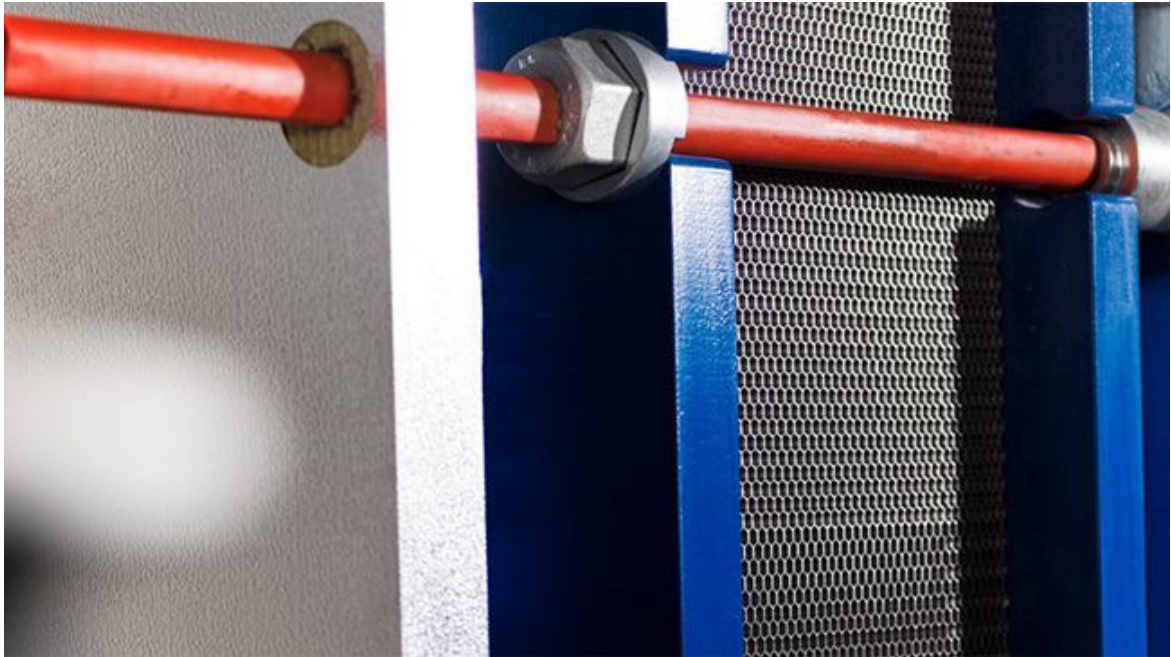


VIDENSGUIDE

Varmevekslere



Vi ved, at varmeveksling kan forekomme som et kompliceret område, og at det til tider kan være vanskeligt at vælge den rette løsning. I denne vidensguide påtager vi os at afklare nogle almindelige spørgsmål og uklarheder inden for emnet. Formålet med guiden nedenfor er, at du får svar på alle de spørgsmål, du måtte have.

Indholdsfortegnelse

- 1. INDLEDNING
- 2. TEORI
 - 2.1 Varmeoverførsel i varmevekslere
 - 2.2 Plader
 - 2.2.1 Tillverkningsmaterial
 - 2.2.2 Specialplatter
 - 2.3 Tilslutningsprincipper
 - 2.3.1 Enstregnet varmeveksler
 - 2.3.2 2-stregnet varmeveksler
 - 2.4 Installation af en varmeveksler
 - 2.5 Dimensionering af varmeveksler
- 3. GODT AT VIDE
 - 3.1 Ikke alle, som præsterer
 - 3.2 Certifiering informerer
- 4. PRAKTISKE EKSEMPLER
 - 4.1 Fjernvarme
 - 4.2 Fjernkøl
 - 4.3 Industri
- 5. PRODUKTGUIDE
 - 5.1 Stort udvalg
 - 5.1.1 Loddet varmeveksler: BHE (Brazed Heat Exchangers)
 - 5.1.2 Pakningsforsynede varmeveksler: PHE (Packed Heat Exchangers)
 - 5.1.3 Fusionssvejsede varmevekslere: FHE (Fusion-bonded Heat Exchangers)
 - 5.2 Service
 - 5.2.1 Tips
- 6. ORDLISTE
- 7. KONTAKT

1. Indledning

Varme overføres ved stråling, ledning eller konvektion fra et medie til et andet. Stråling har først en effekt ved meget høje temperaturer, ledning foregår primært i faste materialer, og konvektion (som vi også kan kalde strømning) er den metode, der har størst betydning for en varmeveksler og dens varmeoverførsel. Med en velkonstrueret varmeveksler er det netop konvektionen, der i størst omfang kan påvirkes.

