

VÝVOJ KONCENTRACÍ PŘÍZEMNÍHO OZONU NA VYBRANÝCH
STANICÍCH IMISNÍHO MONITORINGU V ČESKÉ REPUBLICE, JEJICH
KORELACE S METEOROLOGICKÝMI PRVKY A S TÍM SPOJENÁ
MOŽNOST ODHADU DENNÍ MAXIMÁLNÍ KONCENTRACE O₃

Jáchym Brzezina, Adéla Svejková

ČHMÚ Brno



Přízemní (troposférický) ozon (O_3)



- sekundární polutant
- vznik složitými fotochemickými reakcemi z prekurzorů (oxidy dusíku, těkavé organické látky s výjimkou metanu)
- nejvyšší koncentrace na dopravně méně zatížených lokalitách v horkých, jasných dnech
- imisní limit překračován na významném podílu území České republiky
- stanoven imisní limit pro ochranu zdraví i pro ochranu ekosystémů
- při vysokých koncentracích ($> 180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) vyhlášení smogové situace (tzv. fotochemický/losangeleský smog)



Situace v České republice

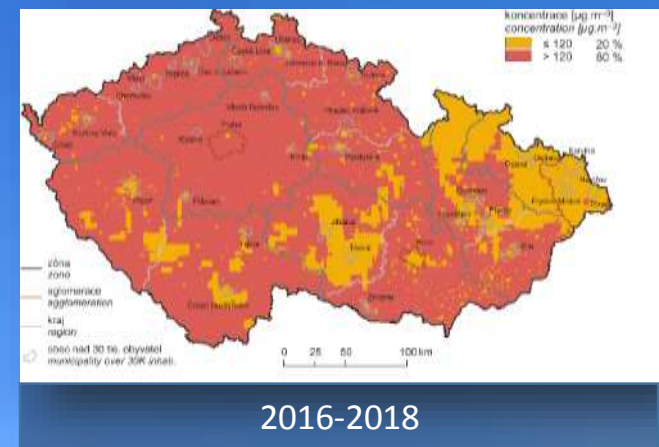
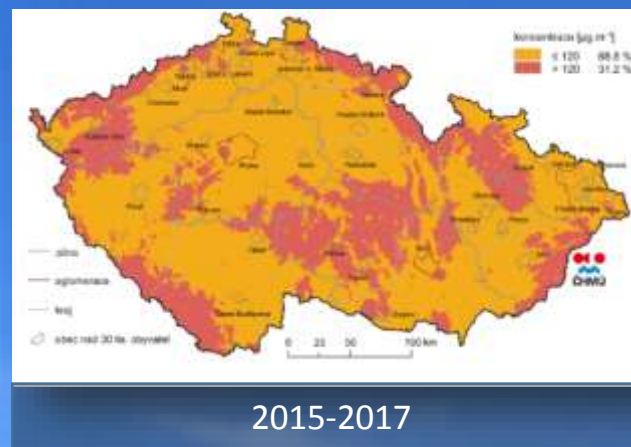
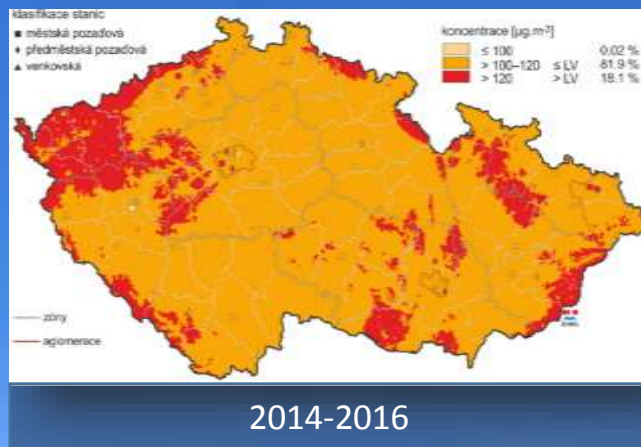
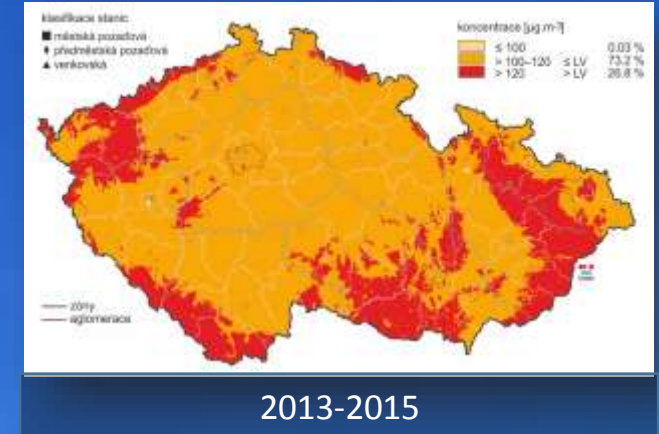
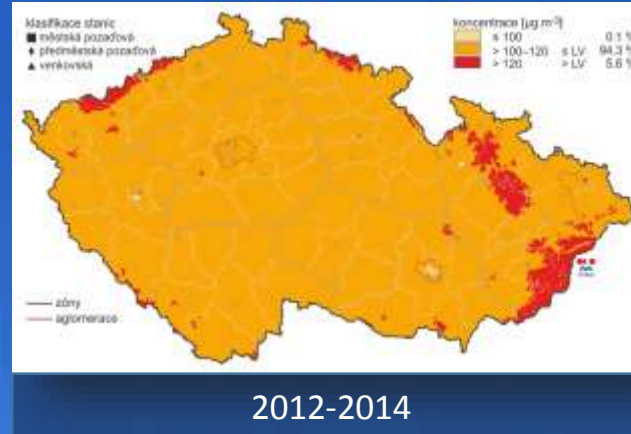
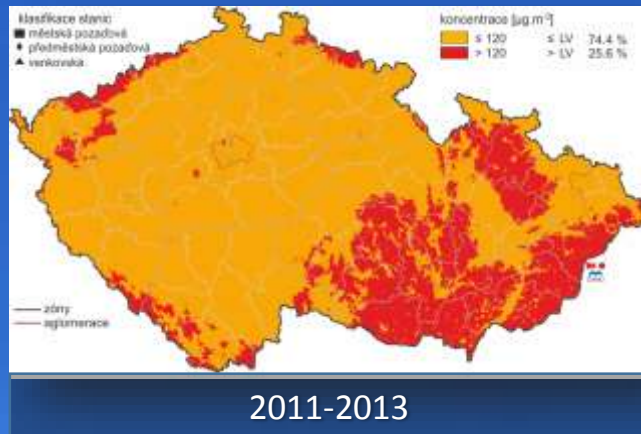


- 49 stanic v České republice se souvislou řadou koncentrací ozonu alespoň 10 až 15 let
 - 3 dopravní stanice
 - 14 pozadových městských stanic
 - 10 pozadových předměstských stanic
 - 22 pozadových venkovských stanic
- hodnoceno patnáctileté období 2004-2018



