

KOMPAKTNÁ ENVIROMENTÁLNA STANICA KES-1

Používateľský návod - verzia 1.0

Prvé použitie zariadenia je v zmysle tohoto návodu právnym krokom, ktorým užívateľ svojou slobodnou vôľou potvrdzuje, že tento návod riadne preštudoval, celkom pochopil jeho zmysel a je oboznámený so všetkými rizikami. Nepokúšajte sa zariadenie uviesť do prevádzky (prípadne používať) skôr, než se oboznámite s celým návodom k obsluhu. Návod uchovajte pre ďalšie použitie. Pozornosť treba venovať hlavne pokynom, týkajúcim sa bezpečnosti pri práci. Nedodržanie, alebo nepresné prevádzanie týchto pokynov môže byť príčinou úrazu vlastnej osoby alebo iných osôb, prípadne môže dôjsť k poškodeniu zariadenia.

Obsah

1	Popis produktu.....	4
2	Senzory – popis detekovaných veličín	5
2.1	Senzory plynov	5
2.1.1	Senzor oxidu uhoľnatého (CO).....	5
2.1.2	Senzor oxidu dusičitého (NO ₂ alebo NO _x).....	6
2.1.3	Senzor oxidu siričitého (SO ₂ alebo SO _x).....	8
2.1.4	Senzor ozónu (O ₃)	9
2.2	Detekcia svetla – viditeľného a UV žiarenia	10
2.3	Detekcia tlaku, vlhkosti a teploty	12
2.4	Detekcia hluku	12
2.5	Detekcia prachových častíc	12
3	Hardware	14
3.1	Senzory plynov – jednotlivé moduly	14
3.1.1	CO – oxid uhoľnatý	15
3.1.2	NO ₂ – oxid dusičitý.....	15
3.1.3	SO ₂ – oxid siričitý	16
3.1.4	O ₃ – ozón	16
3.2	Senzory relatívnej vlhkosti, teploty, tlaku a svetla.....	17
3.3	Detektor prachu – PM _{2.5} a PM ₁₀	18
4	Základné technické parametre	19

Zoznam tabuliek

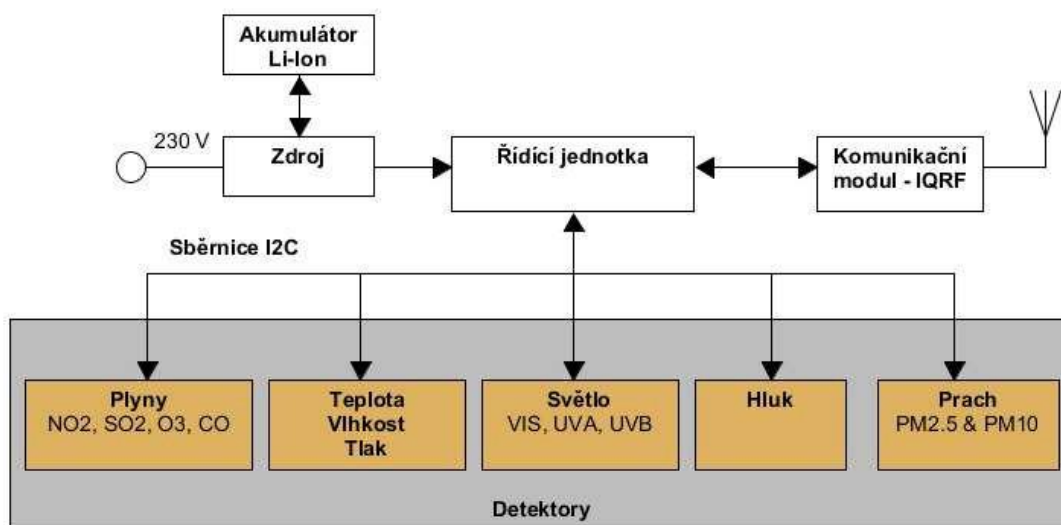
Tab. 1 : Prehľad senzorov plynov.....	5
Tab. 2 : Typické hodnoty osvetlenia	10
Tab. 3 : Príklady teploty farieb	10
Tab. 4 : Hodnoty UV indexu a ochrana pred UV	11
Tab. 5 : Príklady hladín akustického tlaku.....	12
Tab. 6 : Sensory plynov v environmentálnom module a ich základné parametre.....	14
Tab. 7 : Sensory plynov – prehľad vlastností a prevádzkových podmienok	15
Tab. 8 : Sensory plynov v environmentálnom module a ich základné parametre.....	17
Tab. 9 : Základné vlastnosti zariadenia	19

Zoznam obrázkov

Obr. 1 : Bloková schéma environmentálneho modulu	4
Obr. 2 : Sensorový modul plynu	14
Obr. 3 : Rozmery zariadenia	19
Obr. 4 : Detail konektoru	20
Obr. 5 : Spodný pohľad na modul s napájacím konektorom	20
Obr. 6 : Ukážka riešenia uchytenia na stĺp	21

1 Popis produktu

Environmentálny modul je určený k meraniu kvality ovzdušia a ďalších fyzikálnych veličín v mestskej zástavbe. Zariadenie je zostavené z 10 nezávislých senzorov, ktoré meria kvalitu vzduchu, teplotu, vlhkosť, tlak, svetlo, hluk a prachové častice. V ovzduší sa meria koncentrácia oxidu uhoľnatého, oxidu siričitého, ozónu a oxidu dusičitého. Druhy plynov sú zvolené podľa zákona o ochrane ovzdušia 137/2010 Z. z., v ktorom sú uvedené limity koncentrácií pre daný plyn. Súbor plynov je variabilný v rozsahu dostupných senzorových elementov kompatibilných s elektronikou.



