

HANDBOK

UTGÅVA 3 2008

Vätskeburen kyla





Inledning

Vårt kylbehov ökar i takt med klimatförändringarna och att medeltemperaturen höjs. Samtidigt ställer vi allt högre krav på komforten inomhus.

Att ha en behaglig inomhustemperatur även då solen gassar utanför tar vi numera för givet. Att använda kyla från naturen ses som ett naturligt steg i denna process och de tidigare ozonnegativa köldmedierna har idag fasats ut från marknaden. Genom att använda indirekta kylsystem med köldbärare kan mängden miljöfarliga köldmedier numera minimeras.

Denna handbok ger en allmän information om vanligt förekommande kylprocesser, system och fluider samt reder ut några av begreppen kring kyltekniken. Handboken är en uppdaterad och omarbetad version av vår tidigare handbok "Köldbärarsystem" och ger en guidning över de vanligaste köldbärarna för indirekta system samt vilka komponentval som lämpar sig bäst.

Vidare belyses funktioner och system inom vätskeburen kyla. Handboken avslutas med en bilaga där förslag presenteras över utrustning för indirekta system med vattenblandningar av glykoler och alkoholer som köldbärare.

Armatec har kunskap kring funktioner och system både gällande kyla och värme. Vetskapen om att kylsystem inte är lika med värmesystem är viktig. I kylsystemen kan glykoler och organiska salter cirkulera och då gäller det att veta vilka material som klarar minusgrader och vilken tätning som skall användas för att undvika läckage. Vi vet också vikten av att avgasa ett kylsystem och vilket tryckhållningssystem som passar bäst.

Vår målsättning är att handboken skall ge en översikt över de vanligaste förekommande köldbärarna för indirekta kylsystem samt underlätta gällande val av systemlösning och materialval. Kyla är inte värme.

”Värmeöverföring utan energitillförsel kan endast ske från en högre temperatur till en lägre. T ex så kommer en isbit att smälta i handen genom värmeöverföring tills att temperaturskillnaderna mellan handen och vattnet har utjämnats.

I en kylanläggning vill man att kylan skall uppta den värme som finns i t ex ett rum. Värmeöverföringen skall således gå från en lägre temperatur till en högre temperatur. För att åstadkomma detta krävs energitillförsel”.

I en kylanläggning sker värmeöverföringen med hjälp av energitillförsel. Denna handbok ger inledningsvis en allmän information om vanligt förekommande kylprocesser, system och fluider.

Kompressorkylmaskin

En kompressorkylmaskin består av fyra ingående komponenter samt en kylkrets med ett cirkulerande kylmedium. Värme avges från det objekt som skall kylas och upptas i förångaren.

Värmen får kylmediet att koka och övergå från vätska till gas. I nästa steg höjs kylmediets tryck och temperatur i kompressorn med hjälp av elenergi för att sedan i kondensorn avge värmen till ett kylmedium och då åter igen övergå till vätskefas.

Slutligen sänks tryck och temperatur i strypventilen och kylmediet har åter sina ursprungsvärden när cirkeln sluts i förångaren.

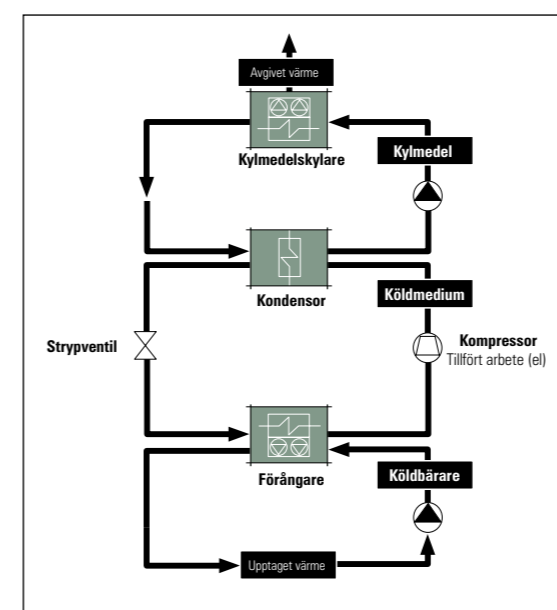


Fig.1
Principiell bild som visar en kompressorkylmaskin med tillhörande köldbärarsystem samt kylmedelsystem.

Direkt system

System i vilket såväl förångare som kondensorn utan mellanmedium (köldbärare/kylmedel) står i direkt kontakt med den fluid som skall kylas respektive värmas.

Indirekt system

System i vilket varken förångare eller kondensorn står i direkt kontakt med den fluid som skall kylas respektive värmas. Kylan överförs till ett annat medium och kylsystemet arbetar i två steg.

Först kyler köldmediekylsystemet en köldbärare som i sin tur kyler anslutna kylobjekt i ett rörsystem. Genom att använda ett indirekt system så kan mängden köldmedium minskas.

Denna handbok ger anvisningar om installation, idrifttagning och val av komponenter för olika typer av köldbärare i indirekta system.

Köldmedium

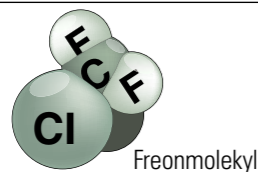
Köldmedium är det arbetsmedium som cirkulerar i en kylkrets. Köldmediet tar upp värme vid låg temperatur och lågt tryck (i förångaren) och avger värme vid högre temperatur och högre tryck (i kondensorn) genom tillståndsförändring (i kompressorn).

Köldmediet utnyttjas genom att det kan ta upp och avge mer energi vid övergången mellan olika aggregationstillstånd (gas, flytande eller fast) än vid enbart en temperaturförändring. Utifrån systemförutsättningar och användningsområde görs valet av köldmedium. Exempelvis

så är vatten ej lämpligt som köldmedium om systemet utformas för lägre än 0 °C medan andra köldmedium kan vara brandfarliga eller ha andra negativa faktorer.

Köldmedier betecknas med bokstaven R följt av ett nummer som anger den kemiska sammansättningen. Kända köldmedier med handelsnamnet freoner är exempelvis R12 inom gruppen CFC och R22 tillhörande HCFC.

Nackdelen med dessa köldmedier är att de har en negativ påverkan på ozonlagret och har numera fasats ut från marknaden.



Ersättare har istället blivit de klorfria HFC-mediumerna som t ex R134a som inte har en negativ inverkan på ozonlagret men däremot bidrar till växthuseffekten (global uppvärmning).



Bilden visar det största ozonhål som dokumenterats. Fotot är tagen över Antarktis 24 september 2006 av NASA's satellit Aura.

Köldbärare

Fluid som utan tillståndsförändring transporterar värme/kyla mellan förångaren och objekten som skall kylas och där värme kan upptas.

Vätskan kan bestå av vatten med eller utan fryskyddstillägg. Ett av kraven på köldbäraren är att den skall, trots låga temperaturer, inte frysa eller bli för trögflytande.

Kylmedel

Fluid, t ex luft och vatten, som för bort värme från värmeavgivande delar. Exempelvis skall den värme som upptagits i förångaren plus den värmeenergi som har tillsatts under processen kylas bort. Om kylmaskinen står utomhus används luft som kylmedel. Annars överförs värmen till ett kylmedel som t ex vatten. Kylmedlet kan sedan användas i en värmeåtervinningskrets eller avges i en så kallad kylmedelskylare där värmen avges till omgivningsluften.

Fjärrkyla

Fjärrkyla innebär att kyla produceras på ett centralt ställe och distribueras ut i ett ledningsnät till exempelvis kontor, bostäder, industrier och sjukhus. I fastigheterna ansluter man fjärrkylsystemet till en lokal kylväxlare som anpassar temperaturerna till de lokala behoven.

Fjärrkylsystemet levererar vanligtvis 6 °C vatten ut till abonnenterna och samma vatten returneras tillbaka med en temperatur av ca 16 °C.

Fjärrkyla kan produceras på olika sätt så som med frikyla, absorptionskyla, kyla från kylmaskiner eller värmepumpar.

