

TRYCKHÅLLNING OCH VATTENKVALITET

Handbok Luft och smuts

Tackord

Denna handbok skulle inte finnas om det inte vore för våra två kollegors hårda arbete: Karoly Vinkler, alltid i våra hjärtan, som började med grunderna för vår gamla "lufthandbok" och kompletterade med hela kapitlet om smutsavskiljning och Norbert Ramser som ärvde hans arbete, uppdaterade och redigerade det.

[Innehåll]

Luft, gaser och smuts i VVS-system	5
Gaser i vattnet.....	6
Inträngning av luft och gas	8
Henry-diagram	10
Gashalt vid fyllning, drifttagning och drift av systemet.....	12
Smuts och slam i vatten.....	14
Följder, problem och skador	17
Vattenkvalitet enligt VDI 2035.....	20
Avluftning och avskiljning av fria gasbubblor	22
Principer för avskiljning av lösta gaser	27
Atmosfärisk avgasning	29
Vakuumavgasning.....	30
Installation av luftavskiljare.....	34
Montering av vakuumavgasare.....	38
Smutsavskiljning.....	40
Installation i praktiken	52
IMI Pneumatex lösningar	62

Luft, gaser och smuts i VVS-system

Att säkerställa vattenkvaliteten i ett VVS-system genom att avlägsna luft och smuts är ett effektivt sätt att förlänga livslängden hos viktiga systemkomponenter, samtidigt som systemprestandan optimeras. Detta börjar med den första fyllningen av system och det vatten som då används.

Fördelarna med bra vattenkvalitet är:

- lägre energiåtgång
- längre livslängd för systemet
- tyst drift
- minimerar risken för driftavbrott

Förekomst av luft i vattnet måste minimeras, inte bara för att minska korrosionsproblemen, utan även för att luft i vattnet ger sämre värmeöverföring från apparaterna. Förekomst av luftfickor kan även förhindra cirkulationen lokalt. Vad som är än viktigare är att luft ger betydligt högre risk för både kavitation och oljud i rör, styrventiler och andra komponenter.

Fria och lösta gaser har direkt respektive indirekt påverkan vid flödesmätning.

En gas förmåga att lösas i vatten minskar med ökande temperatur och sjunkande tryck. Styr- och injusteringsventiler högre upp i fastigheten blir därför mer utsatta, eftersom de exponeras för lägre statiskt tryck. Den högre vattenhastigheten nära ventilsätena ger ytterligare tryckfall, vilket leder till att vätgas och andra frisläppta gaser återabsorberas. I dessa fall blir det uppmätta flödet felaktigt. Framförallt vid små ventiler blir det uppmätta flödet högre än det faktiska.

Gaser i vattnet

Gas kan orsaka olika problem i värme- och kylvattensystem



- Korrosion
- Avlagringar från korroderade produkter
- Oljud
- Cirkulationsproblem
- Försämrad prestanda

Vad menar vi med gaser och var kommer de ifrån?

Det finns redan gaser i vattnet innan det används för att fylla systemet. Luften kommer in i vattnet i vattenförråden, t ex sjöar och vattendrag, från atmosfären, redan innan vattnet leds in i vattenledningssystemet.

Det är bra och viktigt att veta vad **luft** består av.

Huvudkomponenterna i torr luft:

78,08 %

● **Kvävgas**

0,93 %

Argon

20,95 %

● **Syrgas**

0,04 %

andra: ädelgaser, koldioxid, metan, vätgas, osv

När vi pratar om "luft" menar vi huvudsakligen kvävgas och syrgas, som har en avgörande påverkan på gassammansättningen i det medium som används för överföring av energin.

Genom flera praktiska mätningar vet vi att mängden kvävgas och syrgas vid atmosfärtrycket ligger nära påfyllningsvattnets mättnadsgräns. En liter vatten innehåller 14,8 ml (18,5 mg) kvävgas och

7,8 ml (11,3 mg) syrgas. Luft kan också komma in i systemet genom diffusion, t ex genom vanliga plast- eller gummimaterial eller pga oönskat vakuum (undertryck) som kan uppstå i installationen.

Andra gaser såsom koldioxid (CO₂), metan (CH₄) och vätgas (H₂) uppstår som en följd av elektrokemisk korrosion och biokemiska processer i mediet inne i installationen.

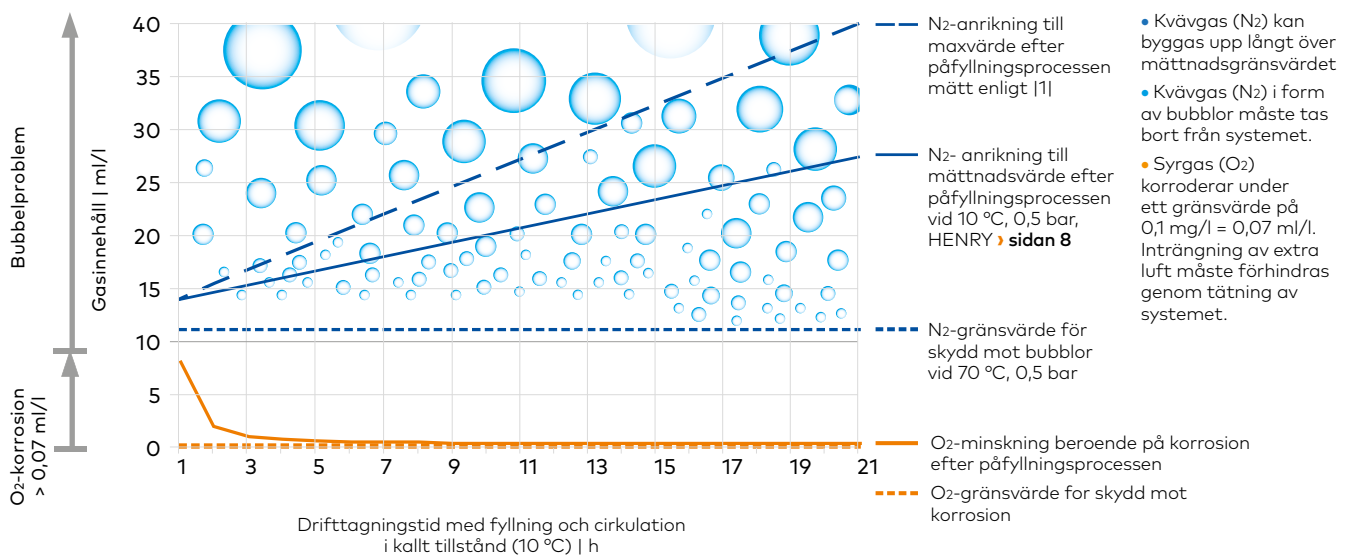
● **Kvävgas** är en stabil gas som ackumuleras som en inertgas efter det att systemet fyllts och under drift. Detta orsakas av att det finns luft kvar sedan systemet fylldes och som löses med ökande tryck. Mängder på upp till 40 ml/l har uppmätts i sådana system. Detta är tre gånger högre än den naturliga koncentrationen och överstiger lösligheten i vatten i uppvärmningsfasen. Följderna

blir fria kvävgasbubblor. Det har visat sig att dessa bubblor är en av huvudorsakerna till de klassiska "luftproblemen" [1].

● **Syrgas** är aktivt i den elektrokemiska korrosionen. I hydroniska system med hög andel stål och järn sjunker syrgasinnehållet från 7,8 ml/l (11,2 mg/l) till 0,07 ml/l (0,1 mg/l) inom några timmar efter det att systemet fyllts. Detta

motsvarar gränsvärdet för korrosion på 0,1 mg/l [2]. Detta är ett tydligt tecken på syrets farliga egenskaper, och hur viktigt det är att slutna hydroniska system undviker att luft och gas tränger in i mediet.

Luftproblemen illustreras i följande mätnadsdiagram. **Kvävgas** ger problem med bubblor (fri gas), samtidigt som den lösta **syrgasen** kan leda till korrosionsproblem.

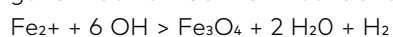


I slutna värmesystem med hetvatten förekommer funktionsfel som ger upphov till störande flödesljud eller bristande uppvärmningskapacitet i de högst placerade radiatorerna och som snabbt åtgärdas genom avluftning av systemet, men återkommer om och om igen. Sådana problem beror på gaser som bildas vid korrosion och mikrobiologiska processer i systemet.

De gaser som produceras här, metan (CH₄) och vätgas (H₂), kan ackumuleras till övermättnad och är, till skillnad från luft, de vanligaste orsakerna till problem och upptäcks allt oftare.

Metan (CH₄) indikerar förekomst av bakterier (t ex biofilm).

Vätgas (H₂) kan bildas i anläggningar med stål, genom den så kallade Schikorrreaktionen:



För att denna reaktion ska uppstå, i en takt som ökar med ökande temperatur, måste det finnas tillräckligt med syrgas för att järnet ska kunna

reagera, men inte så mycket att det bildas magnetit utan vätgasutveckling. Dessutom kan processer som $2 \text{Al} + 2 \text{H}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{H}_2$ (bildande av aluminiumoxid) eller $\text{Al} + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} > \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3/2 \text{H}_2$ (bildande av aluminat) frigöra vätgas. pH-värdet, mjukheten eller avmineraliseringen och stabiliteten hos förekommande aluminiumkomponenter spelar en avgörande roll när det gäller att säkerställa att dessa processer inte uppstår.

Koldioxid (CO₂) kommer in i vattnet när det passerar genom humuslagret. Där plockar vattnet upp den koldioxid som producerats vid nedbrytning av organiska ämnen. Mängden löst koldioxid står i direkt relation till pH-värdet, som minskar när CO₂-koncentrationen ökar och ökar när CO₂-koncentrationen minskar.

CO₂ reagerar med vatten och bildar en reaktionsprodukt, H₂CO₃ (kolsyra), och sänker vattnets pH-värde.

Inträngning av luft och gas

Inträngning, generering och ackumulering av gaser måste begränsas till ett minimum, och gaser som påverkar driften måste avlägsnas. Denna strategi måste beaktas under anläggningens hela livstid, från konstruktion och drifttagning till slutlig demontering.

Ett bra exempel på de olika sätt gaser kan komma in i uppvärmningsvatten är otillräcklig avluftning när systemet fylls första gången.

När ett system fylls ersätts luften, som är lättare, med vatten och stiger uppåt i systemet. Om avluftningen inte görs korrekt kommer luften att samlas i systemets högsta punkter. När luften då kommer under tryck kan den lösas i vattnet igen. Detta leder till övermättnad, eftersom vattnets löslighet, senare, när det värms upp, sjunker, varvid fria bubblor genereras och cirkulerar med flödet. Den luft som frigörs från påfyllningsvattnet förblir "instängd" och bildar t ex luftfickor.

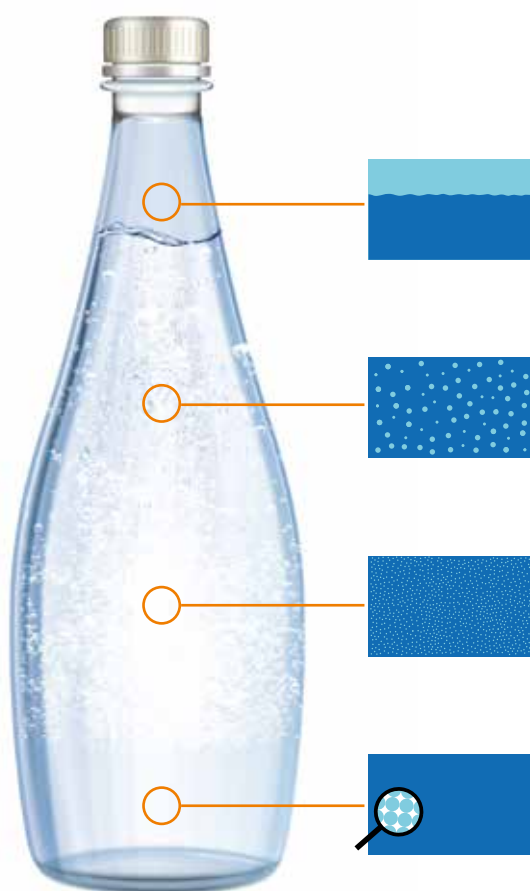
Orsaker till inträngning av luft och generering av gas

- Luftfickor pga felaktig eller otillräcklig avluftning vid första systemfyllning och drifttagning
- Luftfickor pga otillräcklig fyllning och avluftning efter ombyggnad, reparation eller underhåll
- Diffusion av vattenånga genom ej diffusionstäta komponenter, t ex tätningar, plaströr och gummislang samt kontinuerliga mikrovattenläckage från gamla, sköra och därför läckande tätningsmaterial, t ex planpackningar, O-ringar av gummi och packboxar, som har kontakt med vattnet och därför släpper in N₂ och O₂.
- Syrediffusion genom ej diffusionstäta komponenter, t ex i system med panelradiatorer med icke passande plaströr eller i system med ett stort antal elastomerslangar. Det är också stor risk för syrediffusion vid tryckhållning av kompressorer och pumpar där man inte har butylmembran i expansionskärlet. Eftersom diffusionshastigheten ökar exponentiellt med ökande temperatur (grovt räknat dubblas diffusionshastigheten vid en ökning med 10K) är system med tryckhållningspump som utnyttjar expansionskärlet för avgasning av det varma returvattnet till omgivningen särskilt känsliga.
- Inträngning av luft pga permanent eller tillfälligt undertryck i någon del av anläggningen. I ett korrekt konstruerat och installerat tryckhållningssystem tillverkat av högkvalitativa komponenter och material och som sköts på rätt sätt ska undertryck aldrig uppstå i någon del av systemet. Om undertryck uppstår beror detta i de flesta fall på defekt tryckhållning. Detta kan bero på något av följande:
 - Förtrycket p₀ är för lågt eller för högt i statiska expansionskärl

- Alltför högt tryckfall i tillloppstrycket pga diffusion i det statiska expansionskärlet mellan två underhållstillfällen (diffusionen är extremt hög genom EPDM, mycket hög genom NBR, medan butyl är nästan diffusionstävt)
- Lägsta drifttryck (p0) för lågt inställt eller felaktigt starttryck (pa) i kompressorns och pumpens tryckhållningssystem
- För litet expansionskärl
- Otillräckligt dimensionerade tryckhållningspumpar och kompressorer
- Otillräcklig vattenreserv i expansionstanken
- Säkerhetsventiler som öppnar pga fel inställt tryck eller otillräcklig trycksättning som kräver påfyllning av vatten, med inträngning av N₂ och O₂ som konsekvens.
- Inträngning av N₂ och O₂ via vattenpåfyllning: syre leder till korrosion, och kväve är inert, ackumuleras i systemet och kan ge upphov till fria gasbubblor
- Gasbildning vid korrosion och mikrobiologiska processer i systemet kan leda till att metan (CH₄) och vätgas (H₂) ackumuleras till övermättnad. Tillsammans med N₂ är CH₄ och H₂ de vanligaste orsakerna till problem

Förekomst av gaser i vatten

Gaser kan förekomma i vattnet som fria bubblor eller i en molekylärt löst form. HENRYs lag beskriver lösligheten. Gasövermättnad förekommer över Henry-kurvorna (se sidorna 10-11). Här avgår de lösta gaserna ur lösningen i form av bubblor. Om gasen är undermättad så löses alla gaser.

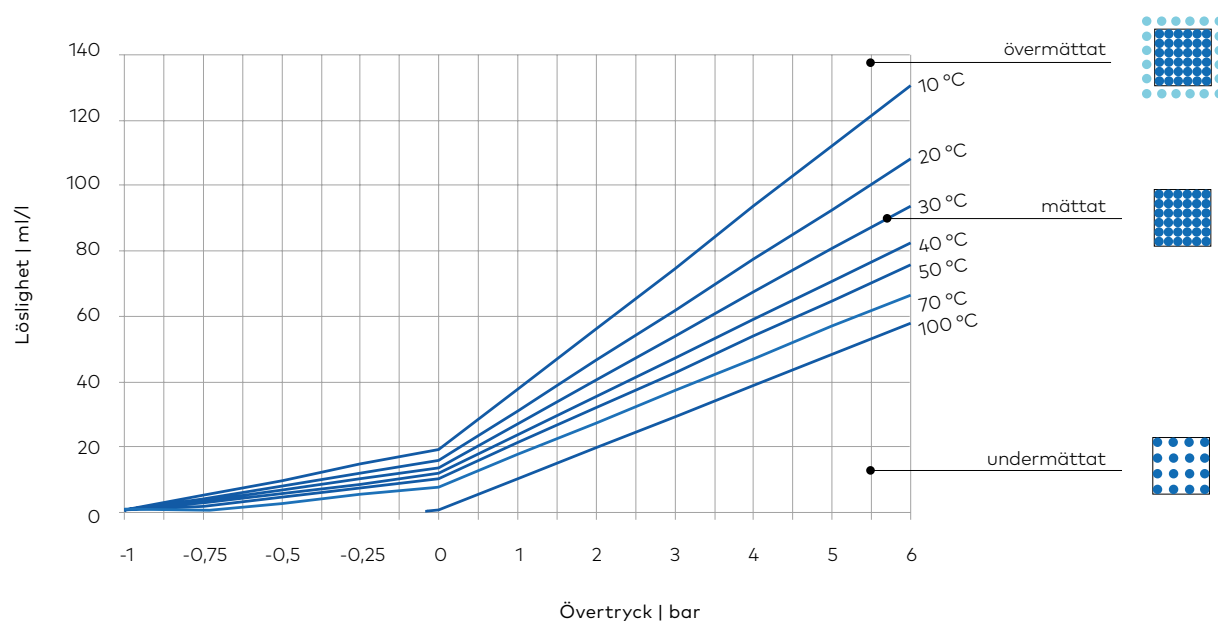


- **Luftansamling i stillastående vatten i höga punkter.**
Under påfyllning av ett system ersätts den lättare luften av vattnet och stiger högst upp. Om avluftningen inte görs korrekt kommer luften att samlas i systemets högsta punkter. När luften då kommer under tryck kan den lösas i vattnet igen, åtminstone delvis. Detta leder till övermättnad. När vattnet värms upp minskar vattnets löslighet och det bildas bubblor som följer med i cirkulationen.
- **Gasbubblor i vattenflödet**
Gasbubblorna följer med i flödet. I de flesta fall är flödet i rören större än bubblornas flytförmåga. Därför är avskiljning endast möjlig med särskild utrustning som kan fånga upp bubblorna.
- **Mikrobubblor är mycket små och förekommer i stort antal.** De kan knappast ses med blotta ögat. Vattnet ser ut att vara mjölkvitt. De förs med av flödet på ett sätt så att de endast kan fångas upp med särskild avskiljningsutrustning. Större bubblor växer ifall det finns fasta partiklar närvarande. Tendensen att fastna på ytorna gör avskiljningsprocessen svårare och ökar risken för skador.
- **Lösta gaser är osynliga.**
Gasmolekylerna är bundna mellan vattenmolekylerna på ett sätt som gör att de endast kan tas bort med tryckminskning eller temperaturökning. Beroende på trycket och temperaturskillnaderna i systemet, kan lösta gaser samlas till bubblor.

Henry- diagram

Henrys lag visar hur mycket gas som är löst i vattnet vid olika tryck och temperaturer. Högre temperatur och lägre tryck innebär lägre gaslöslighet.

Kvävgasens löslighet i vatten enligt Henrys lag



Det finns ett specifikt s k Henry-diagram för varje gas.

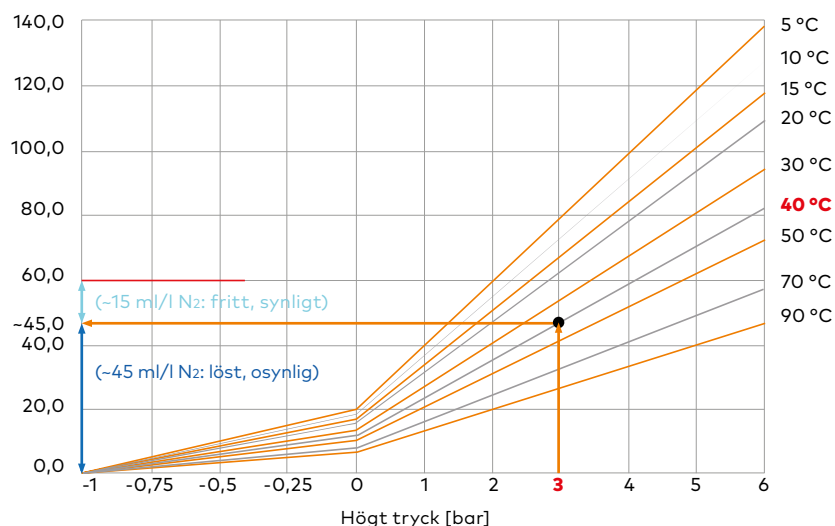
Det här diagrammet gäller för 100 % kvävgas ovanför vattnet, med partialtrycket för N₂ = 1 bar(a).

Detta är det förhållande som oftast råder i slutna vattenkretsar, eftersom praktiskt taget allt syre korroderar och inte längre förekommer i gasform.

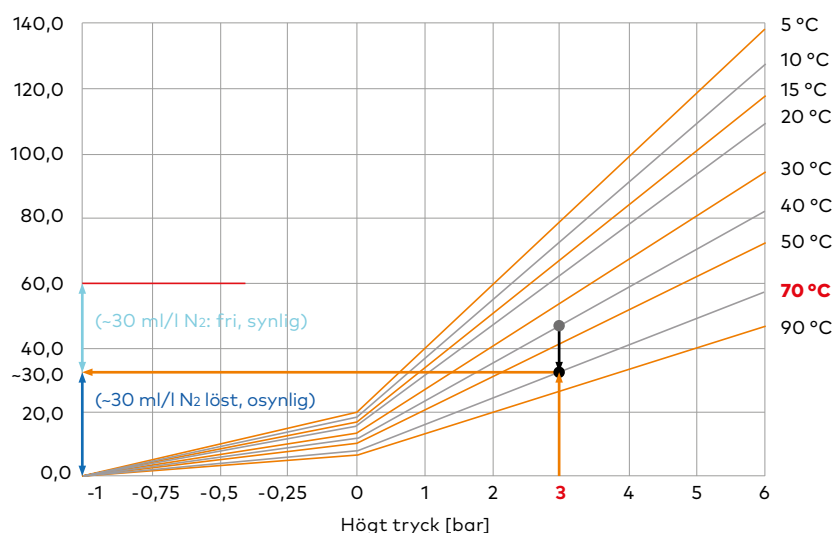
Lösligheten för atmosfärisk mättnad är 78 % av diagramvärdet. Detta motsvarar kvävgashalten i luft, alltså partialtrycket för N₂ = 0,78 bar(a).

Exempel 1

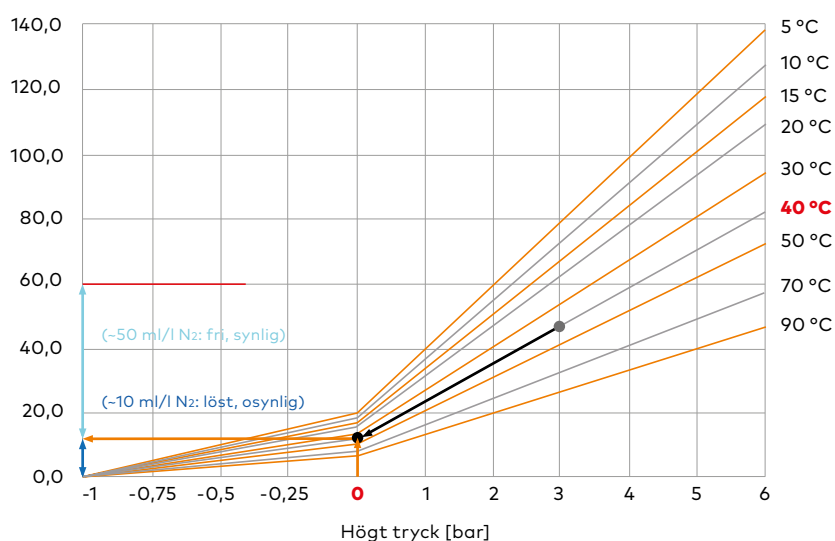
Låt oss se på ett vattenbaserat hydroniskt system med en N₂-halt på 60 ml/l vid ett lokalt tryck på 3 bar och en temperatur på 40 °C. Maximal löslighet för N₂ är här ~45 ml/l, där N₂ förblir löst och osynligt, dvs undermättat. Resterande ~15 ml/l N₂ är i en fri, synlig form, dvs övermättat.

**Exempel 2**

Om medeltemperaturen, vid ett konstant tryck på 3 bar, stiger från 40 till 70 °C och ~30 ml/l N₂ finns kvar i löst form och ~15 ml/l N₂ löses upp i gasfasen, kommer eventuellt ~30 ml/l N₂ att finns kvar som fria och synliga gasbubblor. Mikrobubbelavskiljare kan separera denna mängd gas från vattnet och avlägsna den från systemet.

**Exempel 3**

Om systemtrycket sjunker till 0 bar kommer lösligheten för N₂ att minska efter de mättnadslinjer som gäller vid den givna temperaturen. Vid ett systemtryck på 0 bar och 40 °C kommer bara ~10 ml/l N₂ att vara i löst, osynlig form. Resterande ~50 ml/l av gasen kan avskiljas i en mikrobubbelavskiljare.



I tryckstegsavgasare används en pump för att sänka trycket till under atmosfärtryck.

Lösta gaser tränger ut ur vätskan i form av mikrobubblor, som därefter kan avluftas till omgivningen.

Gashalt vid fyllning, drifttagning och drift av systemet

Gashalten i ett värmesystem varierar kraftigt under den initiala fyllningen, uppstarten och driften.

I följande tabell visas gasinnehåll som är vanliga i värmesystem. Man kan se att fullständig avluftning endast kan uppnås efter det att systemet värmts upp, vilket i praktiken ofta inte sker. Detta innebär att den kvävgas som frigörs från lösningen vid hög uppvärmning av huvudledningen bildar gaskuddar och cirkulerar i värmekretsen i form av fria gasbubblor. Då sjunker energieffektiviteten, skyddsskikten eroderar, syrekorrosion främjas och störande flödesljud kan uppträda.

