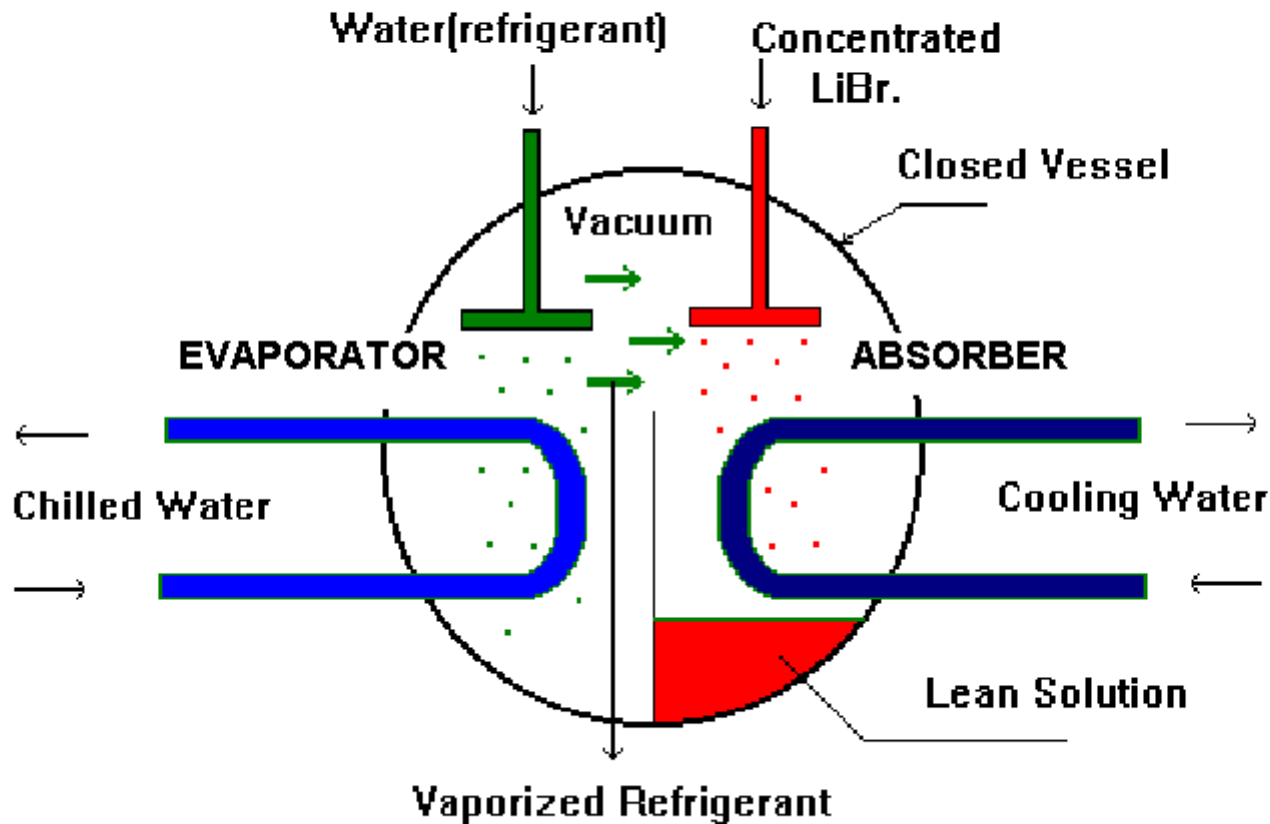


Boiling point of water is a function of pressure. If we spray water onto a tube bundle in a evacuated vessel, it evaporates at about 4°C , cooling the water inside.

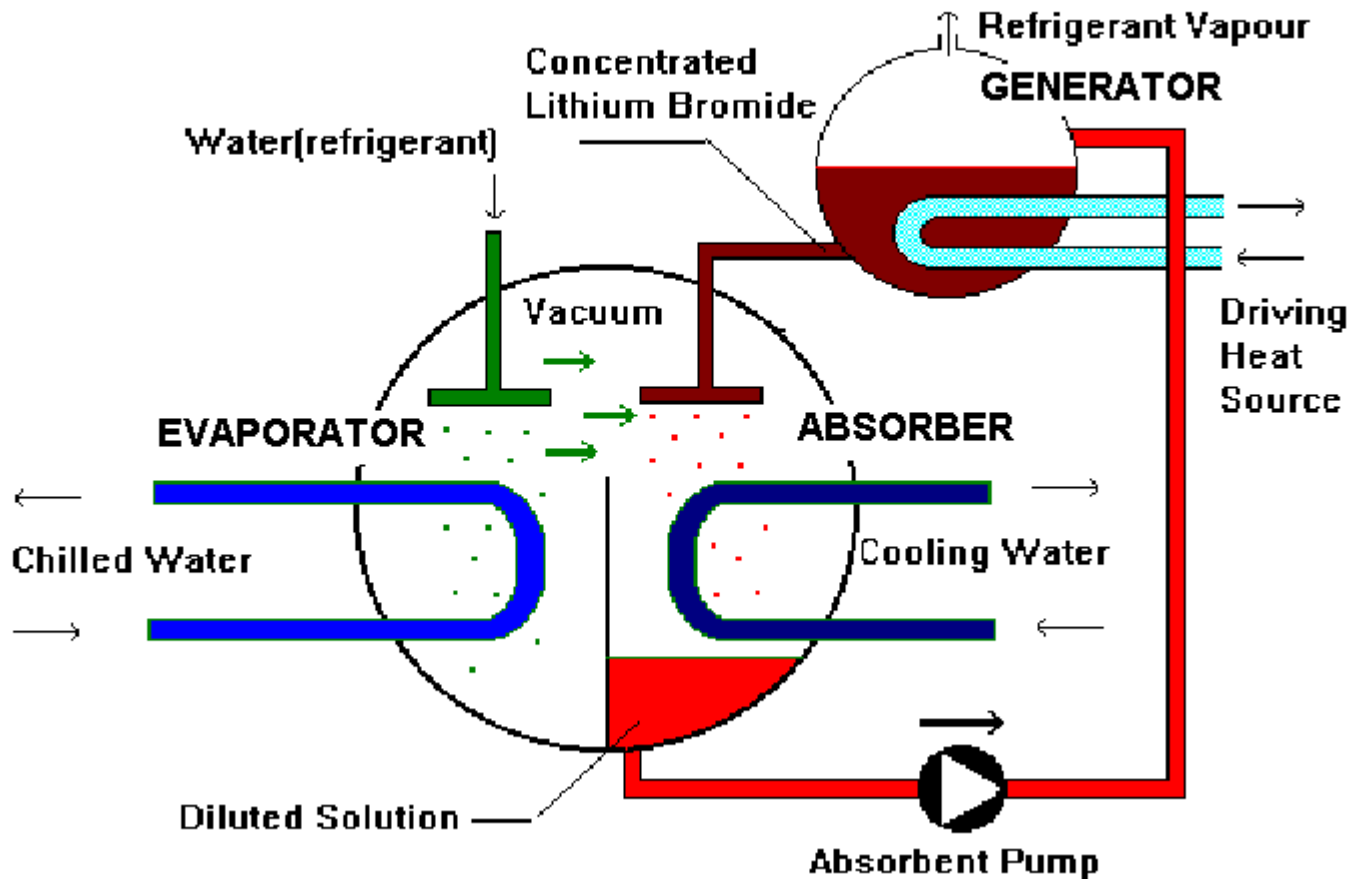


Concentrated Lithium Bromide solution has affinity towards water. The solution absorbs vapourized refrigerant water



