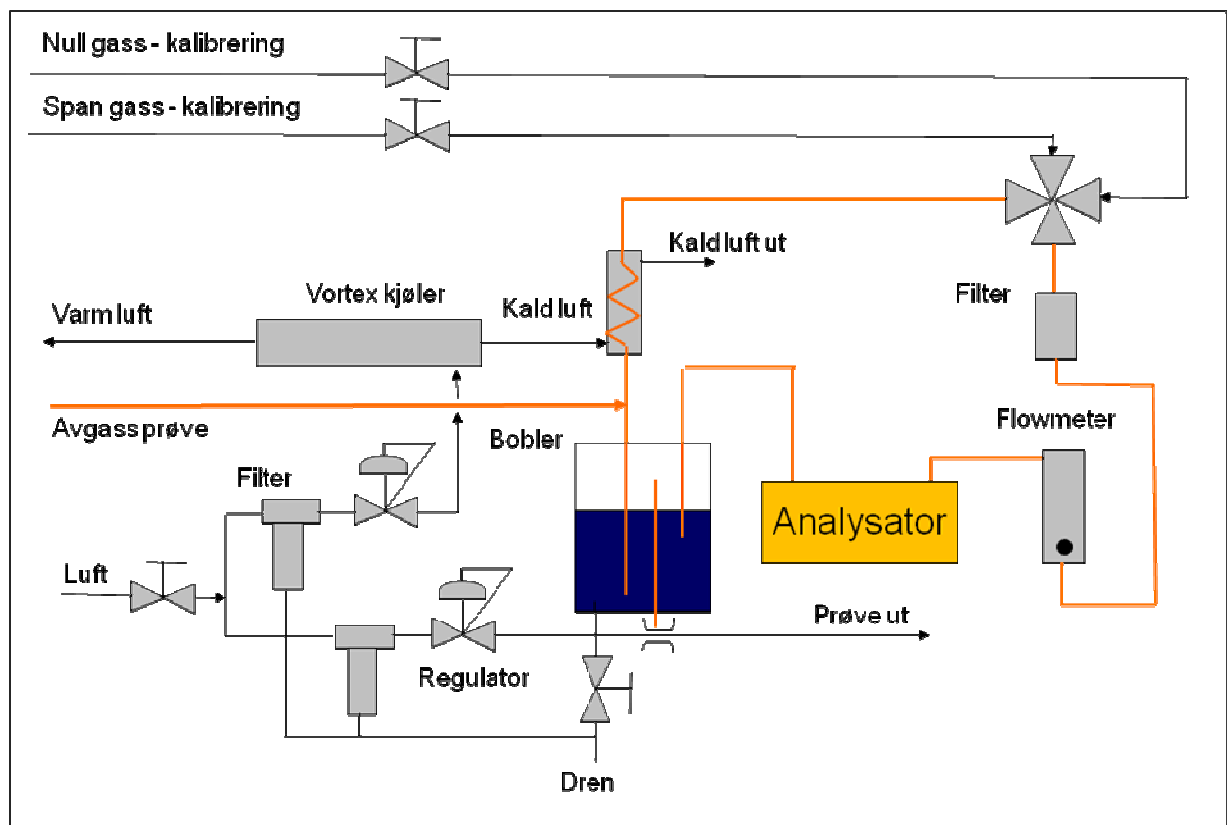


Gass analyse systemer, artikkel 1

v/ Rolf Skatvedt, Trainor Automation AS

Innledning

I denne og 2 påfølgende artikler vil undertegnede prøve å gi personell som entrer arenaen analytisk gass business en introduksjon i grunnleggende prinsipper knyttet til prøvehåndtering og system design, samt konkret se på noen måleutfordringer knyttet til måling av sporstoffer i gass, eksempelvis vann (fuktighet / duggpunkt) og svovel forbindelser (eksempelvis H₂S). Nybegynnere innenfor denne bransjen er svært ofte ikke bevist på at selve gass analysatoren kun er et enkelt element i et større kompleks system bestående av prøvetaking, kondisjonering og transportering. Korrekt konstruksjon, valg av komponenter / materialer og måleprinsipp er vitalt med hensyn på det å oppnå lave vedlikeholdskostnader og feilfri operasjon. I virkeligheten er de fleste problemer knyttet til gass analyse systemer koplet til ufullstendig eller feilaktig prøve håndtering. Se figur 1 som et eksempel på typiske komponenter som inngår i et gass analyse system for måling av avgasser i et forbrenningsanlegg.