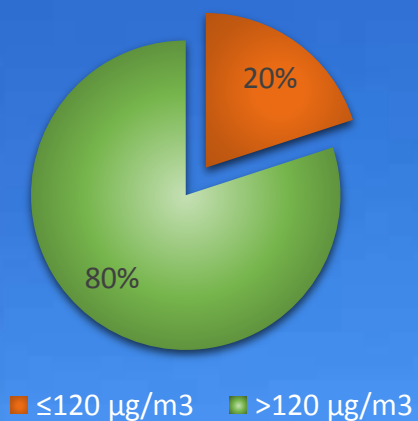
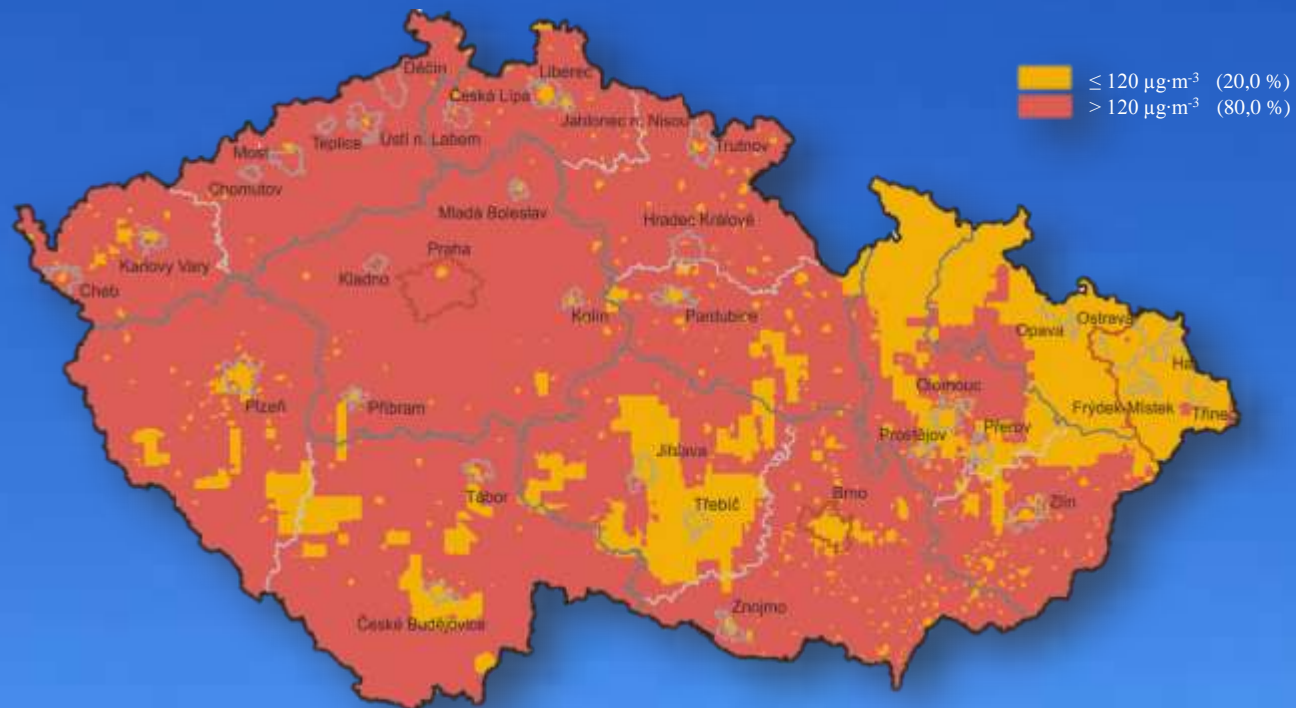
pozadová předměstská stanice imisního monitoringu Brno-Tuřany

Situace - dlouhodobě



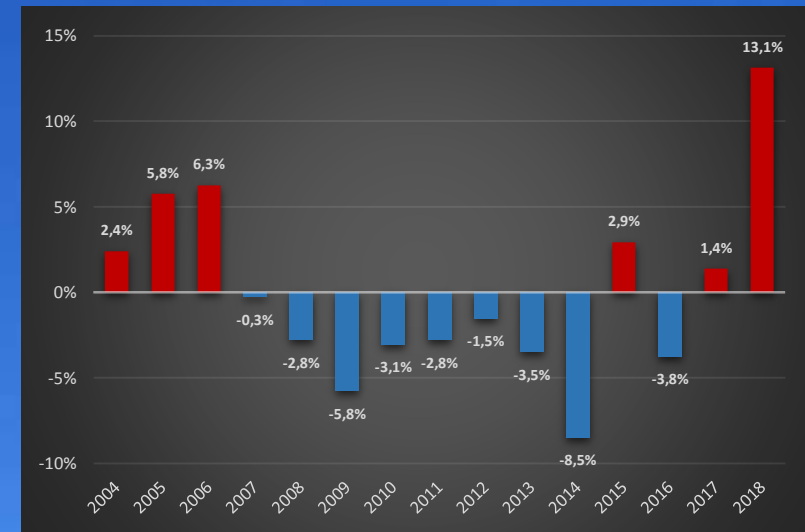
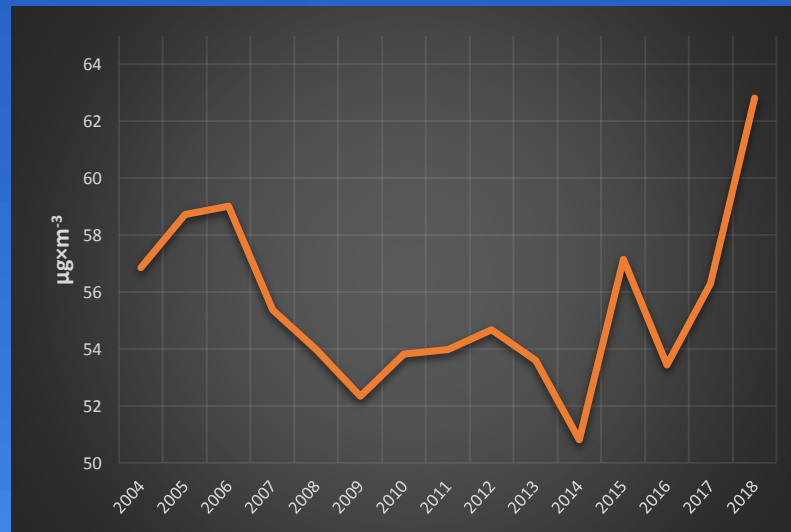
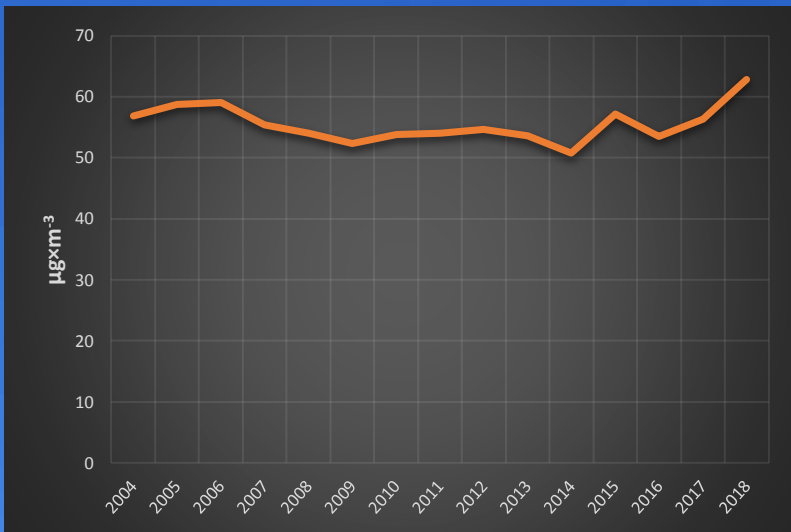
Pole 26. nejvyššího maximálního denního 8h klouzavého průměru koncentrace přízemního ozonu v průměru za 3 roky, 2016-2018

Situace 2016-2018



Pole 26. nejvyššího maximálního denního 8h klouzavého průměru koncentrace přízemního ozonu v průměru za 3 roky, 2016-2018

Roční průměrná koncentrace



Průměr ročních průměrných koncentrací O₃ na vybraných stanicích za období 2004-2018 s absolutní škálou (vlevo) a adjustovanou škálou (uprostřed). Vpravo pak rozdíl v jednotlivé roky od celkového průměru za celé období.

