



KUNNSKAPSGUIDE

Luft- og slamutskilling



Denne kunnskapsguiden gir deg en oversikt over emnet luft- og slamutskilling. Guiden dekker alt som er viktig å tenke på, slik at du kan velge riktig løsning for ditt spesifikke behov. Lær mer nedenfor.

Innhold

1. INNLEDNING

- 1.1 Luft og partikler i system
- 1.2 Hva er løsningen?

2. TEORI

- 2.1 Henrys lov
 - 2.1.1 Henrys lov i hverdagen
 - 2.1.1 Temperatur
 - 2.1.2 Trykk
- 2.2 Hvordan gasser havner i lukkede varme- og kjølesystemer
- 2.3 Risikoer med gassproblemer i varme- og kjølesystemer
 - 2.3.1 Driftsforstyrrelser
 - 2.3.2 Forkortet levetid for systemkomponenter
 - 2.3.3 Redusert energioverføring og økt energiforbruk
- 2.4 Partikler og smuss

3. LOVER OG REGLER

- 3.1 NS-EN 12828
- 3.2 VDI 2035

4. PRAKTISKE EKSEMPEL

- 4.1 Varmesystem
- 4.2 Kuldesystem

5. PRODUKTGUIDE

- 5.1 Separatorer
 - 5.1.1 Luftepotte
 - 5.1.2 Mikrobobleutskillere
 - 5.1.3 Slamutskillere
 - 5.1.4 Luft- og slamutskillere
- 5.2 Avgasser
 - 5.2.1 Vakuumuluftere

6. ORDLISTE

7. KONTAKT

1. Innledning

1.1 Luft og partikler i system

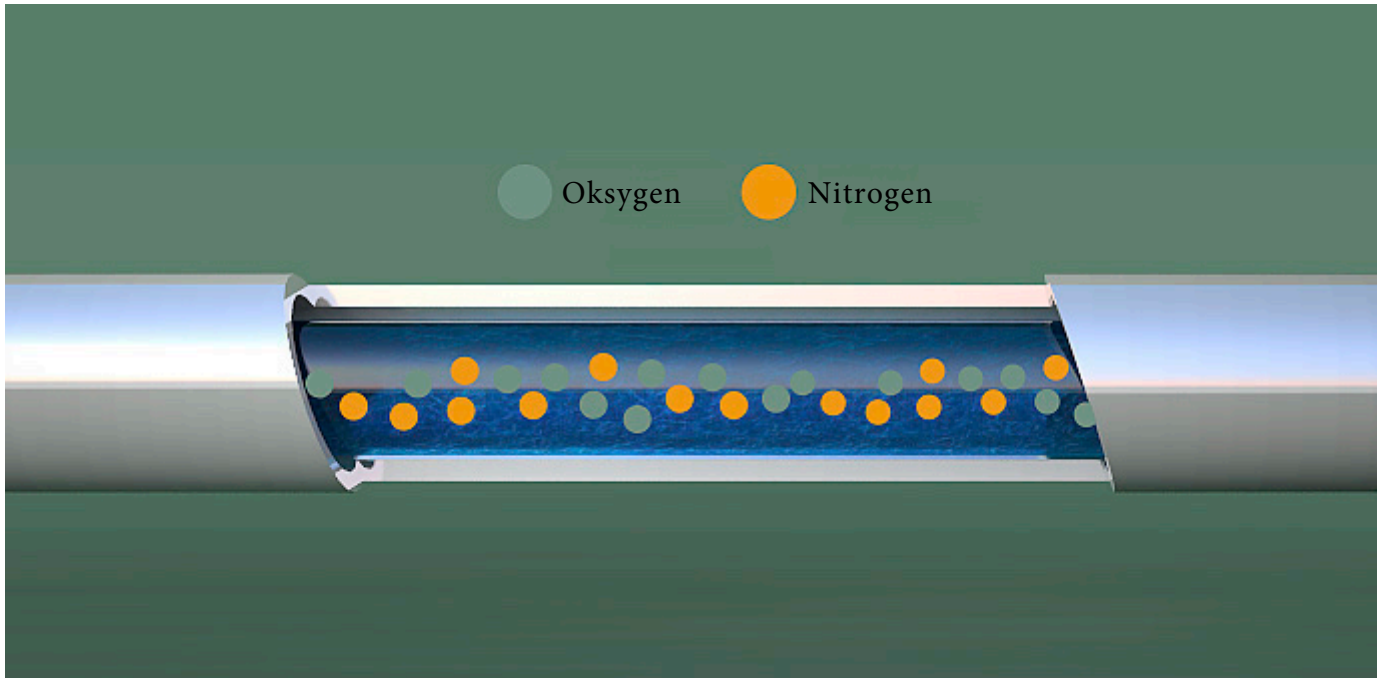
I de fleste varme- og kjølesystemer utføres noen former for driftsoptimalisering. Det vanlige er å se på komponentene i systemet, men man glemmer ofte luft og partikler i energibærende medier. Dette er uheldig, fordi luft og partikler gjør det vanskelig å opprettholde riktig temperatur, forårsaker støy i pumper og rørsystemer, øker risikoen for rust på komponenter og vanskeliggjør oppnåelse av god sirkulasjon.

