

# Kdy (ne)dýchat v Brně

## Aplikace - modul o vztahu dopravy a ovzduší v Brně

Dodavatel: NESEHNUTÍ Brno  
třída Kpt. Jaroše 18, 602 00, Brno  
email: [brno@nesehnuti.cz](mailto:brno@nesehnuti.cz)  
telefon: 543 245 342  
IČ 70 28 89 50

## 1 Popis aplikace

### 1.1 Základní popis

Uživatel v hlavní části aplikace sleduje pohyb vozidel po pozadí, které znázorňuje hlavní dominanty města Brna. Levá část aplikace obsahuje grafy znázorňující intenzitu dopravy a jednotlivé znečišťující částice. Uživatel se dozvídá, pro kterou denní hodinu je tento stav typický. Pod grafy si mohou uživatelé rozkliknout boxy s doplňujícími informacemi o znečišťujících částicích. Pod hlavní částí vizualizace je posuvník zobrazující denní dobu.

### 1.2 Popis funkcí aplikace

Aplikace obsahuje jednak vizualizaci, jednak část s grafy a posuvníkem. Tyto tři části jsou vzájemně funkčně provázané - uživatel může posouvat posuvníkem a sledovat, jak se mění hodnoty v grafu, jak vzrůstá či klesá intenzita dopravy v závislosti na denní době a stejně jak se mění jednotlivé hodnoty emitovaných částic. Posuvník je nastaven na 24 hodin a zobrazuje hodnoty pro běžný pracovní den v Brně (k metodologii výpočtu viz kapitola 2). Grafy zobrazují relativní pohyb intenzity dopravy a vybraných znečišťujících částic. Vybrány byly jemné prachové částice (PM), ozon a oxidy dusíku. O jednotlivých částicích se uživatelé dozví v boxech na pravé straně, kde se po rozevření dozvědí o jejich specifikách (více viz kapitola 2.2).

### 1.3 Popis grafické úpravy aplikace

Zjednodušená grafika byla v odborném týmu navržena tak, aby jednak odpovídala celkovému vizuálu webu, jednak aby byla vizuálně přístupná různým cílovým skupinám. Jednoduchost, kontrastní barevnost a přehlednost umožňuje rychlé pochopení celého schématu a navádí uživatele, jak s celou aplikací pracovat. Zvýrazněné prvky v popředí a utlumené pozadí zdůrazňují význam pohybujících se objektů (zastoupeny jsou různé typy vozidel) a odkazují tak zřetelně k tématu aplikace. V pozadí jsou umístěny ilustrované dominanty Brna, uživatel tedy již v prvním momentu chápe, že se sdělení dotýká města Brna. Kromě grafických prvků je aplikace doplněna o několik textových sdělení, které mají informativně apelativní charakter - Více než 200 000 lidí v Brně trpí znečištěným ovzduším a Až 90% znečištění ovzduší v Brně je způsobeno automobilovou dopravou (zdroj <http://www.procistejsibrno.cz/emise-z-dopravy/>).

### 1.4 Popis doporučeného technického řešení

Modul je dodán jako externí stránka hostovaná a provozovaná na infrastruktuře dodavatele. Doporučený postup pro implementaci do webu zadavatele je vložení pomocí funkce *include*. Při tomto postupu je z bezpečnostních důvodů naprosto klíčové volat aplikaci skrze zabezpečené připojení.

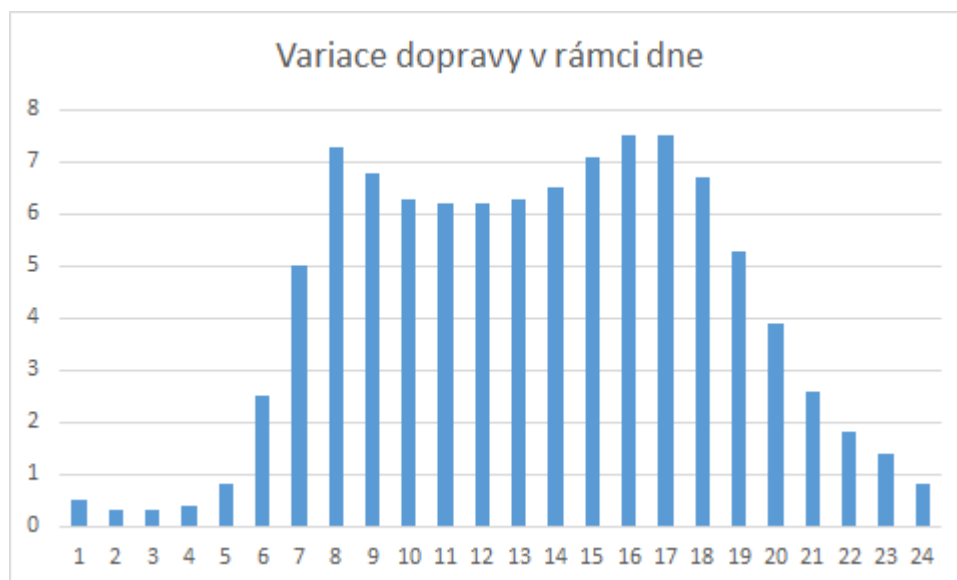
Alternativním způsobem je vložení skrze vložený rámeček (*iframe*) s dynamicky počítanou velikostí dle obsahu.