Obr. 1 : Bloková schéma environmentálneho modulu

Zariadenie je zostavené modulárnym spôsobom, kde je možné jednotlivé bloky (obr. 1) ľubovoľne kombinovať. Zariadenie je napájané primárne 230 V (napr. z lampy verejného osvetlenia). Súčasťou napájania je nabíjačka s bateriou, ktorá napája modul v prípade výpadku 230 V, alebo slúži ako zdroj napätia, pokiaľ je modul umiestnený na lampu verejného osvetlenia, ktorá je napájaná iba v noci.

Štandardne zariadenie komunikuje bezdrôtovo na frekvencii 868 MHz .

2 Senzory – popis detekovaných veličin

2.1 Senzory plynov

Senzory plynov merajú koncentráciu plynov v ovzduší. Ide o súbor 4 senzorov, ktoré merajú koncentráciu CO, NO₂, SO₂ a O₃. Tento súbor dáva základný prehľad o znečistení ovzdušia. Zákon o ochrane ovzdušia 137/2010 Z. z. striktno určuje prípustné koncentrácie a maximálny počet prekročení v kalendárnom roku.

Znečisťujúca látka	Doba priemerovania	Emisný limit		Maximálny počet prekročení za rok
		[µg.m-3]	[ppm]	
Oxid siričitý	1 hodina	350	0,124	24
Oxid siričitý	24 hodín	125		3
Oxid dusičitý	1 hodina	200	0,1	18
Oxid dusičitý	1 kalendárny rok	40		0
Oxid uhoľnatý	maximálny denný osemhodinový priemer	10 000	8,11	0
Častice PM10	24 hodín	50		35
Častice PM10	1 kalendárny rok	40		0
Častice PM2,5	1 kalendárny rok	25		0
Ozón	osemhodinový priemer	120	0,06	

Tab. 1 : Prehľad senzorov plynov

2.1.1 Senzor oxidu uhoľnatého (CO)

Oxid uhoľnatý je bezfarebný jedovatý plyn bez chuti a zápachu, nedráždivý. Je ľahší než vzduch, ale so vzduchom sa mieša. Vo vode je málo rozpustný. Je obsiahnutý vo svietiplyne, v generátorovom a vo vodnom plyne; má silne redukčné vlastnosti. V prírode je prítomný v nepatrnom množstve v atmosfére. Koncentrácia oxidu uhoľnatého v čistom prirodzenom ovzduší je asi 0,2 ppm a z dlhodobého hľadiska vykazuje slabý vzostup.

Zdroj CO

Vzhľadom k jedovatosti je jednou z významných znečisťujúcich látok. Vzniká pri nedokonalom spaľovaní uhlíku a organických látok, je emitovaný napr. automobilmi, lokálnymi ohniskami, energetickým a metalurgickým priemyslom.

CO vzniká hlavne, pokiaľ:

- je teplota spaľovania príliš nízka, aby mohlo dôjsť k úplnej oxidácii pohonných látok na oxid uhličitý,
- čas horenia v spaľovacej komore je príliš krátky,
- nieje k dispozícii dostatok kyslíku.

Vďaka povinnému zavedeniu riadených katalyzátorov u vozidiel s benzínovými motormi sa emisie oxidu uhoľnatého v poslednej dobe znižujú.

Toxicita

Oxid uhoľnatý je značne jedovatý; jeho jedovatosť je spôsobená silnou afinitou k hemoglobínu (krvnému farbivu), s ktorým vytvára karboxyhemoglobín (COHb), čím znemožňuje prenos kyslíku v podobe oxyhemoglobínu z pľúc do tkanív. Väzba oxidu uhoľnatého na hemoglobín je približne dvestokrát silnejšia ako kyslíku, a preto jeho odstránenie z krvi trvá mnoho hodín až dní. Príznaky otravy sa objavujú už pri premene 10 % hemoglobínu na karboxyhemoglobín. Toto je podstatou jedného zo škodlivých vplyvov fajčenia.

Otrava

Oxid uhoľnatý blokuje prenášaniu kyslíka krvou, lebo jeho väzba s hemoglobínom je 200x až 300x pevnejšia ako väzba kyslíka a z hemoglobínu sa stáva karboxyhemoglobínu. Otrava CO sa vyskytuje napr. v uzatvorených priestoroch, kde bežia spaľovacie motory, alebo pri zlom odvetraní plynových spotrebičov. Prvá pomoc spočíva v prerušení kontaktu (vyvetrať, vyniesť z priestoru), ďalej podanie kyslíka a ak došlo k zástave obehu krvi, je potrebné resuscitovať.