1.2 Hva er løsningen?

Det finnes flere mekaniske og tekniske løsninger for å separere gasser og partikler fra et system. Mikrobobleutskiller, slamutskiller eller kombinert luft- og slamutskiller fjerner gass i form av mikrobobler fra væsken og fanger opp faste partikler for separasjon. Vakuumpuffer er en dynamisk enhet for vakuumpuffering som kan redusere det totale gassinholdet i væsken til nær null.

2. Teori

Luft består hovedsakelig av oksygen og nitrogen. Disse elementene gjør at oksygen og nitrogen er de gassene som hovedsakelig er løst i vann. I hver vanddråpe finnes det en vis mengde løste gasser. Gassene løses i vannet fra atmosfæren ved vannets overflate gjennom naturens egne fysiske lover. Mengden løste gasser i en væske bestemmes av partialtrykket over væskens overflate og væskens temperatur.



Oksygen i et varme- eller kjølesystem reagerer raskt med tilgjengelige stoffer i systemet. Oksyngass er svært reaktiv. I et nytt varmesystem av stål antas det at det meste av oksygenet har reagert i løpet av de første 12 timene av drift. Dette fører til korrosjon og smuss i systemet. Oksygenkonsentrasjonen pleier å være lavere enn anbefalt verdi, fordi oksygenet i systemet har reagert gjennom korrosjon.

Nitrogen er en inaktiv gass. Dette betyr at den ikke forbrukes i kjemiske reaksjoner på samme måte som oksyngass. I stedet akkumuleres nitrogen i systemvæsken, noe som skaper problemer med gass og sirkulasjon. I en viss grad kan nitrogen løses i væsken. Når nitrogenkonsentrasjonen øker, dannes det frie bobler i væsken. Boblene samler seg i systemet og fører til sirkulasjonsforstyrrelser og avbrudd. De frie boblene kan forsterke erosjonen, fjerne korrosjonshemmende beskyttelseslag, samt øke slitasjen på pumper og ventiler.

Forholdet mellom innhold

■ Oksygen ■ Nitrogen



Problemet med gass i varme- og kjølesystemer er ikke en engangsføremst. Gass tilføres kontinuerlig gjennom påfylling av systemvann. Et væskebåret system er heller ikke helt lukket. For eksempel kommer luft inn gjennom komponenter i systemet.

For å forstå hvorfor problemer oppstår, må man forstå de fysiske egenskapene til væsken. At gasser kan løses i en væske skyldes at væskens molekyler er langt fra hverandre. Dette gjør at det er plass for gassmolekyler mellom dem.

2.1 Henrys lov

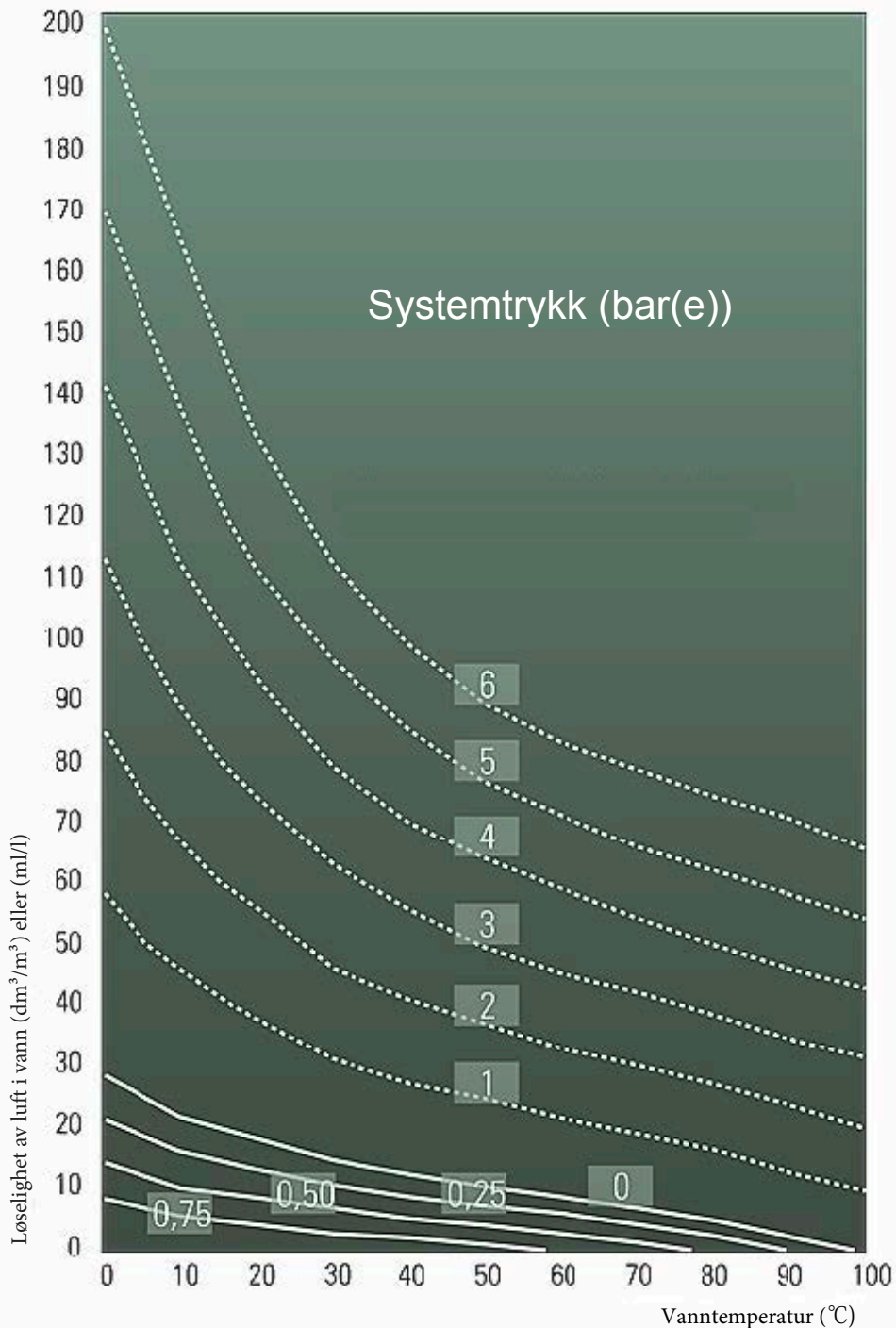
Henrys lov beskriver fenomenet av gasser's løselighet i en væske og lyder:

Mengden gass som kan løses i en væske ved en gitt temperatur er direkte proporsjonal med gassens partialtrykk.

Dette betyr at:

- Hvis partialtrykket øker over en væske av en gass, øker løseligheten av gassen i væsken.
- Hvis partialtrykket synker over en væske av en gass, synker løseligheten av gassen i væsken.
- Løseligheten av en gass i en væske øker hvis temperaturen på væsken synker ved et gitt trykk.
- Løseligheten av en gass i en væske reduseres hvis temperaturen på væsken øker ved et angitt trykk.

Diagrammet viser hvordan løseligheten endrer seg avhengig av temperatur og trykk.



2.1.1: Henrys lov i hverdagen

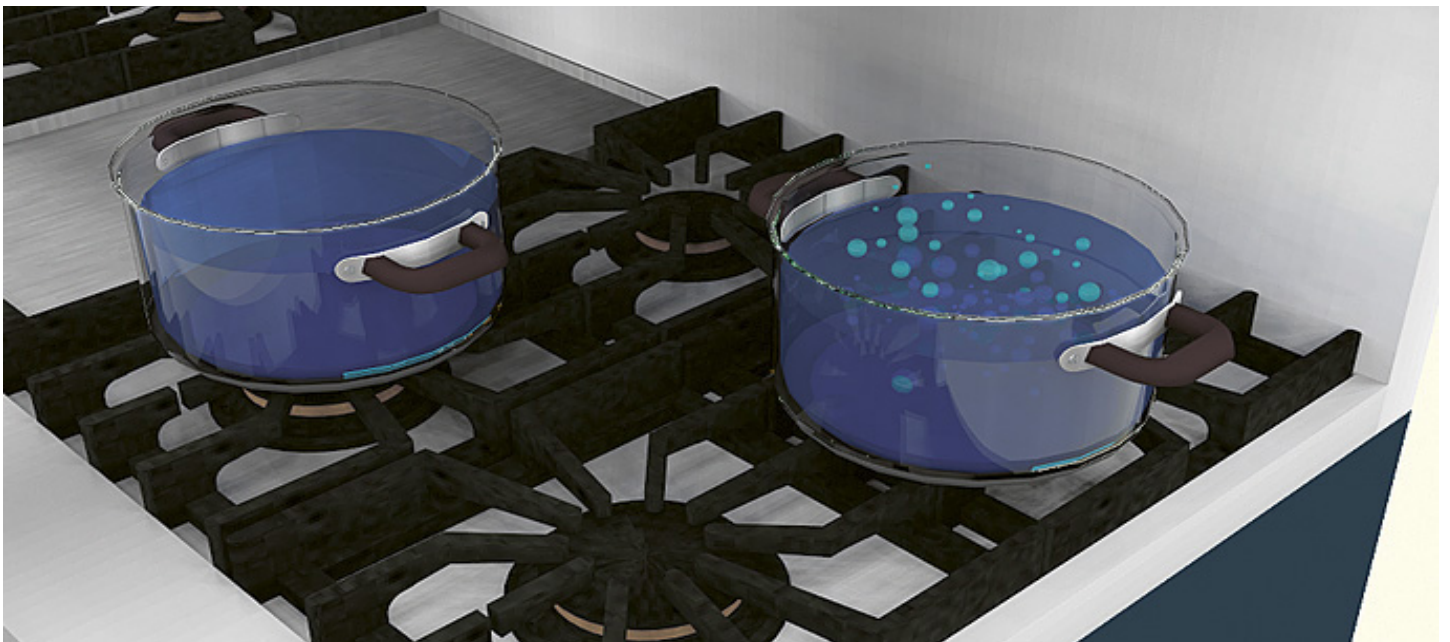
Gass og luft kan forekomme i tre tilstander i varme- og kjølesystemer. Den **første** tilstanden er som fri gass. Luftlommer oppstår på høye punkter i systemet, siden systemtrykket og vanntrykket er lavt der. Dette får frie bobler til å stige oppover. Den **andre** tilstanden er som mikrobobler i systemvæsken. Tilstanden oppstår når grensen for gasløselighet er nådd, og væsken har blitt mettet med gass. Den **trede** tilstanden er løst gass, som normalt forekommer i systemvæsken og tilføres systemet gjennom påfylling. Basert på gassens tilstand i væsken velges en passende teknisk løsning for å skille den ut.



