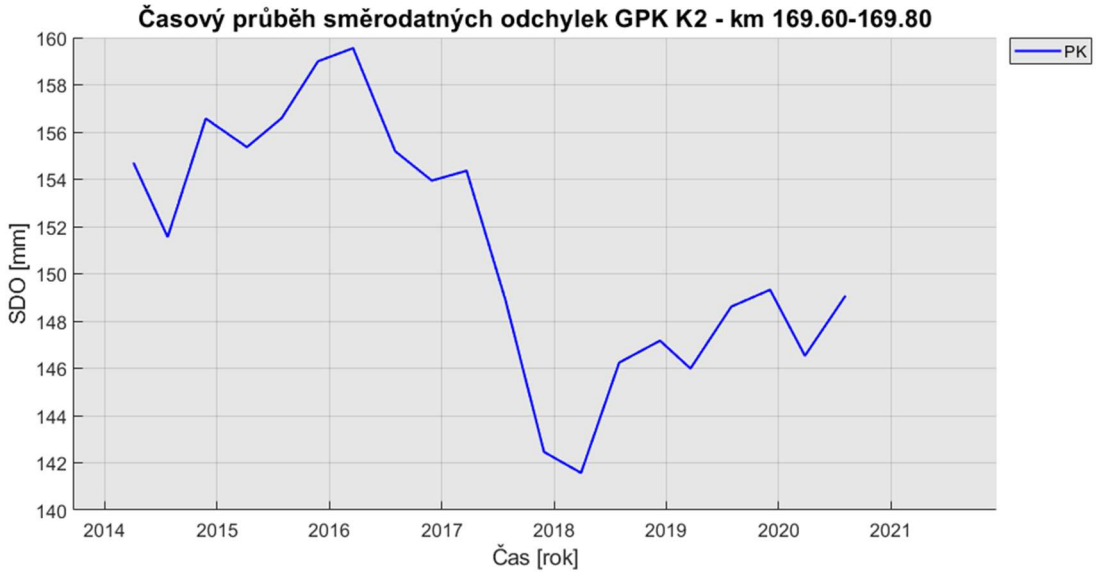

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.40-169.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

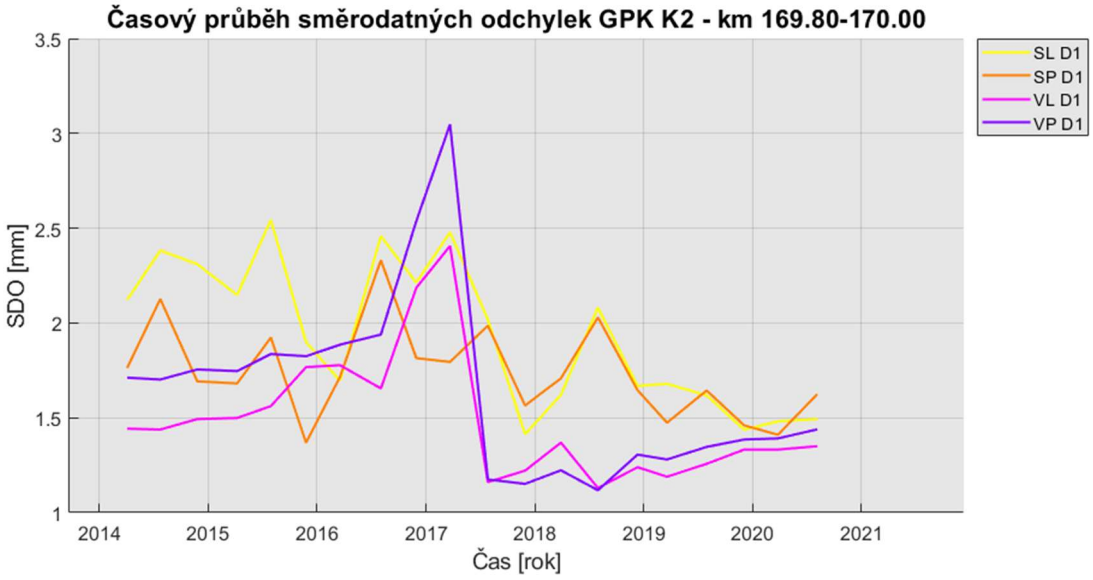

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.40-169.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
9
8.5
8
7.5
7
6.5
6
5.5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