Roční průměrná koncentrace



Rozdíl od průměru 2004-2018 jako průměr pro všechny analyzované stanice konkrétního typu (dopravní a pozad'ové).

Podíl z průměru 15letého průměru pro jednotlivé měsíce



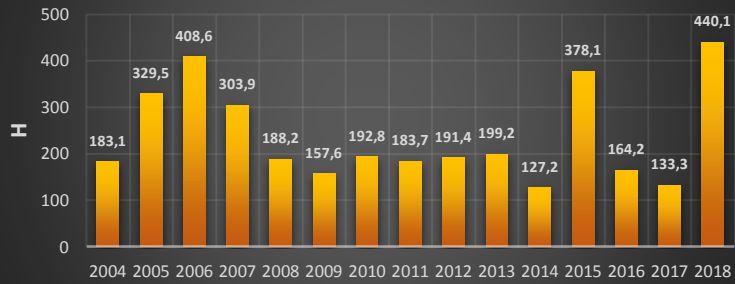
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2004	108.53%	116.68%	109.77%	104.02%	96.29%	95.35%	93.08%	106.86%	106.96%	98.42%	104.97%	89.92%
2005	115.67%	121.44%	121.63%	107.06%	108.70%	107.60%	97.11%	88.23%	104.47%	114.22%	90.76%	97.15%
2006	100.57%	107.97%	116.12%	102.73%	108.23%	110.04%	123.40%	85.32%	111.30%	108.38%	109.50%	90.22%
2007	112.45%	83.34%	94.44%	107.79%	104.78%	104.03%	99.08%	97.71%	88.11%	92.09%	111.48%	94.38%
2008	100.05%	93.88%	104.72%	94.98%	100.92%	104.46%	97.03%	97.72%	89.55%	88.56%	100.66%	96.68%
2009	82.19%	87.46%	92.96%	111.02%	97.47%	89.28%	87.67%	100.20%	102.95%	90.98%	92.43%	84.60%
2010	93.11%	113.05%	100.83%	97.00%	81.84%	99.43%	108.13%	92.43%	88.05%	101.93%	97.31%	103.51%
2011	95.79%	94.51%	94.77%	100.93%	103.87%	98.54%	86.19%	88.88%	95.47%	101.14%	97.54%	116.28%
2012	111.51%	92.65%	90.26%	97.82%	108.63%	95.54%	92.55%	106.10%	98.43%	99.36%	92.71%	97.75%
2013	93.88%	97.48%	109.25%	99.88%	82.89%	88.84%	103.01%	102.39%	87.00%	100.29%	98.72%	94.55%
2014	69.86%	90.63%	91.87%	89.37%	91.93%	99.75%	99.82%	85.90%	89.30%	85.97%	84.16%	107.46%
2015	106.22%	99.48%	93.58%	96.58%	92.30%	100.77%	111.52%	130.95%	102.17%	85.37%	118.47%	91.61%
2016	92.31%	101.39%	84.28%	88.73%	106.26%	93.62%	90.66%	92.29%	123.44%	84.83%	97.76%	103.09%
2017	115.41%	95.54%	96.07%	94.00%	99.31%	107.40%	92.57%	102.51%	89.84%	111.40%	105.10%	116.40%
2018	102.44%	104.52%	99.45%	108.08%	116.58%	105.35%	118.20%	122.51%	122.96%	137.07%	98.42%	116.40%

Podíl z průměru celkového průměru pro daný měsíc v jednotlivé roky.

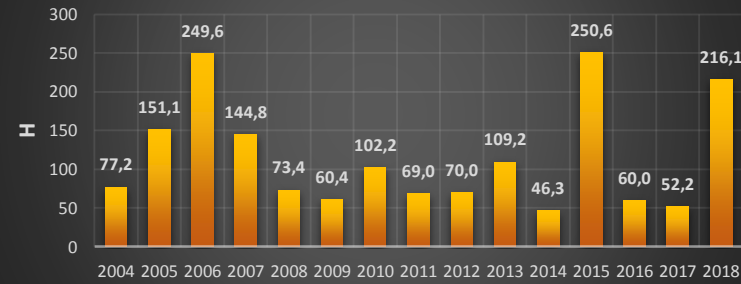
Rozložení



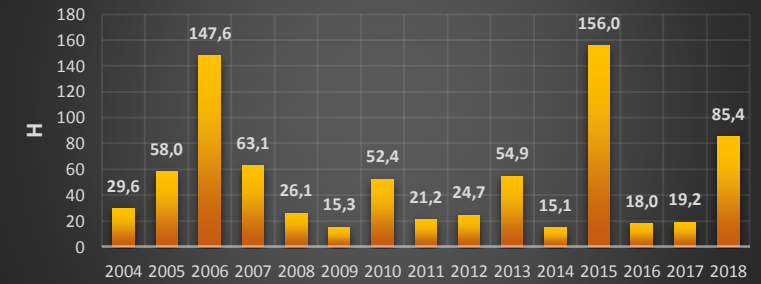
> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



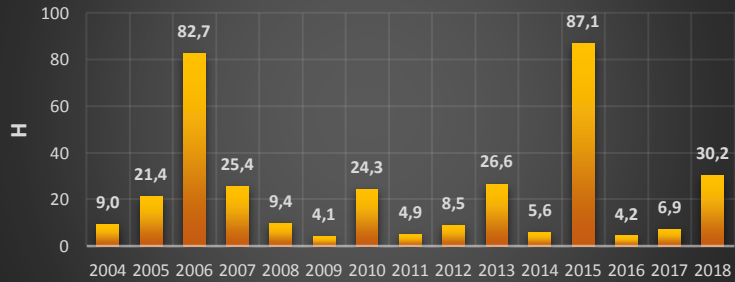
> 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



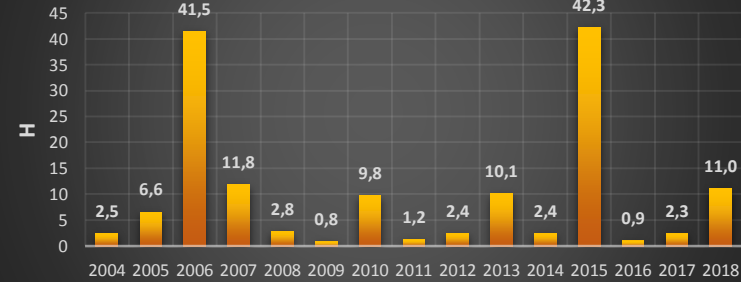
> 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