Malé koncentrácie oxidu uhoľnatého, ktoré sa môžu vyskytovať aj bežne v ovzduší, napríklad v mestách, môžu spôsobiť vážne zdravotné problémy najmä ľuďom trpiacim kardiovaskulárnymi chorobami (angina pectoris). Dlhší vplyv zvýšenej koncentrácie oxidu uhoľnatého ($> 100 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) v ovzduší môže aj zdravým ľuďom prinášať rôzne ťažkosti, ako zníženú pracovnú výkonnosť, zníženú manuálnu zručnosť, zhoršenú schopnosť štúdia a ťažkosti s vykonávaním zložitejších úloh. Pri vyšších koncentráciách, ktoré sa však v ovzduší bežne nevyskytujú, je oxid uhoľnatý priamo jedovatý. Otrava sa prejavuje hnedočerveným zafarbením kože, nasleduje kóma, kŕče a smrť. V Českej republike platia pre koncentrácie oxidu uhoľnatého v ovzduší nasledujúce hygienické limity PEL (prípustný expozičný limit) - $30 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, NPK - P (najvyššia prípustná koncentrácia) - $150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

2.1.2 Senzor oxidu dusičitého (NO_2 alebo NO_x)

Skupina týchto látok zahŕňa širokú škálu oxidov dusíka.

Medzi najčastejšie sa vyskytujúce patrí: oxid dusnatý (NO, bezfarebný plyn bez zápachu) a oxid dusičitý (NO_2 , červenohnedý plyn štipľavého zápachu). Ďalej do tejto skupiny patria oxid dusitý (N_2O_3), tetraoxid dusíka (N_2O_4) a oxid dusičný (N_2O_5).

Zdroje emisií

Emisie oxidov dusíka sú dnes veľmi závažným problémom hlavne vďaka tomu, že sú spojené so spaľovaním aj ušľachtilých palív (plyn, nafta) a biomasy. Emisie oxidov dusíka majú navyše v dnešnej dobe rastúci charakter. Primárnym zdrojom (vytvárajúcim až 55% antropogénnych NOx) sú aj napriek využívaniu katalyzátorov, motorové vozidlá. Pri spaľovaní ušľachtilých palív v motorových vozidlách je dosahované vysokej teploty horenia, a preto tu dochádza k oxidácii vzdušného dusíka (N₂) na tzv. vysokoteplotné NOx. Medzi ďalšie možné antropogénne zdroje únikov oxidov dusíka je nutné zaradiť všetky chemické procesy, kde sú tieto oxidy prítomné a kde môže k ich úniku dôjsť, napríklad výroba kyseliny dusičnej. Takéto výroby sú však dnes vybavené účinným zariadením na odstránenie oxidov dusíka z odpadových plynov.

Vedľa pôsobenia človeka existujú aj zdroje prírodné, ako sú napríklad biologické procesy v pôdach, kde mikroorganizmy v rámci svojho životného cyklu produkujú oxid dusný (N₂O) a dusík (N₂). Ďalej môžeme spomenúť vznik oxidov dusíka oxidáciou vzdušného dusíka počas výbojov v atmosfére (bleskov).

Vplyvy na životné prostredie

Dusík ako taký je biogénny prvok, to znamená, že je v primeranom množstve nevyhnutný pre rast rastlín. Je bežnou praxou, že je dodávaný do pôdy vo forme rôznych hnojív pre podporu rastu plodín. Na druhej strane ale oxidy dusíka ako NO a NO₂ vo vyšších koncentráciách rastliny poškodzujú a môžu spôsobiť ich väčšiu náchylnosť k negatívnym vplyvom okolia ako je mráz, či plesne. Oxid dusičitý je spoločne s oxidmi síry súčasťou takzvaných kyslých dažďov, ktoré majú negatívny vplyv napríklad na vegetáciu a stavby a ďalej okysľujú vodné plochy a toky. Dôvodom je fakt, že oxidy dusíka v ovzduší postupne prechádzajú na kyselinu dusičnú, ktorá reaguje s prachovými časticami a napríklad s oxidmi horčíka a vápnika či s amoniakom za vzniku tuhých častíc, ktoré sú z atmosféry odstraňované jednak sedimentáciou a jednak vymývaním zrážkovou činnosťou. Je potrebné zdôrazniť, že množstvo dusíka, ktoré sa atmosférickou depozíciou dostáva do pôd, už nie je zanedbateľné v porovnaní s množstvom pochádzajúcim z priemyselných hnojív. Dusičnanové ióny, ktoré sú potom v zeminách a vodách prítomné, síce pôsobia priaznivo na rast rastlín, avšak pri vyšších koncentráciách môže dochádzať aj k úhynu rýb a nežiaducemu nárastu vodných rastlín (tzv. Eutrofizácia vôd).

Oxid dusičitý (NO₂) spoločne s kyslíkom a prchavými organickými látkami (VOC) prispieva k tvorbe prízemného ozónu a vzniku tzv. Fotochemického smogu. Vysoké koncentrácie prízemného ozónu poškodzujú živé rastliny vrátane mnohých poľnohospodárskych plodín.

Oxid dusnatý (NO) je tiež jedným zo skleníkových plynov. Kumuluje sa v atmosfére a spoločne s ostatnými skleníkovými plynmi absorbuje infračervené žiarenie zemského povrchu, ktoré by inak uniklo do vesmírneho priestoru, a prispieva tak k vzniku tzv. skleníkového efektu a následne ku globálnemu otepľovaniu planéty.

