



# Содржина

1. Вовед.....	1
2. Барања за мерната рамнина.....	2
2.1 Општо.....	2
2.2 Пристап до мерното место.....	4
2.3 Избор на мерно место и мерниот пресек.....	5
2.3.1 Избор и број на мерни точки.....	7
2.3.2 Фиксна мерна опрема на инсталациите.....	9
2.4 Големина на мерните приклучоци.....	9
2.5 Работен простор и услови на мерното место.....	10
2.6 Опрема за мерното место.....	12
2.7 Безбедност при работа.....	13
3. Одредување на брзината на отпадниот гас и стапката на проток.....	13
3.1 Мерења со Pitot (Питова) сонда.....	14
3.2 Одредување на содржина на вода во отпадниот гас.....	16
3.3 Одредување на густина на влажниот гас.....	16
4. Мерење на честички (прашина).....	18
4.1 Општо.....	18
4.2 Фактори кои влијаат врз веродостојноста на мерењата на честичките.....	18
4.2.1 Материјали од кои се изработени филтрите.....	18
4.2.2 Вагање.....	19
4.2.3 Теренска слепа проба (Field blank).....	19
4.2.4 Изокинетичко земање примероци.....	19
Дозволено отстапување при изокинетичко земање примероци според стандардот MKS EN 13284-1 изнесува од 5% до 15%.....	20
4.2.5 Земање примероци внатре во оџакоот или “in-stack” метода.....	20
4.2.6 Земање на примероци вон оџакоот или “out-stack” метода.....	22
5. Мерења на гасните компоненти – континуирани методи.....	24
5.1 Земање примероци.....	24
5.1.1 Линија на земање примероци.....	24
5.1.2 Техники на кондиционирање.....	25
5.2 Разни мерни техники за гасните компоненти.....	28
5.2.1 Најчести техники за мерење на гасните компоненти.....	28
5.2.2 Стандардни референтни методи (CPM) за различни компоненти во ЕУ.....	30
5.3 Фактори кои влијаат на мерната неодреденост.....	30
5.3.1 Калибрација.....	30
5.3.2 Проверка на линеарноста.....	31
5.3.3 Превземени мерки при изучување на попречувачки гасени компоненти.....	31
5.3.4 Испитување на NOx-конвертор.....	32
5.3.5 Состојба во животната средина.....	32
6. Мерење на гасните компоненти – дисконтинуирани методи.....	33
6.1 Апсорпциски методи.....	33
6.1.1 Земање примероци за апсорпциските методи.....	33
6.1.2 Методи на анализа.....	36
6.2 Адсорпциски методи.....	37
7. Пресметка на емисии.....	38
7.1 Пресметка на стапка на проток.....	38

7.2 Пресметка на концентрацијата и количината на емисија на честички .....	41
Концентрација на честичките, при НТП се изразува во $\text{mg}/\text{Nm}^3$ , .....	41
Емисија на честичките се изразува во $\text{g}/\text{h}$ .....	41
Резултатот од емисиите е ист со пресметката направена со регуларниот начин на пресметување, ..	43
7.3 Конверзија на единиците за гасовити компоненти .....	43
7.4 Конверзија на концентрации на загадувачки супстанции во влажни услови во концентрации суви услови и нормализација на референтно ниво на кислород .....	44
8. Пресметка на мерната неодреденост .....	45
9. Доставување на извештаи за мерењата на емисии .....	46
9.1 Доставување на извештаи од тимовите за мерење на емисии .....	46
9.2 Доставување на извештаи од инсталациите за податоците на емисии .....	46
9.3 Меѓународно доставување на извештаи од МЖСПП .....	47
10. Стандардизација на мерењата на емисиите .....	47
<i>Упатување и влегување во сила</i> .....	48
ПРИЛОГ I: МКС EN и ISO стандарди за емисија .....	49
ПРИЛОГ II: Табеларни пресметки на неодреденост согласно наведените стандарди .....	51



Врз основа на член 55 став (1) од Законот за организација и работа на органите на државната управа („Службен весник на Република Македонија“ 58/2000; 44/2002; 82/2008; 167/2010 и 51/2011), а во врска со член 46 став (1) од Законот за квалитет на амбиентниот воздух („Службен весник на Република Македонија“ број 67/04, 92/07, 35/10, 47/11 и 59/12), министерот за животна средина и просторно планирање донесува

## **УПАТСТВО**

**за примена на Правилникот за методологијата, начините, постапките, методите и средствата за мерење на емисиите од стационарните извори**

### **1. Вовед**

Квалитетот на воздухот продолжува да биде меѓу позначајните темиза заштитата на животната средина во Република Македонија. За остварување на целта, намалување на емисиите на загадувачките супстанции се користат податоците од мониторинг на истите. Имено потребно е да се врши следење и мерење на емисиите во воздухот со цел да се остварат мерките зацртани во Плановите за заштита и подобрување на квалитетот на воздухот. Ова особено се однесува на инсталациите кои имаат значаен удел во вкупните емисии на ниво на државата, како би се утврдило дали се почитуваат граничните вредности за емисии во воздухот.

Имплементацијата на плановите треба да осигура квалитетот на воздухот да биде на задоволително добро ниво, односно концентрациите на загадувачките супстанции во амбиентниот воздух да се под граничните вредности.

Целта на ова упатство е да им помогне на операторитена инсталациите и консултантски аналитичари за вршењето на мониторинг и мерења на емисиите, а во насока на придржување кон барањата кои произлегуваат од член 46 од Законот за квалитетот на амбиентниот воздух, („Службен весник на Република Македонија“ бр. 67/04, 92/07, 35/10, 47/11, 59/12) и Правилникот за методите, начините и методологијата за мерење на емисии во воздухот од стационарни извори, („Службен весник на Република Македонија“ бр. 11/2012).

Во упатството се опишуваат општите аспекти на мерењата на емисиите во воздухот од стационарни извори со тоа што прецизирањето се врши со користење на дадените МКС EN и ISO стандарди наведени во него. Опишани се процедурите за обезбедување и контрола на квалитет (QA/QC) на мерењата на емисиите во воздухот од стационарни извори.

Упатството се состои од десет поглавја во кои се дадени насоки за изведување на процесот на мерењата почнувајќи од:

- барањето за мерење, пристап и избор на мерното место, избор и број на мерни точки, големина на мерните приклучоци, работен простор и услови на мерното место, опрема за мерното место и безбедност при работа;
- определување на брзината на отпадниот гас, стапката на проток, содржината на вода во отпадниот гас и густина на влажен гас;
- мерење на честичките, фактори кои влијаат на веродостојноста на мерењето, изокинетичко земање на примероци, земање на примероци во оџак и надвор од оџак;
- мерења на гасните компоненти – континуирани методи за земање на примероци, најчести техники за мерење на гасните компоненти, други техники за мерење на гасните компоненти, фактори кои влијаат врз мерната неодреденост и калибрација на мерните инструменти; ж
- мерење на гасните компоненти – дисконтинуирани апсорпциски методи, земање на примероци со апсорпциските методи, методи на анализа со адсорпциски методи;
- пресметка на емисии, пресметка на стапка на проток, пресметка на концентрацијата на честички и на емисијата, конверзија на единиците за гасовити компоненти и од влажни во суви концентрации и нормализација на референтно ниво на кислород;
- пресметка на мерната неодреденост;
- доставување на извештаи за мерењата на емисии од страна на тимовите за мерење на емисии, од инсталациите за податоците на емисии, меѓународно доставување на извештаи од МЖСПП;
- стандардизација на мерењата на емисиите.

Насоките дадени во ова упатство се исто така од голема корист за било која инсталација или агенција која сака да се добие точна проценка на влијанието на нејзините активности врз животната средина.

## **2. Барања за мерната рамнина**

### **2.1 Општо**

За безбедно и ефикасно спроведување на мерењата, потребно е лицата кои ќе го извршат мерењето да имаат слободен пристап до рамнината за земање на примероци и соодветни мерни приклучоци и работни платформи за вообичаената опрема за земање примероци.

Пред да се спроведе мерењето, неопходно е да се разговара со релевантните лица надлежни за животна средина од инсталација за целта на земањето примероци/мерењето. Природата на процесот, односно дали истиот е континуиран или повремен, може да влијае врз програмата за земање на примероци.

При мерењето потребно е да се обезбеди присуство на претставник од инсталацијата за помош и информации за работните услови во инсталација, за мерната цел и дополнителна стратегија за оценување и планирање на мерењата.

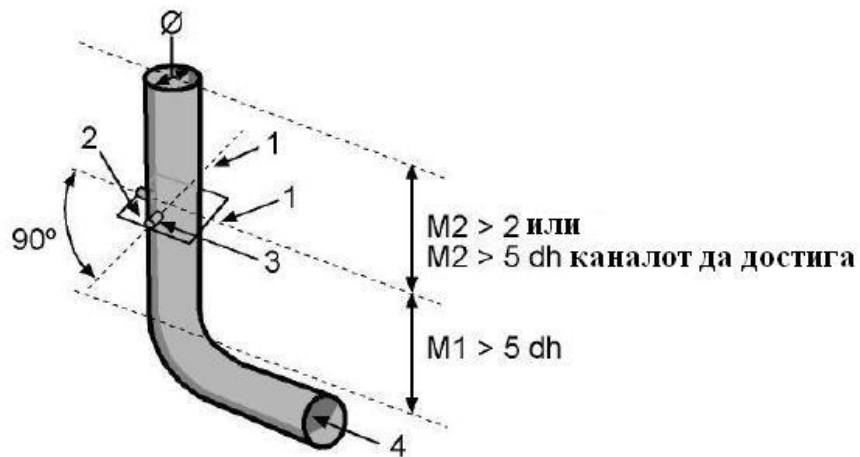
Прелиминарниот преглед на технолошко-техничката шема на инсталацијата ќе овозможи определување на најдобрата локација за мерење и ќе го определи бројот и распоредот на точките за земање на примероци.

Работните површини треба да бидат заштитени од топлина и прашина и да ги обезбедат потребните работни услови во околината.

Планирањето на мерното место ќе придонесе да се ограничат личните повреди и непотребните инвестицијата инспекциите за време на нивното користење..

Пристапот до местото треба да биде лесен и непречен, местото треба да биде со соодветните објекти и заштитна опрема за итни случаи и мерното ниво мора да биде на соодветно одреденото место на оџакот. Воедно локацијата на мерното ниво е најважниот фактор за веродостојноста на резултатите. Големината на мерните приклучоци треба да биде доволно голема и да биде лоцирана на соодветно место во каналот за да обезбеди резултати со добар квалитет.

Протоколот на гасовите за мерните компоненти мора да биде стабилен и хомоген бидејќи измерените емисиони концентрации на компонентите треба да бидат репрезентативни. Доколку ова не е случај, резултатот од мерењето не е репрезент на реалната емисија и добиените резултати не можат да се користат. Доколку условите на протоколот на мерното ниво, не се во согласност со барањата за сите точки според стандардите МКС ISO 10780 и МКС ISO 9096, а мерењата сепак мора да се извршат, во извештајот за мерењето на емисиите треба да се оцени дали и како условите за проток на гасот влијаеле врз веродостојноста на мерните резултати. Ова влијание врз веродостојноста на мерните резултати треба да се земе предвид при одредување на вкупната неодреденост на мерењето. Барањата за правилно мерење на емисии треба да се земат во предвид кога се планира структурата на новата инсталација. Промените во структурата на веќе изградената инсталација, кои се потребни за добивање на релевантни резултати од мерењата на емисии и за безбедност при работата ќе создаде дополнителни трошоци.



- 1 Мерни линии
- 2 Мерна рамнина
- 3 Приклучок за мерење
- 4 Проток

**Слика 1.** Избор на ниво за мерно место со кружен канал (SFS-Фински стандард соодветен со EN 5625)

## 2.2 Пристап до мерното место

Мерните места ќе бидат инсталирани на начин кој ќе биде во согласност со националните прописи за безбедност. При избор на мерно место треба:

- да се гарантира правилен ергономски пристап, без претежок физички напор до фиксната опрема за мерење за одржување и редовни компаративни мерења;
- рутата да претставува фиксен дел од структурата на инсталацијата водејќи сметка за безбедноста. На пример, скали или преносни скелиња не треба да се користат на мерните места или при мерењата;
- да се избегнат области со извори на ненадејни емисии како прскање на дискови со вентили со преголем притисок или испуштања на пареа, како и било кои опасни мерки со инженерството, области со позитивен притисок (МКС EN 15259:2007 (E) страна 18);
- да се земе предвид дизајнот на инсталацијата. Имено, многу инсталации се дизајнирани пред воспоставувањето на постоечките практики на мерење на емисии. Бидејќи активностите за мерење на емисии не биле земени во

предвид во текот на планирањето, оџакот честопати има само спирални скали и опрема за кревање за одржувањето. Опремата за мерење на емисиите вообичаено се крева со опремата за кревање или, доколку таа не е достапна, со носење или кревање со јаже до мерното место.

треба да се земе предвид декаконтролните мерења на емисии на загадувачките супстанции во големи согорувачки инсталации и инценератори на отпад, се спроведуваат најмалку еднаш годишно во тек на неколку дена. Ако техничарот за мерење треба да оди до местото десетина пати во текот на денот, користењето на спирални скали ќе биде тешко и долго, затоа, подобро е да постои лифт или подвижна платформа, кои ќе придонесат за зголемување на безбедноста и ефикасноста.

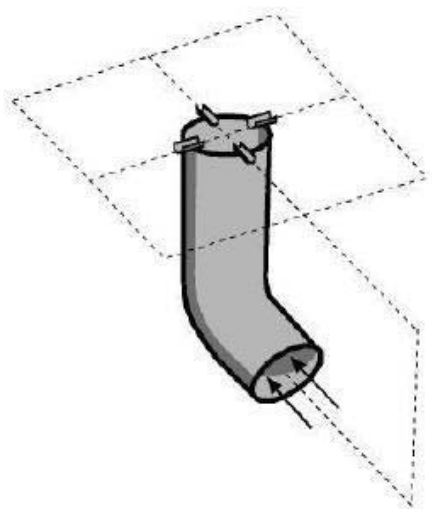
### **2.3 Избор на мерно место и мерниот пресек**

За избор на мерното место и мерниот пресек треба да се земат предвид следните критериуми:

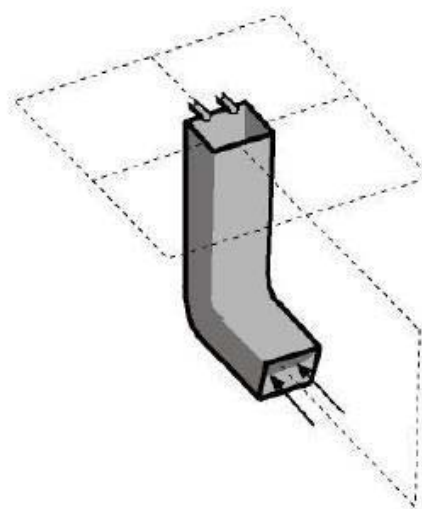
- мерното место треба да е избрано во согласност со критериумите од стандардот МКС EN 15259:2007 (Е) страна 16;18;22);
- мерната делница треба да биде лоцирана во вертикалниот дел од каналот;
- мерната делница е површината на пресекот на каналот, каде што се земаат примероците (Автоматски мониторинг систем и Стандардни Референтни Методи);
- факторите кои го нарушуваат протокот (завои на каналот, фенови) треба да бидат што е можно подалеку од мерното ниво. Вообичаено, би било доволно оддалеченоста да биде пет пати поголема од големината на хидрауличниот дијаметар пред мерното ниво и два пати од големината на хидрауличниот дијаметар по мерното ниво. Потребно е оддалеченоста да е пет пати поголема од хидрауличниот дијаметар од крајот на оџакот (МКС EN ISO 9096:1992(Е) точка 3.7);
- девијацијата на правецот на проток на гасот може да биде максимум 15° од насоката на оската на каналот. Одредувањето на насоката на девијацијата во пракса претставува предизвик и може да се направи со Питот цевка. Не треба да се појави негативен локален проток и динамичкиот притисок на протокот треба да биде 5 Pa. Соодносот помеѓу најниската и највисоката брзина на проток на гас треба да биде помал од 3:1. (МКС ISO 9096:1992(Е) точка 10.4 страна 16. Види го Анекс В EN 13284-1:2001);
- доклку земањето примероци (мерењето) во хоризонталните канали неможе да се избегне, постоењето на пристапни влезови лоцирани на врвот на



каналот може да се земе како практична предност. Сепак, ноздлите на сондите не треба да бидат во контакт со можниот слој на прашина на дното на каналот.