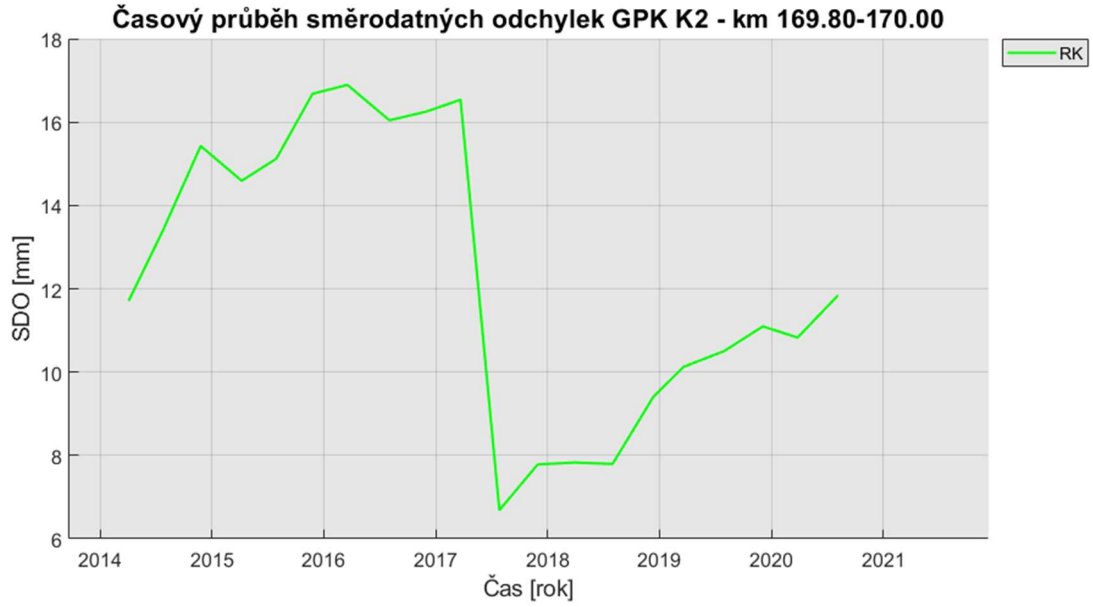

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.40-169.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
91
90.5
90
89.5
89
88.5
88
87.5
87
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

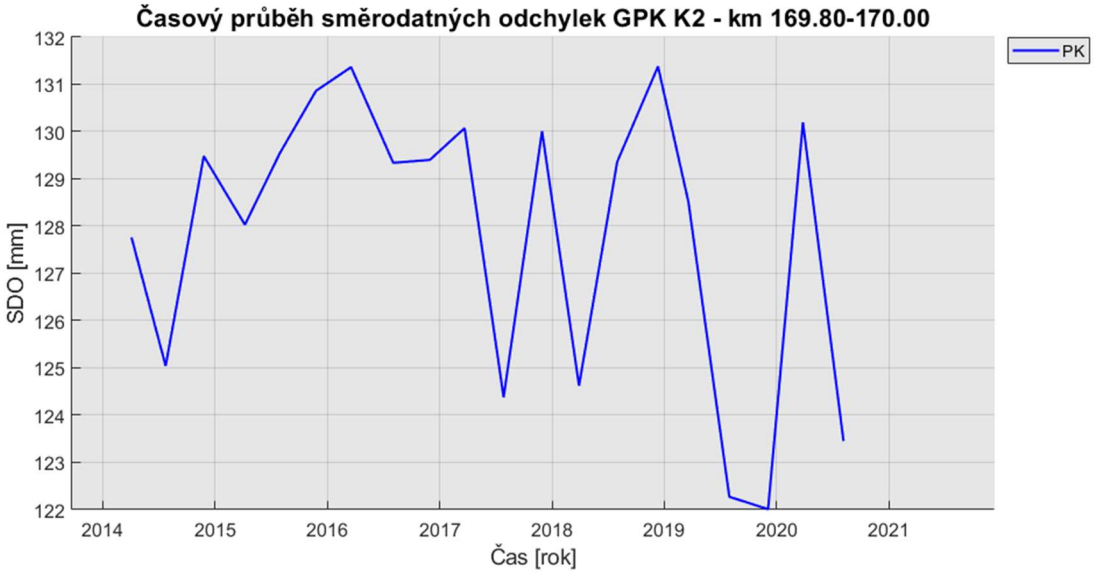

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.60-169.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1
3
2.5
2
1.5
1
0.5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

