ПРИРУЧНИК ЗА ОСИГУРАЊЕ И КОНТРОЛУ КВАЛИТЕТА (QA/QC) ПРИ ВРШЕЊУ МОНИТОРИНГА КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА

IMPAQ

NATUR VÅRDS VERKET SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

Švedska Sverige

у БИХ

ПРИРУЧНИК ЗА ОСИГУРАЊЕ И КОНТРОЛУ КВАЛИТЕТА (QA/QC) ПРИ ВРШЕЊУ МОНИТОРИНГА (МЈЕРЕЊА) КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА

Документ израдили:
Федерални хидрометеоролошки завод и Хидрометеоролошки завод Републике Српске у сарадњи са Референтном лабораторијом за мјерења квалитета ваздуха на Одјељењу за науку о животној средини и аналитичку хемију, Универзитет у Штокхолму. Документ је израђен у оквиру пројекта „Унапређење квалитета ваздуха и управљања квалитетом ваздуха у Босни и Херцеговини (IMPAQ)“, који имплементира Шведска агенција за заштиту околиша (SEPA), а финансиран је од Шведске агенције за међународну сарадњу и развој (SIDA).

Документ саставио:
Енис Омерчић, Сектор животне средине Федералног хидрометеоролошког завода

Број верзије:
B3:2021

САДРЖАЈ

Увод....5
Шта представља осигурање квалитета?....6
Избор мјерног мјеста и подјела одговорности....7
Избор мјерних инструмената....9
Уградња и инсталација опреме....9
Конфигурација мјерне опреме....10
Општи захтјеви у извођењу мјерења....13
Сљедивост....13
Акредитација према ISO 17025....13
Мјерења лебдећих честица PM10 i PM2,5....14
Инструменти који мјере PM10 i PM2,5 према референтној методи....14
Инструменти који мјере PM10 i PM2,5 примјеном еквивалентне методе....15
Мјерења гасовитих загађујућих материја у ваздуху....17
Руковање боцама са гасовима за калибрацију....17
Инструменти који мјере према референтној методи....18
Калибрација и управљање референтним инструментима за гасовите полутанте....18
Управљање подацима – резултатима мјерења....21
Прикупљање и похрана података о мјерењима....21
Контрола квалитета података....22
Припрема измјерених података....23
Извјештавање....24
Годишња провјера и валидација података....24
Корак 1: Процјена годишњег низа....24
Корак 2: Недостајући подаци мјерења....25
Корак 3: Неисправна вриједност основне – базне линије....25
Корак 4: Необично високе вриједности и друга одступања вриједности мјерења....26
Корак 5: Негативне вриједности и издвојене групе података....28
Корак 6: Означавање података....30
Прорачун мјерне несигурности....30
Додатак 1. Обрасци за попуну података о мјерном мјесту....34
Додатак 2. Образац о контроли рада уређаја за узорковање лебдећих честица (реф. метода)....36
Додатак 3. Образац о контроли рада уређаја за праћење концентрација лебдећих честица (еквивалентна метода)....38
Додатак 4. Образац о контроли рада уређаја за праћење концентрација гасовитих загађујућих материја....39

УВОД

Позадина

Овај документ је припремљен као дио међународног пројекта (IMPAQ) између Босне и Херцеговине (БиХ) и Шведске, који је трајао три године (2019–2022). Пројекат се бавио питањима квалитета ваздуха у БиХ и усаглашавањем управљања контроле околиша са законодавством ЕУ. Овај документ је намијењен да послужи као водич стручњацима у мјерењима квалитета ваздуха у Босни и Херцеговини како би достигли домаће и циљеве ЕУ у мониторингу.

Првобитни документ који је кориштен за припрему овог приручника је „Усаглашавање осигурања квалитета и контроле квалитета у управљању квалитетом ваздуха у Шведској“ (верзија 2.0; 2018), развијен од стране Националне референтне лабораторије за мјерење квалитета урбаног ваздуха и то на Одјељењу за науку о животној средини и аналитичку хемију Универзитета у Штокхолму, Шведска. Тај документ је преведен, прилагођен и допуњен садржајима мониторинга који се проводи на локалним нивоима у Босни и Херцеговини, а све у оквиру IMPAQ пројекта имплементираног од стране SEPA-е.

Шта је сврха овог приручника?

Европска директива о квалитету ваздуха (Директива 2008/50/EC, „CAFE“ директива) основа је за методологије мониторинга ваздуха у већем дијелу Европе. Уобичајена је пракса да постоји документ који усаглашава и осигурава правилну примјену метода мониторинга за све оператере. Овако се такође осигурава и транспарентан начин за провођење мјерења квалитета ваздуха у складу с локалним и легислативама ЕУ. Приручник има за циљ помоћи свим компетентним институцијама и компанијама које се баве мониторингом квалитета ваздуха и осигурањем квалитета метода мјерења. Важно је да постоји овакав општи документ као водич с обзиром да се мониторинг ваздуха у Босни и Херцеговини проводи од стране више различитих оператера у оба ентитета, кантонима и на општинским нивоима и неким другим организацијама.

Приручник не искључује усвајање сопствених процедура за осигурање и контролу квалитета од стране појединачних оператера или компетентних институција који и сами проводе мјерења. Уколико оператери немају сопствене процедуре за осигурање и контролу квалитета, тада овај приручник осигурава минимум захтјева и ти га оператери могу користити као водич. Овај документ стога служи као почетна тачка за развој сопствених процедура у случајевима када су оне неопходне.

Шта је осигурање квалитета?

Приручник не искључује усвајање сопствених процедура за осигурање и контролу квалитета од стране појединачних оператера или компетентних институција који и сами проводе мјерења. Уколико оператери немају сопствене процедуре за осигурање и контролу квалитета, тада овај приручник осигурава минимум захтјева и ти га оператери могу користити као водич. Овај документ стога служи као почетна тачка за развој сопствених процедура у случајевима када су оне неопходне.

Законска регулатива

Правилник о начину вршења мониторинга квалитета ваздуха и дефинирању врста загађујућих материја, граничних вриједности и других стандарда квалитета ваздуха (Сл. новине ФБиХ, 1/12) с допунама и измјенама основни је законски документ који одређује субјекате укључене у мониторинг. Такође укључује и методе вршења мониторинга ваздуха, техничке захтјеве у којима би се мониторинг требао одвијати, начин оцјењивања добијених резултата и размјене добијених резултата у Федерацији Босне и Херцеговине. Уредба о условима за мониторинг квалитета ваздуха (Сл. новине РС, 124/12) документ је који описује исту тему у Републици Српској. Наведеним прописима утврђени су принципи вршења мониторинга и у складу су са стандардима мониторинга квалитета ваздуха који важе у земљама унутар Европске уније. Приручник за осигурање и контролу квалитета за мјерење квалитета ваздуха (у даљњем тексту: Приручник) у складу је с наведеним правилником и уредбом и требао би давати смјернице потребне за правилно вршење мониторинга квалитета ваздуха уз задовољавање прописаних метода и стандарда.

Структура

Приручник чине смјернице које покривају цијели низ поступака препоручених за исправно вршење континуираног мониторинга квалитета ваздуха на мјерним станицама. Смјернице су подијељене у неколико главних поглавља.

Први дио Приручника бави се избором мјерног мјеста, подјелом одговорности, избором мјерног инструмента и начином инсталирања опреме. Ове смјернице су опште и односе се на све загађујуће материје обрађене у Приручнику.

- Избор локације за мјерну станицу и расподјела одговорности особља
- Избор мјерних инструмената
- Инсталација мјерне опреме

Сљедеће поглавље покрива начине вршења мјерења који се примјењују када су станица и мјерни инструменти спремни за оперативно дјеловање. У њему је објашњен начин управљања и калибрације мјерне опреме како би се постигао квалитет вршења мјерења. У овом поглављу посебно су описане смјернице за рад за различите загађујуће материје које су предмет мониторинга на мјерном мјесту, примјера ради, лебдеће честице (PM_{10}/$PM_{2.5}$), сумпор-диоксид (SO_2), азотни оксиди (NO, NOa и NOx), угљен-моноксид (CO) и озон (O_3). Детаљни поступци руковања мјерном опремом, одржавања и калибрације мјерне опреме описани су у техничким упутствима издатим од стране произвођача мјерне опреме.

- Уопште о оперативним мјерењима
- Њега и одржавање мјерне опреме
- Калибрација, сљедивост и сервис

Након поглавља о оперативном раду слиједе упутства за припрему и обраду добијених података. И ова поглавља су општа и односе се на све загађујуће материје које су обрађене у Приручнику.

- Управљање подацима
- Провјера и контрола података

На крају Приручника су упутства о прорачуну мјерне несигурности. У додацима се налазе обрасци за вођење евиденције о дневним активностима како би се сачувале забиљешке о активностима на мјерним мјестима.

Шта представља осигурање квалитета?

Осигурање квалитета (енгл. Quality Assurance; и Quality Control: „контрола квалитета“ – стога се често овакви документи скраћено називају “QA/QC“) начин је спречавања грешака или недостатака у поступку вршења мјерења и добијања резултата мјерења елемената квалитета ваздуха. То подразумијева да субјекат који обавља мјерења има контролу над већим бројем фактора и параметара који утичу на резултате мјерења с циљем извођења мјерења у складу с прописаним методама. Програм осигурања мјерења помаже да се субјекат који обавља мјерење може носити с факторима који утичу на резултате мјерења, а у складу с утврђеним праксама и методама.

Која је сврха овог приручника?

Директива Европске уније о квалитету ваздуха (Директива 2008/50/EC,“CAFE директива”) представља основу за начин вршења мониторинга квалитета ваздуха. У складу с њом, стручним стандардима и искуствима јесте и потреба да се одреде захтјеви и процедуре везане за вршење мониторинга квалитета ваздуха, од идентификирања репрезентативног мјеста узорковања до коришћења провјерених метода мјерења за утврђивање нивоа концентрација праћених материја у ваздуху, јер само уколико су међусобно усклађене радне процедуре и методе, могуће је вршити квалитетно упоређивање добијених резултата мјерења на локалном, ентитетском и националном нивоу, а посебно на међународном нивоу, на којем је и најизраженија потреба за испуњење захтјева контроле квалитета података и осигурања квалитета начина вршења мјерења. Стога је овај приручник помоћно средство у раду свим надлежним институцијама и компанијама које се баве праћењем квалитета ваздуха у осигурању квалитета начина вршења мјерења.

Вршење мониторинга у Босни и Херцеговини није хармонизирано и оператери који врше мјерења обављају га у складу са сопственим радним праксама, правилима и могућностима. Ипак се на основу досадашњих запажања може рећи да оператери у нашој земљи вршење квалитета ваздуха обављају у већој или мањој мјери у складу са стандардима и захтјевима примијењеним у земљама Европске уније. Двије највеће препреке у поузданости вршења мјерења и осигурању квалитета вршења мјерења јесу недостатак довољних финансијских средстава, кадровски недостаци и недостатак униформних или међусобно усклађених писаних процедура које ће омогућити вршење мјерења по устаљеним процедурама за осигурање и контролу квалитета мјерења. Овај приручник не искључује доношење сопствених процедура за рад и осигурање квалитета у случају да их поједини оператери или надлежне инситуције који врше мјерења осигурају сами, али им може послужити као полазна основа за израду сопствених уколико постоји потреба за тим. У случају да оператери немају

сопствене процедуре за вршење мјерења квалитета ваздуха, овај приручник пружа минимум захтјева за осигурање и контролу квалитета и ти оператери би се требали њиме водити у раду.
С обзиром на све потешкоће и препреке које се дешавају у вршењу мониторинга тешко је очекивати да је све захтјеве из овог приручника могуће испунити. Неиспуњење појединих захтјева не мора значити да резултати мјерења неће бити прихватљиви и оцијењени валидним, али то зависи од укупне оцјене начина вршења мониторинга, значаја појединог захтјева и његовог утицаја на квалитет мјерења и стања задовољења укупних захтјева из овог приручника.

ИЗБОР МЈЕРНОГ МЈЕСТА И ПОДЈЕЛА ОДГОВОРНОСТИ

Код избора мјерног мјеста, односно микролокације на којој ће бити постављена станица за праћење квалитета ваздуха треба испунити захтјеве који су у складу с правилима струке. Мјерења треба вршити на што досљеднији начин. Мјерно мјесто треба бити репрезентативно како би обухватило што већи број људи који насељавају подручје у близини. Избор макролокације треба вршити у складу с важећим ентитетским прописом.

Пожељно је при избору мјерног мјеста у урбаним срединама бирати локације за које можемо претпоставити да се на њима не очекују значајне промјене амбијенталних услова и извора емисија у дужем периоду, а све како би резултати мјерења били упоредиви кроз дужи временски период. Уколико дође до таквих промјена у околини, неопходно је извршити и промјену класификације станице. Стога је неопходно редовно чувати забиљешке о условима околине око мјерног мјеста.

У пракси се ријетко дешава да станица испуњава све идеалне локацијске услове. Најчешће субјекти надлежни за вршење мјерења нису у могућности бирати локације, него зависе од расположивих локација које им се додијеле. У том случају треба одабрати локацију која задовољава највећи број захтјева. Уколико понуђена локација не задовољава већи број захтјева, треба изабрати нову локацију.

Код избора мјерног мјеста, односно микролокације на којој ће се мјерење вршити потребно је осигурати сљедеће захтјеве:

1. Подручје око уређаја за узорковање ваздуха мора бити отворено, тако да омогућава слободно струјање ваздуха (у луку од најмање 270°) без препрека које би могле утицати на проток ваздуха. То је најчешће удаљеност од неколико метара од зграда, дрвећа и других препрека. Уколико нека препрека која би смањила тражени лук од 270° слободног струјања ваздуха надвисује мјесто гђе се налази узорковач ваздуха, важно је осигурати њену удаљеност од опреме за узорковање ваздуха за најмање двоструку висину те препреке. Уколико се мјесто узорковања налази на истој висини као околне зграде/препреке, оно би требало бити удаљено најмање пола метра од њих.

2. Уопште, мјерни инструменти за узорковање ваздуха требају бити на висини између 1,5 метар (“зона дисања”) и 4 метра изнад тла. У одређеним околностима узорковач ваздуха може бити постављен на већу висину уколико се оцијени да је такво мјерно мјесто репрезентативно за велико подручје, а што је често случај у густо изграђеном урбаном подручју гдје доминирају нешто виши објекти и како би се задовољио први наведени услов. У таквим случајевима препоручује се да висина опреме за узорковање ваздуха не прелази висину од 20 метара изнад тла.