Figur 1: Eksempel på et analyse system

Generelt

Hovedmålsetningen til enhver prøvetaker er å skaffe tilveie en representativ prøve av gassen som går i rørleningen eller prosess røret med hensyn på den størrelse som ønskes analysert, eksempelvis CO konsentrasjon i avgassen til et forbrenningsanlegg.

Med mindre prøven er representativ vil feil bli knyttet til analyse resultatet, uavhengig av kvaliteten til selve den analytiske testen / analyse instrumentet.

I rørledninger som transporterer gass med tilnærmet konstant kvalitet og komposisjon vil det kunne være tilstrekkelig å ta manuelle punkt prøver med en gitt frekvens (fast tid mellom hver enkelt prøve, dvs tidsproporsjonal prøvetaking). Dersom komposisjon varierer over tid vil representative prøver for kontinuerlige eller påfølgende laboratorium analyser best ivaretas av automatiske strømnings proporsjonale prøvetakere.

Uavhengig av hvorvidt prøver tas manuelt eller automatisk er det viktig å følge de samme grunnleggende krav til konstruksjon av tilkoplingspunkter, rør og oppsamlings beholdere. I alle tilfeller vil dupliserte prøver være å anbefale, ref mulige feil som kan skje på veien fra prøve punkt til ferdig analyse foreligger.

Installasjon

Plassering av prøvetaker punkt og ekstraksjons probe må velges med omtanke, eksempelvis er det viktig å ikke få over representasjon av væske i prøver som tas i et våtgass system. For å unngå dette bør prøvepunktet monteres vertikalt på toppen av en horisontal, eller tilnærmet horisontal seksjon av rørledningen, godt nedstrøms bend eller usymmetriske rørlednings punkter.

Prøve proben bør være installert slik at prøven hentes i rørets åpne areal, ref at væske ofte vil følge rørveggen eller bunn på røret. På denne måten kan vi hindre at væske over representeres i prøven som trekkes fra rørledningen.

Det er å anbefale at prøve proben har inntaket i et punkt som ligger innenfor 1/3 av rørets senterpunkt i de tilfeller hvor væske er fordelt i gassen, da det er her fluid hastigheten er størst og derav er størst mulighet for at fri væske konverteres til aerosoler (finfordelte væskedråper som er dispergert i luft eller annen gass, og som er så små at de forblir svevende en viss tid) dersom kun små mengder væske er til stede. Passende prøvepunkter er nedstrøms orifice / restriksjonsplater og regulerings ventiler.

Plasser aldri prøvepunktet / proben i et punkt hvor det er liten strømningshastighet og/eller hvor det er sjanse for at gassen ikke er i en homogen blanding.

Røret som forbinder prøve proben med prøve beholder / oppsamler bør være så kort som mulig, og rørets innvendig diameter bør være valgt slik at hastigheten til prøven i røret er høy nok til å hindre kondensering. 6mm rør som er kortere enn 40cm vil normalt hindre kondensering, men dette er ikke alltid gjeldende og en god regel kan være å bruke oppvarmede (heat traced) rør. Husk at gass har liten varmekapasitet og derav raskt mister temperatur dersom det ikke tilføres ekstern varme, og således kan det nærmest aldri tilføres for mye varme.

Rustfrie stål rør er å foretrekke hvis prøven tas fra et høytrykk system eller prøven inneholder korrosive stoffer (noen stoffer som eksempelvis H₂S går ikke spesielt godt sammen ubehandlede rustfrie stålrør og bør i så måte behandles innvendig dersom de skal benyttes i analyse systemer hvor en av oppgavene er å detektere H₂S konsentrasjoner på lave ppm verdier).

Reguleringsventiler og åpne/stenge ventiler i rustfritt stål må være montert i tilknytning til prøve inntak og retur, og også som trykk avlastningsventil på beholder.