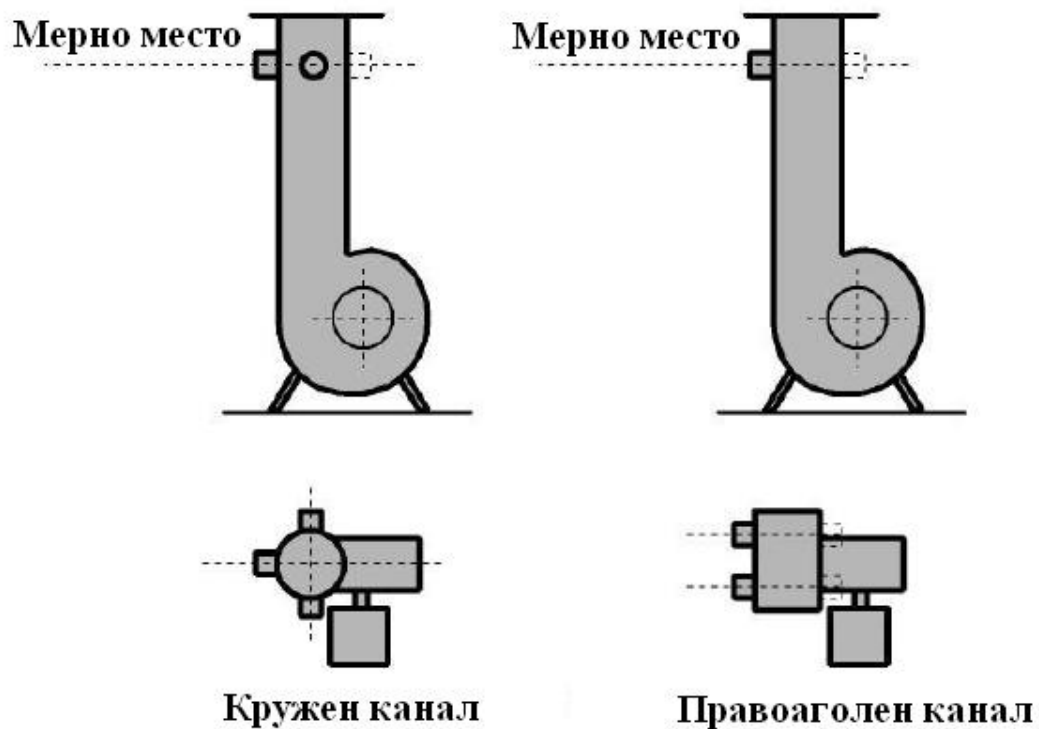


**Кружен канал**



**Правоаголен канал**

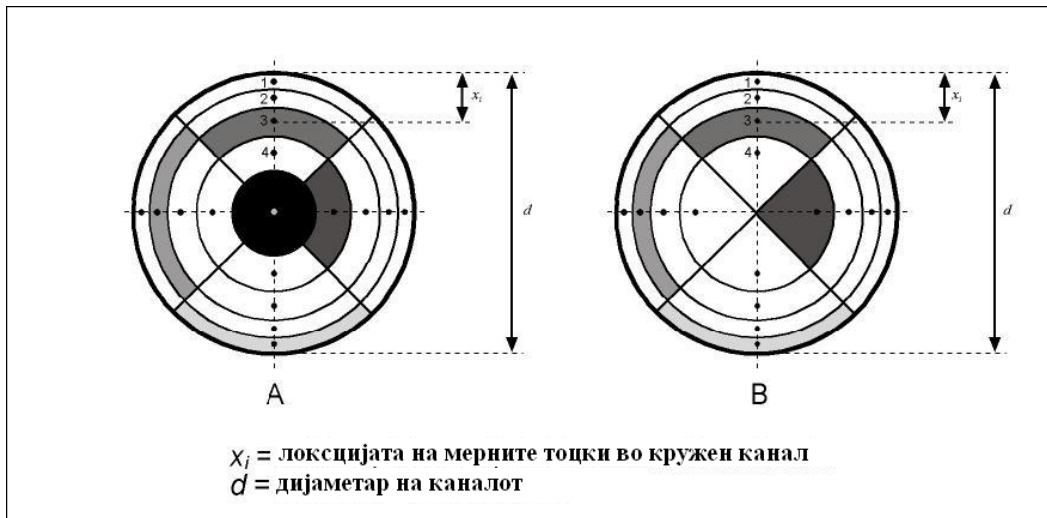
**Слика 2.** Мерни места по свиокот на каналот (SFS 5625).



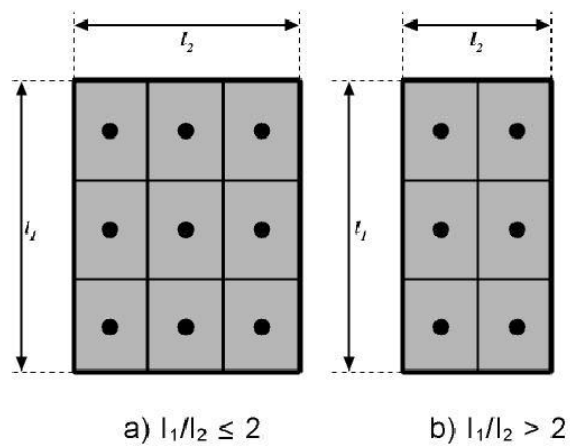
Слика3. Мерниместаповентилаторот (SFSФински стандард соодветен со EN 5625).

### 2.3.1 Избор и број на мерни точки

Постојат две опции за избор на локацијата на мерните точки во кружни канали. Со примена на методот А, една од мерните точки се наоѓа во центарот на каналот, додека при примена на методот Б, нема мерна точка во центарот на каналот.



**Слика 4.** Локации на мерните точки во кружен канал, методи А и Б (SFS-EN 13284-1, извор Фински прирачник за мерење на емисии)



**Слика 5.** Локации на мерните точки во правоаголен канал (SFS-EN 13284-1, извор Фински прирачник за мерење на емисии)

Минималниот број на мерни точки се одредува зависно од димензијата на каналот. Општо земено, бројот се зголемува со зголемување на димензиите на каналот. Минималниот број на потребни мерни точки е даден во соодветните стандарди

МКС EN 13284-1 и МКС ISO 9096. Доколку постои зголемување на турбуленцијата, се препорачува бројот на мерни точки да се зголеми во однос на минималниот за да се добијат поверодостојни резултати. Точките за земање примероци ќе се постават илина растојание повеќе од 3% од должината на мерната линија или на повеќе од 5 сантиметри од внатрешниот сид на каналот, во зависност од тоа која вредност ќе биде поголема.

### **2.3.2 Фиксна мерна опрема на инсталациите**

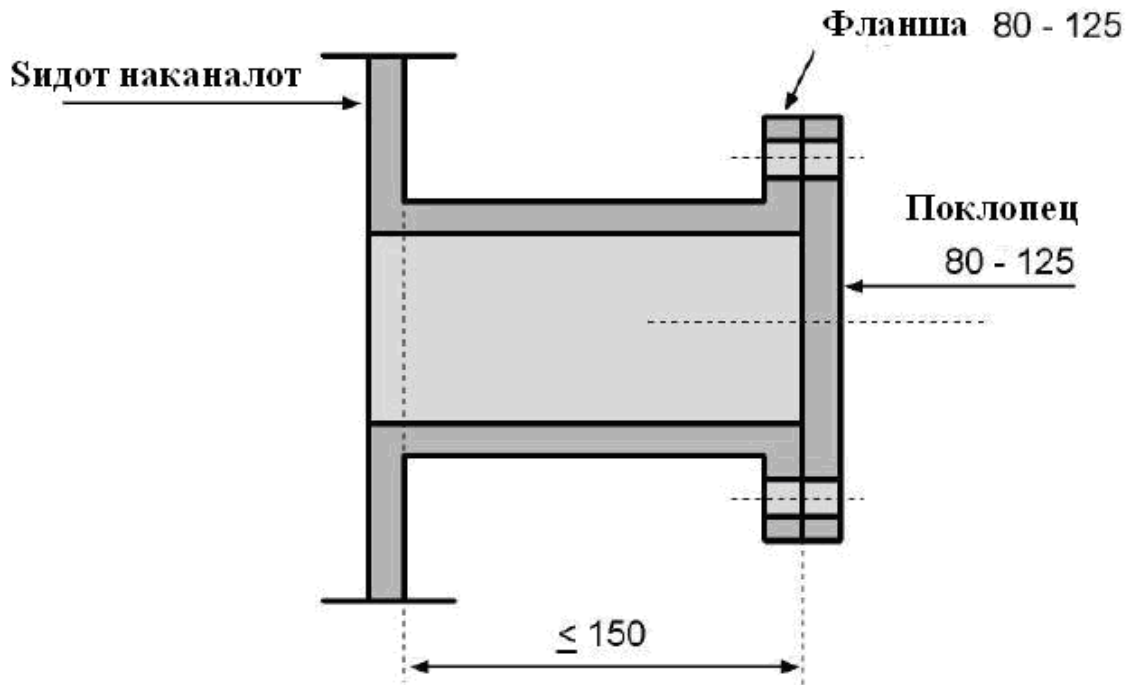
При користење на фиксна мерна опрема во инсталациите треба да се земат предвид следните критериуми:

- при изборот на локацијата за мерната опрема и мерното ниво треба да се земат во предвид барањата од соодветните стандарди (на пример МКС EN 15259);
- опремата треба да биде лоцирана на начин кој ќе обезбеди репрезентативност на резултатите;
- треба да се гарантира лесен и безбеден пристап до опремата, а треба да се земат во предвид и барањата за одржување;
- најчесто, инсталацијата на мерната опрема претставува одговорност на добавувачот, но операторот мора да ја посочи локацијата за мерната опрема и нивото кое треба да е во согласност со стандардите;
- добавувачот и операторот треба да ги разгледаат барањата предизвикани од специфичната мерна техника;
- во предвид треба да се земат и постапките за безбедност;

### **2.4 Големина на мерните приклучоци**

Мерните приклучоци треба да:

- да имаат обод и препорачана номинална големина од 125 mm;
- биде помал за мали канали, но доволно голем за мерните сонди;
- бидат избрани согласно критериумите наведени во стандардот МКС EN 15259;
- се со обод кој треба да е доволно вон изолацијата за да поставувањето на завртките за затегање е лесно;
- бидат постојано покриени со изолациона лента за да се спречи кондензацијата;
- се опремаат со железен потпирач во форма на полукруг којшто е заварен за оцакот под приклучокот за да ги поддржува сондите.



**Слика 6.** Големина на мерните приклучоци (SFS 5625)  
Извор фински прирачник за мерење на емисии

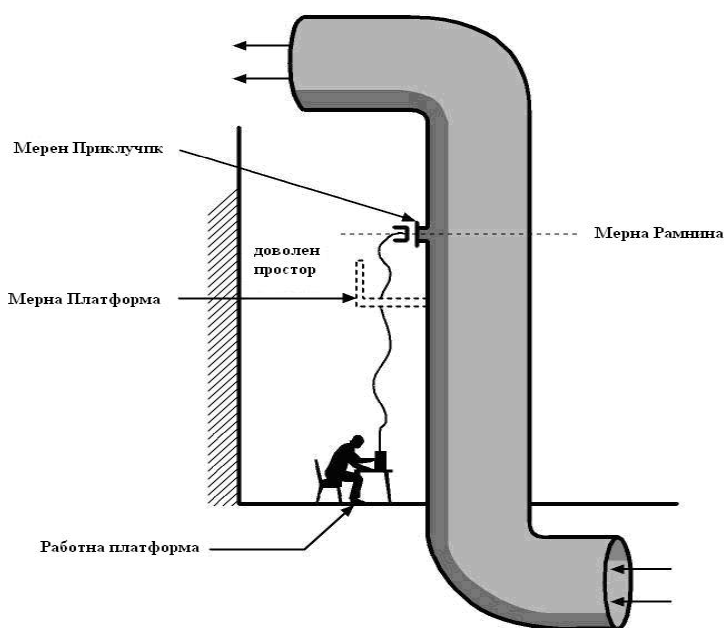
## 2.5 Работен простор и услови на мерното место

За да се добијат репрезентативни резултати од мерењето на емисии потребно е да се исполнат следните услови за работниот простор и мерното место:

- основното барање е да постои место за мерењата кадешто условите се контролирани;
- температурата би требало да биде таква да не постојат нарушувања во однос на мерните методи, а воедно и да не предизвика штета на работните способности на мерниот техничар;
- прашина или вибрациите да бидат со интензитет и величина така да влијаат на веродостојноста на мерниот метод;
- се препорачува да се направи засолниште за мерењата каде условите се контролирани во случаите со надворешен оџак. Привремени шатори за мерење или нешто слично не гарантираат соодветна заштита, на пример за време на промена на времето. Ова, исто така, е валидно за мерните места во внатрешноста на оџакот(оџаци со доволно голем дијаметар), каде постоење

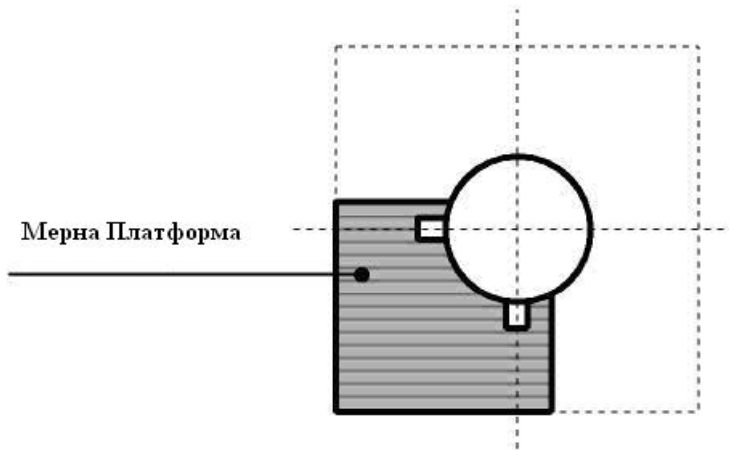
на мерна соба е задолжително заради прашина и вибрации (кога постојат компаративни мерења со Автоматски мониторинг систем и Стандардни Референтни Методи), користените анализатори треба да можат да се постават што е можно поблиску до Стандардни Референтни Методи;

- за линијата за земање на примероци се препорачува да се направи преку дупки во ѕидовите на оџакот со цел да се избегне истите да бидат компресирани од вратите (доколку е потребно);
- ширината на работната рамнина треба да биде барем колку должината на сондата која се користи за мерењата, кога дијаметарот на каналот е два метра (два приклучока за земање примероци за честички и приклучок за земање на примерок од гас). Се проценува дека вообичаено ширината на потребниот простор е најмалку колку големината на оџакот + 1 метар. Доколку дијаметарот на кружниот канал е поголем од 2 метри, вообичаено се потребни четири приклучоци за земање на примероци и еквивалентни приклучоци за земање на примероци на гас, доколку работната основа е околу оџакот и ширината е 50 % од дијаметарот на оџакот. Слободниот простор пред мерниот приклучок треба да биде најмалку колку должината на сондата за земање на примероци потребна за мерењата, со цел безбедно и без проблеми да се инсталира или отстрани сондата.



Слика7. Мерно место (SFS 5625, извор Фински прирачник за мерење на емисии)





**Слика8.**Мерна платформа(SFS 5625, извор Фински прирачник за мерење на емисии)

## 2.6 Опрема за мерното место

Опремата за мерното место зависи од мерните техники и безбедноста при работа. Мерното место треба ги исполнува следните критериуми:

- рутата и мерното место треба да имаат соодветно осветлување.
- треба да се обезбеди електрична енергија, компримиран воздух и проточна вода, во зависност од користената мерна опрема и опсегот на мерењата.
- местото треба да има фиксна телефонска линија или друг начин на комуникација доколку постои ризик мобилните телефони да не можат да се користат.
- сите нивоа во оџаците (вклучително и капакот помеѓу оџакот и рамнината) треба да бидат покриени за да се спречи паѓање на предмети во него. Повеќето внатрешни оџаци на бетонските оџаци се изградени така да можат да се движат странично и капакот помеѓу внатрешниот оџак и мерната рамнина да може да варира заради условите. Овој вид на капак може да биде покриен со специјален прстен изграден на оџакот. На мерната рамнина под прстенот се гради скалило за да се спречи паѓањето на предмети.
- информативна табла за мерењата треба да биде поставена на подножјето на оџакот.
- бајпас гасовите од анализатори треба да се насочат надвор преку цевка за да се спречи интоксикација на техничарите. Од тие причини треба да има отвори на ѕидовите на мерното место.

## 2.7 Безбедност при работа

Безбедноста на вршителите на мерење на емисии се обезбедува со носење на заштитна опрема и тоа:

- шлемови;
- соодветни обувки;
- лични системи за алармирање, на пример за CO;  
заштита на уши, очи...итн;
- добивање на соодветни инструкции за евакуација од мерното место, на пример во случај на пожар;
- постоење на соодветни скали во инсталацијата за искачување до мерното место.

## 3. Одредување на брзината на отпадниот гас и стапката на проток

За да се определи емисијата на загадувачките супстанции потребни се податоци од волуменскиот проток на гасовите. Волуменскиот проток може да се определи со одредување на брзината на протокот на гасовите.