3. Опрема за узорковање ваздуха не смије се поставити у непосредну близину извора емисије како би се избјегло непосредно (директно) усисавање емисија које нису измијешане с околним ваздухом. Уколико се мјерења врше с циљем праћења утицаја саобраћаја на квалитет ваздуха, идеални услови за постављање уређаја за узорковање ваздуха би били:
   - 3.1. ова мјерна мјеста требала би бити удаљена најмање 25 метара од руба главних раскрсница и најмање 4 метра од средине најближе саобраћајне траке (за све онечишћујуће материје/полутанте);
   - 3.2. за праћење азотног диоксида (NO_2) и угљен-моноксида (CO) узорковач ваздуха треба бити удаљен највише 5 метара од руба плочника;
   - 3.3. за лебдеће честице, олово и бензен, узорковачи ваздуха требају се поставити тако да буду репрезентативни за квалитет ваздуха у близини околних зграда, али на удаљености не већој од 10 метара од руба плочника.

Наведени захтјеви односе се на идеалне услове вршења мјерења концентрација наведених материја. Сва одступања требала би се документовати и процијенити њихов утицај.

Други услови и фактори везани за мјерна мјеста које треба узети у обзир приликом избора мјерног мјеста:

1. Различити извори ометања мјерења – поред наведених услова локације треба избјегавати локације у чијој се близини очекују активности што могу бити разлог за неочекиване изворе емисије или ометања слободног струјања ваздуха, те тиме смањити репрезентативност мјерног мјеста (паркиралишта, мјеста одржавања манифестација, привремена одлагалишта отпада и друго);

2. сигурност мјерног мјеста – пожељне су локације на осивијетљеним мјестима или тамо гдје је могућност отуђивања или оштећења мјерне опреме смањена;

3. приступ – приликом избора мјерног мјеста треба водити рачуна о томе да станице буду доступне особљу које носи терет приликом поставке и рада на станици;

4. расположивост електричног напајања и могућност повезивања на интернетску мрежу;

5. видљивост мјерног мјеста у односу на околину;

6. сигурност за јавност и техничко особље (оператере);

7. пожељно је на истом мјесту осигурати постављање узорковача и мјерних инструмената за мјерење концентрација различитих онечишћујућих материја;

8. прописи везани уз просторно планирање или важеће регулационе планове.

Испуњеност свих наведених захтјева треба документовати прије одабира локације уз писана образложења/напомене уколико неки од захтјева нису испуњени или су дјелимично испуњени. Такође, уколико се сматра потребним или корисним, пожељно је уписати и све остале значајке простора у близини мјерног мјеста које могу имати утицај на резултате мјерења.

Потребно је фотографски документовати локацију станице за праћење квалитета ваздуха како би се имао увид у стање простора око станице. Неопходна фотодокументација подразумијева слику мјерног мјеста/станице и најмање 4 фотографије околине станице начињене с мјерног мјеста у различитим смјеровима на све четири стране свијета.

Географске координате и надморска висина станице морају такође бити документовани.

Именовање особе одоворне за квалитет мјерења

Институција за чије се потребе врши мјерење или која врши мјерење квалитета ваздуха треба именовати особу која је одговорна за квалитет цијелог процеса вршења мониторинга (“менаџер квалитета”). То је особа која прати испуњавање захтјева за осигурање квалитета у процесу без обзира да ли процес вршења мјерења у потпуности врши институција која је именовала менаџера или то чине ангажоване компаније.

Дужности менаџера квалитета могу укључивати:

- старање да се процес извођења мјерења обавља у складу са захтјевима струке, у складу са стандардним методама мјерења и у складу с овим документом;
- вођење документације о цјелокупном процесу мјерења у складу са захтјевима овог приручника и домаће законске регулативе;
- пренос знања и вјештина на остале особе укључене у процес вршења мјерења;
- расподјелу задатака и обавеза осталим особама укљученим у процес мјерења и вођење евиденције о томе;
- уколико дио или цјелукопан процес мјерења обавља унајмљена компанија, менаџер квалитета обавља комуникацију с њима, прати и документује њихов рад како би осигурао одвијање рада у складу са захтјевима струке, методолошки исправно, у складу с овим документом и захтјевима домаће законске регулативе;

- менаџер квалитета подноси извјештај – годишњи образац именованом референтном центру надлежном за прикупљање података о мониторингу квалитета ваздуха и представља особу за контакт с референтним центром.

ИЗБОР МЈЕРНИХ ИНСТРУМЕНАТА

Инструменти који се користе за извођење мјерења квалитета ваздуха морају радити према референтним методама описаним у ентитетском или националном пропису који описује начин вршења мониторинга квалитета ваздуха. Референтне методе су међународно признате методе. Додатно се могу користити и еквивалентне методе за које се може доказати да дају резултате једнаке референтној методи.

Приликом избора мјерног инструмента, односно описа треба водити рачуна о мјерном рангу инструмента и нивоу детекције у складу с очекиваним нивоом загађења на локацији за коју се набавља мјерни уређај. Уколико се мјерни уређај треба смјестити у већ постојећу мјерну станицу, приликом набавке треба обратити пажњу на то да уређај који се набавтља димензијама одговара простору који је на располагању. Такође је важно и да постотји могућност повезивања новог с постојећим уређајима за прикупљање и похрањивање података. Осим тога треба водити рачуна о радној температури инструмента и електричном напону. У случају потребе, за одређивање техничких карактеристика уређаја који се набавља препоручују се консултације с референтним центром.

Приликом набављања уређаја за прикупљање, похрану и слање података треба водити рачуна да они буду компатибилни са системом за аутоматско прикупљање података у референтном центру.

УГРАДЊА И ИНСТАЛАЦИЈА МЈЕРНЕ ОПРЕМЕ

Општи захтјеви

Одговарајући начин инсталације и позиционирања мјерне опреме први је важан корак за њен исправан рад. То подразумијева да је мјерни инструмент заштићен од прашине, кише и снијега, директног сунчевог зрачења, великих варијација у температури и слично. То захтијева да је доступни простор у складу с величином и обликом инструмената и локацијским условима мјерног мјеста. Инструменти могу бити смјештени у контејнеру, згради, возилу, сандуку итд. Препоручено је повремено прегледати зидове мјерне станице како би се пронашле пукотине или друга оштећења, те их отклонити у што краћем року. Приликом организације простора за мјерну опрему треба водити рачуна да се осигура квалитетан приступ и кретање око опреме како би се без проблема могло вршити њихово инсталирање, деинсталирање и одржавање.

Инсталирање инструмената и опреме

Приликом инсталирања инструмената важно је обратити пажњу да различити инструменти имају различите карактеристике и захтјеве. Стога се треба придржавати препорука произвођача за сваки појединиинструмент. Ово се односи како на саме техничке услове инсталације тако и на руковање и инсталирање додатних материјала и дијелова – филтери, цијеви, цријева и замјенски дијелови. У највећем броју случајева ови захтјеви су слични код различитих произвођача.

Електрични напон

С обзиром да су мјерни инструменти углавном осјетљиви електрични уређаји, препоручује се да се осигура стабилан напон у електричној мрежи која напаја инструменте како би се избјегли нежељени кварови и оштећења, што се може извести инсталацијом посебних уређаја за стабилизацију електричног напона. Уколико је неопходно, треба инсталирати уређаје за стабилност напона електричне енергије с обзиром да овај фактор такође може утицати и на мјерну несигурност, односно квалитет мјерења.

Климатизација простора

Неопходно је осигурати стабилну једноличну температуру ваздуха без великих и наглих промјена у простору у којем је смјештена мјерна опрема. Технички, већина инструмената је у стању да исправно ради на температурама између 15°C и 35°C. Међутим, за постизање најбољих резултата мјерења и осигурање најбољих услова за рад инструмената идеално је одржавати температуру ваздуха у просторији у којој се налазе мјерни инструменти између 20°C и 25°C. Због овога је неопходно инсталирати клима-уређај унутар саме мјерне станице, те је препоручљиво да се осим уређаја за климатизацију простора уз мјерну опрему инсталира и термометар којим ће се моћи провјеравати

стање температуре ваздуха поред самог уређаја. Клима-уређаје потребно је редовно одржавати у складу с препоруком произвођача. Важно је водити рачуна да испусти клима-уређаја не утичу на резултате мјерења, односно да не мијешају излазни станични ваздух са ваздухом који се узоркује за мјерење концентрација загађујућих материја.

Плинске боце

Уколико се на станици за мониторинг квалитета ваздуха прате концентрације гасовитих материја, онда се подразумијева да ће на станици повремено или трајно бити постављене и плинске боце ради умјеравања мјерних инструмената. Потребно је осигурати да плинске боце не представљају ризик по радно окружење, односно да се сведе на минимум могућност њиховог превртања или неконтролисаног цурења гаса из њих. Трајно постављене плинске боце требају се поставити тако да нема запрека њиховом руковању приликом замјене. Уколико се у боцама налазе гасови у концентрацијама које могу представљати опасност по здравље особља на станици, потребно је ставити знакове упозорења и руковање боцама вршити у складу с упутствима о сигурности на раду.

Заштита од пожара

На свакој мјерној станици неопходно је осигурати барем један уређај за гашење пожара испуњен материјом која одговара гашењу пожара на електричним инсталацијама. Пожељно је имати инсталиран и систем за детекцију и дојављивање пожара.

КОНФИГУРАЦИЈА МЈЕРНЕ ОПРЕМЕ

Конфигурација, односно техничке поставке мјерне опреме морају бити у складу с упутствима произвођача и свим препорукама описаним у техничкој документацији инструмента.

Инструменти који врше узорковање честица и материја које се анализирају у облику честица (PM_{10}, $PM_{2,5}$, бензо(а)пирен, арсен, кадмијум, никл, олово и сл.) требају вршити узорковање при текућим амбијенталним условима температуре ваздуха и притиска.

Инструменти који мјере концентрације гасовитих материја (NO_2, CO, SO_2, O_3, H_2S, бензен и сл.) мјерење требају вршити при стандардизованој температури од 293 K (19,9°C) и притиску од 101,3 kPa. Ови услови најчешће су већ подешени у софтверској подршци мјерних инструмената, тако да је и приликом конфигурације инструмента неопходно потврдити статус ових параметара. Уколико се евентуално не могу осигурати ови услови на самом инструменту, онда је потребно извршити прорачун, односно прерачун добијених вриједности концентрација мјерених полутаната на стандардизоване услове.

Мјерни инструменти гасовитих полутаната концентрацију изражавају у „ppm“ или “ppb“ јединицама („parts per milion“ / „parts per billion“, односно „молекула гаса унутар милион/милијарду молекула ваздуха“) и претварање ових јединица у масене јединице (µg/m3 ili mg/m3) најчешће је могуће извршити аутоматски у поставкама инструмента. Уколико то евентуално није могуће, онда се прерачунавање у масене јединице врши према конверзионим факторима за сваки појединi гас на сљедећи начин:

Азотни диоксид NO_2	1 ppb = 1,91 µg/m³	1 µg/m³ = 0,52 ppb
Азорни моноксид NO	1 ppb = 1,25 µg/m³	1 µg/m³ = 0,80 ppb
Сумпор-диоксид SO_2	1 ppb = 2,66 µg/m³	1 µg/m³ = 0,38 ppb
Озон O_3	1 ppb = 2,00 µg/m³	1 µg/m³ = 0,50 ppb
Угљен-моноксид CO	1 ppm = 1,16 mg/m³	1 mg/m³ = 0,86 ppm
Бензен C_6H_6	1 ppb = 3,25 µg /m³	1 µg/m³ = 0,31 ppb

HORIBA
IMPAQ
ZA BOLJI KVALITET ZRAKA
APDA-372
KRAUSE

ОПШТИ ЗАХТЈЕВИ И ИЗВОЂЕЊА МЈЕРЕЊА

Кључно је при осигурању квалитета и поузданости у вршењу мониторинга квалитета ваздуха одржавање инструмената и опреме у добром стању. Стога су редовни сервиси и одржавање опреме врло важне фазе свеукупног процеса вршења мониторинга.

Корисник инструмената унутар мјерне станице одржавање опреме треба вршити у складу с писаним техничким упутствима произвођача опреме.

Све активности на станици које се тичу руковања опремом, измјена поставки, одржавања, измјене потрошних материјала, сервиса и умјеравања потребно је документовати. Уколико те активности или дио њих обавља унајмљена компанија за те намјене, потребно је од исте тражити писане документе о тим активностима. Таква документација треба бити у форми обрасца и уколико оператер нема сопствени образац који служи сврси тог документовања, референтни центар их може израдити.

Сљедивост

Потребно је осигурати да се опрема којом се врши мониторинг квалитета ваздуха одржава у складу с примијењеним стандардом који се односи на тестирање и калибрацију опреме. То значи да је неопходно осигурати сљедивост умјеравања опреме тако да се мјерни инструменти морају калибрирати, односно умјеравати с опремом и референтним материјалима чији се квалитет може у потпуности пратити до нивоа међународно прихваћеног стандарда.

То значи да неки мјерни инструмент треба калибрирати с референтним гасом из боце уз коју постоји доказ издат од акредитованог субјекта да у времену умјеравања у њој мора бити важећа вриједност концентрације референтног гаса. Ово се односи и на вршење функционалних провјера („span check“).

Уколико је калибрација рађена преносним стандарним калибратором (тзв. „transfer standard“), треба постојати доказ да је преносни калибратор у вријеме калибрације мјерног инструмента био у важећем року умјеравања с вишим стандардом. Валидација може бити извршена или у лабораторији која је умјерена еталонским уређајем или директно еталонским уређајем на терену. Такође, мјерни инструменти могу се слати на умјеравање директно с еталоном, али је то ријетко препоручљиво због високих трошкова.

Акредитација према ISO 17025

Један од начина осигурања сљедивости приликом вршења мониторинга квалитета ваздуха јесте да се испуне услови акредитације по стандарду ISO 17025. Ово је важан услов у случају када се користе услуге подуговарача. Треба имати на уму да се акредитација по овом стандарду односи на методе и поступке, а не на цјелокупно дјеловање компаније, тј. лабораторије. Стога је у том случају потребно провјерити акредитацију за оне методе које се односе на мјерење оних загађујућих материја које су у програму мјерења на станици или станицама за које се та компанија, односно акредитована лабораторија ангажује. Ресорна ентитетска министарства на својим интернетским страницама објављују регистар лиценцираних лабораторија. Регистар акредитованих лабораторија и одговарајућих метода објављује се на сајту државне агенције за акредитацију (БАТА).