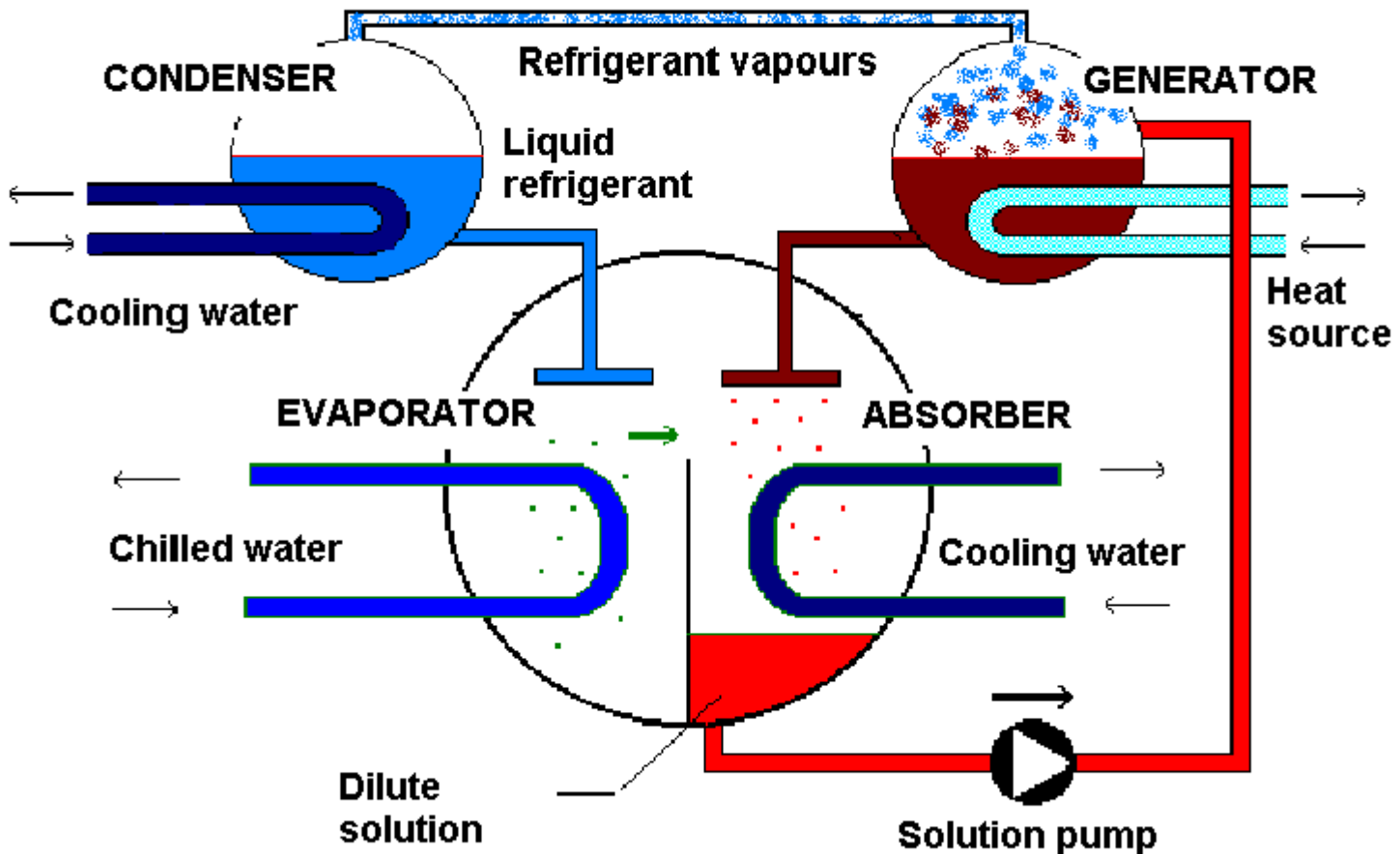


When LiBr solution becomes dilute it loses its capacity to absorb water vapours. It thus needs to be re-concentrated using a heat source.