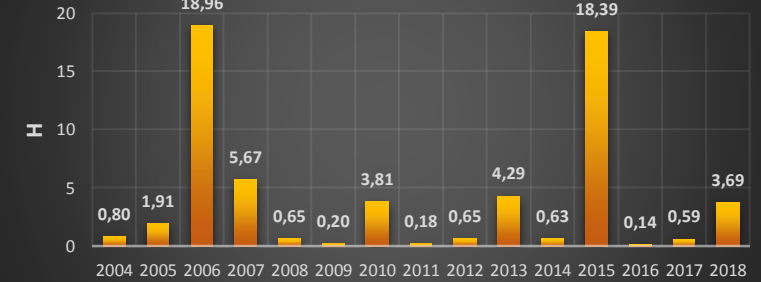
> 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



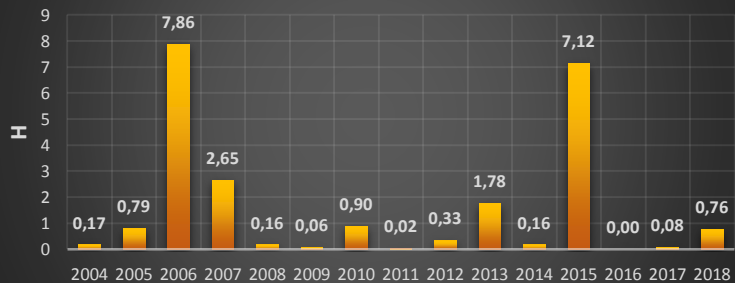
> 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



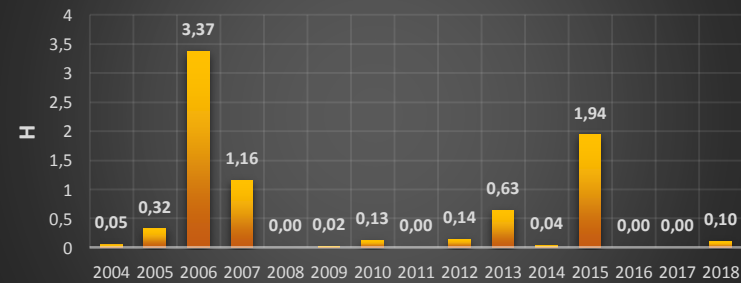
> 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



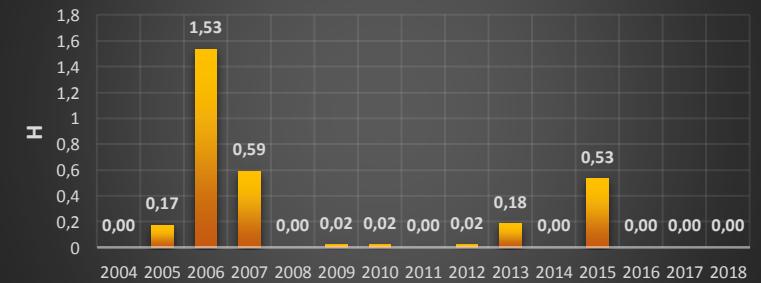
> 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



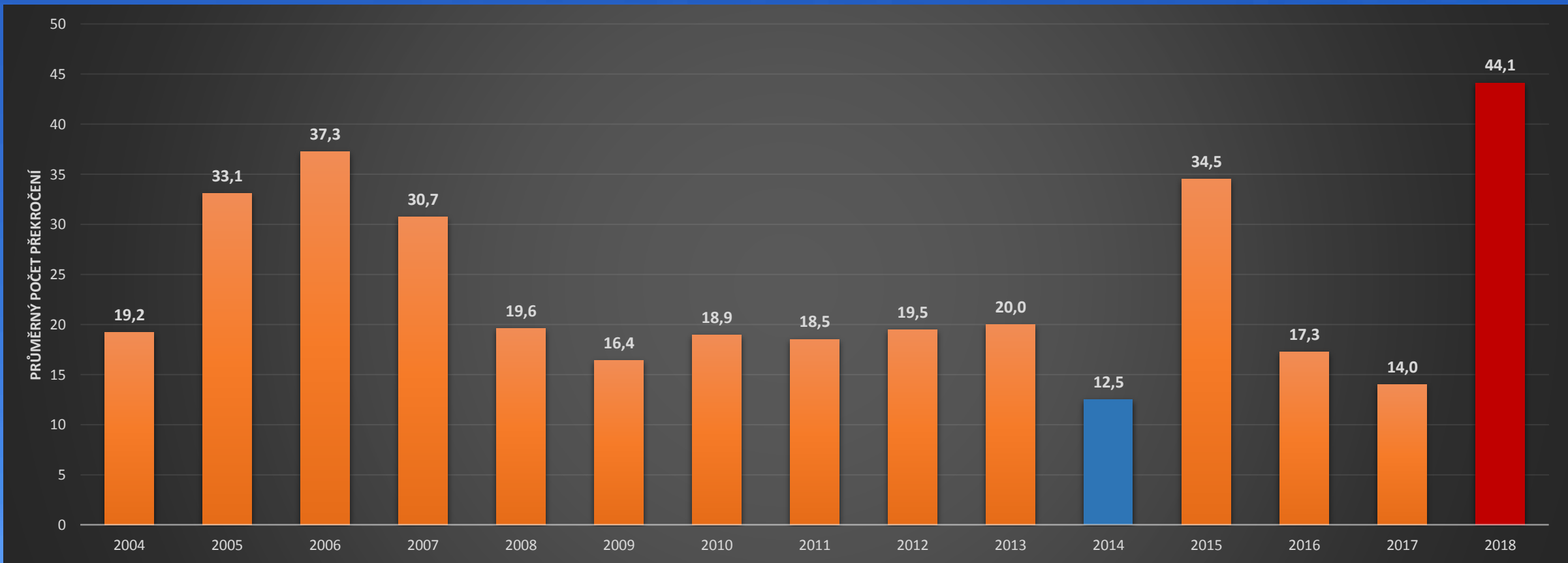
> 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



> 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Počet překročení 8h klouzavého průměru $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

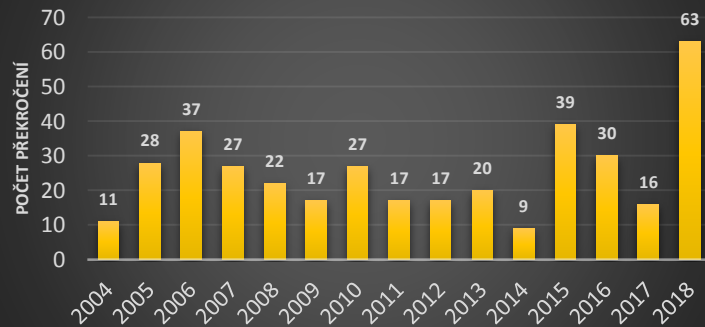


Průměrný počet překročení 8h klouzavého průměru $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v jednotlivých letech (průměr pro všech 49 analyzovaných stanic).