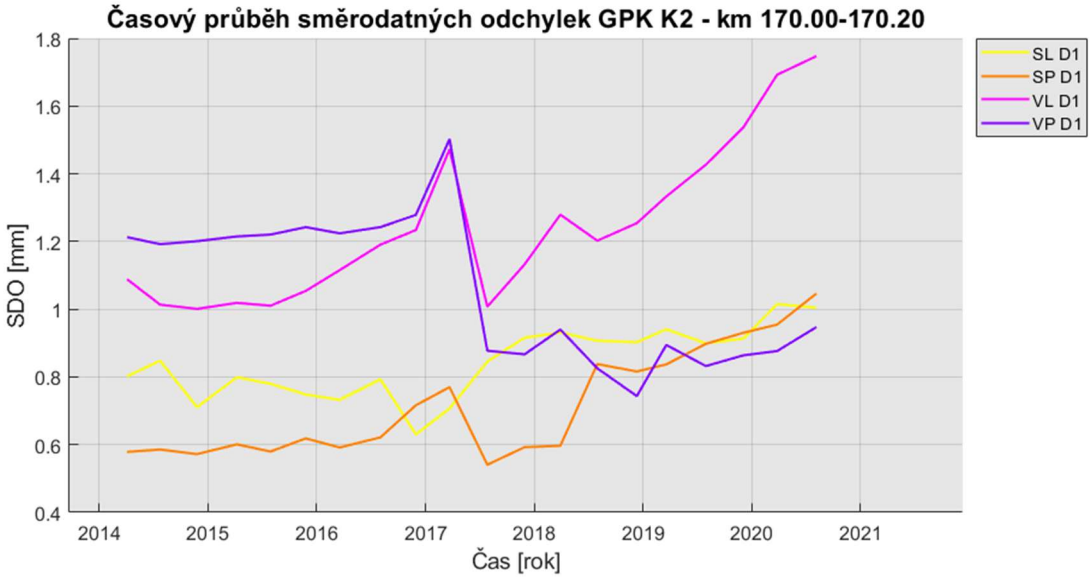

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.60-169.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK
18
16
14
12
10
8
6
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

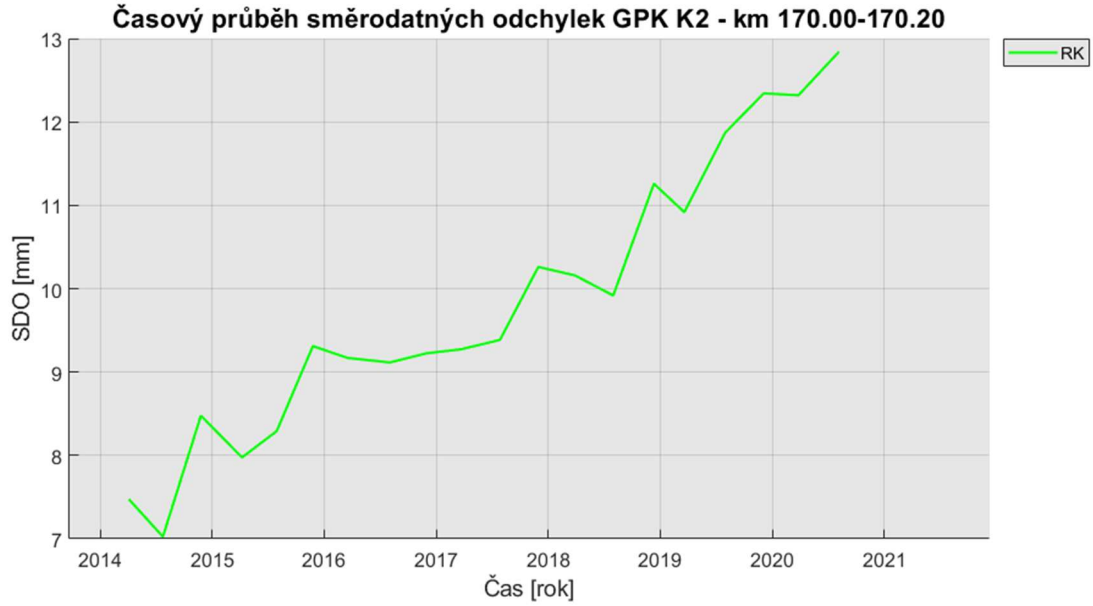

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.60-169.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK
160
158
156
154
152
150
148
146
144
142
140
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021