Меѓународнитестандарди укажуваат на мануелни методи за одредување на брзината и волуменскиот проток на гасните струења во канали, големи и мали оџаци што емитираат загадувачки супстанции во атмосферата. Брзината на протокот на гасовите може да се определи со т.н. Pitot-сонда за мерење.

Груба пресметка може да се направи со помош на податоците за процесот, односно видот на горивото што се користи. Дополнително за да се определи волуменскиот проток и емисијата,потреби се локални вредности за брзината, за изборот на влезната ноздринка за изокинетичко земање примероци кога се мери прашината. За да се одреди волуменот на гасовите што протекуваат потребно е да се знае емисиониот масен проток.

Протокот може да се определи со мерење на брзината на протекување на гасовите и дијаметарот на мерната рамнина.

Мерната рамнина може да се определи со одредување на внатрешниот дијаметер на каналот, како на пример со ставање на калибрирана прачка или метро низ влезот од мерниот приклучок. Истото се повторува и во вториот мерен приклучок под агол од 90 степени со што го утврдуваме дијаметарот на каналот (оџакот). За правоаголни канали можеме да ја утврдиме рамнината со мерење на надворешните димензии на каналот при што се зема предвид дебелината на сидот на каналот. Кога не сме во можност да го измериме дијаметарот на каналот можеме да се послужиме со скици на каналот дадени од страна на барателот.

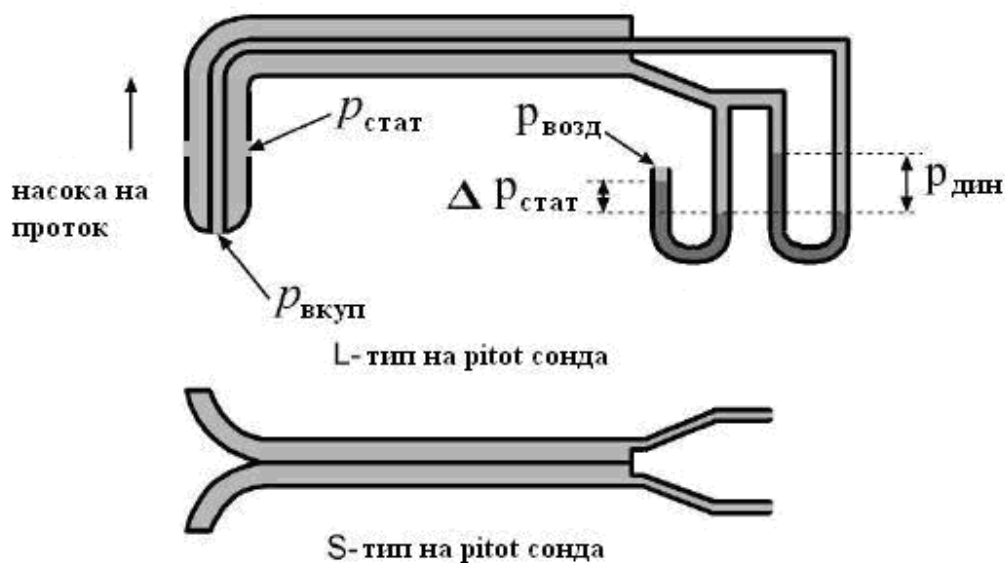
Исто така, кривините на каналот, вентилите, компресорите како и промените во големината на каналот предизвикуваат пречки во протокот на гасот и затоа, треба да постои соодветна оддалеченост помеѓу овие интерферентни фактори и мерниот

приклучок. Циклоните додатно можат да предизвикуваат турбуленции во протокот. Овие фактори мора да се земаат во предвид кога се избира нивото на мерење и мерните точки.

Вариации во процесот предизвикуваат промени во протокот на гасот и при мерење на емисија на гасот исто така можат да предизвикат несигурности при мерењето. Таквите вариации можат да се забележат кога во инсталацијата каде ги мериме емисиите, континуирано за време на целиот процес имаме промена во динамичниот притисок во една единствена локација. За да се добие вистинската брзина при мерењето, по потреба мерењето треба да се повтори.

### 3.1 Мерења со Pitot (Питова) сонда

При земање примероци со Питова сонда брзината на гасот се определува од динамичкиот притисок на гасот во оџакот и концентрацијата на гасовите. Динамичниот притисок на гасот се мери со Питова сонда и микроманометар. На Слика 9 прикажан е принципот на мерење на динамичкиот притисок кој што се применува при користење на Питова сонда за земање на примероци. Преовладувачкиот притисок во каналот се определува со мерење на разликата на притисоците меѓу каналот и околината.



$P_{\text{вкуп}}$  = вкупен притисок

$P_{\text{стат}}$  = статичен притисок

$P_{\text{стат}}$  = разликата меѓу статичниот притисок во канал и амбиенталниот воздух

$P_{\text{дин}}$  = динамичен притисок

$P_{\text{возд}}$  = воздушен притисок

Слика9. L и S тип на Pitot сонда

Има два типа на Pitot-сонди, L и S тип. L типот на сонда се користи при земање примероци од релативно суви гасови со ниски концентрации на цврсти честички (прашина) затоа што во спротивно би дошло до затнување на сондата. S типот на сонди се користи за гасови со висока концентрација на цврсти честички и влага. Корекциониот фактор за брзината на S Pitot-сонди варира меѓу 0,82 и 0,83. Pitot-сондата може да се калибрира на начин кој е опишан во интернационалниот стандард (МКС ISO 10780).

Главниот отвор на Pitot сондата се насочува надолу во спротивна насока на протокот на гасот што е по прецизно за да не дојде до несигурности при мерењето.

Динамичниот притисок кој е функција од протокот е зададен со следнава равенка:

$$p_{\text{дин}} = \frac{\rho_{\text{вг}} * v_{\text{вг}}^2}{2} \quad (1)$$

каде

$\rho_{\text{вг}}$  = густина на влажниот гас во оцак

$v_{\text{вг}}$  = брзина на влажниот гас во оцак

$$\Rightarrow v_{\text{вг}} = \sqrt{\frac{2p_{\text{дин}}}{\rho_{\text{вг}}}} \quad (2)$$

При мерење на терен, вредностите за динамичниот притисок се мерат од неколку мерни точки од мерната рамнина, така што средната вредност за брзината на проток на гасот се пресметува според следната равенка:

$$v_{\text{вг прос}} = \sqrt{\frac{2}{\rho_{\text{вг}}}} * \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{p_{\text{дин } i}}}{n} \quad (3)$$

Ако динамичниот притисок е определен од четири точки, просечната брзина на протокот на гасот може да биде пресметана со одредување на просек за секоја точка:

$$v_{\text{вг прос}} = \sqrt{\frac{2}{\rho_{\text{вг}}}} * \frac{\sqrt{p_{\text{дин } 1}} + \sqrt{p_{\text{дин } 2}} + \sqrt{p_{\text{дин } 3}} + \sqrt{p_{\text{дин } 4}}}{4} \quad (4)$$

Примерот за пресметка на стапката на проток е прикажан во Поглавјето 7.1 од ова Упатство.

### 3.2 Одредување на содржина на вода во отпадниот гас

Содржината во отпадните гасови често пати се одредува гравиметриски со кондезирање на земениот примерок на гас. Ако определувањето се прави одделно, времетраењето на земање примероци треба да биде доволно долго за да се овозможи износот на кондензирана вода да може се мери со доволна точност.

За да се кондензира, резидуалната влага треба да биде многу мала за да се абсорбира во силика гелот.

Садот за собирање на кондензатот треба да се чува на доволно ниска температура (пр. климатизирана водена бања) така што кондензатот би бил поцелосен. Пред и после земањето на примерокот, линијата за земање примероци и кондензираната вода што е насобранаво кертриџот со силика гел се вагаат.

Содржината на вода може исто така да се одреди со таканаречениот метод “сува-влажна-температура”. Во овој случај за да изврши мерење со метод на сува-влажна-температура мора да се измери со термоелемент. Термоелементот се завиткува со намокрена крпа. Кога термоелементот се поставува во канал неговата температура почнува да се качува. Кога ќе се постигне токчката на испарување, растењето на температурата ќе почне да запира се додека има доволно вода што испарува за да се постигне термички баланс, каде температурата ќе се спроведува во двата правци. Кога ќе се исуши крпата, температурата повторно ќе почне да расте. Содржината на вода исто така може континуирано да се мери и со IR или FTIR-инструмент.

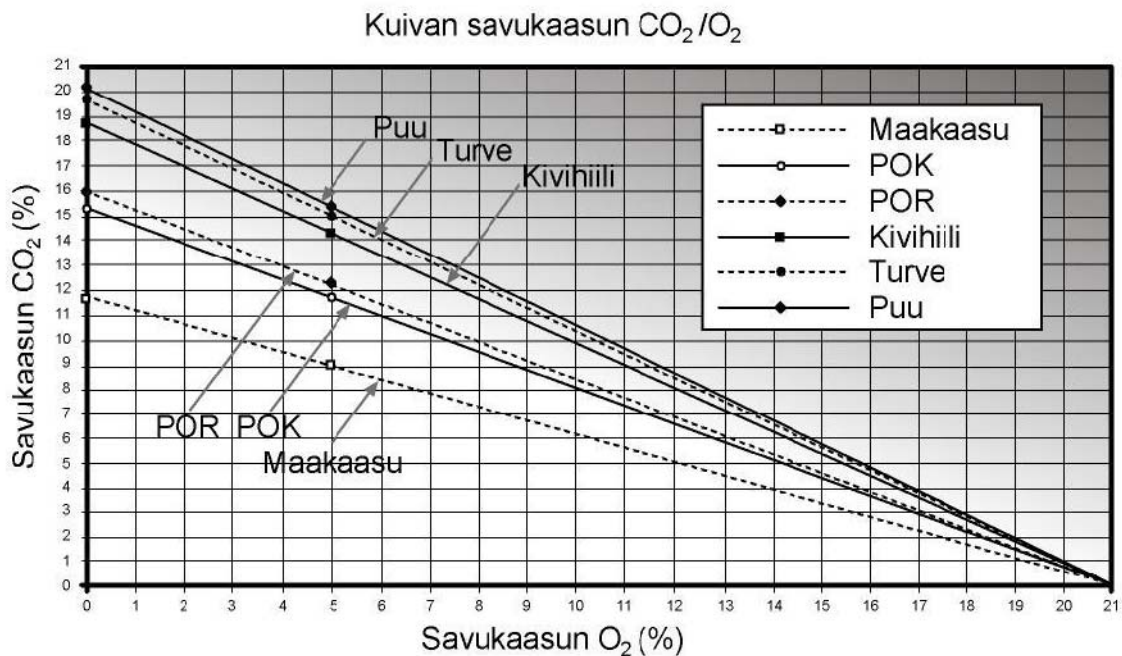
### 3.3 Одредување на густина на влажниот гас

За да ја одредиме густината на влажниот гас потребни ни се податоци за:

- температурата;
- концентрациите на гасните компоненти  $O_2$ ,  $CO_2$  итн;
- разликата на притисокот помеѓу оџакот и амбиентниот воздух;
- притисокот на амбиентниот воздух;
- притисокот на гасот во оџакот;
- содржината на вода.

**Температурата** вообичаено се мери со термоелемент (како K-тип термоелемент).

**Концентрациите на гасовите  $O_2$ ,  $CO_2$**  или било кои други концентрации ( $> 2\%$ ) како значителна гасна коомпонента се мерат според став 5.2 од ова Упатство. При мерење на  $O_2$ ,  $CO_2$  може да се користи таканаречен “согорувачки триаголник”, што значи дека семери согорувачки процес и се знае концентрацијата на кислородот, може да се одреди концентрацијата на јаглерод диоксид (погледенете на следната слика).



Податокот за **разликата на притисок помеѓу оџакот и амбиентниот воздух**, се одредува на таков начин што се зема цревето кое го покажува динамичниот притисок и се приклучува во делот кој го мери статичниот притисок, цревето кое е конектирано со делот кој го мери статичниот притисок во Pitot сондата се остава на отворено надвор од оџакот.

**Амбиентниот притисок** се одредува со барометар или може да најде на интернет, или пак овој податок можете да го добиете ако се јавите во Управата за хидрометеоролошки работиитн.

**Притисокот на гасот во оџакот** се мери на следниот начин:

- кога во оџакот има преголем притисок:
  - притисокот на гасот во оџакот = притисокот на амбиентниот воздух + разликата на притисокот во оџакот и амабиентниот воздух
- кога во оџакот има премал притисок:
  - притисокот на гасот во оџакот = притисокот на амбиентниот воздух - разликата на притисокот во оџакот и амабиентниот воздух

**Начинот на одредување на содржината на вода** е објаснето во претходната глава.



## 4. Мерење на честички (прашина)

### 4.1 Општо

Овој дел во принцип е поврзан со стандардот MKC EN 13284-1 (Стационарни извори на емисија – Определување на ниско опсежните концентрации на прашина. Дел 1: Мануелен гравиметриски метод) за мерење на честичките.

### 4.2 Фактори кои влијаат врз веродостојноста на мерењата на честичките

Најважните фактори се:

- земањето примероци мора да биде репрезентативно;
- да нема истекувања во линиите за земање примероци;
- да се избегне допирањето на сидовите на оџакот со сондата при ињектирање на сондата во каналот или при отстранувањето (ќе добиете екстра честички на вашиот филтер);
- температурата мора да биде контролирана во прскалката, сондата и филтерот за да се избегне кондензацијата;
- да се врши контрола на изокинетичкото земање на примероци;
- гасниот примерок мора да биде правилно исушен пред да се донесе до мерачот на гас.

#### 4.2.1 Материјали од кои се изработени филтрите

Вообичаено како материјал од којшто може да биде изработен филтерот кој се користи за земањето примероци на честички се користат кварцни влакна, бидејќи се релативно инертни кон надворешните услови и може да толерираат температури и до 950 °C.

Филтрите со стаклени влакна обично се поевтини во споредба со филтрите од кварцни влакна, но кога се користат филтри од стаклени влакна мора да се осигураме дека отпадниот гас да не содржи големи количини на сулфурни компоненти, бидејќи тие лесно реагираат со материјалот на стаклените влакна и формираат сулфати, на тој начин ја зголемуваат масата на филтрите. Вообичаено филтрите со стаклени влакна толерираат температури до 550 °C.

#### **Забелешка!**

*Пред мерењата, филтрите мора да се третираат во печка, чијашто температура зависи од стандардниот метод којшто се користи. Овој “топлински третман” ги прави филтрите инертни и тие може да ги толерираат температурите во оџакот без да се скршат итн.*

#### 4.2.2 Вагање

Мора да се посвети внимание на прецизноста при спроведување на процедурата на вагање! На пример, вагата треба да се постави на места каде температурите се стабилни, а влажноста на амбиентниот воздух е минимизирана. Пред филтрите да се измерат, тие се сушат во ексикатор. Вагите мора редовно да се калибрираат со референтни тегови.

Дополнително, при вагањето треба да се имаат предвид неколку од ефектите кои допринесуваат да се прават грешки при мерењето како што се: недоволна температурна рамнотежа, ефект на температурна варијација, и ефектот на варијации во притисокот што се забележуваат на барометарот. Неопределеностите што би можеле да се појават вообичаено не се само поврзани за перформансите на вагата туку за целата процедура која се применува.

#### 4.2.3 Теренска слепа проба (Field blank)

По секоја серија мерења или најмалку еднаш дневно, по изведбата на нормалната процедура за земање примероци, без да се вклучи направата за вшмукување се зема слепа проба. Се препорачува, ноздлата за земање примероци да се чува во каналот 15 минути на температура од 180°C во правецот на проток. Измерената варијација на маса овозможува да се определи неодреденоста. Оваа севкупна вредност на слепата проба, поделена со просечниот волумен на земениот примерок во мерната серија, овозможува да се процени границата на детекција (изразена во милиграми на метар кубен) на целиот мерен процес, како што се спроведува од страна на операторите. Севкупната слепа проба вклучува и можни талози на филтерот и на сите делови за мерење.

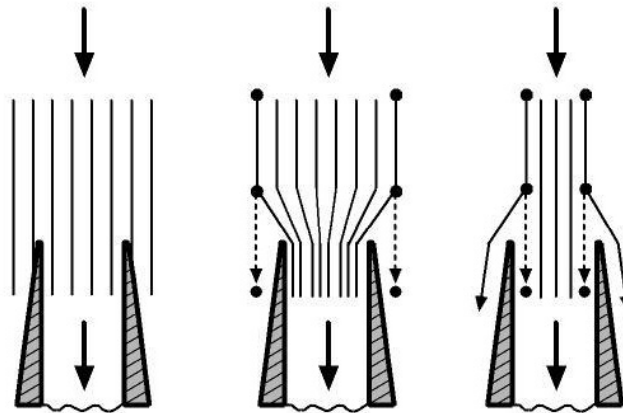
Целта на слепата проба е да се провери дали има загадување кое потекнува од филтрите или од растворите за исплакнување за време на работата на терен, при транспортот, чувањето на земените примероци или работата во лабораторија или процедурите на мерење. Слепата проба е особено важна кога измерените концентрации на прашина се мали.