Dopady na zdravie človeka, riziká

Oxidy dusíka môžu negatívne pôsobiť na zdravie človeka predovšetkým vo vyšších koncentráciách, ktoré sa však bežne v ovzduší nevyskytujú. Vdychovanie vysokých koncentrácií alebo dokonca čistých plynov však vedie k závažným zdravotným problémom a môže spôsobiť aj smrť. Predpokladá sa, že sa oxidy dusíka viažu na krvné farbivo a zhoršujú tak prenos kyslíka z pľúc do tkanív. Niektoré náznaky ukazujú, že oxidy dusíka hrajú určitú úlohu aj pri vzniku nádorových ochorení. Vdychovanie vyšších koncentrácií oxidov dusíka dráždi dýchacie cesty. V Slovenskej republike platia pre koncentrácie

oxidov dusíka (s výnimkou oxidu dusného) v ovzduší pracovišťa nasledujúce limity: PEL - 10 mg.m⁻³, NPK - P - 20 mg.m⁻³.

Senzor oxidu siričitého (SO₂ alebo SO_x)

Oxid siričitý (SO₂) je bezfarebný štiplavo páchnuci plyn s teplotou varu -10,2 ° C. Je nehorľavý, dobre rozpustný vo vode za vzniku kyslého roztoku. V atmosfére vzniká prirodzene jeho oxidáciou oxid sírový (SO₃), ktorý je medziproduktom pri výrobe kyseliny sírovej. Oxid sírový môže byť za normálnych podmienok bezfarebnou kvapalinou alebo pevnou kryštalickou látkou, je dobre rozpustný vo vode za vzniku kyseliny sírovej.

Zdroje úniku

Významným zdrojom emisií oxidov síry je spaľovanie palív obsahujúcich síru v mnohých rôznych odvetviach, ako sú napríklad: výroba elektrickej alebo tepelnej energie, rafinérie ropy, dopravné prostriedky alebo spracovanie kovov. Pritom môže dochádzať k oxidácii síry na SO₂ a jeho následnému úniku do ovzdušia. Pri spaľovaní tuhých palív asi 95% prítomnej síry prechádza na SO₂, u kvapalných palív je to prakticky 100%. Oxid siričitý je v spalinách čiastočne oxidovaný na SO₃. Mnohokrát možno ale použiť účinné odsírovacie zariadenia či iné technológie, ktoré môžu u niektorých zdrojov emisie oxidov síry obmedziť alebo dokonca prakticky úplne zlikvidovať. Hlavný význam majú emisie oxidu siričitého, pretože oxidu sírového sa v spalinách bežne nachádza len asi 2% (z celkového obsahu zlúčenín síry). Oxid sírový v ovzduší následne vzniká oxidáciou oxidu siričitého.

Veľké riziko únikov oboch oxidov do ovzdušia vzniká pri priemyselnej výrobe kyseliny sírovej, kde oxid siričitý vystupuje ako hlavná surovina a oxid sírový ako medziprodukt.

Popri tom existujú zdroje prírodné, kam môžeme zaradiť vulkanickú činnosť a prirodzené lesné požiare.

Vplyvy na životné prostredie

Koncentrácie oxidu sírového sú v ovzduší zvyčajne podstatne menšie, než koncentrácie oxidu siričitého. Oxid siričitý môže spôsobovať širokú škálu negatívnych dopadov ako na životné prostredie, tak aj na zdravie človeka. Počas určitej doby v ovzduší prechádza fotochemickou alebo katalytickou reakciou na oxid sírový, ktorý je hydratovaný vzdušnou vlhkosťou na aerosól kyseliny sírovej. Rýchlosť oxidácie závisí na poveternostných podmienkach, teplote, slnečnom svite, prítomnosti katalyzujúcich častíc atď. Bežne sa počas jednej hodiny odstráni 0,1 až 2% prítomného SO₂. Kyselina sírová môže reagovať s alkalickými časticami prachového aerosolu za vzniku síranov. Sírany sa postupne usadzujú na zemský povrch, alebo sú z ovzdušia vymývané zrážkami. Pri nedostatku alkalických častíc v ovzduší dochádza k oxysleniu zrážkových vôd až na pH < 4. Týmto spôsobom oxidy síry spoločne s oxidmi dusíka tvoria takzvané kyslé dažde.

Tie potom môžu byť vetrom transportované na veľké vzdialenosti a spôsobiť významné poškodenia lesných porastov i priemyselných plodín, uvoľňujú z pôdy kovové ióny, poškodzujú mikroorganizmy, znehodnocujú vodu a môžu spôsobiť úhyn rýb.

Vplyvy na zdravie človeka, rizika

Oxid siričitý pri bežných koncentráciách okolo $0,1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ dráždi oči a horné dýchacie cesty. Pri koncentrácii $0,25 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ dochádza k zvýšeniu respiračných chorôb u citlivých dospelých i detí. Koncentrácia $0,5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ vedie k vzostupu úmrtnosti u starých chronicky chorých ľudí. Významne ohrozenou skupinou ľudí sú predovšetkým astmatici, ktorí bývajú na pôsobenie oxidov síry veľmi citliví. Pri kontakte s vyššími koncentraciami oxidu siričitého (SO_2) dochádza u dotknutej osoby najmä k nasledujúcim konkrétnym prejavom:

- poškodenie očí;
- poškodenie dýchacích orgánov (kašeľ, sťaženie dychu);
- pri veľmi vysokých koncentráciách, tvorba tekutiny v pľúciach (edém).