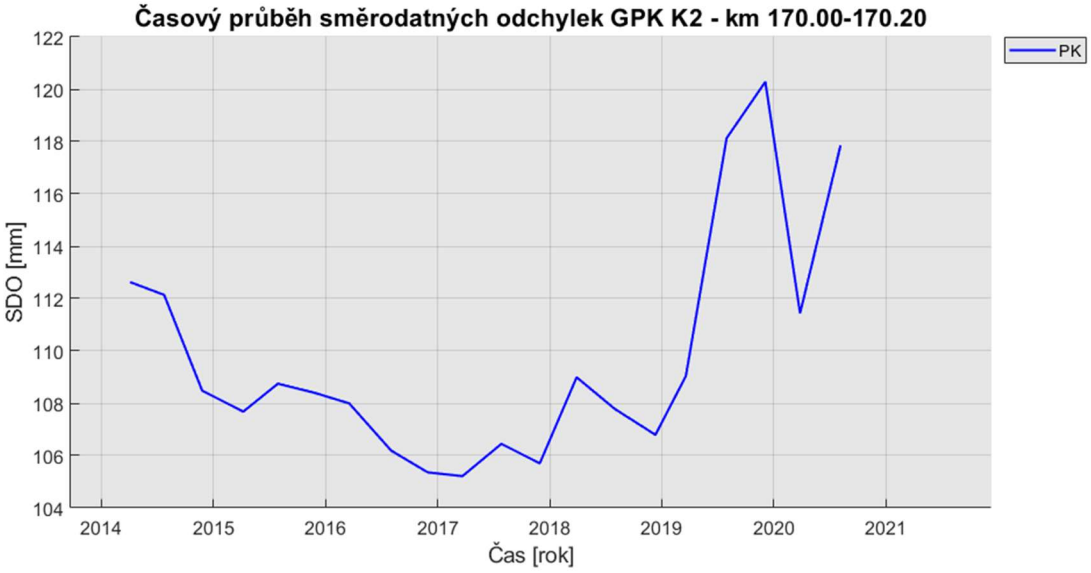

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.80-170.00
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

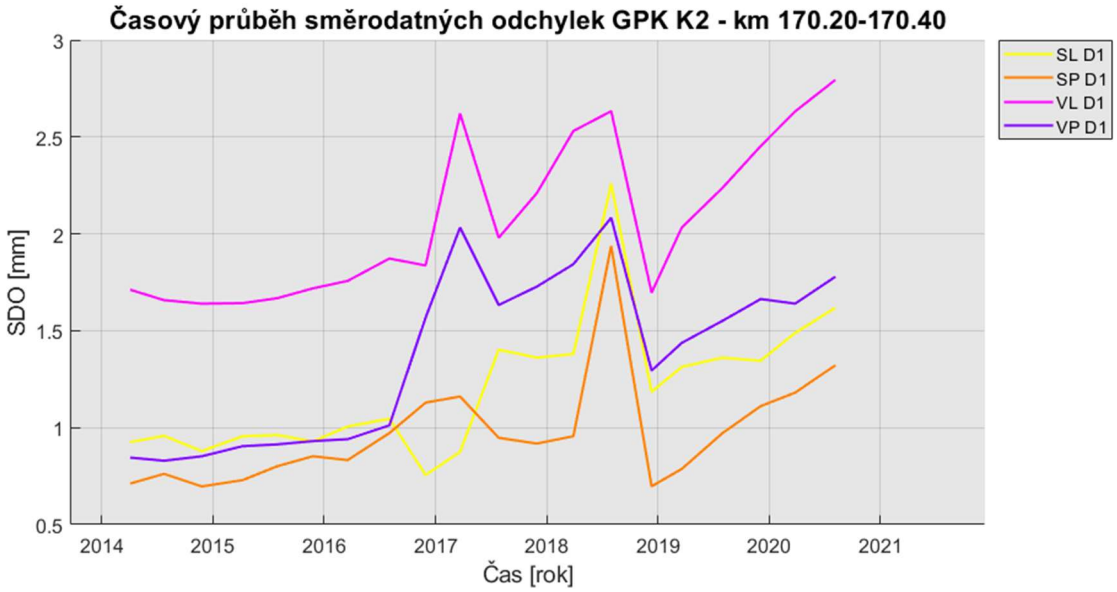

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.80-170.00
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