#### ***Забелешка!***

*Слепата проба не може да се одземе од мерниот резултат. Вредностите на слепата проба во извештајот за мерењето се наведуваат поединечно. Ниту еден резултат под вредноста слепата проба не се смета за валиден.*

#### 4.2.4 Изокинетичко земање примероци

Изокинетичко земање примероци претставува земање примероци каде стапката на брзината и правецот на гасот кој влегува низ ноздлата (отворот) за земање на примероци е еднаква со таа на гасот во каналот во мерната точка.



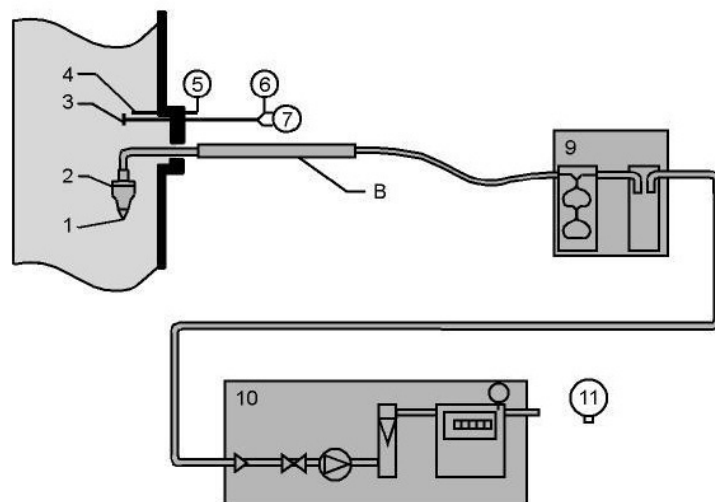
Вшмукување	Изокинетичко	Хиперкинетичко	Хипокинетичко
Концентрација на прашина	точна	ниска	висока
Големината на честичките	точна	мала	глема

Слика 10. Изокинетичкиот ефект при земање примероци на цврсти честички.

**Дозволено отстапување при изокинетичко земање примероци според стандардот МКС EN 13284-1 изнесува од 5% до 15%.**

#### 4.2.5Земање примероци внатре во оџакотили “in-stack” метода

Метода за филтрирање внатре во оџакот се применува кога филтерот и држачот на филтерот се поставени наспроти ноздлата (отворот) на сондата внатре во оџакот. Методот “во оџакот” или “in-stack” се користи кога температурата на отпадниот гас е над точката на оросување на водата или киселината, што значи дека гасовите не се заситени.



- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. Ноздринката (отворот)       | 7. Сензор за динамичен притисок                          |
| 2. Држачот на филтерот         | 8. Заштитна цевка на сондата                             |
| 3. Питова сонда                | 9. Систем за ладење и сушење на гасот                    |
| 4. Сонда за температура        | 10. Пумпа, единица за управување и анализа на примерокот |
| 5. Термометар                  | 11. Барометар.   |
| 6. Сензор за статичен притисок |  |

**Слика 11.** Земање на примероци “во оџакот” или “in-stack” метода според стандардот МКCEN 13284-1.

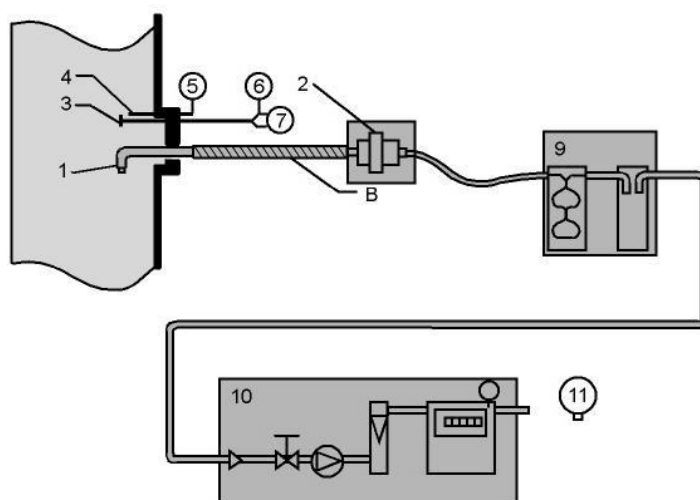
Во стандардот МКCEN 13284-1 се бара:

- a) Филтрите, пред мерењата, да бидат загреани на температура од минимум 180 °C и секогаш температурата да биде повисока за барем 20 °C од температурите на отпадниот гас (што значи, на пример доколку температурата на отпадниот гас е 350 °C, филтрите пред мерењата мора да се загреат на температура од 370 °C).
- b) Земањето примероци да се врши на иста температура со температурата на отпадниот гас (затоа што самиот филтер се наоѓа внатре на оџакот под иста температура).
- c) По мерењата, филтерот мора да се загрее во печка на температури од 160 °C.

#### 4.2.6 Земање на примероци вон оџакот или “out-stack” метода

Оваа метода на филтрирање надвор од оџакот се применува кога филтерот и неговиот загреан држач се поставени подалеку од ноздлата, на задниот дел од сондата.

Методата “вон оџакот” или “out-stack” вообичаено се користи кога отпадните гасови се заситени, што значи дека постои можност за кондензација. Методата “вон оџакот” или “out-stack” може исто така да се користи и при мерење на незаситени гасови.



- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1. Ноздринка (отворот)          | 7. Сензор за динамичен притисок                          |
| 2. Држач на филтерот со греалка | 8. Зачитна цевка на сондата со греач                     |
| 3. Питова сонда                 | 9. Систем за ладење и сушење на гасот                    |
| 4. Сонда за температура         | 10. Пумпа, единица за управување и анализа на примерокот |
| 5. Термометар                   | 11. Барометар.   |
| 6. Сензор за статичен притисок  |  |

**Слика 12.** Земање на примероци “вон оџакот” или “out-stack” метода според стандардот МКС EN 13284-1.

Кога методата “вон оџакот” или “out-stack” се користи за незаситени гасови, треба да се внимава на следното:

- Филтрите, пред мерењата, мора да бидат загреани на минимум 180 °C и секогаш на температура која е повисока за барем 20 °C од температурите на отпадниот гас (што значи, на пример доколку температурата на отпадниот гас е 350 °C, филтрите пред мерењата мора да се загреат на температура од 370 °C);
- Земањето на примероци се врши на иста температура со отпадниот гас (затоа што самиот филтер се наоѓа внатре на оџакот под иста температура);

- c) Филтрите по мерењата мора да се загреат во печка на температури од 160 °C.

Кога методата вон-оџак се користи за заситени гасови и температурата на отпадниот гас е под 160 °C, тогаш:

- a) Филтерот пред мерењата мора да се загрее на минимум 180 °C;  
 b) Температурата на линијата за земање на примероци е 160 °C;  
 c) Филтрите по мерењата мора да се загреат во печка на температури од 160 °C.

Кога методот вон-оџак се користи за заситени гасови и температурата на отпадниот гас е над 160 °C, тогаш:

- a) Филтерот пред мерењата мора да се загрее на минимум 20 °C повисоко од температурата отпадниот гас;  
 b) Земањето на примероци се врши на температура на отпадниот гас;  
 c) Филтрите по мерењата мора да се загреат во печка на температури 160 °C

**Табела 1.** Краток преглед на методите кои се користат при различни ситуации.

Метода	Состојба на отпадниот гас	Температура на отпадниот гас	Температура на земање примероци	Пред-третман на филтрите	Пост-третман на филтрите
“во оџакот” или “in-stack”	не заситен	Која и да е	температура на отпадниот гас	Секогаш температура на отпадниот гас + 20 °C, минимум најмалку 180 °C	160 °C
“вон оџакот” или “out-stack”	не заситен	Која и да е	температура на отпадниот гас	Секогаш температура на отпадниот гас + 20 °C, минимум најмалку 180 °C	160 °C
“вон оџакот” или “out-stack”	заситен	< 160 °C	160 °C	180 °C	160 °C
“вон оџакот” или “out-stack”	заситен	> 160 °C	температура на отпадниот гас	Секогаш температура на отпадниот гас + 20 °C	160 °C



## 5. Мерења на гасните компоненти –континуирани методи

### 5.1 Земање примероци

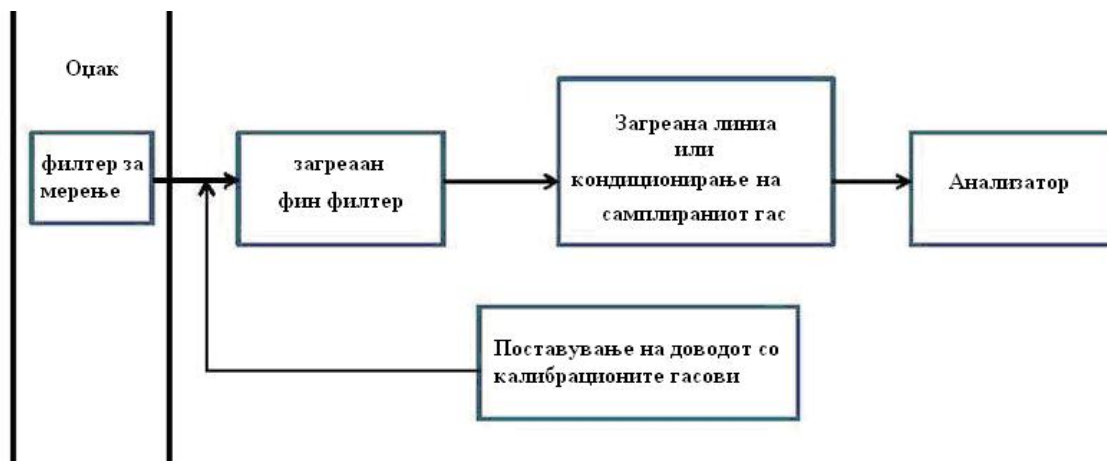
Континуираните мерења, врз основа на земањето примероци, може да се поделат на различни типови во зависност од применетата метода:

- Континуирани мерења со примена на екстрактивни методи;
- Континуирани мерења со примена на метод „на лице место“;
- Континуирани мерења со примена на далечински сензори.

Овој текст се фокусира на екстрактивните методи и на гаранцијата на квалитет.

#### 5.1.1 Линија на земање примероци

Поедноставен приказ на екстрактивната линија за земање примероци.



Слика 13. Екстрактивната линија за земање на примероци

Честопати отпадниот гас е жежок и влажен и може да содржи многу честички. Со цел да се спречи кондензацијата на влага на цевките за земање примероци, при земањето примероци пред единицата за ладење мора да се користат загреани цевки и загреани држачи на филтри.

Цевката за земање на примероци и филтерот мора да се изработени од инертен материјал. Најчесто користени материјали за изработка на цевките за земање примероци се PTFE (тефлон) и полиетилен (PE).

#### Забелешка!

Користењето на силициум мора да се избегнува заради неговите “не-инертни” својства (на пример, може лесно да апсорбира органски соединенија).

Вообичаено калибрациониот гас се внесува на почетокот на цевката, за да ја следи истата рута во анализаторите како и реалниот примерок гас. Тогаш ефектот на цевката за земање на примероци е сличен на калибрацискиот гас и на гасниот примерок.

При конструкција на екстрактивната цевка за земање примероци, мора да бидат земени во предвид следните фактори:

- Сонда: соодветна должина и материјал;
- Филтри: соодветни материјали, кои не предизвикаат губење на притисокот;
- Цевка за земање примероци: соодветен материјал, должина, дијаметар;
- Соодветни конекции и вентили;
- Мерачи на притисок: соодветна прецизност на отчитување;
- Калибрациски гасови: соодветна прецизност, време на стабилност;
- Пумпи: соодветен тип, капацитет;
- Техники на кондиционирање (сушење) на гасот.

#### **Забелешка!**

*Мора да се нотира дека сите ладни точки мора да се елиминираат низ целата цевка за земање на примероци со цел да се избегне кондензација и губење на компонентите!*

#### **5.1.2 Техники на кондиционирање**

Постојат неколку конфигурации за кондиционирање на гасниот примерок и тоа:

1. Метод на кондензација;
2. Пермеациска сушара;
3. Сонди за разредување;
4. Загреана цевка и загреан анализатор.

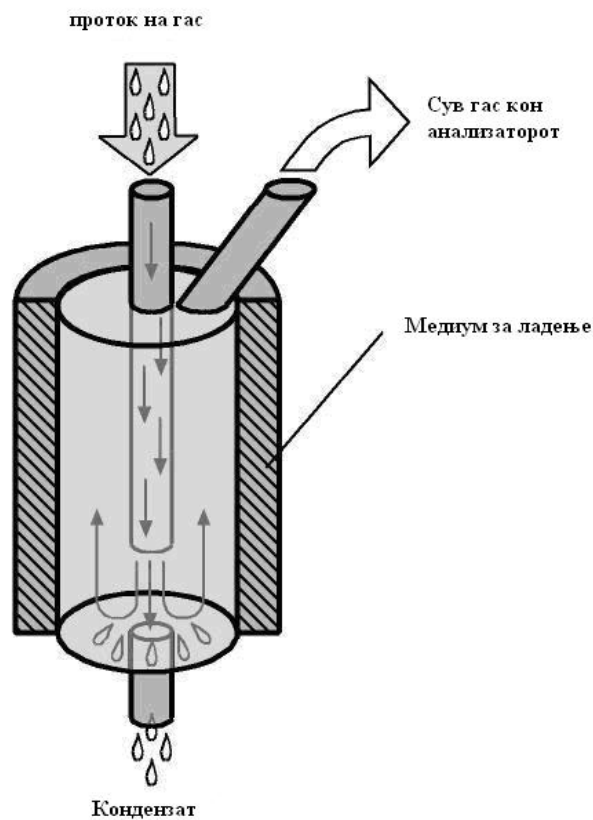
#### **1. Кондензациски методи**

Овие методи се лесни за користење, а воедно постојат и повеќе различни методи од овој тип достапни на пазарот. Сепак, мора да се осигурате да не ги изгубите проучуваните компоненти во кондензатот. На пример, SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> лесно се апсорбираат во вода, но не и NO. Затоа, осигурајте се дека го избирате вистинскиот метод за кондензација согласно вашата цел!

#### **Забелешка!**

*Во многу стандарди се бара(на пример во МКС EN14972) температурата на гасниот примерокна излезот од единицата за ладење треба да се евидентира и мора да биде < 4°C; тогаш гасот може да се смета за сув!*

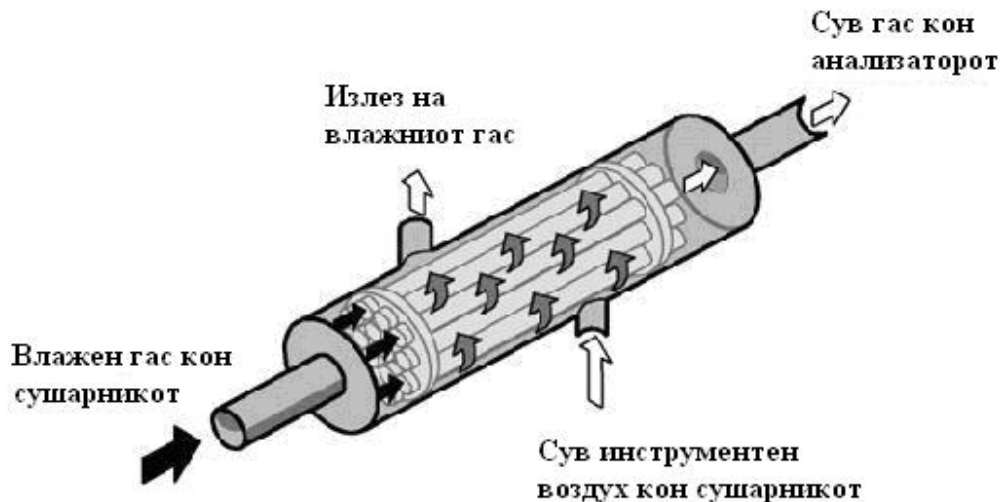
Максималната температура на точката на роса од 4 °C нема да биде надмината кај излезот на ладилникот на примерокот.



**Слика 14.** Млазен кондензатор (извор Фински прирачник за мерење на емисии)

## 2. Пермеациска сушара

При користење на овој метод нема потреба од единица за кондензација. Од друга страна, постои ризик пермеациската сушара да биде лесно блокирана доколку гасниот примерок содржи многу честички или кондензирачки компоненти. Оттаму, гасниот примерок мора да се филтрира пред да се донесе во пермеациската сушара. Температурата на гасот во пермеациската сушара мора да биде над точката на роса на водата. Гасниот примерок во пермеациската сушара се суши кога е сеуште во гасна состојба, за да се избегнат губитоци од компонентите кои се растворливи во вода (т.е.  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$ ) во примерокот.