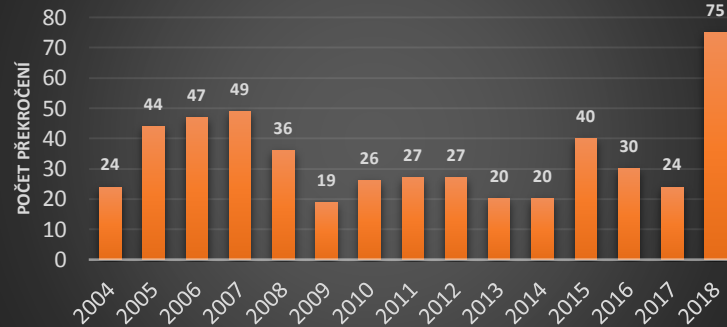
Počet překročení 8h klouzavého průměru $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$



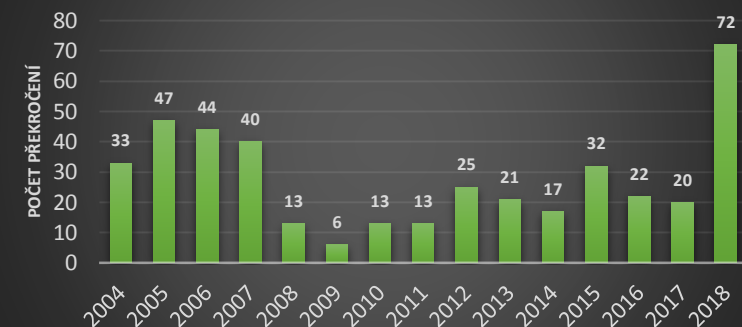
Praha 5 - Stodůlky



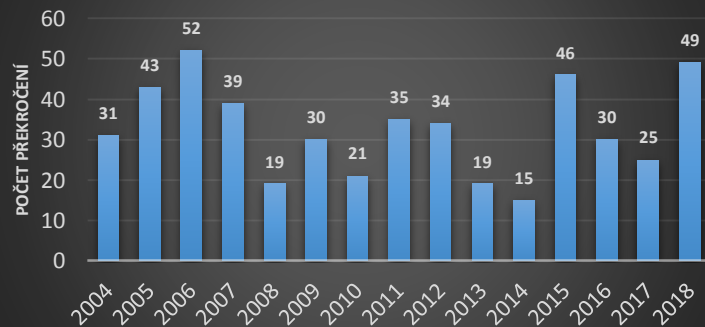
Sněžník



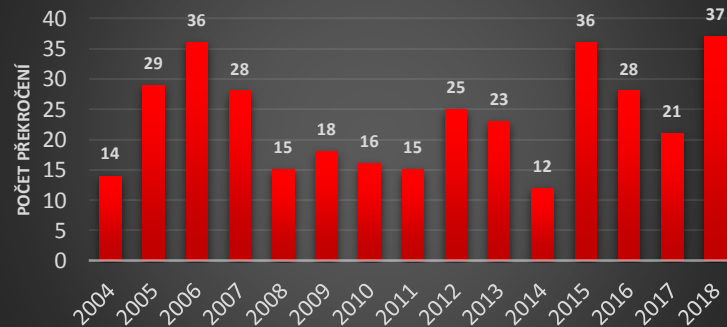
Ústí nad Labem - Kočkov



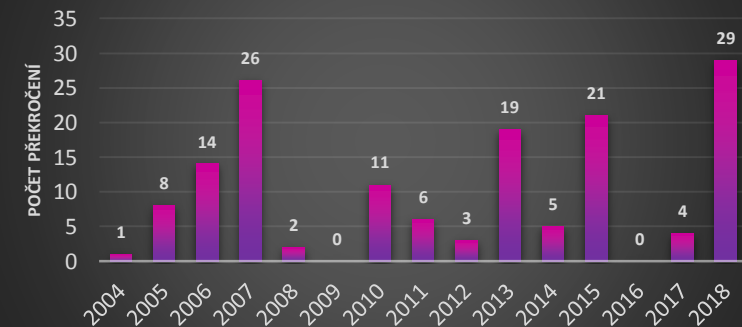
Brno - Tuřany



Ostrava - Fifejdy

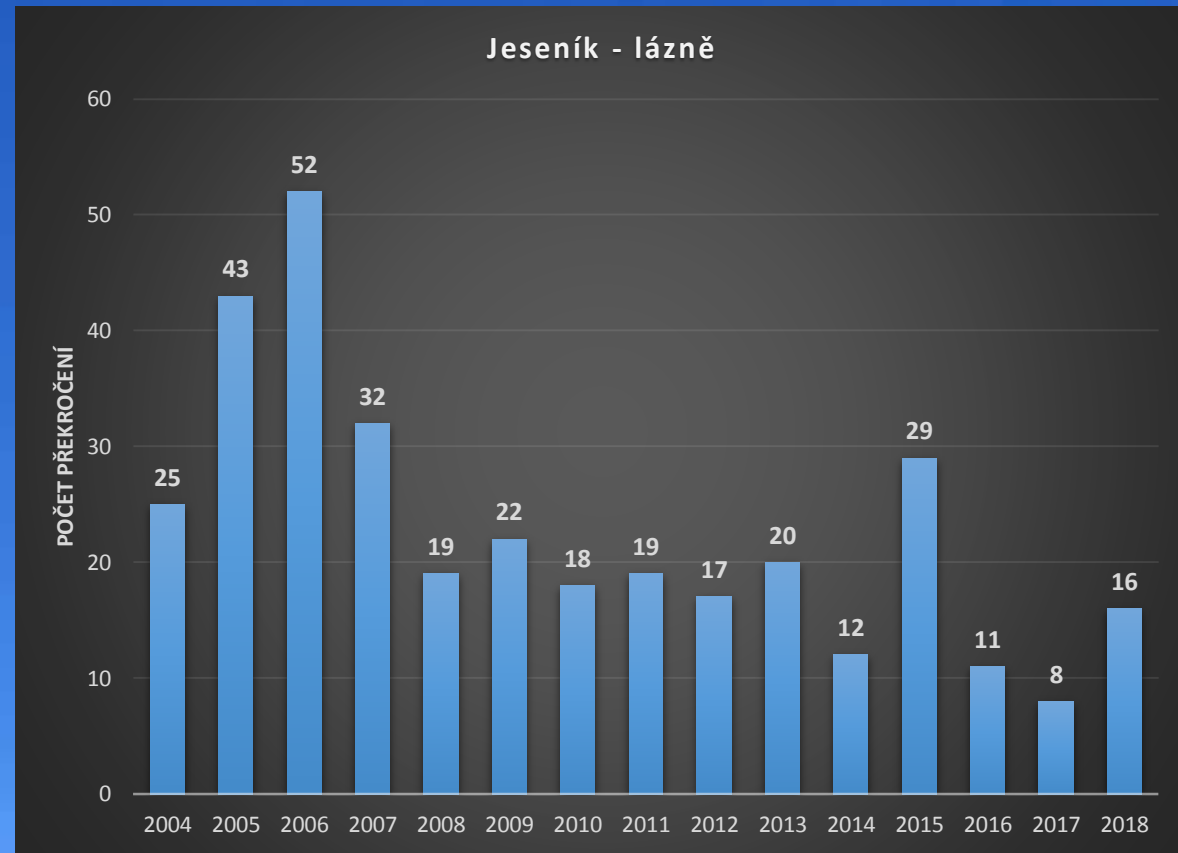
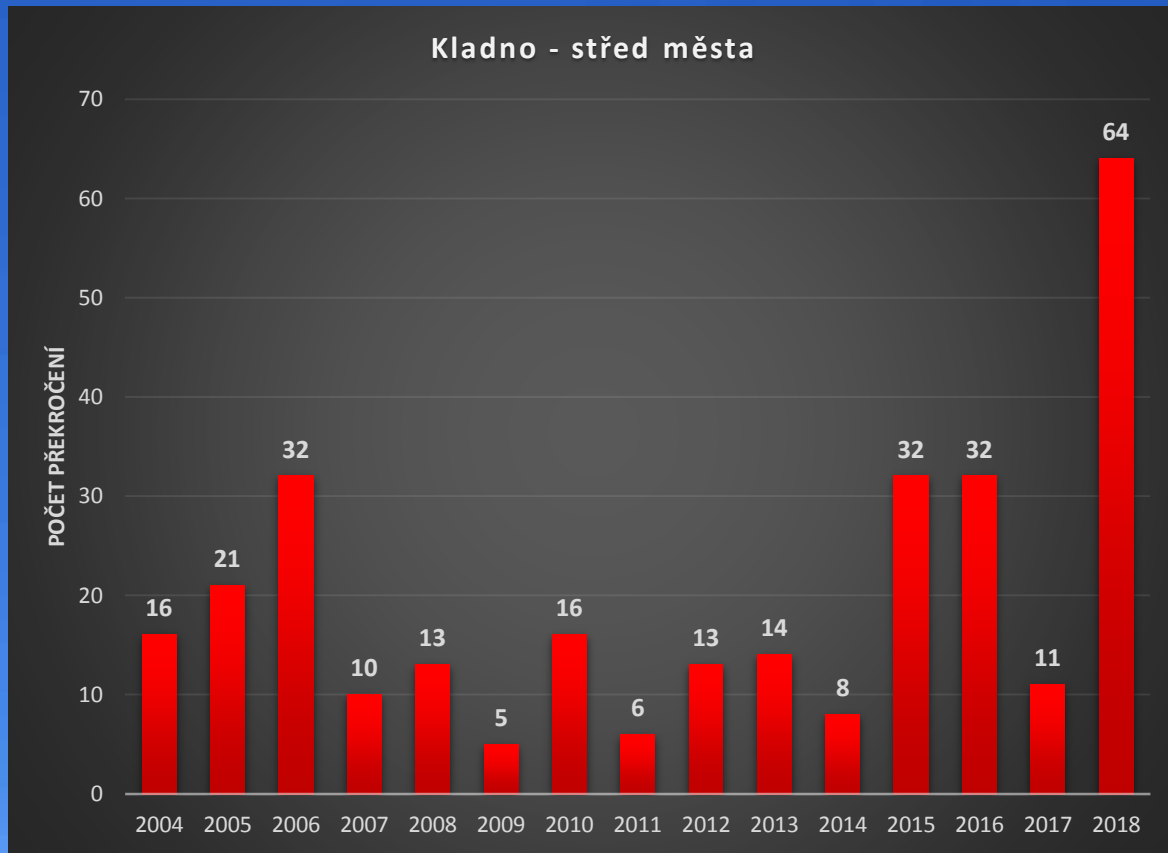