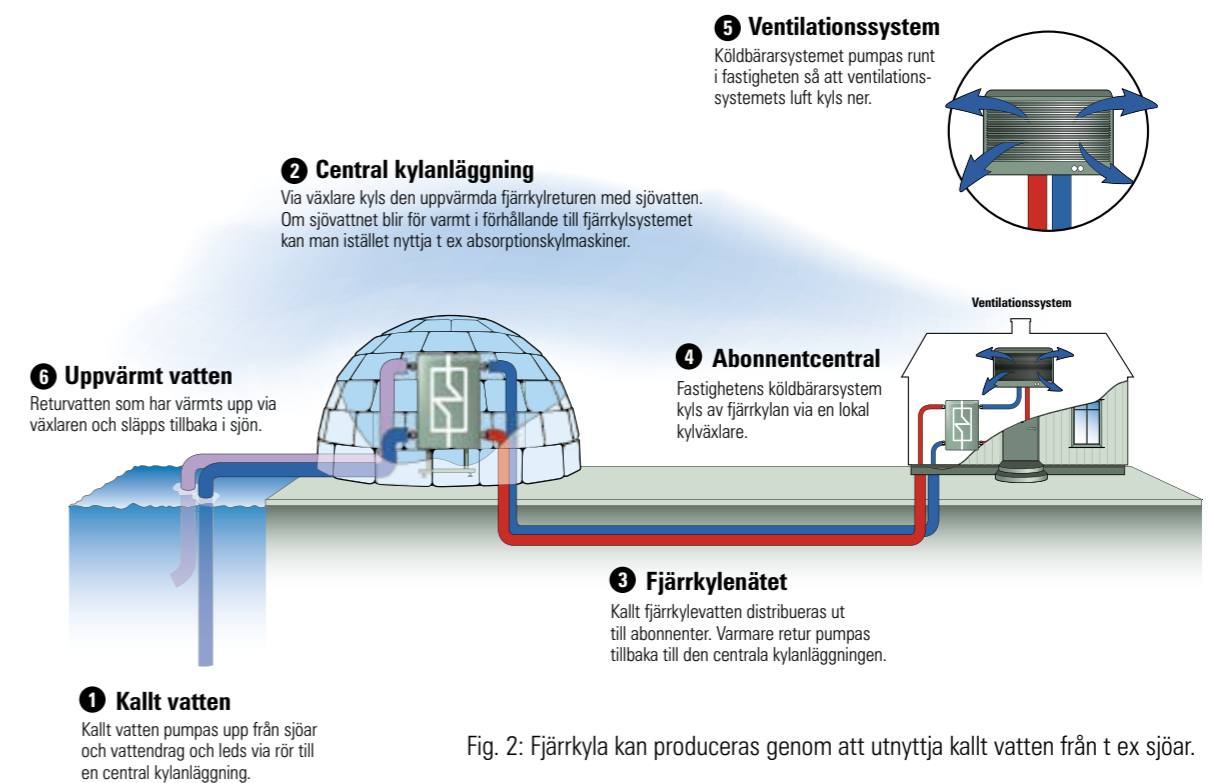


Fig. 2: Fjärrkyla kan produceras genom att utnyttja kallt vatten från t ex sjöar.

Att producera storskalig fjärrkyla framställs ofta som ett mer miljövänligt sätt att skapa kyla än ha lokala kylmaskiner som eventuellt bullrar, droppar, kräver underhåll etc. Likaså kan spillvärme eller fjärrvärme användas för att producera fjärrkylan och på så sätt kan användandet av högvärdig energi såsom el minskas.

Frikyla

Genom att använda sig av naturens naturliga kyla fås frikyla, dvs maskinellt framställd kyla ersätts med t ex vatten eller luft. Det vanligaste sättet att erhålla frikyla är att utnyttja kallt vatten från sjöar och andra vattendrag samt användandet av uteluft.

För frikyla med vatten pumpar man upp tre- till fyragradigt vatten som via värmväxlare får cirkulera i fjärrkylnätet. Varm returtemperatur släpps sedan tillbaka till vattendraget. Frikyla med uteluft innebär att överskottsvärme kyls bort med kallare luft via ett kyltorn eller kylmedelskylare.

Energibrunnar är ytterligare ett exempel på frikyla. Genom att utnyttja att marken sommartid är kallare än utomhusluften kan man med hjälp av borrhål erhålla temperaturer som passar för att använda i kylsystem.

Absorptionskyla

En absorptionskylmaskin producerar kyla på ett liknande sätt som en kompressorkylmaskin producerar kyla. Men istället för en kompressor använder man sig av en absorbator, en cirkulationspump och en generator när köldmediet skall komprimeras från lågtryck till högtryck.

I en kompressorkylmaskin använder man sig av elektrisk drivenergi medan man med en absorptionskylmaskin använder sig av värme, t ex fjärrvärme eller spillvärme.

På samma sätt som i en kompressorkylmaskin tas värmeenergi från det vatten som skall kylas i förångaren. Med hjälp av ett stort undertryck kokar vattnet redan vid en mycket låg tempe-

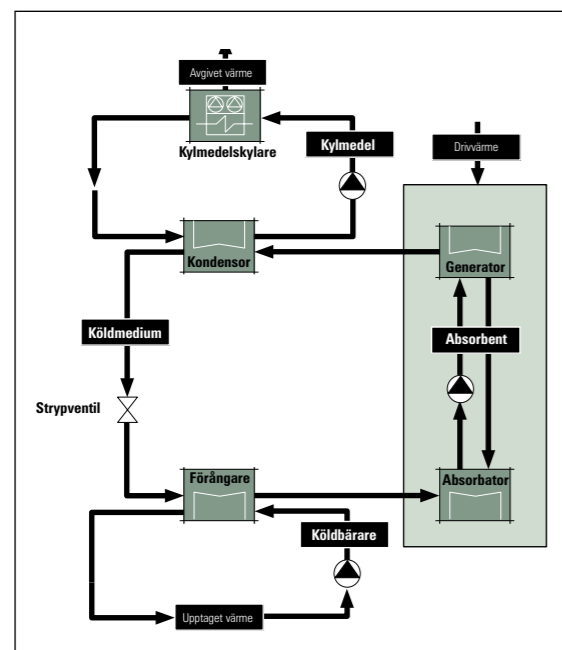


Fig. 3: Principiell bild som visar en absorptionskylmaskin med tillhörande köldbärarsystem samt kylmedelsystem.

ratur och vattenångan som bildas i förångaren leds vidare till en absorbator där, t ex en litiumbromidlösning, suger upp vattenångan.

Denna lösning pumpas vidare till en generator som värmer upp lösningen med t ex fjärrvärme. Vattnet förångas på nytt med hjälp av värme och ångan leds vidare till kondensatorn. Litiumbromiden, nu utan vatteninnehåll, återgår till absorbatorn för ännu en cykel. I kondensorn kyls vattenångan och kondenseras innan den förs tillbaka till förångaren och vattnet kan åter igen ta upp värme från köldbäraren som skall kylas.

Värmepump

På samma sätt som i ovan beskrivna kompressorkylmaskin fungerar en värmepump. Namnet väljs utifrån vilken sida av processen man är intresserad av.

En anläggning med värmepump kan i ett första led utvinna värme ur en värmekälla med låg temperatur med hjälp av mekanisk energi (el) och höja temperaturen för att sedan leverera ut på t ex ett fjärrvärmenät. I denna process har samtidigt temperaturen på värmekällan sjunkit och kan användas som köldbärare i ett annat system via en värmeväxlare.

Kombinationer av frikyla och värmepump är vanliga. Vid t ex en bergvärmepump används vintertid värmepumpen på traditionellt sätt och spetsas vid behov med annan värme.

Sommartid används frikyla i första hand ur borrhålen. Vid topplaster startas värmepumpen och kyla tas från värmepumpens kalla del.

För indirekta system återfinns de viktigaste kraven och anvisningarna i:

- Tryckbärande Anordningar, AFS 1999:4.
- Besiktning av Trycksatta anordningar AFS 2005:3 och AFS 2005:24.
- Rörledningsnormer 1978, RN 78.
- Svensk Kylnorm.

Föreskriften Tryckbärande Anordningar, AFS 1999:4, är den svenska lagtexten, baserad på EUs Tryckkärlsdirektiv, PED, och måste tillämpas.



"Indirekta system innehåller i de flesta fall vatten med tillsats av frysskyddsmedel. Denna handbok behandlar endast denna typ av system och med vissa utvalda köldbärare".

Val av köldbärare

Rent vatten är en utomordentlig köldbärare vid arbetstemperaturer ned mot 0 °C men därefter börjar problemen och ju lägre temperaturen blir, desto mer begränsat blir urvalet av lämpliga köldbärare för indirekta system.