Det lyder måske enkelt, men under overfladen findes der en lang række forhold, som skal overvejes. Hvordan dimensionerer man en varmeveksler? Hvilken type varmeveksler skal man vælge? Hvilke fordele giver det at vælge en varmeveksler, der er certificeret i henhold til AHRI? Ud over ovenstående parametre skal man også tage hensyn til bæredygtighedsaspektet – vi har alle et fælles ansvar for at handle så energieffektivt som muligt og dermed reducere belastningen af jordens ressourcer. Dette med det formål at opnå en miljømæssigt bæredygtig udvikling.

Denne type bæredygtighedsindsats er i høj grad relevant, da den direkte understøtter FN's Verdensmål, som er fastsat til at blive opfyldt i 2030. Armatec er naturligvis med på rejsen. Vi anerkender, at det bliver stadig vigtigere at forvalte energien ansvarligt – også i bygninger. Derfor arbejder vi på at udvikle bæredygtige systemer til varme og varmt vand, som i stigende grad kombinerer flere energikilder. Det gør vores moderne varmevekslere. De er samtidig kompakte, lette at installere, har høj effektivitet og lave vedligeholdelsesomkostninger. Vi kan tilbyde varmevekslere til alle behov.

Det kan dog være vanskeligt at vælge den rette løsning – eller overhovedet at vide, hvilket behov man har. Derfor har vi skabt denne digitale vidensguide med fokus på varmeveksling. Vi ved, at området kan opleves som komplekst, men i Vidensguide Varmeveksling påtager vi os at afklare nogle af de mest almindelige spørgsmål om varmeveksling. Formålet med guiden er, at du får svar på alle de spørgsmål, du måtte have.

Skulle du ønske personlig rådgivning, er der ingen grund til bekymring. Du er som altid meget velkommen til at kontakte en af os for yderligere information og specifik vejledning. Alle vores løsninger tager udgangspunkt i dine behov.

2. Teori

2.1 Varmeoverførsel i varmevekslere

Teorien om varmeoverførsel bygger på flere grundlæggende naturlove inden for termodynamikken. Energi kan hverken skabes eller destrueres, og definitions-mæssigt er varme derfor en form for energitransport.

Varme overføres altid fra et varmere medie eller fluid til et koldere. For at dette kan ske, skal der være en temperaturforskel. Det er denne temperaturforskel, der er drivkraften i en varmeveksler. Det betyder også, at den effekt eller varme, som én fluid optager, skal være lige så stor som den, en anden afgiver, bortset fra tab til omgivelserne. Dette kan beskrives ved ligning [1]:

$$P = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad [1]$$

Her er **P** effekten (kW), **m** masseflowet (kg/s), **c_p** den specifikke varmekapacitet (kJ/kg·°C) og **ΔT** temperaturforskellen for den pågældende fluid eller strøm.

For at dimensionere en varmeveksler og dens varmebelastning kombineres ligning [1] med ligning [2] nedenfor:

$$P = U \cdot A \cdot \Delta T_{LM}$$

Her er **U** varmeovergangskoefficienten (W/m²·°C), **A** varmeoverførselsarealet (m²) og **ΔT_{lm}** den logaritmiske middeltemperaturforskel.

En række parametre bestemmer varmeovergangskoefficienten, for eksempel materialevalg, fluidegenskaber, udformning af plademønstre og trykfald. Alt, hvad der påvirker konvektionen og turbulensen i applikationen. Omkostningen for en varmeveksler er baseret på dens areal, **A**, i ligning [2]. To vigtige og påvirkelige parametre for at kunne minimere omkostningen for en varmeveksler er:

Trykfald – jo højere accepteret trykfald, desto mindre og dermed billigere varmeveksler på den kolde side, og dermed en billigere varmeveksler.

* For pakningsforsynede varmevekslere påvirker også trykklasse og maksimal temperatur i dit system prisen på varmeveksleren.