Plzeň-Slovany



Počet překročení 8h klouzavého průměru $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v jednotlivých letech na vybraných stanicích.

Počet překročení 8h klouzavého průměru $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Počet překročení 8h klouzavého průměru $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v jednotlivých letech na vybraných stanicích.

Vazba na meteorologické prvky



- koncentrace přízemního ozonu je z velké míry ovlivňována meteorologickými podmínkami.



teplota vzduchu



vlhkost vzduchu



délka slunečního
svitu

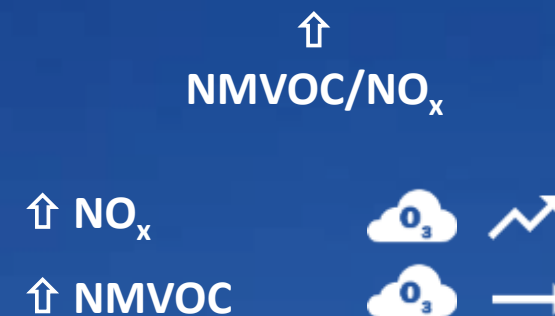


rychlost větru

Přízemní (troposférický) ozon (O_3)



- vztah mezi množstvím emitovaných prekurzorů a koncentracemi přízemního O_3 není lineární, což je dáno komplikovanou atmosférickou chemií vzniku a zániku O_3 , dálkovým přenosem O_3 a jeho prekurzorů.
- důležité není jen absolutní množství jednotlivých prekurzorů, ale také jejich poměr.
- hlavní zdroje prekurzorů:
 - oxidy dusíku (NO_x) – spalovací procesy (doprava, energetika atd.)
 - těkavé organické látky s výjimkou metanu (NMVOC) – antropogenní i přirozené zdroje
- oblasti limitované NO_x – nárůst koncentrací O_3 s nárůstem NO_x , minimální vliv při nárůstu NMVOC
- oblasti limitované NMVOC – pokles koncentrací O_3 s nárůstem NO_x , nárůst koncentrací O_3 při nárůstu NMVOC (typická situace v centrech velkých měst s intenzivní dopravou)



Průměrná roční teplota vzduchu v ČR



Odchylka roční průměrné teploty vzduchu v ČR



Korelace meteorologických prvků s koncentracemi přízemního ozonu



Meteorologické prvky

- teplota vzduchu (průměrná a maximální)
- relativní vlhkost vzduchu
- délka slunečního svitu
- množství globální radiace

Korelované intervaly

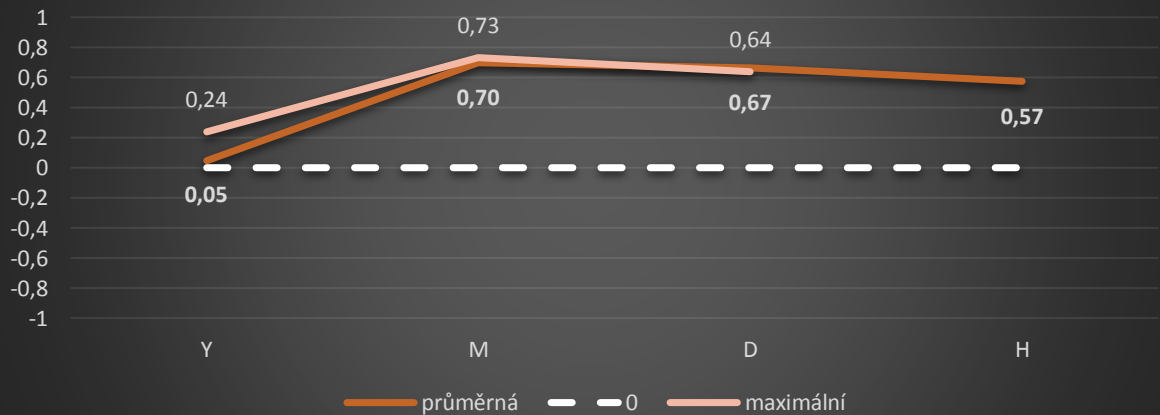
- hodinové
- denní
- měsíční
- roční



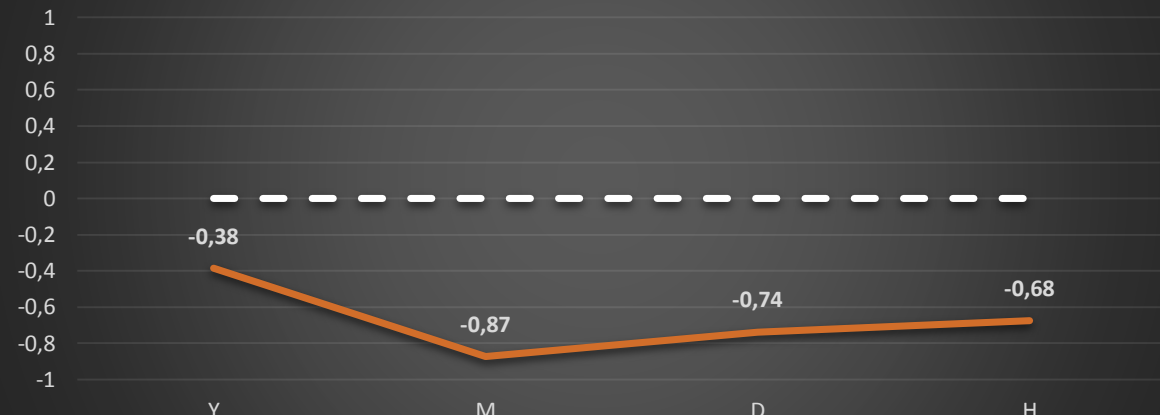
Korelace meteorologických prvků s koncentracemi přízemního ozonu