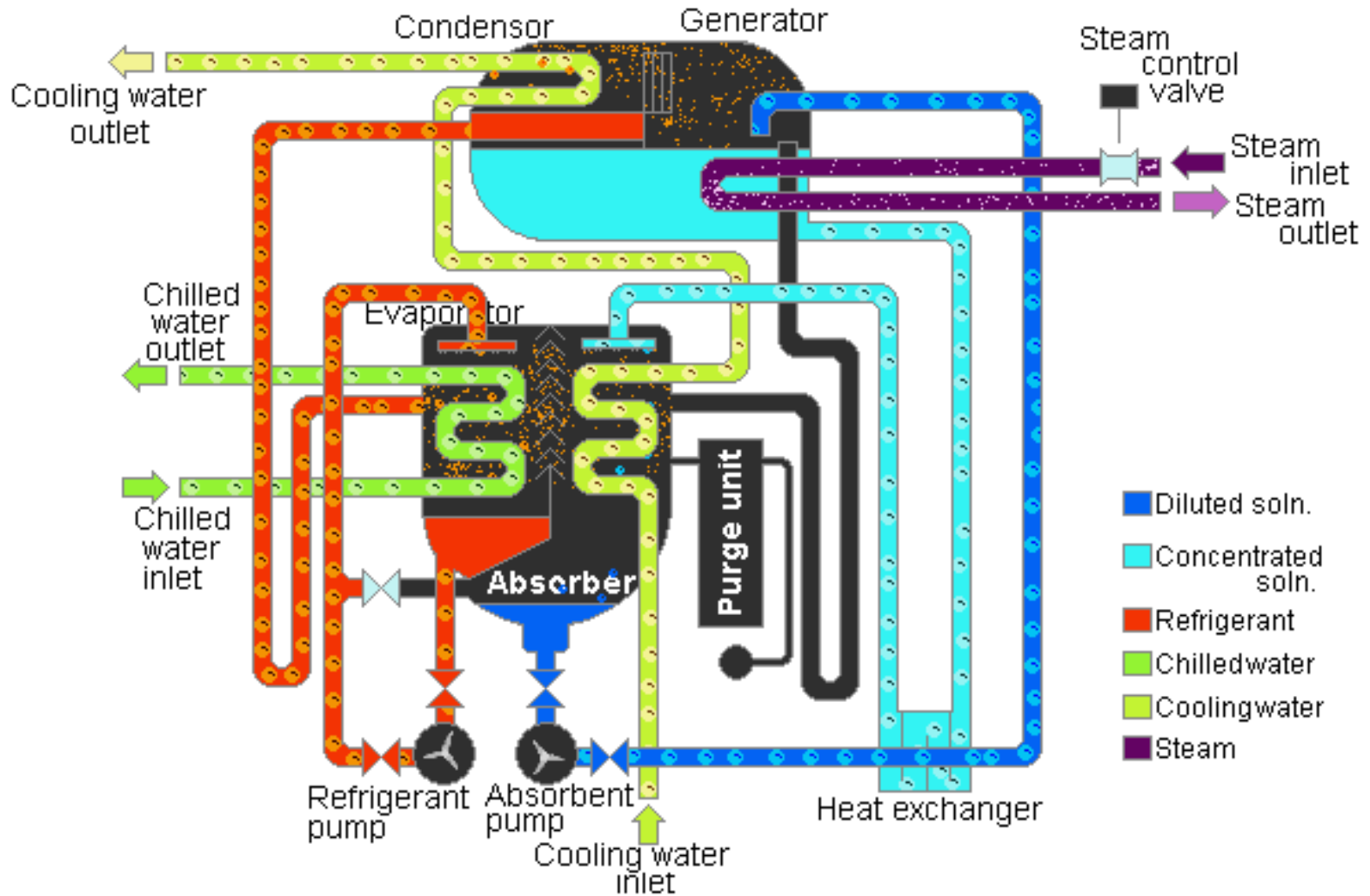


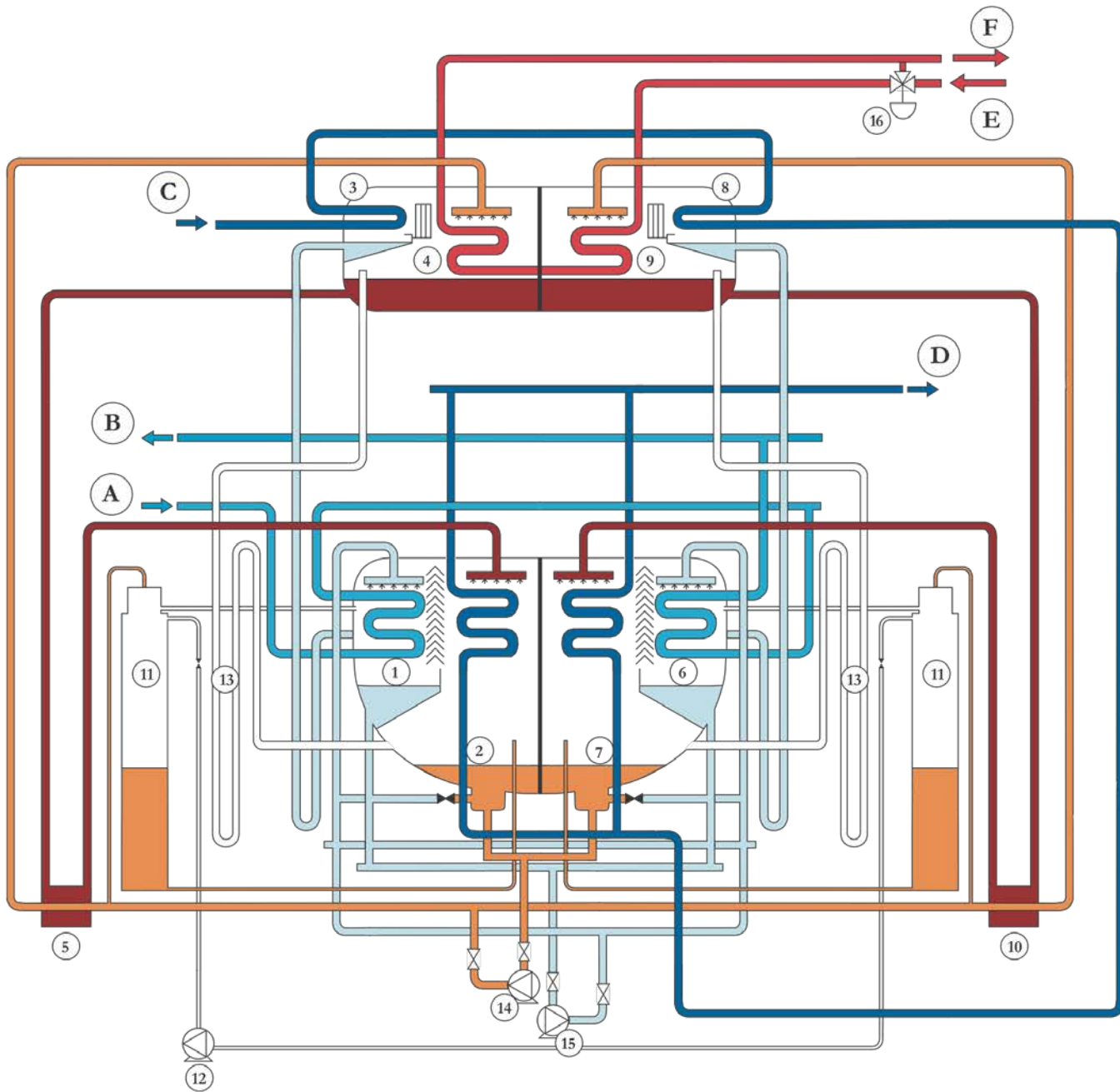
This Heat causes the solution to release the absorbed refrigerant in the form of vapour. This vapour is cooled in a separate chamber to become liquid refrigerant.





SINGLE EFFECT TYPE





De danske fjernvarmeværker søger hele tiden efter nye muligheder hos såvel forbrugere, i nettet samt på værket for at optimere og øge den samlede virkningsgrad.

De fleste har allerede opnået en lav returtemperatur og installeret en kondenserende veksler, så røggastemperaturen forlader værket nogle få grader over returtemperaturen.

Næste step i jagten på lavere røggastemperatur og dermed øget virkningsgrad på værket er en absorptionsvarmepumpe, hvor man via den kolde kreds afkøler røggassen yderligere og dermed nyttiggør endnu mere af kondenseringsenergien i vanddampen og forbedrer systemets virkningsgrad.

I 2010 blev Danstoker købt af den **indiske børsnoterede energikoncern Thermax**, som bl.a. er verdens førende producent af absorptionskølere og absorptionsvarmepumper.