** Som retningslinje anvendes ofte 20–100 kPa for vand-vand-applikationer, og ved større effekt er et højere trykfald ønskværdigt for at sikre driftssikkerhed ved delast.

2.2 Plader

I de fleste applikationer er pladevarmeveksleren den mest effektive type varmeveksler. Det skyldes i høj grad den høje turbulens, som pladerne genererer, sammenlignet med rør i en rørvarmeveksler. Derudover er det lettere at variere plademønstre, presdybde, tilslutninger og materialer for at tilpasse varmeveksleren til de specifikke driftsbetingelser.

Afhængigt af temperaturprogrammet kan en termisk opgave klassificeres som mere eller mindre krævende, og forskellige plader er udviklet til forskellige driftsforhold. Alfa Laval har to plademønstre: L- og H-plader. Sammen danner de tre kanaltyper – L, H eller M – hvor M er en kombination af de to.

Den optimale kanaltype vælges ud fra temperaturprogrammet og det maksimalt accepterede trykfald over varmeveksleren.



L kanal



H kanaler

L- og H-kanaler, som kan kombineres for optimal ydeevne.

2.2.1: Fremstillingsmaterialer

Alle lodde- og fusionssammenføjede varmevekslere fra Alfa Laval har plader i højkvalitets rustfrit, syrefast stål SS 316 (2347, 1.4401). For pakningsforsynede varmevekslere findes der flere pladematerialer at vælge imellem. I lukkede og rene systemer, som ofte indeholder glykoler, er rustfrit stål i henhold til SS 304 (2333, 1.4308) tilstrækkeligt. Indkøbsprisen er cirka 30 procent lavere, afhængigt af balancen mellem udbud og efterspørgsel. Til salt-, brak- og poolvand må der udelukkende anvendes titanplader.

2.2.2: Specialplader

Pakningsforsynede varmevekslere kan fremstilles med dobbelte vægge, såkaldte Double Wall-plader. De er ideelle til applikationer, hvor væskerne ikke må komme i kontakt med hinanden. Et par identiske plader svejdes sammen omkring portene, og pakningerne monteres som normalt mellem pladepakkerne. Skulle det usandsynlige ske, at en plade revner, vil lækagen blive synlig eksternt i stedet for, at væskerne blandes inde i varmeveksleren.