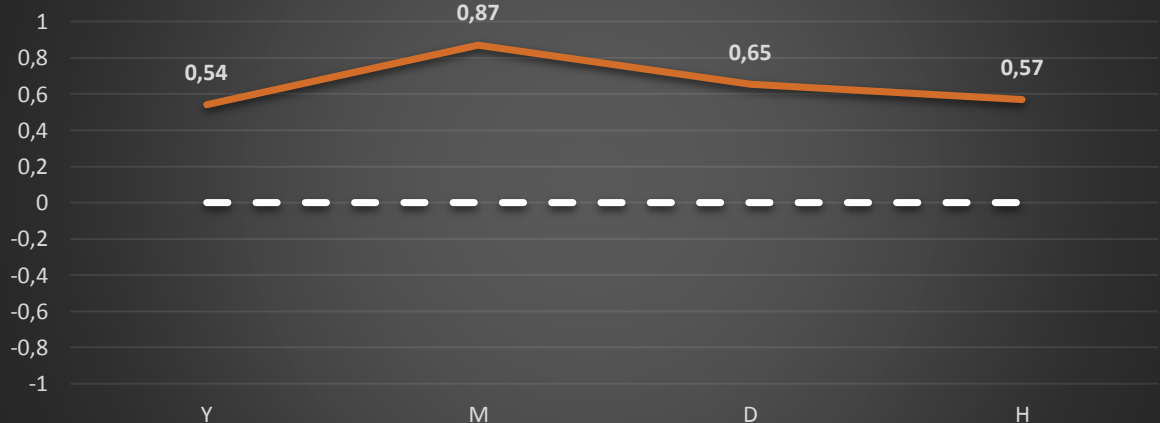
Korelace O₃ a teploty vzduchu



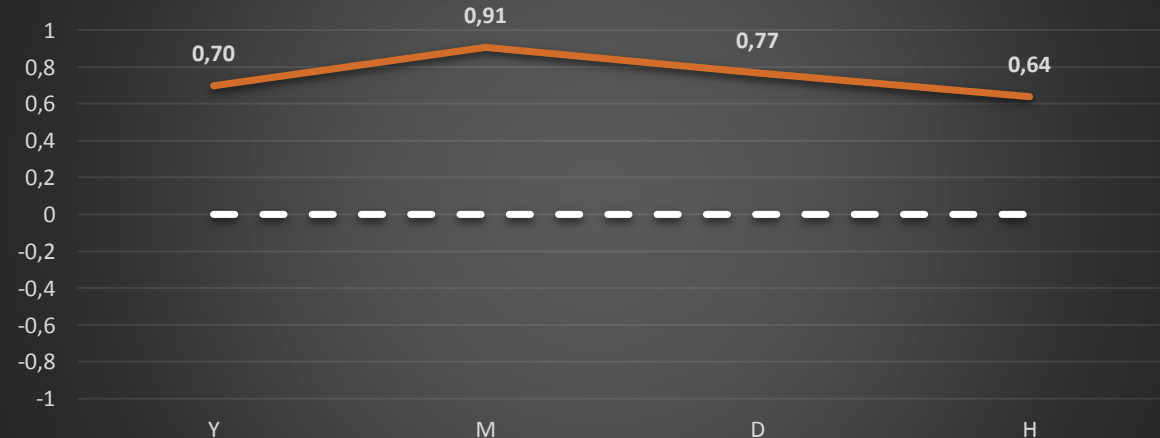
Korelace O₃ a vlhkosti vzduchu



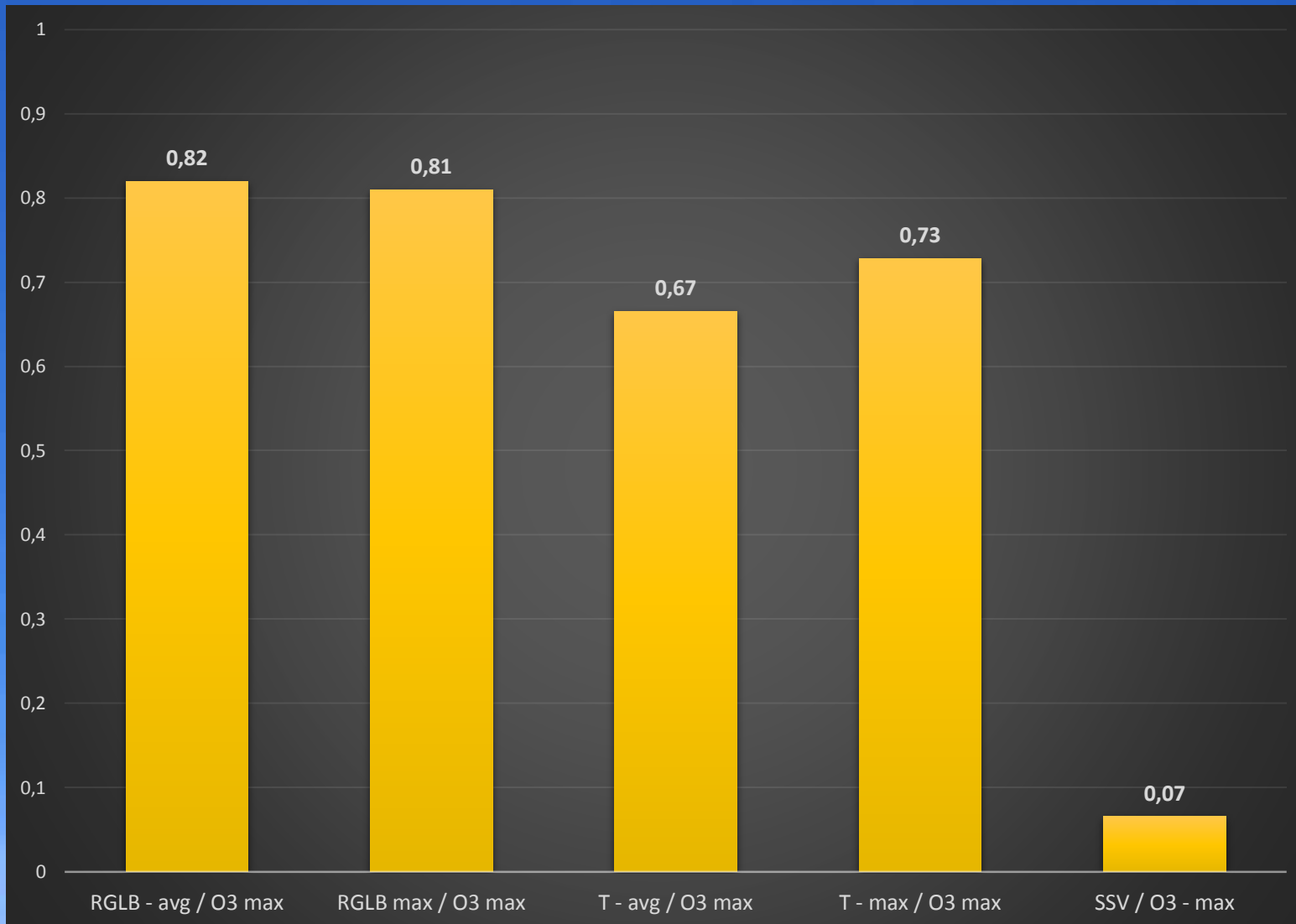
Korelace O₃ a délky slunečního svitu



Korelace O₃ a množství globální radiace



Korelace meteorologických prvků s maximální denní koncentrací O₃



- nejlepší korelace maximální denní koncentrace O₃ je s množstvím globální radiace
- množství globální radiace sledováno na velmi malém počtu stanic a nepředpovídá se
- z teplot je lepší využít maximální očekávané denní teploty než průměrné denní teploty
- korelace s délkou slunečního svitu je velmi nízká (i za oblačných letních dní mohou být koncentrace vyšší, naopak v zimním období při slunečném dni nejsou koncentrace O₃ tak vysoké)

Aplikace: Odhad maximální denní koncentrace ozonu



webová aplikace – běží v jakémkoliv moderním prohlížeči bez nutnosti instalace

vstupní data

- **vstupní parametry**
 - hodina dne a měsíc
 - koncentrace ozonu v daný moment
 - vybraná stanice imisního monitoringu

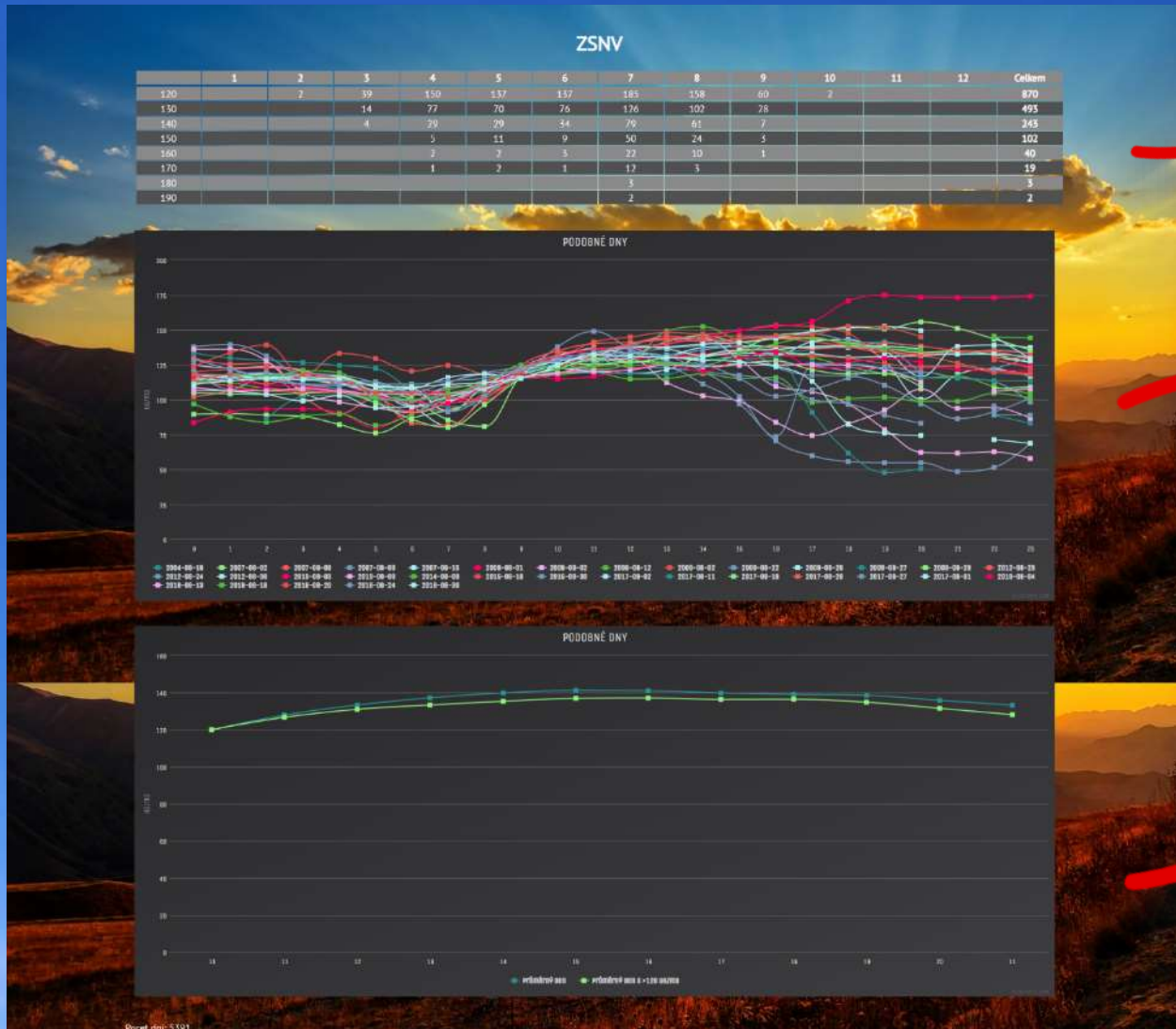
analýza

- **prohledání databáze** hodnot na dané stanice z minulosti
- **vyhledání** dní s podobnou koncentrací v danou hodinu na dané stanici v zadaný měsíc

výstup

- **zobrazení vývoje** koncentrací v podobné dny z minulosti prostřednictvím interaktivních grafů