Opakovaná expozícia spôsobuje stratu čuchu, bolesti hlavy, nevoľnosť a závraty. Účinky oxidu sírového, ktorý sa v ovzduší nachádza zvyčajne v menšej koncentrácii, sú v podstate účinky aerosólu kyseliny sírovej, ktorej dráždivé účinky na dýchacie orgány sú ešte nepriaznivejšie než u oxidu siričitého. V Slovenskej republike platia pre koncentrácie oxidov síry nasledujúce limity:

- pre oxid sírový: PEL – $1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, NPK - P – $2 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- pre oxid siričitý: PEL – $5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, NPK - P – $10 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$

2.1.3 Senzor ozónu (O_3)

Ozón patrí medzi silne dráždivé látky. Prízemný ozón vzniká v ovzduší reakciou uhľovodíkov a oxidov dusíka pri intenzívnom slnečnom žiarení. Je predovšetkým dôsledkom rastúcej automobilovej dopravy a spaľovaním fosílnych palív.

Pôsobí predovšetkým na pľúcne tkanivo a sliznicu. Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) sa prvé ťažkosti objavujú pri prekročení priemernej hodinovej koncentrácie $160 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pri dlhšom vystavení sa vyšším koncentraciám spôsobuje pálenie očí a nosa, kašeľ, bolesť hlavy a pocit tlaku na hrudníku. V extrémnych prípadoch môže ozón spôsobiť predčasnú smrť. Citlivosť osôb k pôsobeniu ozónu je ovplyvnená napr. Vekom (rizikové skupiny sú deti a starší ľudia), schopnosťou znášať vysoké letné teploty, aktuálnym zdravotným stavom, zvýšenou fyzickou záťažou vo vonkajšom prostredí alebo astmatickými problémami.

Na rozdiel od troposférického ozónu, ktorý sa nachádza vo výške 10 - 12 km nad zemským povrchom, a ktorý vytvára pre Zem ochrannú vrstvu pred UV žiarením, je tento typ ozónu nielen pre ľudský, ale aj pre iné živé organizmy nebezpečný. Prízemný ozón ničí najmä rastliny a znižuje ich schopnosť absorbovať oxid uhličitý z atmosféry. V dôsledku toho sa v atmosfére zvyšuje koncentrácia oxidu uhličitého, ktorý by inak viazali rastliny. To podľa niektorých vedcov urýchľuje klimatické zmeny.

2.2 Detekcia svetla – viditeľného a UV žiarenia

Modul disponuje meraním parametrov viditeľného a UV žiarenia. Základná charakteristika je udávaná vo veličinách: intenzita osvetlenia, farebná teplota a UV index.

Intenzita osvetlenia

Intenzita osvetlenia je fotometrická veličina definovaná ako svetelný tok dopadajúci na jednotku plochy.

Osvetlenie	Príklad situácie
< 1 lux	Mesačný svit
10 luxov	Sviečka vo vzdialenosti 30 cm
400 luxov	Typická kancelária
50 000 luxov	Slniečny deň

Tab. 2 : Typické hodnoty osvetlenia

Farebná teplota

U rôznych svetelných zdrojov sa stretávame s rôznymi odtieňmi svetla, ktoré vydávajú. Ide o tzv. farebnú teplotu, čiže teplotu chromatickosti udávanú v Kelvinoch (K). Najjednoduchším príkladom je žlté svetlo klasických vláknových (volfrámových) žiaroviek s teplotou približne 2700 K. Ako môžeme vidieť na nasledujúcom grafe, hodnoty nižšie ako 2700 K predstavujú teplejšie farby sa žltočerveným nádychom, naopak vyššie hodnoty zodpovedajú chladnejšiemu bielemu svetlu s nádychom do modra.

Teplota	Príklad výskytu
1 200 K	sviečka
2 800 K	bežná žiarovka, slnko pri východe a západe
3 000 K	študiové osvetlenie
5 000 K	obvyklé denné svetlo, žiarivky
5 500 K	fotografické blesky
6 000 K	jasné obedňajšie svetlo
7 000 K	ľahko zamračená obloha
8 000 K	oblačno, mlhavo (mraky zafarbiajú svetlo do modra)
10 000 K	silne zamračená obloha alebo iba modré nebo bez slnka

Tab. 3 : Príklady teploty farieb

UV index

UV index je jednotka používaná pri meraní slnečného ultrafialového žiarenia, podľa ktorej by sme mali voliť ochranu nášho tela. Jedna jednotka UV indexu má hodnotu 25 miliwattov na meter štvorcový.

Index	Doporučenie ochrany
1-2	Použitie slnečných okuliarov.
2-5	Použitie slnečných okuliarov a pokrývky hlavy.
5-7	Rovnaké opatrenia ako pri nižších stupňoch, navyše použitia opaľovacieho krému vysokým UV faktorom.
7-11	Zdržovanie sa v tieni medzi 11:00 a 15:00.
> 11	Cez deň nevychádzať von z murovaných alebo drevených budov, slnečné žiarenie je tak intenzívne, že spôsobuje fotodermatitídu (spálenie pokožky) v priebehu desiatich minút.