En bra köldbärare bör ha följande egenskaper:

- ✓ **Hög volymetrisk värmekapacitet för att kunna transportera så mycket energi som möjligt per volymenhet.**
- ✓ **Goda värmeöverföringsegenskaper för att minska temperaturdifferensen mellan de två fluiderna eller för att minska värmeöverföringsytorna.**
- ✓ **Möjlig att pumpa till låga energikostnader.**
- ✓ **God materialkompatibilitet, d v s, inte orsaka korrosion.**
- ✓ **Miljövänlig och ofarlig att hantera.**
- ✓ **Prisvärd.**

Det är värt att påpeka att det inte finns någon perfekt köldbärare, alla har någon negativ egenskap, och därför måste det för varje enskilt fall bestämmas vilka egenskaper som är viktigast och välja köldbärartyp utifrån detta.

Syrgas är en reaktiv gas som reagerar med stål i systemet och korroderar samt bildar rostpartiklar. För att motverka detta är de flesta vattenbaserade köldbärarna försedda med någon typ av


korrosionsinhibitor för att motverka korrosion av konstruktionsmaterialen.

Ett kylsystem är svårare att avlufta än ett värmesystem eftersom vattens möjlighet att binda syre ökar vid sjunkande temperatur. Den spontana avluftning som annars sker i ett värmesystem vid stigande temperatur kommer ej att ske i ett kylsystem.

Icke vattenbaserade köldbärarvätskor, s.k. termooljor, förekommer också men de har förhållandevis dåliga värmeöverföringsegenskaper och låg kapacitet för energitransport.

Glykol

Propylenglykol

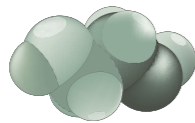
Propylenglykol är med sin "ogiftighet" och sina,  i kombination med korrosionsinhibitorer, goda korrosionsegenskaper ett utmärkt alternativ i köldbärarsystem, speciellt inom livsmedelsindustrin.

Lösningens viskositet ökar dock kraftigt vid sjunkande temperatur vilket hämmar värmeöverföringsegenskaperna. Detta gör att propylenglykol inte är aktuellt vid lägre temperatur än ca. -10 °C.

Korrosionsegenskaperna gör att konstruktören kan välja relativt billiga typer av armaturer, t ex. ventiler, pumpar och manometrar. Köldbäraren är dessutom väl beprövad vilket ger en hög pålitlighet.

Etylenglykol

Etylenglykol har betydligt bättre termofysikaliska egenskaper än propylenglykol vid låga temperaturer.



Lösningen har i kombination med korrosionsinhibitorer goda korrosionsegenskaper vilket i likhet med propylenglykolen ger möjlighet till val av enkla och billiga armaturer.

Alkohol

Etylalkohol (etanol)

Etanol används som köldbärare framförallt i bryggeriindustrin. Pga etanolens låga flampunkt påbjuder Sprängämnesinspektionens bestämmelser att koncentrationen inte får överstiga 30% för att klassas som icke brandfarlig.



Etanol har goda korrosionsegenskaper och är ganska billig men har begränsade värmeöverföringsegenskaper.

Organiska salter

Kaliumacetat, kaliumformiat

Organiska salter har extremt låg viskositet och mycket god värmeledningsförmåga vilket ger goda värmeöverföringsegenskaper, som i sin tur resulterar i små värmeöverföringsytor och lågt flödesmotstånd.

Det bör beaktas att de flesta organiska salter är elektrolyter och därför bör konstruktören noga beakta valet av material för att undvika galvanisk korrosion.

Lösningens låga ytspänning ställer också höga krav på packningsmaterial i ventiler och på pumparnas axeltätningar, vilket gör att regelbunden service bör etableras.

Oorganiska salter

Kalciumklorid

En kalciumkloridlösning innehållande vatten och kalciumklorid har mycket god värmeledningsförmåga vilket ger goda värmeöverföringsegenskaper och används ofta i system för t ex isbanor.

Denna saltlösning är dock mycket korrosiv i närvaro av syre och därför bör man regelbundet avlufta systemet samt kontrollera kvalitén på köldbäraren så att inhibitorerna ej blir förbrukade.

Innehåll	Köldbärarmedia	Klassning	Exempel på handelsnamn
Vatten		●	
Glykoler	Propylenglykol	●	Dowcal 20/N Glytherm 20 Brineol MPG/-20
	Etylenglykol	●*	Dowcal 10 Glytherm 10 Brineol MEG/-10
Alkoholer	Etylalkohol (Etanol)	●	Brineol Bioetanol Svedol KBS Thermol
	-> 30% (viktprocent)	●	Brineol Bioetanol E-Therm KBS Bio Svedol KBS Thermol
Organiska salter	Kaliumacetat/ Kaliumformiat (blandning)	●	Pekkasol 2000 Temper
Oorganiska salter	Kalciumklorid	●	Brineguard 20 Swedebrine 25
		● Brandfarliga, giftiga, mycket giftiga eller hälsofarliga	● Övriga

* Klassas enligt AFS 2005:3, som klass 2a dvs ej explosiv, giftig, frätande etc men är enligt leverantörernas säkerhetsblad hälsoskadliga (Xn) samt farlig vid förtäring (R22) se även KIFS 2005:5.




Tabell 1: Klassning av köldbärare

Val av material

Vid val av material för kylsystem är det viktigt att ta i beaktande de temperaturförutsättningar som kommer att råda för systemet, eventuella temperaturförändringar i processen samt vilken köldbärare som kommer att användas.

Tryckbärande material

I tabellen nedan baseras materialvalet på normer och föreskrifter (se sidan 9). Tabellen är också kompletterad med erfarenhetsmässig bedömning av material för säker användning, t ex avzinkningshärdig mässing istället för normal mässing (SIS 5168). Välj om möjligt enhetligt material genom hela systemet så minskar risken för galvanisk korrosion som kan uppkomma mellan två metaller med olika ädelhet.

Lägsta arbets-temperatur °C	Godtagbara material	Anmärkning
0 °C	Avzinkningshärdig mässing Gråjärn ① Koppar Plast PP, PE ② Rostfritt stål Rödgoods Segjärn Stål	① Gråjärn får inte användas för fluider klassade  dvs brandfarliga, giftiga, mycket giftiga eller hälsofarliga enligt tabell klassning av köldbärare. ② Med hänsyn till permeabiliteten (genomsläpplighet av luft) rekommenderas ej PP och PE till system med arbetstemperatur under 0 °C. Effektiv avluftning är för dessa system problematisk.
-10 °C	Avzinkningshärdig mässing Gråjärn ① Koppar Rostfritt stål Rödgoods Segjärn Stål	① Gråjärn får inte användas för fluider klassade  dvs brandfarliga, giftiga, mycket giftiga eller hälsofarliga enligt tabell klassning av köldbärare.
-30 °C	Avzinkningshärdig mässing Gråjärn ① ③ Koppar Rostfritt stål Rödgoods Segjärn ③ Stål	① Gråjärn får inte användas för fluider klassade  dvs brandfarliga, giftiga, mycket giftiga eller hälsofarliga enligt tabell klassning av köldbärare. ③ Inspänd armatur mellan röflänsar är ett krav för att kunna acceptera lägsta arbetstemperatur - 30 °C. Vid detta inbyggnads sätt förekommer bara tryckkrafter, vilket är mycket fördelaktigt för gjutjärnsarmatur, dvs gråjärn och segjärn. Armatur med gängade skruvhål i huset, sk. LUG eller flänsad armatur uppfyller inte detta krav.
-40 °C	Koppar Rostfritt stål Rödgoods	
-60 °C	Rostfritt stål	

Tabell 2: Materialval med avseende på temperatur

Förutom det temperaturområde som materialet är godtagbart inom skall även tas i beaktande om materialet är kompatibelt med köldbäraren. Risken för korrosion finns alltid i system med vattenbaserade köldbärare. För att en korrosionsprocess ska kunna ske måste metallen utsättas för ett oxidationsmedel, t ex syre som finns löst i köldbäraren, samtidigt som elektroner måste kunna vandra från en anodyta till en katodyta. Köldbärarens förmåga att leda elektronerna avgör bl a i vilken utsträckning korrosionen kommer att ske.

Köldbärarmedia		Avzinkningshärdig mässing						
		Gråjärn	Koppar	Plast PP/PE	Rostfritt stål	Rödgoods	Segjärn	Stål
Glykoler	Propylenglykol	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
	Etylenglykol	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Alkoholer	Etylalkohol (Etanol)	JA	NEJ*	JA	JA	JA	JA	JA
Organiska salter	Kaliumacetat/ Kaliumformiat	Vid materialval gällande organiska samt oorganiska salter rekommenderar vi att kontakt tas med aktuell köldbärarleverantör samt Armatec.						
Oorganiska salter	Kalciumklorid							

Tabell 3: Vanligt förekommande materialval och köldbärare i indirekta kylsystem.