- zobrazení počtu překročení $120 - 190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v minulosti
- průměrný vývoj koncentrací v podobné dny a maximální dosažená hodnota koncentrace ozonu

Aplikace: Odhad maximální denní koncentrace ozonu



Počet překročení konkrétních hodnot v minulosti na dané stanici

Vývoj v podobné dny

Průměrný vývoj v podobné dny a ve dny s denním maximem O₃ nad 120 µg/m³

Aplikace: Odhad maximální denní koncentrace ozonu



Možnosti dalšího vývoje:

- **rozšíření na všechny stanice** Státní sítě imisního monitoringu monitorující koncentrace přízemního ozonu
- **rozšíření o informaci o maximální teplotě** v daný den (ta vykazuje lepší korelaci než průměrná denní teplota. Množství globální radiace je dostupné na velmi omezeném počtu stanic.).
- účelem není předpověď ozonu, ale **hrubý odhad teoreticky dosažitelného denního maxima** O_3 zejména během tvorby ranní předpovědi pro daný den.
- důležitý **úsudek meteorologa** – očekávané meteorologické podmínky v odpoledních hodinách.



Děkujeme za pozornost



MGR. JÁCHYM BRZEZINA

vedoucí oddělení kvality ovzduší, ČHMÚ Brno
jachym.brzezina@chmi.cz, +420 737 387 741



ING. ADÉLA SVEJKOVSKÁ

meteorolog-specialista, oddělení meteorologie a klimatologie, ČHMÚ Brno
adela.svejkovska@chmi.cz, +420 541 421 056