	Gasinnehåll i fyllningsvatten	Gasinnehåll efter fyllning och avluftning av systemet [1]	Drift vid typisk flödestemperatur högst upp i systemet (0,5 bar/70 °C)
Kvävgas	14,8 ml/l (18,5 mg/l)	~ 40 ml/l (~50 mg/l)	11 ml/l (13,8 mg/l)
Resorberad kvävgas (fri gas)			~29 ml/l (~36,25 mg/l)
	Gasinnehåll i fyllningsvattnen	Gasinnehållet efter påfyllning och avluftning av systemet under de första timmarna innan korrosionen kommit igång [1]	Under drift
Syrgas	7,8 ml/l (11,3 mg/l)	~14 ml/l (~20 mg/l)	< 0,07 ml/l (< 0,1 mg/l)
Avlagringar från syrgaskorrosion			~64 mg hematit eller ~71 mg magnetit



Smuts och slam i vatten

Smuts är oundvikligt i både nya och äldre hydroniska system för värme och kyla



Orsaker före drifttagning:

- smuts som finns i rör och komponenter
- spånrester (särskilt från plaströr)
- svets- och PTFE-rester
- smörj- och tätningsmedel
- sand och damm
- rester från tillsatser och inhibitorer
- främmande föremål

Orsaker efter drifttagning:

Korrosion

Livlängden på ett vattenburet värmesystem påverkas kraftigt av livslängden på de metaller och icke-metaller som förekommer i anläggningen. Det som gör skillnad för metallerna är konstruktionen och skyddet från de tunna skyddsskikten av metalloxider på metallytorna, som hämmar korrosionsprocessen.

Vad är korrosion?

Korrosionsprocessen stannar av om skyddsskiktet är korrekt utformat. Optimalt skydd från de olika materialens skyddsskikt uppstår under olika kemiska förhållanden, som är skälet till varför vissa material (t ex järnhaltiga material) ger bättre korrosionsskydd. Kopparmaterial kan lätt omfattas av "normala" omständigheter. Aluminiumkomponenter kräver särskild uppmärksamhet vad gäller vattenkvalitet.

Korrosionen som sådan är en elektrokemisk process inom de s k korrosionselementen och påverkas av lokala skillnader i material, skyddsskikt och vattnets kemiska sammansättning. Ju större skillnader, desto starkare korrosionselement (korrosionspotential) och därmed större risk för lokal korrosion. Enhetliga förhållanden leder till ytkorrosion, som kan vara så liten att man får normal teknisk livslängd. Detta leder till förlust av material. I (slutna) värmesystem förekommer huvudsakligen erosionskorrosion.

Korrosionen påverkas också av värmemediets elektriska ledningsförmåga (LF). Ett lågt LF-värde hindrar korrosionsströmmen och ett högt LF-värde (låg elektrisk resistans) främjar korrosionsprocessen.

Skyddsskikten kan skadas av kemiska och fysikaliska processer. T ex kan ett för lågt pH-värde lösa upp skyddsskikten, och för mycket syrgas kan påverka det vanliga skyddsskiktet (se VDI 2035 del 1, 03/2021, avsnitt 6). Om de skyddande egenskaperna försvinner genom mekanisk (t ex vibration eller för högt flöde) eller termisk (varierande) belastning, bildas inte längre korrosionsskyddet och materialet korroderar lokalt. Defekter i skyddsskiktet kan korrodera mycket fort om stora ytor i omgivningen är skyddade och det endast finns små aktiva korrosionspunkter. Korrosionsflödet koncentreras kring defekterna och leder till korrosion genom s k pitting.

Icke-metalliska material fallerar oftast pga fel behandling vid installationen, t ex kan kontaktrycket på tätningar vara för lågt, ojämn dragkraft eller övertöjning av polymerer (som blir större vid värme som metaller), kemisk påverkan, t ex för högt pH-värde hos uppvärmningsvatten och inhibitorer, eller val av fel material.

Vad är rost?

Rost är en kemisk förening mellan järn och syre. Rost orsakas av syre, fukt, avgaser (svavel), syror och alkalier. Värmeledningsrör av stål som ligger i lager eller ska monteras kan påverkas av luften och börja rosta.

Olika typer av korrosion och processer som påverkar värmesystem

Krypströmmar

Krypström genereras av likspänningskällor. Installationer, nergrävda rörledning och tankar kan orsaka skador på kort tid. Till exempel kan 1 mA förstöra grovt räknat 10 gram järn (Fe) på ett år. Detta problem kan lösas genom specialinstallation av skyddsledare och potentialutjämning.

Spaltkorrosion

Bristfällig tätning av ytor och skarvar kan leda till spaltkorrosion. Varierande syrefördelning kan vara orsaken.

Spänningskorrosion

Denna typ av skada uppstår när mekanisk belastning på systemkomponenter leder till sprickor. Till exempel kan dragbelastning uppstå vid konstruktionen (svetsning, krökning, bearbetning, osv.) eller drift (tryck, temperatur, rörelser, osv.). Under vissa omständigheter kan spänningskorrosion med sprickbildning också uppstå i system av rostfritt stål, vid förekomst av dragspänningar och kritiska kloridvärden. Detta kan motverkas genom att vid konstruktionen av anläggning säkerställa att expansionsskarvar och apparater installeras korrekt och tillåter viss expansion.

Erosionskorrosion

Erosion tenderar att uppstå i sektioner med riktningsändringar och höga flödes hastigheter, t ex rörkrökar. Ju mindre rördiameter och krökningsradie desto mer korrosion. Vid otillräcklig avgasning ökar risken för korrosion pga de fria gasbubblor som cirkulerar med vattnet.

Deposition av korrosiva produkter

I värmesystem kan fasta partiklar avlagras där flödes hastigheten är för låg för att transportera dem vidare. Detta kan i sin tur leda till mer avlagringar på dessa platser och påverka cirkulationen negativt.



Kavitation

Kavitation innebär att det bildas gasbubblor i en vätska och att dessa bubblor sedan imploderar. När trycket faller till under vätskans mättnadstryck bildas ångbubblor. I vattenburna system händer detta när trycket faller till under mättnadstrycket i punkter där flödes hastigheten ökar, t ex på pumpens sug sida, i ventil säten och strypningar. Om det statiska trycket ökar igen längre ner i flödet (nedströms tryckstegen i en pump eller hastighetsminskning efter ventil säten) kan ångbubblorna implodera häftigt. Material i omedelbar närhet till ångbubblan eroderas då av vattnet som flödar in i ångbubblan från alla håll med ett tydligt smatterljud (högfrekvent mikroskopisk ångpåverkan). Gas som lösts upp i vattnet dämpar kavitationen, eftersom gas som resorberas in i området med ångbubblor inte momentant återgår till en lösning när trycket plötsligt återkommer och bubblan fylls med vatten.

Den systemkomponent som är känsligast för kavitation är cirkulationspumpen. Det statiska trycket på pumpens sug sida får inte vara lägre än pumpens specifika NPSH-värde, annars kommer kavitation oundvikligen att uppstå i pumpen. Pumpen förstörs ganska fort vid permanent kavitation. Men ventiler kan också skadas och till och med bli obrukbara pga kavitation. Tumregeln för att undvika kavitation i ventiler är att trycket i ventilens inlopp bör vara två gånger högre än tryckfallet över ventilen.

Värmesystem med flera material

Om flera olika material används, t ex olika metaller, plaströr, slang av elastomerer, uppstår bara låg risk för syrekorrosion så länge syrehalten i uppvärmningsvattnet är lägre än 0,1 mg/l. I cirkulationsvattnet i korrosionssäkra system (VDI 2035 03/2021, del 1) ser man ofta en syrehalt på 0,02 mg/l och lägre.

Förzinkade rör

Användning av invändigt förzinkade rör bör undvikas. Förzinkade skruvar och muttrar kan emellertid användas, eftersom de inte kommer i kontakt med systemvattnet.

Glykol i slutna kretsar

Användning av frysskyddsmedel i varmvattenkretsar rekommenderas normalt inte pga den högre investeringskostnaden, den lägre värmekapacitiveteten och den högre pumpkostnaden jämfört med användning av rent vatten. Frysskyddsmedel bör därför bara användas när mediet måste skyddas mot solidifiering, t ex i anläggningar för sol- eller jordvärme. När frysskyddsmedel används i slutna kretsar måste produktleverantörens riktlinjer följas. Lägre glykolhalt kan leda till att glykolen omvandlas till oxalsyra. Detta ger i sin tur ett drastiskt sänkt pH-värde. Resultatet blir då korrosion. Invändigt förzinkade stålrör och kopplingar får inte heller användas i kretsar med antifrysskyddsmedel.



Följder, problem och skador

Rost från korrosion i pannor, rör och apparater minskar den specifika värmeöverföringen och ökar tryckfallen och vätskans hastighet i det hydroniska systemet. Observera att rost leder till att järnets volym ökar, vilket i sin tur leder till mindre tvärsnitt i hydroniska system.

Bland effekterna på rörens invändiga yta finns följande:

- grövre struktur
- mindre invändig diameter
- direkt korrosion
- avlagringar av korrosionsbiprodukter och andra föroreningar

På grund av den högre flödes hastigheten uppstår erosion i rör, på enstaka punkter och i ventiler, när små luftbubblor och slampartiklar passerar.

Magnetit är ett magnetiskt material som fäster på stål. Detta kan skada eller till och med förstöra viktiga komponenter, särskilt högeffektiva pumpar med våt rotor och permanentmagnetiserad motor.

Funktionsfel kan uppstå i termostat- och styrventiler när magnetiskt slam fastnar på ventilsetet och hindrar ventilen från att fungera korrekt.

I golvvärmsystem kan rost, t ex magnetit, ingå i ytavlagringar på rörets insida, vilket kan leda till att värmeöverföringen försämras och att tilloppstemperaturen måste höjas. I extrema fall kan enskilda värmekretsar bli helt igensatta och sluta fungera.

Silar sätts snabbt igen av korrosionspartiklar och genomflödet minskar. Den positiva effekten av filtrering av magnetit kan då leda till systemfel. Silarna måste då rengöras oftare, vilket leder till högre driftkostnader.





Läckande radiatorer och systemkomponenter

Skada på uppvärmningsapparater, dålig värmeöverföring pga hinder och avlagringar i systemet kan leda till sprickor och korrosionsskador.

Blockerade styrventiler

Skador på ventilspindlar och tätningar

Blockerade pumpar

Blockering och skada på pumpens lager och packboxtätning

Igensatta rör

När rör sätts igen av rester från ytbeläggning och korrosion stiger tryckfallet, eftersom samma

flöde måste passera genom en mycket mindre tvärsnittsarea, vilket i sin tur leder till att pumpen drar betydligt mer energi.

Värmeväxlare

Ett isolerande skikt med negativ påverkan på värmeöverföringen skapas i värmekällor och kan leda till att pannor och värmeväxlare överhettas, med skador på dessa enheter som följd.

Värmemängdsmätare

Magnetit avlagras i värmemängdsmätare, vilket leder till ökande mätfel till den punkt att systemet kan komma att blockeras och måste tas ur drift.



Gaser

Cirkulationsstörningar

Fria gasbubblor kan påverka cirkulationen kraftigt. Värmeöverföringsmediets kapacitet sjunker – det finns inget vatten där det finns gasbubblor. Dessutom kan driftfel uppstå pga instabilt flöde och temperaturvariationer.

Resultatet blir sämre pumpprestanda eller t o m pumpfel, men också instabilitet hos styrventilerna, särskilt vid låg belastning.

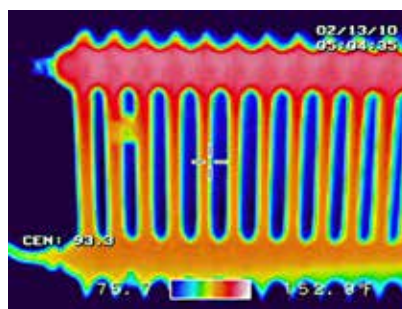
Oljud

Fria gaser skapar oljud i systemet. Detta innebär flödesljud i rör, kopplingar och ventiler, men också "gurglande" radiatorer på de övre våningarna.

Försämrade uppvärmningskapacitet

Gaser kan ha negativ påverkan på värmeöverföring. Detta leder till lägre värmeeffekt pga gasbubblornas isolerande effekt på de värmeöverförande ytorna.

Extrem ackumulering av luft kan leda till radiatorfel på de övre våningarna, till den grad att cirkulationen upphör.



Helt avluftad radiator



Vattenkvalitet enligt VDI 2035

Enligt VDI 2035 Part 1, 03/2021 fastställs system- och påfyllningsvattnets maximala hårdhet relativt systemets effekt och specifika volym: den totala hårdheten är relativ till den specificerade systemvolymen v_A (systemvolym/lägsta produktionseffekt)

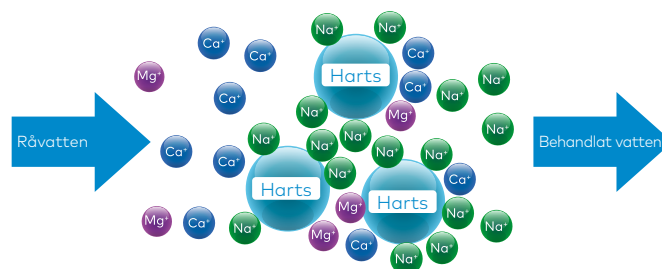
Systemvatten, påfyllningsvatten och uppvärmningsvatten relativt värmeeffekt			
Total utgående värmeeffekt, kW	Total mängd alkaliska mineraler, mol/m ³ (total hårdhet, °dH)		
	Specifik systemvolym, l/kW utgående värmeeffekt a)		
	≤ 20	> 20 till ≤ 40	> 40
≤ 50 kW specifikt vatteninnehåll värmekälla ≥ 0,3 l per kW b)	ingen	≤ 3,0 (16,8)	< 0,05 (0,3)
≤ 50 kW specifikt vatteninnehåll värmekälla ≥ 0,3 l per kW b) (t ex cirkulationsberedare) och system med elektriska värmeelement	≤ 3,0 (16,8)	≤ 1,5 (8,4)	
> 50 till ≤ 200 kW	≤ 2,0 (11,2)	≤ 1,0 (5,6)	
> 200 till ≤ 600 kW	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)	
> 600 kW	< 0,05 (0,3)		
Uppvärmning av vatten, oberoende av värmeuttag			
Driftläge Låg salt c) innehåller salt	Elektrisk ledningsförmåga, µS/cm		
	> 10 till ≤ 100		
	> 100 till ≤ 1500		
	Utseende: klar, fri från sedimentterande ämnen		
Systemmaterial	pH-värde		
utan aluminiumlegeringar	8,2 till 10,0		
med aluminiumlegeringar	8,2 till 9,0		

Vatten för initial fyllning och påfyllning

- a) Vid beräkning av den specifika systemvolymen i system med flera värmeapparater ska det minsta enskilda värmeuttaget användas.
 b) För system med flera värmegeneratorer med olika specifikt vatteninnehåll ska minsta specifika vattenvolym användas.
 c) Fullständig avmineralisering rekommenderas inte för system med aluminiumlegeringar.

Avhärdning

Vid avhärdning passerar vattnet genom en jonbytare. Hartsen i jonbytaren absorberar kalcium- och magnesiumjoner från vattnet och ersätter dem med natriumjoner. Till skillnad från kalcium och magnesium är natrium inte en härdare. Det resulterande fyllningsvattnet har normalt en viss hårdhet, men inte så hög att kalkavlagringar bildas. Vattnets ledningsförmåga förblir nästan oförändrad.



Avjonisering

Dricksvatten ska användas vid fyllning och spädmatning av värmesystem med varmt vatten, förutsatt att den totala mängden alkaliska mineraler uppfyller kraven i ovanstående tabell. Vid varierande vattenkvalitet måste hänsyn tas till de högsta värdena.

Vid avjonisering avlägsnas alla salter från påfyllningsvattnet. Samtidigt sjunker också vattnets elektriska ledningsförmåga och man får ett effektivt korrosionsskydd. För att avlägsna dessa upplösta (avskiljda) joner används särskilda hartser för katjon- och anjonbyte. Joner upplösta i vattnet absorberas och motsvarande mängd andra joner med samma laddning frigörs.

De katjoner som är lösta i vattnet, t ex Mg^{++} , Ca^{++} , Na^+ och K^+ , byts ut av mot H^+ -joner av katjonhartsen, och anjonerna, t ex Cl^- , NO_3^- och SO_4^- , byts ut mot OH^- -grupper av anjonhartsen. Resultatet är rent, helt avsaltat vatten.

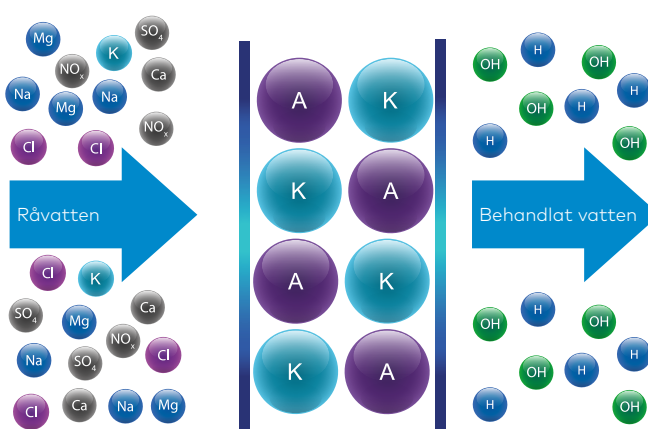
Om hartsen i jonbytaren mättas kan den regenereras genom reversering av belastningen med hjälp av lämpligt regenereringsmedel från tillverkaren.

Avjonisering av påfyllningsvattnet med hjälp av patroner med blandharts kan minska den elektriska ledningsförmågan till mindre än $10 \mu S/cm$. I praktiken ökar den elektriska ledningsförmågan snabbt i systemet och stabiliseras vid en ledningsförmåga på under $100 \mu S/cm$ (driftläge för låg salthalt).

pH-värdet för fyllnings- och spädmatningsvatten ligger normalt på ungefär pH 7,0 och därför väl under rekommendationen för pH-värde på vatten i värmesystem. Eftersom pH-värdet på uppvärmningsvattnet normalt stiger efter några veckors drift pga återmineralisering behöver fyllnings- och spädmatningsvatten inte alkaliserats om pH-värdet är för lågt.

Önskat pH-värde för olika material

- pH-värdet bör vara alkaliskt, mellan 8,2 och 10,0, för att undvika korrosion
- pH-värdet påverkar det naturliga skyddet från oxidskikt på metall och minskar korrosionen
- Vid användning av aluminiumkomponenter (värmväxlare, pannor, radiatorer) i slutna vattenkretsar måste man vara särskilt uppmärksam på att pH-värdet är korrekt, för att förebygga skadlig korrosion. Korrosionen hos aluminium beror huvudsakligen på typen av legering. Normalt bör man ha ett pH-värde mellan 8,2 och 9,0. Tillverkarens instruktioner ska alltid följas.

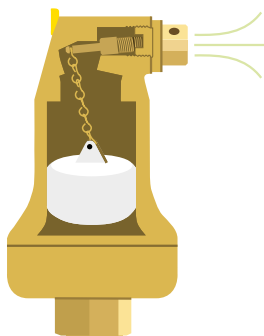


Pleno Refill Demin

Avluftning och avskiljning av fria gasbubblor

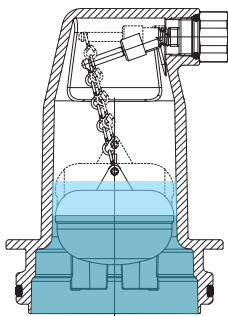
Om fria gasbubblor ska avlägsnas från ett slutet vattensystem handlar det alltid om att avskilja den fria gasen från vätskan till ett stillastående område och därifrån släppa ut den insamlade gasen till omgivningen.

Funktionsprincip hos automatisk luftavskiljare



Automatisk avluftning släpper automatiskt ut ackumulerad gas till omgivningen. Vattnet måste stå still. I annat fall kommer gasen att föras med flödet utan att avluftas. I automatiska luftavskiljare är avluftningsventilen oftast flottörstyrd. Fria gasbubblor stiger först förbi flottören till luftavskiljarens övre del, varvid flottören sjunker till vattennivån. Luftavskiljaren öppnar vid ett givet läge på flottören och släpper ut den ackumulerade gasen till omgivningen. Luftavskiljaren stänger igen när flottören stiger. Detta utnyttjas vid första systemfyllning, avluftning av enskilda radiatorer och luftning vid systemtömning.

Viktiga kvalitetsaspekter på automatiska luftavskiljare



För att kunna garantera permanent perfekt funktion hos avluftningsventilen är det viktigt att smuts och vatten hålls borta från avluftningsventilen även vid högt tryck. Med Zeparo säkerställs detta genom att hålla rätt avstånd mellan vattenytan och ventilens utlopp och till baffelplåtarna under flottören, som hindrar vatten från att pressas upp i avluftningsventilen för snabbt.

Det är dessutom mycket viktigt att flottören har stabil styrning i en tillräckligt stor och flödesbalanserad kammare.

En tillräckligt dimensionerad anslutning till anläggningen krävs, för att även stora gasbubblor kan stiga till avluftaren utan att fastna i inloppet pga kapilläreffekten. Även kompakta avluftningar bör ha en minsta storlek på halvtum.

Problem med luftavskiljare när viktiga kvalitetsaspekter inte beaktas

Läckage i luftavskiljare kan bero på för kort avstånd mellan luftventilen och vattennivån, vilket kan leda till att vattendimma från luftbubblor fastnar på avluftningsventilen när de bryter igenom vattenytan. Eftersom denna dimma också innehåller lösta salter bildas avlagringar och läckage uppstår i avluftningsventilen.



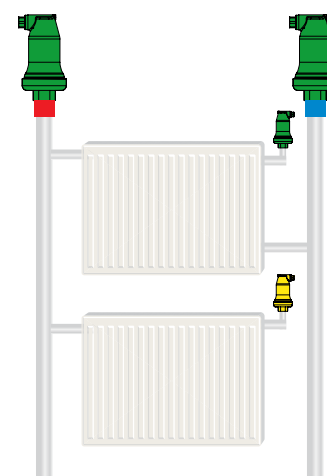
Exempel på luftavskiljare som börjar läcka pga felaktig konstruktion

Placering av luftavskiljare

Automatiska luftavskiljare bör installeras på högsta punkten i alla stigare i systemet och alla andra punkter där luft kan samlas. De bör installeras vertikalt med anslutningen nertill, för att säkerställa korrekt funktion och effektiv initial avluftning.

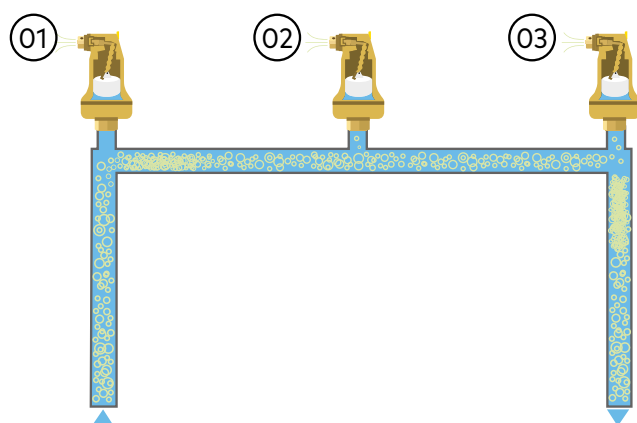
Systemet bör värmas upp efter den första systemfyllningen och avluftningen, så att ytterligare lösta gaser kan frigöras och, när cirkulationspumpen stannar, stiga till luftavskiljarna som fria gasbubblor och släppas ut till omgivningen.

Luftavskiljare kan också monteras på radiatorerna. De ska då monteras på högsta punkten.



- idealisk placering
- acceptabel placering

Luftavskiljare för avluftning under drift

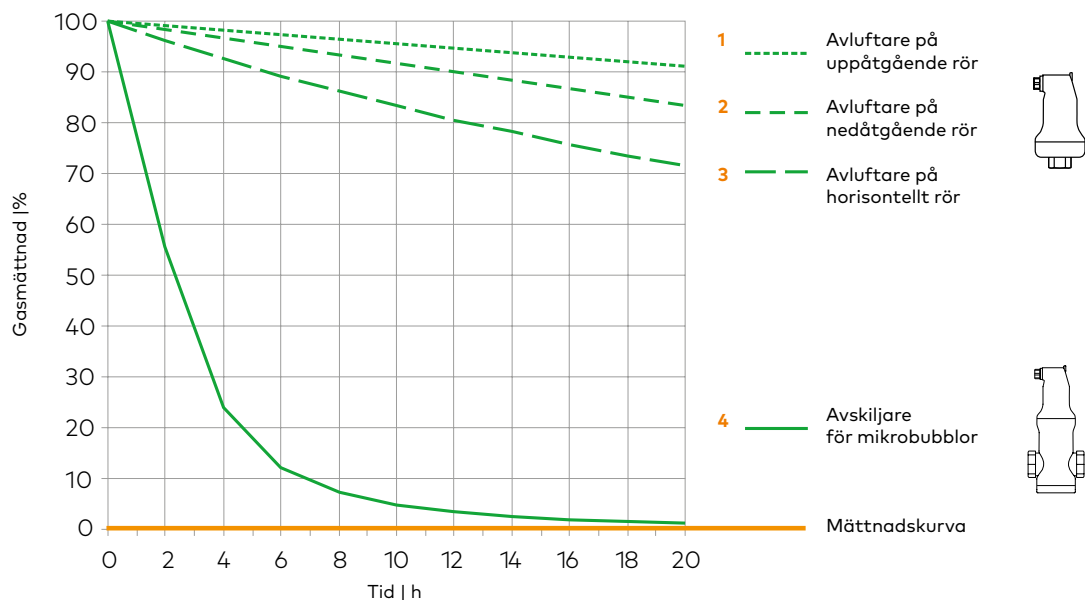


01 Detta är ett värstascenario, med bubblorna nästan helt fångade i flödet.

02 Bara några få bubblor hittar fram till avluftningsventilen. Effektiviteten på avskiljningen är låg och bara relevant vid $d/D \approx 1$ och flödes hastigheten $w \leq 0,5$ m/s.

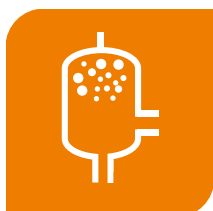
03 På grund av turbulensen i kröken når bara några få bubblor fram till avluftningen. Avluftningar är mycket ineffektiva när det gäller att släppa ut luften och rekommenderas inte. Mikrobubbelavskiljare är en mycket bättre lösning.

Möjlig gasmättnad med avluftning jämfört med avskiljare



Jämförelse: gasmättnad uppnås med avgasare och avskiljare

Följande separeringsprinciper kan utnyttjas i olika lösningar på marknaden:



Minskning av flödes hastighet

Klassiska luftavskiljare sänker flödes hastigheten. Bubblorna kan stiga till längst upp i lugnare vatten och avskiljas. Luften i bubblorna släpps sedan ut via en automatisk avluftning. Dessa avskiljare har låg effektivitet eftersom de bara kan fånga in mycket stora gasbubblor. Mikrobubblor transporteras iväg med flödet.



