

# Nízkonákladové senzory pro měření kvality ovzduší



CENTRUM  
DOPRAVNÍHO  
VÝZKUMU

T A  
Č R

*Ing. Zbyněk Novák, Mgr. Pavel Chaloupecký, ENVltech Bohemia s.r.o.  
novak@envitech-bohemia.cz chaloupecky@envitech-bohemia.cz*

*Roman Ličbinský, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.  
roman.licbinsky@cdv.cz*



# Možnosti měření kvality ovzduší

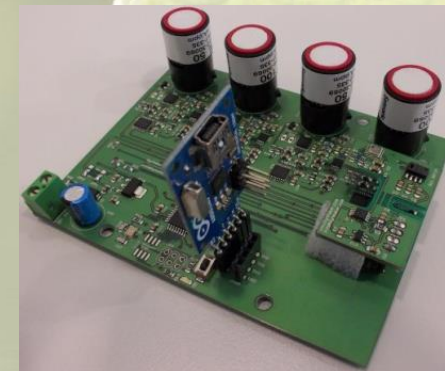
- Referenční či ekvivalentní systémy
  - + nejpřesnější možné metody, spolehlivá data
  - + návaznost na evropské standardy
  - vysoké pořizovací náklady a nákladný provoz
  - relativně řídká potenciální síť měření
- Senzorické systémy
  - + nízké pořizovací náklady
  - + možnost vybudovat hustou síť měřících bodů
  - + relativně nízké provozní náklady
  - nižší kvalita naměřených dat (možné interference)
  - nutná návaznost (validace) na referenční metody
  - životnost většiny senzorů – 1 rok



# Senzory na měření kvality venkovního ovzduší

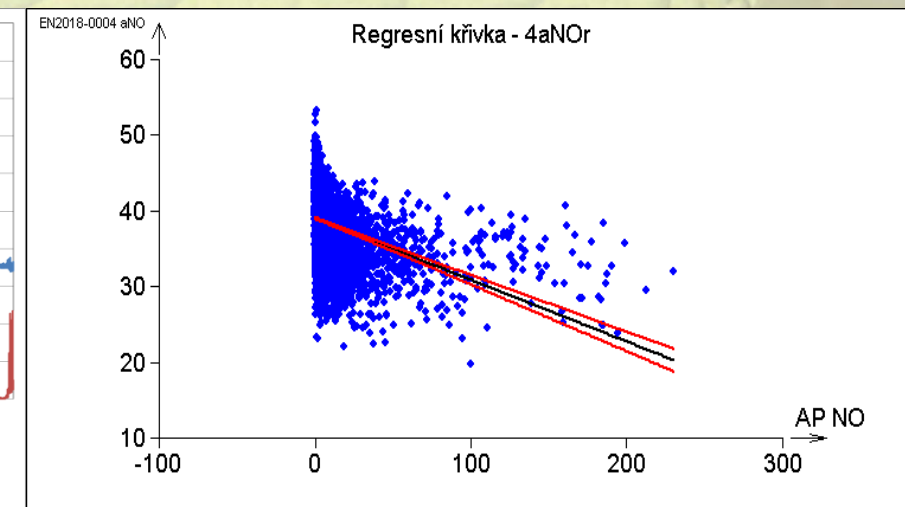
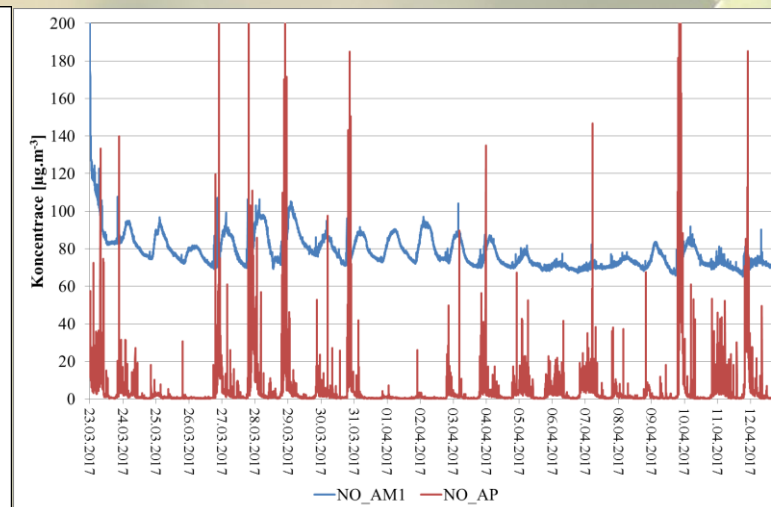
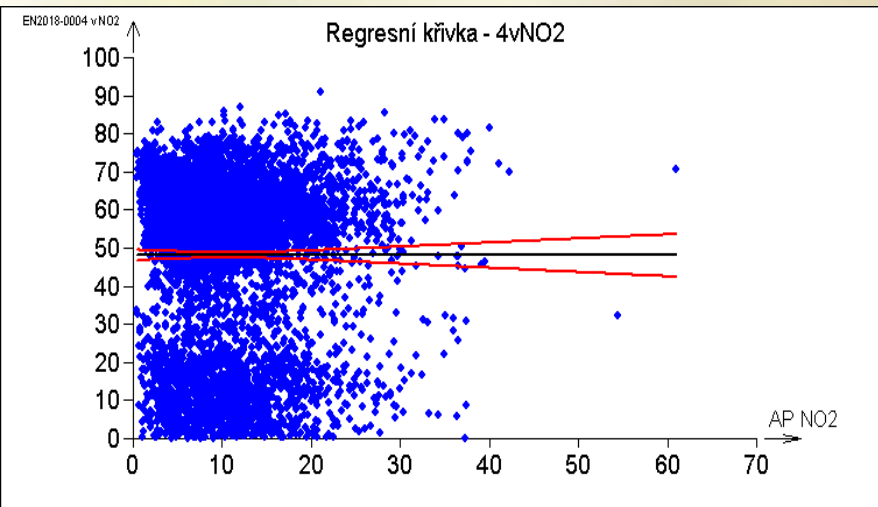
## Metody měření:

- elektrochemické senzory: NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>
- optické senzory: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>
- foto-ionizační detektory: VOC
- polovodičové senzory: NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO
- Spektroskopické senzory: NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>



# Nízkonákladové senzory

- Ne každý senzor je vhodný pro měření kvality venkovního ovzduší...
- Je třeba dbát na správné využití nízkonákladových senzorů a interpretaci dat v návaznosti na možnosti měřících metod
- Pozor na poskytování zavádějících informací veřejnosti



# Možné aplikace využití senzorických sítí

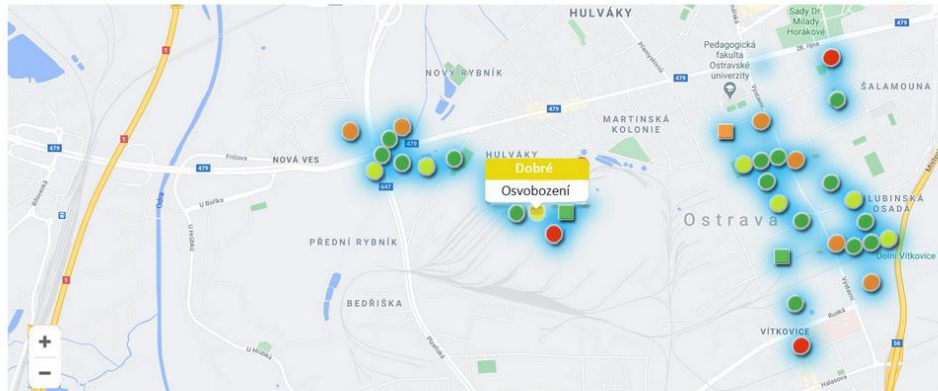
- Monitoring zdrojů zápachu –  $H_2S$ ,  $NH_3$  (např. ČOV, zemědělství, atd.)
- Síť měření imisí znečišťujících látek v městských lokalitách
- Aplikace v rámci konceptů SmartCities
- Monitoring kvality ovzduší v rámci průmyslových podniků nebo průmyslových zón
- Identifikace zdrojů znečišťování ovzduší – především v mikroměřítku
- Validace rozptylových modelů
- Indikativní monitoring kvality ovzduší v lokalitách bez přívodu elektřiny
- Vědecké projekty (např. monitoring ovzduší pomocí dronů)



# Projekt TAČR



- Název: Aplikace nízkonákladových senzorů pro měření kvality ovzduší v souvislosti s dopravními opatřeními
- Žadatel: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.
- Partner projektu: ENVitech Bohemia s.r.o.



○ Senzorické stanice ■ Referenčné stanice



# Cíle projektu

- Otestování co možná největšího počtu senzorů
- Vytvoření funkčního vzorku
- Vypracování metodiky pro jeho používání
- Uvedení do praxe



Název senzoru	Měřené látky	Rozsah měření
Cairsens NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	0,02 - 0,25 ppm
Cairsens NM VOC	Suma těkavých organických látek (VOC)	0,01 – 16 ppm
Cairsens CO	CO	0,05 – 20 ppm
Alphasense B43F	NO <sub>2</sub>	do 20 ppm
Alphasense B4	NO	do 20 ppm
Alphasense PID-AH2	Suma těkavých organických látek (VOC)	do 50 ppm
Alphasense B4	CO	do 1000 ppm
Alphasense OPC-N2	Prašné částice – frakce PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>1.0</sub>	0,38 - 17 μm
Winsen ME3-NO2	NO <sub>2</sub>	0,1 – 20 ppm
Winsen ZP01-MP503	Suma těkavých organických látek (VOC), po dodání zjištěno, že uvedený senzor je nevhodný pro požadovanou aplikaci	nevhodný
Winsen ME3-CO	CO	0,5 – 1000 ppm
Plantower	Prašné částice – frakce PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>1.0</sub>	0,3 - 10 μm
Aeroqual AQY	O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>2.5</sub> , meteorologie	O <sub>3</sub> 0,1 – 200 ppb NO <sub>2</sub> : 0,1 – 500 ppb PM 0 - 1000 μg/m <sup>3</sup>



# Sestavení měřících jednotek



- Měřící box s napájením
- Systém odběru vzorku
- Komunikační jednotka
- Meteorologická čidla