Dersom det er spesielt viktig at gass prøven ikke inneholder væske dråper, bør man vurdere å installere en koalisator (coalescer) mellom prøvepunkt og beholder. Koalisatoren eller separatoren bør være konstruert av rustfritt stål og må ha en trykk klasse som ivaretar gjeldende arbeids trykk. Det kan også være nødvendig å installere et sintret filter mellom prøve punkt og beholder for på den måten å hindre fast stoff partikler i å komme inn i prøve beholderen. Husk for øvrig at død volum bør holdes til et minimum i komponenter som inngår i et analyse system, ref at død volum representeres av et 3 til 5 ganger så stort volum dersom vi skal regne tid før gass i dette volumet er skiftet ut med ny gass

Prøve beholdere

En prøve beholder vil typisk være en sylinder med ventiler på hver ende, og med volum kapasitet som gir mulighet til å gjøre de nødvendige analytiske tester. Rust fritt stål er normalt et foretrukket materiale da det har minimal evne til å absorbere tyngre komponenter og er korrosjon bestandig, men snakker vi om hydrogensulfid, vil en kondisjonert aluminiums legering være å foretrekke. Prøve beholdere og tilhørende ventiler må ha en trykk klasse som er større enn det maksimale trykket som kan forventes ved prøvetaking, transport eller lagring.

Beholderne bør regelmessig testes ved et trykk som er minimum 1,5 ganger høyere enn normalt arbeidstrykk, for på den måten å detektere svakheter som eventuelt kan føre til feil.

Ventilene installert i tilknytning til sylindere/holderen bør ha doble tetninger og skal under transport beskyttes gjennom plassering i en passende kasse / boks. Hetter eller ende plugg skal monteres på sylindere tilkoplingspunkter etter innhentet prøve, for på den måten å hindre eller minimalisere lekkasje gjennom ventilene.

Manuell prøvetaking

Den foretrukne metoden for representative hydrokarbon gass prøver er å trekke prøven inn i en vakuum trukket sylinder. Sylinder fyllingen bør gjøres i en operasjon da repeterbare fyllinger eller spyling av gass gjennom sylindere mest sannsynlig vil resultere i at kondensert væske legger seg som belegg på sylinder veggen og derav ødelegger prøve komposisjon.

Alternativt kan man der hvor det er upraktisk å bruke vakuum trukket sylinder bruke sylindere som er vasket, tørket og fylt til atmosfære trykk med en inert gass, eksempelvis argon eller helium. Alle lokale regelverk og standarder må følges under prøvetakingen og videre behandling. Husk å ha nødvendige arbeidstillatelser godkjent før start av arbeid.

Automatisk prøvetaking

Representative prøver fra rørledninger som transporterer gass med varierende komposisjon og strømningsmengder oppnås best gjennom bruk av en strømming /flow proporsjonal prøvetaker teknikk. Dette er en teknikk hvor små prøve mengder tas med en hastighet som er proporsjonal med strømnings mengde i transport rørledningen, og hvor oppsamlet mengde over en gitt periode eller aktivitet tilsvarer det som er nødvendig for gode analytiske analyser i etterkant.

Antall prøver og derav oppsamlet prøve mengde skal ordnes slik at prøve sylindere / beholdere er fylt til et vist nivå etter endt periode / aktivitet. Det anbefales at prøvetaker, inklusiv sylindere / beholdere inspiseres regelmessig for på den måten å sikre korrekt funksjonalitet. Et antall proprietære gass prøvetakere med auto teknikk er tilgjengelig i markedet.

Hovedsakelig vil hvert enkelt system inneholde følgende basis funksjoner;

- En flow proporsjonal kontroll
- En verdi som representerer flowen i rørledningen
- En prøve probe installert i rørledningen
- En innretning som samler inn og plasser prøver i en beholder over tid

Linjen som forbinder prøve proben, prøvetaker enhet og sylindere bør velges så kort som mulig og med minimum antall kopplings / forbindelses punkter.

Automatiske prøvetaker varianter

Automatiske prøvetakere kan deles opp i 2 hoved kategorier; de som krever en "fast sampling loop", hvor en liten prøve mengde styres inn i sylindere til gitte tider og de som henter / "graber" en liten prøve i rørledningen eller "fast loop'en"

Spørsmål som minimum må besvares i tilknytning til et analyse system

Skal det konstrueres eller lages et analysator system må først og fremst måleoppgaven være definert på forhånd. Det er et antall spørsmål som må være besvart i forbindelse med analyse systemer og påfølgende tekst viser angir relevante spørsmål (med forklaring til betydning) i forbindelse med gass analysator system.

I hvilken prosess eller system er gass analysen tenkt gjennomført?

Denne informasjon vil være viktig for en prosjekt ingeniør, som blant annet kan vurdere om det finnes tilsvarende prosjekter fra tidligere tider. Type analyser og antall målepunkter er i mange tilfeller mer eller mindre det samme dersom prosessmediet og krav til måleverdier er de samme. Dersom det er målinger som skal gjøres på eksosgassene fra et forbrenningsanlegg bør også type brensel eller mate størrelser til anlegget beskrives. Informasjon som kommer ut fra dette spørsmålet kan også benyttes i statistiske analyser/presentasjoner, som igjen eksempelvis kan fortelle hvor man bør forbedrende arbeid.