## 2 Metodologie a práce s daty

### 2.1 Zdroje a charakter dat

Pro model závislosti vycházíme z Ročenky dopravy v Brně za rok 2015 Brněnských komunikací (<https://www.bkom.cz/informacni-centrum/rocenky-dopravy-brno-15>). Konkrétně pak z vycházíme z dopravního výkonu za průměrný pracovní den v roce 2015 (4 816 907 vozokilometrů, vkm) a denní variace. Z těchto dat jsme spočítali dopravní výkony pro jednotlivé hodiny průměrného pracovního dne. Variace mezi jednotlivými dny pracovního týdne se pohybuje do 5 procent a v modelu ji nezohledňujeme.

Jednotka dopravního výkonu vkm je údaj který uvádí kolik km bylo v daném období najeto, bez ohledu na počet vozidel. Může se tak jednat o 4,8 mil vozidel, které v daném období ujely každé 1 km, nebo jedno vozidlo, které v daném období najelo 4,8 mil km.



graf 1: Procentuální variace dopravního výkonu během typického pracovního dne vztahenému k celému dni

Data pro kvalitu ovzduší čerpáme z webu Českého hydrometeorologického ústavu ([http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/actual\\_hour\\_data\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/actual_hour_data_CZ.html)).

Jednotlivá hodinová data ze všech stanic stahujeme ve formátu .JSON dostupným na webu Českého hydrometeorologického ústavu a ty pak pro další analýzy a modely ukládáme na náš databázový server. Odtud jsme získali i relevantní 12 měsíční řadu brněnské dopravní stanice. Na základě této časové řady jsme spočítali hodnoty pro jednotlivé hodiny průměrného pracovního dne. Do modelu jsme zahrnuli pouze dopravní stanice, v Brně, což jsou stanice na ulicích Svatoplukova, Úvoz a stanice u Výstaviště a u Zvonařky, na ulici Opuštěná. Do modelu jsme zahrnuli v Brně nejproblematičtější částice PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> (prachové částice), O<sub>3</sub> (přízemní ozón) a NO<sub>2</sub> (oxydy dusíku). Jejich specifikace viz kapitola 3.

## 3 Jednotlivé polutanty

### 3.1 Emise na území města Brna

V Brně tvoří podíl emisí produkovaných motorovými vozidly na celkových emisích všech ostatních zdrojů znečišťování ovzduší u škodliviny PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> (prachové částice velikosti 10, resp. 2,5μm), škodliviny NO<sub>x</sub> (oxydy dusíku) a benzenu cca 70 %, u organických látek (VOC) cca 80 % a u oxidu uhelnatého (CO) a benzo[a]pyrenu (B(a)P) až cca 90 %.