Styrenheter

Bafflar i en klassisk luftavskiljare ska styra luftbubblorna i avskiljarens övre del. Det blir bara få av de minsta bubblorna som fastnar på ytan, eftersom ytan är liten.

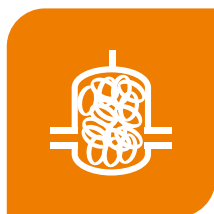


Centrifugaleffekt

Vattnet kan sättas i rotation genom tangentiellt in- och utflöde. Med en sådan flödesrotation tenderar de lättare bubblorna att koncentreras i mitten och stiga. Detta är av flera skäl svårt att få till vid avskiljning av mikrobubblor.

Koalescenseffekt

Den effekt som gör att de minsta bubblorna fastnar på annat material. Bubblorna ackumuleras, går ihop och kan sedan stiga. Detta inträffar på särskilda ringar, t ex porslin eller keramik, eller på trådnät.



Trådnät har en kombination av turbulenta och lugna delar. Bubblorna kollapsar i de turbulenta nedre områdena. De hamnar sedan i det lugna området högre upp.

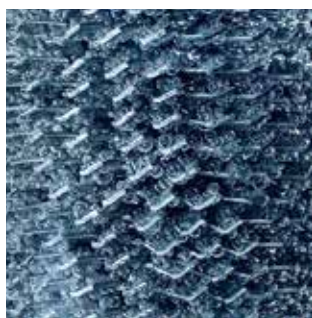


Det finns flera varianter av trådnät: horisontella och vertikala, med och utan mittkärna och med form som en spiral, borste eller sil.

Spiralprincipen

Denna teknik från IMI Pneumatex kombinerar ovan nämnda principer och undviker nackdelarna:

- Flödet minskas så att stora bubblor kan stiga mycket fort.
- Bubblorna styrs uppåt av ett stort antal vinkelade vingar.
- Spiralavskiljaren (som har stor yta) fångar in mikrobubblorna på ett optimalt sätt med sina många spiralvridna vingar.
- Tack vare den uppåtvridna spiralformen kan även små bubblor stiga i centrum med bara lite turbulens.
- Tack vare den förbättrade flödestekniken bildas bubblorna utanför huvudflödet.
- Vingarna ger ett stort lugnt område i avskiljarens övre del, dit bubblorna enkelt tar sig.



Mikrobubbelavskiljare

Avskiljare för mikrobubblor kan ha ett mycket kompakt utförande. De är lämpliga för avgasning under drift. Olika avskiljningsprinciper kan kombineras för högre effektivitet. Avskiljaren är en genomflödesavskiljare. Gasen avskiljs från vattnet och ventileras ut genom avluftningen.

Mikrobubbelavskiljare blir effektivare med lägre statiskt tryck (Hst) och högre temperatur (tmax) vid installationspunkten. Effektiviteten begränsas av det statiska trycket (Hst) över avskiljaren (se nedanstående tabell).

tmax	°C	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Hst	mWs	15,0	13,4	11,7	10,0	8,4	6,7	5,0	3,3	1,7

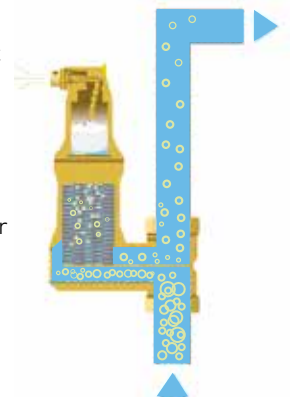
Hst = max statiskt tryck för effektiv avskiljning av mikrobubblor vid max systemtemperatur efter avskiljaren

Zeparo ZUV mikrobubbelavskiljare



Professionell lösning med hög avskiljningseffekt i kompakt utförande.

- Låg flödes hastighet i avskiljaren gör att stora bubblor stiger snabbt
- De många bafflarna placerade i spiral styr om bubblorna uppåt
- Mindre bubblor kan stiga i mitten, där turbulensen är mindre
- Med sina många recesser och kanter har den spiralformade avskiljaren mycket stor yta som främjar koalescens av gasbubblor och effektiv inhämtning av mikrobubblor. Koalescens är små bubblor som fastnar på annat material. Bubblorna samlas ihop till större bubblor och stiger



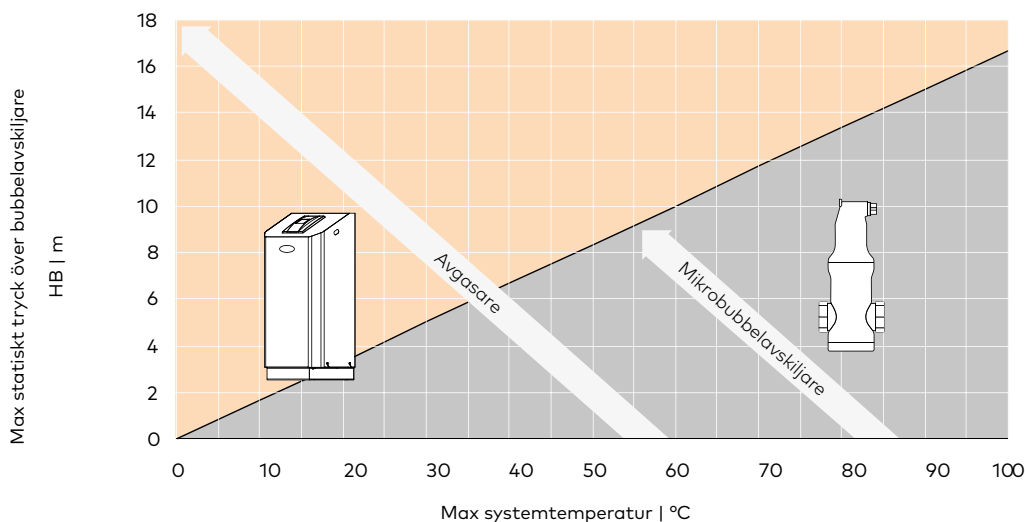
Vid normala förhållanden kan mikrobubbelavskiljare inte skapa undermättnad i installationspunkten. Stora delar av systemet med högre tryck kan emellertid bli absorberande.

Det finns två faktorer som styr effektiviteten hos en luftavskiljare: effektiviteten hos de avskiljande elementet och det tryckfall som orsakas av avskiljaren.

Ett bra separerande element säkerställer att så många mikrobubblor som möjligt fångas in och avlägsnas från värmesystemet. Dessutom får det separerande elementet inte utgöra något flödesmotstånd i systemet. En mikrobubbelavskiljare ska helst placeras i systemets varmaste punkt, där mikrobubblorna bildas. I ett värmesystem är det där vattnet kommer ut från pannan eller separeringplattan i värmeväxlaren.

Användning av avskiljare och tryckstegsavgasare

Mikrobubbelavskiljare är passiva enheter som bara kan avskilja bubblor som redan finns i systemet och kommer in i avskiljaren. De placeras lämpligast där trycket är lågt eller systemtemperaturen hög, dvs där bubblor genereras naturligt. Om den statiska höjden (Hst) överskrids blir gaserna kvar i delvis löst form och kan inte avskiljas på ett effektivt sätt.



Mikrobubbelavskiljare fungerar bara fullt ut under linjen. Avgasare som kan avlägsna lösta gaser förutom eventuella fria gasbubblor är lösningen när mikrobubbelavskiljare når sina fysiska gränser.

Principer för avskiljning av lösta gaser

Avgasare skiljer ut lösta gaser från vattnet i ett partiellt flöde vid drift av systemet. De principer som tillämpas är målinriktad temperaturökning och tryckminskning

Termiska avgasare

Termiska avgasare arbetar med högre temperatur för att minska lösligheten. Sådana system är mycket energikrävande och är bara ekonomiska där det finns tillgång till hetvatten och ånga.

Därför används termiska avgasare nästan aldrig i VVS-system.



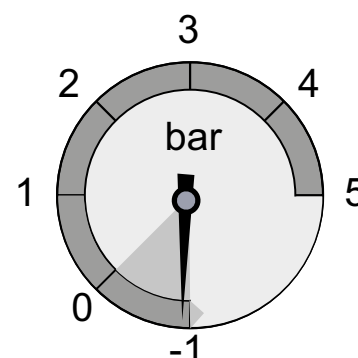
Tryckstegsavgasare

Tryckstegsavgasare arbetar med lägre tryck för att minska lösligheten. Tryckstegsavgasare har använts under ett antal år för avgasning i VVS-system i byggnader. Investerings- och driftkostnaderna för sådana avgasare är försumbara jämfört med för termiska avgasare.



Principen för avgasning:

- Ta ett prov på gasmättat vatten från systemet och sänk trycket. Lösta gaser kommer att stiga upp från lösningen i form av mikrobubblor.
- Avlufta gasbubblorna till omgivningen.
- Återför det avluftade vattnet till systemet.
- Om detta upprepas kontinuerligt kan hela vattenmängden göras mycket absorberande.
- Man skiljer på tryckstegsavgasare för vakuum och atmosfärtryck.



Effektiviteten hos tryckstegsavgasare beror på trycknivån (atmosfärtryck, vakuum) och koalesceneffektens effektivitet (luftbubblornas storlek).

Beroende på tryckskillnaden kan tryckstegsavgasare avskilja lösta gaser och skapa gasundermättnad var som helst i systemet. Teoretiskt kan total undermättnad upp till 100 % skapas i vakuum. Avgasare för atmosfärtryck skapar en undermättnad på upp till 15 %. Avgasningseffekten är högre än i jämförda mikrobubbelavskiljare.

En del av systemvätskan exponeras tillfälligt för vakuum. De gaser som lösts i vätskan frigörs, avskiljs och avlägsnas från systemet. Den avgasade vätskan pumpas sedan tillbaka till systemet, där den kan införas i cirkulationen och återigen absorbera gas. På detta sätt

kan problem också åtgärdas på platser med bristfälligt flöde och begränsat övertryck.

Ju större undermättnad av de frigjorda gaserna i mediet desto större buffringskapacitet för gaser som tillförs systemet, t ex via påfyllningsvatten, vid reparation, systemutbyggnad, m m).

Om vi räknar med en undermättnad på 10 ml/l kan ett system på 400 kW med en vattenvolym på 5 000 liter absorbera en luftvolym på 50 liter utan att producera bubblor!

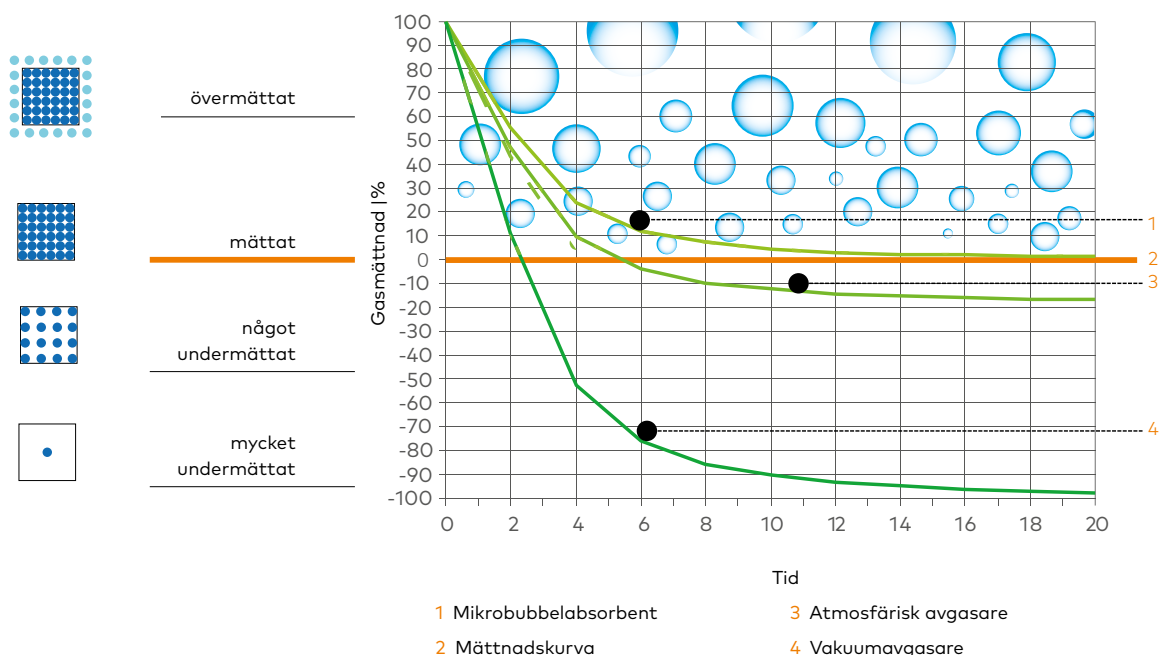
Vakuumavgasare kan göra att till och med mycket gasövermättade system mycket fort blir undermättade på gas.

Dessutom kan vakuumavgasare också avgasa påfyllningsvatten, vilket ger en betydande minskning av syrgashalten (oftast 60-80 %).

Vakuumavgasare är därför särskilt lämpliga för:

- System med många förgreningar och låg flödehastighet
- Kylsystem där mikrobubbelavskiljare bara har en mycket begränsad användning pga de låga temperaturerna
- System med högt systemtryck
- System med normalt och större behov av vattenpåfyllning
- System med återkommande problem pga "luftproblem" (kalla radiatorer, flödesljud)
- System där gasinnehållet ska minskas snabbt
- System som kräver högsta tänkbara energieffektivitet, eftersom optimal injustering, optimal prestanda hos cirkulationspumpen och optimal värmeöverföring bara är möjliga utan gasbubblor

Teoretiskt möjlig gasmättnad för avgasare och mikrobubbelavskiljare



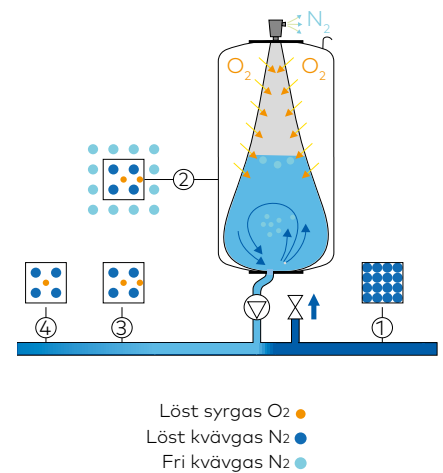
Atmosfärisk avgasning

Det enklaste sättet att införa atmosfärisk avgasning är i ett system för att upprätthålla pumptrycket med tryckfritt expansionskärl.

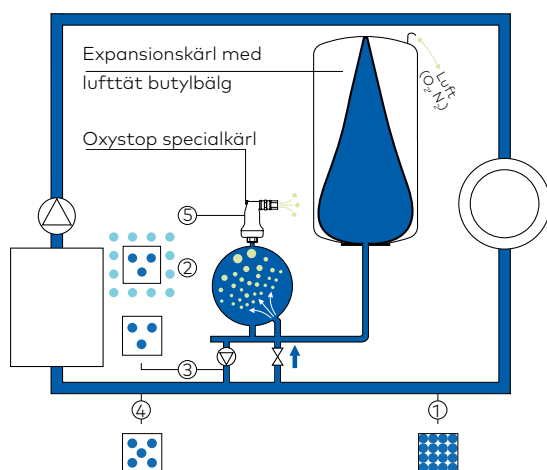
Med pumpen och överflödesventilen har ett tryckhållningssystem redan de viktiga komponenter som behövs för stegvis avgasning under tryck vid partiellt flöde. Systemvattnet expanderar automatiskt i det trycklösa expansionskärl till en trycknivå som är lägre än något statiskt tryck i systemet.

En särskilt billig och ofta använd form av atmosfärisk avgasning görs direkt via expansionskärl på tryckhållningsenheten. Det finns emellertid några mycket viktiga punkter att tänka på.

Inträngning av syrgas kan bara förhindras med högkvalitativa membran, i annat fall är systemet exponerat för korrosion. En nackdel vid genomflöde vid hög temperatur är att membranets syretäthet sjunker exponentiellt och att åldrandet påskyndas. Det expansionskärl som används för avgasning måste vara värmeisolerat. I annat fall slutar värmeförlusten över kärlets stora yta vara försumbar.



Atmosfärisk avgasning inne i expansionskärl med syrgasdiffusion genom kärlembranet



Förbättrad Pneumatex-lösning med lufttät teknik.
Ingen avgasning i expansionskärl eliminerar risken för syrgasdiffusion

Pneumatex har utvecklat denna princip med lufttät teknik. I detta fall används inte expansionskärl för avgasning och håller alltid låg temperatur, utan hög risk för syrediffusion. All avgasning sker i ett separat, diffusionstätt avgasningskärl. Tillsammans med den lufttät butylbälgen elimineras risken för otillåtet hög syrediffusion via expansionskärl. Denna atmosfäriska avgasning från Pneumatex har med tiden ersatts av den mycket effektivare cykloniska vakuumavgasningen.

Vakuum-avgasning

Olika tekniker kan användas för att skapa vakuum och avskilja lösta gaser från systemmediet

För vakuumavgasare görs skillnad mellan avgasare med vakuumgenerering på gassidan respektive vattensidan. Den senare typen är störst på marknaden, eftersom både inköps- och driftkostnaderna är mycket låga.

Vakuumavlufftare med vakuumgenerering på vattensidan – funktionsprincip

Huvudkomponenterna i denna avgasare är en högtryckspump på vattensidan som skapar ett vakuum i avgasningstanken och leder in det avgasade vattnet i systemet. Beroende på konstruktionen leds vattnet in i vätskefasen i avgasningstanken eller den gasfas som skapas

av undertrycket. Avgasningsprocessen består av en vakuumfas och en spolfas. I vakuumfasen är utflödet från avgasningstanken större än inflödet, vilket ger undertryck. Gaserna frigörs från vätskan så snart undertryck uppstår. Vid spolning är inflödet större än utflödet. Vakuum upprätthålls under största delen av spolfasen tills den frigjorda gasen i slutet av fasen släppts ut till omgivningen med övertryck via avluftaren.

Avgasningens effektivitet beror på processen, efter hur bra de mikrobubblor som frigörs i vakuum kan ledas vidare till avluftningen utan att återföras till systemet via pumpflödet.

IMI Pneumatex cyklonisk vakuumavgasning

IMI Pneumatex nuvarande enheter för tryckstegsavgasning bygger på en unik kombination av cykloneffekt och vakuumavgasning. IMI Pneumatex cykloniska vakuumavgasare är en extremt kompakt, skalbar och maximalt effektiv avgasningsteknik. Den ersätter Pneumatex avgasningssystem med virvelspray som tillverkades fram till 2015.

Hur fungerar cyklonisk vakuumavgasning?

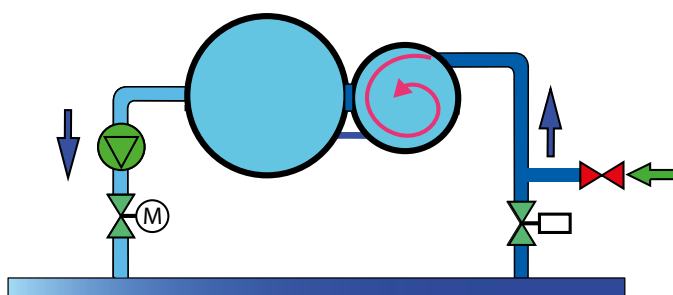
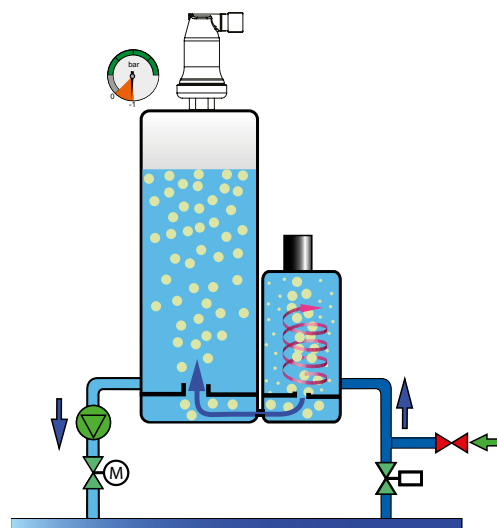
I cyklonisk vakuumavgasning leds en del av mediet till en särskild avgasningstank, där det exponeras för kraftigt undertryck. Ett munstycke i inloppsroret begränsar vattenflödet till mindre än vad pumpen kan leverera. De frigjorda gaserna släpps då ut i behållaren.

Vätskan får ett mjölkaktigt utseende på grund av de många små bubblorna. I konventionella systems är problemet i detta skede hur man avskiljer och får bort dessa mikrobubblor från mediet. Det finns flera olika tekniker att använda, IMI Pneumatex har tagit fram en egen revolutionerande cyklonteknik.

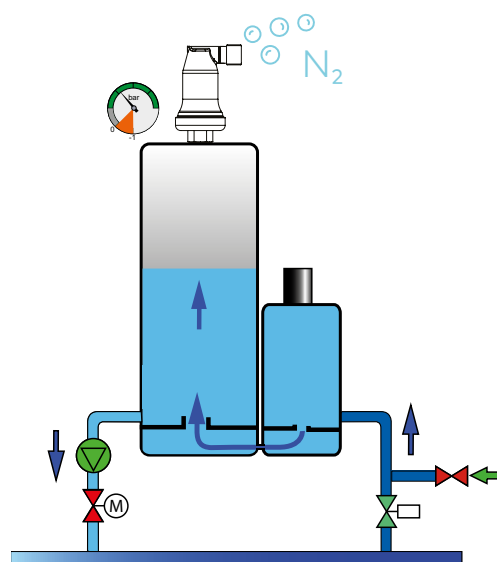
När man utvecklade separatorer för slam och smuts baserat på cyklontekniken stod det klart att centrifugalkrafterna i cyclonseparatorn gjorde att smutspartiklarna leddes utåt mycket snabbt, medan luften, som är lättare än vatten, samlades i mitten.

Detta fenomen har utnyttjats väl. Den patenterade tekniken med cyklonisk vakuumavgasning samlar snabbt de mycket små gasbubblorna i mitten, där de snabbt bildar större bubblor som mycket enkelt kan avlägsnas från en andra tank. Den här metoden användes i en testserie [3] i en kylkrets på 1,8 m³ för att minska kvävgashalten från 24,4 mg/l till 9,9 mg/l i det icke-kritiska, undermättade området inom sex timmar. Vakuumavgasare som arbetar på andra sätt behöver ibland mer än dubbelt så lång tid för samma minskning.

Tekniken med cyklonisk vakuumavgasning är så effektiv att till och med blandningar med vatten och glykol kan avgasas till mycket låga gashalter i god tid. Experiment [4] har visat att vakuumavgasare som arbetar på andra sätt antingen inte kan avgasa mediet alls eller bara marginellt i en blandning av etylenglykol och vatten.



Vy från enhetens ovasida



Litet cykloniskt kärl med tangentiellt inlopp för cyklonisk gasavskiljning

Avgasningsprocessen styrs av en motordriven kulventil på pumpens trycksida. Flödet med pumpen i drift är från 0 till 100 %, beroende på ventilens läge, vilket medger perfekt inställning för vakuums- och spolfaserna. Pumpen behöver inte startas och stoppas i den här processen, vilket innebär att man undviker trycktoppar mellan avgasningsfaserna och att pumpen kan köras praktiskt taget utan slitage.

I IMI Pneumatex produktserie Vento Connect sker den cykloniska vakuumavgasningen i en fristående enhet. Vento Connect kan installeras parallellt för högre effektivitet och

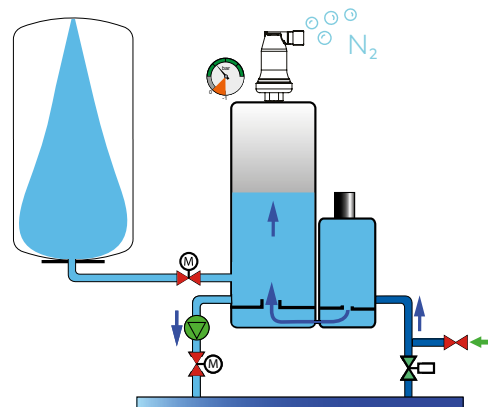
användas med valfri tryckhållning av systemet, antingen med fristående tryckövervakning tillsammans med statiska expansionskärl eller med tryckhållning utan avgasning i systemet eller påfyllningsvattnet, t ex kompressorstyrd tryckhållning.

Cyklonisk vakuumavgasningsteknik medger kompakta avgasningskärl som enkelt och ekonomiskt kan integreras i pumpens tryckhållningssystem. Detta har lett till att IMI Pneumatex pumpbaserade tryckhållningssystem Transfero TV Connect har tagits fram.

IMI Pneumatex tryckhållning med integrerad cyklonisk vakuumavgasning

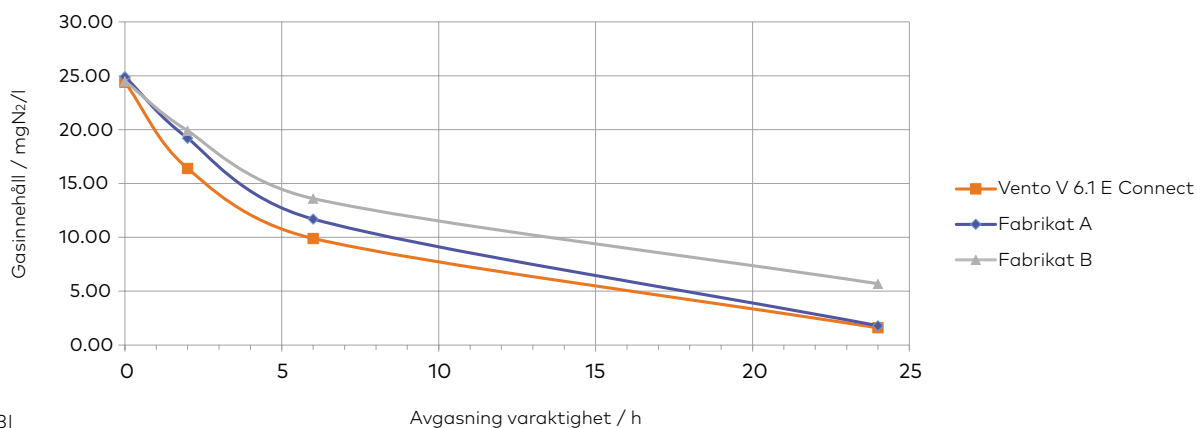
IMI Pneumatex serie Transfero TV Connect har visat sig vara framgångsrik integrering av cyklonisk vakuumavgasning i system där tryckhållningen sköts med pump. Den vakuümätta, motorstyrda styrventilen mellan den trycklösa expansionstanken och avgasningskärlet är den viktigaste enheten i den här Transfero-serien och därför den viktigaste särskiljande funktionen hos Vento-systemet.