Tab. 4 : Hodnoty UV indexu a ochrana pred ním.

2.3 Detekcia tlaku, vlhkosti a teploty

Atmosférický tlak

Meranie atmosférického tlaku má veľký význam v meteorológii, pretože atmosférický tlak (a predovšetkým jeho zmeny a rýchlosť týchto zmien) sú dôležité pre predpoveď počasia. Napr. zvýšenie atmosférického tlaku obvykle znamená príchod slnečného počasia s malou oblačnosťou, zatiaľ čo pokles tlaku ohlasuje príchod oblačnosti a daždivého počasia. Pre porovnateľnosť údajov sa potom používa, obdobne ako u výškomerov, tlak prepočítaný na hladinu mora (QNH či QFE).

2.4 Detekcia hluku

Hluk je z biologického (medicínskeho) hľadiska škodlivý svojou nadmernou intenzitou. Účinok hluku je subjektívny (obťažujúci, rušiaci sústredenie a psychickú pohodu) a objektívny (merateľné poškodenie sluchu). Hluk môže mať charakter neperiodického zvuku. Periodický hluk (nadmerný zvuk tónového charakteru) typicky spôsobuje poškodenie v mieste slimáka, ktorý spracováva príslušné frekvencie. Pre meranie intenzity hluku sa používa najčastejšie jednotka decibel (dB), podobne ako u zosilnenia zvuku.

Akustický tlak p [Pa]	Akustická intenzita I [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]	Hladina akustického tlaku L [dB]	Príklad výskytu
--------------------------	---	-------------------------------------	-----------------

cca 60	cca 10	cca 130	prah bolesti
2	10^{-2}	100	diskotéka
0,2	10^{-4}	80	rušná ulica
0,02	10^{-6}	60	kancelária
0,002	10^{-8}	40	obývacia izba
0,0002	10^{-10}	20	spálňa v noci
0,00002	10^{-12}	0	prah počutia

Tab. 5 : Príklady hladín akustického tlaku

2.5 Detekcia prachových častíc

Atmosférický aerosól je všadeprítomnou zložkou atmosféry Zeme. Je definovaný ako súbor tuhých, kvapalných alebo zmesných častíc veľkosti v rozsahu 1 nm - 100 mikrometrov. Významne sa podieľa na dôležitých atmosférických dejoch, ako je vznik zrážok a teplotné bilancie Zeme. Z hľadiska zdravotného pôsobenia atmosférického aerosólu na človeka boli definované veľkostné skupiny aerosólu označované ako PMX (Particulate Matter), ktoré obsahujú častice s veľkosťou menšou ako x mikrometrov. Bežne sa rozlišujú PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}.

Prirodzene sa častice do atmosféry uvoľňujú pri vulkanickej činnosti, požiaroch, erózii alebo z morskej vody. Medzi antropogénne zdroje potom patrí predovšetkým spaľovanie fosílnych palív, to znamená doprava, elektrárne, spaľovne, najrôznejší priemysel. Vplyv na ľudské zdravie závisí predovšetkým od veľkosti častíc. PM₁₀ sú schopné prenikať v podstate bez problémov do dolných dýchacích ciest, platí tu úmera čím menšie, tým nebezpečnejšie. V prípade nanočastíc môžeme hovoriť o prenikaní až do krvného riečišťa. Pri krátkodobej expozícii dochádza k podráždeniu dýchacích ciest a častejším infekciám, pri dlhodobej potom k rozvoju vážnych ochorení dýchacích ciest, ako je napríklad chronická obštrukčná choroba pľúc alebo rakovina.

Veľkosť a tvar častíc sa mení. Častice PM₁₀ sú tvorené komplexnou zmesou mnohých rôznych druhov látok vrátane sadzí (uhlíka), častíc síranov, kovov a anorganických solí ako je aj morská soľ. PM₁₀ sa prakticky môžu uvoľňovať z akýchkoľvek trecích plôch. Významným zdrojom je tzv. Sekundárna prašnosť, zvírenie už usadeného prachu (ťažba, doprava, stavebníctvo). V domácnosti môže byť zdrojom PM₁₀ napríklad sviečka, lak na vlasy alebo len horiaci varič. Prachové častice je naliehavým problémom súčasnosti.

Účinky na zdravie ľudí a zvierat

Častice atmosférického aerosólu sa usadzujú v dýchacích cestách. Miesto záchytu závisí od ich veľkosti. Väčšie častice sa zachytávajú na chĺpkoch v nose a nespôsobujú väčšie ťažkosti. Častice menšie ako 10 mikrometrov (PM₁₀) sa môžu usadzovať v prieduškách a spôsobovať zdravotné problémy. Častice menšie ako 1 mikrometer môžu vstupovať priamo do pľúcnych mechúrikov, preto

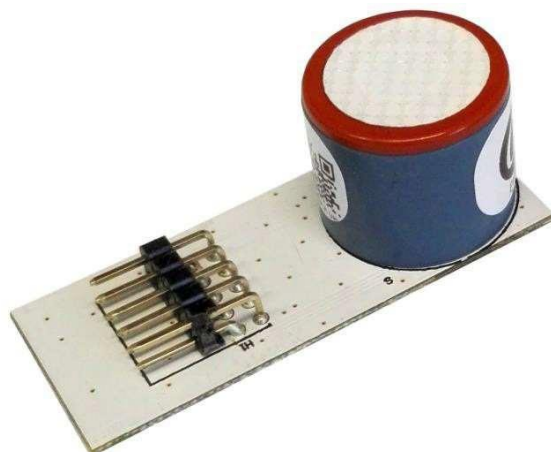
sú tieto častice najnebezpečnejšie. Častice navyše často obsahujú absorbované karcinogénne zlúčeniny.