МЈЕРЕЊА ЛЕБДЕЋИХ ЧЕСТИЦА PM10 I PM2,5

Мјерни инструменти који се користе за ову намјену требају радити на принципу референтне или еквивалентне методе мјерења.

Инструменти који мјере PM10 i PM2,5 према референтној методи

Одржавање референтних инструмената

Инструменти који мјере лебдеће честице PM_{10} i $PM_{2,5}$ према референтној методи морају бити у складу са стандардом BAS/EN 12341:2014 – Стандардна метода за гравиметријско одређивање масене концентрације фракције PM_{10} i $PM_{2,5}$ суспендоване чврсте материје у ваздуху. Принцип мјерења је прикупљање честица на филтер, а потом вагањем у лабораторији – гравиметријски се одређује тежина честица. Овај стандард такође пружа информације о израчунавању мјерне несигурности. Због природе процеса и времена између узорковања и вагања, што укључује вријеме припреме филтера за вагање, референтном методом није могуће добити резултат о нивоу нарушености квалитета ваздуха у стварном времену, већ са закашњењем и до неколико дана или седмица. Из овог разлога често је оправдано користити инструменте који раде еквивалентном методом.

Мјерење лебдећих честица референтном методом мора бити праћено испуњењем сљедећих захтјева:

Контрола и калибрација мјерне опреме:

- Провјера сензора за температуру ваздуха и ваздушни притисак – једном у три мјесеца
- Калибрација сензора за температуру ваздуха и ваздушни притисак – једном годишње
- Контрола протока – једном у три мјесеца
- Калибрација протока – једном годишње
- Провјера цурења („leak test“) – једном годишње
- Учествовање на међународним међулабораторијским мјерењима – уколико је изводиво.

Остало:

- Све друге активности одржавања које су у складу с техничким упутствима и препорукама произвођача мјерне опреме
- Вођење документације о свим активностима на раду с опремом (редовно одржавање, замјена дијелова и потрошних материјала, контроле и калибрације и друго).

Вагање филтера

- Вагање филтера обавља се у складу са стандардом EN 12341:2014.
- Уколико надлежна институција за праћење квалитета ваздуха не врши самостално процес вагања филтера (гравиметрије), већ за те потребе унајмљује консултантску компанију – лабораторију, онда та лабораторија мора бити акредитована за ову методу и по стандарду ISO 17025.
- Сви поступци морају бити документовани.

Сљедивост референтних инструмената

За лебдеће честице фракције PM_{10} ili PM2,5 не постоји међународно признати материјал за упоређивање и калибрацију мјерног уређаја. Стога се задовољење захтјева из стандарда EN 1234:2014 сматра примарном референтном методом за квалитетно обављање ових мјерења.

Да би се осигурала сљедивост за узорковање референтним инструментом за лебдеће честице, захтјеви су сљедећи:

- Сензоре температуре, ваздушног притиска и протока ваздуха на мјерном инструменту редовно треба калибрирати према сљедивим стандардима. Уколико се ангажује спољња компанија за ову намјену, она треба бити акредитована према ISO 17025 за ове задатке, што подразумијева гаранцију сљедивости умјеравања.
- Опрема која се користи за вагање филтера треба се редовно калибрирати (једном годишње). Уколико се ангажује спољни сарадник – компанија за ову намјену, треба бити акредитована према ISO 17025 за ове задатке, што подразумијева гаранцију сљедивости умјеравања.
- Потребно је уредно водити сву документацију која доказује сљедивост умјеравања (потврде или извјештаји о калибрацији).

Инструменти који мјере PM_{10} и $PM_{2,5}$ примјеном еквивалентне методе

Одржавање еквивалентних инструмената за честице

Инструменти који мјере лебдеће честице PM_{10} и $PM_{2,5}$ еквивалентном методом могу слиједити различите принципе (најчешће бета-апсорпција или расипање свјетлости). Стога је важно увијек слиједити препоруке произвођача инструмента које се односе на руковање, сервис и одржавање итд.

Мјерење лебдећих честица еквивалентном методом мора се пратити испуњењем захтјева приказаних у наставку:

Контрола и калибрација мјерне опреме:

- Провјера функционалности рада сензора за температуру ваздуха, притиска ваздуха и протока у уређају за праћење концентрације честица – дневно
- Провјера тачности сензора за температуру ваздуха и ваздушни притисак – једном у три мјесеца
- Калибрација сензора за температуру ваздуха и ваздушни притисак – једном годишње
- Контрола протока – једном у три мјесеца
- Калибрација протока – једном годишње
- Провјера цурења („leak test“) – једном годишње
- Контрола „нулте тачке“ – контрола чистим ваздухом – једном годишње

Остало:

- Све друге активности одржавања које су у складу с техничким упутствима и препорукама произвођача мјерне опреме
- Вођење документације о свим активностима на раду с опремом (редовно одржавање, замјена дијелова и потрошних материјала, контроле и калибрације и друго)

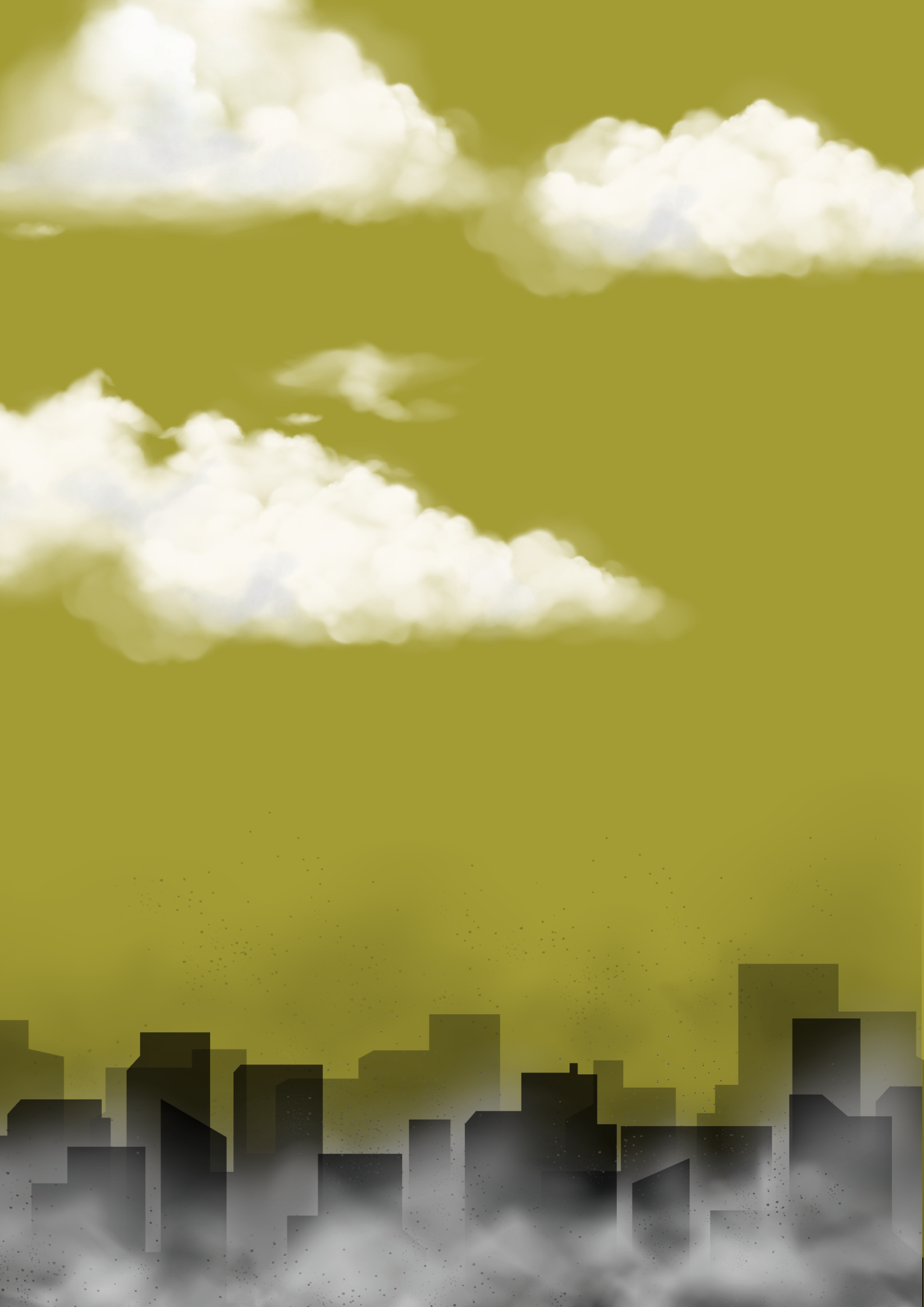
Израчунавање несигурности за инструменте који користе еквивалентне методе

Процјена мјерне несигурности на инструментима који врше мјерење концентрације лебдећих честица еквивалентном методом могућа је само упоређивањем добијених резултата с резултатима добијеним на инструменту који мјерење врши у складу с референтном методом – једноставним поређењем добијених резултата уз услов да је мјерење вршено истовремено и на истом мјерном мјесту. Процентуално изражена разлика добијене концентрације на мјерном уређају у односу на концентрацију добијену референтном методом (гравиметрија) представља и мјерну несигурност. На овај начин могу се накнадно извршити корекције добијених резултата с циљем добијања што тачнијег податка. На овај начин корекције добијених резултата могу се урадити касније како би се добили поуздани подаци. Доступно је више детаља о овим поређењима, а једногодишња поређења довољна су за почетак.

Слједивост коришћењем еквивалентних метода

Како је наведено, не постоји међународно признат материјал за упоређивање и калибрацију опреме која мјери лебдеће честице. Слједивост, као и одређивање мјерне несигурности доказује се упоредним мјерењима инструментима који мјерења врше референтном методом. Да би се осигурала слједивост за мјерење инструментом који користи еквивалентну методу за лебдеће честице, захтјеви су слједећи:

- Сензори температуре, ваздушног притиска и протока ваздуха на мјерном инструменту редовно треба калибрирати према слједивим стандардима. Уколико се ангажује спољна компанија за ову намјену, треба бити акредитована према ISO 17025 за ове задатке, што подразумијева гаранцију слједивости умјеравања.
- Потребно је уредно водити сву документацију која доказује слједивост умјеравања наведених сензора (потврде или извјештаји о калибрацији) и документацију о упоредним мјерењима референтним инструментима ако су такве вршене.



МЈЕРЕЊА ГАСОВИТИХ ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА У ВАЗДУХУ

Инструменти који се користе за извођење мјерења квалитета ваздуха морају радити према референтним методама описаним у ентитетском или националном пропису који описује начин вршења мониторинга квалитета ваздуха. Референтне методе су међународно признате методе. Условно се може користити и еквивалентна метода, за коју се може доказати да даје резултате једнаке референтној методи, али то се углавном односи на мјерења лебдећих честица. Еквивалентне методе за мјерење концентрација гасовитих материја у законској регулативи у Босни и Херцеговини нису препознате. Остале методе могу бити укључене уколико су препознате од стране међународне научне заједнице. У појединим случајевима оператери могу оцјењивати резултате мјерења таквим методама уз услов да је било немогуће вршити мјерења референтном методом и да за поступак мјерења постоје докази о испуњеним техничким захтјевима одржавања, калибрације и слједивости. Ово се односи на рад субјеката који су надлежни за обављање мониторинга квалитета ваздуха у циљу заштите здравља људи и извјештавања о квалитету ваздуха, док се у истраживачке и научне сврхе могу користити и друге методе.

Најчешће се врши мониторинг сљедећих гасовитих материја у ваздуху:

- Сумпор-диоксид (SO_2)
- Азотни оксиди (NO_2, NO, NO_x)
- Угљен-моноксид (CO) i
- Озон (O_3)

О њиховом мјерењу бит ће ријечи у наставку. Осим њих повремено се врше мјерења и сумпор-водика (H_2S) и бензена (C_6H_6) на појединим локацијама.

Руковање боцама са гасовима за калибрацију

Вршење мјерења наведених гасовитих материја (осим озона) инструментима који користе референтне методе подразумијева руковања боцама у којима су смјештени гасови или мјешавине гасова за њихову калибрацију. Да би се та калибрација могла вршити поуздано и квалитетно, потребно је да су концентрације гасова у боци тачно одређене и стабилне. Да би се то осигурало, потребно је користити гасове унутар гарантног рока и пазити да се садржај боца не контаминира.

Регулатор гаса плинске боце (вентил) мора бити заврнут кад год она није у употреби. Приликом руковања боцом и вентилом за регулацију протока треба водити рачуна о сљедећем:

- приликом монтаже вентила регулатора протока на боцу регулатор мора бити затворен;
- при употреби калибрационих гасова обавезно је најприје отворити вентил на боци, а потом вентил на регулатору притиска;
- приликом завршетка калибрисања или функционалне провјере обавезно је прво затворити вентил на боци, а потом вентил на регулатору притиска, јер притисак из боце може оштетити дијелове у вентилу за регулацију притиска;
- приликом замјене или скидања вентила за регулацију протока затворити прво боцу уколико је отворена, а потом отворити вентил регулатора притиска како би се испустили задржани гасови у самом вентилу;
- уколико се функционалне провјере с боцом раде аутоматски, онда треба водити рачуна о редослиједу укључивања и повремено провјерити да ли долази до испуштања гасова између боце и анализатора;
- увијек треба пазити да се прво изврши завртање вентила боце, па тек онда одвајање цријева од мјерног уређаја.

Све боце с гасовима морају имати јасно означене вриједности концентрације гасова, цертификат о ваљаности смјесе и рок ваљаности боце, односно гарантоване стабилности гасова.

Приликом набављања боца с гасовима треба водити рачуна о томе да концентрације у њима одговарају реду величине мјерног ранга инструмената за мјерење, а свакако веће од очекиваних вриједности концентрација тих гасова на локацији мјерног мјеста.