* Nej vid > 30% (viktpcent).

Mjuktätningar för armatur

Polymera material, dvs plaster och gummi, har värderats med hjälp av uppgifter från leverantörer av köldbärare tillsammans med kompletterad information från bl a tillverkare av material för mjuktätningar. Utöver polymera material förekommer även grafit som packboxtätning vilken har mycket god lämplighet för de flesta köldbärare. Vitongummi, FPM, bör undvikas för köldbärare.

Köldbärarmedia		POLYMER			GRAFIT
		Nitrilgummi /NBR	EPDM	Teflon/PTFE	
Glykoler	Propylenglykol	JA	JA	JA	JA
	Etylenglykol	JA	JA	JA	JA
Alkoholer	Etylalkohol (Etanol)	JA	JA	JA	JA
Organiska salter	Kaliumacetat / Kaliumformiat	Vid materialval gällande organiska samt oorganiska salter rekommenderar vi att kontakt tas med aktuell köldbärarleverantör samt Armatec.			
Oorganiska salter	Kalciumklorid				

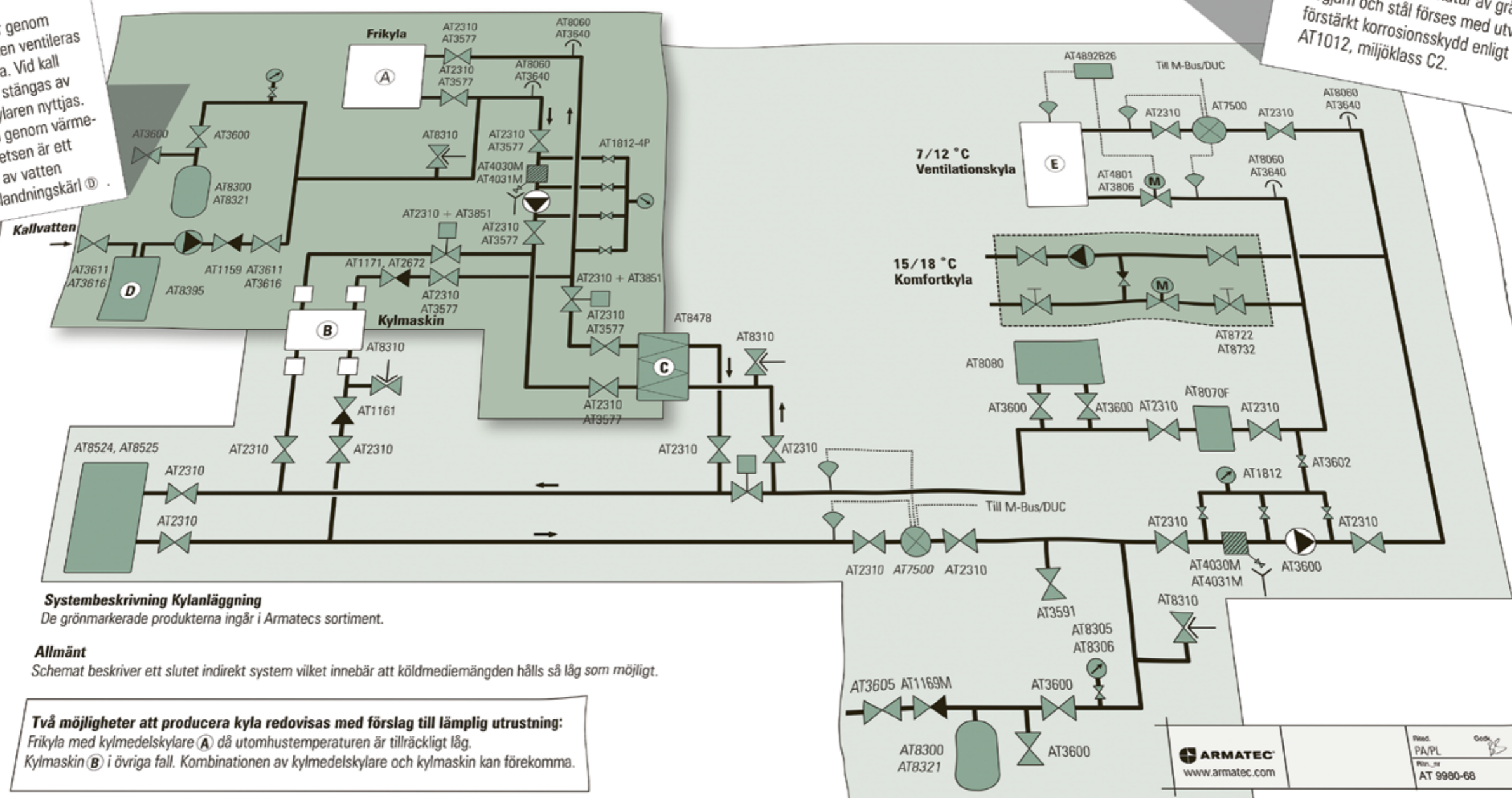
Tabell 4: Lämpliga mjuktätningar för köldbärare.

Installationsschema

Kylanläggning med ett slutet indirekt system.

Kylmedelskrets
Kylning av kylmaskinerna sker genom denna krets. Överskottsvärmen ventileras bort genom kylmedelskylarna. Vid kall väderlek kan kylmaskinerna stängas av och frikyla från kylmedelskylaren nyttjas. Köldbärarsystemet kyls då genom växlaren ©. Kylmedelskretsen är ett vätskesystem bestående av vatten med frysskyddsmedel. Blandningskärl ①.

Köldbärarsystem
Utgående temperatur är ca +7°C och används för ventilationskylning ② och komfortkyla ③. Armatur av gråjärn, segjärn och stål förses med utvändigt förstärkt korrosionsskydd enligt AT1012, miljöklass C2.



Systembeskrivning Kylanläggning
De grönmarkerade produkterna ingår i Armatecs sortiment.

Allmänt
Schemat beskriver ett slutet indirekt system vilket innebär att köldmediemängden hålls så låg som möjligt.

Två möjligheter att producera kyla redovisas med förslag till lämplig utrustning:
Frikyla med kylmedelskylare (A) då utomhustemperaturen är tillräckligt låg.
Kylmaskin (B) i övriga fall. Kombinationen av kylmedelskylare och kylmaskin kan förekomma.

ARMATEC
www.armatec.com

Rev.	Geok.	Dat.
PA/PL		08-11-12
AT 9980-68		

”Armatyr för organiska salter utsätts för stora påfrestningar vad gäller täthet. Regelbundna kontroller och serviceintervall bör etableras”.



Installation och drifttagning

Isolering

För att motverka kondensutfällning då kalla rör passerar genom ett utrymme med högre temperatur samt för att minska värmeflödet mellan den kalla fluiden och omgivningen isoleras kylinstallationerna. Förutom rörets ytemperatur avgör omgivande temperatur samt relativ luftfuktighet om risk för kondens föreligger eller ej. Genom att motverka kondensutfällning minskar risken för utvändigt korrosion.

För att möjliggöra manövrering av ventil även efter utförd isolering är det praktiskt att använda ventiler med hög hals som möjliggör överisolering men med bibehållen manövreringsfunktion.

Korrosionsskydd

Genom att isolera materialet med en beläggning får materialet ett förstärkt korrosionsskydd. Svarta material, dvs gråjärn, segjärn och stål, skall korrosionsskyddas på detta sätt för kylsystem. Lämpliga målningsystem framgår av Stålbyggnadsreglerna BSK 07. Normalt är klass C2 eller C3, d v s AT 1012 respektive AT 1013. Vid krävande installationer rekommenderas klass C4, d v s AT 1013.

Notera att skyddsmålning inte ger ett fullgott skydd vid fysisk åverkan, t.ex. skrapmärken vid montage eller transport. Målningen är inte heller heltäckande i bultgenomföringar, t.ex. lock på smutsfilter. Vid krävande installationsförhållanden väljs armaturmaterial avsett för ändamålet.

Fogning

Många köldbärare har vid låga arbetstemperaturer en mycket låg viskositet och liten ytspänning. Läckage kan därför uppkomma varför särskild hänsyn måste tas vid val av fogmetod.