Inhalácia PM10 poškodzuje hlavne kardiovaskulárny a pľúcny systém. Dlhodobá expozícia znižuje dĺžku dožitia a zvyšuje dojčenskú úmrtnosť. Môže spôsobovať chronickú bronchitídu a chronické pľúcne choroby. Toxicky pôsobia chemické látky obsiahnuté v aerosólu (sírany, amónne ionty ...). V dôsledku absorpcie organických látok s mutagénnymi a karcinogénnymi účinkami môže expozícia PM10 spôsobovať rakovinu pľúc.

3 Hardware

3.1 Senzory plynov – jednotlivé moduly

Jednotlivé senzorové moduly (obr. 2) sú kalibrované. Majú lineárnu závislosť na zmene koncentrácie plynov, prípadná recalibrácia sa rieši kalibráciou v dvoch bodoch (čistý vzduch a plyn o danej koncentrácii). Každý modul je vymeniteľný za iný alebo ho možno samostatne recalibrovať.



Obr. 2 : Senzorový modul plynu

Plyn	Typ	Citlivosť	Rozlíšenie	Presnosť merania
CO	Elektrochemický	0..500 ppm	± 1 ppb	± 15 %
NO ₂	Elektrochemický	0..20 ppm	± 1 ppb	± 15 %
SO ₂	Elektrochemický	0..50 ppm	± 1 ppb	± 15 %
O ₃	Elektrochemický	0..20 ppm	± 1 ppb	± 15 %

Tab. 6 : Senzory plynov v environmentálnom module a ich základné parametre.

		CO – oxid uhoľnatý	NO ₂ – oxid dusičitý	SO ₂ – oxid siričitý	O ₃ – ozón
Vlastnosti	Rozsah merania	0 až 500 ppm (max. prekročenie 2000 ppm)	0 až 20 ppm (max. prekročenie 50 ppm)	0 až 50 ppm (max. prekročenie 100 ppm)	0 až 20 ppm (max. prekročenie 50 ppm)
	Časová odozva (t ₉₀)	< 20 s	< 60 s	< 20 s	< 45 s
	Presnosť merania	± 15 %	± 15 %	± 15 %	± 15 %
	Dlhodobá zmena citlivosti (1 rok)	< 10 %	< -20 až -40 %	< ±15 %	< 10 %
	Teplotný rozsah (°C)	-30 až +50 °C	-30 až +40 °C	-30 až +50 °C	-30 až +40 °C
Prevádzkové podmienky	Rozsah tlaku (kPa)	80 až 120	80 až 120	80 až 120	80 až 120
	Rozsah vlhkosti (% RH)	15 až 90	15 až 85	15 až 90	15 až 90

Tab. 7 : Sensory plynov – prehľad vlastností a prevádzkových podmienok

3.1.1 CO – oxid uhoľnatý

Vlastnosti:

Rozsah merania: 0 až 500 ppm (max. překročení 2000 ppm)

Časová odozva (t₉₀): < 20 s

Presnosť merania: ± 15 %

Dlhodobá změna citlivosti: < 10 % / rok

Prevádzkové podmienky:

Teplotný rozsah: -30 až +50 °C

Rozsah tlaku: 80 až 120 kPa

Rozsah vlhkosti: 15 až 90 %RH

3.1.2 NO₂ – oxid dusičitý

Vlastnosti:

Rozsah merania: 0 až 20 ppm (max. prekročenie 50 ppm)

Časová odozva (t_{90}): < 60 s

Presnosť merania: $\pm 15 \%$

Dlhodobá zmena citlivosti: < -20 až -40 % / rok

Prevádzkové podmienky:

Teplotný rozsah: -30 až +40 °C

Rozsah tlaku: 80 až 120 kPa

Rozsah vlhkosti: 15 až 85 %RH

3.1.3 SO₂ – oxidsiřičitý

Vlastnosti:

Rozsah merania: 0 až 50 ppm (max. prekročenie 100 ppm)

Časová odozva (t_{90}): < 20 s

Presnosť merania: $\pm 15 \%$

Dlhodobá zmena citlivosti: < $\pm 15 \%$ / rok

Prevádzkové podmienky:

Teplotný rozsah: -30 až +50 °C

Rozsah tlaku: 80 až 120 kPa

Rozsah vlhkosti: 15 až 90 %RH

3.1.4 O₃ – ozón

Vlastnosti:

Rozsah merania: 0 až 20 ppm (max. prekročenie 50 ppm)

Časová odozva (t_{90}): < 45 s

Presnosť merania: $\pm 15 \%$

Dlhodobá zmena citlivosti: < -20 až -40 % / rok

Prevádzkové podmienky:

Teplotný rozsah: -30 až +40 °C

Rozsah tlaku: 80 až 120 kPa

Rozsah vlhkosti: 15 až 90 %RH

3.2 Sensory relatívnej vlhkosti, teploty, tlaku a svetla

Snímače sú vyrobené modulárne a každý senzor je umiestnený v module podľa svojho uplatnenia a podmienok. Senzor svetla je umiestnený za priehľadným krytom, ktorý prepustí aj UV žiarenie. Ostatné snímače sú umiestnené v spodnej časti modulu tak, aby mali prístup k okolitému prostrediu cez otvory, ktoré sú opäť situované čo najbližšie k senzoru.