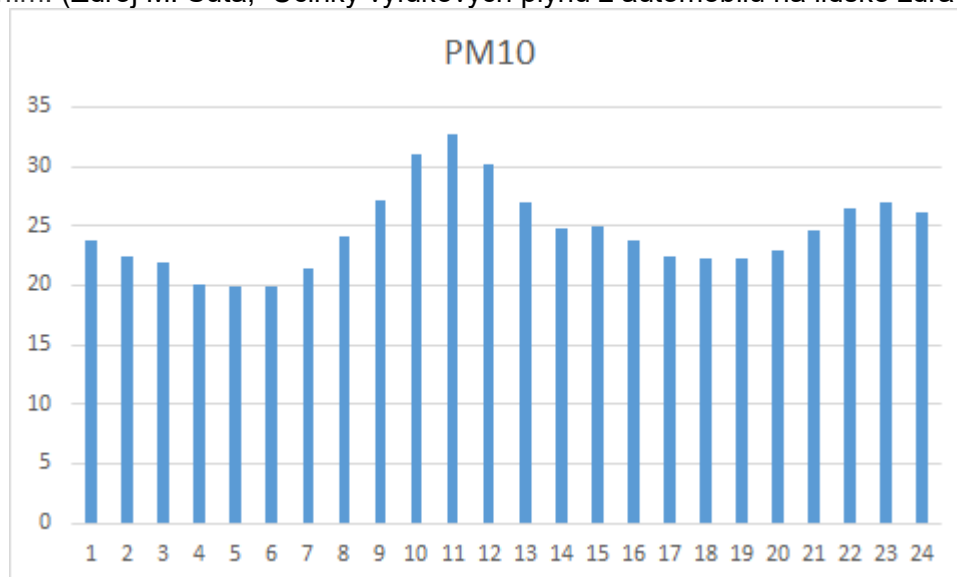
Z těchto polutantů na území města Brna překračují platné imisní limity škodliviny PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> (oxid dusičitý), benzen a benzo[a]pyren a také prachové částice PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>. (zdroj <http://www.procistejsibrno.cz>).

### 3.2 Prachové částice (PM10)

Prachové částice (PM) jsou mikročástice síranů, amonné soli, uhlíku, některých kovů, dusičnany, případně i těkavých organických látek nebo polyaromatických uhlovodíků. dráždí a poškozují dýchací cesty, způsobují záněty, mají vliv na astma, rakovinu plic a jiné plicní choroby, narušují imunitu. Jsou rizikem hlavně pro starší lidi, děti a lidi sportující venku. Stav prachových částic úzce souvisí s aktuálním počasím. V Brně je jejich limit (hygienické normy umožňují 35 dní v roce překročení limitů PM 10) pravidelně překračován (zdroj ČHMÚ, roční přehledy).

Obzvláště jsou PM10 rizikem pro starší lidi, děti a lidi cvičící venku. Pronikají do dýchacích cest, mohou vést k astmatu, bronchitidě a jiným plicním problémům. U těch, kteří trpí plicními a srdečními komplikacemi, může dlouhodobé vystavování se PM10 vést až k úmrtí.

PM2,5 jsou polévaté částice prachu o průměru méně než 2,5 mikrometrů ( $\mu\text{m}$ ). Dokážou díky své malé velikosti proniknout hluboko do plic a přináší tak mnohem více zdravotních rizik než větší částice. Jejich hlavním zdrojem je automobilová doprava nebo průmysl. Způsobují problémy dýchacích cest, astma, rakovinu plic a jiné plicní choroby. Zvyšují riziko srdečního infarktu, mrtvice a diabetu. V souhrnu vedou ke zkrácení délky života. Vliv PM2,5 se u různých lidí liší a závisí na věku a zdravotním stavu. Citlivostí trpí zejména děti, starší lidé s chronickým dýchacím onemocněním nebo lidé oslabení například stresem, kouřením anebo nevhodným stravováním. (Zdroj M. Šuta, Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví, SZÚ)