# Testování – areál CDV, ul. Svatoplukova, Brno



# Sestavení funkčního vzorku – jednotka enviSENS

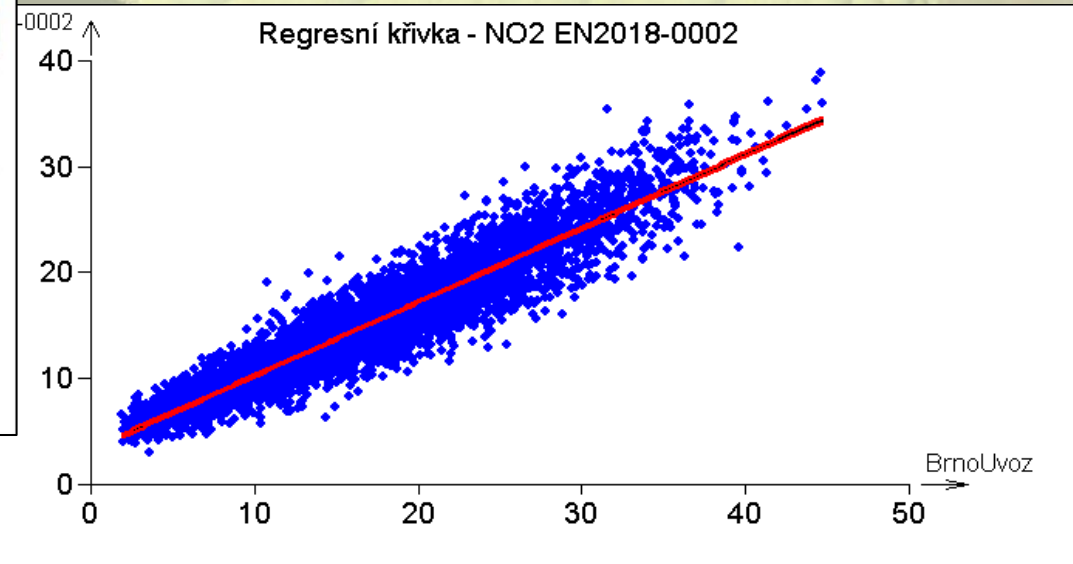
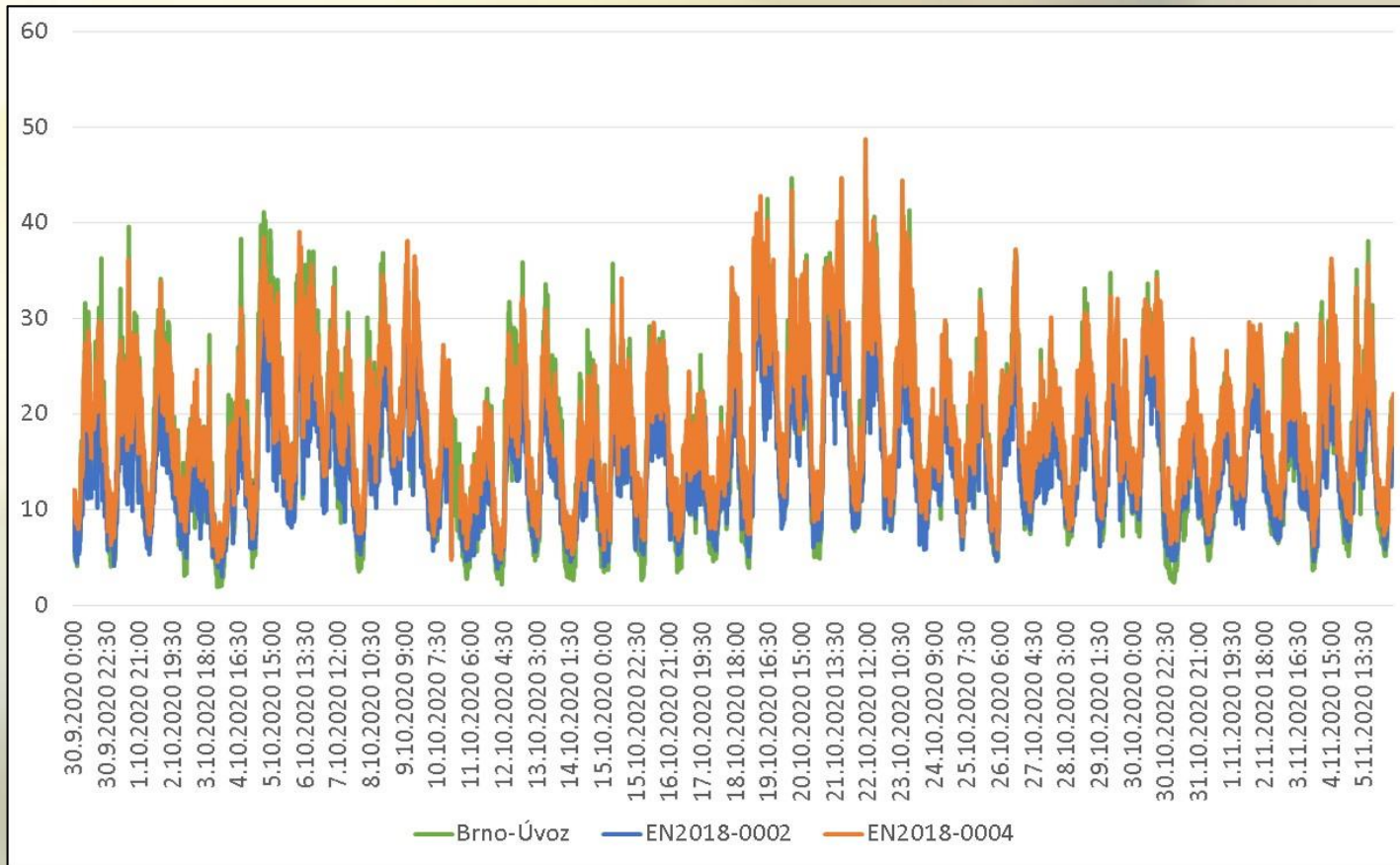


- měřicí box (231 x 125 x 90 mm)
- senzor NO<sub>2</sub> - ENVEA Cairclip NO2
- senzor CO - ENVEA Cairclip CO
- senzor PM<sub>x</sub> - Plantower PMS5003
- GSM komunikační modul
- napájení ze sítě (230 V, 50 Hz)