I hvilken gruppe kan vi plassere gassen som skal analyseres?

Har som hensikt å plassere gassen som skal analyseres i typiske applikasjonsløsninger, er gassen eksempelvis eksosgass, fødegass til en turbin, gass som skal selges/kjøpes, etc

Hvilke fødegasser benyttes, ref måling i og etter prosessen som vil variere med hensyn på dette?

Dersom føden til en forbrenningsprosess er kjent kan konstruksjon og også kalibrering av analysator bli basert på kjente komposisjoner

Hva er hensikten med gass analysen?

Svar på dette vil kunne gi informasjon om hvor viktig denne analysen er, og derav et mål for tilgjengelighet, robusthet, nøyaktighet, etc. Svaret bør også avklare om analysen skal brukes i forbindelse med prosess regulering, kvalitetssikring, kjøp/salg, osv, som igjen vil kunne gi svar på om f. eks er behov for redundante løsninger.

Hvilke gass komponenter skal måles og hva er måleområdene?

Analysator valg vil være knyttet til hvilke gasser som skal måles og hvilket måle område som er knyttet til den enkelte gass.

I hvilke konsentrasjoner opptrer gasskomponentene i prøvegassen?

En komplett liste over gass komposisjon, min, normal og maks verdier er en forutsetning for å kunne gjøre riktig konstruksjonsvalg i forbindelse med prøvepunkt, prøvebehandlingssystem, analysator system og kalibreringsoppsett.

I forbindelse med en varmeledningsbasert analysator er det ikke tilstrekkelig med å vite min, normal og maks verdier uten noen andre relasjoner til den målbare komponent. Konsentrasjon til de andre gassene som er en del av den totale gassen hvor det skal gjøres måling på en gitt komponent må også være kjent ved min, normal og maks tilstand.

Eksempel

Komponenter	Min (vol %)	Normal (vol %)	Maks (vol %)
Gass 1, H ₂ (måleverdi)	10	50	90
Gass 2	30	16,7	3,3
Gass 3	60	33,3	6,7

Ut fra eksemplet er det i dette tilfelle en konstant sammenheng mellom de forskjellige gass komponentene og analysatoren kan kalibreres på en relativ grei måte. Dersom de andre gasskomponentene enn den det skal måles på varierer uavhengige av hverandre vil det ikke være mulig å kalibrere en varmeledningsbasert analysator

Vanddamp og derav vann duggpunkt er en viktig ting i forbindelse med design av analysator systemer, ref at det er med på å bestemme hvorvidt prøvepunkt, transport linje og/eller analysator kabinett må tilføres varme energi. Det må også gjøres en evaluering / vurdering om gassen som det skal måles på er løselig i vann og derav kan gå tapt dersom den passerer en kjøler.

Vann duggpunktet (temperaturen hvor de første ukondenserte vanndråper vises) er trykk avhengig. Variasjon i trykk resulterer enten i kondensering eller redusert duggpunkt temperatur. Dersom vannet kondenseres i en kjøler og dreneres ut vil det resultere i betraktelig volum endring og derav mulighet for feil måleresultat dersom måleren er volum basert.

Aerosoler (finfordelte væskedråper som er dispergert i luft eller annen gass, og som er så små at de forblir svevende en viss tid) vil også kondensere ut dersom temperaturen kommer under deres duggpunktverdi. Syre relaterte gass komponenter som følger med eksosgass vil eksempelvis føre til sterk korrosjonsøkning i systemet dersom de får mulighet til å kondensere ut.

Følgende informasjon kan trekkes ut fra en fullstendig gass komposisjon:

Hvor godt vil valgt analysator kunne fungere i gitt måleoppstilling

Mulig kryssfølsomhet med hensyn på andre ikke målbare gasskomponenter

Er riktige materialer valgt for analysator og prøvebehandling system

Duggpunkt til komponenter som H₂O, hydrokarboner, sure gasser, etc og derav volum feil ved bruker av kjøler mellom prøvepunkt og analysator

Behov for tilførsel av varme energi i prøvepunkt, transport linje, behandling / kondisjonering system sett i forhold til omgivelses temperaturer.