Under avgasningsprocessen är denna motorstyrda kulventil alltid stängd och öppnas bara för tryckjustering. Det sofistikerade styrsystemet BrainCube Connect säkerställer att tryckhållning, vakuumavgasning, vattenpåfyllning och vattenbehandling blir enkla att utföra och övervaka.



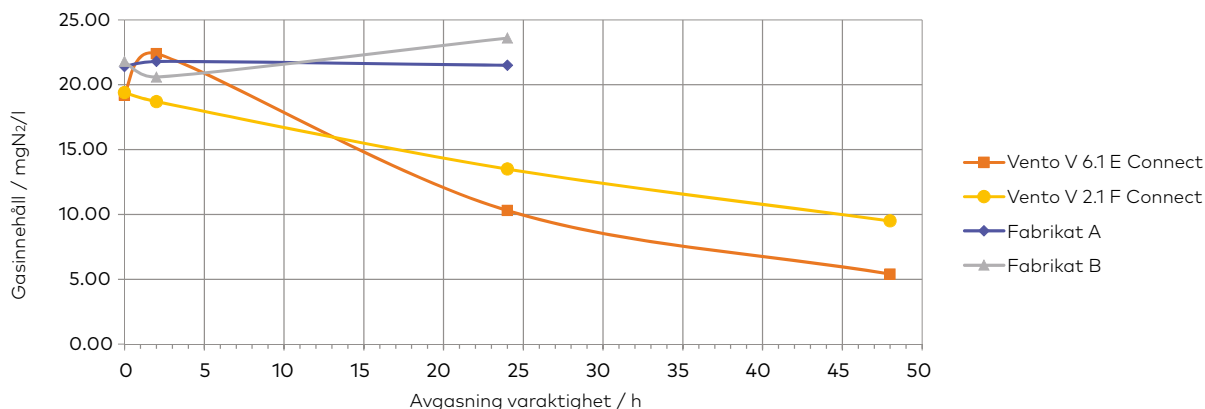
Gashaltens minskning vid konkreta åtgärder

Vakuumavgasning – 1,8 m³ kylkrets – vatten



Mätt i [3]

Vakuumavgasning – 450 l kylkrets – vatten med 25 % etylenglykol



Mätt i [4]

Proving av fabrikaten A och B avbröts efter 24 timmar eftersom ingen avgasning kunde ses. Högre mätvärden kan förklaras av den efterföljande upplösningen av N₂-bubblor i kretsen.

Avluftningsprogram

Eco-auto-drift: optimerat gasinnehåll beroende på avgasningen

Enheten mäter gasutsläppet under avgasningen och bryter automatiskt via PSeco-switchen när gashalten i systemvattnet är tillräckligt låg. Gashalten kontrolleras dagligen, och avgasningen startar automatiskt vid behov. PSeco-väljaren för detektering av gaser är fabriksinställd för att hålla kvävgashalten under 8 ml/l. Eco-auto-läget är det mest energieffektiva avgasningsläget. Eco-auto är därför fabriksinställningen för Vento/Transfero TV Connect efter drifttagning.

Kontinuerlig avgasning: sänker snabbt gashalten i systemvattnet

Enheten avgasar systemet tidskontrollerat och kontinuerligt utanför viloperioderna nattetid. BrainCube beräknar hur länge avgasningen behöver pågå i den aktuella anläggningen. Den beräknade avgasningstiden ger tillräckligt låg gashalt i systemet. BrainCube visar återstående avgasningstid. Enheten växlar automatiskt till läget eco-intervall när den kontinuerliga avgasningen är klar.

Eco-intervall-avgasning: håller gashalten i systemet på en konstant nivå

Enheten avgasar systemvattnet i intervaller på ett tidskontrollerat sätt. BrainCube beräknar paustider och avgasningstider för den aktuella systemvolymen. Detta garanterar konstant låg gashalt med låg energiåtgång i varje enskild anläggning.

Avgasning av påfyllningsvattnet: minskar gashalten i påfyllningsvattnet med upp till 80 % och aktiveras automatiskt vid varje vattenpåfyllning

Automatisk täthetstest

Vento och Transfero TV styrenheter har larmfunktion vid för högt vakuum. Kontinuerlig vakuumprovning i varje avgasningscykel förhindrar inträngning av luft pga funktionsproblem. Avgasningen avbryts automatiskt om trycket stiger till över vakuomet. Vento gör då också automatiskt ett två minuter långt och noggrant täthetstest nattetid när avgasningen är inaktiverad. Den skapar ett kraftigt vakuum och tillämpar en tolerans på 0,05 bar för att kontrollera huruvida vakuomet är stabilt.

Detta innebär att även de minsta läckagen kan upptäckas, t ex vid åldrande tätningar eller kristallisering på tätningsytan efter några år.

Avgasningen stoppas omedelbart och ett felmeddelande visas om vakuomet inte fungerar korrekt. Det automatiska täthetstestet säkerställer att Vento utför kontinuerlig, djupgående och noggrann avgasning av VVS-systemet.

Utan denna funktion upptäcks inte oönskat luftintrång via läckage i tid, t ex genom defekt vakuumbackventil, vilket kan leda till skadlig syrekorrosion. Detta kan inte hända med enheterna Pneumatex Vento och Transfero TV.

Installation av luftavskiljare

Placering av luftavskiljare



Idealisk placering av mikrobubbelavskiljare



Acceptabel placering



Oacceptabel placering



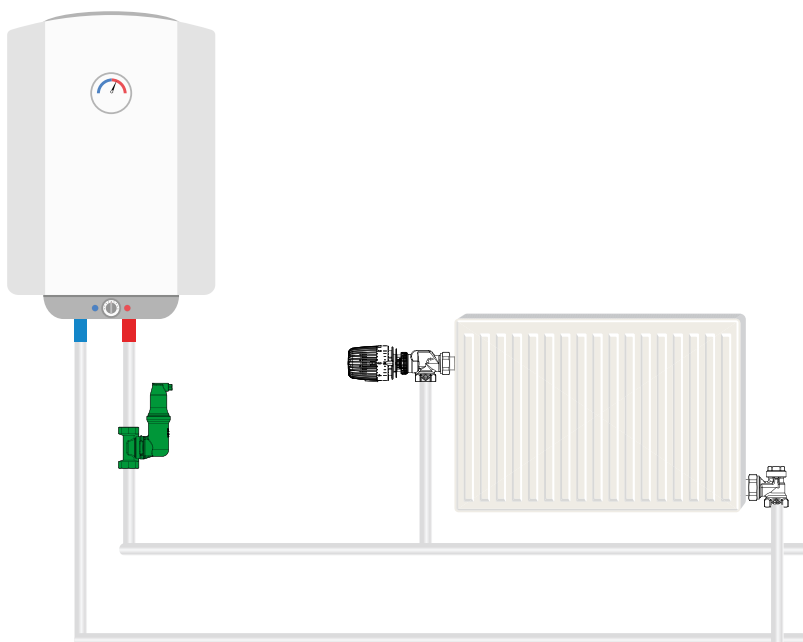
Vi rekommenderar användning av den cykloniska vakuumavgasaren Vento.

Uppvärmning

Små värmesystem

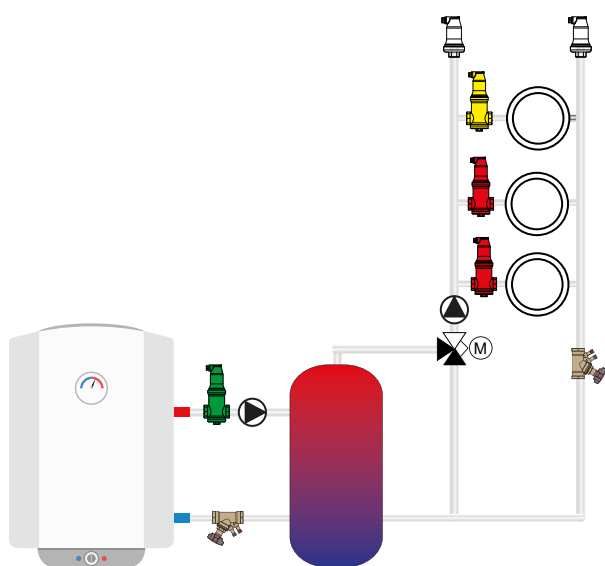
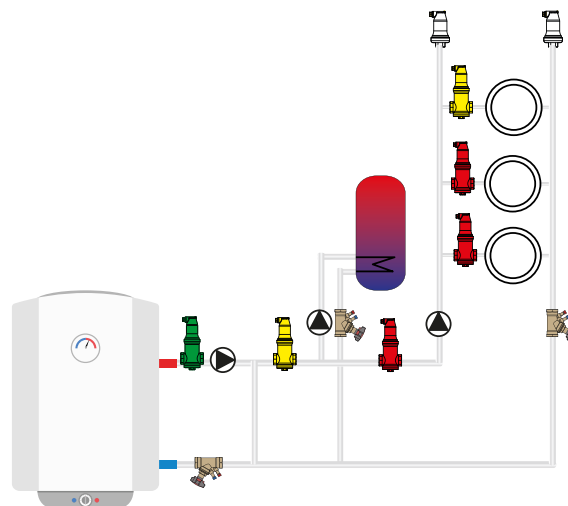
Väggmonterade gaspannor

Bästa placeringen är tillloppsörret efter gaspannan. Dessa system har lågt statiskt tryck och högsta temperaturen efter pannans brännare. Eftersom utrymmet är begränsat används oftast en Zeparo ZUVL eller den vridbara Zeparo ZTV turnable.



Radiatorsystem

Den bästa placeringen är tillloppsroret efter pannan. Dessa system har lägre statiskt tryck och högsta temperaturen direkt efter pannan. Flödet är variabelt efter avskiljaren, vilket gör detta till en bra men inte idealisk placering. Samma gäller för installation i den högst belägna kretsen, där det är lågt tryck, men också lågt flöde. Installation av mikrobubbelavskiljare i lägre placerade kretsar eller efter blandningspunkt rekommenderas inte, eftersom temperaturen är lägre där.

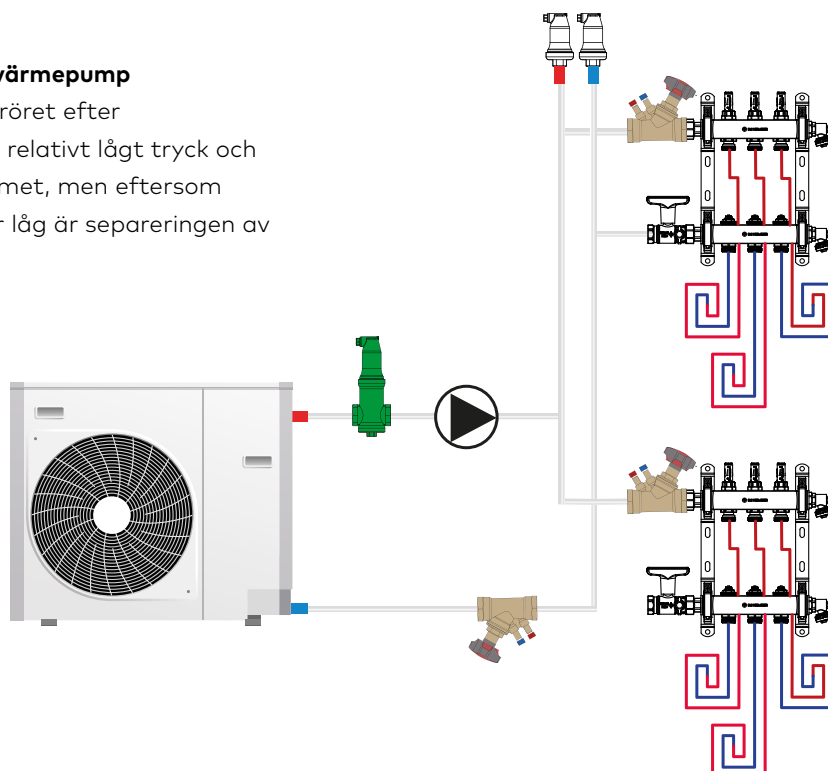


Radiatorsystem med varmvattenberedare

I princip gäller samma sak. På grund av den höga temperaturen och de högre flödena vid varmvattenproduktion rekommenderas placering efter pannan.

Lågtemperatursystem med värmepump

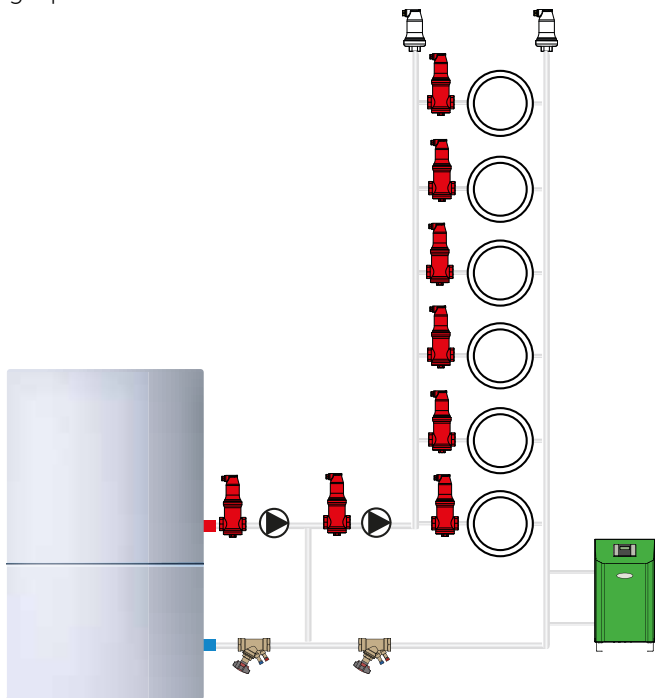
Bästa placeringen är tillloppsroret efter värmepumpen, en plats med relativt lågt tryck och högsta temperaturen i systemet, men eftersom temperaturen fortfarande är låg är separeringen av mikrobubblor begränsad.



Stora värmesystem

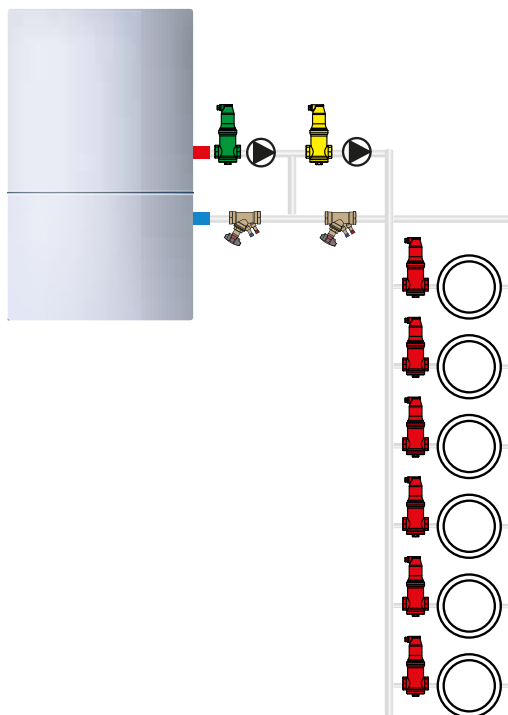
System med stigare

På grund av det höga statiska trycket i källare rekommenderas inte installation av mikrobubbelavskiljare i dessa utrymmen. Den bästa lösningen är att installera en vakuumavgasare. En vakuumavgasare kan hålla systemet fritt från luft- och gasproblem.



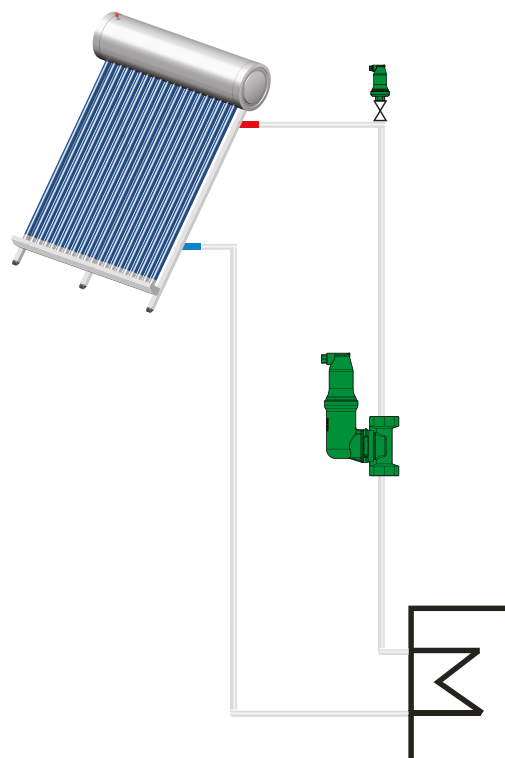
System på tak

Här är bästa placeringen i tillloppsledningen efter pannan. System på tak har lägst statiskt tryck och högsta temperaturen efter pannan. Placering efter pannan är därför idealiskt. Den näst bästa placeringen är efter blandningspunkten (styrventilen). Installation under denna nivå rekommenderas inte. Tack vare det låga statiska trycket i system på tak får man god avskiljning av mikrobubblor.



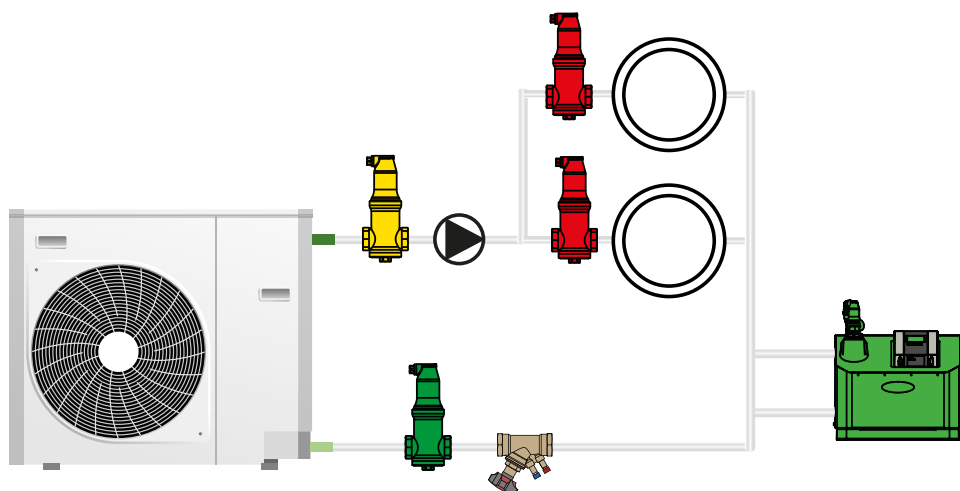
Solfångarsystem

Solfångarsystem är fyllda med en blandning av glykol och vatten. Detta gör det svårare att avskilja mikrobubblor eftersom det då krävs effektiva avskiljare. Den bästa platsen för avskiljning av mikrobubblor är i tryckledningen på taket, efter solfångaren. På grund av de höga temperaturer som kan förekomma måste man använda en särskild version av luftavskiljaren Zeparo, ZUVS, som har en insats av rostfritt stål.



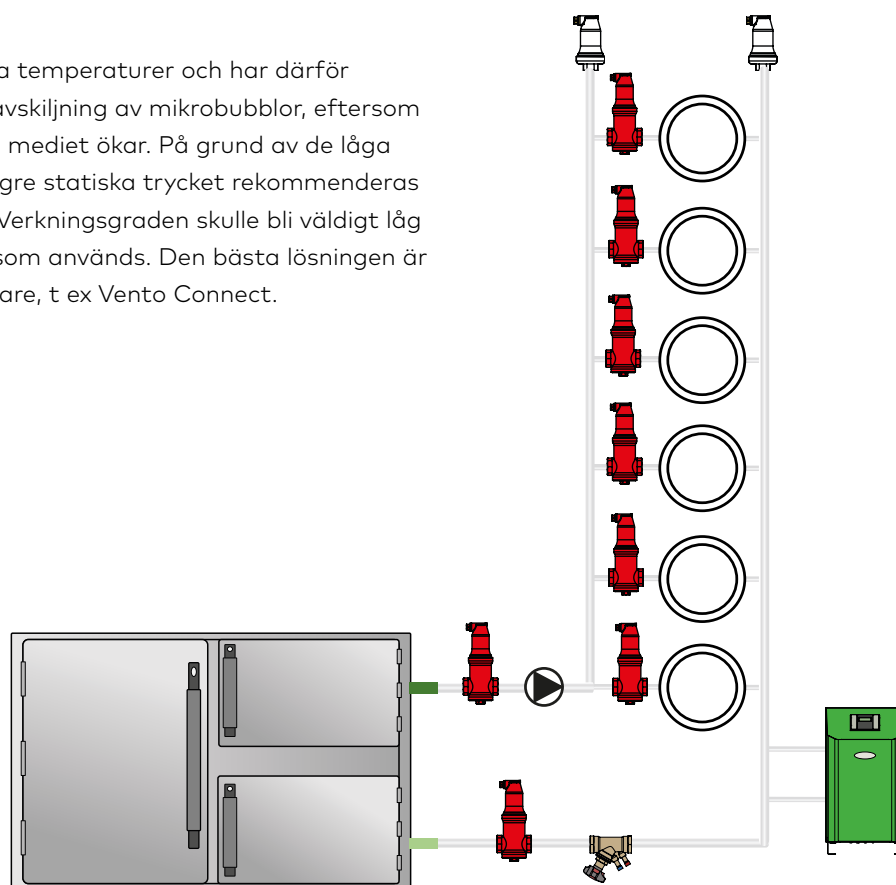
Små kylsystem

Kylsystem arbetar med låga temperaturer och har därför dåliga förutsättningar för avskiljning av mikrobubblor, eftersom kapaciteten att lösa gaser i mediet ökar. Bästa platsen för montering av mikrobubbelavskiljare är i returflödet före kylaren, där man har systemets högsta temperatur. En mycket bättre lösning är emellertid att installera en liten vakuumavgasare, t ex Simply Vento.

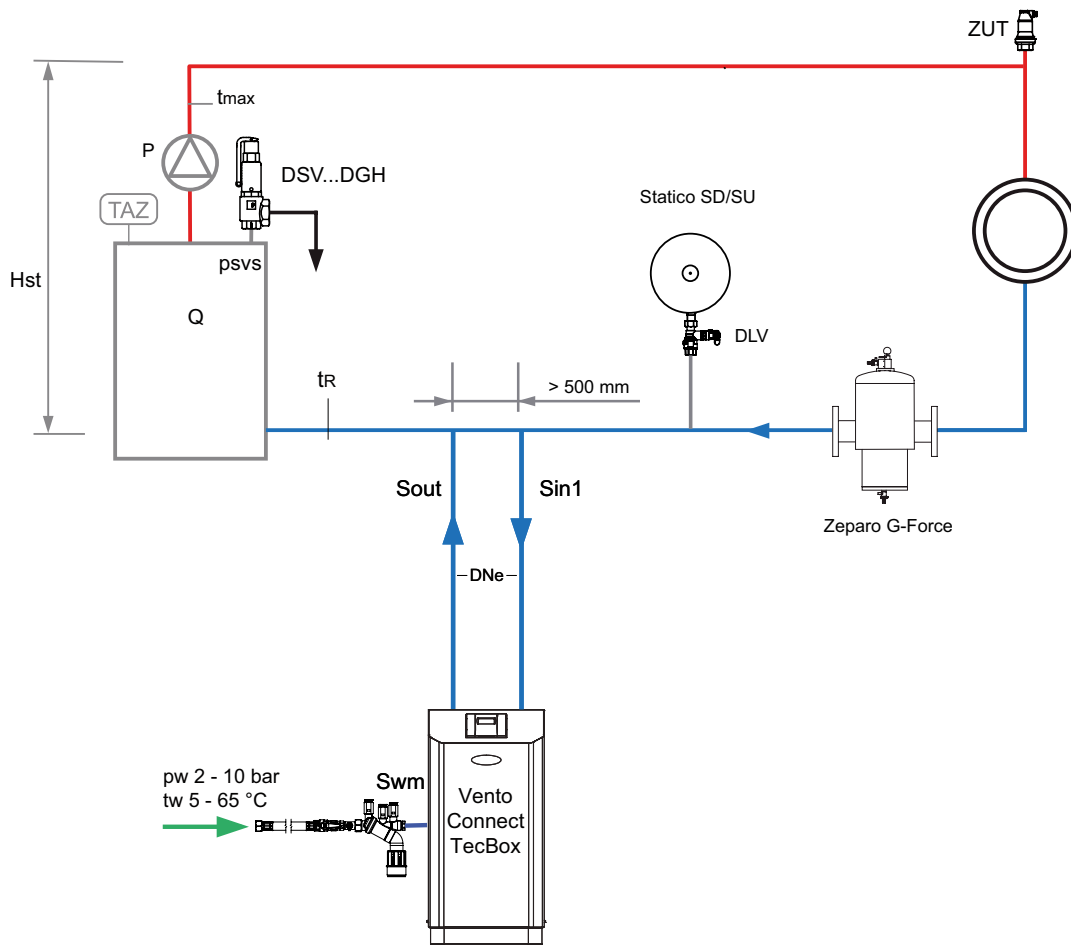


Stora kylsystem

Kylsystem arbetar med låga temperaturer och har därför dåliga förutsättningar för avskiljning av mikrobubblor, eftersom kapaciteten att lösa gaser i mediet ökar. På grund av de låga temperaturerna och det högre statistiska trycket rekommenderas inte mikrobubbelavskiljare. Verkningsgraden skulle bli väldigt låg oberoende av vilken teknik som används. Den bästa lösningen är att installera vakuumavgasare, t ex Vento Connect.