Bästa val av fogmetod är svetsning eller hårdlödning, detta oberoende av typ av köldbärare. Flänsförband är också acceptabelt. Används gängförband för organiska salter, skall dessa tätsvetsas/lödas om >DN 25. För glykoler och alkoholer kan i vissa fall gängförband och klämringsskoppling användas. Armatyr med kon/sfärkoppling skall smörjas på kona och gänga före åtdragning av muttern.

Renhet, påfyllning och provtryckning

Systemet skall rensas för att minimera risken med igensättningar samt för att motverka korrosion. Koppla bort eller stäng av värmväxlare från systemet under rensning.

Provtryckning bör ske sektionvis med rent vatten som därefter skall avlägsnas fullständigt före påfyllning av köldbärare. Ny provtryckning görs därefter med aktuell köldbärare. Påfyllningen av färdigblandad köldbärare sker från lägsta punkt. Undvik uppkomsten av luftfickor samt säkerställ att systemet är fullständigt avluftat. Provtryckningen skall dokumenteras.

För att tillgodose kravet på fullständig tömning av systemet, bör detta förses med erforderligt antal avtappningsventiler.



Funktioner och system inom vätskeburen kyla

Prefabricerad kylcentral

Prefabcentraler för värme har funnits i många år på den svenska marknaden. Vid nyinstallation är det ofta färdigmonterat som gäller. När det gäller kyla, och då främst fjärrkyla, befinner vi oss bara i början av prefabricering avseende växlarcentraler.

Svensk Fjärrvärme har givit ut en skrift - Fjärrkylecentralen, Tekniska bestämmelser F:102, som behandlar fjärrkylecentraler, dimensionering och ingående komponenter. Denna skrift behandlar enbart centralen utifrån fjärrkylefallet och utifrån detta tillhörande förslag på materialval. Precis som man i värmefallet vill ha en så låg returtemperatur primärt som möjligt, vill man för bästa verkningsgrad i kylfallet ha en så hög returtemperatur som möjligt.

De ingående komponenterna och deras dimensionering behandlas mer ingående under respektive rubrik nedan, men nedanstående principbild på prefabcentral AT 8476 ger en överskådlig bild på vad som minst skall ingå.

Centralen består av en primär och en sekundär sida. Leveransomfattningen på primärsidan kan variera lite beroende på energileverantörens krav men servisventiler, smutsfilter, 3-punkts

tryckmätning, avtappningar samt möjlighet till manuell avluftning är baskrav. Styrventilen sitter primärt, ibland monteras två parallella styrventiler som får jobba i sekvens. Detta ger en god reglering vid stora belastningsvariationer. Ibland förekommer också en förbigång, med antingen en magnetventil eller en styrventil, för att kunna skapa en viss cirkulation i låglastfall eller om frysrisk föreligger.

Sekundärsidan på centralen utformas i stort som på ett värmesystem, med undantag för material i komponenter och ytbehandling samt beaktande av beredning av komfortkyla, livsmedelskyla eller liknande. Prefabricerade kylcentraler levereras sällan isolerade, med undantag för ingående växlare som ibland är inskummade med PUR-skum.

Fördelarna med att använda prefabricerade kylcentraler överväger. Hög kvalitet och lägre pris genom fabrikstillverkning, förutbestämda yttermått med färdiga anslutningspunkter samt att tillverkaren tar ansvar för alla ingående komponenters samverkan. En fördel man inte alltid tänker på är att prefabricerade enheter, aggregat, betraktas som installationsbesiktigade ifrån fabrik enligt tryckkärlsdirektivet PED.

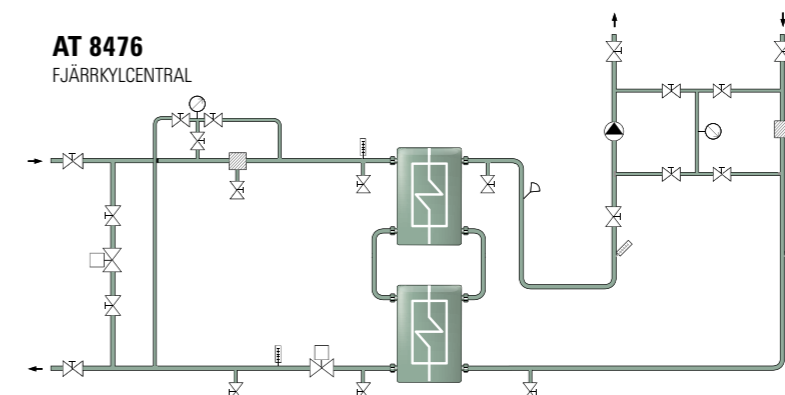


Fig 4: Principbild av prefabricerad kylcentral, AT 8476.



Kylväxlare

En kylväxlare används för att överföra energi från ett medium till ett annat utan att de blandas. De kan utformas på olika sätt, men den vanligaste typen är en motströms växling. Där strömmar det kalla mediet i motsatt riktning mot det varma. I denna typ kan nästan all energi överföras mellan medierna.

Valet av kylväxlare bestäms av temperaturprogrammet, kapaciteten och tillåten tryckförlust genom växlaren. Vid dimensionering av kylväxlare blir den logaritmiska temperaturdifferensen oftast liten, vilket resulterar i en ökad storlek på växlaren.

Kylväxlare kan vara av modellen hellödda eller packningsförsedda. En lödd växlare är ofta billigare och har fördelen att den enkelt kan isoleras. Det går även att montera flera växlare i serie för att få en högre kapacitet.

När effekterna blir större och lödda växlare inte räcker till används packningsförsedda växlare. Fördelen med dessa är, förutom en högre kapacitet, att växlaren kan tas isär och rengöras samt att plattorna är utbytbara.

För att få en ökad livslängd på en kylväxlare rekommenderas att silfilter monteras på inkommande rörledningar för att skydda mot smuts och igensättning. Kylväxlare bör rengöras med en period på 2-3 år beroende på systemets nedsmutsningsgrad.

Avluftning

Köldbärarsystemet skall cirkuleras vid högsta möjliga temperatur, vilket normalt är rumstemperatur, och lågt tryck en tid efter påfyllning, eftersom avluftningen då blir effektivare. Praktiskt innebär ett lågt tryck ca 1 bar, då även ett drivtryck för avluftning erfordras.

Rörsystemet bör utformas så att luftfickor undviks. Automatiska avluftare föreslås för samtliga köldbärare, dock skall dessa alltid vara försedda med föravstängningsventil. En god rekommendation är att, speciellt för köldbärare baserad på salt, dra rör från luftavskiljarens utlopp till golvbrunn. Röret avslutas ovanför uppsamlingskärl för att kunna upptäcka eventuellt läckage.

Vid påfyllning och uppstart av systemet skall ventilen före den automatiska avluftaren vara öppen för att snabbast möjligt evakuera ut luften. Cirkulationspumpen startas och stoppas, så att fria luftbubblor kan stiga mot högpunkten. Högpunktsavluftarna skall därefter stängas för att undvika läckagerisk. Proceduren kan med fördel upprepas tills systemet är effektivt avluftat.

Högpunktsavluftning med automatiska luftavledare med föravstängning

Det är ett känt faktum att fri luft stiger uppåt, varför samtliga högpunkter skall förses med automatisk avluftare AT 8060, kompletterad med avstängningsventil AT 3640.