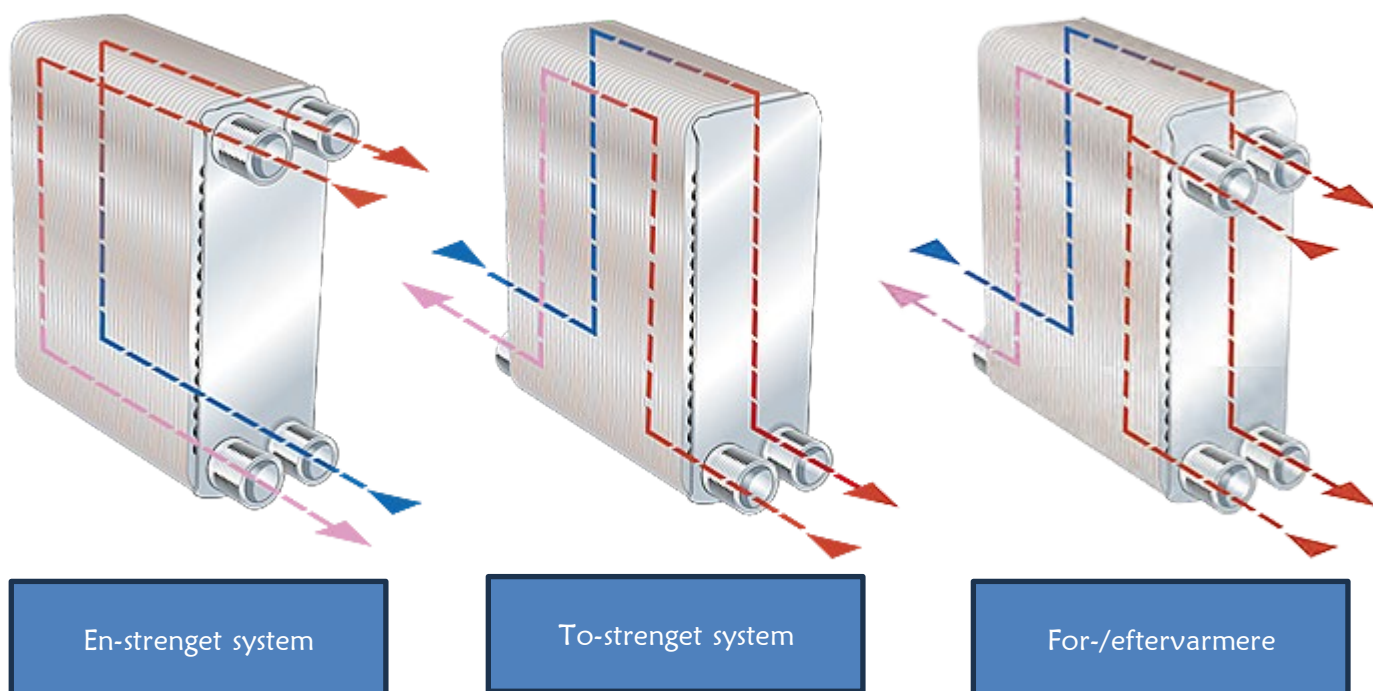


Dobbeltvægget varmeveksler med svejsede porte og pakninger mellem pladeparrene

2.3 Koblingsprincip

Der findes flere måder at opbygge en pladevarmeveksler på ved hjælp af forskellige koblingsprincipper. De mest almindelige er énstrenget eller tostrenget varmeveksler. Den mest udbredte løsning er énstrenget varmeveksler med tilslutningsporte på samme side af varmeveksleren, hvor strømningerne kun mødes én gang mellem pladerne.

Tostrengede varmevekslere findes i flere udførelser. Den mest almindelige minder om en énstrenget varmeveksler, men er opbygget med en skilleplade midt i pladepakken. Det betyder, at strømningerne mødes to gange i varmeveksleren, hvilket øger både kapaciteten og trykfaldet i applikationen. En variant er tostrengede varmevekslere med forvarmning. Dette er for eksempel almindeligt ved produktion af varmt brugsvand. En VVC-strøm kobles direkte ind i varmeveksleren og eventuelt også en varmeretur for at forvarme brugsvandet. Tostrengede varmevekslere har altid tilslutninger på begge sider af varmeveksleren.



Forskellige koblingsprincipper for varmevekslere

Her er to film, der viser, hvordan énstrengt varmeveksler og tostrengt varmeveksler fungerer.

2.3.1: Enstrengsvarmevekslere

Film: [Alfa Laval vätska/vätska packningsförsedda värmväxlare](#)

2.3.2: 2-strengsvarmevekslere

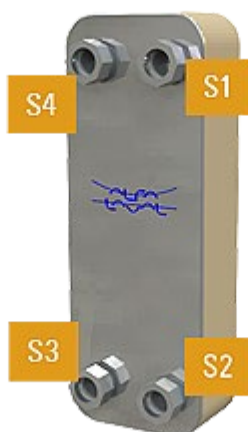
Film: [Alfa Laval 2-stråksvärmväxlare](#)

2.4 Installation af en varmeveksler

Ved installation af en varmeveksler er det vigtigt at sikre modstrømskobling (kun i undtagelsestilfælde bør varmevekslere kobles medstrøms). Dette garanterer korrekt funktion og optimal varmeoverførsel.

Portene på en énstrengt varmeveksler fra Alfa Laval benævnes S1, S2, S3 og S4. Ofte tilsluttes den varme strøm på portene S3 og S4 med indløb i S4.

Den kolde eller sekundære strøm tilsluttes typisk portene S1 og S2 med indløb i S2. Ved at have et fremløb "øverst" på varmeveksleren og et fremløb "nederst" sikres modstrømskobling. Ønsker man at bytte side mellem de forskellige strømme, er det uproblematisk, så længe dimensionerne på alle porte er ens. Varierer de, kan det være hensigtsmæssigt at foretage en ny dimensionering for at sikre korrekt trykfald for de respektive flow.



Betegnelse af porte

2.5 Dimensionering af varmevekslere

Der kræves en række parametre for at kunne dimensionere en varmeveksler: effektbehov, fremløbs- og returløbstemperaturer på primær- og sekundærsiden, maksimalt accepteret trykfald over varmeveksleren samt systemets trykklasse.