Thermax blev etableret i 1966 og startede egenproduktion og udvikling af absorptionskølere og absorptionsvarmepumper i 1989. Thermax har siden produceret og leveret mere end 6000 enheder fordelt over 70 lande.

Thermax absorptionsvarmepumper er allerede kendt i den danske fjernvarmebranche, og efter købet af Danstoker var det naturligt, at lade Danstoker varetage teknisk salg og service af Thermax absorptionsvarmepumper direkte til Danstokers fjernvarmekunder.

Med absorptionsvarmepumpe teknologien i kombination med de danske fjernvarmeværker findes der mange forskellige muligheder og visse begrænsninger, og hvert anlæg skal analyseres og gennemtænkes for at finde den mest optimale løsning. Afhængigt af løsning og systemets opbygning, er det muligt at køle røggasserne helt ned til 10-25°C under returvandets temperatur.

En absorptionsvarmepumpe drives - i modsætning til en eldrevet kompressorvarmepumpe - af en højtemperatur energikilde og har derfor et meget lavt elforbrug.

Eksempler på drivenergi:

- Varme røggasser (ca. 400°C)
- Hedtvand (min. 150°C)
- Damp

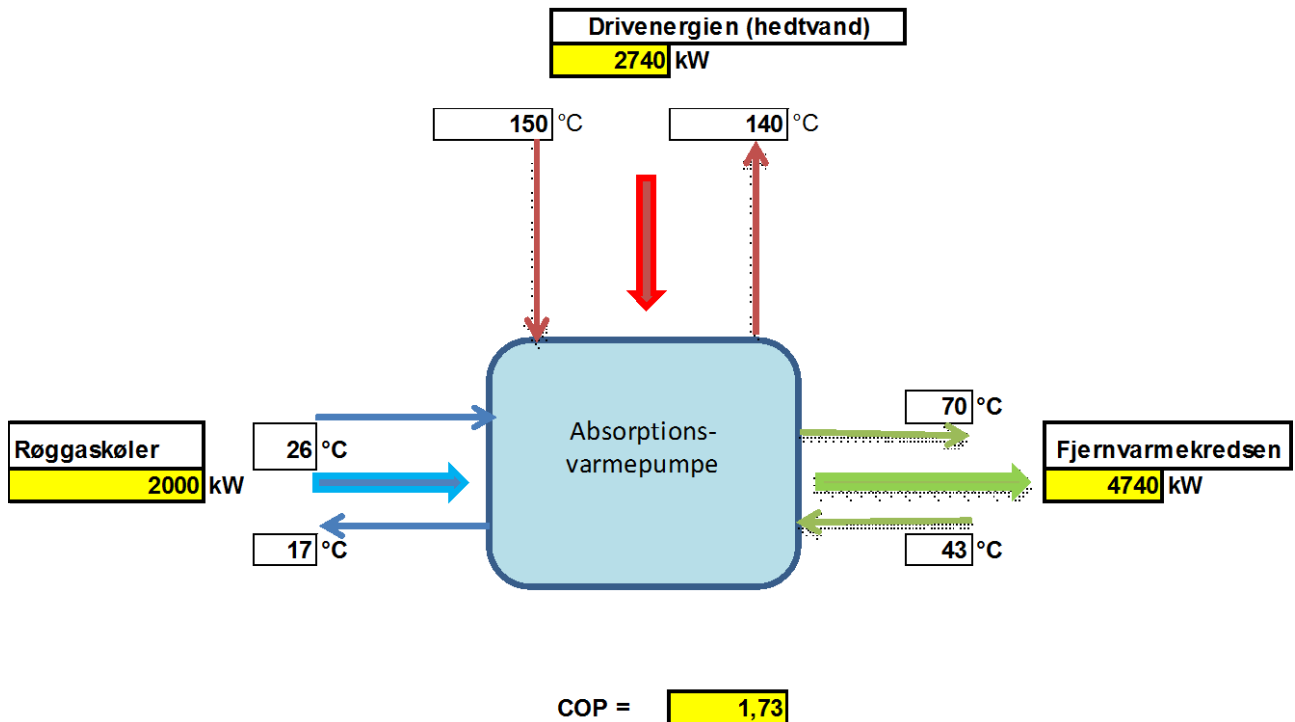
Absorptionsvarmepumperne leveres med en køleeffekt på fordamperen fra 150kW til 5000kW.

Varmepumpen "låner" energi fra kedlen via f.eks. røggas eller hedtvand til at drive generatoren, og returnerer den lånte energi til fjernvarmevandet sammen med den energi fordamperen trækker ud af spildvarmen (røggasserne).

Forholdet mellem den samlede afgivne energi og den "lånte" energi er op til 1,74. Dette forhold kaldes COP-værdien.

Energien tilført varmepumpen som drivmiddel bliver ført tilbage til fjernvarmevandet sammen med den energi som varmepumpen modtager fra den ekstra køling af røggassen.

Eksempel på absorptionsvarmepumpe i fjernvarmesystem



Der bruges ikke dyr el-energi til at driften, men termisk energi, som tages direkte fra den eksisterende kedel og føres tilbage til fjernvarmekredsen igen – plus energien fra underafkølingen af røggassen.

Derfor er absorptionsvarmepumpen den almindelige eldrevne varmepumpe overlegen både mht. energiforbrug og serviceomkostninger.

Der findes også andre muligheder med absorptionsteknologien:

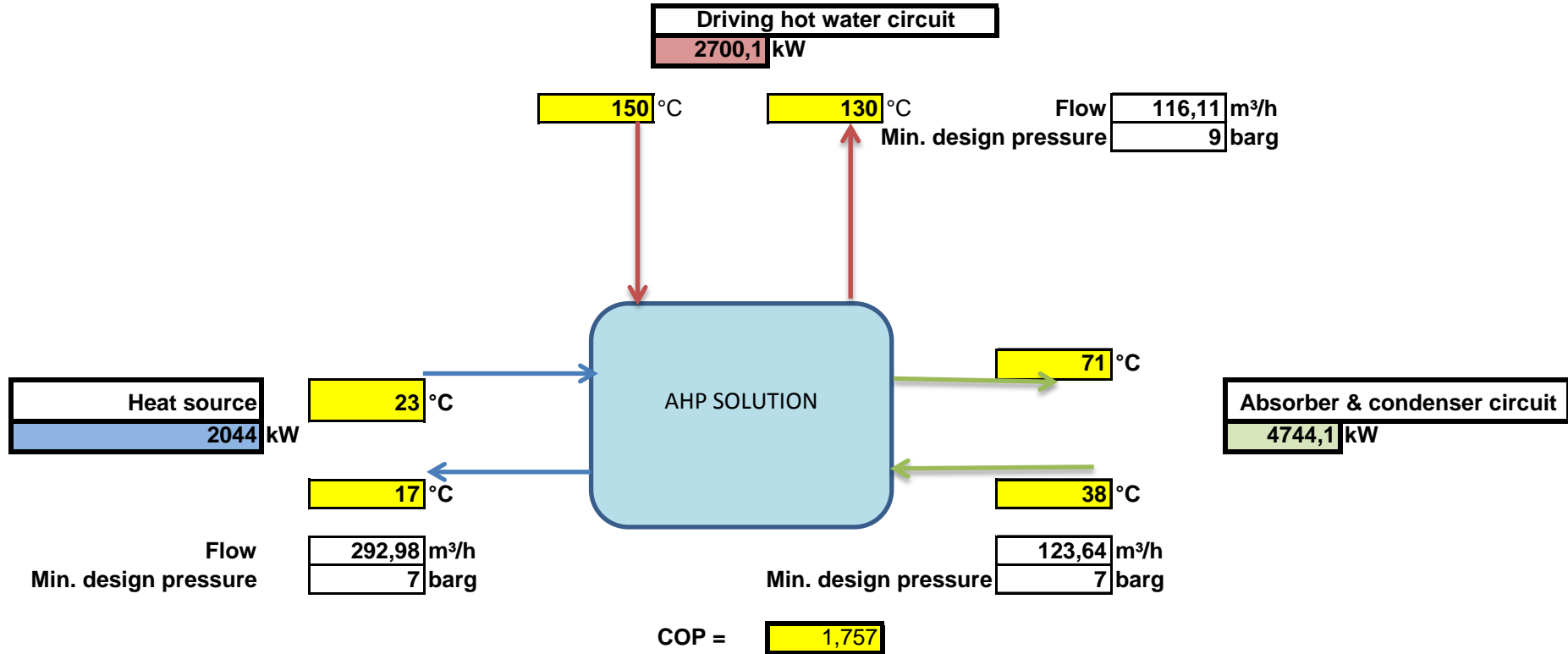
- Fjernkøling eller komfortkøling
- Optimering af virkningsgraden på varme-anlægget om vinteren samt omstilling til komfortkøling om sommeren

Absorptionsvarmepumpen og dens princip er en meget gammel opfindelse, men selve produktet er en kompliceret enhed, idet de mange års produktions-/ og driftserfaringer har vist at materialevalg, komponentvalg og design samt service og automatisk overvågning har meget stor indflydelse på ydelsen, driftssikkerheden og ikke mindst levetiden.

Når absorptionsvarmepumpen er korrekt designet, idriftsat og indreguleret, kræver den imidlertid ikke meget opmærksomhed i det daglige, og kan køre problemfrit i årevis med meget lave driftsomkostninger.

Project: Toftlund

Situation #1:



Mulige anvendelser af absorptionskøling

Absorptionskøling evner i grundprincippet at tage varme fra to temperaturniveauer (en lavtemperatur energikilde og en højtemperatur energikilde) og aflevere hele varmemængden ved en mellemtemperatur. For at processen skal være mulig skal denne mellemtemperatur ligge tættest på lavtemperatur energikilden.

Grafisk fremstillet kan det se ud som følger :

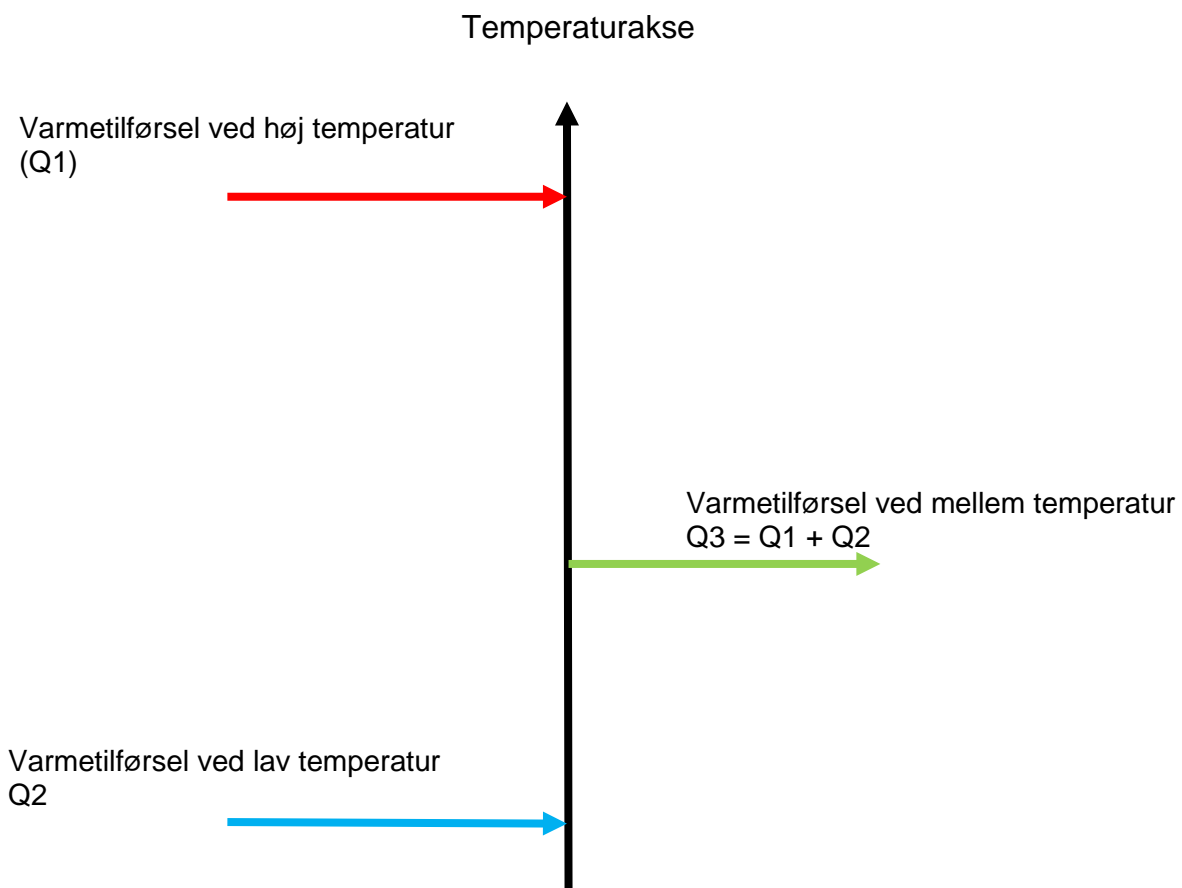


Fig. 1

En mere uddybende beskrivelse er angivet i følgende hvor de reelle begrænsninger er beskrevet mere detaljeret.

1. Da kølemidlet er vand kan der ikke opereres med temperaturer under 0 °C. I praksis er det uden specielle foranstaltninger dog ikke realistisk at køre med udgangstemperaturer på det kølede vand fra fordamperen på under 4-6 °C da der skal være en rimelig margin mellem driftstemperatur og frysevagtstemperaturen der generer sikkerhedsstop.