Obr. 1: Jednotlivé senzorové elementy – VIS/UV, hluk, teplota/RH a tlak

Veličina	Typ	Citlivosť	Rozlíšenie	Presnosť merania
Vlhkosť	CMOS	0..100 %	± 0,01 %	± 1,5 %
Teplota	CMOS	-40..125 °C	± 0,01 °C	± 0,1 °C
Tlak	MEMS	260-1260 hPa	± 0,01 hPa	± 0,2 hPa
VIS	Fotodioda	RGB - white		
UV	UV- fotodioda	UVA/UVB		
Hluk	Elektretový mikrofón	40-20000Hz	± 1 dB	± 2 %

Tab. 8 : Sensory plynov v environmentálnom module a ich základné parametre

3.3 Detektor prachu – PM_{2.5} a PM₁₀

Detektor prachových častíc je založený na rozptyle laserového žiarenia na prachových časticiach v rozsahu 0 až 1 000 µg/m³

Rozsah merania: 0 až 1 000 µg/m³

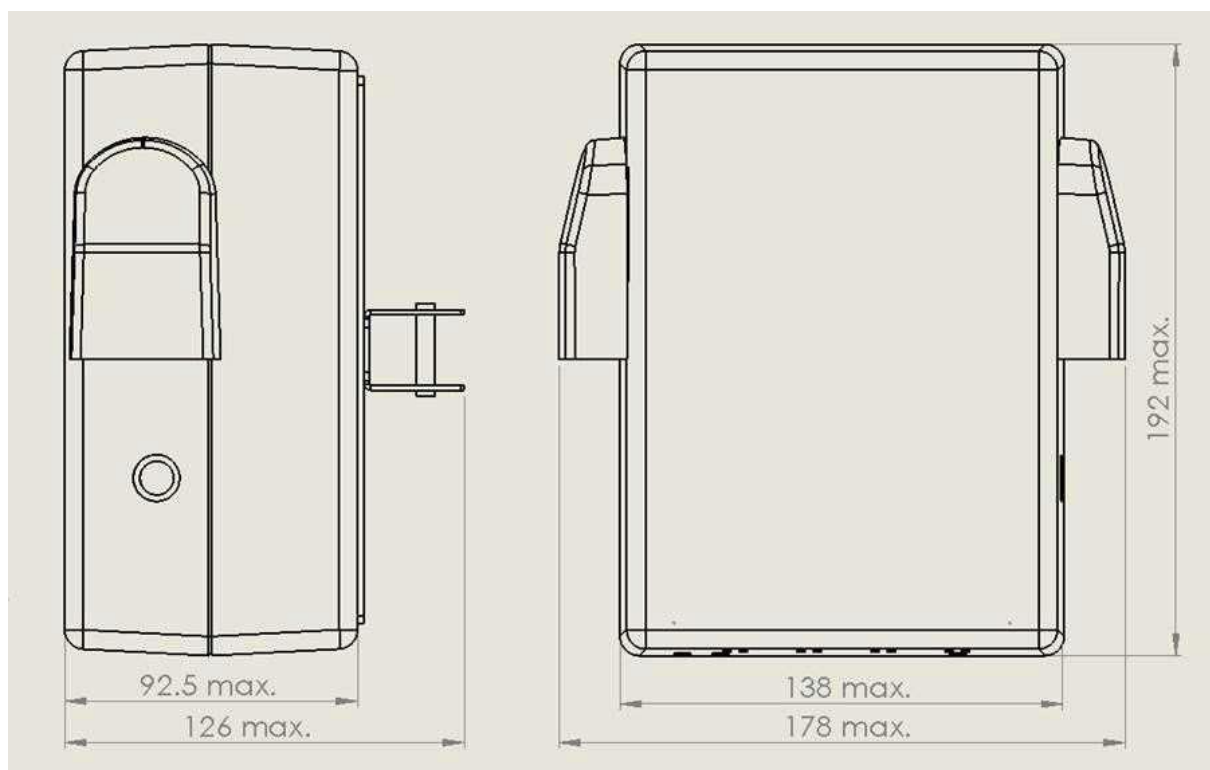
Čas odozvy: < 6s

Presnosť merania: ±15%

Rozsah teploty: -10 až 50 °C

Rozsah vlhkosti: 0 až 95 %RH

4 Základné technické parametre



Obr. 3 : Rozmery zariadenia

Základné vlastnosti	
Napájenie	230 V
Komunikácia	868 MHz
Krytie	IP 65 (IP 30 spodní časť s otvory pro vzduch)
Rozmery	138 x 190 x 91 mm
Hmotnosť	1,3 kg

Tab. 9 : Základné vlastnosti zariadenia