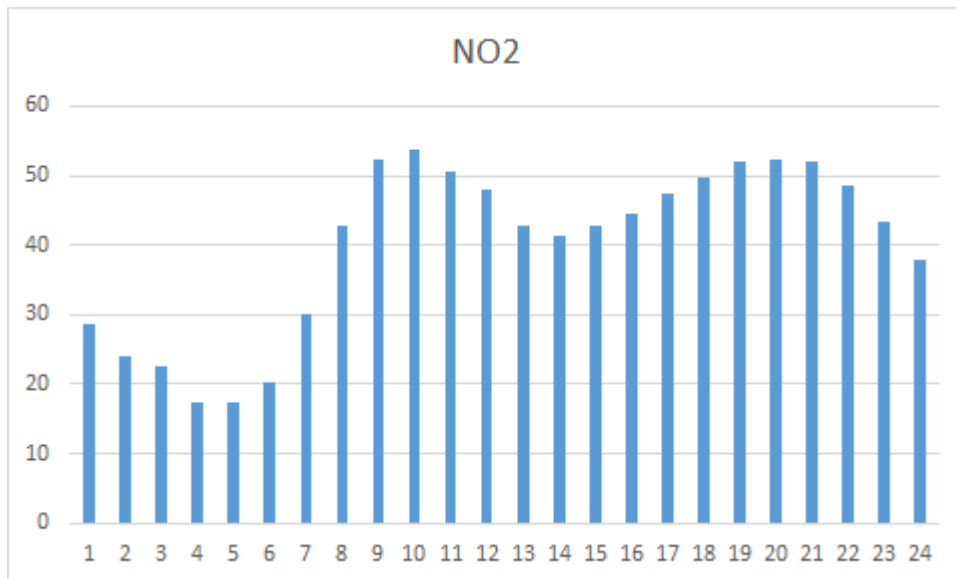


graf 2: Variace prachových částic v rámci hodin průměrného pracovního dne

### 3.3 Oxid dusičitý

Oxid dusičitý ( $\text{NO}_2$ ) způsobuje záněty dýchacích cest a narušuje imunitu. Zvláštní riziko představuje pro děti, jejichž nižší obranyschopnost umožňuje infekci a snížení plicních funkcí. Vzniká ve spalovacích motorech automobilů a způsobuje kyselé deště. Oxidy dusíku vedou také ke vzniku prachových částic (PM). Život ve městě s intenzivní dopravou způsobuje lidem častější nemoci dýchacího aparátu i výskyt astmatu nebo alergií. Nejvíce ohroženi jsou lidé s dýchacími onemocněními a problémy dýchacích cest (astma, bronchitida, alergie atd.). Zvláštní riziko je pro děti, jejichž nižší obranyschopnost zvyšuje možnost infekce a snížení plicních funkcí. Působení oxidu dusičitého může souviset se zvýšeným rizikem úmrtí z důvodu srdečních nebo dýchacích potíží. (Zdroj M. Šuta, Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví, SZÚ)

V Brně jsou překračovány imisní limity oxidu dusičitého v městských částech Brno-sever, Brno-Židenice, Brno-jih, Brno-Bohunice, Brno-Starý Lískovec, Brno-Maloměřice a Obřany, Brno-Bosonohy, v blízkosti rušných dopravních komunikací (zdroj, ročenky ČHMÚ).

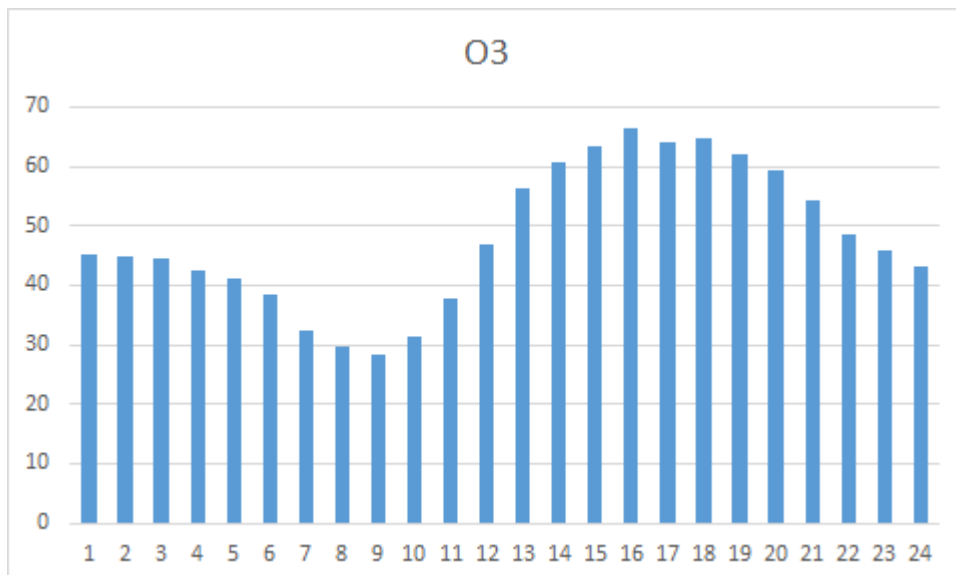


graf 3: Variace oxidu dusičitého v rámci hodin průměrného pracovního dne

### 3.4 Ozon

Přízemní neboli troposférický ozon ( $O_3$ ) vzniká složitými chemickými reakcemi uhlovodíků v ovzduší za přítomnosti oxidů dusíku a slunečního světla, tudíž se ve městech vyskytuje zejména v horkých letních dnech. Způsobuje řadu nepříjemných obtíží, z nichž některé mohou odeznít až v řádu týdnů. Hlavními příznaky jsou pálení očí, nosu, v krku, astma nebo problémy s dýcháním, bolesti hlavy a migrény. Významně ohrožené jsou děti, včetně teenagerů pobývajících v letních dnech venku. Opatrní by měli být také starší lidé nebo lidé trpící onemocněním dýchacích cest. (Zdroj M. Šuta, Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví, SZÚ)

Brno má nejčastěji problém s ozonem v průběhu letních měsíců, kdy nezdřídka dochází ke smogovým situacím (ročenky ČHMÚ).