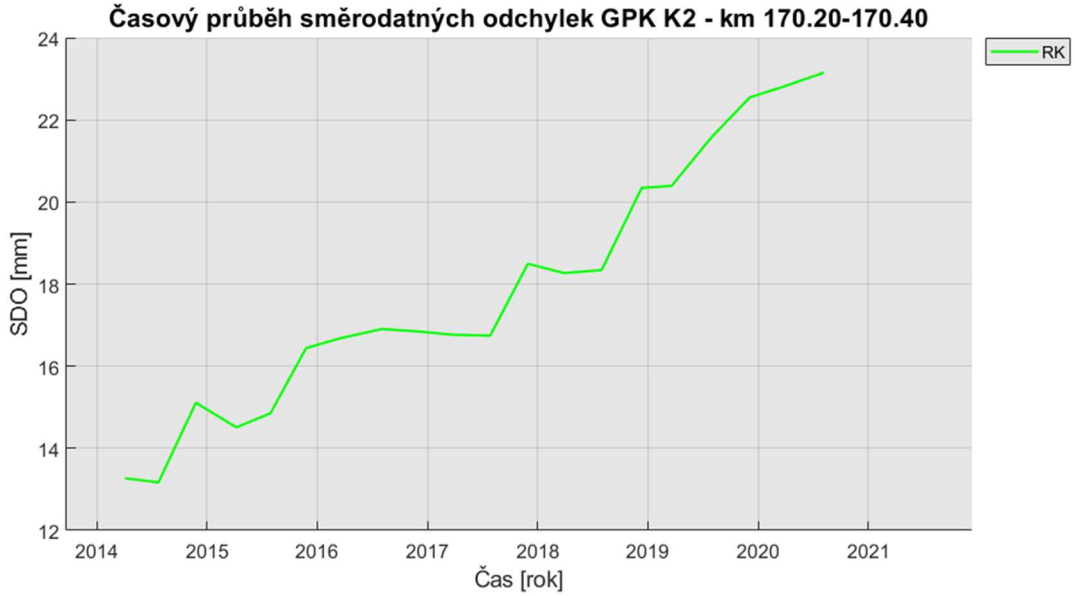

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 169.80-170.00
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