# Testování funkčního vzorku – Brno Úvoz

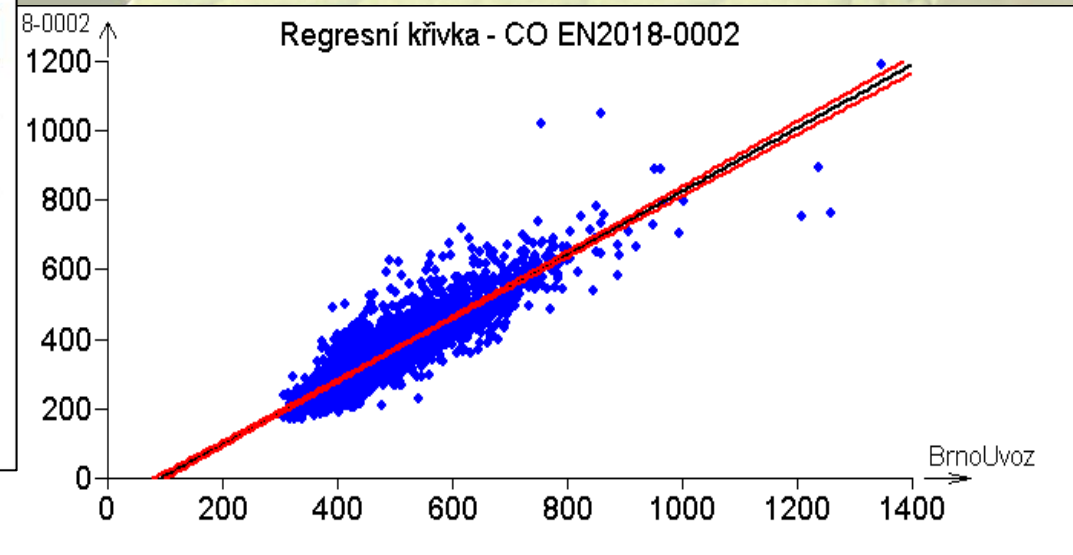
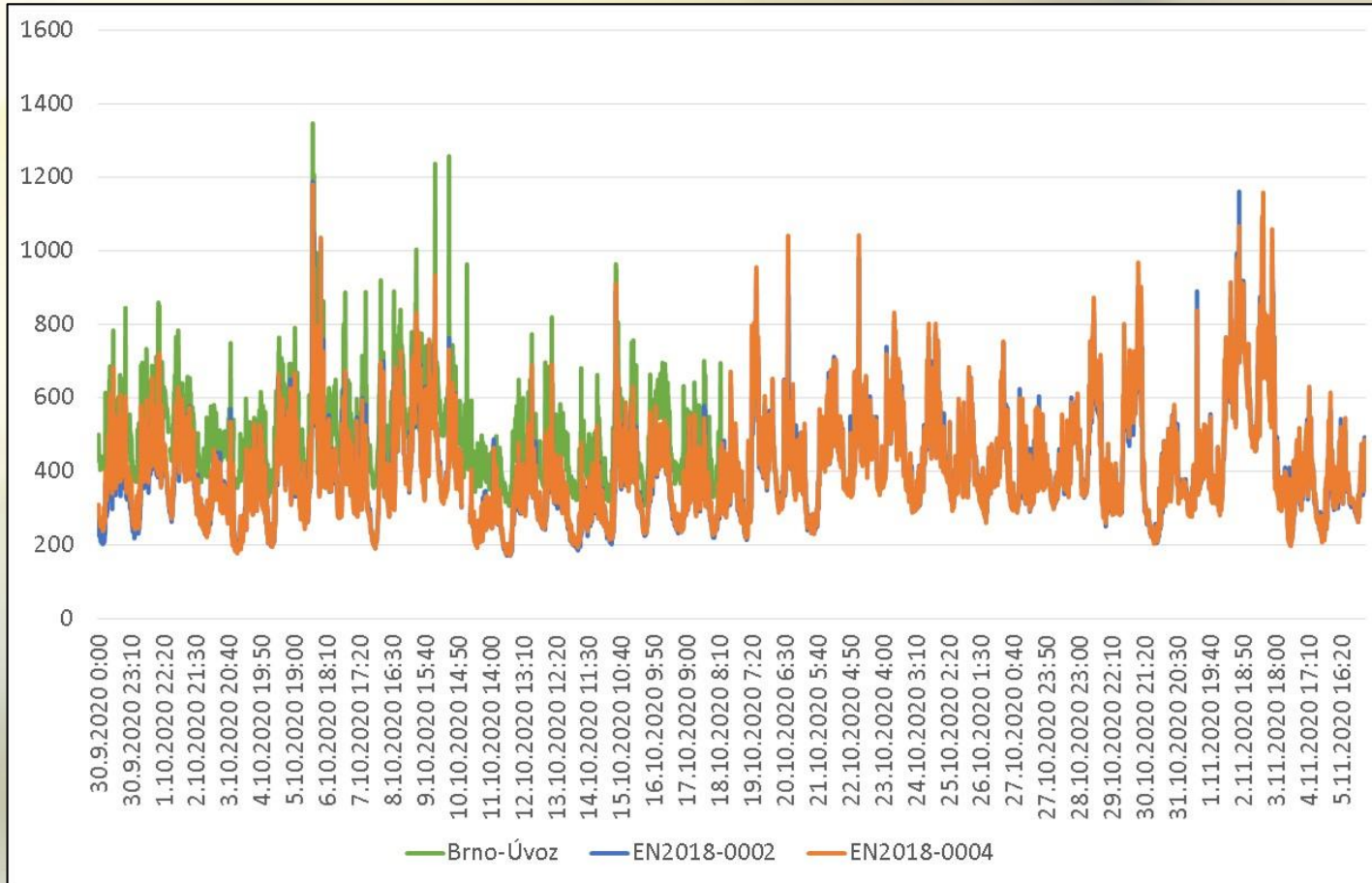