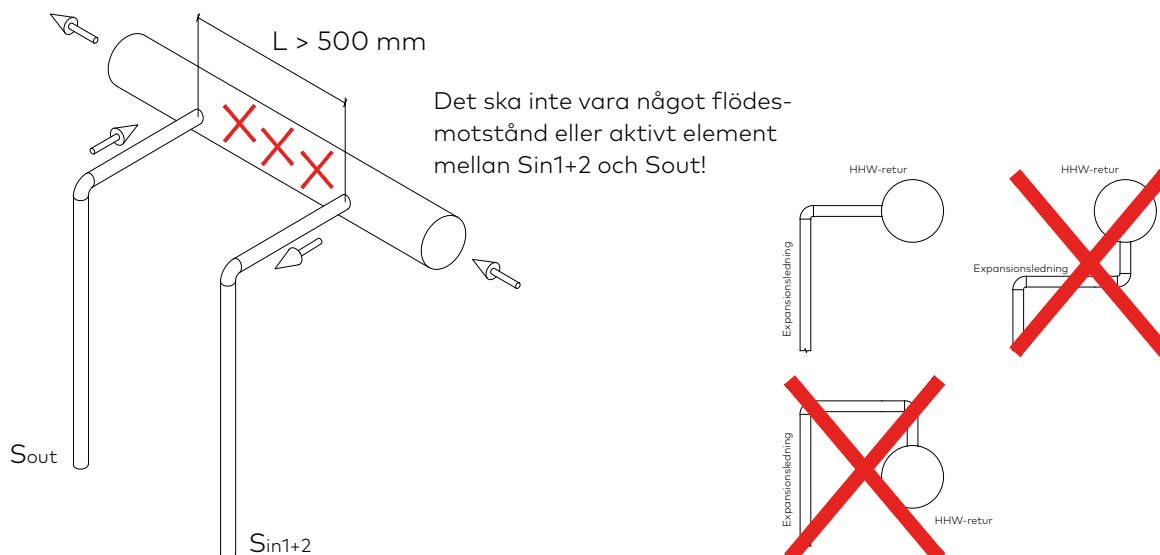
Montering av vakuumavgasare



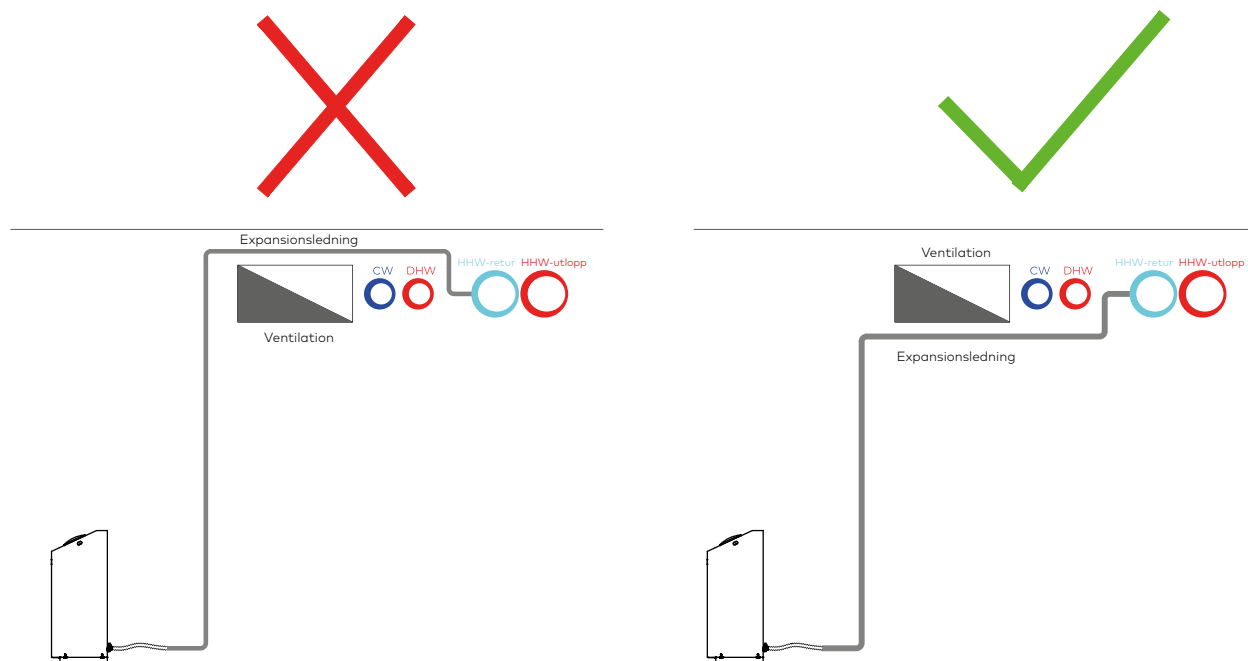
Exempel på värmesystem, returtemperatur $t_r \leq 90 \text{ °C}$

Enheten ska helst installeras på cirkulationspumpens sugsida, nära den punkt i returflödet där tryckregulatorn sitter.

Vento måste placeras i systemets stamrör. Annars finns inga garantier för att avgasningen blir tillräcklig. Anslutningarna bör göras i följande ordning i flödesriktningen: först till inloppet till enheten, Sin1, och sedan till returen från enheten, Sout. Det måste vara minst 500 mm rakt rör mellan de två anslutningspunkterna, utan annan utrustning mellan filtret, smutsavskiljaren, pumpen osv. Det ska vara en rak rörsektion utan annan utrustning.



Dessutom ska överdrivet långa och vridna expansionsrör undvikas. Det viktigaste är att undvika vertikala slingor, där luftfickor kan uppstå, särskilt i anläggningar med Transfero TV och Vento V connect. Om detta inte går att undvika måste manuella avluftningsventiler installeras längst upp på sådana rörsektioner.



Anslutning DNe ska dimensioneras för den diameter som vakuumavgasaren kräver och ska anslutas till TecBox med diffusionstäta gummislangar för att undvika spänningar.

Expansionskärl ska ha en minsta volym på 80 l.

Smuts-avskiljning

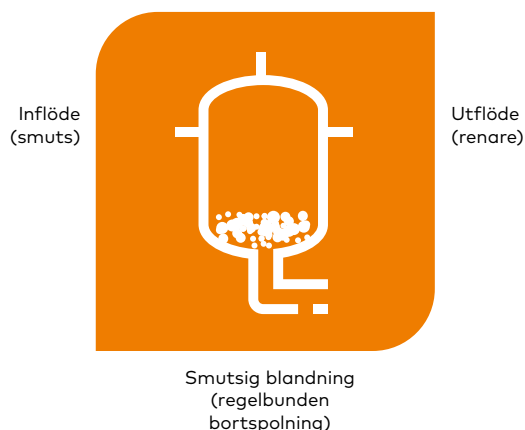
Smuts- och korrosionspartiklar kan ge betydande minskning av VVS-anläggningens effektivitet och livslängd.

I värsta fall kan det leda till att systemet helt fallerar när smuts samlas i systemkomponenterna och nödvändigt flöde inte längre kan motiveras.

Smuts och slam kan avlägsnas från systemet med hjälp av lämpliga avskiljare eller filter. Det finns olika tekniker på marknaden, med deras effektivitet varierar och funktionen kan vara dålig.

Smuts- och slamavskiljare är enheter som tar hand om smuts och vattenföroreningar i huvudflödet så att:

- utflödet blir renare och
- en tydligt smutsigare blandning lämnas i avskiljaren för bortsköljning



Principer för avskiljning av smuts

Filtrering

Filter fångar in partiklar som finns i mediet. En sil eller väv hindrar partiklar med en viss storlek från att passera. Filter är en kompromiss mellan effektivitet och hållbarhet. Effektiva filter ger ett mycket stort tryckfall, och filter som ger ett acceptabelt tryckfall är antingen mycket dyra eller ineffektiva.

Upp till 100 % av föroreningarna kan blockeras, beroende på filtrets grovlek. Det handlar då om silar, filter och filtrering. Nackdelen med denna lösning är att smutsen i allmänhet blockerar genomflödet. Rengöring är tidskrävande och förutsätter två avstängningsventiler.

Alla system är försedda med silar som skyddar utrustningen. Silar tar hand om större föroreningar som skulle kunna blockera eller skada, t ex främmande föremål, metallfragment, skarvtejp och stora korrosionsflagor. (Inget av detta ska finnas kvar i ett tidigare rengjort system.) Silar tar emellertid inte hand om fina partiklar metalloxid, avlagringar eller utfällningar som kan samlas till fasta rester i systemet. Elementet i en vanlig inline-sil är normalt antingen en perforerad skiva eller ett nät (hål/nätmaska större än 0,8 mm).

Det är kontraproduktivt att specificera ett finare nät än vad som faktiskt behövs eftersom det höjer tryckfallet och risken för att silen sätts igen om den inte kontrolleras regelbundet.

Skillnaden mellan ett filter och en sil

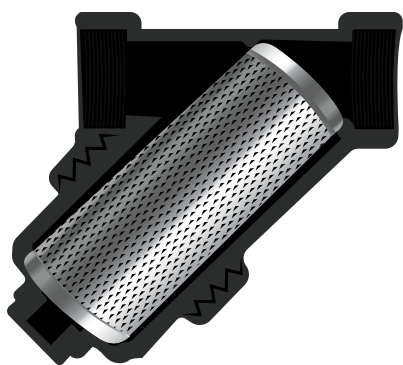
Den största skillnaden mellan en sil och ett filter är storleken på de partiklar som avskiljs. Silar stoppar normalt större partiklar som är synliga i gas eller vätska, medan filter avlägsnar föroreningar som ofta är så små att de inte kan ses med blotta ögat.

Måste man ha silar om det finns smuts-/slamavskiljare i systemet?

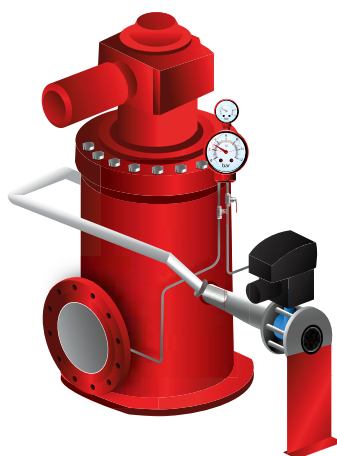
Ja, eftersom funktioner och egenskaper i dessa enheter är annorlunda.

Silar kan skydda all utrustning i VVS-system mot skada och blockering orsakad av större smutspartiklar.

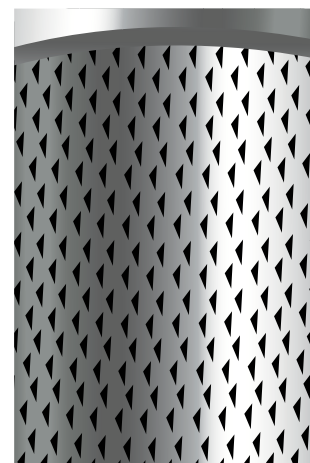
Smuts-/slamavskiljare skyddar systemkomponenter från ansamling av små smutspartiklar.



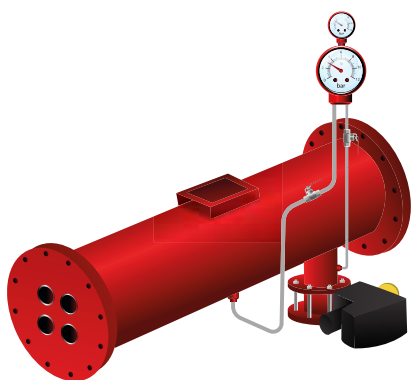
Sil med nät



Automatiskt filter



Filterkorg



Automatiskt jetfilter

Ett jetfilter är en speciell typ av filter. Det kan backspolas automatiskt under drift, vilket gör det perfekt för filtrering av kontinuerliga flöden såsom primärvatten i värmepumpskretsar eller kyltorn. Eftersom det finns modeller i rostfritt stål och olika nätgrovlekar (50 µm till 5 mm) kan denna typ av filter användas universellt.

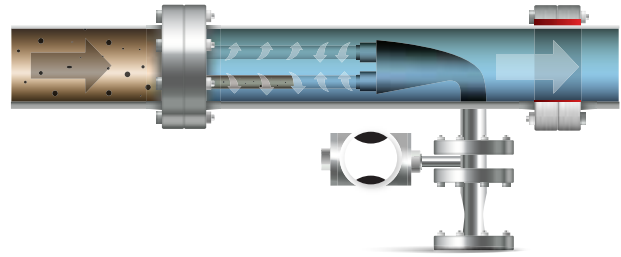
Funktionsätt

Råvatten kommer in i filterelementet genom portarna i filterplåten. Mindre tvärsnittsarea leder till proportionell ökning av den axiella flödes hastigheten i filterelementet med upp till 5 till 7 m/s.

I ena änden av filterelementet finns en konisk smutskollektor.

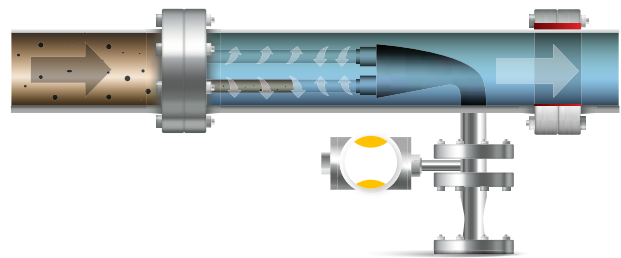
Enligt Bernoullis lag sker filtreringen av råvattnet i den sista tredjedelen av filterelementet. Råvattnet passerar genom filterelementen inifrån och utåt. Det rena vattnet går sedan in i den gemensamma kollektorn och lämnar filtret från sidan med rent vatten.

Eftersom axialflödets hastighet är mellan 5 och 7 m/s i filterelementen släpps smutspartiklarna i den gemensamma kollektorn. Backspolningen aktiveras av differentialtrycket (tryckskillnaden mellan råvatten och rent vatten). Backspolningen kan dessutom startas via ett ställbart tidrelä i den elektriska styrningen.



Backspolning

Filterrengöringen inleds med att den motorstyrda backspolningsventilen öppnar. En liten mängd råvatten rinner igenom backspolningsporten och spolat bort smutspartiklarna från filtrets gemensamma kollektor. Den axiella flödes hastigheten i filterelementen ökar upp till 10 m/s under backspolningen. Den höga hastigheten gör också att filterelementet rengörs. Dessutom skapas undertryck i filterelementen, vilket garanterar att de backspolas med rent vatten utifrån och inåt. Backspolningen tar 10 till 20 sekunder, varefter backspolningsventilen stängs automatiskt. Filtreringen avbryts inte vid backspolning.



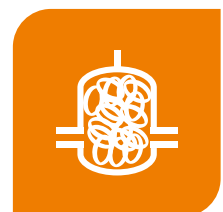
Sedimentering pga gravitationen

Klassiska smutsavskiljare ger lägre flödes hastighet. Smutsen faller långsamt till botten, där den avskiljs. Dessa avskiljare har låg effektivitet.

De är ofta större enheter placerade efter enheter för värmeproduktion. Det avskilda slammet måste emellertid avlägsnas regelbundet. Finare slampartiklar kan inte avskiljas i dessa enheter. Sådana system kräver specialrengöring, sköljning och fyllning med behandlat vatten.

Insatser

Trådnätet och andra insatser såsom ringar finns i olika varianter. De kan monteras horisontellt eller vertikalt, finns med och utan mittdel och kan vara formade som en borste eller en sil. De ger bättre effekt än en tom kopp, men är inte optimalt och kan förbättras.



Helistill slamavskiljning

I denna teknik kombineras tidigare förklarade principer samtidigt som man undviker nackdelarna. Flödet sänks så att smutsen sjunker. Ett stort antal vinklade vingar styr smutsen neråt. Ytan i den nedåtgående spiralen gör att även de minsta partiklarna kan samlas in i mittenkolonnen.

Eftersom smutspartiklarna kolliderar med insatsen, hastigheten sänks och densiteten är hög faller partiklarna till uppsamlingsytan i botten på avskiljaren, där de kan avlägsnas.

IMI Pneumatex Helistill-avskiljare utnyttjar de kända principerna med kollision, hastighetsminskning, densitetsskillnad och tangentialflöde i insamlingsområdet med hjälp av den unika Helistill-insatsen. Insatsen har en mängd vingar som leder slampartiklarna neråt. Slammet samlas i den mycket stora avskiljningskammaren utan att huvudflödet störs. Tryckfallet är lågt och konstant. Enheten kan inspekteras tack vare den löstagbara botten.

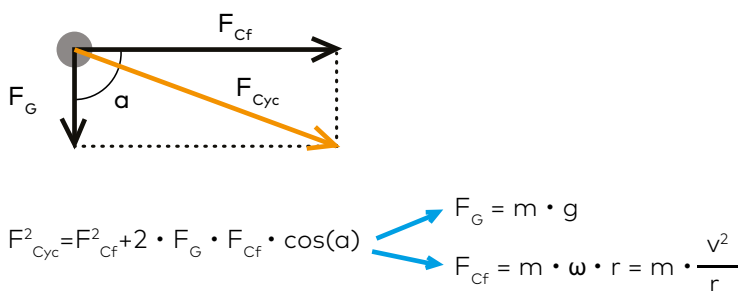


Denna avskiljningsprincip är optimal för låga och normala flöden, men blir mindre effektiv vid högre flödehastighet i röret, vilket är skälet till att IMI Pneumatex utvecklat en annan teknik.

Cyklonisk avskiljning

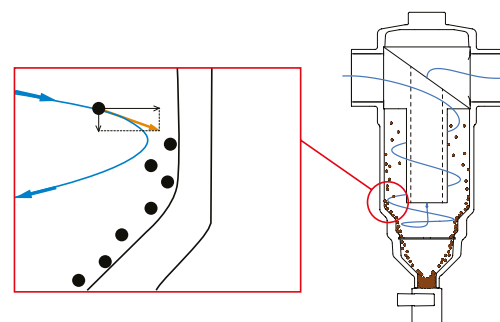
Cyklonisk avskiljning baseras på ett antal principer som garanterar effektiv avskiljning:

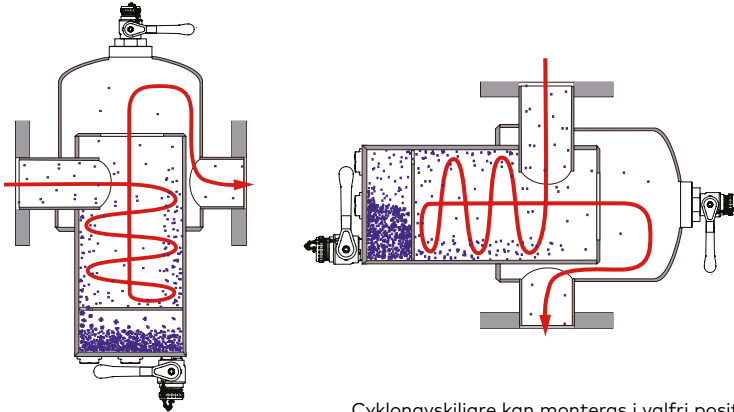
- Centrifugalkraft – en cyklon skapar rotation i avskiljaren, varvid smutspartiklarna påverkas av ännu högre kraft. Kombinationen av gravitations- och centrifugalkrafter ger hög effektivitet.
- Beroende på hastigheten inne i avskiljaren kan centrifugalkraften vara betydligt högre än gravitationen.
- Eftersom vatten och smutspartiklar har olika densitet pressas smutspartiklarna mot avskiljarens yttervägg.
- Nedåtriktad ström – den nedåtriktade rörelse som skapas i IMIs avskiljare Zeparo Cyclone/ Zeparo G-Force styr smutspartiklarna till botten och in i uppsamlingskammaren.
- Cyklonprincipen innebär att Zeparo Cyclone/Zeparo G-Force inte bara kan monteras horisontellt utan i valfri vinkel neråt från horisontellt, med bara försumbara skillnader i effektivitet.



F_G = gravitation
 F_{Cf} = centrifugalkraft
 F_{Cyc} = cyklonisk kraft

m = massa
 g = gravitation (9,81 m/s²)
 ω = vinkelhastighet
 v = varvtal
 r = referensradie





Cyklonavskiljare kan monteras i valfri position.



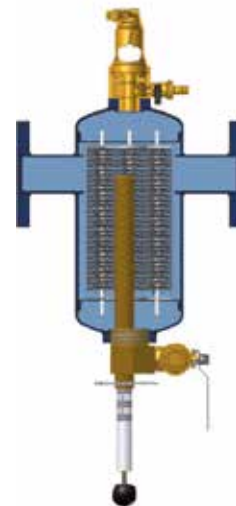
Magnetisering

På grund av magnetitpartiklarnas lilla diameter och låga vikt ($<5 \mu\text{m}$) är de mycket svåra att avskilja (låg effektivitet med standardavskiljare), och fina filterinsatser kan snabbt bli igensatta. Även cyklonavskiljare har svårt att avskilja dessa små och lätta partiklar. Eftersom dessa partiklar kan magnetiseras är användning av starka magneter det bästa sättet att avskilja dem.



Zeparos stavmagnet kan hålla 143 g järnkulor

Eftersom magnetitpartiklar är så små är det obligatoriskt med en magnet med storlek som innebär att den täcks helt av flödet och är tillräckligt stark. Om inte är det möjligt att bara en liten del av magnetiten dras bort från vattenflödet. Slutligen måste magneten klara att behålla sin last över lång tid, utan några åldringstendenser. IMI Pneumatex har länge varit känt för att man använder magneter av kadmium och neodym (CdNd), de kraftigaste och tåligaste på marknaden.



Rena magnetavskiljare

I system med huvudsakligen magnetitrelaterade problem kan det underlätta att använda renodlad magnetisk avskiljning med särskilt effektiva magneter.

Magnetavskiljare har permanentmonterade magneter av hög kvalitet för att fånga in magnetiska partiklar (magnetit). De innehåller oftast kraftiga, sällsynta jordatmetaller med hög magnetisk styrka, som aktivt kan avlägsna magnetiska partiklar som förekommer fria i systemvattnet. Magnetavskiljare kan monteras i huvudflödet eller i en förbikoppling, beroende på filterkonstruktion och tryckfall. Vissa konstruktioner avlägsnar partiklarna mycket effektivt i ett enda steg, ända ner till nanostorlek, vilket förebygger cirkulation av slam i systemet och ansamling av slam i värmväxlare, pumpar och radiatorer. Eftersom rengöring är helt beroende av magnetkraft kan dessa avskiljare monteras i valfri position. De installeras ofta i returledningen till pannan, som är en idealisk placering. Magnetavskiljare bör kontrolleras regelbundet beroende på systemets skick och ålder, men minst en gång årligen. Vi rekommenderar att Ferro-Cleaner installeras mellan två stängventiler med manuell avluftning.

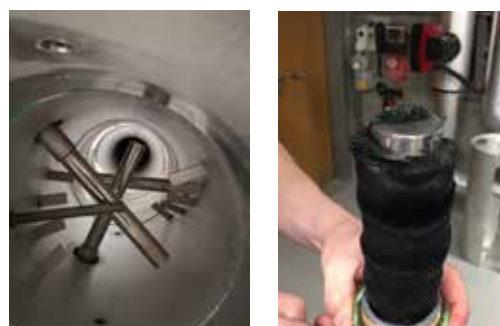


Sammanfattning över IMI Pneumatex Ferro-Cleaner-produkter och storlekar på magneten

IMI Pneumatex Ferro-Cleaner filtrerar volymflödet och är försett med en mycket kraftig magnet för avskiljning av de minsta magnetitpartiklarna från systemvattnet. Neodymmagneten N 40 H, av neodym, järn och bor är en av de kraftigaste permanentmagneterna på marknaden.

Den hindrar partiklarna från att cirkulera vidare och skada komponenter som pannor, pumpar, ventiler, plattvärmväxlare och golvvärmsystem. Underhållet är snabbt och enkelt.

När diffusion leder till för hög syrehalt i systemet rekommenderas användning av offeranod av magnesium. Den större Ferro-Cleaner har plats både för stavmagnet och denna typ av anod. I mindre enheter kan man välja antingen magnet eller anod.



En stor Ferro-Cleaner invändigt Exempel på Ferro-Cleaners effektivitet

Parametrar som påverkar avskiljningens effektivitet

Flödes hastighet

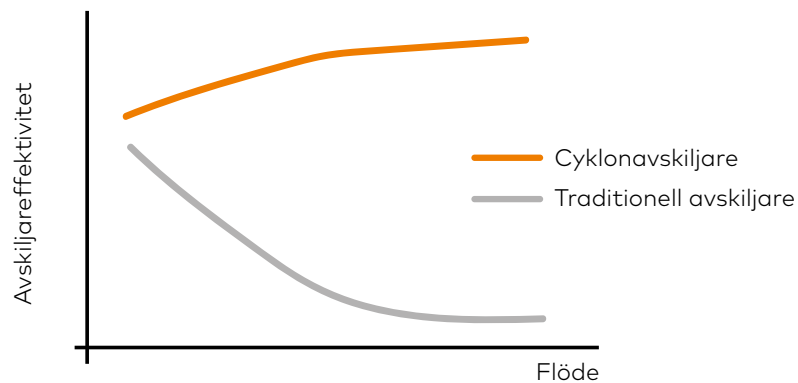
IMI Pneumatex avskiljare med Helistill-patron:

Ju lägre flödes hastighet i avskiljaren (Helistill-patronen) desto högre avskiljningseffektivitet.

Större avskiljare ger bättre effektivitet.

IMI Pneumatex cyklonavskiljare:

Ju högre flöde vid avskiljaren desto bättre cyklonisk effekt och avskiljning. Minimiflödet får emellertid inte underskrivas eftersom den cykloniska effekten då blir för låg.



Partikeldiameter

Avskiljningseffekten ökar med partikelstorleken:

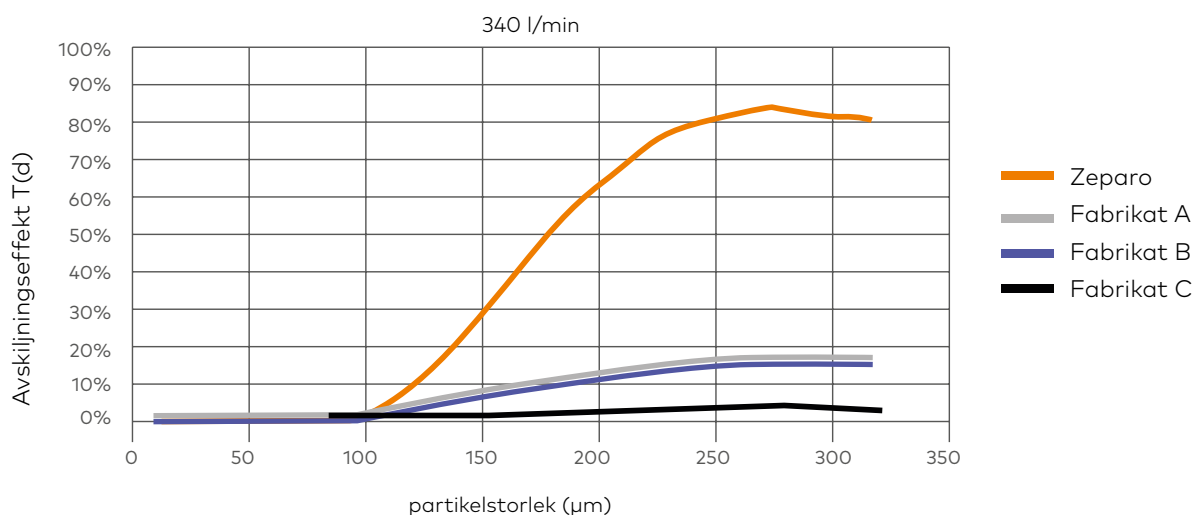
- Diametrar under $\sim 50 \mu\text{m}$ – lägre avskiljningseffekt utan magnet
- diametrar över $\sim 300 \mu\text{m}$ – hög avskiljningseffekt, nästan 100 %

Densitetsskillnad

Densitetsskillnaden hos partiklarna och vätskan påverkar effektiviteten.