2. Af hensyn til begrænsning af indre korrosion laver man normalt ikke driftstemperaturer på generatoren på over 150 °C.

3. Højere temperaturforskel mellem fordamper og absorber kræver højere LiBr koncentration. Den maksimale koncentration der kan tolereres svarer til ca. 40 °C i temperaturforskel. For at opnå den nødvendige LiBr koncentration uden for store hedeflader kræves der en temperaturforskel mellem kondensatorudgang og generator, som typisk er 20 °C højere end temperaturforskellen mellem fordamper og absorber (udgangstemperaturer).

4. Varmeafgivelsen kommer desuden ikke fra ét sted, men fra to steder i processen, som ikke nødvendigvis har samme temperaturniveau. Varmen genereres nemlig både i absorbereren, der absorberer dampene fra fordamperen (ca. 56 % af varmeafgivelsen) og kondensatoren, der kondenserer dampene fra generatoren (ca. 44 % af varmeafgivelsen). Kølevandet til de to varmeafgivere er normalt koblet i serie, så de fremstår som én kilde, men andre koblinger er også muligt. På varmepumper (højtemperatur maskiner som laver fjernvarme) er absorbereren altid koblet før kondensatoren. På kølemaskiner (lavtemperatur maskiner som laver vand til køleformål) er koblingen normalt modsat.

5. Energimæssigt udgør lavtemperatur energikilden 70-75 % af højtemperatur energikilden. For dobbeltvirkende maskiner hvor den varme kondensator opvarmer den kolde generator dog 120-140 %.

Da vands fordampningsvarme er dominerende i forhold varmekapaciteten (henført til nogle graders temperaturvariation) er dette forhold næsten uafhængigt af driftstemperaturer og belastning for en given maskine.

6. Absorptionsvarmepumpers interne el-forbrug består i det væsentlige i forsyning af to små pumper. For større maskiner (i MW størrelse og op efter) ligger el-forbruget på ca. 2 promille af køleeffekten. For helt små maskiner (100 kW) ligger forbruget dog på ca. 1 % af køleydelsen. Under alle omstændigheder et ret ubetydeligt forbrug som langt overgås af de effekter, der kræves til pumper for at cirkulere vand fra de eksternt koblede kredse gennem maskinerne. Dette forbrug kan dog for varmepumper sidestilles med forbruget ved alternative måder at fremstille varme på.

Der kan nu på næste side opstilles følgende mere fyldestgørende principskitse.

Temperaturakse

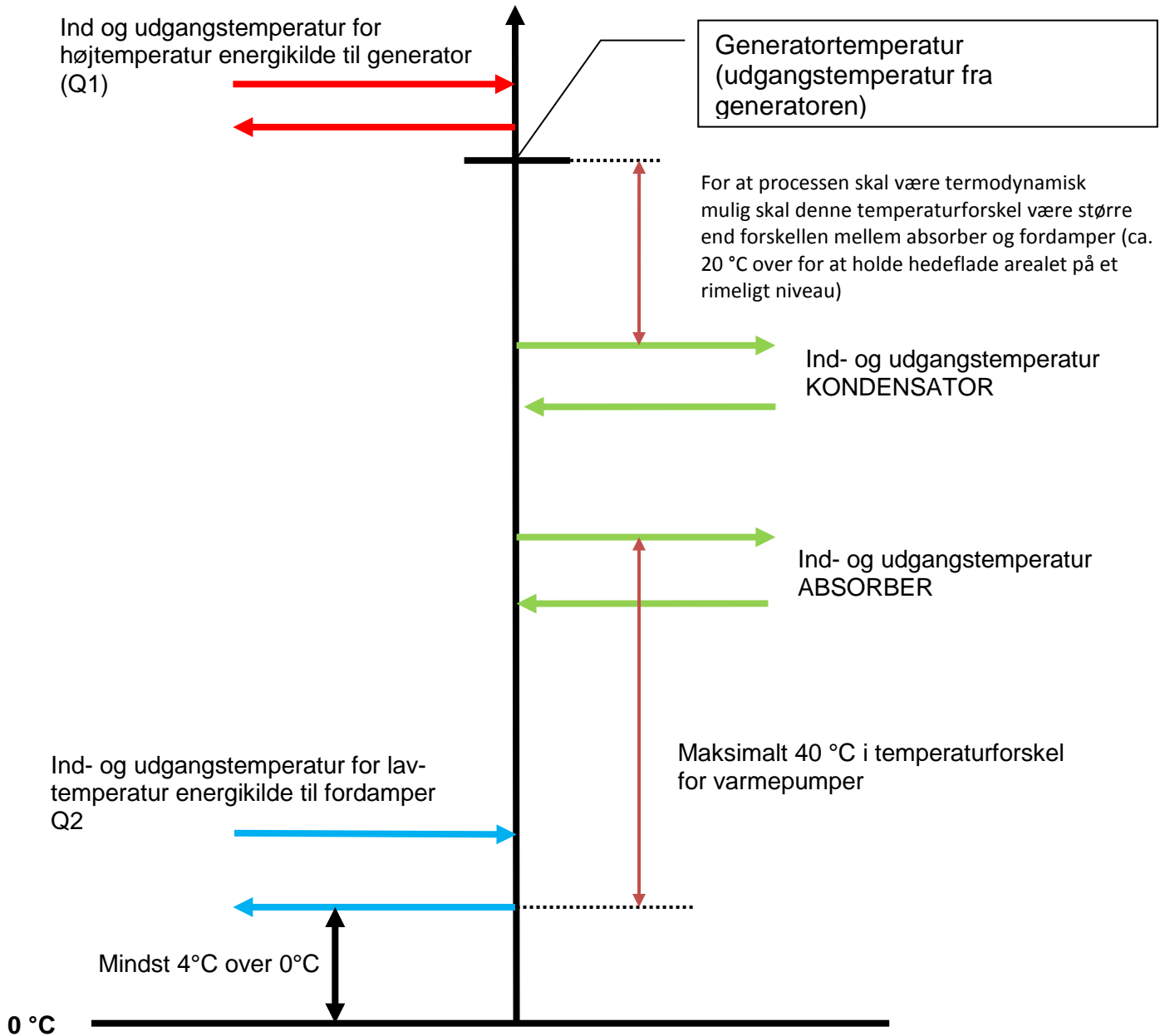


Fig. 2

Absorptionskøling med vand som kølemiddel og Lithiumbromid som Absorbant

Hvordan virker det

Hovedprincippet for teknikken er, at Lithiumbromid er stærkt vandsugende. Damptrykket over en vandig opløsning af LiBr er altså meget lavere end for rent vand ved samme temperatur. Nedenstående diagram beskriver fænomenet.