Слика15. Пермеациска сушара (извор Фински прирачник за мерење на емисии)

### 3. Сонди за разредување

Кога се користат сонди за разредување, гасниот примерок се суши со сув разреден гас веднаш откако е земен примерокот, и како последица на тоа, нема потреба од одделно отстранување на кондензатот.

Следните фактори може да влијаат на прецизноста на сондата за разредување:

- Промена во притисокот на отпадниот гас;
- Промена во густината на отпадниот гас;
- Промена во температурата на отпадниот гас;
- Квалитетот на разредениот воздух (колку е чист!).

Разредениот воздух мора да биде доволно чист за да немагрешка при мерењето и во резултатот. За време на мерењата мора да се води грижа сондата за разредување да не се заглави бидејќи тоа ќе го промени соодносот на компонентите во растворот. Критичните отвори кои се користат за контрола на соодносот на компонентите во растворот може да се чистат со миење во ултразвучна бања.



Слика16. Сонда за раствор (извор Фински прирачник за мерење на емисији)

#### 4. Загреана цевка и загреан анализатор

Најпретпочитаниот начин е да се води топлиот и влажен примерок гас директно во анализаторот без негово ладење. Со тоа, се елиминира ризикот од губење на компонентите во кондензатот. За да се избегне кондензацијата, корисникот треба да ја одржува температурата од цевката за земање на примероци до мерната ќелија. Самиот анализатор мора да биде загреан.

Добиените концентрации се изразени при влажни услови и се корегираат за да се изразат при суви услови. Корекцијата се прави земјаќи ја предвид концентрацијата на водена пара измерена во отпадните гасови.

#### Заклучок

*Како резиме, вршителот на мерење мора да го избере системот за кондиционирање кој е соодветен за целта! Во некои случаи, методот за кондензација може да биде совршен, за некои мерења треба да се избере друг систем за ладење за да се избегне губитокоот на гасниот примерок во кондензатот.*

## 5.2 Разни мерни техники за гасните компоненти

### 5.2.1 Најчести техники за мерење на гасните компоненти

Во Табелата подолу, се претставени најчестите мерни методи за мерење на различни гасни компоненти.

**Табела 1.** Мерни методи за мерење на различни компоненти

Компонента	Мерен метод
O <sub>2</sub>	Ќелија на циркониум оксид, парамагнетни методи, електрохемиска ќелија
O <sub>3</sub>	UV, FTIR
H <sub>2</sub>	Детектори за топлинска спроводливост, гасен хроматограф
H <sub>2</sub> O	Мерења на сува/влажна температура, загреани IR, FTIR
N <sub>2</sub>	Електрохемиски ќелии, Хемилуминисценција
CO <sub>2</sub>	IR, FTIR, Детектори за топлинска спроводливост
CO	IR, FTIR, електрохемиска ќелија
SO <sub>2</sub>	IR, FTIR, UV, UV –флуоресценција, електрохемиска ќелија
TRS	Конвертор со UV –флуоресценција, конвертор со FTIR
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Апсорпција на течности, одредување со колориметриски методи
H <sub>2</sub> S	UV, гасен хроматограф, електрохемиска ќелија
NO/NO <sub>2</sub>	Хемилуминисценција, IR, FTIR, UV, електрохемиска ќелија
N <sub>2</sub> O	IR, FTIR
NH <sub>3</sub>	UV, Хемилуминисценција, IR, FTIR
HCN	IR, FTIR
HCl	IR, FTIR
HF	IR, FTIR
Cl <sub>2</sub>	UV апсорпција, Хемилуминисценција
CH <sub>4</sub>	IR, FTIR,
Поединечни органски компоненти	IR, FTIR, гасен хроматограф
Вкупен органски јаглерод (ТОС)	Детектор на пламенска јонизација (FID)



## 5.2.2 Стандардни референтни методи (СРМ) за различни компоненти во ЕУ

Листа на СРМ-методи може да се најде во Прилог I од ова Упатство.

- Кога овие Европски стандарди се користат како СРМ, корисникот треба да покаже дека: Карактеристиките на изведбата се подобри отколку минимум критериумите на изведба дадени за секој метод во соодветниот стандард; и
- Севкупната неодреденост, пресметана со комбинирање на вредностите на стандардните неодредености поврзани со карактеристиките на изведбата дадени во релевантните стандарди, е помала од барањата наведени во стандардот.

Севкупната проширена неодреденост за стандардните референтни методи е дефинирана во следните МКС EN референтните стандарди :

- $\text{NO}_x$ : < 10 % од дневните гранични вредности на емисија (МКС EN 14792);
- $\text{CO}$ : < 6 % од дневните гранични вредности на емисија (МКС EN 15058);
- $\text{SO}_2$ : < 20 % од дневните гранични вредности на емисија (МКС EN 14791);
- $\text{O}_2$ : < 6 % (релативно) од мерната концентрација (МКС EN 14789);
- $\text{H}_2\text{O}$ : < 20 % (релативно) од мерната концентрација (МКС EN 14790).

## 5.3 Фактори кои влијаат на мерната неодреденост

Најмалку следните фактори влијаат на мерната неодреденост на анализаторот:

- Повторливост;
- Линеарност;
- Отстапување (за нулта и "спан");
- Бучава;
- Условите во животната средина;
- Интерференти;
- Калибрација (прецизност на калибрациските гасови).

Експертот кој го користи анализаторот мора да ги знае вкупните ефекти на сите можни фактори кои можат да влијаат на резултатите. Вообичаено, производителот на анализаторот ги дава овие карактеристики на изведбата во прирачникот, но корисникот на анализаторот мора да го познава „однесувањето„ на своите инструменти.

### 5.3.1 Калибрација

Калибрацијата на гасниот анализатор е една од најважните работи во обезбедување на квалитет и веродостојност во мерењата на емисии. Целата на калибрацијата е да се добие информација за можната девијација помеѓу концентрациите и отчитувањето.

- Вообичаено, калибрацијата се извршува пред мерењата преку внесување на одредена концентрација на проучуваниот гас и, исто така, нулта гас кој е вообичаено азот или синтетички воздух во анализаторот. Оваа калибрација

мора да се изврши на самото место, пред и по мерењата. Калибрацијата на анализаторот треба да се смета за нормалната работна процедура. Лабораторијата мора да ги дефинира критериумите за прифатлива девијација помеѓу овие калибрации. Тоа значи дека доколку девијацијата е поголема, тогаш, во најлош случај, мерењата треба да бидат отфрлени. Воедно треба да се земат предвид следните критериуми за примена на калибрациски гасови: Калибрациските гасови треба да бидат складирани на соодветна температура, не премногу ладни, не премногу топли.

- Треба да се почитува времето на стабилност дадено во сертификатот.
- Кога притисокот на калибрацискиот гас во садот ќе падне под критичните граници, може да се појават промени во гасните концентрации. Затоа, треба да се почитуваат и информациите за минималниот притисок.
- Мора да се нотира дека некои компоненти може да реагираат едни со други, на пример не е возможно да имате мешавина на NO и O<sub>2</sub> бидејќи NO ќе реагира со кислородот. Сепак, производителите на гас се експерти за ова.
- Во некои случаи, позадинскиот гас во калибрацискиот гас може да има влијание врз резултатите. На пример, доколку користите UV-флуоресценција за SO<sub>2</sub>-мерења, концентрацијата на кислород во калибрацискиот гас има влијание врз мерните резултати. Затоа, во овој случај, се препорачува концентрацијата на кислород во позадинскиот гас да биде колку што е можно поблиску до нивото на кислород во гасот во оџакоот.

### 5.3.2 Проверка на линеарноста

Линеарноста на гасниот анализатор треба редовно да се проверува, на пример еднаш годишно. Проверката се прави со внесување на различни концентрации на проучуваниот гас во анализаторот (0, 20, 40, 60, 80, 100% од мерниот опсег и сите опсези треба да се проверат).

### 5.3.3 Превземени мерки при изучување на попречувачки гасени компоненти

- Подолу се наведени неколку методи и вообичаените интерферентни компоненти: При мерење на CO со IR-техника => интерферент е CO<sub>2</sub>;
- При мерење на NO<sub>x</sub> со хемилуминисценција => интерференти се H<sub>2</sub>O и CO<sub>2</sub>;
- При мерење на SO<sub>2</sub> со UV-флуоросценција => интерференти се некои органски супстанции и оттаму, UV- флуоросцентните анализатори имаат единица за отстранување на органските супстанции од гасниот примерок

**Забелешка!** Сепак, мора да се нагласи дека овие интерференции не значат дека мерниот метод не може да се користи кога во отпадниот гас постојат попречувачки компоненти!!

Може да го минимизирате ефектот на интерферентите со внесување на мешавина со сличен состав на гас во анализаторот. (Сепак, ова значи дека лабораторијата треба да има систем за мешање на различни смеси...). Испитувањето за тоа дали постојат интерференти мора да се спроведе барем при отпочнувањето со работа на нов анализатор или при промена на нови функционални делови на анализаторот. Испитувањата се спроведуваат преку одделно внесување на компонентите во анализаторот и регистрирање на реакцијата на анализаторот. Збирната реакција на интерферентите се определува според следната равенка:

$$S = \frac{100}{M_r} \sum_{i=1}^n R_i$$

каде

S = претставува збирната реакција на интерферентите

R<sub>i</sub> = реакција на одделните компоненти

M<sub>r</sub> = мерен опсег на анализаторот

n = број на испитани компоненти

Во многу стандарди се наведува дека S мора да биде < ± 4 % од проучуваниот мерен опсег.

### 5.3.4 Испитување на NO<sub>x</sub>-конвертор

При користење на методот со хемилуминисценција треба да се провери ефикасноста на NO<sub>x</sub>-конвертерот. Од голема важност е, особено кога се очекува концентрациите на NO<sub>2</sub> во отпадниот гас да бидат високи, конверторот да работи правилно. Конверторот мора да се испитува на редовен интервал, односно еднаш годишно. Инструкциите за ова испитување може да се пронајдат во прирачникот на анализаторот. Вообичаено барање за ефикасност на конверторот е > 95 %.

### 5.3.5 Состојба во животната средина

Корисниците на анализаторите мора да ги почитуваат препорачаните работни температури дадени во прирачниците. Вообичаено, работните температури се + 5 °C - +35 °C, а релативната влажност на воздухот е 5-95 %. Лицето кое мери мора да ги земе во предвид условите на местото (температура, влажност, притисок на воздухот) и да ги внесе на пример во дневникот. Важно е да се напомене дали постојат вибрации, прашина, провев итн. бидејќи тие може да влијаат на резултатите.

## 6. Мерење на гасните компоненти –дисконтинуирани методи

### 6.1 Апсорпциски методи

Апсорпциските методи се методи кај кои гасната загадувачка супстанца во воздухот реагира со течниот реактант при што, во течната фаза, формира стабилен, неиспарлив и лесно забележлив производ. Овој метод често се користи како примарен (референтен) метод. Апсорпциските раствори кои се користат за земање на примероци можат да се поделат во неоргански и органски раствори. Најчести неоргански раствори се неорганска апсорбирачка вода, разни киселини како  $\text{HNO}_3$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) и базите (како на пример  $\text{NaOH}$ ). Како органски апсорбирачки раствори се користат алкохоли како на пример етанол.

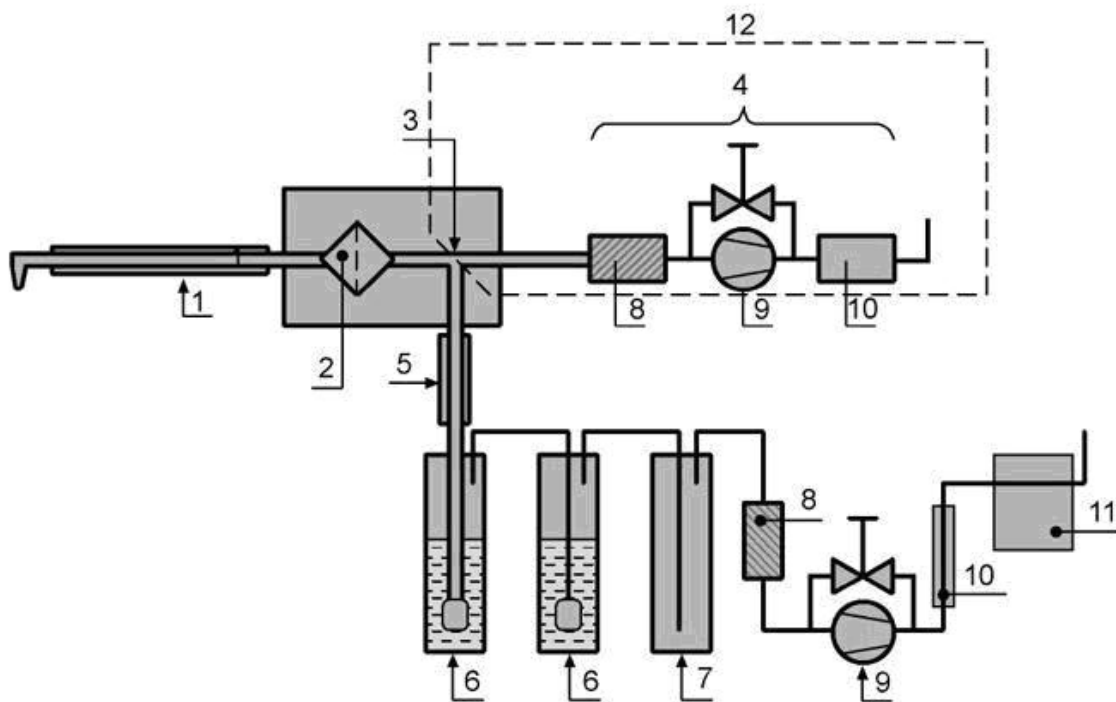
#### 6.1.1 Земање примероци за апсорпциските методи

1. Примена на изокинетичко/не-изокинетичко земање на примероци најчесто изборот зависи од отпадниот гас. Доколку има присуство на капки или доколку компонентата е „прикачена“ на честички, тогаш земањето на примероци мора да се изврши со изокинетичко земање на примероци. На пример, компонентите на неорганскиот флуорин и тешките метали може да се комбинираат со честичките присутни во отпадниот гас и затоа честичките треба да се филтрираат пред апсорпциското земање на примероци и, исто така, да се анализираат. Изокинетичкото земање на примероци е потребно во случаите кога влажниот чистач се користи без последователно загревање. Не-изокинетичкото земање на примероци може да се користи доколку компонентите кои треба да се одредат не се прикачени на честичките, примерокот на гас не е заситен и нема присуство на капки.  
За изокинетичкото земање на примероци вообичаено се потребни доста повисоки стапки на волуменски проток од оние кои може да се применат на шишињата за миење кои се користат за собирање на загадувачките супстанции. Затоа, со протокот низ филтерот само дел од гасовите поминуваат низ шишињата за миење, преку секундарната линија, главната линија и секундарната линија која има сопствен систем за мерење на гасовите и направи за вшмукување. Соодносот меѓу стапките на проток на главната и секундарната линија треба да бидат константни. Принципите за ова земање на примероците е дадена на Слика 17.
2. Избор на точка за земање на примероци преку репрезентативно земање на примероци
3. Подготовка пред мерењата- испирање на цевките за земање на примероци, гасни испиралици,  
- мерење на брзината,

- испитувања за истекувањата (за време на земањето на примероци со мерење на концентрациите на O<sub>2</sub> при крајот на линијата за земање на примероци и споредување на овие информации со отпадниот гас O<sub>2</sub>)  
- слепа проба; хемискаслепа проба и теренскаслепа проба. Повеќе информации на оваа тема може да се најде во EN 14791: SO<sub>2</sub>- мерен метод. Подолу е даден пример за теренска слепа проба од овој стандард:

### ***Теренска слепа проба***

- За проверка на процедурата за земање на примероци, ќе се спроведе теренско слепа проба барем пред секоја серија мерења или барем еднаш дневно, по целата мерна процедура наведена во МКС-EN 14791- и вклучително процедурата за земање на примероци опишана во поглавјето 7.2.3 до поглавјето 7.3 без чекорот за вшмукување односно, без вклучување и работа со направата за вшмукување.
  - Просечното време за земање на примероци ќе се користи за пресметка на слепата проба изразена во mg/m<sup>3</sup>.
  - Доколку опремата кој била во контакт со мерната супстанца е исчистена и повторно употребена на терен, по сериите мерења, исто така, ќе биде земена теренска слепа проба. Доколку се извршат неколку мерења на истиот индустриски процес или на неколку линии на истиот индустриски процес, тогаш ќе се спроведе само една теренска слепа пробана крајот на сериите.
  - Теренската слепа проба ќе биде помалку од 10 % од граничната вредност на емисија (ГВЕ). Доколку пресметаната вредност од мерењето е помала од теренската слепа проба, резултатот од мерната вредност ќе се наведе како помала или еднаква на теренската слепа проба.
  - Резултатот од теренска слепа проба нема да се одземе од резултатот од мерната вредност. Сепак, неопходно е да се земе во предвид вредноста на теренската слепа проба при пресметката на неодреденоста на измернатата вредност.
4. Услови за земање на примероци:
- треба да се минимизира времето на претстој на гасот
  - сондата, филтерот и цевките за земање на примероци треба да се затоплат;
  - сите делови од цевката за земање на примероци мора да бидат отпорни на корозија и температура;
  - цевката за земање на примероци не треба да ги содржи елементите кои се собираат (што значи дека, на пример, сонди од нерѓосувачки челик не може да се користат во земање на примероци на тешки метали бидејќи ќе има контаминација).