Å gjøre noe så vanlig som å koke vann eller å åpne en flaske kullsyreholdig vann viser virkelig at Henrys lov eksisterer. Det er tydelig at trykk og temperatur henger sammen.

Temperatur

Forestille deg at du skal lage deg en kopp te. Du heller kaldt springvann i en kjele for å varme det opp. Det kalde vannet er helt klart og fritt for synlige gassbobler. Når oppvarmingen starter, vil du nesten umiddelbart se gassbobler stige opp fra bunnen av kjelen. Jo høyere temperaturen blir, desto flere blir boblene – for å bli flest rett før vannet begynner å koke.



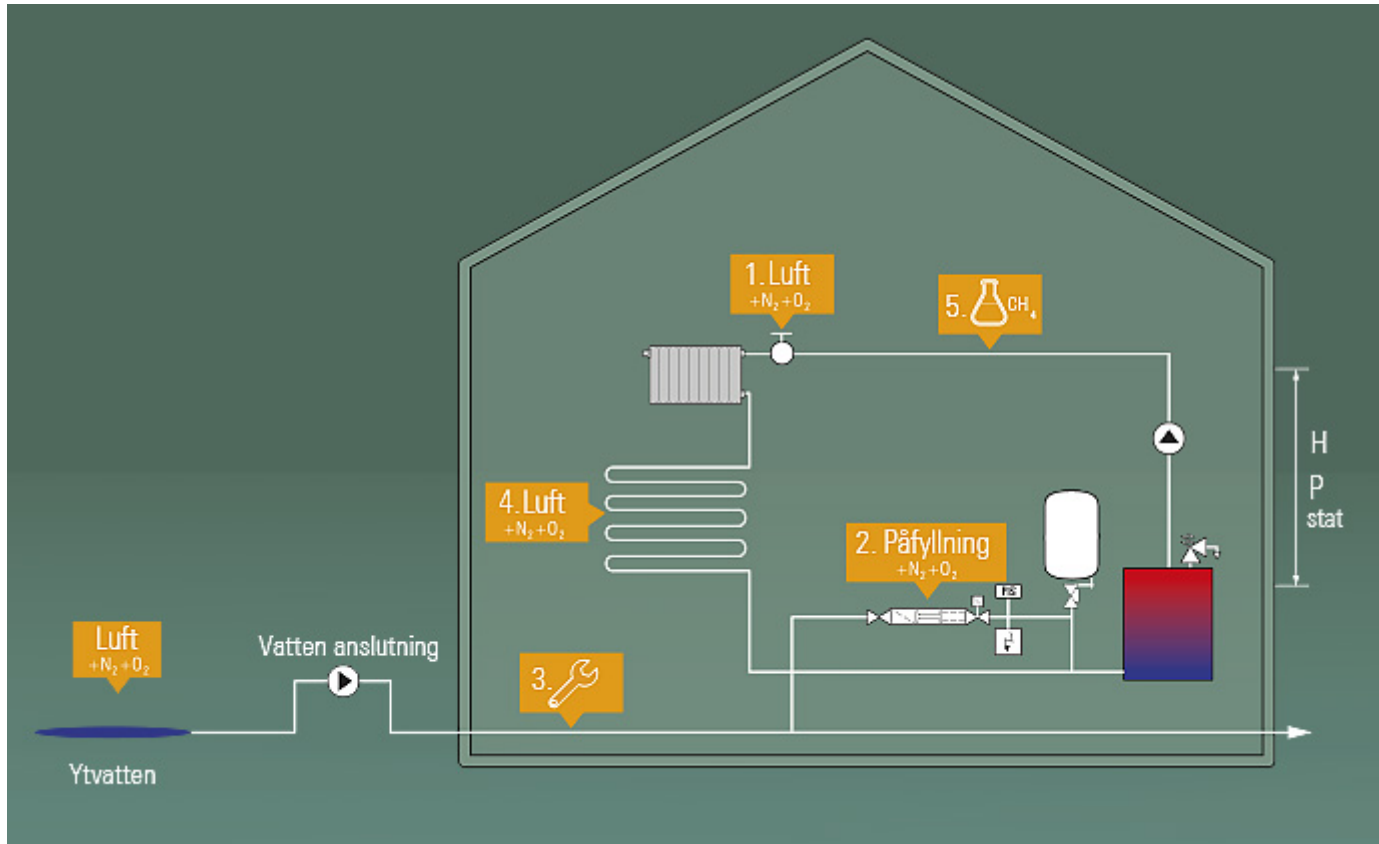
Trykk

Du tar fram en uåpnet flaske med kullsyreholdig mineralvann. Før du åpner den, ser du, som i det forrige eksempelet, at vannet er klart og fritt for synlige bobler. Når du deretter skrur av kapselen, dannes det bobler som uavbrutt vil stige opp til overflaten. I en uåpnet flaske er det et visst overtrykk som holder kullsyren løst i væsken. Når kapselen åpnes, skjer en trykksenkning, og da ønsker væsken å frigjøre en vis mengde fri gass i form av bobler – i dette tilfellet kullsyre.