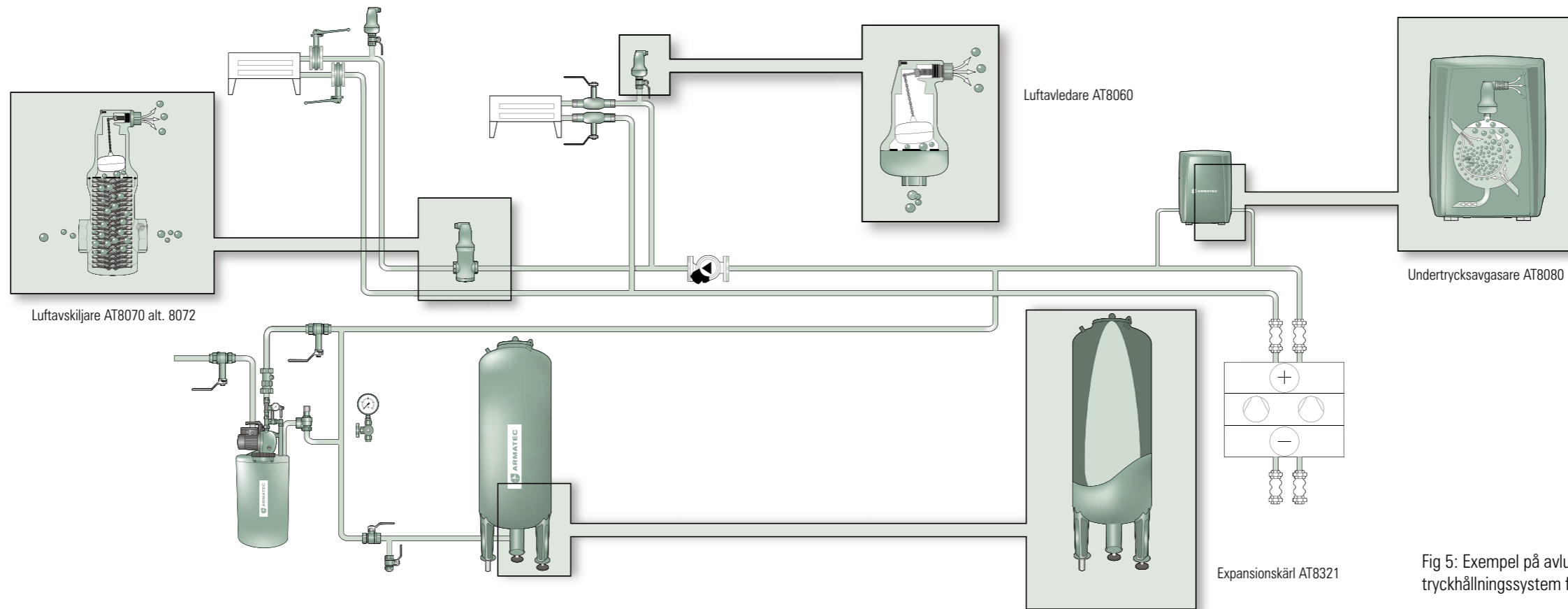


Fig 5: Exempel på avluftning och tryckhållningssystem för ett indirekt kylsystem.

Luftavskiljare

Denna typ av avluftare består av ett tryckkärl innehållande ett ytförstorande material som i kombination med volymförstoringen kraftigt reducerar hastigheten och därmed effektivt fångar upp luftbubblorna, samt en automatisk flottörventil med föravstängning.

Avskiljaren skall placeras i horisontell rörledning på plats där trycket är som lägst och temperaturen är som högst. Returledningen före cirkulationspump är normalt en bra placering. Antal och placering väljs så att hela flödet alltid passerar genom avskiljarna.

Undertrycksavgasare

Inledningsvis nämndes att en väsentlig parameter för effektiv avluftning/avgasning är lägsta möjliga tryck. Genom att använda en undertrycksavgasare trycksänks en delmängd av fluiden i systemet, avgasas och återförs till systemet.

Automatikenheten i avgasaren ser till att processen upprepas och mycket effektiv avgasning/avluftning blir resultatet. Undertrycksavgasaren bör vara en permanent del i anläggningen för att kontinuerligt kunna övervaka och säkerställa lågt gasinnehåll. Temporära och mobila lösningar rekommenderas ej av hanterings- och slitageskäl.

Denna teknik ger det överlägset bästa resultatet och rekommenderas för köldbärarsystem. I system med normal driftstemperatur under 0 °C görs avgasningen före driftsättning, dvs när temperaturen fortfarande är över 0 °C. Under systemets drift skall avgasaren vara avstängd för att inte riskera driftsstörningar.

Expansionskärl

För köldbärarsystem rekommenderas generellt slutna expansionskärl med avskiljande gummibalg för att hålla den kalla fluiden skild från kär-

lets stålväggar. Den låga temperaturen medför att fluiden håller ett relativt högt gasinnehåll och därmed skapar en förhöjd korrosionsrisk. Ett expansionskärl med bälg har därför ett mycket bättre skydd mot korrosion, vilket gynnar både kärlets livslängd och fluidens egenskaper. Gäller alla typer av fluider som vatten, vattenblandningar med glykoler, alkohol och salter.

Normalt är förtryckta expansionskärl lämpliga då systemvolymen ofta inte är stor, samtidigt som temperaturdifferensen är liten, välj AT 8321. Förtrycket väljs normalt till att motsvara anläggningens statiska höjd + 0,3 bar. Vid uppstart fylls systemet och tryckhöjs upp till ca 10% under säkerhetsventilens öppningstryck för att ge expansionskärlet möjlighet att kunna tillföra fluid när temperaturen vid drift sjunker.

I förekommande stora system bör tryckhåll-

ningen skötas av kompressorkärl, välj AT 8300. Förutom maximal utnyttjandegrad ger kompressorkärl en mycket hög driftsäkerhet.

”Expansionskärlet skall, oberoende av typ, alltid anslutas på sugsidan om systemets cirkulationspump och där temperaturen aldrig får vara lägre än 0 °C. Vid risk för lägre temperatur monteras ett uppvärmningskärl, typ AT 8303RF, före expansionskärlet”.

Avstängnings- och avtappningsventil skall monteras i anslutning till expansionskärlet för att enkelt ha möjlighet att göra ev. justering av förtryckutan att störa systemet i övrigt och därmed minimera mängden av avtappad fluid.

Vårt beräkningsprogram Varmber rekommenderas för val av lämpligt expansionskärl och säkerhetsutrustning.



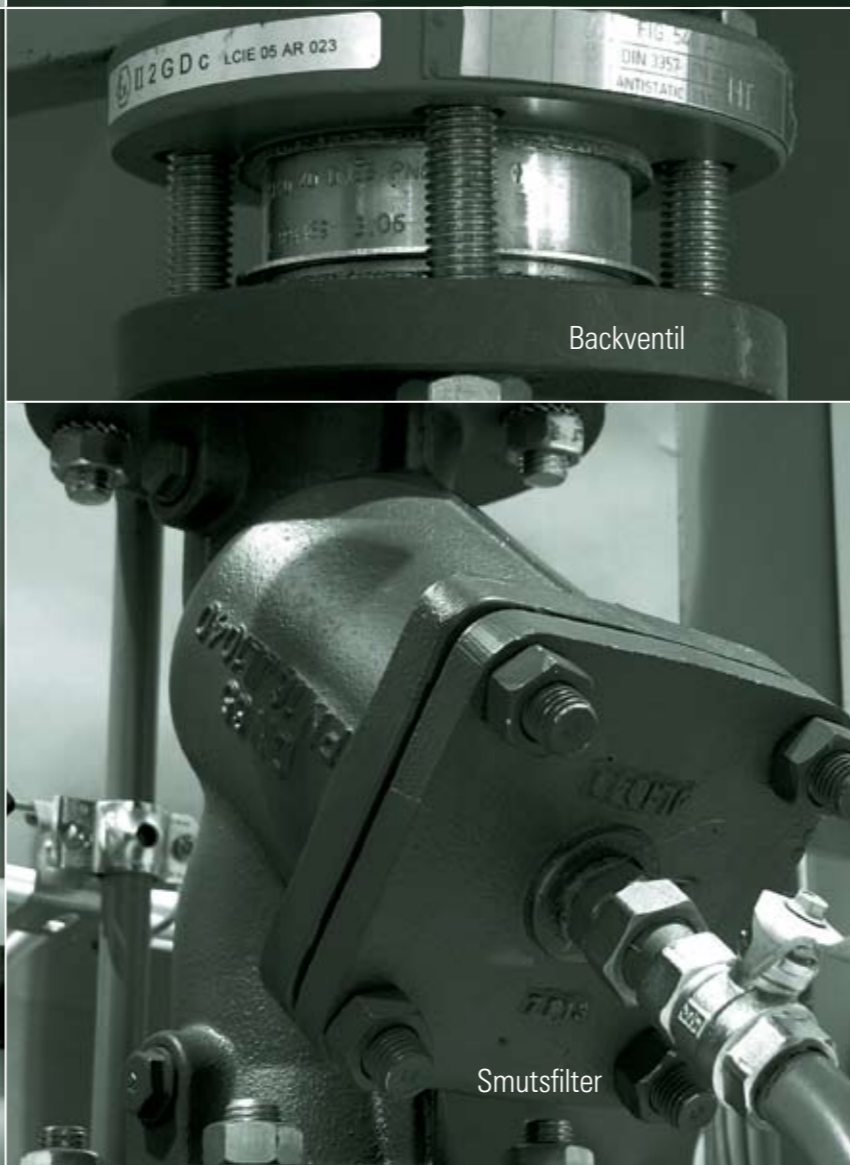
Säkerhetsventil



Injusteringsventil



Blandningskärl



Backventil

Blandningskärl

Blandningskärl med påfyllningspump och nödvändig armatur för blandning och påfyllning av fluider bestående av t ex 70% vatten och 30% etylenglykol. När blandningen är klar öppnas påfyllningsventilen manuellt och fluiden pumpas in i systemet.