- |  |   |
|--|---|
| 1. Ноздринка и загреана сонда                        | 7. Празна Испиралница (по можност)                        |
| 2. Загреван држач на филтерот                        | 8. Сушилник (по можност)                                  |
| 3. Загреван Т-конектор                               | 9. Пумпа  |
| 4. Главна линија за самплирање на проток             | 10. Мерач на проток                                       |
| 5. Загревана самплирача линија за страничниот проток | 11. Гас Мерач   |
| 6. Испиралница                                       | 12. Потребно е кога земањето на примероци е изо-кинетично |

**Слика17.**Распоред на земањето на примероци за изо/не-изокинетичко земање на примероци

Во Табела 2 се претставени примери на апсорпциски мерни методи за различни компоненти.

**Табела 2.** Примери на апсорпциски мерни методи за различни компоненти

Компонента	Стандард	Абсорбциска течност	Метод за анализа
Амонијак (NH <sub>3</sub> )	SFS-EN 3869	0,1 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub> - specific electrode
Амонијак (NH <sub>3</sub> )	VDI 2461 Blatt 1 ja VDI 2461 Blatt 2	0,05 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Титрација
Жива (Hg)	EN 13211	4 % K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + 20 % HNO <sub>3</sub>	Атомска апсорпциона спектрометрија со ладна пара (CV-AAS)
Етанол и метанол (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH and CH <sub>3</sub> OH)	VDI 2457, Blatt 2	Метилдигликол	Гасна хроматографија (GC)
Гасовити флуорирани соединенија	VDI 2470 Blatt 1	NaOH-течен	Јон селективна електрода
Формалдехид (HCHO)	VDI 3862 Blatt 2	DNPH	Течна хроматографија
Хлороводородна киселина (HCl)	EN 1911	H <sub>2</sub> O	Јонска хроматографија
Редуцирани сулфурни соединенија (TRS)	SFS 5727	Водород пероксид	Титрација
Тешки метали (As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V)	EN 14385	4,5 % HNO <sub>3</sub> +1,7 % H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ICP-AES
Сулфур диоксид (SO <sub>2</sub> )	EN 14791	Водород пероксид	Титрација
Цијановодород (HCN)	SFS-EN 3869	1 M NaOH	Поларографија

SFS = Финска асоцијација за стандарди

VDI= VereinDeutscherIngenieure

EN = Европски стандард изготвен од CEN

### 6.1.2 Методи на анализа

Аналитички методи кои вообичаено се користат се:

- AAS; Атомска апсорпциона спектрометрија
- HPLC; Високо ефикасна течна хроматографија
- GC; Гасна Хроматографија
- ICE; Јонско специфична електрода
- IC; Јонска хроматографија
- методи на титрација
- гравиметриско одредување

- итн.

## 6.2 Адсорпциски методи

Адсорпција е спојување или прилепување на атоми, јони, или молекули од гас, течност или растворени цврсти супстанции на одредена површина. Овој процес создава филм на адсорбат на површината на адсорбенсот.

Постојат неколку материјали кои се користат во апсорпциско земање на примероци. Супстанции кои најчесто се користат се активен јаглен, Тенакс-смола, XAD смола, полиуретан апсорбирачка пена (PUAP).

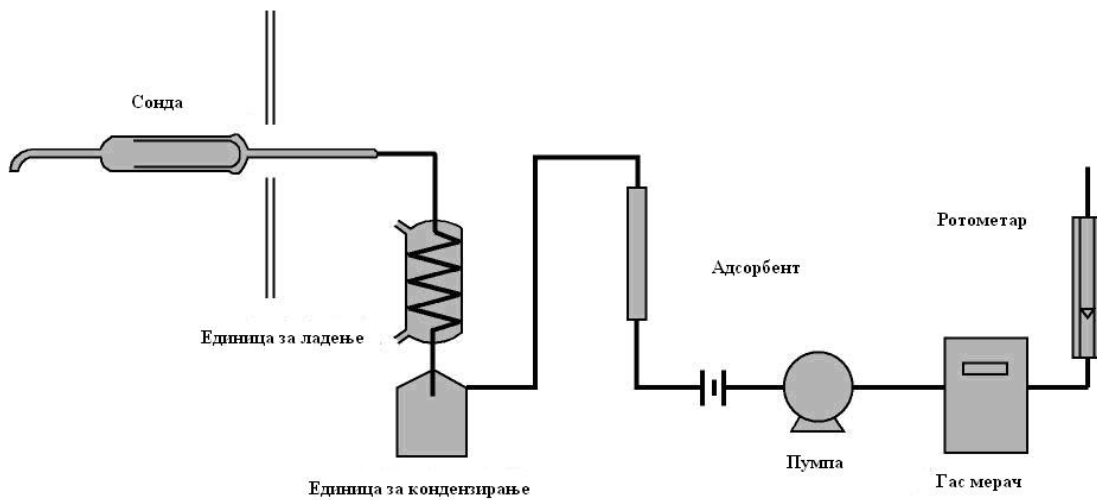
Вообичаено, на пример PCDD/PCDF (диокси и фурани) -компонентите се мерат со адсорпциски техники.

- PCDD / PCDF може да се формираат при согорување на органски материјали (на пример општински согорувачи на отпад);
- Тие, исто така, се појавуваат како непосакувани нуспроизводи при производство или дополнителната преработка на хлорирани органски хемикалии;
- Воопшто тие се присутни во многу мали количини;
- PCDD (полихлорирани дибензодиоксини) се состојат од 75 поединечни супстанции (конгенери);
- PCDF (полихлорирани дибензофурани) се состојат од 135 конгенери;
- Потребно е да се измерат 17 конгенери за да се пресмета вкупниот I-TEQ (Меѓународен токсичен еквивалент).

Европскиот стандард МКС EN 1948: 2006 го утврдува земањето на примероци на PCDDs / PCDFs при емисии од стационарни извори. Стандардот, исто така, е соодветен за одредување на останатите ниско-испарливи супстанции, на пример PCB слични на диоксин. Стандардот содржи три дела кои се неопходни за изведување на мерењата на диоксин.

- Дел 1: Земање примероци од PCDD/PCDF
- Дел 2: Екстракција и чистење на PCDD/PCDF
- Дел 3: Идентификација и квантификација на PCDD/PCDF





Слика18. Принцип на земање на примероци на диоксин и фуран

## 7. Пресметка на емисии

### 7.1 Пресметка на стапка на проток

За пресметка на соодносот на протокот на сувиот гас ( $\text{Nm}^3/\text{s}$ ), при НТП-услови (нормална температура и притисок, 273 K и 101,3 kPa.) се користени следните податоци од мерење:

Пример-1

Состав на гасовите

$$r_{\text{CO}_2} = 0,090 = 9,0 \% (\text{vol})$$

$$r_{\text{O}_2} = 0,0885 = 8,8 \% (\text{vol})$$

$$r_{\text{CO}} = 0,00 = 0,0 \% (\text{vol})$$

$$r_{\text{N}_2} = 0,82 (= 1 - r_{\text{CO}_2} - r_{\text{O}_2} - r_{\text{CO}})$$

-динамичен притисок

(16 мерни точки)  $p_{\text{дин}}$  = 40 Pa, 50 Pa, 60 Pa, 100 Pa, 95 Pa, 80 Pa, 70 Pa, 60 Pa, 60 Pa, 80 Pa, 100 Pa, 115 Pa, 100 Pa, 80 Pa, 70 Pa, 55 Pa

- маса на кондензирана вода  $m_{\text{KB}}$  = 100 g

- волумен на гасот постигнат со ротаметарот за време на мерењето

$$V_{\text{rp}} = 0,375 \text{ m}^3$$

- амбиентен притисок  $p_a = 101,9 \text{ kPa}$
- под притисок  $p_{\text{под}} = -0,3 \text{ kPa}$
- притисокот во оџак  $p_o = p_a - p_{\text{под}} \Rightarrow 101,9 \text{ kPa} - 0,3 \text{ kPa} = 101,6 \text{ kPa}$
- температурата на гасот во гасомерот  $t_{\text{гм}} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$
- температура во оџакот  $T_o = 131 \text{ }^\circ\text{C}$
- површина на мерната рамнина  $A = 2,269 \text{ m}^2$
- густина на водената пареа  $\rho_{\text{вп}} = 0,8038 \text{ kg/m}^3$

Пресметувања приНТП,

### Пресметка:

а) Густина на сувиот гас при стандардни услови.

$$\rho_{\text{срсу}} = r_{\text{CO}_2} \times \frac{M_{\text{CO}_2}}{V_{\text{CO}_2\text{n}}} + r_{\text{O}_2} \times \frac{M_{\text{O}_2}}{V_{\text{O}_2\text{n}}} + r_{\text{N}_2} \times \frac{M_{\text{N}_2}}{V_{\text{N}_2\text{n}}} \quad (1)$$

=>

$$\rho_{\text{срсу}} = 0,090 \frac{44,01 \text{ kg/kmol}}{22,26 \text{ m}^3 / \text{kmol}} + 0,088 \frac{32,00 \text{ kg/kmol}}{22,39 \text{ m}^3 / \text{kmol}} + 0,82 \frac{28,02 \text{ kg/kmol}}{22,40 \text{ m}^3 / \text{kmol}} = 1,332 \text{ kg/m}^3$$

б) Масената релација меѓу водата и сувиот гас

$$x_s = \frac{m_{\text{KB}}}{V_{\text{гп}} \times \rho_{\text{срсу}}} = \frac{m_{\text{KB}}}{V_{\text{гп}} \times \frac{T_{\text{H}}}{T_{\text{a}}} \times \frac{p_{\text{a}}}{p_{\text{H}}} \times \rho_{\text{срсу}}} \quad (2)$$

$$x_s = \frac{0,100 \text{ kg}}{0,375 \text{ m}^3 \times \frac{273 \text{ K}}{(273+0) \text{ K}} \times \frac{101,3 \text{ kPa}}{101,3 \text{ kPa}} \times 1,332 \text{ kg/m}^3} = 0,200 \text{ kg/kg}$$

=>

**Забелешка!** Во горната пресметка е претпоставено дека земените вредности во ротаметарот се изразени веќе како НТП затоа немаме потреба да ја коригираме температурата или притисокот!!!

в) Густина на влажен гас, при НТП

$$\rho_{\text{вгн}} = \rho_{\text{сгсу}} \frac{1 + x_s}{1 + \frac{x_s \times \rho_{\text{сгсу}}}{\rho_{\text{вп}}}} \quad (3)$$

$$\rho_{\text{вгн}} = 1,332 \text{ kg/m}^3 \frac{1 + 0,200 \text{ kg/kg}}{1 + \frac{0,200 \text{ kg/kg} \times 1,332 \text{ kg/m}^3}{0,8038 \text{ kg/m}^3}} = 1,201 \text{ kg/m}^3$$

=>

г) Густина навлажен гас во оџак

$$\rho_{\text{вго}} = \rho_{\text{вгн}} \times \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{с}}} \times \frac{p_{\text{с}}}{p_{\text{н}}} \quad (4)$$

$$\rho_{\text{вго}} = 1,201 \text{ kg/m}^3 \times \frac{273 \text{ K}}{(273 + 131) \text{ K}} \times \frac{101,6 \text{ kPa}}{101,3 \text{ kPa}} = 0,814 \text{ kg/m}^3$$

=>

**Забелешка!** Густината на влажниот гас е потребна за мерењата со Pitotсонда

Брзината на влажните гасови во оџакот (измерени со L-pitot сонда) се пресметува на следниот начин:

$$v_{\text{вг}(1-i)} = \sqrt{\frac{2 \times p_{\text{дин}(1-i)}}{\rho_{\text{вго}}}} \quad (5)$$

$$\Rightarrow v_{\text{вг}1} = \sqrt{\frac{2 \times 40 \text{ kPa}}{0,814 \text{ kg/m}^3}} = 9,91 \text{ m/s}$$

(брзината во првата точка)

Просечната брзина во оџак се пресметува со примена на следната равенка:

$$\bar{v}_{\text{вг}} = \frac{V_{\text{вг1}} + \dots + V_{\text{вгn}}}{n} = 13,53 \text{ m/s}$$

д) Соодносот на протокот на влажниот гас во оџак се пресметува на следниот начин:

$$\bar{q}_{\text{вг}} = v_{\text{вг}} \times A \quad (6)$$

$$\Rightarrow \bar{q}_{\text{вг}} = 13,53 \text{ m/s} \times 2,269 \text{ m}^2 = 30,70 \text{ m}^3 / \text{s}$$

ј) Соодносот на проток на влажниот гас, при НТП се пресметува со следните равенки:

$$\bar{q}_{\text{вгН}} = \bar{q}_{\text{вг}} \times \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{о}}} \times \frac{p_{\text{о}}}{p_{\text{н}}} \quad (7)$$

$$\Rightarrow \bar{q}_{\text{вгН}} = 30,70 \text{ m}^3 / \text{s} \times \frac{273 \text{ K}}{(273 + 131) \text{ K}} \times \frac{101,6 \text{ kPa}}{101,3 \text{ kPa}} = 20,81 \text{ m}^3 / \text{s}$$

е) Соодносот на протокот на сув гас, при НТП се пресметува според наведеното.

$$\bar{q}_{\text{сгн}} = \bar{q}_{\text{вгН}} \times \frac{1}{1 + \frac{x_{\text{s}} \times \rho_{\text{сгсу}}}{\rho_{\text{вгН}}}} \quad (8)$$

$$\Rightarrow \bar{q}_{\text{сгн}} = 20,81 \text{ m}^3 / \text{s} \times \frac{1}{1 + \frac{0,200 \text{ kg/kg} \times 1,332 \text{ kg/m}^3}{1,201 \text{ kg/m}^3}} = 15,63 \text{ m}^3 / \text{s}$$

## 7.2 Пресметка на концентрацијата и количината на емисија на честички

Концентрација на честичките, при НТП се изразува во  $\text{mg/Nm}^3$ ,

Емисија на честичките се изразува во  $\text{g/h}$

Пример-2

Податоци од мерењето:

- маса на честичките

(вклучувајќи и депозиција)  $m = 5,30 \text{ mg}$

- температура на гас во гас мерачот  $t_{гм} = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$
- податок отчитан на гас мерачот  $V_{гм} = 1,346\text{ m}^3$
- амбиентен притисок  $P_a = 101,9\text{ kPa} (= p_a)$
- времетраење на земањето примерок  $T = 48\text{ min}$
- сооднос на проток на сув гас  $\bar{q}_{сгн} = 15,63\text{ m}^3/\text{s}$

Пресметки приНТП (нотмална температура и притисок), 273 К и 101,3 kPa.

### Пресметка:

ж) Волуменот на земениот сув гас, при НТП се пресметува според равенката:

$$V_{сг} = V_{гм} \times \frac{T_n}{T_{гм}} \times \frac{p_a}{p_n} \quad (9)$$

$$\Rightarrow V_{сг} = 1,346\text{ m}^3 \times \frac{273\text{ K}}{(273 + 27)\text{ K}} \times \frac{101,9\text{ kPa}}{101,3\text{ kPa}} = 1,232\text{ m}^3$$

з) Концентрација на честичките во сувиот гас, при НТП се пресметува на следниот начин

$$c_{сгн} = \frac{m}{V_{сг}} \quad (10)$$

$$\Rightarrow c_{сгн} = \frac{5,3\text{ mg}}{1,232\text{ m}^3} = 4,3\text{ mg/m}^3.$$

с) Емисија на честичките во оџак со примена на равенката 11 изнесува

$$q_o = c_{сгн} \times \bar{q}_{сгн} \quad (11)$$

$$\Rightarrow q_o = 4,3\text{ mg/m}^3 \times 15,63\text{ m}^3/\text{s} = 67,21\text{ mg/s} = 242\text{ g/h}.$$

За одредување на концентрацијата на честичките, во повеќе од еден гасен примерок (и филтрација) за мерната рамнина се применува равенката:

$$\bar{C}_{сгн} = \frac{\sum_{i=1}^k m_i}{\sum_{i=1}^k V_{сгi}} \quad (12)$$

каде

$m_i$  маса на честичките [g] на филтерот  $i$  + депозиција  
 $V_{\text{cri}}$  волумен на сувиот гас земен како примерок, НТП [ $\text{m}^3$ ] при

(изокинетичко земање примероци и времетраењето на земање примероци е исто во секоја мерна точка).