# Testování funkčního vzorku – NO<sub>2</sub>



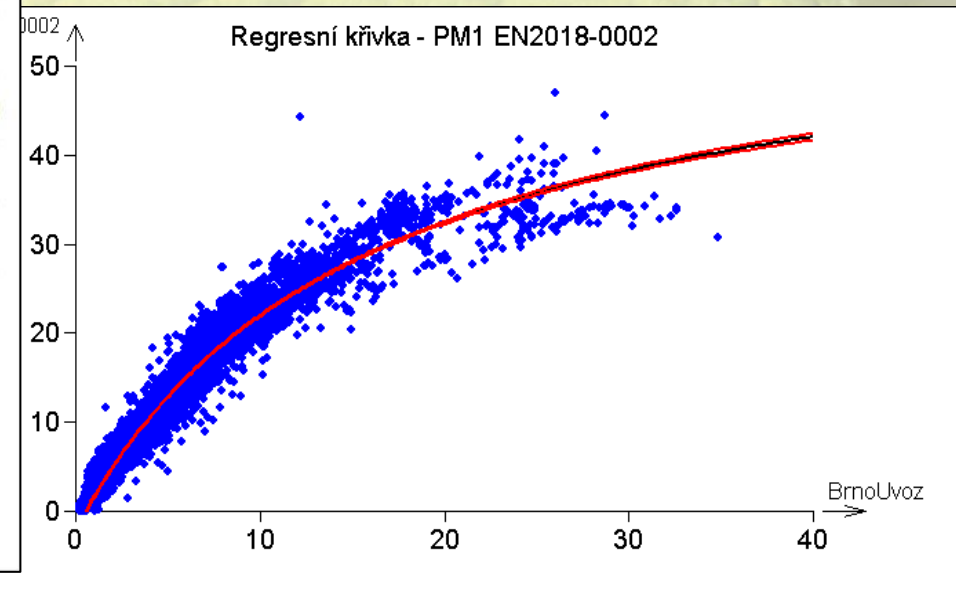
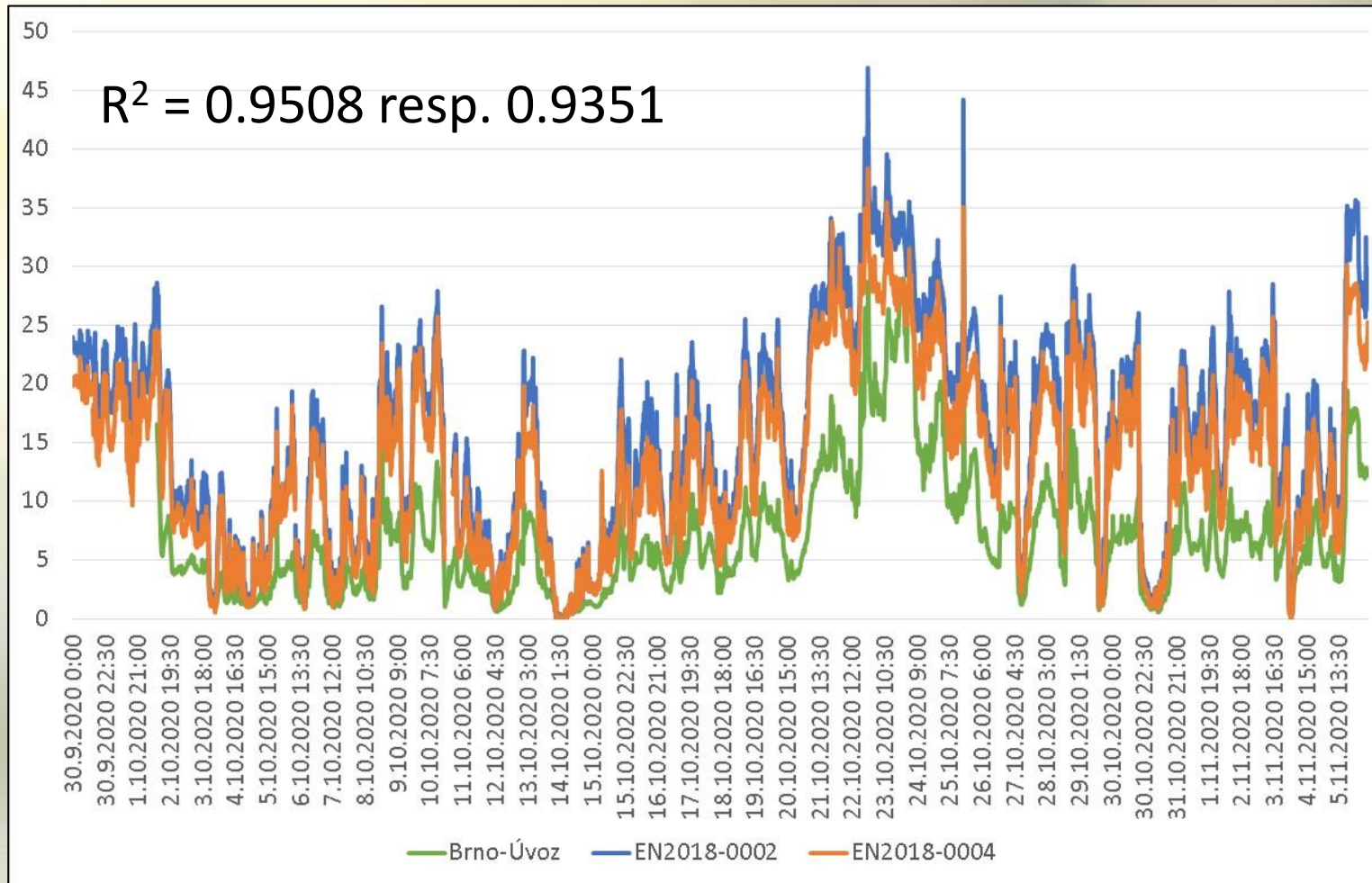
$R^2 = 0.8863$  resp.  $0.8996$