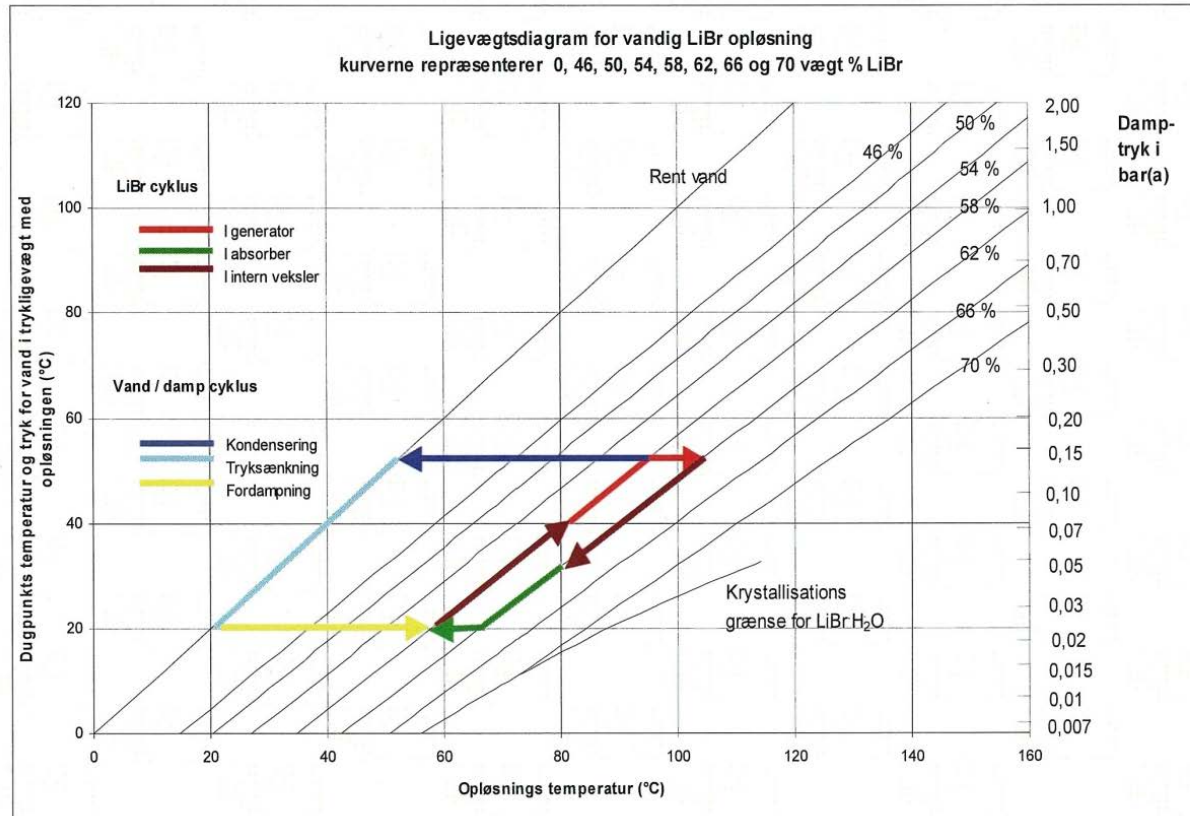


Fig. 3

Som eksempel har rent vand ved 20 °C et damptryk på 0,0234 bar absolut. Det ses af diagrammet, at man har ca. samme damptryk over en 58 % Lithiumbromid ved 57 °C eller en 62 % Lithiumbromid ved 66 °C. Det skal hertil bemærkes, at damptrykket alene udgøres af vandet. Saltet (Lithiumbromiden) fordamper overhovedet ikke.

Ved de nævnte temperaturer er de 3 væsker altså i trykmæssig ligevægt. Er det rene vand derimod blot en anelse varmere (f.eks. 21 °C), vil der altså være uligevægt med følgende resultat:

Vandet vil fordampe ved 21 °C og blive absorberet til lithiumbromiden ved de højere temperaturer. Herved vil vandet optage fordampningsvarme ved de 21 °C og afgive kondenseringsvarmen plus lidt blandingsvarme ved de 57/66 °C. Samtidig optager lithiumbromiden så meget vanddamp at koncentrationen falder og de 62% LiBr bliver til 58% LiBr. Det er præcis, hvad der sker i underdelen af kølemaskinen.

Efter at Lithiumbromiden har optaget vandet, falder evnen til at opsuge mere vand og det må regenereres. Det sker ved at pumpe den fortyndede LiBr-opløsning (med f.eks. 58 % LiBr) gennem modstrømsvarme-veksleren og til overdelen, hvor processen går baglæns.

I generatoren tilføres så meget varme, at opløsningen koger og vandet drives ud. Den koncentrerede LiBr-opløsning (med f.eks. 62 % LiBr) løber tilbage til absorbereren via modstrømsvarmeveksleren og ringen er sluttet. Vanddampen fra generatoren kondenseres i kondensatoren og løber via vandudlader tilbage til fordamperen. På dets vej for-køles det ca. 80 °C kondensat dog med fjernvarmevand, inden det når underdelens lave tryk. I kølemaskiner er temperaturforskellene dog så små, at denne for-køling udelades

Øvrige kemikalier

Ud over LiBr og vand tilsættes Oktylalkohol og Lithiummolybdat. Alkoholen (kun ca. én promille af vand + LiBr) nedsætter overfladespændingen og giver dermed lidt bedre varmeovergangstal, idet det giver en bedre spredning af væskerne over røroverfladerne. Eller som Englænderne mere beskrivende kalder det "Wetting agent". Lithiummolybdat eller inhibitor reducerer korrosions hastigheden.

Tre ting der skal undgås

Faren, der traditionelt er betragtet som værst, er frostsprængning af fordamperen. Det er dog primært et problem for kølemaskiner, der kører med fordampertemperaturer på få grader Celsius. Maskiner er dog af samme grund udstyret med 2 flowvagter ud over temperaturføleren. Kommer maskinen i frysefare, går den i nødstop og stopper begge interne pumper. Hvis temperaturen mellem generator og kondensator bliver for stor kan koncentrationen blive meget høj. Bliver væsken herefter afkølet, kan det størkne (krystallisere). Se nedenstående diagram krystallisationsgrænser for LiBr.