Ju större densitetsskillnaden är desto större blir avskiljningseffekten. Smuts-/slamavskiljare kan inte avskilja flytande partiklar.

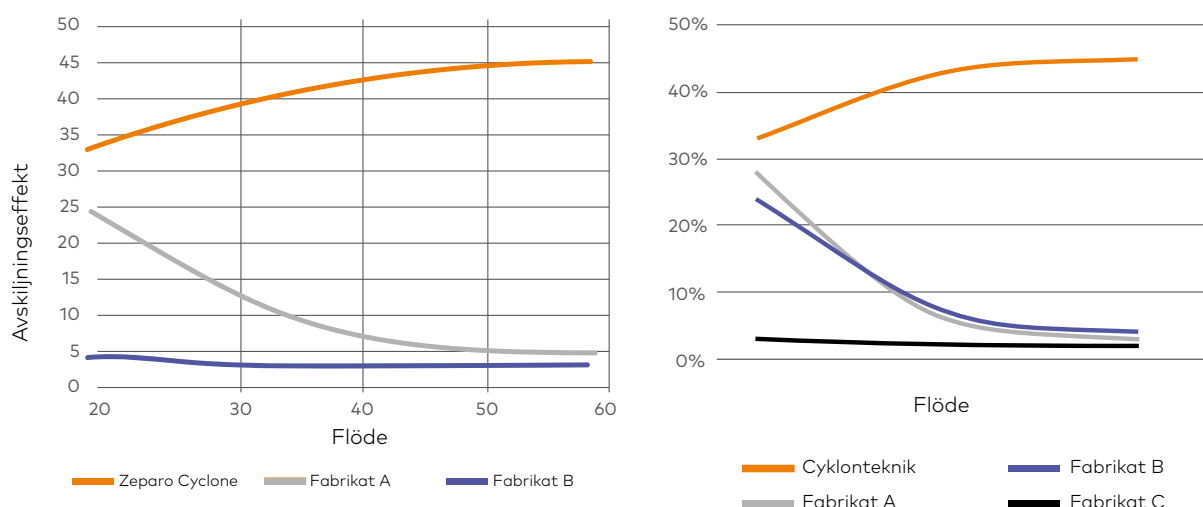
Partiklar mindre än $100 \mu\text{m}$ är mycket svåra att avskilja med vanliga avskiljare. Magneter kan hjälpa till med avskiljning av sådana partiklar.



Typisk avskiljningseffekt som en funktion av partikelstorlek i cyklonavskiljaren Zeparo jämfört med de större konkurrenternas.

Avskiljningseffektens betydelse

Uppmätt avskiljningseffekt jämfört med andra fabrikat



Cyklonavskiljare är effektiva och rengör systemet med färre cykler och reducerar den partikelmängd som normalt skulle förorena systemet mer och mer för varje cykel och är mycket svåra att avskilja. Ovanstående diagram baseras på beräkningar på följande antaganden:

Effektivitet hos Zeparo Cyclone:

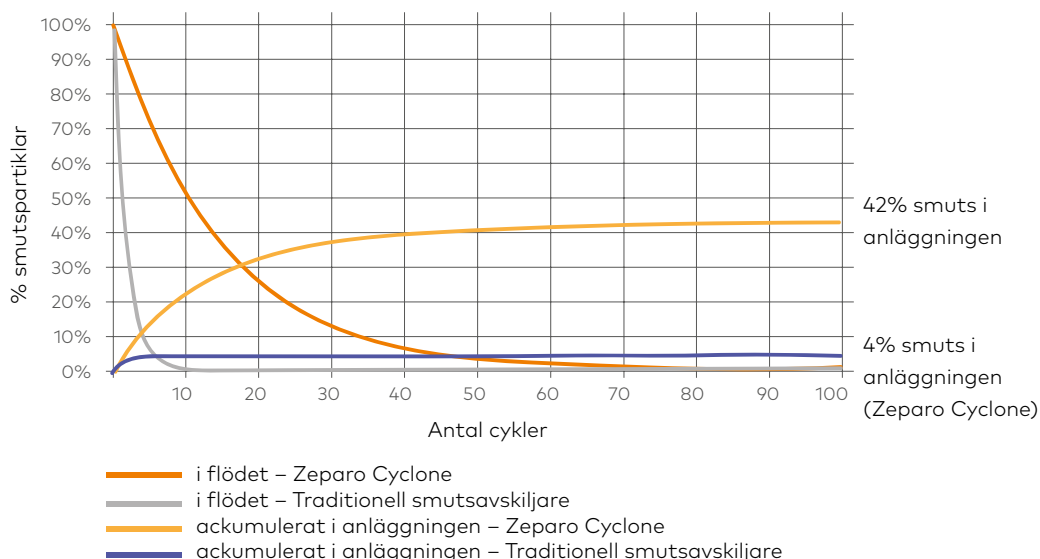
40 %/cykel

Effektivitet hos traditionell smutsavskiljare:

4 %/cykel

Akkumuleringstakt i installationen:

3 %/cykel



Dimensionering

Avskiljare dimensioneras efter det nominella flödet.

Flödet får inte överskrida det maxflöde som gäller för vald typ eller storlek.

Dimensioneringen görs på olika sätt för olika typer av avskiljare.

IMI Pneumatex klassiska avskiljare, t ex Zeparo ZU, ZIO och ZT, kan dimensioneras från 0 till nominellt flöde. Ju lägre hastighet vid avskiljaren desto högre avskiljningseffektivitet.

	0%	30%	q_N	q_{Nmax}
Zeparo ZU Zeparo ZT	Green	Green	Green	Red
Zeparo Cyclone G-Force	Red	Green	Green	Red
Ferro-Cleaner	Green	Green	Green	Red

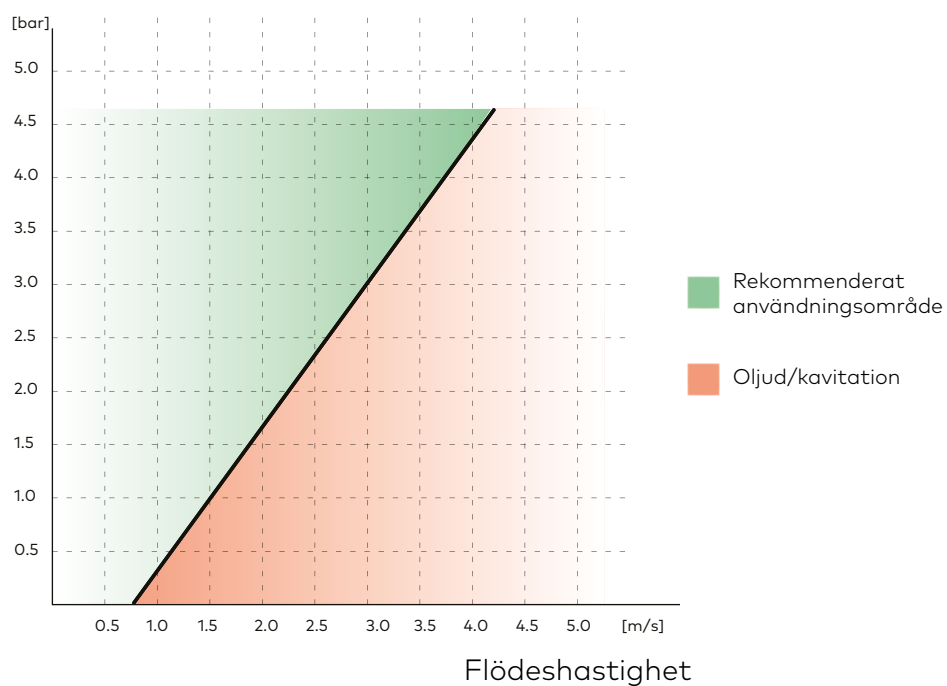
Dimensionering av avskiljare

IMI Pneumatex cyklonavskiljare såsom Zeparo Cyclone och G-Force bör dimensioneras för nominellt flöde. Effektiviteten är lägst vid låga flöden. Ju högre hastighet vid avskiljaren desto högre avskiljningseffektivitet.

Välj avskiljare där det nominella flödet (q_N) är närmast det givna konstruktionsflödet (q_D), och kontrollera sedan om Δp är acceptabelt. Generellt gäller att cyklonavskiljare har högre tryckförluster än konventionella metoder. Observera emellertid att Δp är högt där effektiviteten är som bäst och när det är som viktigast: vid provning och drifttagning av nytt system vid maximalt flöde. Till skillnad därifrån blir tryckfallet vid drift av system med variabelt flöde också avsevärt lägre över cyklonavskiljare pga det lägre effektbehovet.

Exakta beräkningar kan göras med programmen HySelect eller HyTools, som IMI Hydronic tillhandahåller kostnadsfritt.

Systemtryck

**Minimum systemtryck**

Minimum statistiskt systemtryck krävs för att undvika kavitation i Zeparo G-Force.

På grund av den mindre diametern föreligger det risk för kavitation. Detta kan undvikas om det statiska trycket där Zeparo G-Force är installerad är lika med eller högre än det värde som anges i nomogrammet här ovan.

Enligt ovanstående diagram måste minsta statiska + dynamiska tryck på 1,7 bar vid ett flöde på 2 m/s hållas vid inloppet till G-Force för att undvika kavitation.

Användnings- område	Avluftning	Smutsavskiljning	Magnetit- avskiljning	Avluftning och smutsavskiljning	Vakuum avgasning
Produkter					
Modell	Zeparo ZUV	Zeparo ZUM	Ferro-Cleaner	Zeparo ZUCM	Simply Vento
SYSTEMANVÄNDNING					
Värmesystem	✓	✓	✓	✓	✓
Kylsystem	✓	✓	✓	✓	✓
Solfångarsystem	✓				
ANVÄNDA TEKNIKER					
Hellstill	✓	✓	✓	✓	✓
Cyclone		✓		✓	✓
360° rotation			✓		
TILLGÄNGLIGA TILLBEHÖR					
Magnet		✓	✓	✓	✓
Isolering	✓	✓		✓	✓
Isolering med magnet		✓		✓	✓
TRYCK	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10
	PN 10	PN 10	PN 10/16	PN 10	PN 10
	PN 10	PN 10	PN 10/16	PN 10	PN 10
	PN 10	PN 10	PN 10/16/25	PN 10	PN 10
	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10
	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10

Sammanställning av IMI Pneumatex avskiljarsortiment

Med magnet



Installation i praktiken

Installationsläge smutsavskiljare

Smuts- och slamavskiljare ska installeras före värmekällan eller kylaren/värmepumpen, som då får bättre skydd mot avlagringar. Placeringen är oberoende av typ av värmare eller kylare.

Smutsavskiljare bör installeras före pumpen och innehåller en magnet för att hindra magnetit från att fastna i pumphuset.

Samma gäller för värmemätare. En avskiljare med magnet skyddar vattenmätaren inne i värmemätaren mot smutsavlagringar.

IMI Pneumatex avskiljare Zeparo ZU och ZIO med Helistill-insats

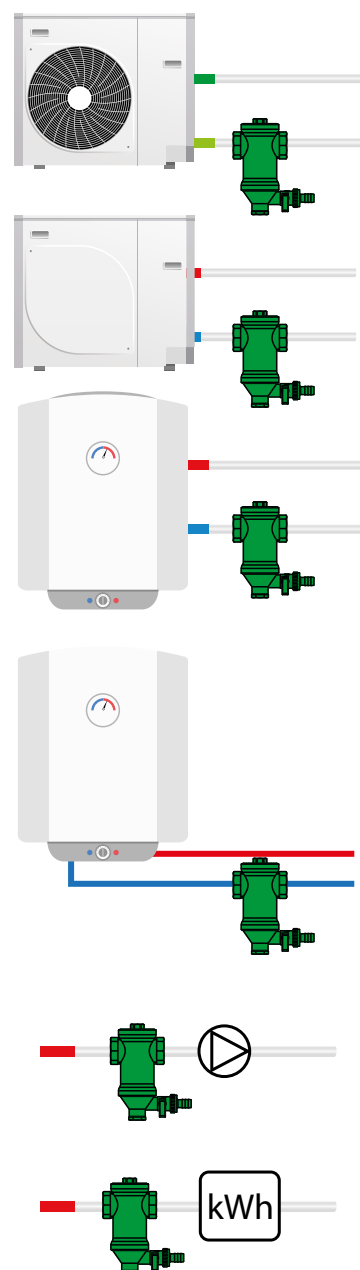
Denna avskiljare kan bara installeras i ett läge, med rotationsaxeln i Helistill-insatsen vinkelrätt mot golvet.

IMI Pneumatex avskiljare Zeparo ZT separator med Helistill-insats

Avskiljarens anslutningsrör kan installeras i valfritt läge, medan avskiljarens hus med Helistill-insatsen måste placeras vertikalt. Det kan monteras i valfritt läge, men Helistill-satsens rotationsaxel måste vara vinkelrät mot golvet.

IMI Pneumatex avskiljare Zeparo Cyclone

En av de viktigaste fördelarna med cyklonavskiljare är att de kan monteras i valfritt vertikalt eller horisontellt läge.



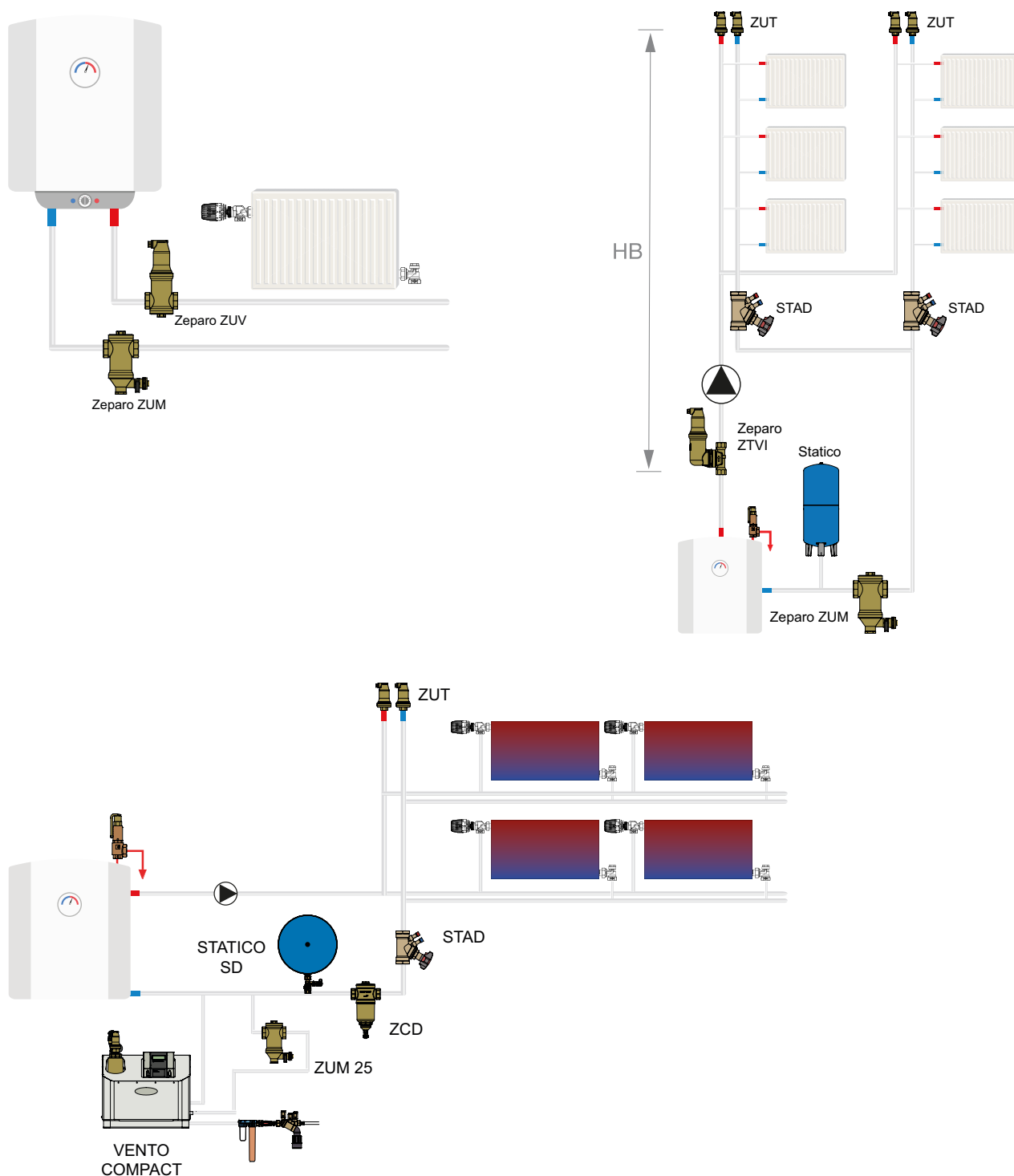
Olika typer av hydroniska system

Följande scheman visar rekommenderade lösningar. Alternativ finns förutsatt att HB-gränsvärdena upprätthålls.

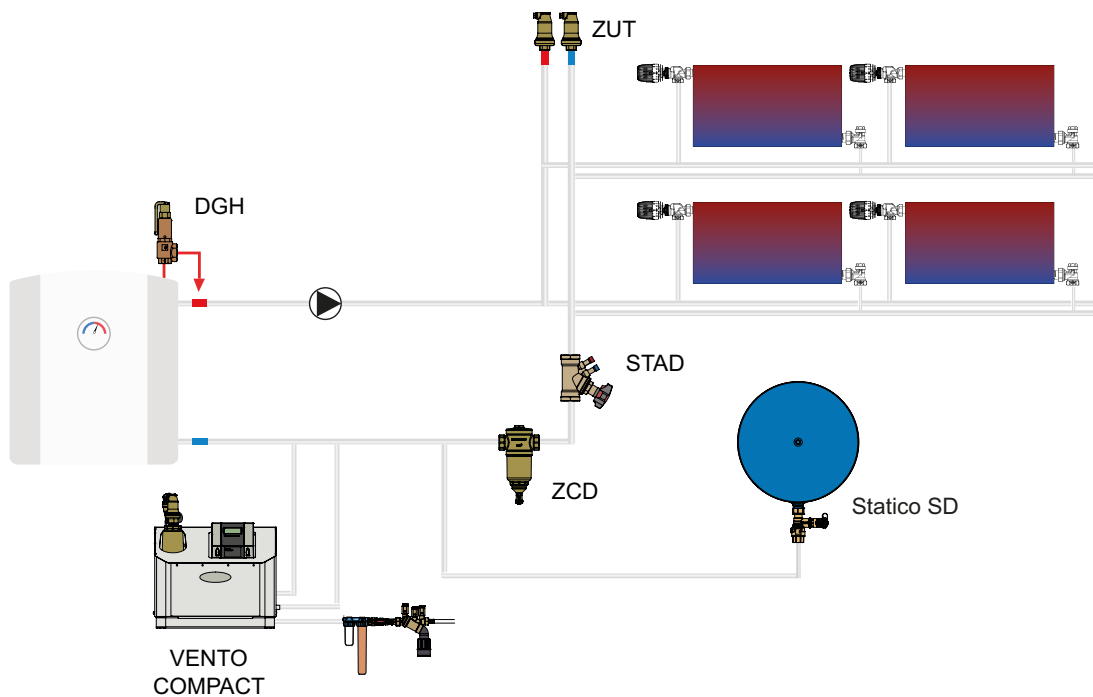
HB = statiskt tryck nödvändigt för avskiljning av mikrobubblor vid max systemtemperatur före avskiljaren

t _{max} °C	90	80	70	60	50	40	30	20	10
HB mWs	15,0	13,4	11,7	10,0	8,4	6,7	5,0	3,3	1,7

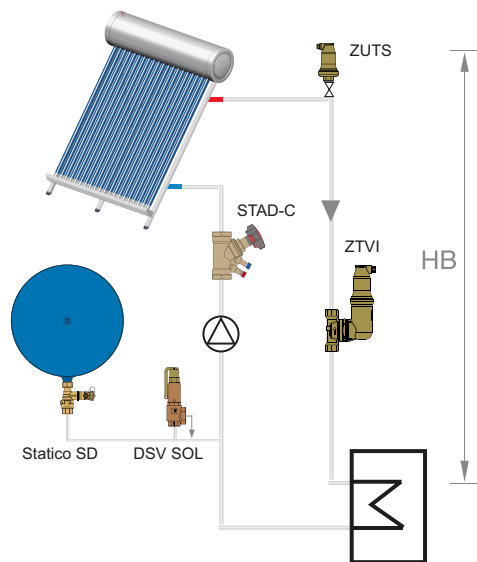
Väggmonterad gaspanna



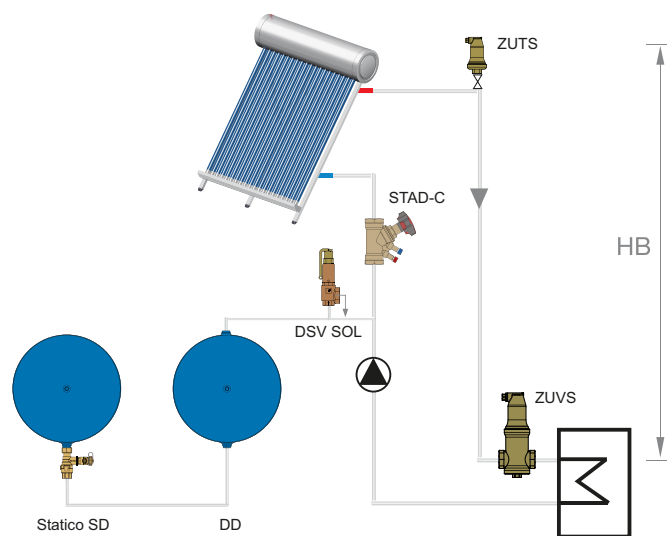
Radiatorsystem med expansionskärlet Statico med fixerat förtryck



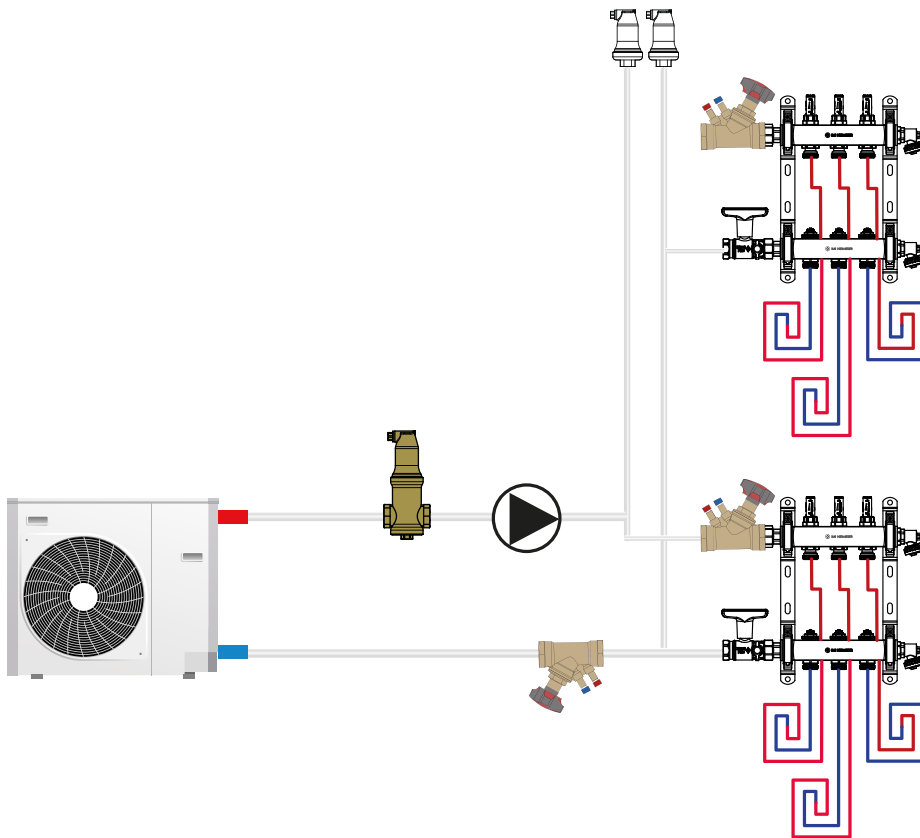
Solfångarsystem för lägre temperaturer



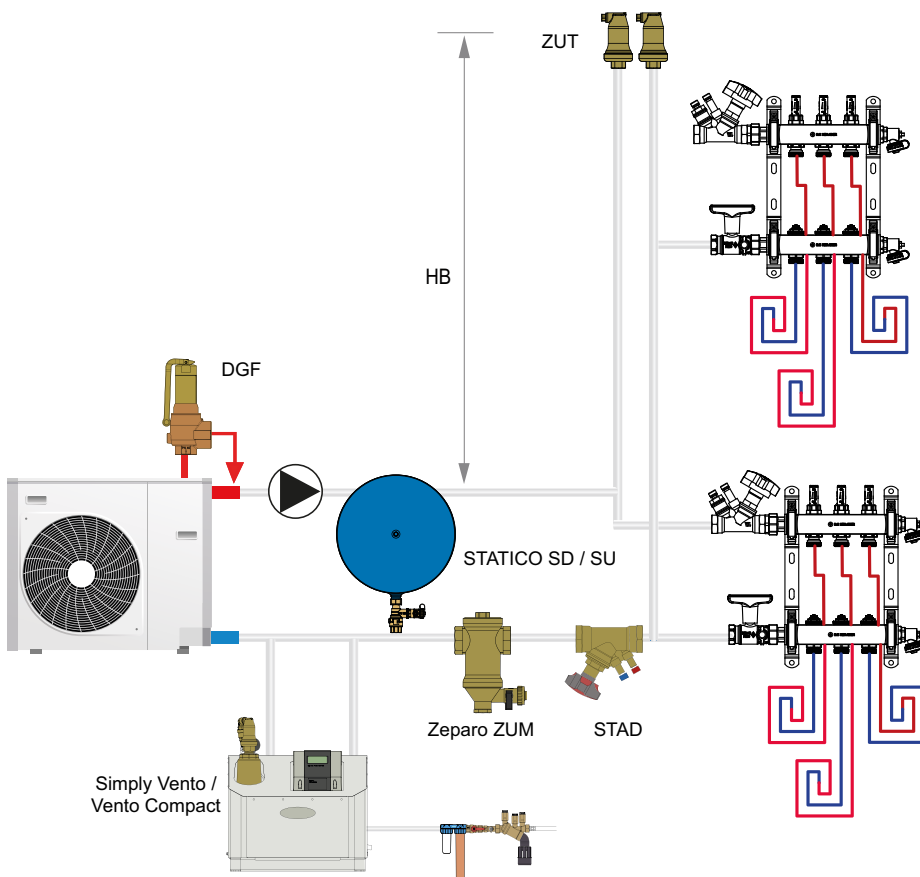
Solfångarsystem för högre temperaturer och mellankärl DD