2.2 Hvordan gasser havner i lukkede varme- og kjølesystemer

Alle velfungerende varme- og kjølesystemer er væsketette, men ikke nødvendigvis lufttette. Gasser kan komme inn i systemet på forskjellige måter, og i de fleste systemer brukes vann som energibærende væske. Her tar vi opp fem typetilfeller:



Den vanligste årsaken til at luft trenger inn i et system er at (1) **vedlikehold og trykkregulering utføres feil**. Utilstrekkelig trykkregulering gir luften mulighet til å trenge inn i systemet. Derfor er det viktig med velfungerende trykkregulering for å sikre at det ikke oppstår undertrykk, kavitasjon, og damp- eller gassdannelse i rørsystemet under alle driftsforhold.

Av ulike grunner oppstår behovet for (2) **påfylling eller etterfylling av et varme- og kjølesystem**. Ofte bruker man springvann. Vannet er mettet med gasser (i henhold til Henrys lov, cirka 11 mg/l oksygen og 18 mg/l nitrogen). På denne måten kommer gasser inn i systemet.

Ved (3) **reparasjon blir luft fanget i anlegget som ikke luftes ordentlig**. Når anlegget har høyere trykk, løses luften opp i systemvannet. Gassinnholdet øker betydelig, og det er vanlig å oppleve driftsforstyrrelser på grunn av gass etter reparasjoner. Det kan være vanskelig å identifisere at problemet skyldes en reparasjon, siden gasser transporteres med systemvann og ender opp på høytliggende steder.

Forskjellen i konsentrasjon mellom gasser i luft og vann driver (4) **diffusjon av gasser gjennom systemets komponenter**. Når oksygen reagerer i systemet, er konsentrasjonen av oksygen nær null i systemvæsken. Dette øker diffusjonskraften mellom luften og systemvæsken.

Komponenter av metall i et varme- og kjølesystem har nesten forsvinnende permeabilitet (gjennomtrengelighet). Derimot har plast, gummi og tetningsmaterialer god gjennomtrengelighet.

I lukkede varme- og kjølesystemer kan gasser dannes gjennom (5) **kjemiske reaksjoner og korrosjon**. Gassdannelse avhenger av følgende faktorer: materialkombinasjon, vannkvalitet, tilsetningsstoffer, trykk og temperatur. Gasser som kan finnes i systemvæsken er hydrogen og metan.

2.3 Risikoer med gassproblemer i varme- og kjølesystemer

Gass i systemvæsken kan føre til følgende konsekvenser:

- Driftsforstyrrelser
- Forkortet levetid for systemkomponenter
- Redusert energioverføring og økt energiforbruk

2.3.1: Driftsforstyrrelser

Uavhengig av hvordan luften kommer inn i systemet, forårsaker den driftsforstyrrelser på en eller annen måte. Vannet som sirkulerer i et varme- eller kjølesystem utsettes konstant for trykkvariasjoner. I den laveste delen er trykket høyest på grunn av det statiske trykket, siden trykket synker jo høyere opp i systemet du kommer. Fri luft samler seg i anleggets høyeste del og forårsaker driftsforstyrrelser.

Eksempler på driftsforstyrrelser som følge av luft i systemet inkluderer støy i pumper og armaturer, tilsmussing og korrosjon (som blokkerer sensitive deler i komponenter), samt nedbrytning av kjølemedier som glykol (som fører til redusert levetid og hyppigere påfylling av mediet).

Kalde radiatører på øverste etasje i en høyblokk, ujevn temperaturfordeling og klukkende lyder er tegn på tilstedeværelse av gasser i systemet.

2.3.2: Forkortet levetid for systemkomponenter

Gass i væsken forsterker erosjonen og fjerner korrosjonshemmende lag fra komponenter. Å fjerne gasser fra systemet reduserer risikoen for korrosjon og slitasje på komponentene.

2.3.3: Redusert energioverføring og økt energiforbruk

Økt konsentrasjon av gass i varme- og kjølesystemet reduserer energioverføringen og øker energikostnadene. Den frie gassen danner et isolerende lag som forverrer varmeoverføringen. Hvis mengden oppløste mikrobobler i systemvæsken reduseres, trenger ikke pumpene å jobbe like hardt.

Ved å øke varmeoverføringen reduseres returtemperaturen på systemvæsken, noe som igjen reduserer primærstrømmen i systemet.

I tillegg til energisparingene er det fordeler med redusert behov for lufting og påfylling av systemet.

2.4 Partikler og smuss

Utover gass i varme- og kjølesystemet har også partikler og smuss en negativ innvirkning på ytelsen og levetiden. Korrosjon forårsaket av gasser, spesielt oksygen, og forurensninger som følge av gamle eller dårlig rengjorte rørledninger, samt kalkavleiringer, kan danne smuss og slam i systemet. Ved å fjerne partikler og smuss fra systemet reduseres risikoen for driftsforstyrrelser.

Oksygen i systemet reagerer innenfor noen få timer og forårsaker korrosjon. På grunn av den korte reaksjonstiden påvirkes ikke energioverføringen. Imidlertid dannes partikler og smuss ved korrosjon som fester seg til indre deler av rør og komponenter og danner en isolerende overflate.