Инструменти који мјере према референтној методи

Законом прописана методологија вршења мониторинга концентрација појединих гасовитих материја у амбијенталном ваздуху је сљедећа:

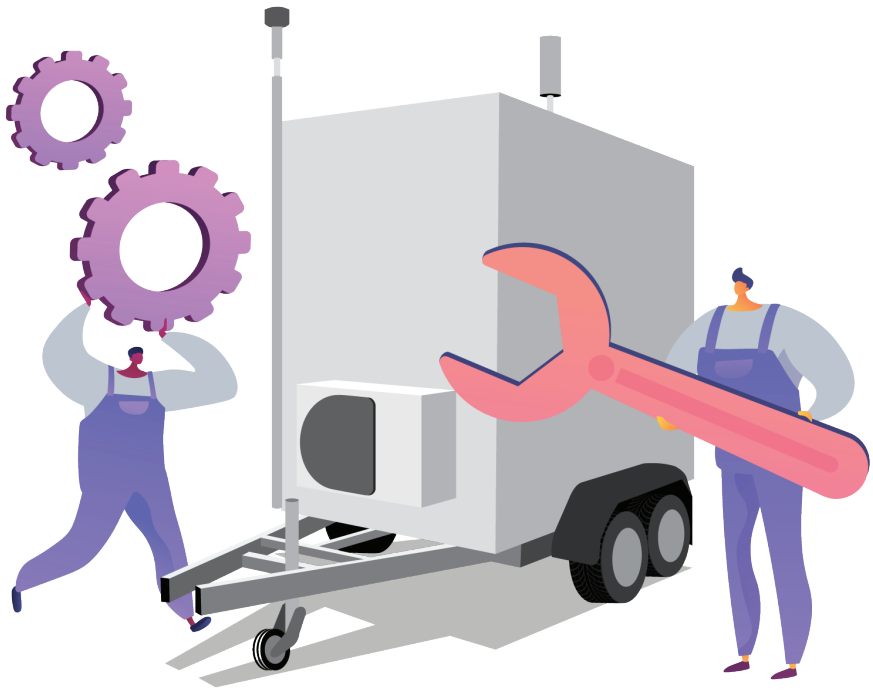
- референтна метода за анализу азотног диоксида и оксида азота у амбијенталном ваздуху је кемилунисценција (CLD); принцип мјерења: модулациони тип унакрсног тока уз редуцирани притисак (према стандарду BAS EN 14211);
- референтна метода за анализу и принцип мјерења сумпор-диоксида у амбијенталном ваздуху је ултравиолентна флуоресценција (стандард: BAS EN 14212);
- праћење концентрације угљен-моноксида у амбијенталном ваздуху врши се методом недисперзивне инфрацрвене апсорпције (NDIR-CFM); принцип мјерења: модулација унакрсног тока (стандард BAS EN 14626);
- мониторинг концентрација приземног озона у амбијенталном ваздуху врши се методом недисперзивне ултраљубичасте апсорпције (NDUV) (стандард: BAS EN 14625).

Калибрација и управљање референтним инструментима за гасовите полутанте

Одржавање и калибрација инструмената који мјере гасовите полутанте у ваздуху према референтној методи морају слиједити наведене стандарде.

Калибрације инструмената требају се изводити сваки трећи мјесец. Уколико инструменти раде поуздано и стабилно, уз осигурање свих осталих техничких захтјева за одржавање инструмената, ова фреквенција може се спустити на два једанпут у шест мјесеци. Функционалне провјере рада, односно провјере нулте тачке и тачке мјерног распона („zero“ i „span check“) треба чинити најмање сваке двије седмице. Међутим, идеални су услови у којима се ове провјере врше аутоматски – једном дневно. Понеко изостајање ових провјера у току године не мора значити да ће се мјерења оцијенити невалидним у том периоду уколико се добијени резултати доимају логичним и очекиваним послије обављене провјере и контроле података, а на начин како је описано у наредном поглављу овог приручника. Осим тога, потребно је водити рачуна о редовној измјени пуњења линије за добијање нултог гаса најмање једном у шест мјесеци, а уколико се оцијени потребним, и чешће. Стање пуњења за нулти гас најлакше се утврђује посматрањем промјене боје силикатног гела.

При калибрацији се користе референтни гасови који имају сљедивост према домаћим или међународним стандардима и који има концентрацију што одговара најмање 70–80% мјерног распона инструмента. Несигурност референтног гаса мора бити мања од ± 5%, тј. на нивоу поузданости од 95%. За калибрацију и контролу нулте тачке треба користити нулти гас („zero gas“). Прије извођења сваке калибрације ваља извршити замјену филтера како би се смањила могућност евентуалне контаминације референтног гаса.



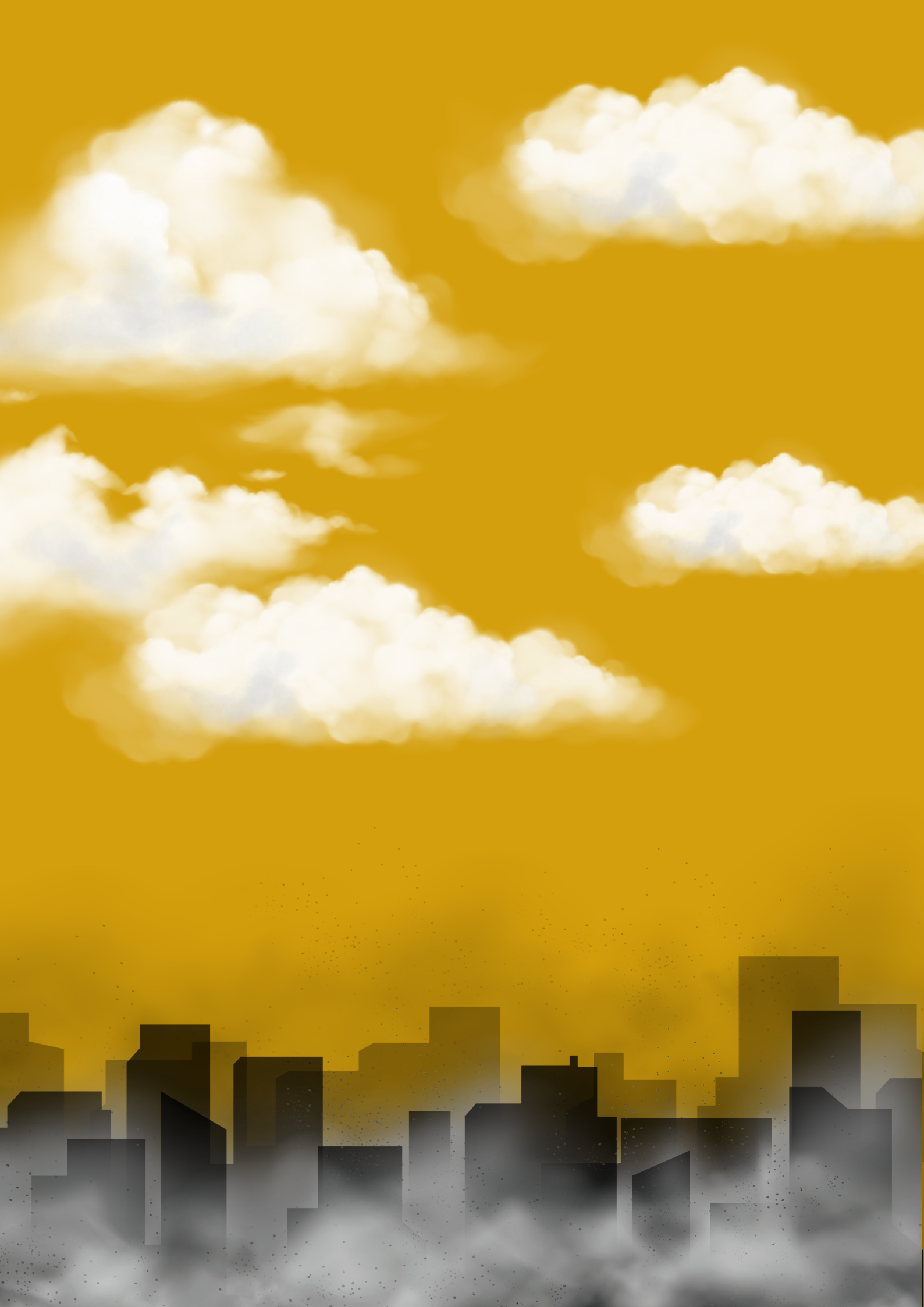
Мјерења концентрације гасовитих полутаната у ваздуху требају задовољити сљедеће захтјеве калибрације и функционалних провјера:

- Провјера мјерног распона („span check“) и нулте тачке („zero check“) – најмање једном у 15 дана
- Калибрација на двије тачке унутар мјерног распона и прорачун границе детекције – једном у три мјесеца*
- Калибрација на пет или више тачака – једном годишње*
- Контрола ефикасности конвертера на уређајима за праћење азотних оксида – једном годишње
- Промјена пуњења за чишћење ваздуха („zero gas line“) – најмање једном у 6 мјесеци

Остале активности:

- Обављање свих осталих мјера одржавања и контроле рада у складу с техничком документацијом произвођача инструмената (замјена филтера, потрошних материјала, дијелова и слично)
- Уредно вођење комплетне документације о вршењу функционалних провјера и калибрације и свих других активности и мјера проведених на мјерним инструментима
- Осигурање преноса знања између особља које је упослено на раду са станицом и упознавање особља с процедурама за рад.

**Учесталост може бити и нижа уколико инструменти раде поуздано и стабилно, уз осигуравање свих осталих техничких захтјева за одржавање инструмента. У таквом случају калибрација на двије тачке може се радити једном у 6 мјесеци. Калибрација на 5 тачака може се радити и једном у 2-3 године уколико је калибрација на 2 тачке рађена свака 3 мјесеца уз задовољење свих осталих техничких захтјева управљања инструментом.*



УПРАВЉАЊЕ ПОДАЦИМА – РЕЗУЛТАТИМА МЈЕРЕЊА

У нашим прописима дефинисан је минимални обухват валидних података за сваку појединачну материју која се мјери у мониторингу квалитета ваздуха за различите периоде што описују колика је довољна количина података која може дати јасну слику стања квалитета ваздуха за одређени временски период. За све мјерене полутанте за које се врши континуирани мониторинг неопходно је на осмосатном или дневном нивоу осигурати минимално 75% валидних сатних мјерења, а на годишњем нивоу 90%. За индикативна мјерења и узорковање за анализе лебдећих честица и других материја тај обухват је нешто мањи. Детаљан опис ових захтјева налази се у важећим прописима на ентитетским нивоима који описују начин вршења мониторинга квалитета ваздуха и који су усклађени са директивом важећом у земљама Европске уније.

Табела: Општи технички захтјеви за податке

	Сумпор-диоксид, оксиди азота и угљен-моноксид	Суспендоване честице (PM_{10}/$PM_{2,5}$) и олово	Бензен	Озон
ФИКСНА МЈЕРЕЊА	xx	xx	xx	xx
Макс. мјерна несигурност	15%	25%	25%	15%
Мин. расположивост података /7 год.	90%	90%	90%	90% ljeti, 75% zimi
Мин. расположивост података /24 сата	75%	75%	75%	75%
Мин. временска покривеност				
- градска средина и саобраћај	-	-	35%	-
- индустријске локације	-	-	90%	-
ИНДИКАТИВНА МЈЕРЕЊА				
Макс. мјерна несигурност	25%	50%	30%	30%
Мин. расположивост података	90%	90%	90%	90%
Мин. временска покривеност	14%	14%	14%	>10% ljeti
НЕПОУЗДАНОСТ МОДЕЛИРАЊА				
Једносатни просјек	50%	-	-	50%
Осмосатни просјек	50%	-	-	50%
Дневни просјек	50%	-	-	-
Годишњи просјек	30%	50%	50%	-
ОБЈЕКТИВНА ОЦЈЕНА				
Макс. мјерна несигурност	75%	100%	100%	75%

Један од основних циљева приликом вршења мониторинга, било оно континуирано или индикативно, јесте испуњавање ових захтјева.

Прикупљање и похрана података о мјерењима

Формат прикупљених података и начин њиховог приказа могу варирати у зависности од врсте компјутерског програма или информационог система који се користи у ту сврху. Међутим, најважније је да су добијени подаци сигурно похрањени и да се могућност за губитак добијених резултата сведе на најмањи ниво. Да би се то осигурало, неопходно је осигурати:

- успостављање система за прикупљање података
- успостављање процедура континуираног прикупљања података за особље које се бави одржавањем система
- успостављање процедура и рутина периодичне израде сигурносне копије

Референтни центри прикупљају податке од стране свих оператера и институција које врше мониторинг квалитета ваздуха у ентитетима. Осим резултата мјерења дужни су прикупити и податке о свим активностима и детаљима у раду станице који су релевантни за оцјену квалитета. У ту сврху референтни центар осигурат ће образац који треба бити попуњен и послан од стране оператера или надлежне институције, а потписан од стране менаџера квалитета. Референтни центар је дужан водити уредну документацију о мјерним станицама сачињену од ових образаца и других релевантних информација.

Контрола квалитета података

Подаци који се прикупљају требају се редовно и континуирано надзирати како би се правовремено могли утврдити евентуални проблеми и недостаци у раду мјерних инструмената. Системи за аутоматско прикупљање података за већи број техничких неправилности могу дати правовремену информацију и аутоматски означити такав резултат мјерења. Међутим, чест је случај да и поред тога резултати мјерења бивају неквалитетни. С обзиром да нивои концентрација загађујућих материја нису увијек логични нити предвидљиви, то некада може бити тежак задатак, посебно ако је ријеч о мјерним станицама у чијој близини нема других станица које би могле послужити за међусобно поређење. Чак ни у таквим случајевима није увијек једноставно извршити добру процјену квалитета мјерења. Ипак, постоји више рутинских провјера које могу дати индикацију квалитета мјерења неког полутанта. Наводе се неки примјери таквих провјера.

Процјена на основу података са станице без могућности поређења с другим станицама:

- Постоји ли „ход“ у вриједности података? Обратите пажњу на дужи период резултата мјерења и како се крећу вриједности концентрација.
- Да ли су вриједности приближно исте дужи временски период? Да ли постоје очекиване варијације у току дана, седмице или године као одраз метеоролошких прилика или активности (температурне инверзије, вјетровити и кишни периоди, гријна сезона, вријеме саобраћајних гужви и слично)?
- Постоје ли неочекивано високи „скокови“ у концентрацијама или неочекиване негативне вриједности?

Поређење различитих параметара на истој станици:

- Очекивано је да концентрација PM_{10} уопштено буде виша од концентрације $PM_{2,5}$.
- Концентрације азотног диоксида и угљен-моноксида обично би требале бити у корелацији.
- Концентрације озона и азотног диоксида требале би бити у обрнутој корелацији (један расте, други опада).
- Концентрација PM_{10} и $PM_{2,5}$ може бити у корелацији с угљен-моноксидом (посебно током гријне сезоне).