Evaluering av tenn og/eller eksplosjonsfølsomheten til prøve gassen

Reaksjonsevne gass komponentene seg i mellom, f. eks vil $\text{NH}_3 + \text{CO}_2$ gi $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ved temperaturer lavere enn $60\text{ }^\circ\text{C}$. Ammonium karbonat dannes ved temperaturer lavere enn $60\text{ }^\circ\text{C}$ og vil således kunne føre til obstruksjon for gjennomstrømming og tilstopping av selve analysatoren.

Gass konsentrasjon ved prøvetaking punkt er ikke nødvendigvis identisk med gass konsentrasjon som kommer inn til analysatoren grunnet det faktum at behandlingen som gjøres mellom disse 2 punkter forandrer fordelingen. Analysatoren må være tilpasset den gassen som den blir matet med.

Er prøvegassen eksplosiv ved normal komposisjons verdi?

Kan prøvegassen bli eksplosiv dersom den kommer sammen med luft?

Eksplosjonsgrensene til en gass blanding kan ikke kalkuleres eksakt men grovt estimeres i beste fall. Bare prosesseier kjenner eksakt til hvilke grenser som er knyttet til gassprøvens evne til antennelse og derav gi en eksplosjon i kontakt med luft. Det er således viktig å vite hvilken klasse gasen faller inn under og soneinndelingen som gjelder fra prøvepunkt til analysator utslipp.

Hvem gass analysator / måleprinsipp er å foretrekke?

Noen ganger har prosesseier en foretrukket analysator / måleprinsipp basert på opparbeidet erfaring over mange år.

Hva er elevasjon eller installasjonens nivå (m) plassering i forhold til havflaten?

For TCD (Thermal Conductive Detector) baserte analysatorer vil det kunne være egne kalibrerings prosedyrer dersom det opereres over 2000 meter over havflaten. I de tilfeller man benytter kalibrering standarder som er trykk følsomme må det gjøres en trykk korreksjon dersom dette gjøres ved andre trykk en det som fremkommer på sertifikatet til kalibreringsstandard.

Hva er beskrivelsen av prøve punkt?

Dette er informasjon som vil være viktig når man eventuelt skal finne løsninger som i praksis har vist seg å fungere bra. Tilgang til vedlikehold og eventuell utskiftning må beskrives.

Hva er beskrivelsen til prøvetaking utstyr?

Her kan utstyr som eksempelvis prøve probe evalueres med hensyn på hvordan de har fungert under lignende forhold.

Hva er det av korrosive komponenter?

Dersom det er korrosive komponenter i gassen så må det avklares hvilke materialer som resistente med hensyn på disse.

Hva er det av faste stoffer / komponenter (mg/m³)?

Type, granulering og mengde av fast stoff i gassprøven vil være med å bestemme valg av prøvetaking probe / sonde og behandling / kondisjonering system. Som en grunnleggende regel skal fast stoff fjernes fra gassprøven i prøvetaking punktet eller så nært opptil det som mulig for å hindre at gassprøven påvirkes på en uheldig måte i påfølgende system komponenter. Dersom både støv og vann er til stede i gassprøven må prøvefilteret varmes opp til en temperatur over duggpunkt temperaturen for å hindre tilstoppinger.

Hva er operasjonstrykk?

Avhengig av operasjonstrykket vil det kunne være behov for en prøvetaking pumpe eller en trykk reduksjonsenhet. Ingen av delene er nødvendig dersom det kun er et lite konstant overtrykk som er gjeldene. Minimum trykket som er påkrevd vil være avhengig av de summerte strømningsrestriksjonene som finnes i system komponentene og strømningsrate behovet.

Prøvetakingspumpen er normalt plassert i nær tilknytning til stedet hvor analysatoren er plassert, mens en trykk reduksjon alltid skal gjøres så nært prøvetaking punktet som mulig. Dersom dette ikke følges kan man forvente å få lange dødtider selv ved små operasjonstrykk. Det er ellers verdt å merke seg at en trykk reduksjon vil føre til et lavere duggpunkt og også at de fleste gasser kjøles merkbart ned (Joul-Thomson effekten) hvilket gjør det nødvendig å tilføre varme energi til trykkreduksjonsenheten(e).

Hva er operasjonstemperatur?

Material valg og hvilke komponent typer som er egnet for et gitt analysator system vil være nært knyttet til operasjonstemperatur. Ved lave temperaturer vil gjerne prøve prober/sonder av plastikk være greit nok, mens ved høye temperaturer må det benyttes legeringer eller keramikk. I noen tilfeller må proben eller sonden kjøles ned, eksempelvis med vann.