For enklere applikationer, for eksempel vand-vand med standarddriftsforhold, er det nemt at [vælge en varmeveksler via Alfa Laval Product Guide](#)

<http://productguide.alfalaval.com/category/c001?companyId=&country=SE&language=se-SE>.

3. Godt at vide

3.1 Ikke alle som præsterer

Når ydeevne og funktion er afgørende – uanset om der er tale om et VVS-system eller et industrielt system – skal alle komponentvalg være optimale, og alle komponenter skal præstere i overensstemmelse med specifikationen. Desværre sælges der mange varmevekslere, som er underdimensionerede. Varmevekslerne har for få plader til den givne applikation, hvilket gør det muligt at tilbyde en mere konkurrencedygtig pris.

Konsekvensen er, at pumpetrykket må øges for at forøge flowet og dermed effekten. Det er ikke særligt energieffektivt, og samtidig er der stor risiko for klager over indeklima og energiforbrug.

3.2 Certificeringer gør det tydeligt

AHRI (<http://www.ahridirectory.org>) (Air-Conditioning, Heating and Refrigeration Institute) er den eneste uafhængige, non-profit organisation, der certificerer varmevekslere globalt. De hjælper kunder med at spare energi og omkostninger samt med at forbedre produktiviteten.

Der er mange fordele ved certificerede varmevekslere. De reducerer energiforbruget, sikrer fuld investeringsværdi og leverer ydeevne i overensstemmelse med specifikationerne. Det skaber tryghed i hele værdikæden – fra rådgivere til slutbrugere. AHRI-certificering er særligt værdifuld for kølesystemer med store flow og små temperaturdifferencer.



(<http://www.ahridirectory.org>)

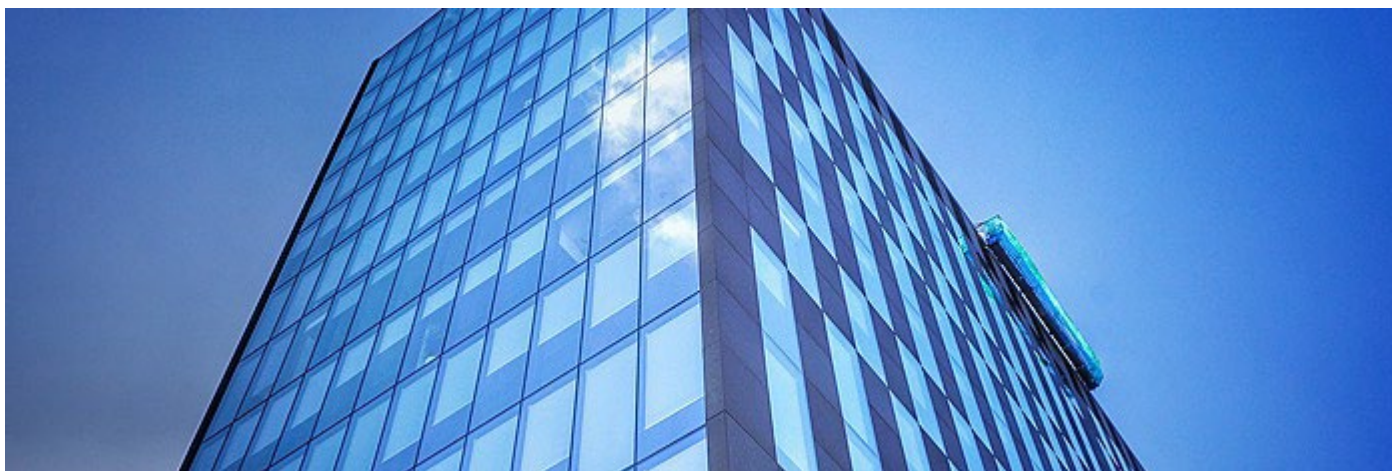
Hold øje med AHRI's logo

4. Praktisk Eksempel

4.1 Fjernvarme

Fjernvarme er miljøvenlig og energieffektiv, både til opvarmning af en bygning til et behageligt indeklima og til produktion af varmt brugsvand. Der findes flere metoder og koblingsprincipper til at overføre varme fra primærnettet til anvendelse indendørs. I de fleste tilfælde anvendes varmevekslere med separate primær- og sekundærstrømme til at distribuere varmen. Dette sker typisk via radiatorer og gulvvarme og i større kommercielle og offentlige bygninger også via ventilationsanlæg.