Små värmepumpssystem med ytvärme och luftavskiljare

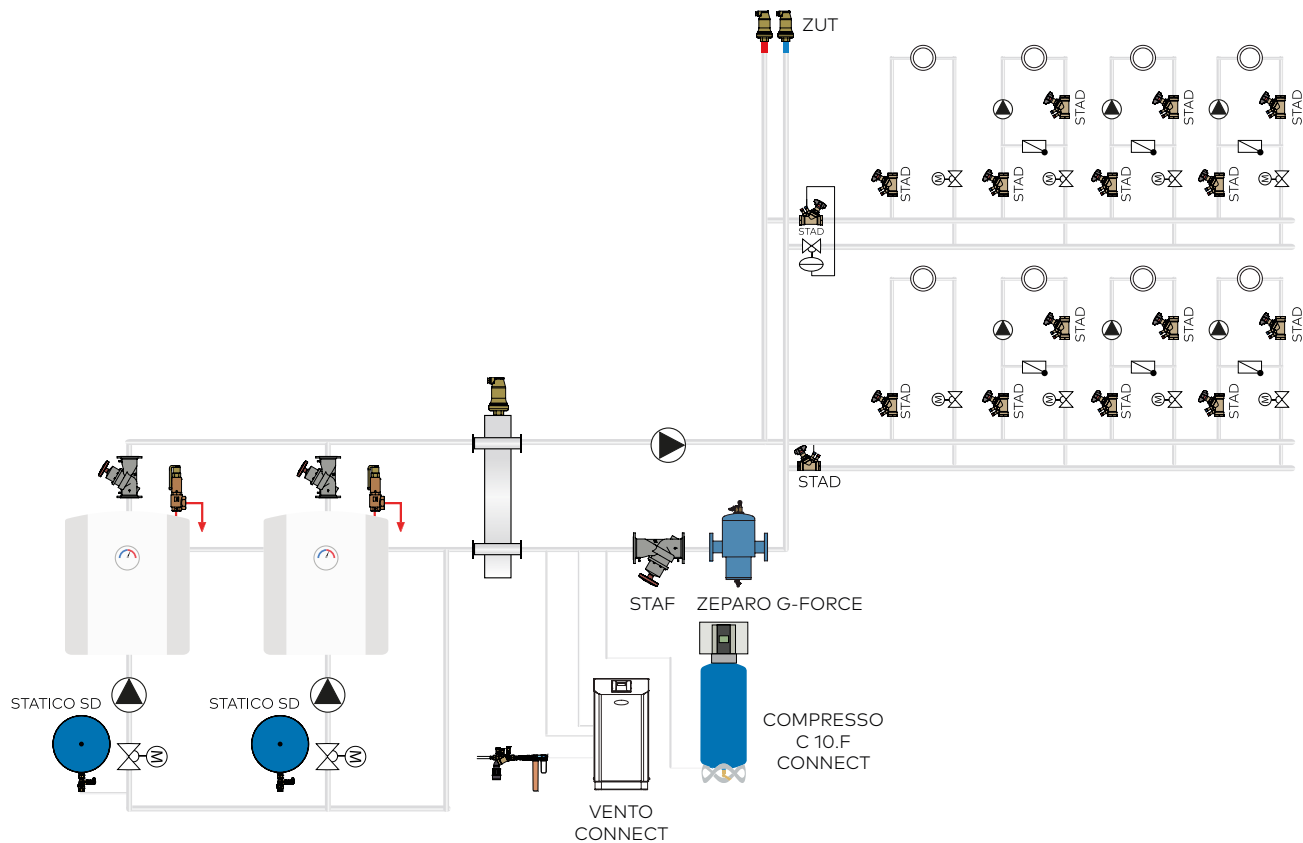


Stora Vento värmepumpssystem med ytvärme och vakuumavgasare

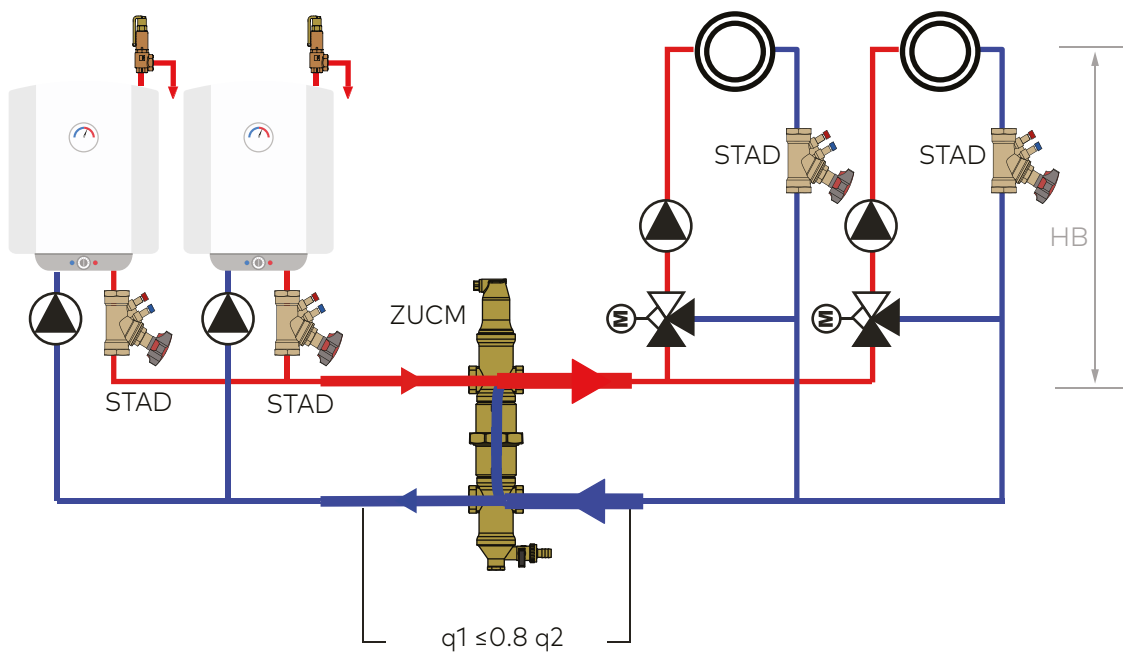


Luft, gaser och smuts i VVS-system

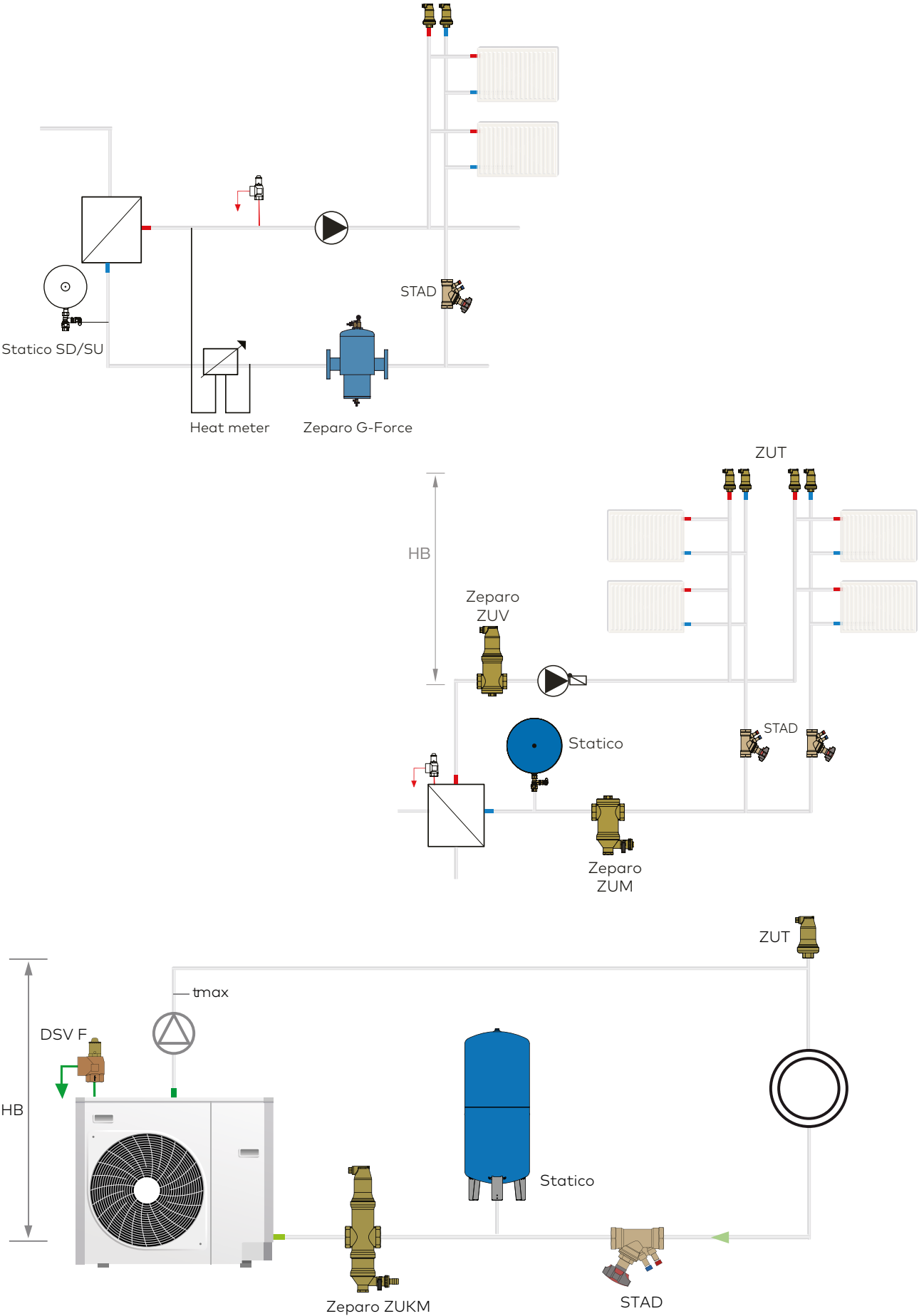
Stora värmesystem



Stamrör med låga förluster på både primär- och sekundärsidan

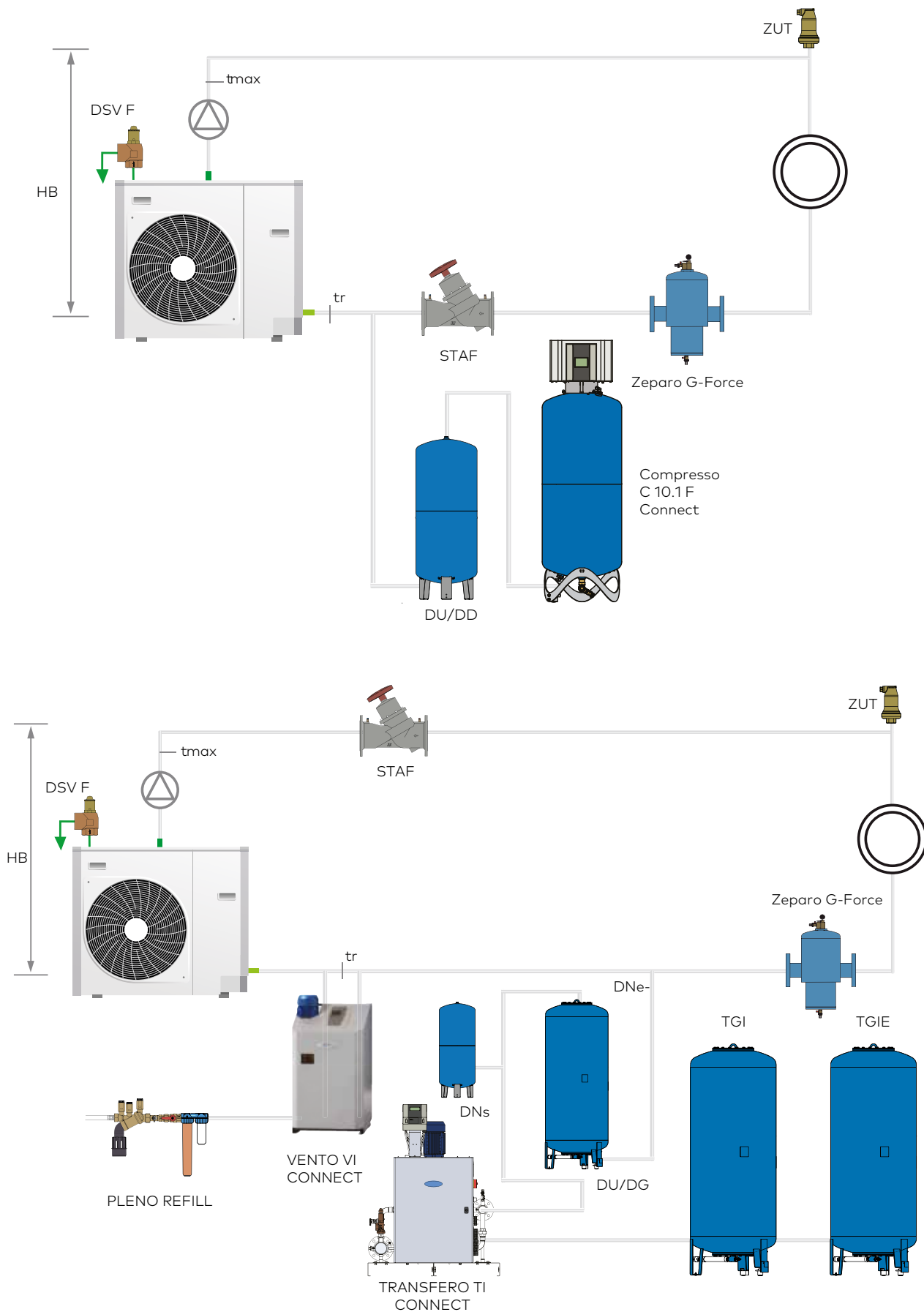


Fjärrvärme – värmeväxlare

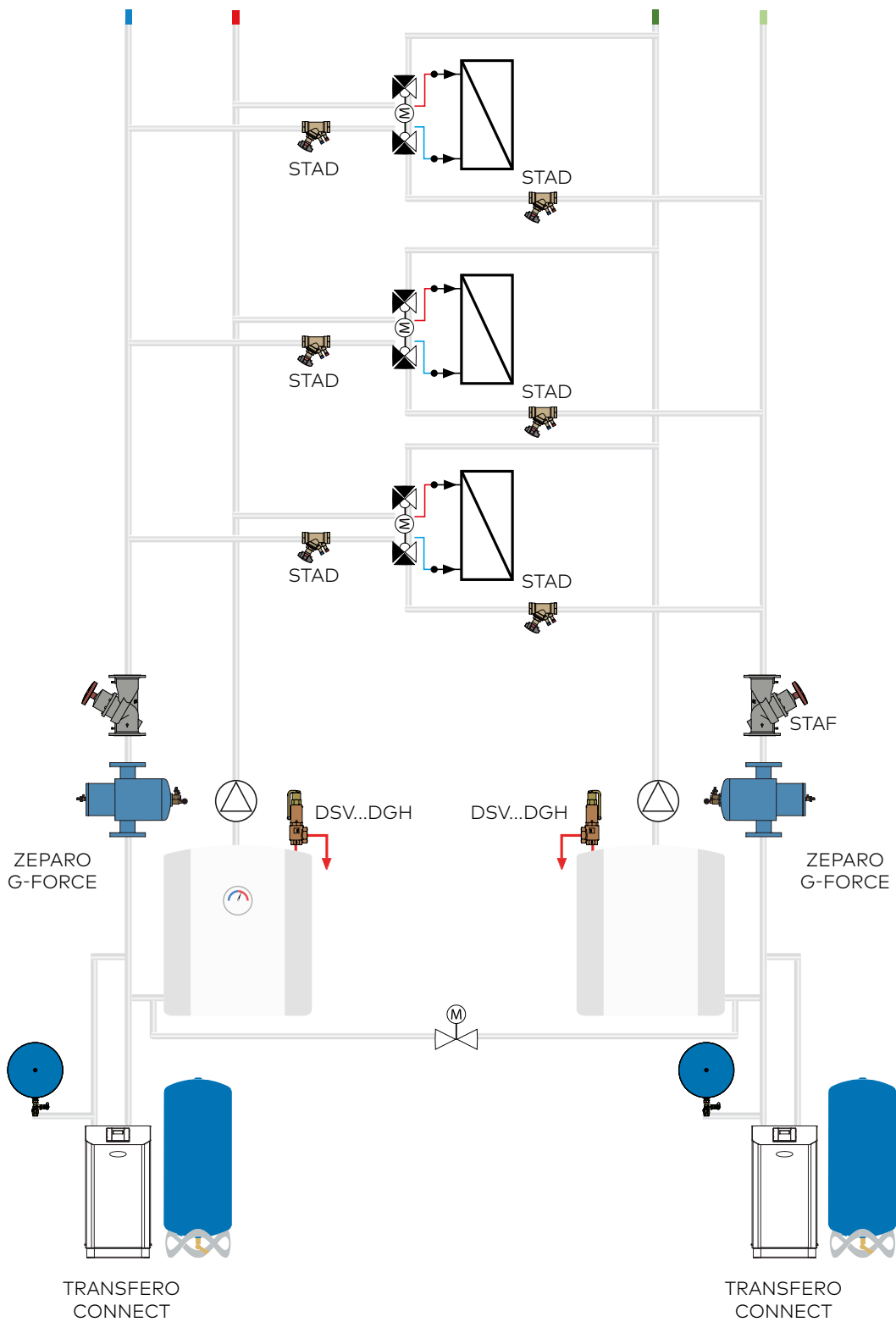


Luft, gaser och smuts i VVS-system

Kylsystem med kylare



Värme-/kylsystem med det dynamiska tryckhållningssystemet Transfero och integrerad vakuumavgasning, som kan användas för både värme och kyla. Automatisk styrning av vatteninnehållet



Regler för förebyggande av luft och smuts/slam

- Korrekt dimensionering av expansionssystemet
- Permanent avskiljning av olika gaser
- Regelbundet underhåll och övervakning av expansionssystemet
- Återkommande kontroll av vattenkvalitet och smutsavskiljare
- Kontroll av vattenpåfyllningsvolym

Slutna hydroniska system

Förebyggande åtgärder är det effektivaste skyddet

- Lufttillskottet via påfyllningsvattnet måste minimeras. Systemen får inte läcka.
- Lufttillskott via atmosfären måste förhindras. Detta innebär att det alltid måste vara tillräckligt med övertryck överallt i systemet. Elastomerer i systemkomponenter ska vara av rätt kvalitet.
- Driftsäkerhet, helt slutna tryckhållning och systemteknik är måsten!
- Den oundvikliga ansamlingen av gas i systemet måste avluftas ur systemet på ett målinriktat och säkert sätt.

Avtappingsfrekvens från smuts-/slamavskiljaren

På grund av hur smuts-/slamavskiljare fungerar visas inte mängden partiklar som samlas vid högt D_p i silen särskilt tydligt. Det finns ingen standard för perioden för avtappning av smuts-/slamavskiljare.

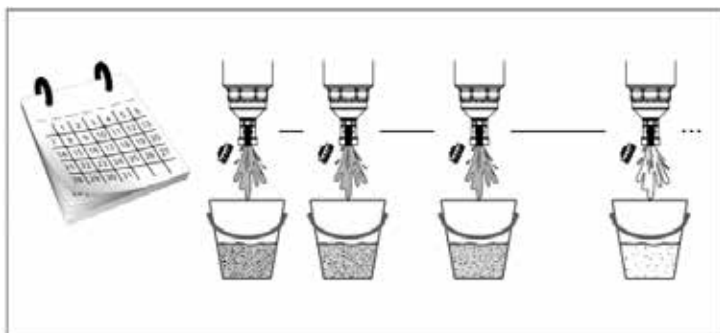
Dräneringsperioder i praktiken:

- Ny, ren installation: beroende på mängden avskiljda partiklar kan det vara möjligt att identifiera lämplig avtappingsfrekvens en vecka eller två efter första avtappningen.
- Vid montering i äldre system eller ny anläggning med betydande mängd smuts: några timmar efter start och för att undersöka den dränerade vätskan, beroende på mängden avskiljda partiklar, även om avskiljaren vissa veckor kan behöva dräneras varje dag.

Undersök alltid kvaliteten på den dränerade vätskan. När vätskan börjar se renare ut efter varje dränering kan dräneringsfrekvensen minskas till mellan 4 och 6 gånger om året.

Tack vare de cykloniska avskiljarnas effektivitet är de första dräneringscyklerna kortare än för konventionella avskiljare.

Observera att alla hydroniska system är olika!





IMI Pneumatex lösningar

Avluftning

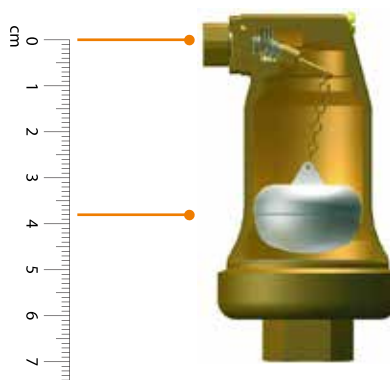
Automatisk avluftare

Zeparo ZUT/ZUP avluftare – för att ta bort fri luft vid systempåfyllning

Modell		Dimension	PN	Funktion
ZUT		15 20 25	10	
ZUTS		15	10	Solfångarsystem upp till 160 °C
ZUP		10	6	
ZUPN		10 15	6	Förnicklad
ZUTX		25	10	Låsbar Utvändig gänga

- Säker och torr gasavskiljning
- Stabil flottör i stor, flödesbalanserad kammare. Smuts och vatten hålls borta från precisionsventilen, även vid högt tryck
- Gängad nödplugg med signalfunktion för den osannolika händelse att läckage skulle uppstå
- Inget skadligt läckage, inga kalkavlagringar
- Inga drift- eller utbyteskostnader pga läckande automatisk avluftning
- Driftsäker, hög kapacitet även vid högt tryck

Stort avstånd på 40 mm mellan flottören (vattennivån) och stängventilen. Detta förhindrar förorening och förkalkning i ventilen, eftersom spraydimman när luftbubblorna bryter igenom vattnets ytspänning inte har någon negativ påverkan. I annat fall skulle dimman leda till kalkavlagringar på ventilen när den torkar, vilket i sin tur skulle leda till läckage.



Zeparo Top är den effektivaste och mest driftsäkra automatiska avluftaren för vattenburna system, lämplig för både uppvärmning och kylning. Den avluftar när systemet fylls och ventilerar vid tömning.

Om det osannolika skulle inträffa och det blir problem med avluftningsmekanismen kommer denna fluorescerande och själv-tätande skruv visa sig vara mycket bra på att tillfälligt få stopp på droppandet och göra defekten synlig



Den breda, halvkoniska, yttre luftkammaren garanterar maximal driftsäkerhet, eftersom bubblor orsakar minimal rörelse hos flottören, och även om trycket ökar tiofalt kommer vattennivån inte att nå avluftningsmekanismen

Den stora basdiametern gör att slammet sätter sig nedanför virvelområdet

Precisionsventilen har en långarmad, modulerande avluftningsmekanism som ger mycket noggrann reglering av vattennivån

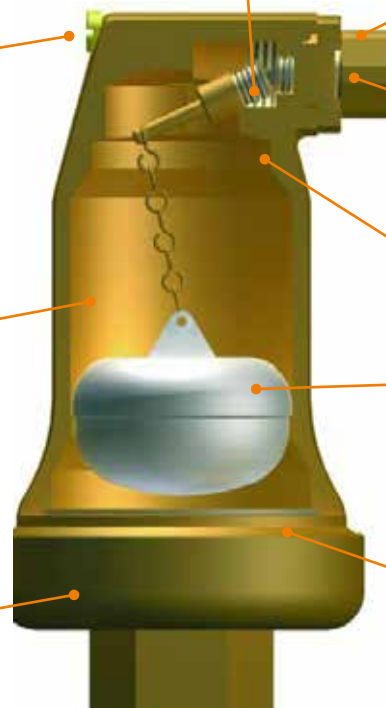
Det T-formade utloppet förhindrar oönskad kontakt med ventilmekanismen och låter kondens komma ut

Läckagefri avluftningsmekanism utan tätning eller hatt är en väl synlig, garanterad avluftningsfunktion

En deflektor skyddar avluftningen mot skum och stänk

Den speciella flottörkonstruktion ger maximal stabilitet, minimal vibration och optimalt bubbelflöde. Den har också en flexibel kedja för flottörens upphängning

En baffelplåt med tre stora sidohål minskar turbulensen i den övre delen



Största möjliga diameter för införandet minskar risken för kapillär förträngning pga orörlig bälg (3/8" är en kompromiss, minimum 1/2" rekommenderas)

Mikrobubbelavskiljning

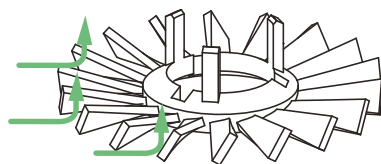
Modell		Dimension	PN	Material	Funktion
ZUV		20 25 32 40	10	Mässing	Helistill-avskiljare
ZUVS		20 25 32 40	10	Mässing	Solfångarsystem upp till 160 °C Helistill-avskiljare rostfritt stål
ZTV		20 22* 25 32	10	Mässing	Vridbar 360° Monteras i valfritt läge Helistill-avskiljare
ZIO		50 65 80 100 125 150 200 250 300	10 16	Stålflänsar	Helistill-avskiljare

* För rör med 22 mm diameter och kompressionskopplingen KOMBI

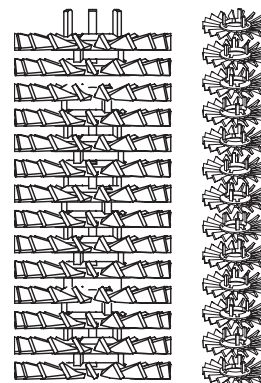


Zeparo ZUV/ZIO mikrobubbelavskiljare

Avskiljare för lägre flödes hastigheter och variabla flöden. Hög effektivitet tack vare Helistill-avskiljaren. Med bafflar i en uppåtgående spiralform får avskiljaren en optimal kombination av olika avskiljningsprinciper



Luftbubblorna i Helistill-insatsen styrs upp till avluftningen.