Kärlet är av livsmedelsgodkänd naturell MD-Polyeten som är återvinningsbar och korrosions- och kemikaliebeständig. På utsidan finns tydlig volymmärkning. Med självsugande jet-pump, med pumphus och pumphjul av rostfritt stål och som har inbyggt termiskt motorskydd. Start och stopp sker med brytaren som sitter direkt på pumpen. Finns med volym från 60 till 1000 liter.

Säkerhetsventil

Systemet skall avsäkras med en säkerhetsventil som är dimensionerad för att klara systemets termiska volymförändring samt ha minsta storlek DN 15. Öppningstrycket väljs normalt till 2 bar över den statiska höjden. Säkerhetsventilens utlopp dras till ett speciellt uppsamlingskärl eller till blandningskärlet.

Injusteringsventiler

Injusteringsventiler i köldbärarsystem används för att anpassa tryck/flöde till förbrukare i anläggningen. Den avgörande skillnaden jämfört med ett värmesystem är fluidens viskositet, som kan variera mycket beroende på val av köldbärare och drifttemperatur. Detta måste tas i beaktning vid injustering av systemet.

Backventiler

Backventiler installeras för att förhindra återströmning av ett flöde. Kägelbackventiler, membranbackventiler, klaffbackventiler, spjällbackventiler och kulbackventiler är olika huvudgrupper som används beroende på systemets egenskaper och kravet på öppningskraft, snabb stängning, strömningsmotstånd, täthet och att mildra tryckslag. Dessa finns i olika material och anslutningar. Fördjupad kunskap kan hämtas i Armatecs handbok "Återströmning", utgåva 3, 2007.

Smutsfilter

Filter med maskvidd 0,5 -2,0 mm skall installeras på pumpens trycksida. Filtret kan utrustas med differenstryckmätning och renblåsningsventil. För val av lämplig armatur, se bilaga.

”En värmemängdsmätare för energiberäkning i vätskesystem består av tre komponenter: flödesmätare (mekanisk eller statisk), ett par temperaturgivare samt ett integreringsverk med display”



Energimätare

Vid val av energimätare för värmeåtervinnings- eller kylanläggningar måste hänsyn tas dels till temperaturen dels till om det finns några tillsatser i fluiden. Kompaktmätare AT 7500 med flödesmätare av ultraljudstyp passar utmärkt för ett vanligt 6/12 gradigt vattenburet system.

Glykolblandningar är i regel inte lämpliga i ultraljudsmätare, men kan användas med mekaniska- (AT 7029 alt. AT 7169) eller magnetiska

induktiva flödesmätare (AT 7184) tillsammans med separat integreringsverk AT 7274. K-faktorn för t.ex. glykolblandningar skiljer sig från vatten, vilket gör att beräkningen av energin inte blir helt korrekt i integreringsverket. Felberäkningen kan ligga på 4-16 %. Köldbärarna skiljer sig beroende på koncentration och temperaturområde, se diagrammen för två vanliga köldbärare. Integreringsverket skall därför kompenseras för detta vid beställning från fabriken.

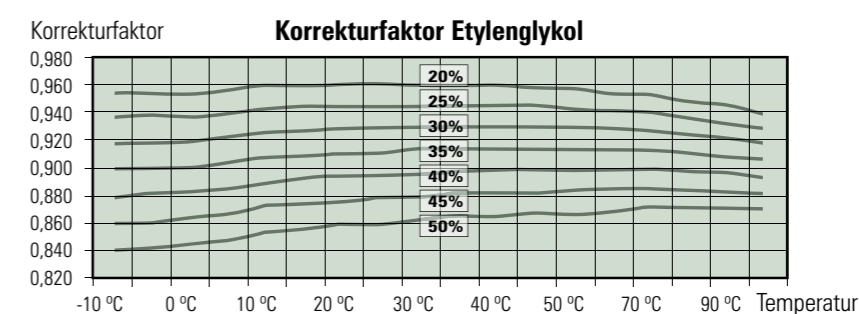


Fig 6: Korrekturfaktor Etylenglykol.

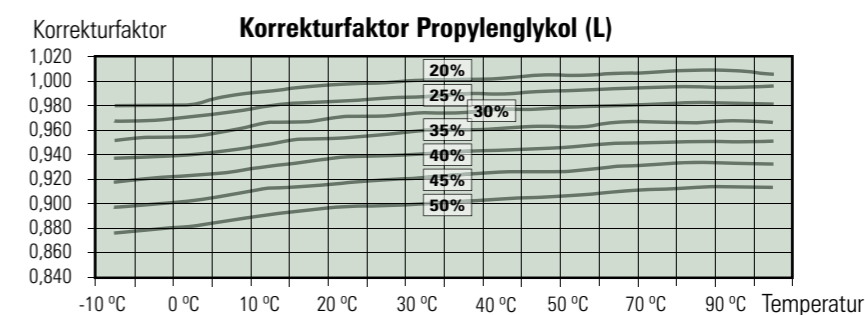


Fig 7: Korrekturfaktor Propylenglykol (L).

I köldbärarsystem handlar det ofta om mycket låga temperaturdifferenser mellan tillopp och returledningen och man bör om möjligt justera anläggningen så att $\Delta\Theta$ ej understiger 3 K. Man bör dessutom säkerställa att den ”blå” temperaturgivaren sitter på den lägre temperaturen. Även flödesmätaren skall i de flesta fall sitta på den lägre temperaturen för att kompenseringen

för den termiska volymförändringen skall fungera korrekt.

Integreringsverk AT 7274 kan användas till $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Integreringsverket finns även i utförande för kyl/värmemätning vid en specificerad brytpunkts-temperatur för kombinerade kyl-/värmesystem. Armatecs mätare är förberedda för fjärravläsning via M-Bus, Mini-Bus, puls eller LON.



Köldbärartankar

Köldbärartankar är kylisolerande ackumulator-tankar som används i ett köldbärarsystem. De är ofta utrustade med stora anslutningar för att klara de stora flödena som förekommer i ett köldbärarsystem.

En köldbärartank kan antingen användas i ett kylsystem med variabelt flöde eller med ett fullflöde. I det senare systemet fungerar tanken som en ren volymökning av köldbärarsystemet. I ett variabelt flöde fungerar tanken som en lagring av kylenergi. Den skall utnyttjas när det minsta kapacitetssteget i ett kylaggregat är större än det minsta kylbehovet i ett system.

En lagring av kylenergi gör att antalet start och stopp för kylaggregatet kommer att minska och därmed få lägre energikostnader och längre hållbarhet på kompressorn. Många gånger används ackumulatortankar i luftkonditionerings-system, där överskrider kylbehovet sällan den maximala kyleffekten.

Köldbärarsystemets volym bestäms så att ett kylaggregat kan gå i minst 15 minuter innan det stannar. Detta för att undvika en låg köldfaktor (COP) och hög energiförbrukning. Volymen på köldbärarsystemet påverkas också av tillåtna temperatursvängningar och önskad högsta startfrekvens. Normalt begränsar kylaggregatets styrutrustning antalet starter till 6 per timme. Relationen mellan antal starter, temperatursvängning och systemvolym följer följande samband:

$$V = \emptyset \times (\tau \times Q2) / \Delta t$$

- V = köldbärarsystemets volym, liter
- τ = tid mellan starter; minuter
- $Q2$ = aggregatets kyleffekt i driftpunkten, kW
- Δt = medeltemperaturens svängningar i systemet, °C
- \emptyset = faktor enligt nedanstående tabell

Köldbärare	Enkrets-aggregat	Tvåkrets-aggregat	Trekrets-aggregat
Vatten	1,85	0,90	0,60
Köldbärare med frysskyddstilläts	2,10	1,05	0,70

Tabell 5: Faktor med avseende på köldbärare samt typ av aggregat.

Köldbärartankarna konstrueras i rostfritt stål eller i stål med en rostskyddsmålning. För att hindra kondensering från tankens kalla yta levereras de med kondensisolering.

Armatecs köldbärartankar, AT 8524 i rostfritt stål, samt AT 8525 i stål, utförs som standard med 100 mm polyuretanisolering och galvaniserad plåt runt om. Denna typ av isolering rekommenderas till en lägsta temperatur av +4 °C. För lägre temperaturer eller för silikonfritt utförande isoleras tankarna med 19 mm Armaflexisolering.