Korrekt dimensionering af varmevekslere og armaturer giver høj effektivitet og samtidig lave returløbstemperaturer til fjernvarmenettet. Det gør, at energiselskaberne kan øge deres virkningsgrad og reducere deres behov for primærbrændsel, hvilket flere selskaber belønner med lavere tariffer.



4.2 Fjernkøl

Fjernvarme er veletableret og udbredt over hele verden, ikke mindst i Sverige. I dag er køling også i fremmarch, drevet af et stadigt større behov for at køle større bygninger. Det gælder både her i Norden og på sydligere breddegrader, hvor flere og flere byer og bygninger opføres i varme områder.

Ideen med fjernkøling er den samme som for fjernvarme: at anvende en central kilde til at producere køling, som derefter distribueres i et net, som flere kan få glæde af. Det giver både økonomiske og miljømæssige fordele sammenlignet med lokal køleproduktion. Derudover er det enklere (man slipper for at bekymre sig om kølemaskinens kapacitet), mere fleksibelt (brug den køling, du har behov for fra nettet) og mere smidigt (frigør plads i bygningen, ingen vedligeholdelse, ingen støj).

Alt, hvad der kræves, er en varmeveksler, der er dimensioneret til kølebehovet, samt tilhørende armaturer.



4.3 Industri

Inden for procesindustrien og den fremstillende industri spiller varmevekslere en vigtig rolle. I alle industrielle processer forekommer der en stor variation af strømme og fluider, som skal holde den rette temperatur for at sikre korrekt funktion. Det kan omfatte både egentlig opvarmning og temperaturholdning i tanke og cisterner.

Pladevarmevekslere er ofte det rette valg, da de giver den bedste varmeoverførsel pr. arealenhed og er lette at vedligeholde, fordi pladepakken kan åbnes (hvilket ikke er muligt med rørvarmevekslere). For mange dampapplikationer kan rørvarmevekslere dog være at foretrække, da rør bedre tåler trykstød og høje temperaturer end pakninger.

Overskudsvarme og varmetab forekommer også ofte i større fremstillingsindustrier med egne store kedler, hvor varmetilførsel sjældent er et problem. Denne varme kan ofte udnyttes og distribueres videre til et fjernvarmenet via varmevekslere for at levere den ønskede temperatur og effekt. Dermed går mindre energi til spilde, og brændselseffektiviteten i den oprindelige kedel kan fordobles, hvis restprodukterne sælges og distribueres videre.



5. Produktguide

5.1 Stort udvalg

Der findes flere hovedkategorier af varmevekslere. Alle er udviklet til at kunne tilpasses forskellige formål og funktioner. Nedenfor følger en kort beskrivelse af de mest almindelige typer og de fordele, de giver i forskellige applikationer.

5.1.1: Loddede varmevekslere: BHE (Brazed Heat Exchangers)

Loddede pladevarmevekslere er de absolut mest anvendte inden for VVS-applikationer og tilbyder mange fordele. Ikke mindst fylder de meget lidt, hvilket gør dem velegnede til indbygning i præfabrikerede systemer. Ved hjælp af loddeteknik reduceres behovet for pakninger samt tykke ramme- og trykplader, hvilket resulterer i en mere kompakt konstruktion.

Alle loddede varmevekslere fra Alfa Laval er fremstillet i rustfrit, syrefast stål (SS 316). Mellem hver plade findes en tynd kobberfolie, som vakuumloddet for at sammenbinde pladepakken. Produktprogrammet er bredt, og afhængigt af temperaturfald kan der opnås gode tekniske løsninger fra blot få kilowatt op til flere megawatt. Der kan vælges mellem énstrengt varmeveksler, tostrengt varmeveksler samt tostrengt varmeveksler med forvarmning.

Afhængigt af størrelse og model varierer tilslutningstyperne. Mindre modeller fremstilles som regel med udvendigt gevind, mens større modeller leveres med flangeforbindelser. Almindeligt tilbehør omfatter stativer, varmeisolering samt svejsede (rustfrit stål eller kulstofstål) eller loddede tilslutninger.

Rustfri plader sammen med kobberlod.