Vakuumavgasning

Vento Compact/Simply Vento

Simply Vento är en cyklonisk vakuumavgasare för värmesystem. Genom att ge vattnet en rotationsrörelse i ett särskilt cykloniskt vakuumkärl skiljs gasen ut från vattnet helt och hållet. Dessa avgasare rekommenderas särskilt där prestanda, kompakt konstruktion och noggrannhet krävs. Kontrollenheten BrainCube Connect ger en ny nivå av uppkoppling med kommunikation med BMS-systemet och andra BrainCube, samt fjärrstyrning av tryckhållningssystemet genom realtidsövervakning.

Systemtryck upp till 2,5 bar.



Vento Connect

Vento Connect är en cyklonisk vakuumavgasare för värmesystem, solfångarsystem och system med kylt vatten. Dessa avgasare rekommenderas särskilt där hög prestanda, kompakt konstruktion och noggrannhet krävs. Industriversionen VI är särskilt konstruerad för högtryckssystem med tryck på upp till 20,5 bar. Kontrollenheten BrainCube Connect ger en ny nivå av uppkoppling med kommunikation med BMS-systemet och andra BrainCube, samt fjärrstyrning av tryckhållningssystemet genom realtidsövervakning.



TecBox kontrollenhet

- Kontrollenheten BrainCube Connect för intelligent, helt automatisk och säker systemdrift. Självoptimerande med minnesfunktion
- Tålig 3,5-tums bakgrundsbelyst TFT-färgskärm med touchfunktion. Webbaserat gränssnitt med fjärrkontroll och realtidsbild. Användarvänlig, driftinriktad menylayout med svep- och tryckfunktion, stegvis guide för startproceduren och direkthjälp i popuppönster. Alla relevanta parametrar och driftstatus presenteras i klartext, grafiskt och/eller flerspråkigt.
- Integrerade standardanslutningar (ethernet, RS 485) för uppkoppling mot IMIs webbserver och BMS (Modbus och IMI Pneumatex protokoll)
- Uppgradering av mjukvara och dataregistrering kan göras via USB-anslutning – dataregistrering och systemanalys, kronologiskt meddelandeminne med prioriteringsfunktion, kan fjärrstyras med realtidsbild
- Automatisk, periodisk självtest, daglig kontroll av vakuumtäthet. BrainCube Connect aktiverar ett larm vid behov
- Metallhölje av hög kvalitet

FillSafe

FillSafe ger direkt vakuumavgasning och övervakning av vattenpåfyllningen.

Kontrollenheten BrainCube Connect använder en integrerad kontaktvattenmätare och magnetventil för att övervaka hur mycket vatten som fylls på och hur länge och ofta påfyllning sker. Den larmar om angivna gränsvärden överskrids. BrainCube kontrollerar också kapaciteten hos vattenbehandlingsenheten och larmar vid full belastning.

Vid risk för läckage i anläggningen kan denna varning skickas till ett BMS-system eller annan mottagare via internet.

Enkel drifttagning

Vi erbjuder fjärrstyrning och support för felsökning, samt automatisk kalibrering och inbyggda anslutningar för kommunikation med IMIs webbserver och fastighetens automationssystem.

Det finns också en version för kallvattensystem.

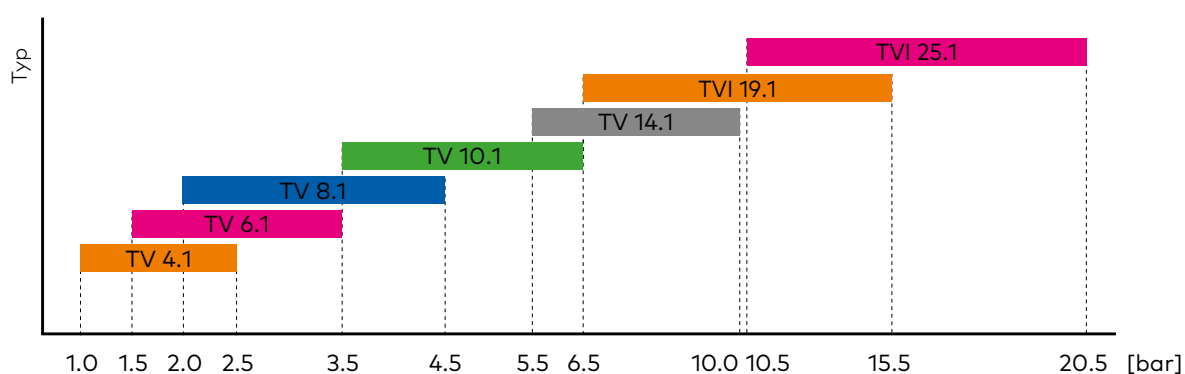
Alla enheter kan också levereras med kondensisolering för kallvattensystem.

Transfero TV/TVI Connect

Detta är marknadens enda tryckhållningsenhet med integrerad cyklonisk vakuumavgasning.

Transfero TV Connect är en noggrann tryckhållningsenhet för uppvärmnings- och solfångarsystem på upp till 8 MW och kallvattensystem på upp till 13 MW. Den rekommenderas särskilt där hög prestanda, kompakt konstruktion och noggrannhet krävs. Kontrollpanelen BrainCube Connect ger en ny nivå av uppkoppling med kommunikation med BMS-systemet och andra BrainCube, samt fjärrstyrning av tryckhållningssystemet genom realtidsövervakning.

Detta ger samma prestanda som Vento-modellerna men med ytterligare tryckhållning.



Driftområde (dpu) för tryckhållnings- och vakuumavgasningsenheterna Pneumatex Transfero. För dimensionering kontakta IMI Hydronic.

Smuts-/slamavskiljning

Smuts- och slamavskiljare med och utan magnet

Modell		Dimension	PN	Material	Funktion	Magnet
ZCD		20 25 32 40 50	10	Mässing	Cyklonisk avskiljning	 tillval
ZCDM		20 25 32 40 50	10	Mässing	Cyklonisk avskiljning	 ja
ZUD		20 25 32 40	10	Mässing	Helistill-avskiljare	
ZUM		20 25 32 40	10	Mässing	Helistill-avskiljare	 ja
ZTM		20 22* 25 32	10	Mässing	Vridbar 360° Monteras i valfritt läge	 ja
G-Force		65 80 100 125 150 200 250 300	16 25	Stålflänsar svetsändar	Cyklonisk avskiljning	 tillval
ZIO		50 65 80 100 125 150 200 250 300	10	Stålflänsar		 tillval

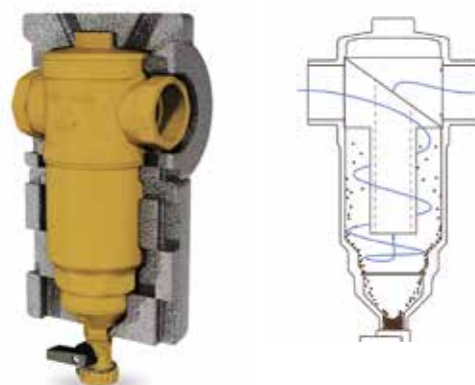
* För rör med 22 mm diameter och kompressionskopplingen KOMBI

Zeparo Cyclone/G-Force smutsavskiljare med cyklonteknik

Den effektiva avskiljning cyklontekniken ger innebär att dina system rengörs med färre cykler, vilket minskar den mängd smutspartiklar som normalt skulle fastna i systemet med varje extra cykel. Den avskiljda smutsen kan snabbt och enkelt spolas ut via dräneringsventilen.

Den höga effektiviteten är oberoende av dimensionen. Smutsavskiljares effektivitet ökar med högre flödes hastighet. Tryckfallet förblir stabilt under driften oberoende av hur mycket smuts som samlas upp. Vid högre flöden, t ex i kylsystem, har man till och med mer skydd.

Magnettillbehöret optimerar avskiljningseffekten till och med ännu mer för slam och avlagringar av magnetit (svart järnoxid) med ännu finare magnetiska partiklar. Enkel hantering och rengöring. Kombinerar magnetisk avsköljning med termisk isolering. Kan beställas som ett set med Zeparo Cyclone eller som ett separat tillbehör.



ZCD – Zeparo Cyclone Dirt



ZCDM-satser – Zeparo Cyclone Dirt med värmeisolering med magnet



ZCHM – värmeisolering med magnet



Zeparo G-Force

Zeparo ZUD/ZUM, ZTD/ZTM vridbar, Dirt-versionen för slampartiklar

Avskiljare för lägre flödes hastigheter och tillfälliga flöden. Hög effektivitet tack vare den invändiga Helistill-avskiljaren.



Zeparo ZUD/ZUM



Zeparo ZTM



Zeparo ZIO

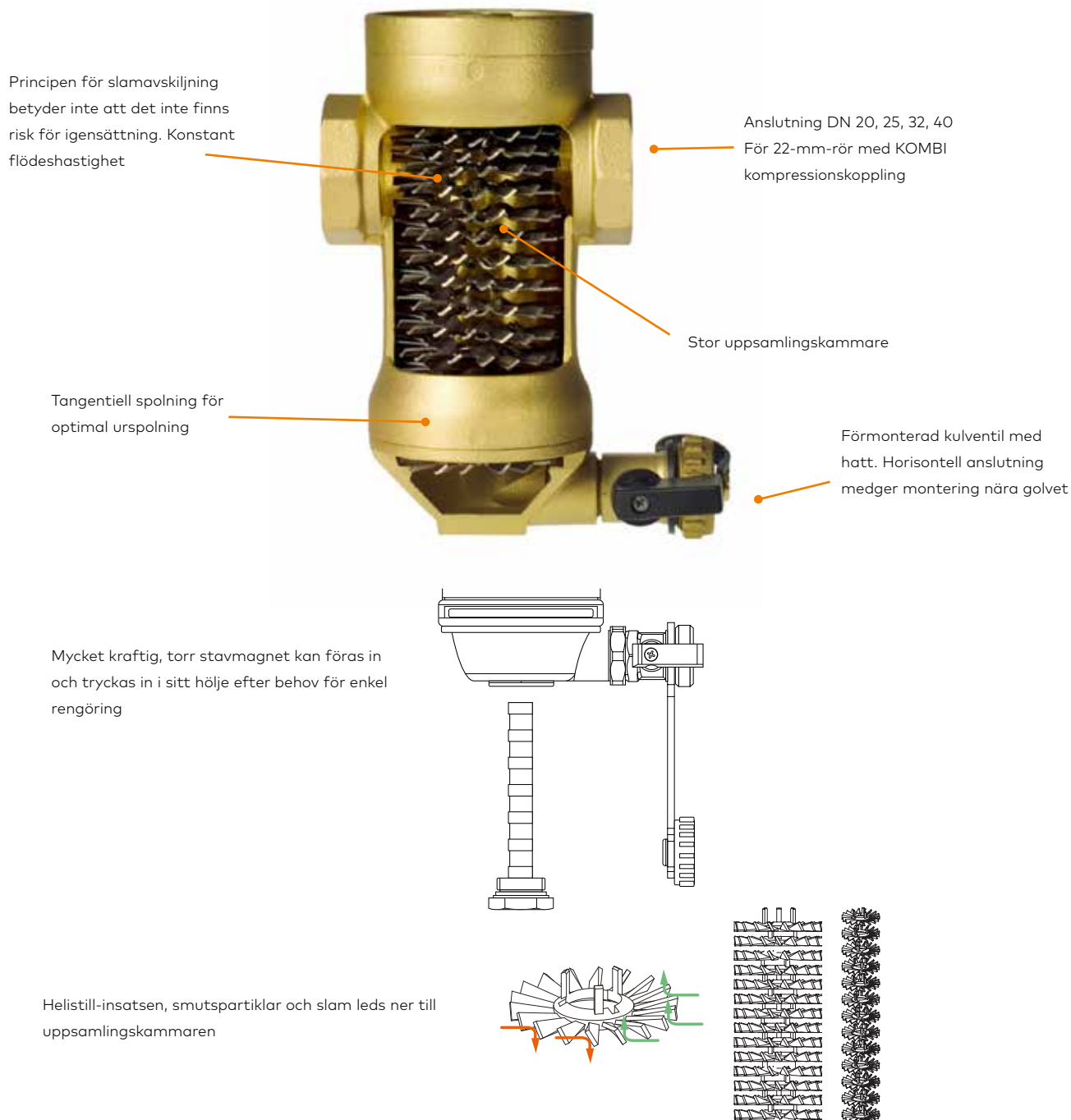
Helistill-avskiljare

Optimal kombination av alla kända avskiljningsprinciper

Med bafflar i en uppåtgående spiralform får avskiljaren en optimal kombination av olika avskiljningsprinciper:

- Lägre flödes hastighet
- Baffel
- Centrifugaleffekt

Zeparo ZUM är den mest effektiva och driftsäkra smuts- och slamavskiljaren för vattenburna system, vid både uppvärmning och kylning. Den rengör med systemet i drift och skiljer av smuts och slam på ett säkert sätt.



Ingen igensättning som hos filter och låg förlust av konstantryck, oberoende av den avskiljda slamvolymen

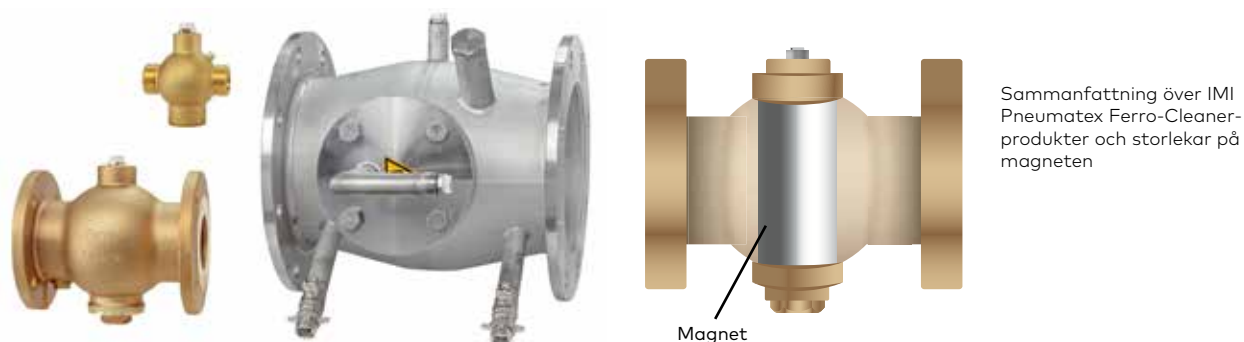
- Utmärkt partikelavskiljning
- Lätt att göra ren, utan systemavbrott
- Installeras i stamledning för att skydda komponenter som pannor och pumpar från slamavlagringar
- Dra ut stammagneten och öppna ventilen för att spola ut slammet

Ren magnetavskiljare

Modell		Dimension	PN	Material	Funktion	Magnet
Typ 80		32	16	Mässing	Syrereducerande anod på begäran	 ja
Typ 150		65 80 100	10	Brons	Syrereducerande anod på begäran	 ja
Typer 273 323 406 606		125 150 200 250 300 400 500	10	Rostfritt stål	Med magnet och anod	 ja

Ferro-Cleaner

Ferro-Cleaner är ett magnetiskt flödesfilter som skyddar värme- och kylanläggningar mot slam och korrosion. Det är enkelt, praktiskt, effektivt och säkert att installera, använda och sköta. Ferro Cleaner kan monteras i valfritt läge, vertikalt eller horisontellt, utan att tappa i effektivitet. Den kompakta konstruktionen förenklar installationen och effektiv användning. Installation av detta filter har positiv effekt på systemets prestanda och livslängd. På DN 125 och större kan offeranod användas i stället, förutom stammagneten.



Kombinerad luft- och smutsavskiljare

Modell		Dimension	PN	Material	Funktion	Magnet
ZUKM		20 25 32 40	10	Mässing	Kombinerad avluftning och smutsavskiljning Två Helistill-avskiljare	 ja
ZTKM		20 22* 25 32	10	Mässing	Vridbar 360° Monteras i valfritt läge Två Helistill-avskiljare	 ja
ZUCM		20 25 32 40	10	Mässing	Kombinerad avluftning och smutsavskiljning Stigare med låg förlust mellan produktions- och distributionssidorna Två Helistill-avskiljare	 ja

* För rör med 22 mm diameter och kompressionskopplingen KOMBI



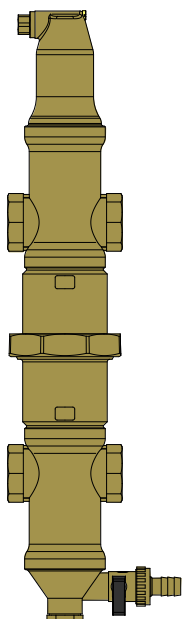
Zeparo ZUKM

Avskiljare, kombiversion för mikrobubblor och magnet för slampartiklar. Idealisk för kylsystem

Zeparo ZTKM

Avskiljare, KOMBI-versionen för mikrobubblor och magnet för slampartiklar. Avskiljningskammaren kan vridas 360 grader, för montering av Zeparo ZT i annat läge

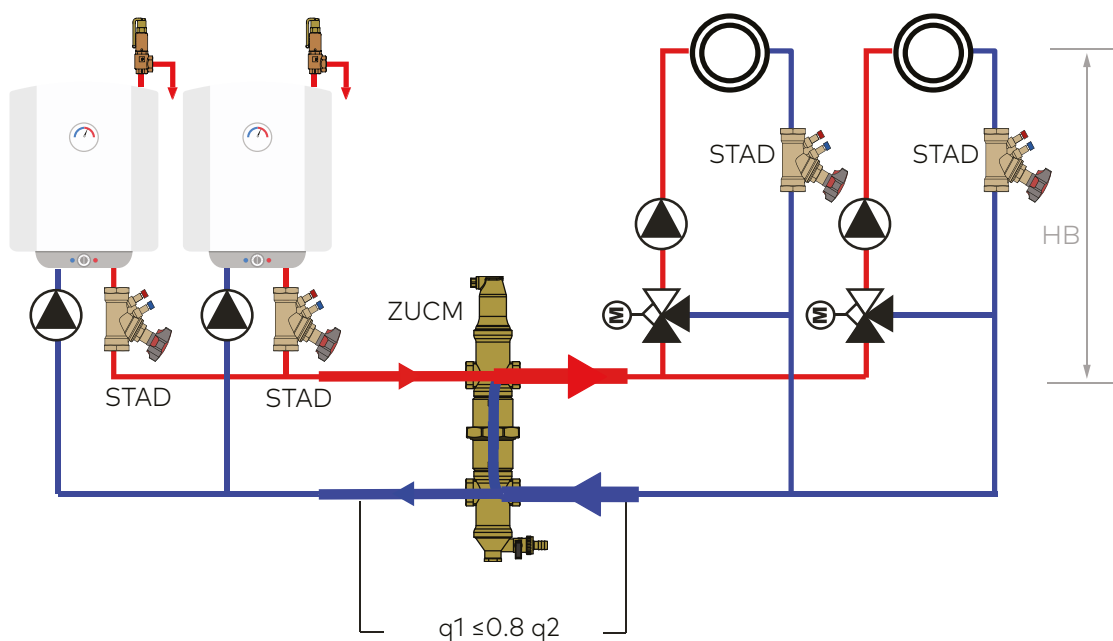




Zeparo ZUCM

Lågförluststigare, modellen Collect med magnet för mikrobubblor och slampartiklar. Kombinerad avluftare och smutsavskiljare med lågförluststigare för hydroniska problem och problem med luft och smuts i systemet

Stamrör med låga förluster på både primär- och sekundärsidan



ZUCM	q1 [m3/h]
20	≤1,25
25	≤2
32	≤3,7
40	≤5

BILAGA A

Från faktaboken HYDRONISK ENERGIEFFEKTIVITET

Fakta nr 11

Korrosion och smuts som samlas i rör kan ge högre elkostnad för pumpen i uppvärmnings- och kylsystem med så mycket som **35 %** (*) under de första åren i drift.

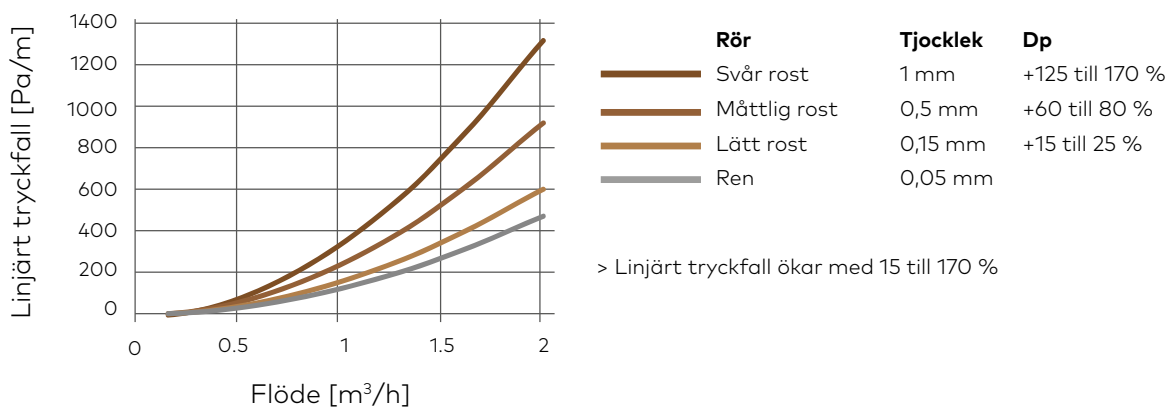


Tryckfall i rör (kallas ibland ledningstryckfall) beror på:

- rörets invändiga diameter
- rörets ytråhet
- vattnets (värmeöverföringsvätskans) densitet och viskositet
- flöde
- förekomst av syrgas som en följd av otillräcklig eller felaktigt underhållet tryckenhet som orsakar korrosion
- smutsavlagring (på grund av dålig vattenkvalitet och otillräcklig vattenhastighet i delar av anläggningen) som ständigt ändrar ytråheten med 15 till 70 % under de första åren och 150 till 240 % (**) efter 20 till 50 år. För att kompensera för detta ökade tryckfall måste pumptrycket höjas med lika mycket, vilket leder till att energiåtgången i pumpen stiger

Exempel:

Rör DN 25 av stål DIN 2440, ISO-serie 65



(*) Om tryckfallet i röret utgör 50 % av det totala tryckfallet i systemet kommer 70 % ökning av tryckfallet i röret att få en direkt påverkan på energiåtgången i rören med 35 % för att behålla samma flöde. (**) Källa: Resultat publicerat av Pr Rahmaye på Utah Stat University.

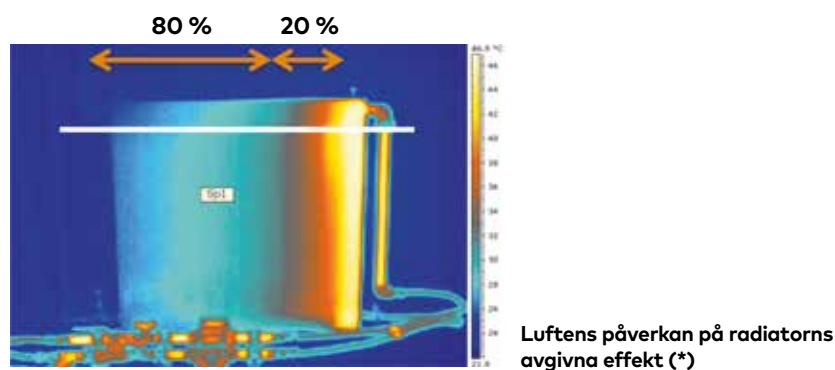
Fakta nr 18

Ansamling av luft i radiatorer kan ge en dramatisk minskning av radiatorns avgivna effekt med så mycket som **80 %**.

Förekomst av luft i vattnet måste minimeras, inte bara för att minska problemen med korrosion och ljud, utan även för det ger sämre värmeöverföring från apparaterna.

Bilden tagen med värmekamera (se bildexempel) visar att luftfickor påverkar vattencirkulationen i radiatorn negativt och drastiskt påverkar den avgivna effekten.

För att kompensera för komfortförsämringen pga lägre radiatoreffekt är det vanligt att användaren höjer utgående temperatur från pannan och pumpvarvtalet. Detta har avsevärd påverkan på värmesystemets energiåtgång (se fakta nr 4, nr 8 och nr 12))(**).



(*) Termiska mätningar från institutet Karel de Grote Hogeschool

(**) Se IMI Hydronic Engineerings Energy Facts 2021 för mer information om energi.

Måttenheter

- Om inte annat anges avser värden på tryck manometertryck.
- Gasinnehåll i vatten som anges med enheten ml/l avser standardförhållande på 0 °C och 0 bar.
- Kvävgas N₂: 1 ml/l = 1,25046 mg/l
- Syrgas O₂: 1 ml/l = 1,42895 mg/l

Termer

När vi talar om vakuum i samband med vakuumavgasare, menar vi inte fysiskt vakuum (eller frånvaron av materia) utan ett negativt tryck mellan lokalt atmosfärtryck och mediets mättnadstryck.

Källor

- [1] "Gase in kleinen und mittleren Wasserheiznetzen" Dresdens tekniska universitet, institutet för energiteknik, samordnad slutrapport, AiF forskningsämne nr 11103 B, november 1998
- [2] "Vermeidung von Schaden in Warmwasser-Heizungsanlagen - Steinbildung und wasserseitige Korrosion" VDI 2035 Bl. 1, mars 2021
- [3] Rühling, K. "Test von Entgasern in Technikums-Kreisläufen mit Wasser" Dresdens tekniska universitet, professur för energiteknik för fastigheter och värmeöverföring på uppdrag av IMI Hydronic Engineering Switzerland AG, november 2017 och januari 2018
- [4] Koch, F., Rühling, K., Heymann, M. "Test von Entgasern in Technikums-Kreisläufen mit Wasser-Ethylenglykol-Gemisch" Dresdens tekniska universitet, professur för energiteknik för fastigheter och värmeöverföring, februari 2022



Luft & smuts: Problem, orsaker, teknik

Hur kommer luft och annan gas in i värme- och kylsystem? Vilka är de effektivaste åtgärderna? Hur uppstår magnetiskt slam? Hur undviker man detta fenomen och hur blir man av med smutsen?

Denna tekniska guide ger dig svar på dessa frågor och många andra om luft och smuts i dessa system. IMI Hydronic Engineering har det mest kompletta sortimentet automatiska avluftningar, smuts- och mikrobubbelavskiljare och cykloniska vakuumavgasare, så vi kan erbjuda den bästa lösningen för varje problem orsakat av luft och smuts.



IMI Hydronic Engineering AB
Support Center
Tel: 020 81 00 22
Epost: support.se@imi-hydronic.com

www.imi-hydronic.se