Tankarna monteras så att det kalla vattnet tas från botten av tanken och det lite varmare vattnet strömmar till tanken i toppen.

Förslag av utrustning för system med glykoler och alkoholer som köldbärare ① ②

Material Lägsta temperatur	Rostfriarör			Kopparrör			Stålrör		Anslutningsform
	± 0 °C	- 30 °C	- 40 °C	± 0 °C	- 10 °C	- 30 °C	± 0 °C	- 10 °C	
Automatisk luftavledare med avstängning	AT 8060 + AT 3573	AT 8060 + AT 3573	AT 8060 + AT 3573	AT 8060 + AT 3640	AT 8060 + AT 3640	AT 8060 + AT 3640	AT 8060 + AT 3640	AT 8060 + AT 3640 *	Gänga, tätlödas
Luftavskiljare	AT 8072	AT 8072	AT 8072	AT 8072	AT 8072	AT 8072	AT 8072	AT 8072 *	Gänga
	AT 8071	AT 8071	AT 8071	AT 8071F	AT 8071F	AT 8071F **	AT 8070F	AT 8070F **	Fläns
Undertrycksavgasare	AT 8080			AT 8080			AT 8080		Gänga
Expansionskärl	AT 8300			AT 8300			AT 8300		Gänga, kompressorkärl
	AT 8321			AT 8321			AT 8321		Gänga, förtryckt kärl
Tryckmätare med tryckmätarventiler	AT 4295R + AT 1894	AT 4295R + AT 1894	AT 4295R + AT 1894	AT 8305 + AT 1844	AT 8305 + AT 1844	AT 8305 + AT 1844	AT 8305 + AT 1844	AT 8305 + AT 1844	Gänga
Säkerhetsventiler	AT 4592D4	AT 4592D4	AT 4592D4	AT 8310	AT 8310	AT 8310	AT8310	AT8310 *	Gänga
Injusteringsventiler	AT 1310			AT 1310			AT 1310		Gänga
	AT 1310F			AT 1310F			AT 1310F		Fläns
Avstängningsventiler ③				AT 3611	AT 3611	AT 3611			Lödning
				AT 3547	AT 3547	AT 3547HT			Gänga
	AT 3582	AT 3582HT	AT 3582HT				AT 3585	AT 3585	Fläns
	AT 1057	AT 1057	AT 1057				AT 1056	AT 1056	Svets
	AT 3502	AT 3502HT	AT 3502HT				AT 3542	AT 3542HT *	Svets
	AT 3577	AT 3577	AT 3577				AT 3590	AT 3590	Svets
	AT 2281	AT 2281	AT 2281						Inspänning
AT 2310 + AT 1012/3	AT 2310 + AT 1012/3		AT 2310 + AT 1012/3	AT 2310 + AT 1012/3	AT 2310 + AT 1012/3	AT 2310 + AT 1012/3	AT 2310 + AT 1012/3 *	Inspänning	
Backventiler				AT 1159	AT 1159				Gänga
	AT 1148	AT 1148	AT 1148				AT 1150	AT 1150	Gänga
	AT 1149	AT 1149							Gänga
	AT 1170	AT 1170	AT 1170	AT 1170	AT 1170	AT 1170	AT 1172	AT 1172 *	Inspänning
	AT 1174	AT 1174	AT 1174	AT 1171	AT 1171	AT 1171	AT 2672FE	AT 2672FE *	Inspänning
	AT 1174	AT 1174	AT 1174	AT 1171	AT 1171	AT 1171			Inspänning
							AT 1161		Fläns
						AT 2918	AT 2918	Fläns	
Smutsfilter	AT 4055	AT 4055					AT 4051 + AT 1012	AT 4051 + AT 1012	Svets
							AT 4051 + AT 1012	AT 4051 + AT 1012	Svets
	AT 4046	AT 4046					AT 4030M + AT 1012		Fläns
							AT 4031M + AT 1012	AT 4031M + AT 1012	Fläns
							AT 4050 + AT 1012	AT 4050 + AT 1012	Fläns
AT 4009	AT 4009	AT 4009	AT 4003	AT 4003	AT 4003			Gänga	
Energimätare	AT 7029 + AT 7274			AT 7029 + AT 7274			AT 7029 + AT 7274		Gänga
	AT 7169 + AT 7274			AT 7169 + AT 7274			AT 7169 + AT 7274		Fläns
	AT 7184 + AT 7274			AT 7184 + AT 7274	AT 7184 + AT 7274		AT 7184 + AT 7274	AT 7184 + AT 7274	Inspänning
Akkumulatortankar	AT 8524			AT 8524	AT 8524		AT 8524	AT 8524	Gänga, Fläns
				AT 8525	AT 8525		AT 8525	AT 8525	Gänga, Fläns

Anmärkningar till bilagan allmänt:

Vid användande av "svart" material har kompletterats med korrosionsskydd, dvs AT 1012 alt. AT 1013. Se även sidan 19.

* = lägsta temperatur för produkten -30 °C

** = lägsta temperatur för produkten -40 °C

① Vid användande av köldbärarmedia etylalkohol >30% skall materialkvalitet av lägst segjärn användas.

② Vid användande av organiska och oorganiska salter kontakta Armatec.

③ Avstängningsventiler AT 3502, AT 3542, AT 3547, AT 3582, AT 3585, samt AT 2310 kan automatiseras med pneumatiska alt. elektriska manöverdon.



Referenser

Brorsson, Maria

Absorptionsmaskiner för kyl- och värmeproduktion i energisystem med avfallsförbränning. Examensarbete, KTH Kemiteknik, institutionen för Energitransport. 2005.

Energi & Miljö

VVS Tekniska Föreningens tidning för information, nätverk och kunskapsutveckling. Nr 12, December 2007, årgång 78. Tema Köldmedier och köldbärare.

Energi & Miljö

VVS Tekniska Föreningens tidning för information, nätverk och kunskapsutveckling. Nr 5, Maj 2008, årgång 79. Tema Klimatet, värmen och kylan.

Göteborg Energi

www.goteborgenergi.se Oktober 2008.

Kemikalieinspektionen

www.kemi.se. Oktober 2008.

Köldbärlaget

Allmänna råd och anvisningar för köldbärarsystem. Utgåva 1. 1999.

Avluftningsteknik och pumpar i köldbärarsystem. Utgåva 2. 2000.

Kylsystem, köldbärare och miljöaspekter. Utgåva 3. 2001.

Slutna kylsystem, korrosion och kontroll & skötsel Utgåva 4. 2003

Melinder, Åke

Termofysikaliska egenskaper för köldbärarvätskor, Diagram och tabeller. Handbok nr 12.

Nydal Roald

Praktisk kylteknik. 2007.

Wikipedia, den fria encyklopedin

www.wikipedia.se Oktober 2008.

Detta är Armatec

Kunskap, nytänkande och engagemang.

Det är vad som krävs för att leda utvecklingen inom värme, kyla och process.

Kunskap baseras på erfarenhet.

Nytänkande handlar om att se och göra saker som ingen annan ser och gör.

Engagemang innebär att överträffa det förväntade.

Samtidigt vet vi att det är våra kunder som avgör om vi verkligen lever som vi lär.

Det är ni som är måttstocken på vår kunskap, vårt nytänkande och engagemang.

Det är ni som avgör om vi leder utvecklingen.

Välkommen att testa oss.



Armatec AB (headoffice)

Box 9047 SE-400 91 Gothenburg Sweden
Visiting address A. Odhners gata 14 421 30 Västra Frölunda
Phone +46 (0)31 89 01 00 Fax +46 (0)31 45 36 00
E-mail info@armatec.se www.armatec.com

Armatec AS

Postbox 26 Økern NO-0508 Oslo Norway
Visiting address Bobekveien 101
Phone +47 23 24 55 00 Fax +47 23 24 55 10
E-mail firmapost@armatec.no www.armatec.com

Armatec A/S

Mjølnersvej 4-8
DK-2600 Glostrup Denmark
Phone +45 46 96 00 00 Fax +45 46 96 00 01
E-mail armatec@armatec.dk www.armatec.com

Oy Armatec Finland AB

Sinikalliontie 18A
FI-02630 Espoo Finland
Phone +358 (0)9 887 434 0 Fax +358 (0)9 887 434 70
E-mail info@armatec.fi www.armatec.com