5.1.2: Pakningsforsynede varmevekslere: PHE (Packed Heat Exchangers)

En pakningsforsynet varmeveksler giver store muligheder for variation og tilpasning. Kapacitetsmæssigt spænder de fra blot få kilowatt til adskillige titals megawatt. Det er muligt takket være energieffektive plader, hvor både overflade og mønster kan varieres i stor udstrækning – både pr. plade og gennem kombinationer af plader i samme varmeveksler. Det gør pakningsforsynede varmevekslere velegnede og omkostningseffektive ved høje ydelser, for eksempel i køleapplikationer med store flow.

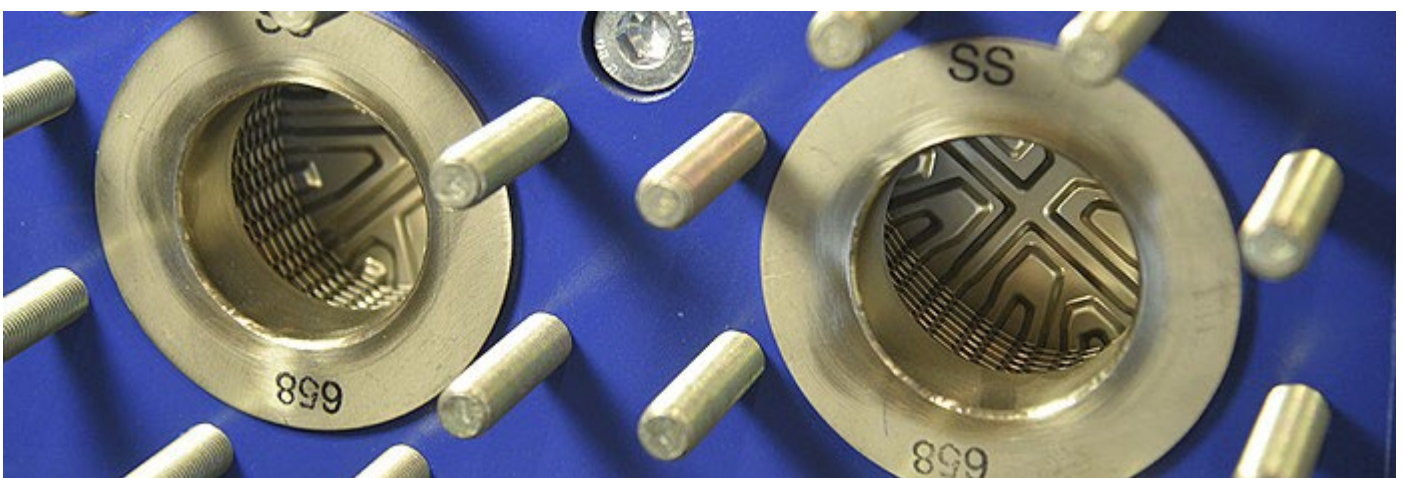
Også pladernes materiale kan varieres. Til almindelige applikationer anvendes syrefast rustfrit stål (SS 316), men almindeligt rustfrit stål (SS 304) forekommer også i lukkede systemer, som indeholder glykoler. Ved forurenset vand, såsom havvand, ferskvand eller brakvand, bør titanplader anvendes for at sikre pladernes holdbarhed. Det gælder også for swimmingpools, da rengøringsmidler og klor slider hårdt på pladerne.

En pakningsforsynet varmeveksler kræver ikke væsentligt mere vedligehold end en loddet varmeveksler. Pladepakken er nem at adskille, så hver plade kan rengøres individuelt. Det er vigtigt at sikre, at driftstemperaturer og -tryk ikke overskrides, da dette belaster pakningerne. Pakningsmaterialet skal derfor vælges ud fra den højeste dimensionerende temperatur og det maksimale tryk.

Ligesom de loddede varmevekslere leveres de mindre varianter med gevindtilslutninger og de større med flangeforbindelser. Tilbehørsudvalget er dog større. Ud over stativer og varmeisolering er der også mulighed for køleisolering samt drypbakker til kondensvand. Stativpladen kan forsynes med lining omkring tilslutningsportene i samme materiale som pladerne, det vil sige rustfrit stål eller titan. Dette er almindeligt ved højere temperaturer for at øge stativpladernes levetid.

Her er en [film som viser opbygning af pakningsforsynede varmevekslere](https://www.youtube.com/watch?v=s9GPNZ8BB2c)

(<https://www.youtube.com/watch?v=s9GPNZ8BB2c>).