За да се осигураме за точноста на пресметаните емисии се применува равенката

$$Q_{\text{осигурање}} = \frac{A_{\text{пмп}}}{A_{\text{пн}}} \times \frac{m}{T} \quad (13)$$

каде

$q_e$  = емисија на честичките = 242 g/h (нормално пресметани)  
 $A_{\text{пмп}}$  = површина на мерната рамнина = 2,269  $\text{m}^2$   
 $A_{\text{пн}}$  = површина на ноздлата =  $\pi d^2/4 = 3,14 \times 0,00842^2/4 = 0,0000554$   $\text{m}^2$   
 $m$  = примерок од честичките + талог = 3,5 mg = 0,00350 g  
 $T$  = времетраење на земање примероци = 48 min

$$\Rightarrow Q_{\text{осигурање}} = \frac{2,269 \text{ m}^2}{0,0000554 \text{ m}^2} \times \frac{0,00350 \text{ g}}{48 \text{ min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 271,4 \frac{\text{g}}{\text{h}}$$

фактор на корекција при што се зема во предвид изокинетичкиот сооднос изнесува

$$Q_{\text{осигурање, коригиран}} = \frac{Q_{\text{осигурање}}}{k} \quad (14)$$

каде

$k$  = изокинетичкиот сооднос (во овој пример  $k = 1,12$ )

$$\Rightarrow Q_{\text{осигурање, коригиран}} = \frac{271,4 \text{ g}}{1,12 \text{ h}} = 242 \frac{\text{g}}{\text{h}}$$

Резултатот од емисиите е ист со пресметката направена со регуларниот начин на пресметување,

### 7.3 Конверзија на единиците за гасовити компоненти

Густина на гасот се преметува на следниот начин:

$$c_{\text{mg/m}^3} = c_{\text{ppm}} \times \frac{M}{22,4} \quad (15)$$

каде

$c_{\text{mg/m}^3}$  = концентрација изразена во единици  $\text{mg/m}^3$

$c_{\text{ppm}}$  = концентрација изразена во единици ppm

$M$  = моларната маса изразена во единици (g/mol)

Волуменот на идеалните гасови е  $22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$  (при НТП; 101,3 kPa, 0 °C).

#### 7.4 Конверзија на концентрации на загадувачки супстанции во влажни услови во концентрации суви услови и нормализација на референтно ниво на кислород

Претворбата на концентрациите на загадувачките супстанции од влажни во суви услови се врши според равенката :

$$c_{\text{суви}} = \frac{c_{\text{влажни}}}{1 - \frac{c_{\text{H}_2\text{O}}}{100}} \quad (16)$$

каде

$c_{\text{влажни}}$  = концентрации при влажни услови

$c_{\text{H}_2\text{O}}$  = водена пара (волуменски удел %).

додека претворбата од концентрациите измерени во суви услови во концентраци во влажни услови се пресметува со примена на равенката 17:

$$c_{\text{влажни}} = c_{\text{суви}} \times \left(1 - \frac{c_{\text{H}_2\text{O}}}{100}\right) \quad (17)$$

Со која ја изразуваме концентрацијата на специфична гасна компонента од гасната мешавина како на пример концентрацијата на кислород.

$$c_{\text{O}_2 - \text{редукција}} = c_{\text{сув}} \times \frac{20,9 - \text{O}_{2, \text{селектиран}}}{20,9 - \text{O}_{2, \text{измерен}}} \quad (18)$$

## 8. Пресметка на мерната неодреденост

Документот на Националната лабораторија за физика во Финска (National Physical Laboratory- NPL) „Водич за мерна неодреденост за почетници“ дава вовед во темата за мерната неодреденост. Подолу може да најдете текст од овој документ кој на пример ги опишува изворите на неодреденоста, како и типовите на неодреденост.

Многу работи може да влијаат на точноста на мерењето (Bell, Stephanie, 2001, NPL). Грешките во мерењето може да бидат видливи или невидливи. Бидејќи вистинските мерење никогаш не се одвиваат во совршени услови, грешките и неодреденоста може да потекнуваат од:

- **Мерниот инструмент**–грешките во инструментите може да потекнуваат од отстапувања, промени предизвикани од старост, истрошеност или друг вид на отстапување, слаба читливост, шум (за електрични инструменти) и многу други проблеми.
- **Нештото кое се мери**–кое можеби не е стабилно(Замислете да треба да ја измерите големината на коцка мраз во топла соба).
- **Мерниот процес**–самото мерење може да биде тешко за спроведување.Условите под кои се изведува мерниот процес не се во сообразност со барањата на ова упатство
- **“Увезени” неодредености**–при калибрацијата на инструментите постои неодреденост којашто се додава во неодреденоста на направените мерења. (Доколку не правите редовна калибрација неодреденоста е многу полоша.)
- **Вештините на операторот**–некои мерења зависат од вештината и расудувањето на операторот. Едно лице можеби е подобро од друго во деликатни работи при поставување на мерењата или при воочувањето на ситните детали. Користењето на инструменти, како на пример штоперица, зависи од времето на реакција на операторот. (Но големите грешки се нешто друго и не треба да се сметаат за неодредености).
- **Прашања поврзани со земањето примероци**–мерењата кои се спроведуваат треба да бидат репрезентативни за процесот којшто се обидуваме да го оцените. Доколку сакате да ја знаете температурата на работната клупа, не мерете ја со термометар поставен на сидот во близина на клима уредот. Доколку земате примероци за мерење од продукциска линија, не ги земајте секогаш првите десет мерења направени во понеделник наутро.
- **Околината**- температура, воздушниот притисок, влажноста и други услови може да влијаат на мерните инструменти или на нештото кое се мери.

Ефектите кои ја зголемуваат неодреденоста во мерењето може да бидат:

- *случајни* –каде што повторувањето на мерењето дава различен резултат. Доколку е така, колку повеќе мерења ќе спроведете, и потоа извадите среден резултат, толку подобра проценка треба да очекувате, или



- *систематски*- кога на резултатот од секое од повторените мерења влијаат истите фактори (но кои може да не бидете во можност да ги забележите). Во тој случај, не учите ништо дополнително со самото повторување на мерењата. За оценка на неодреденостите заради систематски ефекти потребни се други методи, на пример различни мерења или пресметки

Постојат два пристапи при оценка на неодреденоста: 'Тип А' и 'Тип Б' пресметки. Во повеќето ситуации при мерењата, потребно е проценување на неодреденоста од двата типа.

- Тип А проценувања–проценување на неодреденоста со користење на статистика (вообичаено од повторени отчитувања)
- Тип В проценувања–проценување на неодреденоста од кои било други информации. Тоа може да бидат информации од минато искуство од мерења, од сертификати за калибрирање, спецификации од производителот, од објавени информации и од здрав разум.

Од вебстраницата <http://www.npl.co.uk/environmental-measurement/products-and-services/emissions-measurement-guidance-and-training> на Националната лабораторија за физика - НЛФ (National Physical Laboratory- NPL) може да најдете некои ексел – табели со дадени примери на пресметка на гасните компоненти и честички.

Во Прилог II од ова упатство може да погледнете примери за пресметка на НЛФ, како и примери за пресметка на мерната несигурност за гасен анализатор со примена на МКС EN 14956.

## **9. Доставување на извештаи за мерењата на емисии**

### **9.1 Доставување на извештаи од тимовите за мерење на емисии**

Работниот тим кој го извршил мерењето подготвува извештај за сите активности согласно планот на мерењето. Работниот тим врши примопредавање на извештајот со раководното лице на лабораторијата. Тоа лице го верификува извештајот и го испраќа до инсталацијата и до надлежните органи.

### **9.2 Доставување на извештаи од инсталациите за податоците на емисии**

Правната основа за известувањето на инсталациите во однос на емисиите во воздухот кон МЖСПП е дефинирано во член 45 од Законот за квалитет на амбиентниот воздух (Службен весник на РМ Бр. 67/2004, 92/2007, 35/2010, 47/2011, 59/2012). Во овој член се дефинира фреквенцијата на поднесување на податоци од страна на инсталациите до МЖСПП, како и начинот на кој се добиваат податоци.

Формата и содржината на обрасците за поднесување на податоци за емисиите во амбиентниот воздух од стационарни извори, начинот и роковите за поднесување во согласност со капацитетот на инсталациите, содржината и начинот на водење на дневникот на емисии се пропишани во Правилникот за формата и содржината на обрасците за поднесување на податоци и формата, содржината и начинот на водење на дневникот за емисии во воздухот (Службен весник на РМБр. 79/2011) кој е достапен на следната веб страна [www.moep.gov.mk](http://www.moep.gov.mk).

### 9.3 Меѓународно доставување на извештаи од МЖСПП

Податоците за емисии доставени од инсталациите (претходната глава) се користат и ќе се користат за меѓународното известување на МЖСПП.

Табела 3. Преглед на меѓународно известување

Тип на известување	Правни акти	Институции	Рок	Веб страна на достапни извештаи	Достапни извештаи
CLRTAP известување	Ратификувана CLRTAP конвенција  Ратификуван протоколот Готенбург	CLRTAP	15.02 секоја година за годината-2	<a href="http://cdr.eionet.europa.eu/">http://cdr.eionet.europa.eu/</a>	Од 2003
LCP известување		EU	1 јануарисекоја година	<a href="http://cdr.eionet.europa.eu/">http://cdr.eionet.europa.eu/</a>	
NEC известување		EEA	31 март секоја година	<a href="http://cdr.eionet.europa.eu/">http://cdr.eionet.europa.eu/</a>	

## 10. Стандардизација на мерењата на емисиите

Техничкиот комитет- ТК17-Квалитет на воздух при Институтот за стандардизација се фокусира на методите за карактеризација на квалитетот на воздухот на емисиите, амбиентниот воздух, гасовите во внатрешниот воздух и од површината и таложењето – особено методите за мерење на честичките од загадувачите на воздухот (на пример честички, гасови, миризби, микро организми)–методи за одредување на ефикасноста на системите за прочистување на гасот. Комитетот ТК17

се состои од 7 члена (од релевантни институции ИЈЗ и УХМРи поголемите индустрии) под водство на МЖСПП. Должноста на овој комитет е да ги преведе насловите на стандардите и гиусвои стандардите за квалитет на воздух и емисии во воздухот со методот на индосирање. Во однос на различните типови на стандарди во земјите членки на ЕУ, задолжително се користат EN-стандарди доколку тие се достапни. Во случаите кога не постојат EN-стандарди, се дозволува користење на ISO стандарди доколку тие постојат. За земјите кои не се кандидати се користат обата стандарди за мерење на емисии. Се дозволува и користење на национални стандарди. Сепак, мора да се осигура соодветен научен квалитет на податоците кога се користат поинакви методи од EN-методите. Листата на усвоени МКС EN стандарди на емисија и МКС ISO стандарди на емисија од ТК17 на кои се повикуваме во ова упатство се дадени во Прилогот на Правилникот , и останати стандарди и Технички спецификации (TS)- и Технички референци (TR)кои се наведени во Прилогот I на ова упатство I од истото. Ажурираната листа на стандарди како и информации како истите можат да се набават, корисниците можат да ги најдат на следната веб страна на Институтит за стандардизација на Република Македонија [www.isrm.gov.mk](http://www.isrm.gov.mk).

#### **Упатување**

Водич за почетници во неодреденоста при мерењата, Сефани Бел, Центар за основна, термичка и метрологија на должини, Национална лабораторија за физика, НПЛ, Водич за добри практики во мерењето Бр.11 (издание 2), 41 стр., 2001  
Фински прирачник за мерење на емисии, 2004, 57 стр. + додатоци  
<http://www.isy.fi/osa1.pdf>

#### **11. Влегување во сила**

Ова Упатство влегува во сила со денот на неговото донесување, а ќе се објави на WEB страната на Министерство за животна средина и просторно планирање.

**Бр. 07-1213/5**  
**10 Мај 2013 година**  
**Скопје**

**Министер за животна**  
**средина и просторно планирање**  
**Abdilaqim Ademi с.р.**

## **ПРИЛОГ I: МКС EN и ISO стандарди за емисија**

**МКС EN 14884:2005-12** Квалитет на воздух Стационарни извори на емисии – Одредување на вкупно количество на жива: автоматизирани мерни системи;

**МКСЕН 15267-1:2009-03** Квалитет на воздух– Сертификација на автоматски мерни системи – Дел 1: Општи принципи;

**МКСЕН 15267-2:2009-03** Квалитет на воздух– Сертификација на автоматски мерни системи – Дел 2: Првична проценка на системот за управување со квалитетот на производителите на АМС и пост сертификационо надгледување на процесот за производството;

**МКСЕН 15267-3:2007-12** Квалитет на воздух– Сертификација на автоматизирани мерни системи - Дел 3: Критериуми за изведба и постапки за испитување на автоматизирани мерни системи за следење на емисии од стационарни извори

**МКСЕН 15445:2008-01** Фугитивни и дифузни емисии кои се однесуваат на индустриските сектори - Определување на фугитивни извори на прашина реверзно дисперзионо моделирање;

**МКСЕН 15446:2008-01** Фугитивни и дифузни емисии кои се однесуваат за индустриските сектори - Мерење на фугитивна емисија на пареи создадени од истекувања од опрема и цевки;

**МКСЕН ISO 9169:2006-07** Квалитет на воздух- Вреднување на соодветноста на мерната процедура со споредба на одредена мерна несигурност (ISO 9169:2006).

### ***Технички спецификации***

**CEN/TS 15675:2007-10** Квалитет на воздух - Мерење на емисии од стационарни извори - Примена на EN ISO/IEC 17025:2005 при периодични мерења;

**CEN/TR 15983:2010-01** Емисии од стационарни извори – Упатство за примена на EN 14181:2004;

**CEN/TS 15674:2007-10** Квалитет на воздух - Мерење на емисии од стационарни извори - Упатства за обработка на стандардизирани методи;

**CEN/TS 14793:2005-03** Стационарни извори на емисија - Интралабораториска процедура за валидација за алтернативна метода споредено со референтна метода;

**CEN/TS 1948-4:2007-07** Стационарни извори на емисии – Одредување масена концентрација на PCDDs/PCDFs и диоксин – како PCBs – Дел 4: Земање примероци и анализа на диоксин – како PCBs.