Поређење података с различитих станица:

- Да ли нивои и трендови концентрација на блиским станицама корелирају уз уважавање познатих локалних прилика везаних за положај станице?
- Да ли постоји очекивана разлика између позадинских и урбаних/саобраћајних/индустријских станица?
- Да ли станице у нижим предјелима имају више вриједности од оних на висини (код озона обратно) уколико је то у складу с локалним условима?

Процјена квалитета на основу временских прилика:

- Температурне инверзије и мале брзине вјетра обично резултирају високим концентрацијама загађујућих материја (осим озона).
- Сунчани дани, посебно љети, на хипсометријски вишим станицама резултирају вишим концентрацијама озона.
- Дани с интензивним падавинама и мокре саобраћајнице обично резултирају смањењем концентрација лебдећих честица, а сухе саобраћајнице обично резултирају нешто вишим концентрацијама.

Осим тога, при процјени може помоћи и сазнање о времену и интензитету специфичних активности

или догађаја у близини станице (индустријске и грађевинске активности, пожари и слично), на основу којих се може утврдити да ли су инструменти реаговали на те активности и догађаје.

Дакле, приликом контроле квалитета података треба задовољити сљедеће захтјеве и рутине:

- Континуирано праћење да ли су резултати мјерења у складу с очекиваним и да ли постоји варирање нивоа концентрација у времену
- Поређење података с другим параметрима на истој станици
- Поређење параметара с другим станицама
- Процјена висине концентрација у односу на временске услове
- Процјена у односу на познате активности или догађаје који би могли или требали утицати на нивое концентрација

Припрема измјерених података

Прикупљене резултате мјерења потребно је или аутоматски прослеђивати надлежном референтном центру или их слати барем једном годишње као полусатне или сатне вриједности (осим у случају слања резултата мјерења с уређаја који имају већи временски период узорковања).

Податке треба доставити у дигиталном облику (обично у xls-формату, Excel табеле или слично) и требају садржавати информације које несумњиво указују на период и вријеме мјерења и мјерну јединицу за сваки податак (ppb/ppm/ug/m^3, mg/m^3).

Податке из једне у другу јединицу можете једноставно прорачунати користећи се факторима конверзије:

Азотни диоксид NO_2	1 ppb = 1,91 µg/m^3	1 µg/m^3 = 0,52 ppb
Азотни моноксид NO	1 ppb = 1,25 µg/m^3	1 µg/m^3 = 0,80 ppb
Сумпор-диоксид SO_2	1 ppb = 2,66 µg/m^3	1 µg/m^3 = 0,38 ppb
Озон O_3	1 ppb = 2,00 µg/m^3	1 µg/m^3 = 0,50 ppb
Угљен-моноксид CO	1 ppm = 1,16 mg/m^3	1 mg/m^3 = 0,86 ppm
Бензен C_6H_6	1 ppb = 3,25 µg /m^3	1 µg/m^3 = 0,31 ppb

Уколико вршите прорачунавање средњих вриједности концентрација загађујућих материја, потребно је да обухват података задовољава сљедеће услове:

- сатна средња вриједност – 75% (минимално 45 минута правилног узорковања у сату);
- осмосатна средња вриједност – 75% (минимално 6 валидних сатних мјерења);
- дневна средња вриједност – 75% (минимално 18 валидних сатних мјерења);
- годишња средња вриједност – 90% валидних сатних вриједности у току године.

Извјештавање

Неопходно је подстицати да се подаци и резултати мјерења који се добијају на станицама за мјерења квалитета ваздуха аутоматски, у стварном или у приближно реалном времену, прослеђују системима за прикупљање података у надлежним ентитетским референтним центрима. Уколико то није технички изводљиво, оператери требају редовно прослеђивати резултате мјерења референтним центрима барем једном годишње. Оператери се требају подстицати да раде на успостављању аутоматизованог преноса података према референтним центрима.

Без обзира да ли локалне институције које врше мјерења раде сопствене извјештаје, референтни центри врше контролу, валидацију и статистичку обраду сумарних података о концентрацијама са свих мјерних станица на годишњем нивоу, те их објављују у годишњем извјештају о квалитету ваздуха. Рокове за доставу података дефинишу референтни центри у складу с роковима које даје организација EEA за годишња извјештавања.

Како је раније наведено, осим резултата мјерења, оператери су дужни прикупити и податке о свим активностима и детаљима у раду станица који су релевантни за оцјену квалитета. У ту сврху референтни центри ће припремити образац који ће попуњавати и слати оператер и потписати менаџер квалитета, а бит ће послани од стране институције. Референтни центри воде уредну документацију о мјерним станицама сачињену од ових образаца и других релевантних информација.

ГОДИШЊА ПРОВЈЕРА И ВАЛИДАЦИЈА ПОДАТАКА

Током цијеле године континуирано треба надзирати и контролисати долазне податке како би се правовремено могле отклонити евентуалне грешке или проблеми у раду мјерне опреме.

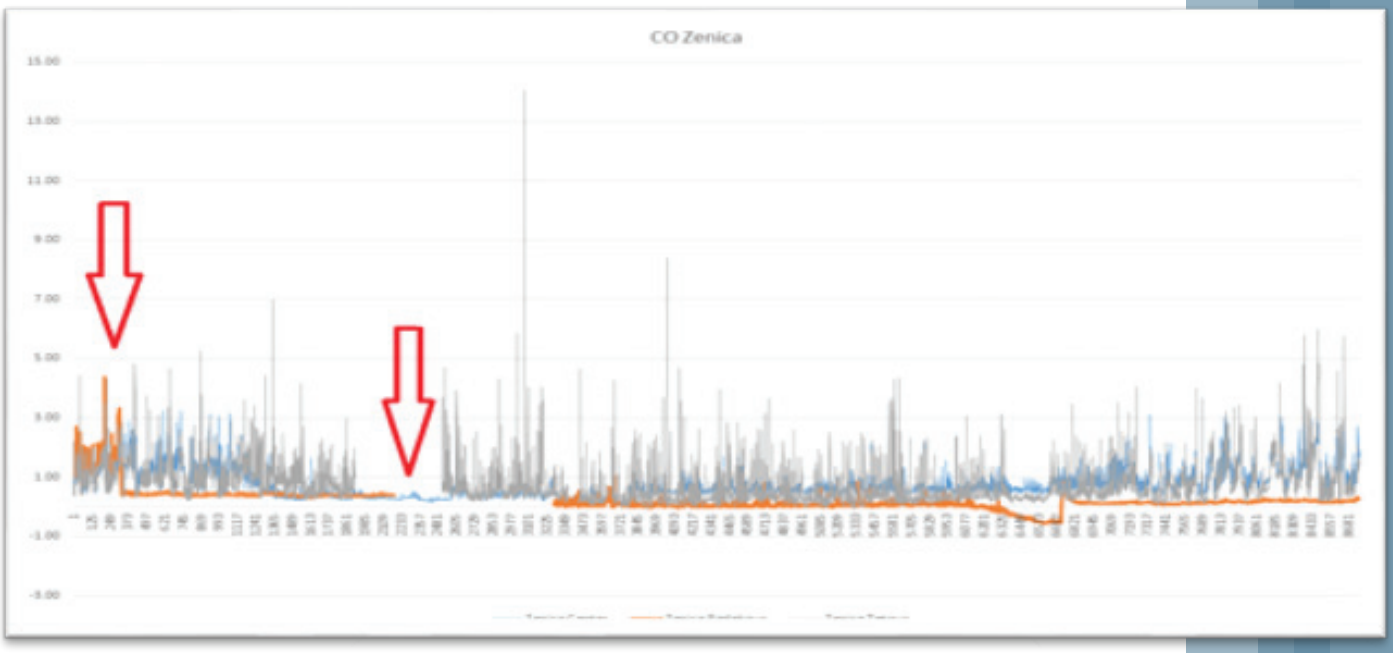
Приликом израде годишњег извјештаја о квалитету ваздуха све податке треба преконтролисати барем још једанпут – као низове бројчаних вриједности у табеларном и графичком приказу, и то краткорочно и дугорочно. Савремена информатичка средства омогућавају различите начине визуализације података који могу помоћи у оцјени квалитета и валидацији ових података. Многи недостаци у квалитету мјерења постају уочљиви тек када се посматрају подаци у дужем временском одсјеку и дужем низу бројчаних вриједности. Неки примјери начина вршења таквих провјера описани су у наставку.

Уколико су подаци послани референтном центру аутоматским путем, центар је обавезан континуирано пратити резултате мјерења оних инструмената с којих је осигуран аутоматски пренос података и оператерима и надлежним институцијама које врше мјерења прослеђивати информације и сугестије у случајевима када постоји сумња у квалитет података на мјерним мјестима.

Годишњу контролу и валидацију података дужни су обавити референтни центри, али такође се могу вршити и од стране локалних оператера како би се осигурао квалитет рапортованих података.

Корак 1: Процјена годишњег низа

Започните с графичким приказом годишњих сатних и дневних концентрација. Израчунајте највише, најниже и просјечне вриједности концентрација. Упоредите их потом с подацима за исте полутанте с истих локација у претходним годинама. Упоредите облик линија на графикону и кретање нивоа концентрације полутанта током године. Уколико постоје значајне и уочљиве разлике, провјерите да ли се то може повезати с метеоролошким условима, неким другим догађајима или активностима, промјенама у околини станице које су могле утицати на те разлике. Такве разлике могу бити узроковане и промјеном мјерног уређаја или методе. Ако је могуће, упоредите такав годишњи приказ и вриједности са станицама у близини с којима би низови података требали имати већа или мања подударања и трендове у висини концентрација. Такође, уколико је могуће, упоредите податке с подацима позадинских станица на којима би по правилу вриједности требале бити ниже. Упоредо с графичким приказом вриједности могуће је ефикасно вршити поређења у процјени квалитета података користећи се табеларно приказаним вриједностима концентрација с већег броја станица.



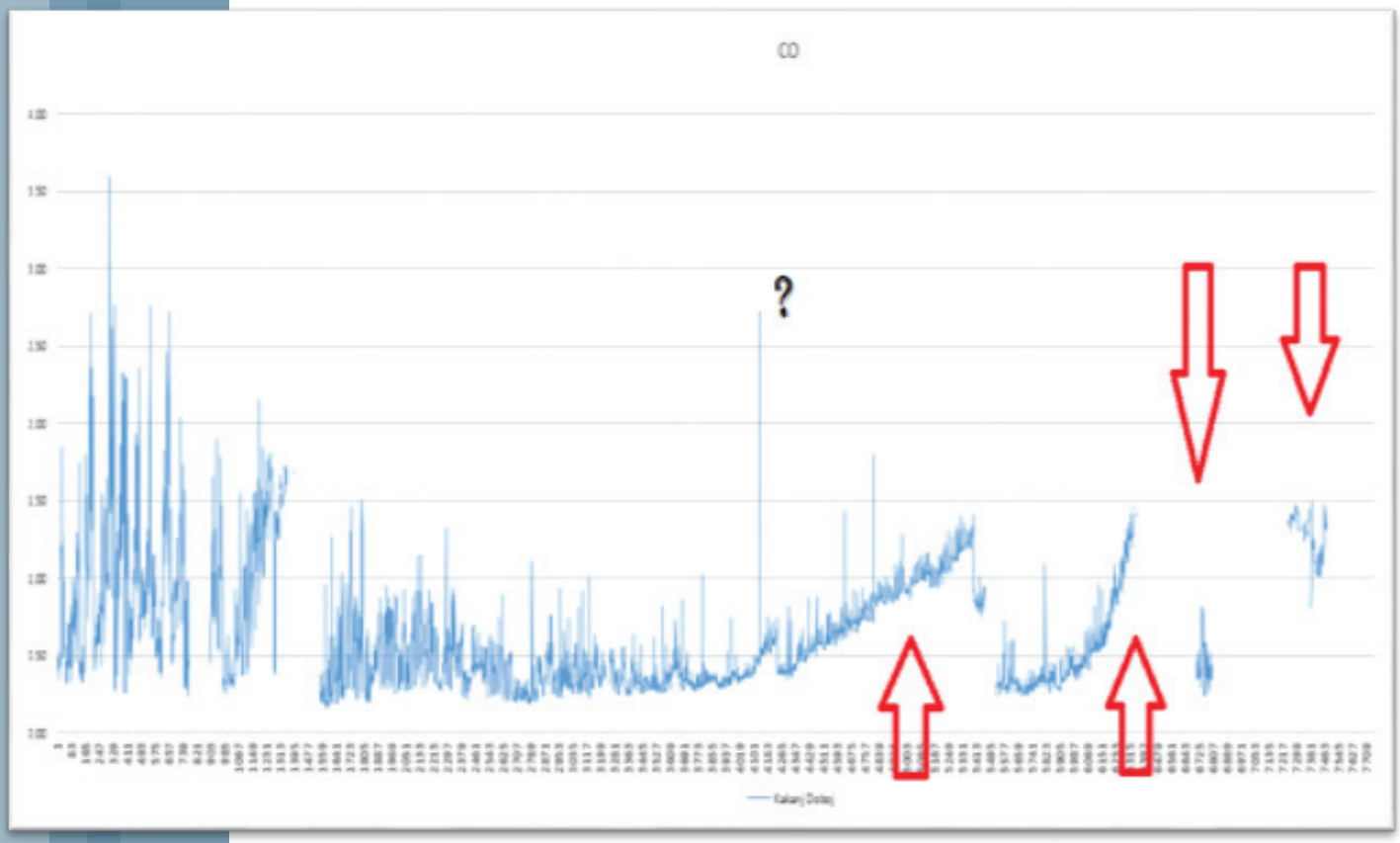
Примјер 1: Годишњи ход концентрације угљен-моноксида на више станица. На графикону је уочљиво да једна од станица показује очекивани начин рада и висину концентрација само на почетку године. Уочљиви су и периоди у којима изостају мјерења, као и неколико врло високих вриједности које је потребно додатно анализирати.

Корак 2: Недостајући подаци мјерења

Потребно је идентификирати веће периоде у којима недостају подаци и направити забиљешку о разлогу недостатка података – неисправан уређај, нестанак електричне енергије, други разлози. Када се редовно води евиденција о активностима на мјерном мјесту онако како је описано у претходним поглављима, овим информацијама бит ће лако приступити. На слици у примјеру 1. такву би забиљешку требало направити за недостајуће податке у мјесецу марту посматране године. Брисање података у континуалном мониторингу се не препоручује. Међутим, уколико се подаци не могу одбацити на основу документованих нерегуларности у мјерењима, најбоље је оставити их да сачекају годишњу провјеру квалитета података/валидацију.