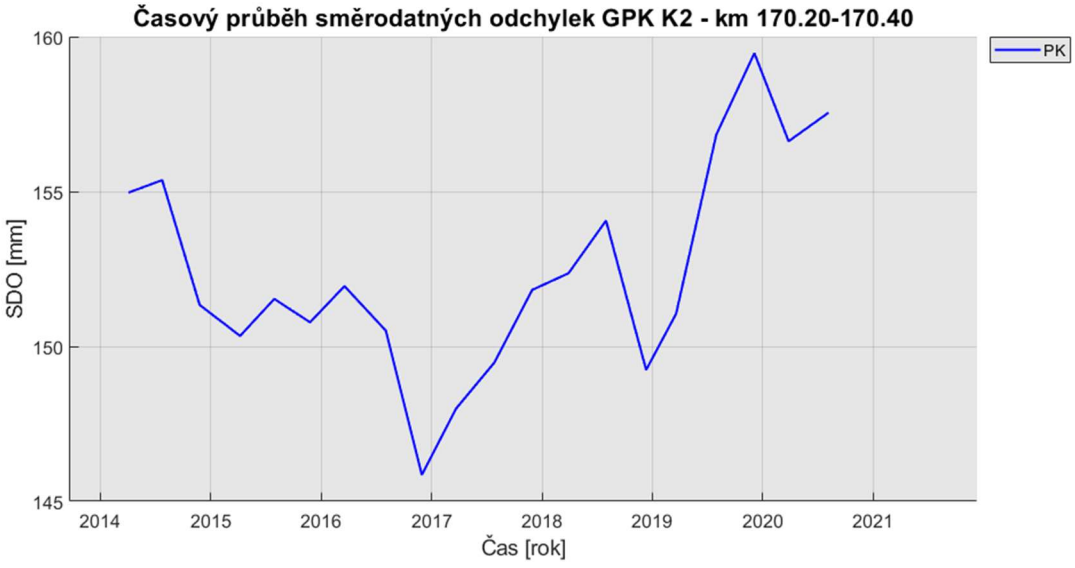

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

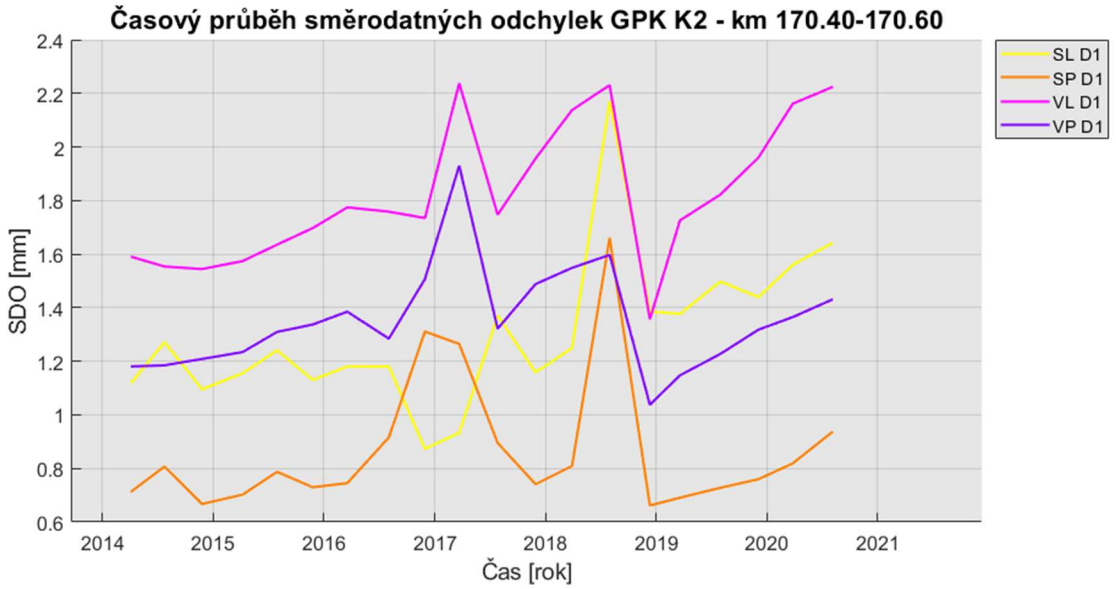

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

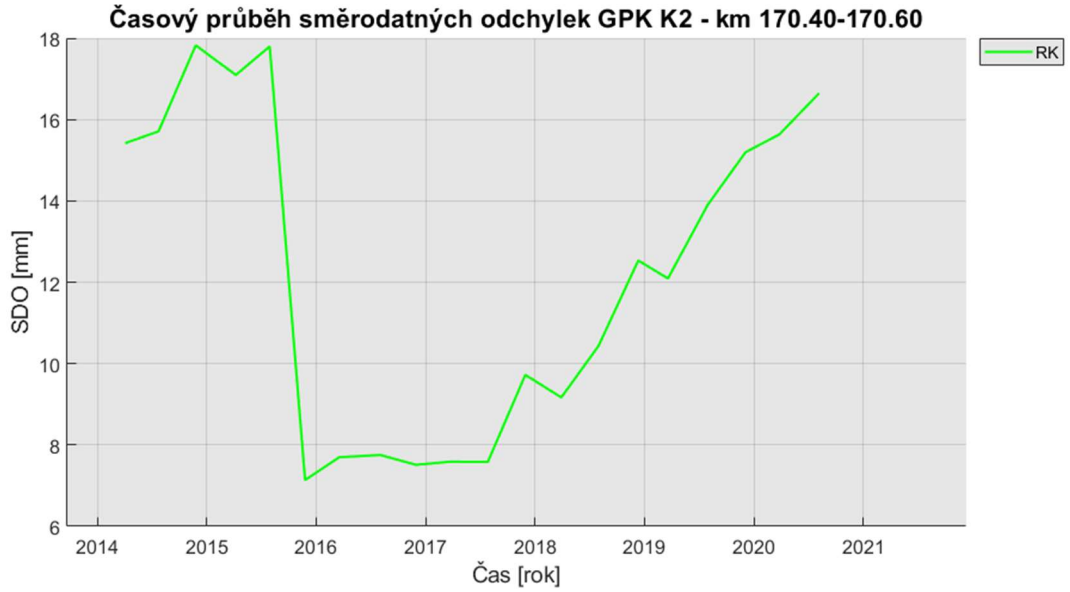

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.00-170.20
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