## ПРИЛОГ II: Табеларни пресметки на неодреденост согласно наведените стандарди

Согласно барањата наведени во стандардот **МКС EN 13284**

Пресметка на неодреденоста EN 13284 Одредување на ниска концентрација на прашина-, Мануелна гравиметриска метода					Корисниците на овие табеларни пресметки треба																																				
Мерна равенка	$10 \text{ mg.m}^{-3}$	перентен кислород	$11\%$	по волумен	Мерна равенка																																				
Измерена концентрација	$9.74 \text{ mg.m}^{-3}$				$c = \frac{m}{V} f_c$																																				
Измерени количини	Симбол	Вредност	Стандардна неодреденост	Единици	Неодреденост изразена во п Неодреденост п; Барања на стандардната девијација																																				
Семплиран волумен	$V_m$	0.5	$uV_m$	0.001 $\text{m}^3$	0.20	$\leq 2\%$																																			
Температура на земенит	$T_m$	299	$uT_m$	2 $\text{K}$	0.67	$\leq 1\%$																																			
Притисок на земенит	$p_m$	101.3	$up_m$	1 $\text{kPa}$	0.99	$\leq 1\%$																																			
Влажност на земенит	$H_m$	0	$uH_m$	1 $\%$ по волумен	1.00	$\leq 1\%$																																			
Содржина на кислород	$O_{2,m}$	12	$uO_{2,m}$	0.1 $\%$ по волумен	0.83	$\leq 5\%$																																			
Маса на честичките	$m$	4	$um$	0.1 $\text{mg}$	2.50	2.43 $\leq 5\%$ од граничната вредност																																			
Забелешка - Влажнота, температурата и притисокот на земенит примерок од гасот се вредности кај мерачот на гасот																																									
Истекување	L	2		%	2.00	$\leq 2\%$																																			
Несобрана маса (Филтер во одакот - без плакнење)	UCM	0		mg	0	$\leq 10\%$																																			
Интермедијарни пресметки																																									
Фактор за условите на	$f_s$	0.91																																							
Компоненти на неодре	Симбол	коэффициент на чувствителност		u (во единици на fs)																																					
	$p_m$	0.009		0.009																																					
	$H_m$	0.009		0.009																																					
	$T_m$	0.003		0.006		$f_s = \frac{(100 - H_m) 273}{100 T_m 101.3} \rho_m$																																			
	$uf_s$			0.014		1.56																																			
Коригиран волумен	V	0.46	$uV$	0.007 $\text{m}^3$	$V = V_m f_s$	1.57																																			
Фактор за корекција на	$f_c$	1.11																																							
Компоненти на неодре	Симбол	коэффициент на чувствителност		u		$f_c = \frac{21 - O_{2,ref}}{21 - O_{2,m}}$																																			
	$O_{2,m}$	0.12		0.012																																					
Фактор за корекција на	$uf_c$	1.11		0.012		1.11																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Параметар</th> <th>Неодредено Вредност</th> <th>Units</th> <th>коэффициент на Неодреденост во резултат</th> <th>Неодреденост изразена во %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Волумен (стандардни усл) V</td> <td>0.46 <math>\text{m}^3</math></td> <td></td> <td>21.33</td> <td>0.15 <math>\text{mg.m}^{-3}</math></td> </tr> <tr> <td>Маса m</td> <td>4.00 mg</td> <td></td> <td>2.43</td> <td>0.24 <math>\text{mg.m}^{-3}</math></td> </tr> <tr> <td>Фактор за корекција на <math>O_2</math> <math>f_c</math></td> <td>1.11</td> <td></td> <td>8.76</td> <td>0.11 <math>\text{mg.m}^{-3}</math></td> </tr> <tr> <td>истекување L</td> <td>0.11 <math>\text{mg.m}^{-3}</math></td> <td></td> <td>1.00</td> <td>0.11 <math>\text{mg.m}^{-3}</math></td> </tr> <tr> <td>Несобрана маса UCM</td> <td>0.00 mg</td> <td></td> <td>2.43</td> <td>0.00 <math>\text{mg.m}^{-3}</math></td> </tr> <tr> <td><b>Комбинирана неодреденост</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><b>0.33 <math>\text{mg.m}^{-3}</math></b></td> </tr> </tbody> </table>							Параметар	Неодредено Вредност	Units	коэффициент на Неодреденост во резултат	Неодреденост изразена во %	Волумен (стандардни усл) V	0.46 $\text{m}^3$		21.33	0.15 $\text{mg.m}^{-3}$	Маса m	4.00 mg		2.43	0.24 $\text{mg.m}^{-3}$	Фактор за корекција на $O_2$ $f_c$	1.11		8.76	0.11 $\text{mg.m}^{-3}$	истекување L	0.11 $\text{mg.m}^{-3}$		1.00	0.11 $\text{mg.m}^{-3}$	Несобрана маса UCM	0.00 mg		2.43	0.00 $\text{mg.m}^{-3}$	<b>Комбинирана неодреденост</b>				<b>0.33 <math>\text{mg.m}^{-3}</math></b>
Параметар	Неодредено Вредност	Units	коэффициент на Неодреденост во резултат	Неодреденост изразена во %																																					
Волумен (стандардни усл) V	0.46 $\text{m}^3$		21.33	0.15 $\text{mg.m}^{-3}$																																					
Маса m	4.00 mg		2.43	0.24 $\text{mg.m}^{-3}$																																					
Фактор за корекција на $O_2$ $f_c$	1.11		8.76	0.11 $\text{mg.m}^{-3}$																																					
истекување L	0.11 $\text{mg.m}^{-3}$		1.00	0.11 $\text{mg.m}^{-3}$																																					
Несобрана маса UCM	0.00 mg		2.43	0.00 $\text{mg.m}^{-3}$																																					
<b>Комбинирана неодреденост</b>				<b>0.33 <math>\text{mg.m}^{-3}</math></b>																																					
Проширена неодреденоизразена со ниво на доверба од 95%						6.72%																																			
Проширена неодреденоизразена со ниво на доверба од 95%						0.65 $\text{mg.m}^{-3}$																																			
Забелешка:	Внесете вредности во зелените ќелии																																								

Согласно барањата наведени во стандардот **МКС EN 14789**

Пресметка на неодреденоста за гасни мерења на кислород рrEN14789

Корисниците на овие табеларни пресметки треба да ги валидираат согл

v1		нацрт														
Гранична вредност		%vol		Калибрациски гас		12	%vol									
Измерена концентрација	11,00	%vol		Полн обем		100	%vol									
<b>Карактеристики на изведба</b>		<b>Вредност</b>				<b>спецификација</b>										
Врема на одговор		120		секунди		180										
Број на отчитувања во мерењето		60														
Повторливост при нулта ниво		0,15		% по волумен	stdev											
Повторливост при спан ниво		0,8		% по волумен	stdev											
Девиијација од линеарноста		2		% од вредноста	+/-											
Нулно отстапување		0,1		% вол при нулто ниво	+/-	<2% од вредноста										
Спан отстапување		0,1		% вол на спан ниво	+/-											
зависност на волуменот или протокот на		0,5		% од fs / 10l/h	+ - 5 l/h	<1% опсег		проток	5	опсег	15	10				
зависност од атмосферскиот притисок		0,2		% од fs/kPa	+ - 2kPa	< 1,5 % опсег		притисок	99,00	макс	100	100				
зависност од амбиентната температура		0,3		% по волумен /10K	+ - 15K	<.3% волумен 10 K		темп	283	макс	308	285				
CO2 (10%)		0,003		% по волумен				CO2 опсег	8	макс	15	0				
NO(300)		0,05		% по волумен				NO опсег	300	макс	400	0				
NO2(30)		0,02		% по волумен				NO2 опсег	5	макс	7,5	0				
Зависност од напонот		0,1		% по волумен/10V	+ - 5%	< 0.1%vol /10 volt		напон	218,5	макс	241,5	240				
губиток во цевката (истекување)		2		% од вредноста												
Неодреденост на калибрацискиот гас		0,5		% од вредноста												
<b>Мерна изведба поврзана со стационарните услови</b>																
<b>Карактеристики на изведбата</b>				<b>Неодреденост</b>		<b>Вредност на количината на неодреденост</b>										
Стандардна девијација на повторливоста при нулно ниво				u <sub>0</sub>		за средно		само користи реп при спан								
Стандардна девијација од повторливоста при спан ниво				u <sub>rs</sub>		за средно		0,10								
отстапување од линеарност				u <sub>rl</sub>				0,13								
Отстапување				u <sub>odr</sub>				0,11								
зависност на волуменот или протокот на притисокот				u <sub>s,pres</sub>				0,14								
зависност од атмосферскиот притисок				u <sub>a,pres</sub>				0,12								
зависност од амбиентната температура				u <sub>temp</sub>				0,38								
CO2 (15%)								0,00								
NO(300)								0,06						користи го најголемиот збир на сите поз		
NO2(30)								0,00								
Зависност од напонот				u <sub>volt</sub>				0,12								
губиток во цевката (истекување)				u <sub>leak</sub>				0,13								
Неодреденост на калибрацискиот гас				u <sub>calib</sub>				0,03								
<b>Мерна неодреденост</b>		<b>Резултат</b>		11,00		%вол										
Комбинирана неодреденост				0,51		%вол										
% од вредност				4,59		%										
Проширена неодредено изразена со ниво на доверба од 95%				9,19		% од вредноста										
Проширена неодредено изразена со ниво на доверба од 95%				1,01		% вол										
Забелешка: Внесете ги вредностите во зелените ќелии Темно сините ќелии укажуваат на информации кои може да се добијат од MCERTS испитувања																

Согласно барањата наведени во стандардот **МКС EN 14792**

Пресметка на неодреденоста за гасни мерења EN 14792 NOx				Корисниците на овие табеларни пресметки треба да ги валидираат сопствените пресметки				
V4		нацрт						
Мерна равенка	100 mg.m <sup>-3</sup> (коригирана) NO2	Гас	NO	<b>Корекција на референтните услови</b>				
Измерена концентрација	15,00 ppm	Полн обем	100 ppm	реф	O2, %	Влага, %	Притисок, КПа	Температура, К
Измерена концентрација	30,75 mg.m <sup>-3</sup> (273К, 101.3кПа) NO2	Кал гас конц	80 ppm	измерено			101,30	273,00
Сооднос NO/NO2	5,00	Конверзија	2,05	Фактори	1,00	1,00	1,00	1,00
		Полн обем	205 mg.m <sup>-3</sup> (NO2)	Фактор на корекција	1,00			
		Кал гас конц	164 mg.m <sup>-3</sup> (NO2)					
<b>Карактеристики на изведбата</b>	<b>Вредност</b>	<b>спецификација</b>	<b>Ефект од отстапувањето</b>					
Време на одговор	60	секунди	180,000	0,33 mg/m3				
Број на отчитувања во мерењето	120			1,07 % вредност				
Повторливост при нулта вредност	0,15	% полн обем	0,200					
Повторливост при спан ниво	0,8	% полн обем	2,000					
Девиијација од линеарноста	0,4	% од вредноста	2,000					
Нулта отстапување	0,01	% полн обем	2,000					
Спан отстапување	1	% полн обем	2,000					
зависност на волуменот или протокот на притисок	0,02	% од полниот обем/кПа	0,033					
зависност од атмосферскиот притисок	0,8	% од вредноста/кПа	0,750					
зависност од амбиентната температура	0,01	% од вредноста/10К	0,300					
NH3 (20 mg/m3)	1,2	mg/m3						
CO2 (15%)	1,2	% по вол						
H2O (30%)	1,2	% по вол	4,000					
зависност од напонот	0,1	% полн обем/10V	2% fs/10V					
конвертер на ефикасност	95	%	95%					
губиток во цевката (истекување)	2	% од вредноста	2% од вредноста					
Неодреденост на калибрацискиот гас	2	% од вредноста						
<b>Измерена изведба поврзана со стандардните услови</b>								
<b>Карактеристики на изведбата</b>	<b>Неодреденост</b>	<b>Вредност на количината на неодреденост</b>						
Стандардна девијација на повторливоста при нулто ниво	U <sub>0</sub>	за среден	користи реп при спан					
Стандардна девијација на повторливоста при спан ниво	U <sub>sp</sub>	за среден		0,07				
Отстапување од линеарност	U <sub>rl</sub>			0,47				
Отстапување	U <sub>dr</sub>			0,19				
зависност на волуменот или протокот на притисок	U <sub>press</sub>			0,00				
зависност од атмосферскиот притисок	U <sub>press</sub>			0,19				
зависност од амбиентната температура	U <sub>temp</sub>			0,00				
NH3 (20 mg/m3)	U <sub>interf</sub>			0,00				
CO2 (15%)				0,02				
H2O (30%)				0,01				
Зависност од напонот	U <sub>dr</sub>			0,03				
Ефикасност на конвертерот	U <sub>conv</sub>			0,04				
губиток во цевката (истекување)	U <sub>leak</sub>			0,36				
Неодреденост на калибрацискиот гас	U <sub>calib</sub>			0,36				
<b>Мерна неодреденост</b>	Резултат	30,75	mg/m <sup>3</sup>					
Комбинирана неодреденост		0,75	mg/m <sup>3</sup>					
Проширена неодреденост	k = 2	1,49	mg/m <sup>3</sup>					
Неодреденост коригирана до стан услови		1,49	mg.m-3 (коригирана)					
Проширена неодреденост	изразено си ниво на доверба од 95%	1,49	% ГВЕ					
Проширена неодреденост	изразено си ниво на доверба од 95%	1,49	mg.m <sup>-3</sup> при ГВЕ					

Согласно барањата наведени во стандардот **МКС ISO 14956**, „Вреднување на соодветноста на мерната процедура со споредба на одредена мерна несигурност“ комбинирана стандардна неодреденост претставува збир на сите поединечни стандардни неодредености:

$$u_c = \sqrt{\sum_p u_p^2}$$

каде  $u_p$  = делумна стандардна неодреденост

На пример

$$u_c = \sqrt{u_{lin}^2 + u_r^2 + u_d^2 + u_t^2 + u_p^2 + u_{hv}^2 + u_k^2 + u_{cal}^2}$$



каде  $u_{lin}$  = стандардната неодреденост на нелинеарноста на анализаторот  
 $u_r$  = стандардната неодреденост на повторливоста  
 итн....

Проширената неодреденост е:

$$U_c = k \cdot u_c$$

каде

$k$  = фактор на покриеност (= 2 (нормална дистрибуција, ниво на доверливост 95 %)  
 $u_c$  = комбинирана стандардна неодреденост

Доколку се познати горните и долните граници на девијацијата на количината на влијанието, стандардната неодреденост може да се пресмета:

каде  $\Delta x_{j,p}$  = максимална позитивна разлика на  $x_j$  помеѓу мерењето и соодветната калибрација

каде  $\Delta x_{j,n}$  = максимална негативна разлика на  $x_j$  помеѓу мерењето и соодветната калибрација.

Се претпоставува дека функцијата за веројатноста на дистрибуцијата е униформна.

Честопати, оваа формула за пресметување се користи за параметри кои може да варираат во текот на мерењата (како на пример температурата, селективноста итн...)

Пример: ефектот на интерференција на NO во мерењата на O<sub>2</sub>:

- флукуација на концентрацијата на NO во земениот примерок гас: 100 – 150 mg/m<sup>3</sup>

- покажано е во лабораторија е дека концентрација на NO од 300 mg/m<sup>3</sup> има ефект од + 0,05 % (abs.) на резултатите на O<sub>2</sub>

=> тука се применува равенката (1):

$$\frac{0,05}{300} \times \sqrt{\frac{150^2 + 150 \times 100 + 100^2}{3}} = 0,021$$

Интерферентните гасови имаат позитивен или негативен ефект врз резултатот. Кога се пресметува неодреденоста, овие параметри го земаат во предвид следново:

- пресметка на сите стандардни неодредености
- збир на сите стандардни неодредености на интерферентите со позитивно влијание
- збир на сите стандардни неодредености на интерферентите со негативно влијание
- задржете го највисокиот збир како репрезентативна вредност за сите интерференти

Доколку екстремите се симетрични околу нулата, стандардната неодреденост може да се претстави како:

$$u(x_j) = \frac{\Delta x_{j,p}}{\sqrt{3}}$$

Карактеристиката на изведбата која не е во можност да направи стандардна неодреденост од над 20% од највисоката стандардна неодреденост од останатите, може да се исклучи од изборот

#### ПРИМЕР НА ПРЕСМЕТКА НА МЕРНАТА НЕОДЕРЕДЕНОСТ СОГЛАСНО МК ISO14956

Мерен опсег за CO: 0 – 100 ppm

Мерна вредност за CO: 70 ppm

Услови на околината во текот на мерењата:  
 - температура (на мерното место) за време на калибрацијата: 25 °C  
 - варијација на температурата за време на мерењата: 5 °C  
 - барометриски притисок за време на калибрацијата: 99 kPa  
 - варијација на барометрискиот притисок за време на мерењата: 0,5 kPa  
 - калибрациски гас и неговата прецизност: 80 ppm CO ± 2 % (rel.)

#### Карактеристики на изведбата

- Не-линеарност	<b>Добиена вредност</b> ± 2% од опсегот
- Зависност од притисокот	± 1% / kPa
- Отстапување	1 % од опсегот / 8h
- Зависност од температурата	± 0,3% / °C
- Стандардно отстапување на повторливоста	0,5 % од отчитувањето
- Неодреденост на калибрацискиот гас	2 % од отчитувањето
- Сушење на примерокот гас	2 % од отчитувањето
- Селективност (попречувачки гасови)	1 % од отчитувањето

#### Карактеристики на изведбата

		$u_p$	$u_p^2$
Нелинеарност	$\frac{2}{100} \times \frac{100}{\sqrt{3}} =$	1,15	1,33
Зависност од притисокот	$\frac{1}{100} \times 0,5 \times \frac{70}{\sqrt{3}} =$	0,20	0,04
Отстапување	$\frac{1}{100} \times \frac{100}{\sqrt{3}} =$	0,58	0,33

Зависност од температурата	$\frac{0,3}{100} \times 5 \times \frac{70}{\sqrt{3}} =$	0,61	0,37
Повторливост	$\frac{0,5}{100} \times \frac{70}{\sqrt{3}} =$	0,20	0,04
Неодреденост на калибрацискиот гас	$\frac{2}{100} \times \frac{70}{2} =$	0,70	0,49
Сушење на примерокот гас	$\frac{2}{100} \times \frac{70}{\sqrt{3}} =$	0,81	0,65
Селективност (интерферентну гасови)	$\frac{1}{100} \times \frac{100}{\sqrt{3}} =$	0,58	0,33
	ЗБИР	3,68 ppm	

Оттаму, комбинираната неодреденост е:

$$u_c = \sqrt{1,15^2 + 0,58^2 + 0,61^2 + 0,70^2 + 0,81^2 + 0,58^2} = 1,87 \text{ ppm}$$

Проширената неодреденост  $U_c = 2 \times u_c = 3,74 \text{ ppm}$

**Забелешка!**Ефектите од зависноста од притисокот и повторливоста не се земени во предвид во пресметките бидејќи нивните неодредености се под 20 % од највисоката стандардна неодреденост.

Кога се пресметува дали анализаторот ги исполнува критериумите зададени за него, релативната проширена неодреденост се пресметува при селектирана концентрација.

На пример, граничната вредност на емисија е  $200 \text{ mg/m}^3 (=c)$  а претходно пресметаната проширена неодреденост беше  $= 3,74 \text{ ppm} \Rightarrow 1,25 \times 3,74 = 4,67 \text{ mg/m}^3$  (фактор на конверзија:  $1 \text{ ppm CO} = 1,25 \text{ mg/m}^3$ )  $\Rightarrow$  Оттаму, релативната проширена неодреденост е:  $= (U_c/c) \times 100 \% = 2,3 \%$