Hva er densiteten i forskjellige tilstander?

Dersom densiteten til en gass avviker betraktelig i forhold til densiteten til luft eller nitrogen vil flow /mengdemålere måtte kalibreres ved hjelp av kalibreringsgass som har den midlere densiteten til gassprøven for å kunne justere strømningsraten på en korrekt måte. Dersom en mengdemåler kalibrert med N₂ viser 60 l/h vil den brukt på H₂ gi en visning lik 156 l/h ved samme strømningsrate, hvilket normalt er langt fra hva som kan aksepteres.

Hva er omgivelses temperatur og relativ fuktighet?

Omgivelses temperatur skal være tilgjengelig ved prøvetakingspunktet og andre steder som omfatter analysator systemet, eksempelvis rundt kjøler, filter, osv, slik at man kan designe det hele slik at man unngår frost og kondensat problemer. Komponentene i analyse systemet må også kunne maksimum relativ fuktighet som kan opptre i løpet av et år. Dersom nødvendig må kritiske komponenter med hensyn på relativ fuktighet plasseres i rom med luft kondisjonering.

Hva er faren for korrosive atmosfære?

Materialer må velges slik at de er passende for de omgivelser som eksisterer. Elektronikk og andre følsomme komponenter kan beskyttes ved at det er plassert i kabinetter / rom med overtrykk og kontinuerlig instrumentluft utskiftning.

Hva er faren for eksplosjon?

Sone inndelingen med hensyn hvor tidmessig det er mulig at en eksplosjon kan inntreffe dersom en antenneskilde kontinuerlig er tilgjengelig må være tilgjengelig for områdene der en kan finne komponenter som inngår i analysator systemet. Hver sone må også være fullstendig beskrevet med hensyn på gass kategori, eksplosjonsgruppe og temperatur klasse slik at passende komponenter kan velges. Denne informasjon bestemmer hva slags analysator versjon som skal velges og også annet elektrisk utstyr. Utstyret må være i overensstemmelse med gjelder regler for installasjon av utstyr i Ex områder. Det er store forskjeller i pris på utstyr som kan monteres i Ex områder kontra utstyr som kun kan installeres ikke Ex områder.

Hva med behov for oppvarming av prøve probe / sonde?

Informasjon som er samlet i foregående spørsmål (gass komposisjon, prosess / omgivelses temperatur og prosess trykk) vil være med å bestemme behovet for oppvarming. Dersom behov for oppvarming må det avklares hva slags varme energi som skal tilføres, elektrisk eller damp.

Hva med behov for oppvarming av transport linjen?

På lik linje med behovet for oppvarming av prøve probe / sonde må det avklares hvorvidt det vil være et behov knyttet til transport etappen.

Hva er nødvendig antall målepunkter?

I tilfelle det er behov for flere målepunkter må det gjøres et valg med hensyn på om en analysator skal brukes for alle målepunktene eller om det skal være like mange analysatorer som antall prøvepunkt.

Dersom første alternativ velges, dvs en analysator som håndterer flere prøvepunkt, må det gjøres valg med hensyn på hvordan prøvene skal trekkes inn til analysatoren. Syklus tid, representativitet, osv ville være viktige betraktning parametere i forbindelse valg av løsning.

Hva er akseptabel lengde på gass transport linjer, etc?

Denne informasjon vil være påkrevd i forbindelse med kalkulasjon av dødtider og eventuelt bruk omløpssløyfer. I forbindelse med at en analysator skal kunne koples opp mot flere forskjellige prøvepunkter er det viktig at hver enkelt linje utstyres med sin egen nåleventil slik at strømningsraten gjennom analysatoren er lik uavhengig av hvilket målepunkt som trekkes inn til analysatoren.

Hva med behovet for valg av målepunkt koplet til analysator?

Dersom det er valgt en løsning hvor en analysator skal brukes opp mot flere prøvepunkter må det også gjøres et valg om punktene skal velges i henhold til et fast oppsatt mønster eller om det skal kunne velges tilfeldig.

Hva med behovet for kalibrering og derav kalibreringskilder?

Gass analysatorer vil normalt måtte kalibreres med jevne mellomrom. Dette kan kjøres med kalibreringsgasser eller kalibreringsceller. Med unntak av helt spesielle tilfeller er det ikke behov for mer enn 2 kalibreringsgasser. En for kalibrering av nullpunktet og en for kalibrering av span. Kalibreringsgassen for span bør velges slik at den er i den øvre tredjedelen av måleområdet.