Åpne trykkreguleringssystemer påvirker energioverføringen negativt, siden oksygen kan nå systemet uten betydelige hindringer. Derfor bør man velge lukkede trykkreguleringssystemer eller åpne systemer med bølgebevegelser.

Partikler og smuss oppstår hovedsakelig som et resultat av korrosjon. I tillegg til korrosjonen som oppstår når oksygen reagerer, kan korrosjon også oppstå med aluminiumskomponenter i systemet hvis væskens pH-verdi < 8,5.

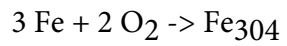
Dette gir følgende effekter:

- Redusert sirkulasjon som følge av avleiringer på komponenter. Tilstopping av ventiler, spesielt vannmålere. Dårligere varmeoverføring fra varmeoverførende flater. Risiko for overoppheting som kan føre til materiellskade.
- Økt slitasje på inngående komponenter som følge av suspenderte partikler. Slike partikler reduserer levetiden til komponenter gjennom abrasjon (mekanisk slitasje) av materialer, spesielt i høystrømsystemer. Styrekomponenter, pumper og bend i rør er spesielt sårbare.

Du unngår partikler og smuss i systemet ved å installere partikkel- og smusseseparatorer og velge et lukket system for trykkregulering.

2023-02-07

Magnetiske smusspartikler, også kalt magnetitt, oppstår når oksygen i systemvæsken reagerer med jern fra jernkomponenter. Magnetitt dannes ved at tre jernatomer reagerer med to oksygenatomer.



Partikkelseparatorer med magnetisk innlegg fjerner de ferromagnetiske smusspartiklene.

3. Lover og regler

For luft- og partikelseparasjon er den europeiske standarden VDI 2035 og den svensk-europeiske standarden NS-EN 12828 gode å kjenne til.

3.1 NS-EN 12828

Norsk standard ”NS-EN 12828 Varmesystem i bygninger – Utforming av vannbaserte varmesystemer” betoner viktigheten av god vannkvalitet i systemet.

I avsnitt 4.3.2.1 nevnes betydningen av god vannkvalitet for sikker og økonomisk drift av systemet. Oksygeninnholdet nevnes som en viktig parameter, og det refereres til VDI 2035.

Standarden ”Varmesystem i bygninger – Utforming av vannbaserte varmesystemer” kan du kjøpe eller laste ned via Norsk Standard Norge

3.2 VDI 2035

Den europeiske standarden påpeker at en økt mengde oppløste gasser i systemvæsken indirekte forverrer energioverføringen fra energioverførende flater og dermed øker energikostnadene. Her presenteres en retningsverdi på 0,1 mg/l konsentrasjon av oksygen i systemvæsken.

De frie gassboblene forsterker korrosjon, skader det indre korrosjonsbeskyttelsen på komponenter og øker slitasjen på pumper og ventiler. VDI 2035 fokuserer på å forhindre komponentskader og minimere risikoen for korrosjon.

Standarden tar opp viktigheten av lufttette varme- og kjølesystemer for å forhindre gass i systemvæsken. Velfungerende og lukkede trykkreguleringssystemer er nødvendige for å unngå problemer med gass.