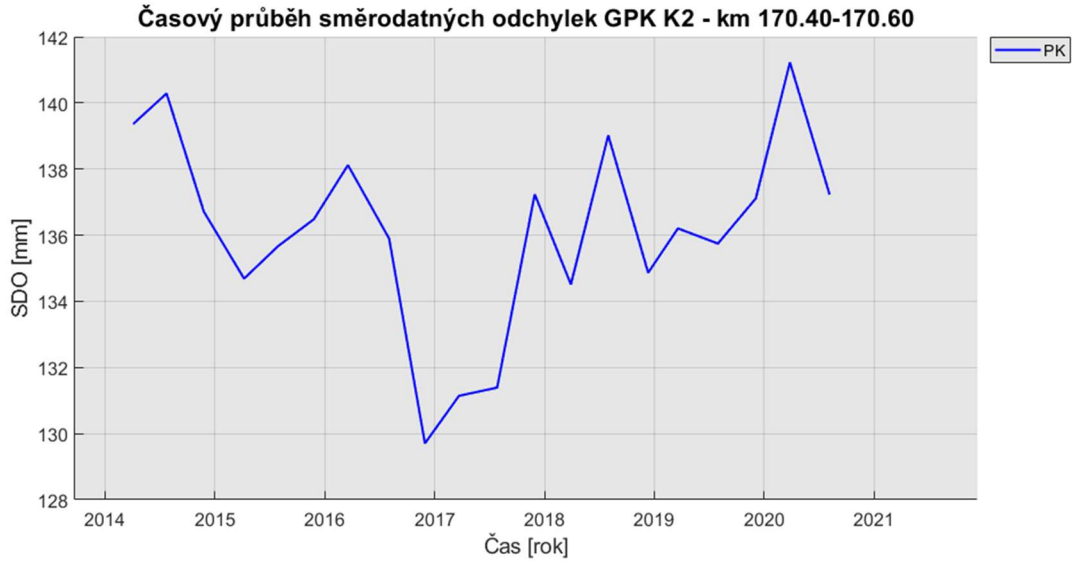

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.20-170.40
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1

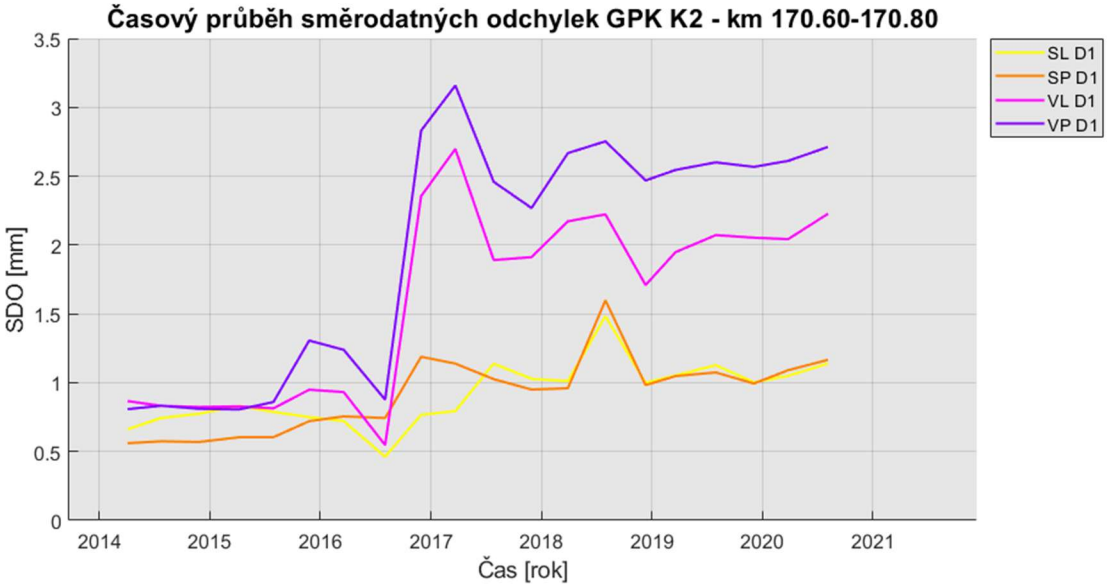

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.20-170.40
SDO [mm]
Čas [rok]
RK