# Testování funkčního vzorku – CO

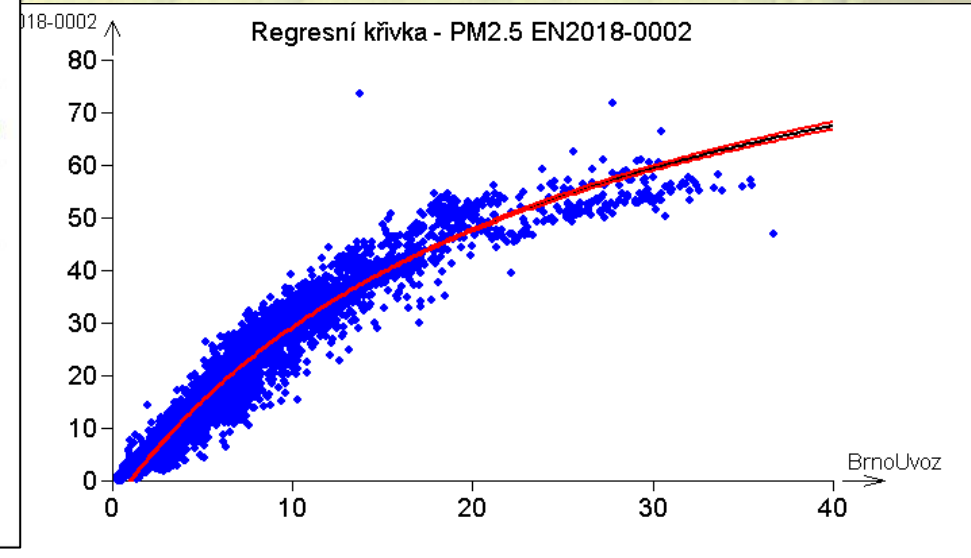
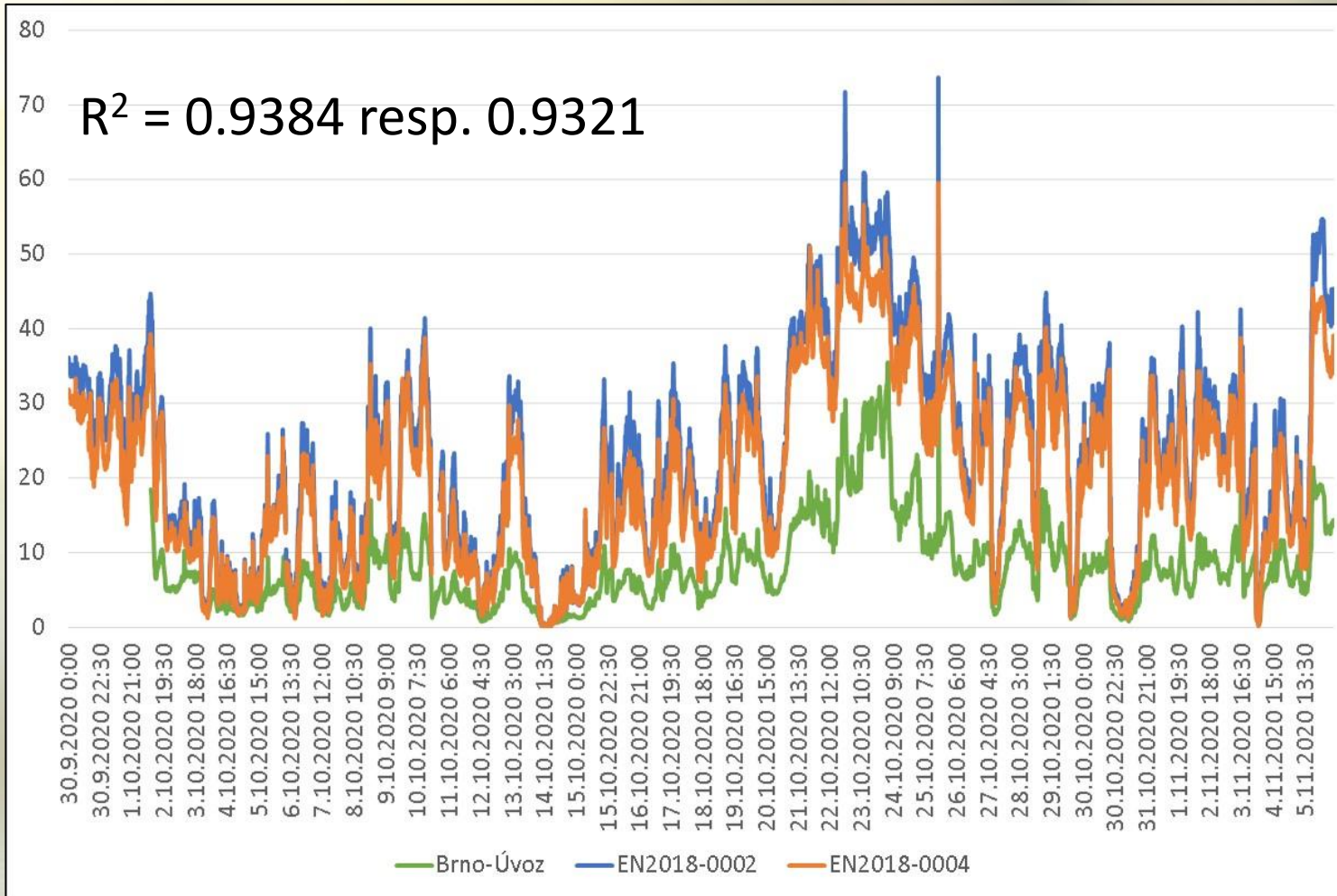