Корак 3: Неисправна вриједност основне – базне линије

Базна или основна линија представља најнижи ниво концентрације на мјерном мјесту. Она се често користи као показатељ стабилности у раду инструмента с обзиром да најнижа концентрација на мјерним мјестима има тенденцију да буде прилично стабилна. У многим случајевима основна линија налази се близу вриједности границе детекције инструмента. Понекад се дешава да се временом њена вриједност мијења према нижим или вишим вриједностима. У периодима с малим степеном загађења ваздуха (ноћи, вјетровити дани, дани с интензивним падавинама) вриједности концентрација требају бити близу базне линије и то су прилике када треба обратити пажњу на њену вриједност. Уколико се примијети да у таквим периодима она показује кретање према нижим или вишим вриједностима него што је очекивано, потребно је што прије поновити провјере распона и нулте вриједности („span“ и „zero check“) или рекалибрацију инструмента. Ако се након тога поново уочи кретање базне линије, то је индикатор да инструмент не ради исправно и да би требало прегледати његове остале компоненте. Уколико се овај проблем занемари, постоји могућност да се већи број података мора одбацити приликом њихове валидације. Не постоји прецизно дефинисана вриједност базне линије и ту је битно искуство особља које врши надзор над подацима. У примјеру 2. може се видјети случај у којем вриједност базне линије континуирано расте. Све групе података означене стрелицама на слици примјера 2. требају се одбацити у годишњој контроли/валидацији података.



Примјер 2. Годишњи ход концентрације угљен-моноксида на мјерном мјесту. Уочљиве су необично високе вриједости (?), помјерање основне/базне линије (стрелице према горе) и тзв. отоци података – мањи број података које је тешко корелирати с осталим мјерењима и који се појављују након прекида у раду инструмента (стрелице према доље).

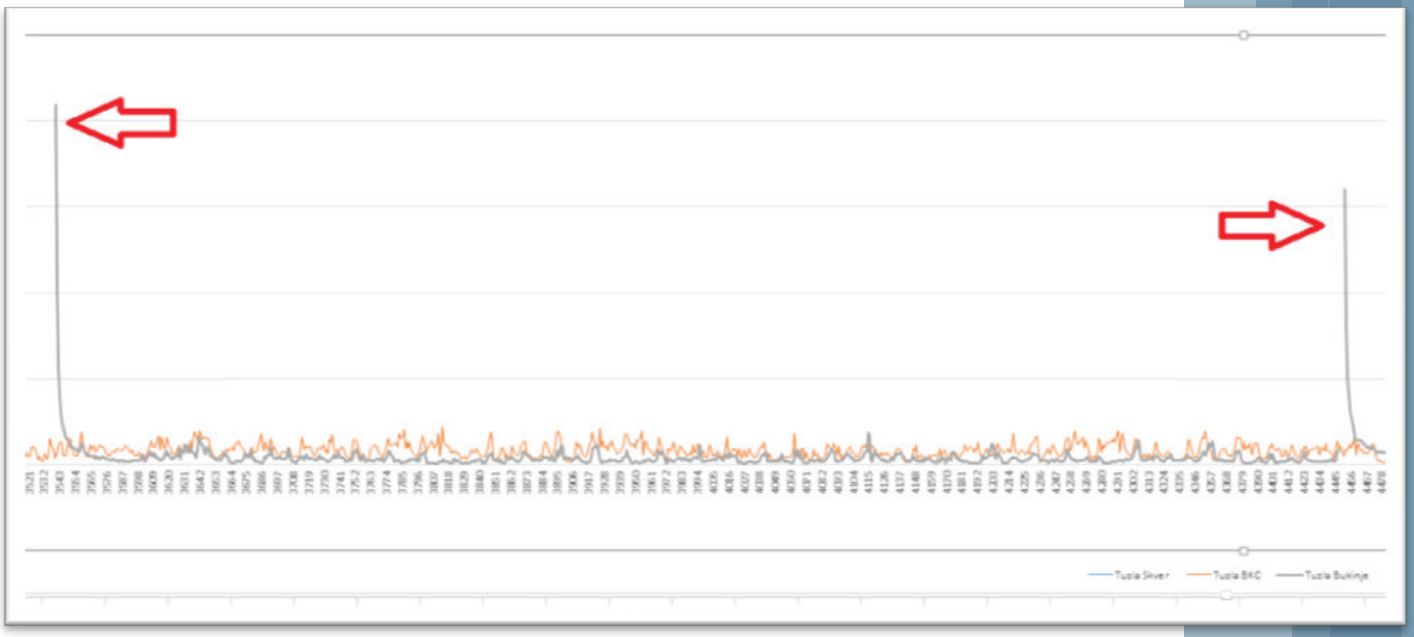
Процјену стабилности базне линије најбоље је вршити поређењем с подацима са других станица и уз већ наведене сугестије везане за амбијентална стања која могу утицати на концентрације загађујућих материја. Ипак, постоје периоди када минималне вриједности неког полутанта ваздуха остају релативно високе. С друге стране, у случају када базна линија пада „дубоко“ у негативне вриједности испод границе детекције, то је сигуран показатељ да инструмент не ради исправно или да га треба рекалибрисати.

Корак 4: Необично високе вриједности и друга одступања вриједности мјерења

Чест је случај да се у серији података при мјерењу загађења ваздуха примијете вриједности које својим интензитетом одскачу од осталих вриједности у серији. Постоје многи разлози за ову појаву – некада је ријеч о стварним концентрацијама које су резултат специфичних активности у близини станице (најчешће у близини индустријских или термоенергетских објеката) или повезане микролокацијске активности (нпр. неко је наложио ватру у близини станице). Међутим, могу такође бити и резултат неправилног рада инструмента. И у оваквим случајевима од највеће помоћи је поређење података с подацима других станица у близини и информисаност и ажурирање података о активностима у близини станице.

nd time	Bjelave	Vijećnica	Otoka	Ilidža	Ilidža	Ilijas	Visoko	Doboj	Centar	Radakov
8/8/2019 21:00	1.0	3.0	7.1		8.1	3.5	1.6		13.5	10.
8/8/2019 22:00	0.8	3.0	7.3		6.1	3.2	2.4		12.8	9.
8/8/2019 23:00	0.7	2.8	7.2		5.1	3.2	3.7		12.4	9.
8/9/2019 0:00	0.8	2.8	7.2		5.2	3.3	2.1		12.2	8.
8/9/2019 1:00	1.0	2.9	7.2		4.3	3.2	4.0		12.2	8.
8/9/2019 2:00	1.0	2.7	8.5		4.5	2.9	2.2		12.0	8.
8/9/2019 3:00	0.9	2.9	7.8		4.3	3.0	3.3		12.2	7.
8/9/2019 4:00	0.9	2.8	7.9		4.3	2.7	1.8		12.3	7.
8/9/2019 5:00		2.7	7.5		4.0		1.4		12.4	7.
8/9/2019 6:00	0.5	2.8	7.7		4.3	2.7	1.5		12.3	7.
8/9/2019 7:00	0.7	2.5	7.4		4.2	2.9	1.4		12.4	7.
8/9/2019 8:00	0.8	2.5	7.9		6.1	2.7	2.2		12.7	7.
8/9/2019 9:00	2.2	3.0	8.3		27.5	3.0	3.5		14.1	8.
8/9/2019 10:00	17.6	5.6	23.9		93.0	3.0	31.0		18.6	10.
8/9/2019 11:00	13.5	13.7	34.6		40.7	3.0	111.6		25.5	60.
8/9/2019 12:00	8.3	11.3	27.0		17.3	3.8	47.4		55.0	84.
8/9/2019 13:00	4.5	8.2	18.2		11.2	3.8	25.5		77.6	101.
8/9/2019 14:00	4.2	7.1	13.6		12.9	5.7	17.4		79.4	83.
8/9/2019 15:00	5.5	8.0	12.8		11.6	9.2	7.5		52.5	46.
8/9/2019 16:00	5.9	8.2	12.7		12.5	8.4	279.5		30.4	21.
8/9/2019 17:00	6.1	8.4	12.4		19.4		595.4		26.6	16.
8/9/2019 18:00	34.7	12.3	48.6		274.2	371.8	549.5		21.5	17.
8/9/2019 19:00	301.3	294.4	338.9		136.2	50.5	49.5		19.5	17.
8/9/2019 20:00	24.8	140.9	107.9		74.8	12.8	21.5		17.0	16.
8/9/2019 21:00	7.3	48.6	22.7		61.0	4.4	11.9		13.5	16.
8/9/2019 22:00	6.5	17.1	77.0		78.7	3.3	7.0		14.6	14.
8/9/2019 23:00	4.5	9.2	32.3		50.9	3.2	8.3		13.7	12.
8/10/2019 0:00	3.8	6.7	18.9		47.7	3.2	9.0		13.4	11.

Примјер 3. Нагли скок вриједности концентрација сумпор-диоксида након периода с ниским концентрацијама. Уколико је посматрана само једна појединачна станица, такав скок може довести у питање квалитет податка. Упоредбом с осталим станицама (у овом случају поредане од југа ка сјеверу), очито је да је ријеч о стварном порасту концентрација, а примјетно је и временско одступање појављивања највише вриједности, што је посљедица просторне удаљености и времена потребног да се емитована материја пренесе на удаљеније станице. На станицама које су се налазиле сјеверно од станице с највишим вриједностима није примијећено повећање концентрација, што се у конкретном случају могло објаснити смјером пухања вјетра од сјевера према југу. Овај примјер показује како се и табеларни приказ вриједости може користити за поређење и оцјену квалитета података.



Примјер 4. У овом примјеру је уочљиво да се изузетно високе вриједности јављају након што је инструмент пуштен поново у рад послије прекида мјерења. Вјероватно је ријеч о непотпуним, неисправним мјерењима или случајевима када се у компонентама инструмента задржала мјерена материја у већој концентрацији. У оваквим случајевима ове се вриједности оцјењују невалидним.

Zenica Centar	Zenica Radakovo	Zenica Tetovo	Zenica Brist	Zenica Vranduk
24.1	22.1	54.6	58.1	4.5
25.0	20.0	49.7	67.5	5.5
17.4	17.5	18.0	224.6	4.4
20.2	22.0	20.5	304.9	
25.6	15.7	26.0	318.0	4.2
25.3	12.7	28.5	315.4	4.4
21.1	15.6	36.9	218.6	10.1
20.8	11.9	58.4	170.2	30.5
25.8	15.7	65.6	206.5	54.9
27.1	19.4	91.2	163.9	54.3
30.5	26.6	94.7	256.0	50.3
31.5	31.4	101.7	406.7	26.4
61.5	57.1	104.0	554.6	12.7
57.8	51.7	35.9	334.7	7.9
46.2	23.1	22.0	679.7	4.5
44.8	16.3	31.8	-25.0	
37.4	14.2	33.5	321.5	3.7
33.2	16.4	25.4	621.3	4.8
21.4	15.4	11.5	493.8	8.0
19.3	13.3	14.9	330.2	8.0
45.0	12.7	19.9	131.3	6.7
47.6	20.9	25.0	175.4	9.2
41.1	35.0	38.8	735.5	10.4
48.8	35.0	25.3	614.9	12.1
43.6	34.4	13.4	527.7	14.3
31.6	22.4	16.8	424.7	16.2
18.8	17.4	22.1	127.5	14.6
22.3	21.6	20.3	109.9	
27.5	22.2	20.9	103.7	10.8
23.1	23.3	23.5	37.1	10.9
22.1	24.1	30.4	60.9	11.3
32.7	30.5	39.4	130.0	10.1
80.1	63.2	38.0	203.0	6.7
53.9	42.7	23.4	247.8	10.3
11.4	14.5	26.0	209.2	8.4
8.2	9.2	23.1	429.6	4.8
11.1	7.6	23.8	481.7	4.9
16.9	11.4	27.0	-25.0	4.5
13.7	15.1	28.6	518.0	6.6

Примјер 5. Високе вриједности концентрације PM10 лебдећих честица на само једној од пет станица у близини без сазнања о конкретним активностима у близини станице које би могле утицати на повишење вриједности. Повремене негативне вриједности од -25 микрограма само потврђују да је ријеч о неправилном раду инструмента. Цијела група података оцјењује се невалидном.

Корак 5: Негативне вриједности и издвојене групе података

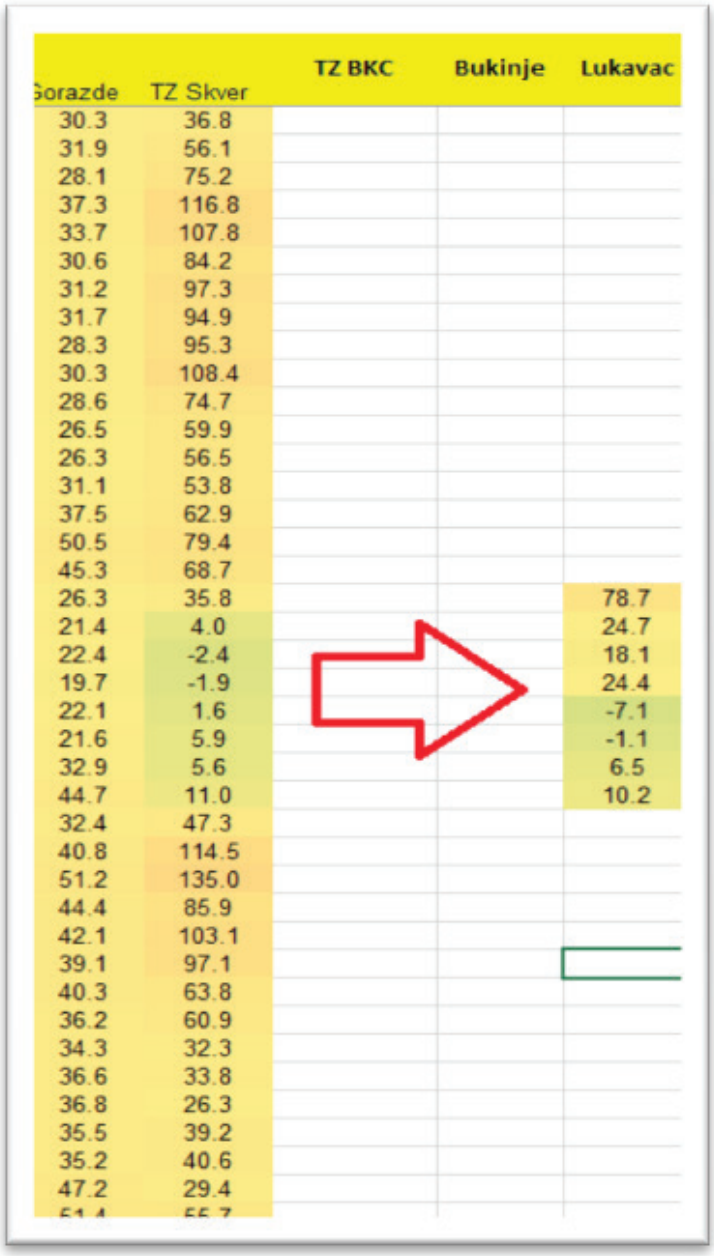
Чест је случај да добијени резултати мјерења показују вриједности индицираних концентрација праћених материја у износима мањим од нуле. Није логично да концентрације материја у ваздуху имају вриједности испод нуле, међутим, то не мора обавезно значити да мјерење није вршено на правилан начин, нити да се те вриједности морају обавезно искључити из прорачуна дневних или годишњих статистичких обрада.