Foring omkring tilslutningsport

5.1.3: Fusionssammenføjet varmevekslere: FHE (Fusion-bonded Heat Exchangers)

Hvor loddede varmevekslere ikke er tilstrækkelige, findes AlfaNova. Ved første øjekast ligner den en tilsvarende varmeveksler, men udført udelukkende i rustfrit stål. Al kobber er udeladt, og pladerne sammenføjes i stedet ved hjælp af en unik patenteret teknik, som minder mere om svejsning end lodning. Det resulterer i en ekstremt modstandsdygtig varmeveksler med høj mekanisk tolerance over for temperatur og tryk. Alle indgående dele er fremstillet i rustfrit, syrefast stål (SS 316).

Takket være sin konstruktion er AlfaNova særdeles velegnet til applikationer med naturlige kølemidler som ammoniak samt mere aggressive vandtyper. Både modeller og tilbehør tilhører samme produktfamilie som de loddede varmevekslere, herunder tilslutninger, isolering og stativer.



AlfaNova fremstilles udelukkende i rustfrit, syrefast stål

5.2 Service

I takt med at energiomkostningerne stiger, øges behovet for at reducere energiforbruget. Et vigtigt led i dette er at sikre varmevekslernes funktion og ydeevne. Alle plader i en varmeveksler – uanset fremstillingsmateriale og model – vil med tiden få belægnings, som kan forringe energieffektiviteten, for eksempel slam, mikroorganismer og kalkaflejringer.

Regelmæssig vedligeholdelse forlænger varmevekslerens levetid. Hvor ofte vedligeholdelse skal udføres, afhænger af faktorer som medie, temperatur og tryk. En tommelfingerregel er, at varmevekslere, der anvender søvand, bør rengøres én gang om året. Gode retningslinjer er rengøring hvert femte år for varmevekslere i køleapplikationer og hvert syvende år for varmeapplikationer.

En pakningsforsynet varmeveksler kan rengøres på to måder:

(1) ved at adskille pladepakken og separat vaske og fjerne belægnings fra hver enkelt plade, eller (2) ved CIP (Cleaning-In-Place), hvor en tilpasset mængde rengøringsvæske – afhængigt af tilsmudsgraden – cirkuleres gennem varmeveksleren og opløser snarere, uden at den skal adskilles.

Din lokale servicepartner ved, hvilket udstyr netop din varmeveksler kræver, baseret på model og applikation.



Udstyr fra Alfa Laval til rengøring af plader uden adskillelse (Cleaning-In-Place)

5.2.1: TIPS

Nogle gode råd til at holde din varmeveksler i fremragende stand:

- Sørg for, at driftsforholdene overholder konstruktionsdata – sikre, at temperatur og tryk ikke overskrides
- Udluft varmeveksleren ved opstart – åbn og luk ventiler langsomt for at undgå trykstød og trykslag
- Monter filtre før varmeveksleren for at fjerne smudspartikler og beskytte varmeveksleren
- Rengør varmeveksleren grundigt og tøm den helt for væsker, hvis den tages ud af drift

6. Ordliste

Varmevekslere

Enhed som overfor varme fra en væske til en anden

VVX

Forkortelse af varmevekslere

CB-vekslere

CB står for "copper brazed", en model af varmevekslere

Fjernvarmevekslere

Varmevekslere tilpasset fjernvarmeapplikationer

Pakningsforsynet varmevekslere

Forkortes ofte PHE eller GPHE – en type varmeveksler med pakninger mellem hver plade, som muliggør adskillelse af pladepakken og dermed lettere rengøring samt mulighed for at udskifte beskadigede plader.

Brugsvandsveksler

Varmevekslere til produktion af brugsvand. Ofte 2-trinskoblet for at muliggøre direkte tilslutning af VVC i varmeveksleren samt eventuelt også en VS-retur.

Kølevekslere

Varmevekslere tilpasset fjernkøling eller andre køleapplikationer

Fusionssammenføjet varmeveksler

Henviser til AlfaNova, en sammenføjet varmeveksler fremstillet udelukkende af syrefast stål – uden pakninger og uden kobberlod.

7. Vil du vide mere? Kontakt os!

Kontakt os

Ingen spørgsmål er for små, og ingen udfordringer er for store.
Skriv et par linjer til os eller ring til os.

Telefon: 46 96 00 00

E-mail: info@armatec.dk