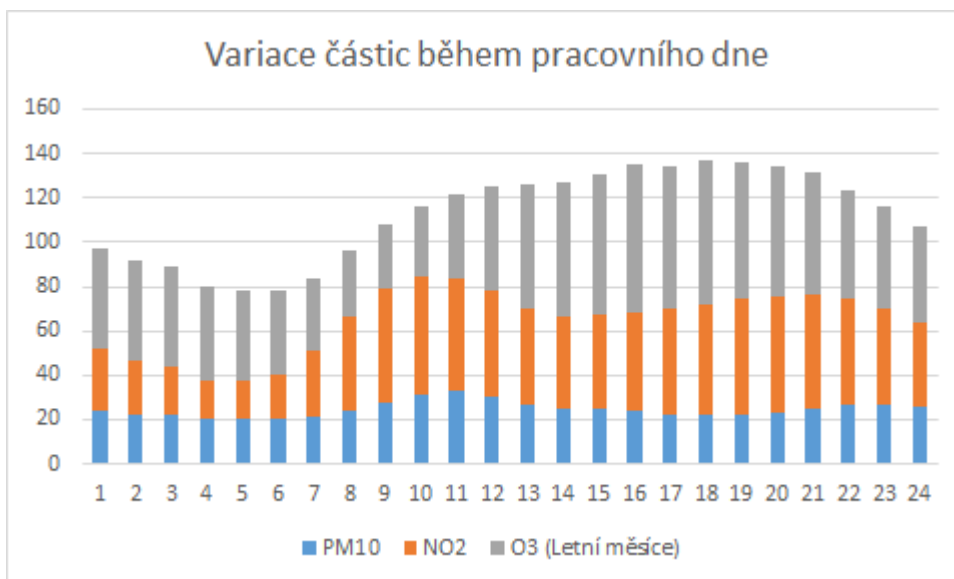


graf 4: Variace přízemního ozónu v rámci průměrného pracovního dne v letních měsících

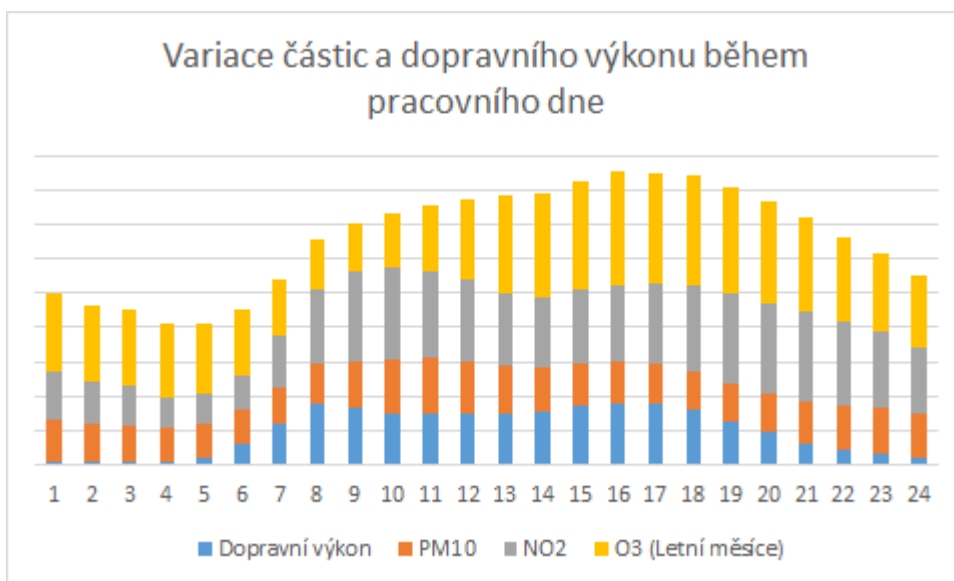
## 4 Výsledný model

Modul vizualizuje variaci v rámci typického pracovního dne na uvedených stanicích, kde vedle sebe ilustrativně stavíme variaci dopravního výkonu a jednotlivých polutantů během

jednotlivých hodin (viz graf č. 6). Uživatel tak má k dispozici tato data ve zjednodušené podobě.



graf 5: Překryv variace jednotlivých polutantů v rámci průměrného pracovního dne (pro O3 v letních měsících)



graf 6: Překryv variace jednotlivých polutantů a dopravního výkonu v rámci průměrného pracovního dne (pro O3 v letních měsících)