У ситуацијама када су концентрације неке праћене материје у ваздуху врло ниске, блиске „нули“ (а што се може и претпоставити на основу података с других мјерних станица или познавања општих метеоролошких услова и степена активности емитера у близини у периодима када се појављују негативне вриједности), могуће је да резултати мјерења показују негативне вриједности и такве би требале бити прихваћене или евентуално кориговане. У таквим случајевима вриједности концентрације неће досезати вриједности ниже од тек неколико микрограма или „ппб-ева“ праћене материје. Уобичајено, овакве вриједности не прелазе 50% границе детекције. Наравно, за оцјену ових вриједности као прихватљивих потребна је основана претпоставка да су вриједности концентрација у датом периоду заиста биле ниске и да је мјерни уређај задовољавао техничке услове одржавања и калибрисања. Краћи низови негативних вриједности у већ описаним условима требају бити прихваћени онакви какви су добијени.

Такође, када се примијети појављивање негативних вриједности, треба обратити пажњу да ли се оне задржавају континуирано и да ли постоји тренд њиховог даљњег опадања. У том случају неопходно је што прије извршити преглед услова мјерења у складу са захтјевима овог приручника, те по могућности извршити функционалну провјеру или калибрацију уређаја.

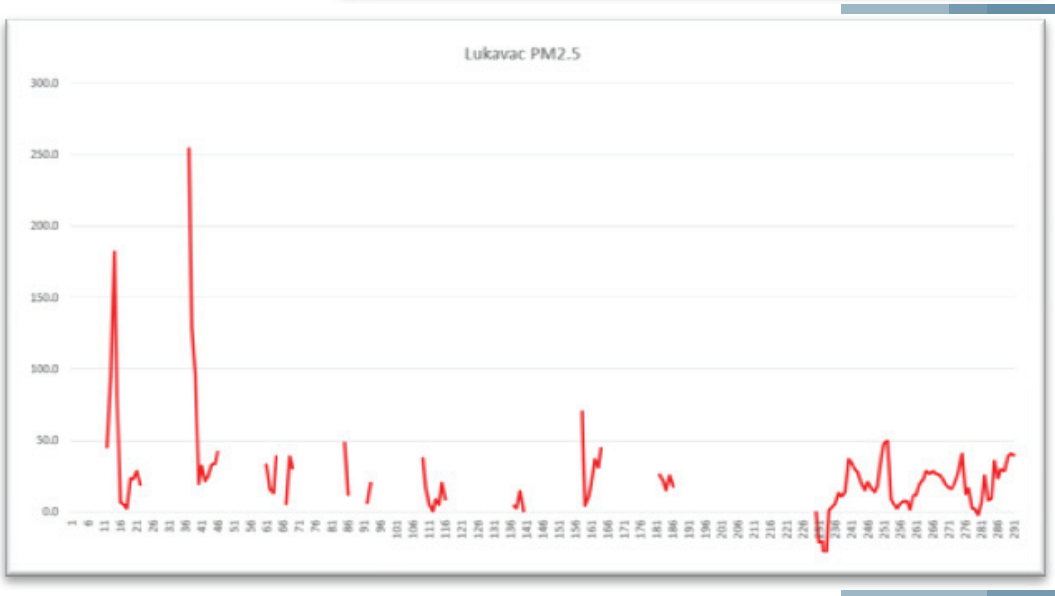
Вриједности тачака испод негативног лимита детекције требају се оцијенити као невалидне и зато и уклонити.

Издвојене групе података које се у извјештајима појављују као кратке серије резултата мјерења између дужих периода без резултата мјерења или подаци у периоду сталних прекида мјерења („отоци података“), чиме указују на дисконтинуитет у мјерењима, такође треба искључити приликом валидације (примјери 6. и 7).



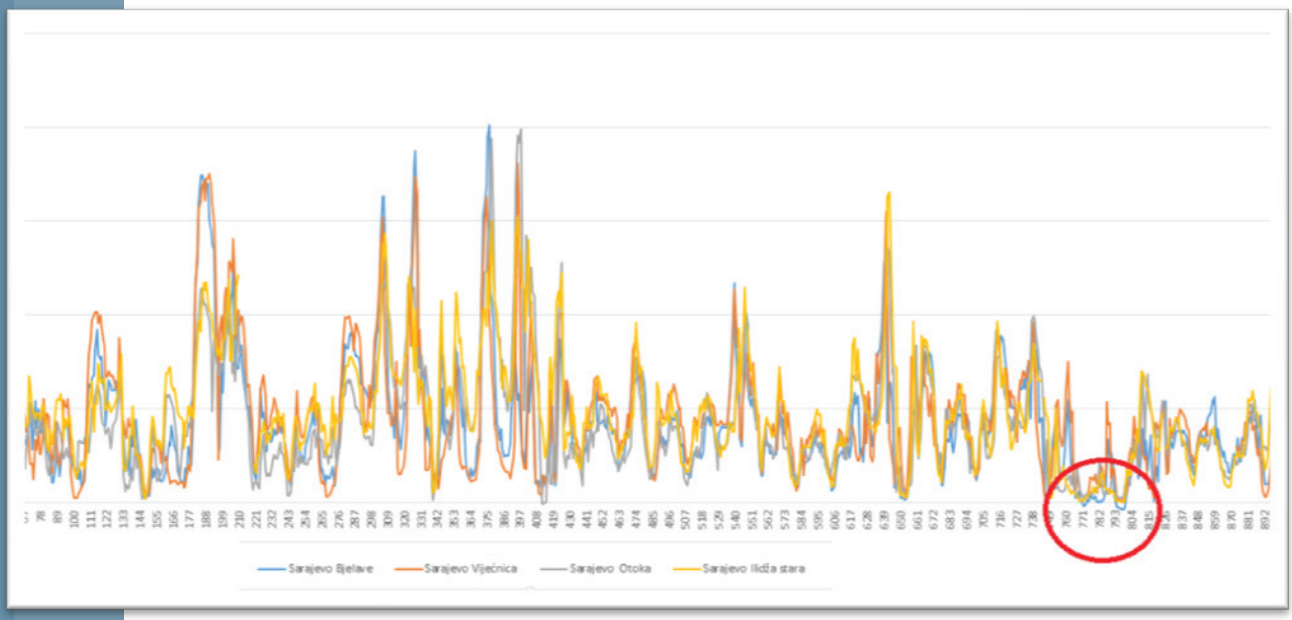
Sorazde	TZ Skver	TZ BKC	Bukinje	Lukavac
30.3	36.8			
31.9	56.1			
28.1	75.2			
37.3	116.8			
33.7	107.8			
30.6	84.2			
31.2	97.3			
31.7	94.9			
28.3	95.3			
30.3	108.4			
28.6	74.7			
26.5	59.9			
26.3	56.5			
31.1	53.8			
37.5	62.9			
50.5	79.4			
45.3	68.7			
26.3	35.8			78.7
21.4	4.0			24.7
22.4	-2.4			18.1
19.7	-1.9			24.4
22.1	1.6			-7.1
21.6	5.9			-1.1
32.9	5.6			6.5
44.7	11.0			10.2
32.4	47.3			
40.8	114.5			
51.2	135.0			
44.4	85.9			
42.1	103.1			
39.1	97.1			
40.3	63.8			
36.2	60.9			
34.3	32.3			
36.6	33.8			
36.8	26.3			
35.5	39.2			
35.2	40.6			
47.2	29.4			

Примјер 6. (табела лијево) – „Отоκ података“ у серији резултата мјерења на станици „Лукавац“, који треба бити искључен и оцијењен као невалидан с обзиром да подаци немају континуитет, а досежу и врло ниске вриједности. Истовремено на станици „ТЗ Сквер“ негативне вриједности могу бити оцијењене валидним, уз познавање метеоролошких прилика у датом моменту које могу индицирати нагли пад концентрације праћене материје у ваздуху.



Примјер 7. (графикон испод) – Неколико „отока података“ чије вриједности у датом периоду могу бити и очекиване у односу на опште метеоролошке прилике или вриједности на другим станицама. Међутим, ови подаци морају бити одбачени због дисконтинуитета у серији података који индицира да услови мјерења или рад уређаја нису добри.

Примјер 8. Негативне вриједности које се истовремено појављују на двије сусједне станице, а на друге двије станице вриједности су истовремено врло блиске „нули“. Ове се вриједности прихватају као валидне уз услов да им вриједност не пада испод 50% границе детекције инструмента.



Корак 6: Означавање података

Серије података у табеларном приказу требају садржавати и ознаку поред сваке вриједности. Битно је вршити правилно означавање како би се потврдила аутентичност података и како би се умањиле погрешке приликом статистичке обраде дневних, мјесечних и других серија података.

Означавање се врши додавањем одговарајућег кода уз припадајући податак, како је приказано у сљедећој табели:

Ознака	Шифра
Невалидна вриједност због калибрације или сервиса	-99
Невалидна вриједност због техничке грешке или непостојања мјерења	-1
Валидна вриједност	1
Валидна вриједност, али испод граница детекције	2
Валидна вриједност, коригована додавањем вриједности граница детекције	3

ПРОРАЧУН МЈЕРНЕ НЕСИГУРНОСТИ

Прорачун или процјена мјерне несигурности врши се за све инструменте који мјере квалитет ваздуха, чија је сврха осигурати да мјерења испуњавају циљеве прописа о квалитети података. Референтни центри осигурат ће таблице за прорачун мјерне несигурности, за шта је могуће имати већи број мјерних уређаја. Тренутно су доступне таблице које је осигурала референтна лабораторија Шведске за прорачун мјерне несигурности за готово све типове уређаја који се користе у Босни и Херцеговини у мониторингу квалитета ваздуха.

Према захтјевима важећих прописа, приликом извођења фиксног континуираног мониторинга за сумпор-диоксид, озон, угљен-моноксид, оксиде азота неопходно је осигурати мјерну несигурност мању од 15%, а за лебдеће честице PM_{10} и $PM_{2,5}$ мању од 25%.

Табеле се могу наћи на линку: https://www.aces.su.se/reflab/instrument/godkanda-matinstrument/, а референтни центри су у могућности да помогну оператерима приликом вршења прорачуна и попуњавања табела уколико постоји потреба. Референтне лабораторије настојат ће проширити број постојећих прорачунских табела и за друге инструменте које тренутно нису доступне.

За сваки тип уређаја постоје спремне табеле за документовање прорачуна мјерне несигурности на темељу резултата типског испитивања уређаја у лабораторији и на терену (табеле у листовима „TA_ hlv_lab“ i „TA_hlv_field“) и у које оператери не врше унос података.

Осим ових постоје и табеле које се односе на прорачун мјерне несигурности уређаја на темељу резултата мјерења на мјесту узорковања за сатни и годишњи просјек (табеле у листовима „hlv_site“ i „alv_site“) и у које оператери врше унос вриједности појединих параметара. Оператери требају унијети само вриједности параметара у поља означена зеленом бојом. За прорачун мјерне несигурности користе се подаци који се добијају уз тзв. типски цертификат мјерног уређаја, али и вриједности појединих параметара до којих се долази током калибрације уређаја на мјерном мјесту.

Ти параметри су сљедећи:

1. поновљивост на „нултом гасу“ (енгл.“repeatability at zero“) –
испитује се колико добро инструмент може поновити конзистентна мјерења при нултој концентрацији – вриједности добијене у комбинацији с калибрацијама у двије тачке;

2. поновљивост на „спан гасу“ („repetability at span“) –
испитује се колико добро инструмент може поновити досљедна мјерења при одређеној “спан” (распонској) концентрацији; треба израчунати у комбинацији с калибрацијама у двије тачке;

3. недостатак уклопљеног остатка („lack of fit“) –
инструмент се тестира у неколико различитих концентрација како би се могле одредити и калибрирати перформансе инструмента; треба израчунати у комбинацији с калибрацијом у више тачака;

4. дуготрајни отклон из вриједности „нуле“ и „распонске концентрације“ („long-term zero and span drift“) – уноси се вриједност отклона од „нуле“ или „спан“ концентрације након дужег времена рада анализатора;

5. ефикасност конвертора (за оксиде азота);

6. несигурност калибрацијског гаса – унијети податак с декларације боце с гасом;

7. несигурност „нултог“ гаса – уколико се користи нулти гас из боце, треба унијети податак с декларације на боци. Уколико се користи линија за припрему нултог гаса као нпр. скрабер, треба унијети вриједност 0,6.

Осим тога, за прецизнији прорачун мјерне несигурности пожељно је имати податке о температури ваздуха на мјерном мјесту, температури узоркованог ваздуха током калибрације и притиску узоркованог гаса током калибрације, а уколико је могуће и о напону електричне струје која долази до уређаја током калибрације. Под овим се подразумијевају највиша и најнижа, као и средња вриједност наведених параметара измјерених током процеса калибрације.

У поља у колонама „X-„, „X-cal“ i „X+“ уносе се минимална измјерена (x-), номинална (xcal) и максимална измјерена вриједност (x+) за сваки параметар.

Више техничких података и детаљнијих објашњења о самом процесу и прорачуну мјерне несигурности може се наћи у стандардима методе мјерења по којој конкретни уређај ради.