4. Praktiske eksempel

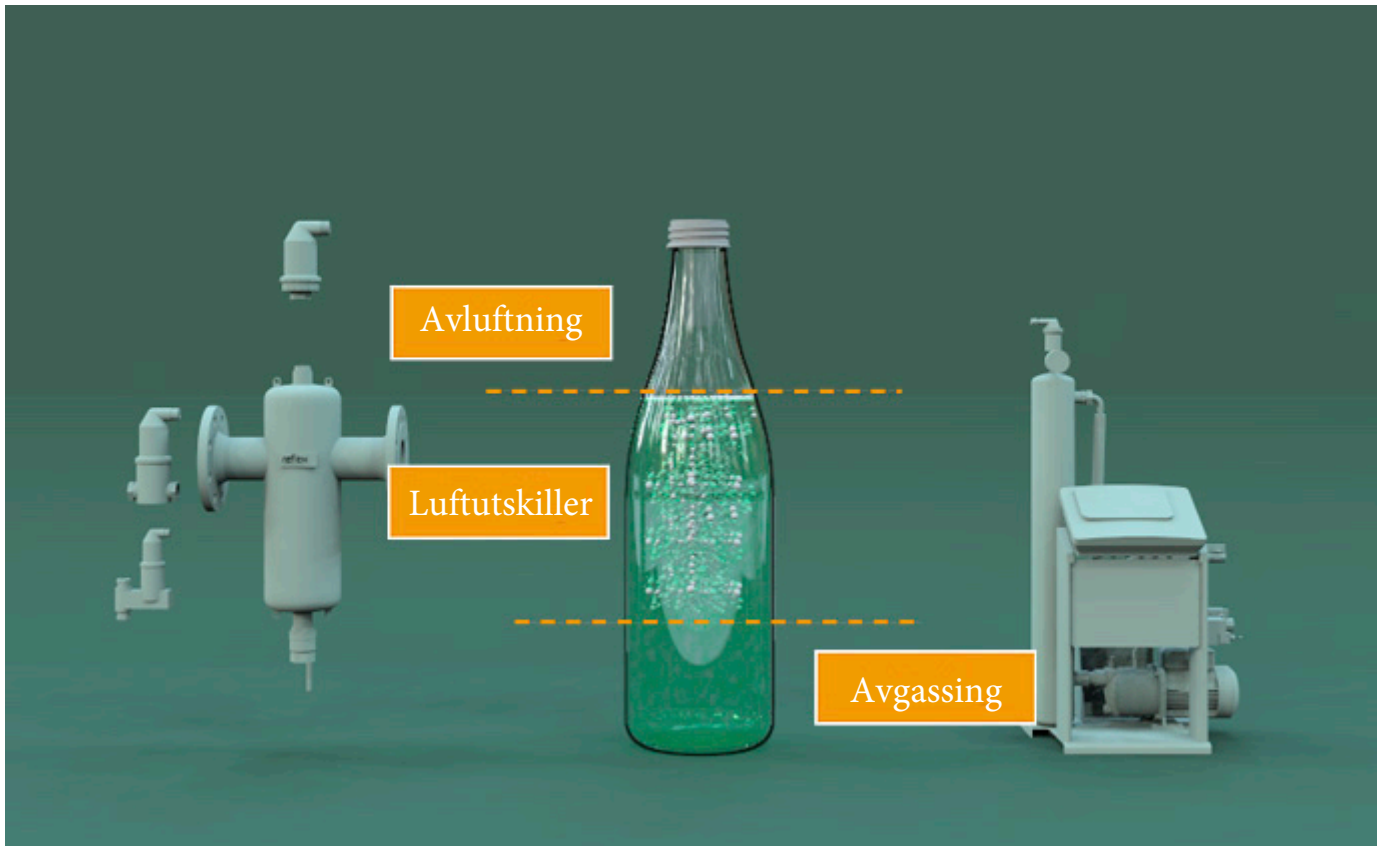
4.1 Varmesystem

Et 14-etasjers høyt bygg opplevde problemer med varmesystemet på grunn av luft i enhetene øverst i bygningen. Manuell lufting av enhetene løste kun problemet midlertidig. For å løse problemet permanent ble en vakuumpufluter, Servitec 60, installert. Etter 40 timer i drift kunne man måle at nitrogenkonsentrasjonen i systemvæsken hadde gått ned fra 45 mg/l til 5 mg/l i væsken. Når luftproblemerkene var løst, stoppet klagerne fra beboerne.

4.2 Kuldesystem

I et kjølesystem oppstod sirkulasjonsforstyrrelser og nedbrytning av glykoltillsetningen. Noen kjølevifter sluttet å fungere, og det ble nødvendig å fylle på med mer glykol stadig oftere. Dette indikerer problemer med gasser i systemet. Feilsøkingen startet med å gjennomgå utførelsen og funksjonen til trykkreguleringsystemet. Det viste seg at sirkulasjonsforstyrrelsene hadde oppstått på grunn av høy nitrogengasskonsentrasjon i væsken, og nedbrytningen av glykolen skyldtes høy oksygenkonsentrasjon. Ved å sikre funksjon og tetthet i trykkreguleringsystemet og bruke Servitec for avgassing, forsvant problemene.

5. Produktguide



5.1 Separatorer

5.1.1: Luftepotte

Den automatiske luftepotten Exvoid T fra Reflex fjerner effektivt luft fra varme- og kjølesystemer. Luftepotten, som er av flottørtype, arbeider kontinuerlig i systemet. Gasser fra systemet samles i en flottør-/luftkammer av generøs størrelse, dette forhindrer at eventuell smuss i væsken når avluftningsventilen. Når væsknivået i kammeret synker, faller flottøren. Ved en bestemt nivå åpner avluftningsventilen, og luften kan passere ut. Når væsknivået stiger igjen, løfter flottøren, og ventilen stenger. Kombinasjonen av en lekkasjefri ventil og stor luftkammer bidrar til å unngå driftsproblemer og ekstreme trykkvariasjoner. Luftepotten kan med fordel monteres på systemets høyeste punkter. Dette gir gode forutsetninger for å håndtere luft i for eksempel rørledninger, samt god avluftningskapasitet og høy lekkasjesikkerhet.

Film: Slik skilles luft og partikler fra systemvæske.

https://www.youtube.com/embed/da_XLNtlj6Y

Denne animasjonen viser hvordan luft og smusspartikler skilles fra systemvæsken.

Luftepotte AT 8060

Automatisk luftepotte med smussbeskyttet mekanisme.



5.1.2: Mikrobobleutskillere

Reflex mikrobobleutskiller Exvoid separerer effektivt frie bobler fra den strømmende væsken i systemet. Når væsken passerer gjennom utskillerens volumøkende hus, senkes strømningshastigheten. Dette gir den frie gassen muligheten til å skilles fra væsken, stige oppover og samles i toppen av huset. En nettkassett i huset øker separasjonsgraden ved å være plassert midt i væskestrømmen, og dermed kan fange opp små bobler, såkalte mikrobobler. En luftepotte leder den samlede gassen ut i det fri.