$R^2 = 0.7892$  resp.  $0.8044$

# Testování funkčního vzorku – PM<sub>1</sub>

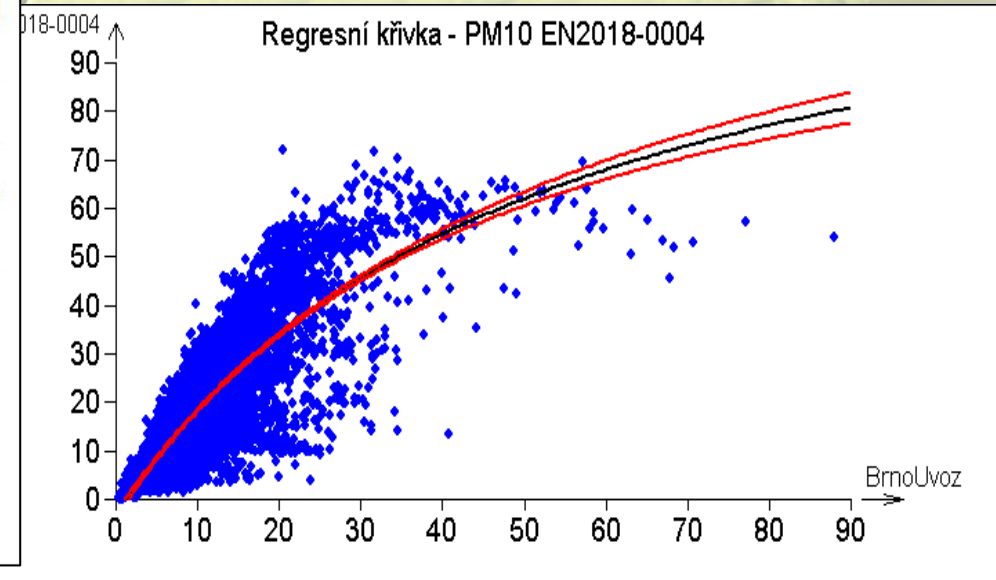
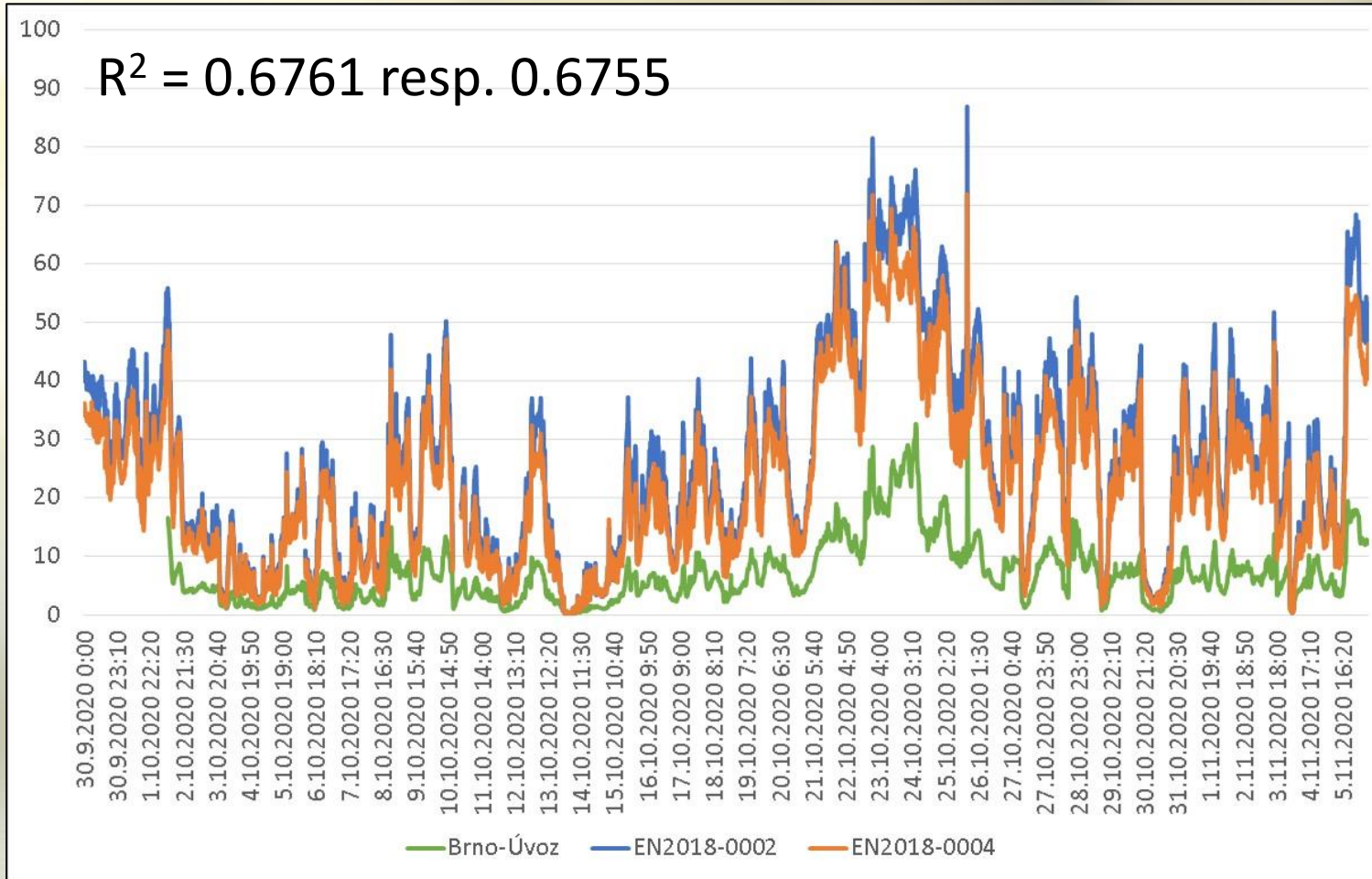