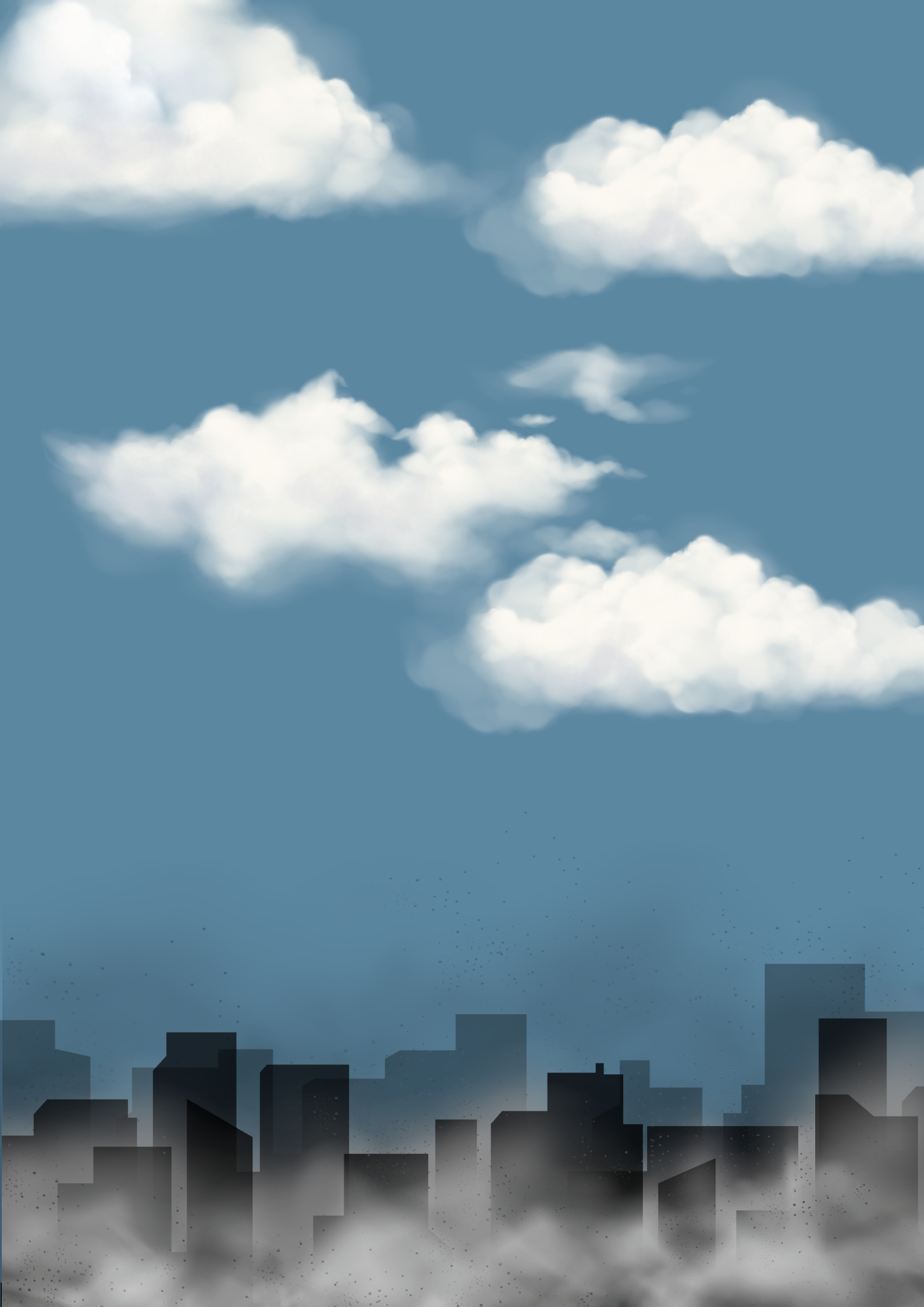
Примјер табеле за прорачун мјерне несигурности приказан је у наставку. Односи се на анализатор озона – израчун мјерне несигурности сатног мјерења које се обавља приликом калибрације уређаја (hlv-site листа у табели).

Како би се извео прорачун мјерне несигурности на годишњем нивоу, неопходно је имати попуњену табелу сатног мјерења (hlv-site), а она се попуњава у листу годишњих граничних вриједности (alv-site).

Уз постојеће вриједности добијене током калибрације уређаја и унесене у листу hlv-site, за годишњи прорачун неопходно је унијети сљедеће параметре:

1. број сатних мјерења,
2. дугорочни отклон од „нуле“ и
3. дугорочни отклон од распонске „спан“ вриједности – за које се уноси просјечна вриједност за ове параметре добијене током калибрација вршених у току календарске године.

	O_3 alert threshold value	120		nmol/mol									
Nr	Parameter	C_t		Unit	Value		X-	Xcal	X+	Δq_{min}	Δq_{max}	u	u^2
1	Repeatability at zero			nmol/mol	0.49							0.13	0.032
2	Repeatability at C_t			nmol/mol	0.28							0.05	
3	Lack-of-fit	180		%	-1.4							-1	0.941
4	Sample gas pressure			nmol/mol/kPa	0.1		97	97	104	0	7	0.27	0.073
5	Sample gas temperature	180		nmol/mol/K	0.01		273	273	303	0	30	0.12	0.013
6	Surrounding temperature	180		nmol/mol/K	0.06		273	273	303	0	30	0.69	0.48
7	Electrical voltage	180		nmol/mol/V	0.02		210	230	240	-20	10	0.13	0.018
8	Interferents	180	*Cint*			*Xint*							
8a	- H_2O 19 mmol/mol span - H_2O 19 mmol/mol zero	180	19	nmol/mol	-2 -0.8	-0.1	6	0	21	6	21	-1.2	1.425
8b	- C_7H_8 500 nmol/mol span - C_7H_8 500 nmol/mol zero	180	500	nmol/mol	1.5 0.4	0	340	0	360	340	360	0.79	
8c	- C_8H_{10} 500 nmol/mol span - C_8H_{10} 500 nmol/mol zero	180	500	nmol/mol	1.7 0.2	0	0	0	250	0	250	0.35	
	Sum interferents (without water)											1.14	1.299
9	Averaging effect			%	2.6							1.8	3.245
10	Field reproducibility			%	2.69							3.23	10.42
11	Long term zero drift			nmol/mol	0.9							0.52	0.27
12	Long term span drift			%	3.7							2.56	6.571
13	Short term zero drift			nmol/mol	1.5								
14	Short term span drift			nmol/mol	-1.2								
15	Response time rise			s	55.5								
16	Response time fall			s	64								
17	Difference rise and fall			s	8.5								
18	Difference sample/ calibration port			%	0								
19	Period of unattended operation				1								
20	Availability			%	98								
21	Calibration gas			%	5							3	9
	Zero gas			nmol/mol	0.6							0.6	0.36
	Sum of variances												34.15
	Combined uncertainty (nmol/mol)												5.844
	Expanded uncertainty (%)												9.7%



ДОДАТАК 1. ОБРАСЦИ ЗА ПОПУНУ ПОДАТАКА НА МЈЕРНОМ МЈЕСТУ

ОБРАЗАЦ ЗА ПОПУНУ ПОДАТАКА О СТАНИЦИ ЗА ПРАЋЕЊЕ КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА – општи локацијски и технички подаци							
Подаци за годину:							
Назив станице / мјерног мјеста							
Оператер							
Општина							
Локалитет							
Географска ширина (°, ',")							
Географска дужина (°, ',")							
Надморска висина (m)							
Почетак рада станице							
Међународни код (попуњава реф. лаб.)							
Тип станице (попуњава реф. лаб.)							
Висина 1. узорковача изнад тла (назив полутанта) у метрима и угловна вриједност слободне циркулације ваздуха (у степенима)							
Висина 2. узорковача изнад тла (назив полутанта) у метрима и угловна вриједност слободне циркулације ваздуха (у степенима)							
Висина 3. узорковача изнад тла (назив полутанта)							
Удаљеност од руба саобраћајне траке (m) у метрима							
Тип најближе саобраћајнице	Нема саобраћаја	Локални пут	Споредна градска улица	Фреквентна градска улица	Паркинг	Раскрсница	Аутопут
Тип подлоге најближе саобраћајнице					**Макадам**	**Асфалт**	
Врста насељеног мјеста	Није у насељу	Сеоско насеље	Градско насеље –индивидуални објекти	Градско насеље - високоградња	Градско насеље – мијешана градња	Индус-тријско подручје	Друго:
Доминантни енергент	Индиви - дуална ложишта	Градска топлана	Дрво	Угљен	Прир. гас	Ел. енергија	Комби - новано	Друго:
Значајни индустријски извори заг. материја у околини	Термо - електрана	Обојена метал - ургија	Црна метал - ургија	Инд. кокса	Инд. папира или целулозе	Површ -ински коп, камен - олом	Хемијска индустрија	Друго:
Уз образац је потребно доставити фотографију мјерног мјеста и фотографије околине начињене с мјерног мјеста у правцу сјевера, истока, југа и запада. Фотографије је потребно поновно направити и доставити барем једном у пет година.							
Одговорна особа:	Име:	Презиме:	Назив радног мјеста:	Телефон:	Адреса електронске поште:		
Потпис одговорне особе:							

ОБРАЗАЦ ЗА ПОПУНУ ПОДАТАКА О СТАНИЦИ ЗА ПРАЋЕЊЕ КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА – подаци о мјерној опреми							
Подаци за годину:							
Назив станице / мјерног мјеста							
Оператер							
Мјерење загађујуће материје				*Уписати „ДА“ за материје које су мјерене у току године, навести друге параметре ако су мјерени.*			
SO_2							
NO_x, NO, NO_2							
CO							
O_3							
PM_{10} (монитор)							
$PM_{2,5}$ (монитор)							
PM_{10} (узорковач)							
$PM_{2,5}$ (изорковач)							
C_6H_6							
NH_3							
H_2S							
(друго)							
(друго)							
(друго)							
(друго)							
Метеоролошки параметри	Смјер вјетра	Темп - ература	Темп - ература	Рел. влажност	Падавине	Притисак ваздуха	Сунч. зрачење
Клима-уређај	Да	Не	**Противпожарни апарат**			Да	Не
Потпис одговорне особе:							

ДОДАТАК 2. ОБРАЗАЦ О КОНТРОЛИ РАДА УРЕЂАЈА ЗА УЗОРКОВАЊЕ ЛЕБДЕЋИХ ЧЕСТИЦА (РЕФ. МЕТОДА)

ОБРАЗАЦ ЗА КОНТРОЛУ РАДА УРЕЂАЈА ЗА УЗОРКОВАЊЕ ЛЕБДЕЋИХ ЧЕСТИЦА		
Подаци за годину:		
Назив станице / мјерног мјеста		
Оператер		
Назив и модел уређаја		
Узоркована материја (укупне леб. честице, PM_{10}, $PM_{2,5}$, друго)		
Број дана узорковања у току године		
Назив лабораторије која је вршила припрему узорака		
Назив лабораторије која је вршила анализу узорака		
Контрола и калибрација мјерне опреме *Уписати: колико пута су активности вршене, постоји ли запис о активности и ако нису вршене, постоји ли разлог, те друге напомене.*		
Провјера рада сензора за темп. ваздуха и ваздушни притисак		
Калибрација сензора за температуру ваздуха и ваздушни притисак		
Контрола протока		
Провјера цурења („leak test“)		
Учествовање на међународним међулабораторијским мјерењима	да	не
Потпис одговорне особе:		

ДОДАТАК 3. ОБРАЗАЦ О КОНТРОЛИ РАДА УРЕЂАЈА ЗА ПРАЋЕЊЕ КОНЦЕНТРАЦИЈА ЛЕБДЕЋИХ ЧЕСТИЦА (ЕКВИВАЛЕНТНА МЕТОДА)

ОБРАЗАЦ ЗА КОНТРОЛУ РАДА УРЕЂАЈА ЗА ПРАЋЕЊЕ КОНЦЕНТРАЦИЈА ЛЕБДЕЋИХ ЧЕСТИЦА	
Подаци за годину:	
Назив станице / мјерног мјеста	
Оператер	
Назив и модел уређаја (навести ако је у току године уређај замијењен другим са датумима престанка и почетка рада)	
Мјерени полутант или полутанти	
Метода	
Контрола и калибрација мјерне опреме *Уписати: да ли су и колико пута вршене активности, постоји ли запис о активности и ако нису вршене, постоји ли разлог, те друге напомене.*	
Провјера функционалности рада сензора за температуру ваздуха, притиска и протока у анализатору (континуирано)	
Провјера рада сензора за темп. ваздуха и ваздушни притисак мјерног мјеста (тромјесечно)	
Контрола „нулте тачке“ – контрола чистим ваздухом (једном годишње)	
Калибрација сензора за температуру ваздуха и ваздушни притисак (једном годишње)	
Контрола протока (тромјесечно)	
Провјера цурења („leak test“) (годишње)	
Упоредна мјерења с референтним инструментима	
Друге релевантне информације	
Потпис одговорне особе:	

ДОДАТАК 4. ОБРАЗАЦ ЗА КОНТРОЛУ РАДА УРЕЂАЈА ЗА ПРАЋЕЊЕ КОНЦЕНТРАЦИЈА ГАСОВИТИХ ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА

ОБРАЗАЦ ЗА КОНТРОЛУ РАДА УРЕЂАЈА ЗА ПРАЋЕЊЕ КОНЦЕНТРАЦИЈА ГАСОВИТИХ ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА									
Подаци за годину:									
Назив станице / мјерног мјеста									
Оператер									
Назив и модел уређаја (навести ако је у току године уређај замијењен другим са датумима престанка и почетка рада)									
Мјерени полутант или полутанти									
Провјера мјерног распона („span check“) и нулте тачке („zero check“) – уписати датуме провјере									
Провјере мјерног распона и нулте тачке вршене аутоматски (уколико јесу, колики је интервал провјера)									
Промјена филтера вршена редовно (петнаестодневно)	Da				Ne				
Калибрација на двије тачке унутар мјерног распона и прорачун границе детекције – тромјесечно*									
Калибрација на пет или више тачака – годишње*									
Контрола ефикасности конвертера на уређајима за праћење азотних оксида – годишње*									
**Уписати: да ли су и колико пута вршене активности, постоји ли запис о активности и ако нису вршене, постоји ли разлог, те друге напомене.*									
Друге информације релевантне за рад уређаја или услове вршења мјерења:									
Потпис одговорне особе:									

IMPAQ

NATUR VÅRDS VERKET
SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

Švedska Sverige