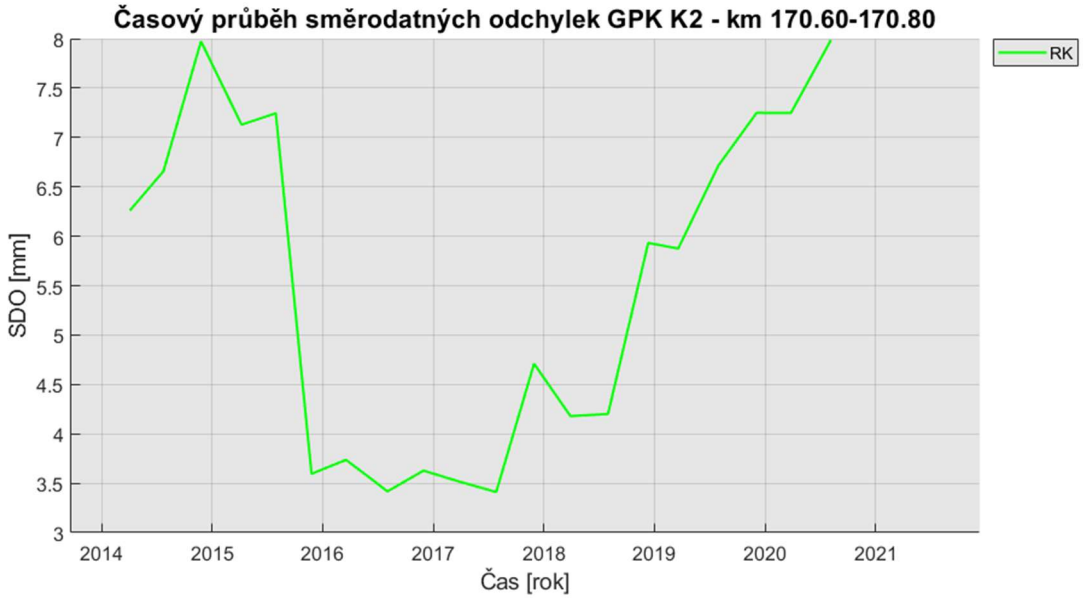

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.20-170.40
SDO [mm]
Čas [rok]
PK

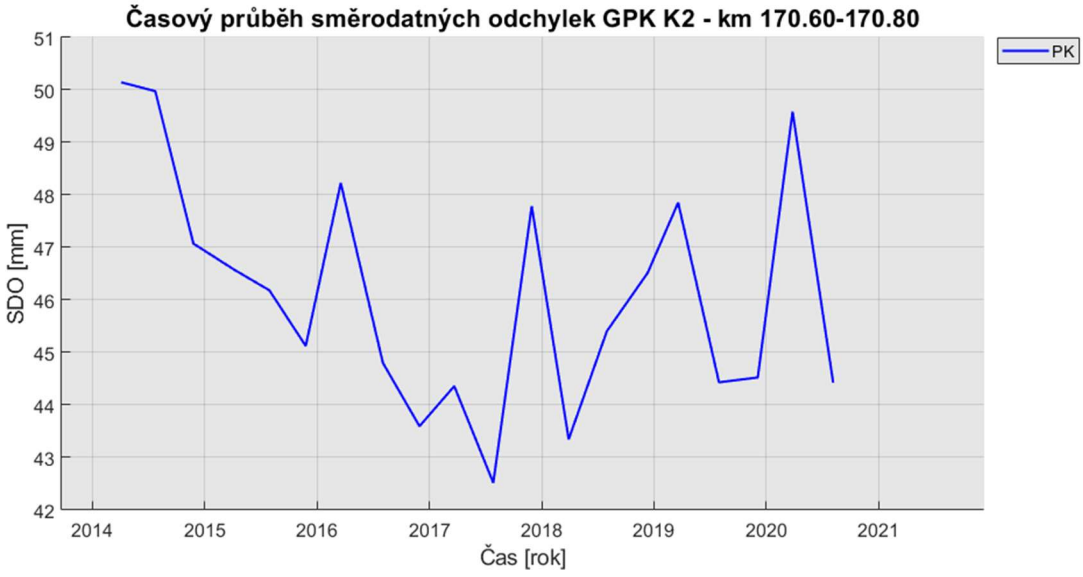

Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.40-170.60
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1


Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.40-170.60
SDO [mm]
Čas [rok]
RK


Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.40-170.60
SDO [mm]
Čas [rok]
PK


Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.60-170.80
SDO [mm]
Čas [rok]
SL D1
SP D1
VL D1
VP D1


Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.60-170.80
SDO [mm]
Čas [rok]
RK


Časový průběh směrodatných odchylek GPK K2 - km 170.60-170.80
SDO [mm]
Čas [rok]
PK