# Testování funkčního vzorku – PM<sub>2.5</sub>





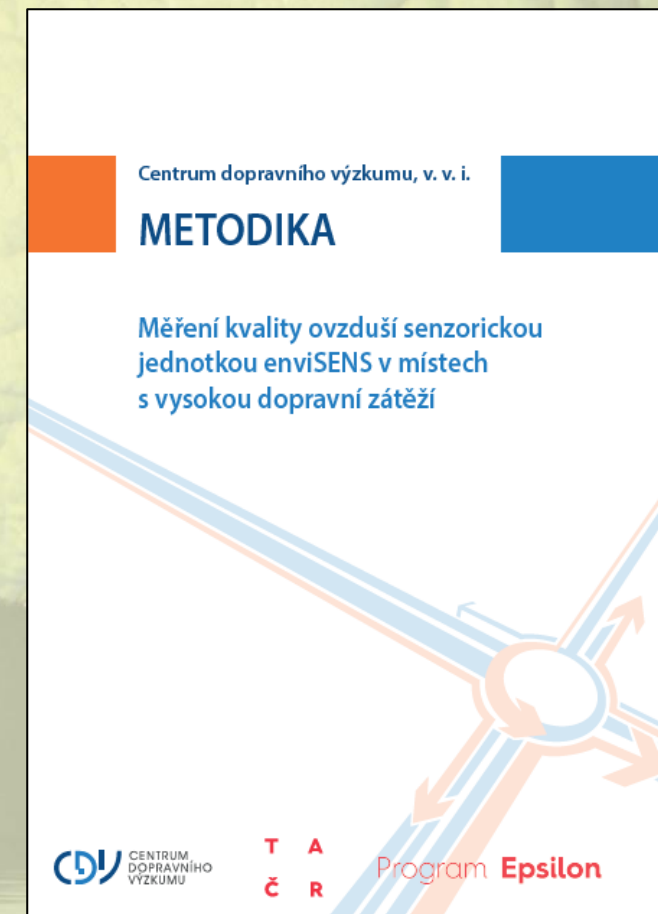
# Testování funkčního vzorku – PM<sub>10</sub>



# Metodika měření kvality ovzduší jednotkou enviSENS



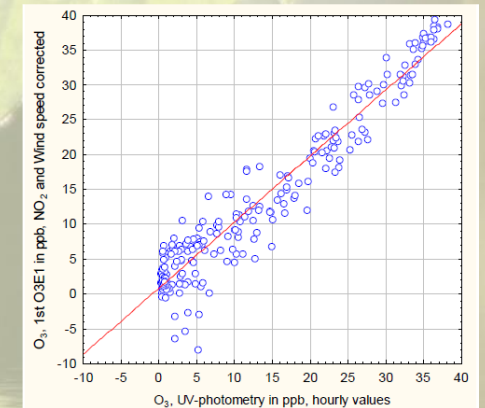
- Metodika schválená Ministerstvem dopravy pod č. j. MD-634/2021-710/7
- Recenzovaná odborníky z oboru
- Doporučení pro realizaci měření, vyhodnocení a interpretaci dat získaných přístrojem enviSENS



# Senzory na měření kvality ovzduší

Srovnání s referenčními přístroji:

- „Kalibrace“ senzorů x validace dat
- Nezbytné před instalací i během provozu
- V měřicí síti nutnost srovnání senzorů navzájem
- Je třeba dbát na správnou interpretaci dat
- Měření žádným senzorem nedosahuje kvality měření referenčními přístroji!!!



# Děkuji Vám za pozornost!



**T**

**A**



CENTRUM  
DOPRAVNÍHO  
VÝZKUMU

**Č**

**R**

**Zbyněk Novák**

novak@envitech-bohemia.cz

telefon: +420 607 998 279

**Pavel Chaloupecký**

chaloupecky@envitech-bohemia.cz

telefon: +420 724 095 133

**Envitech Bohemia s. r. o.**

Ovocná 34/1021, 161 00 Praha 6

www.envitech-bohemia.cz

**Roman Ličbinský**

roman.licbinsky@cdv.cz

telefon: +420 541 641 371

**Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.**

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

www.cdv.cz