Mikrobobleutskilleren skal alltid utstyres med en avstengingsventil mot systemet. Dette gjør det mulig å demontere den feilaktige utskilleren og erstatte den ved funksjonsproblemer uten å påvirke resten av systemet. Anbefalingen er å installere utskilleren etter varmekilden, for eksempel en varmeveksler, og rett før sirkulasjonspumpen. For et kjølesystem er anbefalingen å installere utskilleren foran kjølemaskinen.

Mikrobobleutskiller AT 8032

Mikrobobleutskiller i messing med gasseparasjon og smussbeskyttet mekanisme.



Mikrobobleutskiller AT 8030

Mikrobobleutskiller i stål med gasseparator og smussbeskyttet mekanisme.



5.1.3: Slamutskillere

Reflex slamutskiller Exdirt skiller effektivt ut smuss og partikler fra væsken i systemet. Når væsken passerer gjennom utskillerens volumøkende hus, senkes strømningshastigheten. Dette gir smuss og partikler muligheten til å skilles fra væsken, synke nedover og samle seg i bunnen av huset. En nettkassett i huset øker separasjonsgraden ved å være plassert midt i væskestrømmen og dermed fange opp små partikler som sedimenterer. Partikler med en minimal størrelse på 5 µm blir effektivt separert.

Slamakkumuleringskammeret har stor kapasitet, noe som gir lange intervaller mellom spylningene. Sedimentet skylles ut gjennom en kuleventil. Ved å supplere slamutskilleren med en magnetisk innsats kan også magnetitt fjernes fra systemet.

Slamutskiller AT 8042

Slamutskiller i messing, med partikelseparator og alternativt med magnetinnsats.



Slamutskiller AT 8040

Slamutskiller i stål, med partikelseparator og magnetinnsats, AT 8040MI, som valgfritt tillegg.



5.1.4: Luft- og slamutskillere

Reflex luft- og slamutskiller Extwin gir en komplett separasjon av gasser og partikler ved å kombinere funksjoner fra en Exvoid og en Exdirt. Dette gir en kostnadseffektiv installasjon med dobbel effekt.

Luft- og slamutskiller AT 8072

Automatisk luft- og slamutskiller Extwin TW i messing for horisontal og vertikal installasjon. Med gass- og partikelseparator samt smussbeskyttet mekanisme.



Luft- og slamutskiller AT 8070

Automatisk luft- og slamutskiller i stål. Med gass- og partikelseparator samt smussbeskyttet mekanisme.



5.2 Avgasser

5.2.1: Vakuumlufte

Reflex vakuumlufte Servitec beskytter mot gassproblemer i både store og små system. Den avgasser aktivt en væske ved å ta en delstrøm av den strømmende væsken i systemet og avgasser den under vakuum. Væsken returnerer til systemet i nesten gassfri tilstand. Automatisk styrte kuleventiler garanterer en konstant strøm uavhengig av trykkendringer. Standardprodukter klarer å skille ut frie gassbobler og løste gasser i systemvolumer opp til 270 m³.

Servitec er forberedt for automatisk påfylling med lekkasjevarsel. Påfylling skjer med avgasset vann.

Film: Slik fungerer vakuumlufteren Servitec AT8080

<https://www.youtube.com/embed/VikhK93Bpx0>

Dette animasjonen viser hvordan Reflex vakuumlufte AT 8080 Servitec fungerer og hvordan mikrobobler separeres.

Vakuumlufte AT 8080A

Vakuumlufte for systemer med opptil 50 % frostvæskeadditiver. Med pumpe for driftstrykk mellom 0,5 - 9,0 bar. Mulighet for automatisk påfylling. Omtales også ofte som vakuumavgassere.



Vakuumlufte AT 8080-40

Vakuumlufte med pumpe for systemer med opptil 50 % frostvæskeadditiver.



Vakuumlufte AT 8080-10

Vakuumlufte med pumpe for systemer med opptil 50 % frostvæskeadditiver.



6. Ordliste

Luft

Gassblanding som finnes overalt rundt oss i jordens atmosfære.

Oksygen

En fargeløs, luktfri og smakløs gass som er en forutsetning for liv og ved forbrenning.

Nitrogen

Er fargeløs, luktfri og smakløs. Den er ikke brennbar, støtter ikke forbrenning, og opprettholder ikke liv.

Vakuumentlufting

Separasjon av gasser fra væsken ved trykksenkning nær vakuum.

Vakuuum

Er en fysisk betegnelse på et rom som ikke inneholder noen materie.

Magnetitt

Er en gråsvart jernoksid med formelen Fe_3O_4 som dannes ved korrosjon.

Korrosjon

Dannes gjennom en kjemisk reaksjon mellom et materiale (metall) og den omkringliggende miljøet (vann, inneholdende oksygen).

Høyt punkt

Høyt beliggende punkt i systemet der luft samles.

Reaktiv gass

Gass som bidrar til en kjemisk reaksjon.

Inaktiv gass

Gass som ikke bidrar til en kjemisk reaksjon.

Partialtrykk

Det trykket som forårsakes av en enkelt gass i en gassblanding.

7. Vil du vite mer? Kontakt oss!

Ta gjerne kontakt

Ingen spørsmål er for små, ingen utfordringer er for store. Skriv noen linjer eller ring kundeservice.

Telefon: 23 24 55 00

E-post: firmapost@armatec.no