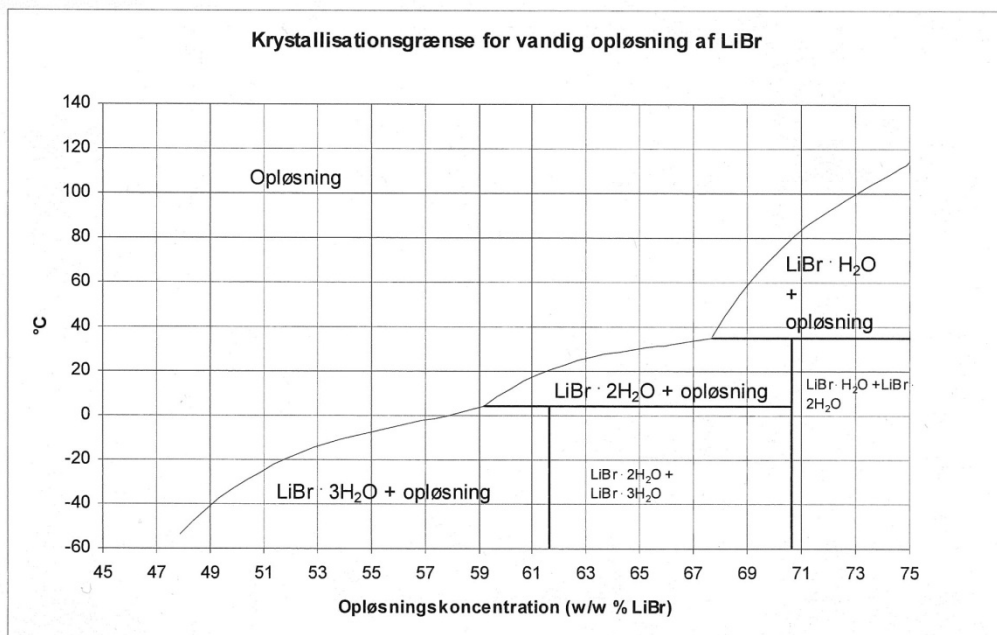


Fig. 4 Krystallisationsgrænse for vandig opløsning af LiBr

Problemet opstår dog sjældent og medfører normalt ikke skader på maskinerne. Slutteligt skal man undgå luftindtrængning i maskinen da luft selv i små mængder virker meget hæmmende på processen. Ved de lave damptryk der forekommer, vil selv små mængder luft give stor effekt, da det hindrer vanddampen i at komme til primært absorbereren, hvor luften vil ophobes eftersom vandet absorberes i væsken. Luft i maskinen vil desuden også få den til at korrodere. Derfor fyldes maskinerne normalt med kvælstof i forbindelse med eventuelle reparationer.

Løbende vedligeholdelse af processen

Der er to ting, som kan hæmme eller stoppe den beskrevne proces.

Det ene er som nævnt luft. Der er 2 kilder til luft (ikke kondenserbare gasser). Der ene er luft fra omgivelserne p.g.a. utætheder og det andet er brint, som dannes ved reaktion mellem vand og jern som danner brint og rust. De ikke kondenserbare gasser fjernes en gang i mellem med vakuumpumpen som startes og stoppes manuelt.

Det andet som kan hæmme den beskrevne proces er LiBr i kølemidler (vandet). Ganske vist fordamper LiBr ikke og der er dråbefang mellem generator og kondensator, men efter lang tids drift vil mikroskopiske dråber som rives med vanddampen bringe LiBr til fordampere og dermed udligne koncentrationsforskellen mellem fordampere og absorber. Dette problem løses normalt ved med passende mellemrum at dræne vand fra fordampere til absorbereren ved at åbne en manuel ventil. Behovet for denne "nedblæsning" kan være svingende. Fra ugentlig til månedligt.

Desuden efterfyldning og kontrol af olien i vakuumpumpen

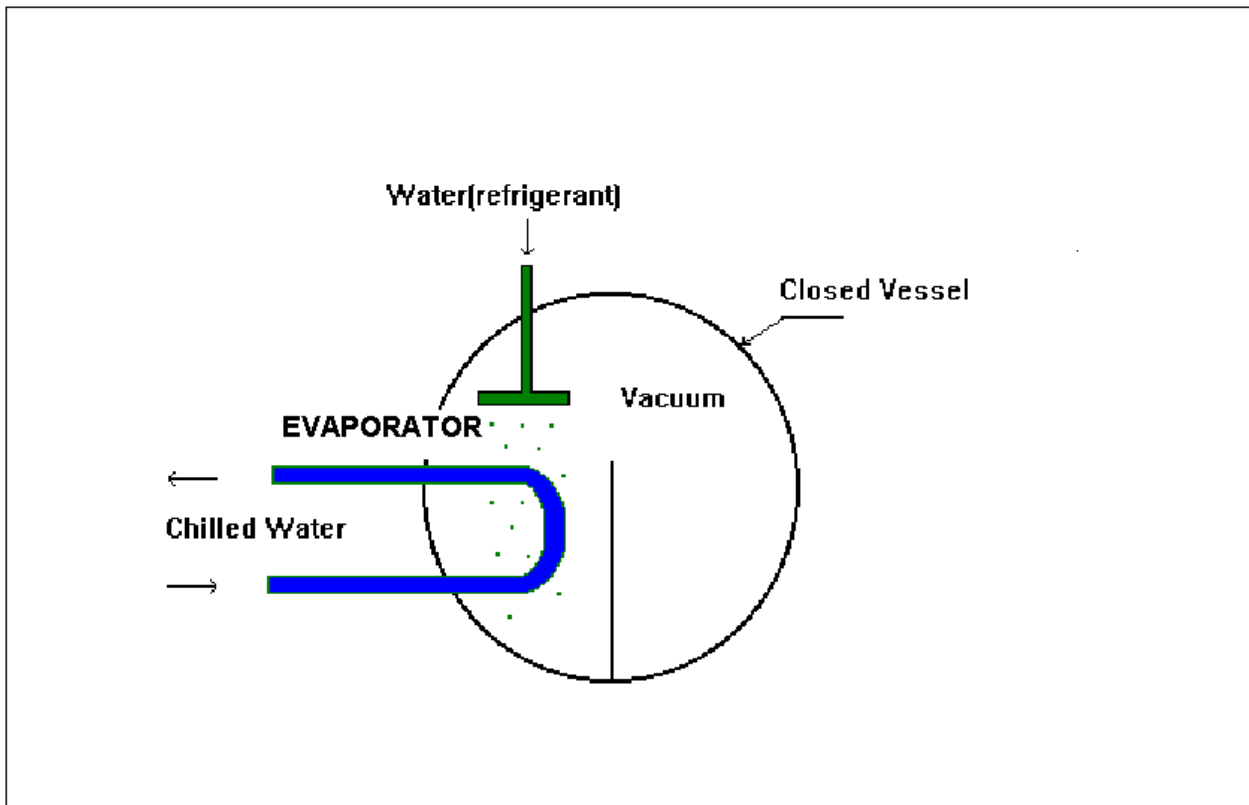
Egentlig service

Den egentlige service består typisk én gang om året at udtage en LiBr prøve (den fortyndede LiBr-opløsning) og analysere den for: Inhibitor, alkalinitet , jern og kobber. Er der for lidt inhibitor tilsættes lidt (op til 300 ppm) og er prøven for sur eller basisk, tilsættes lidt LiOH eller HBr. Alkohol tilsættes efter lugt.

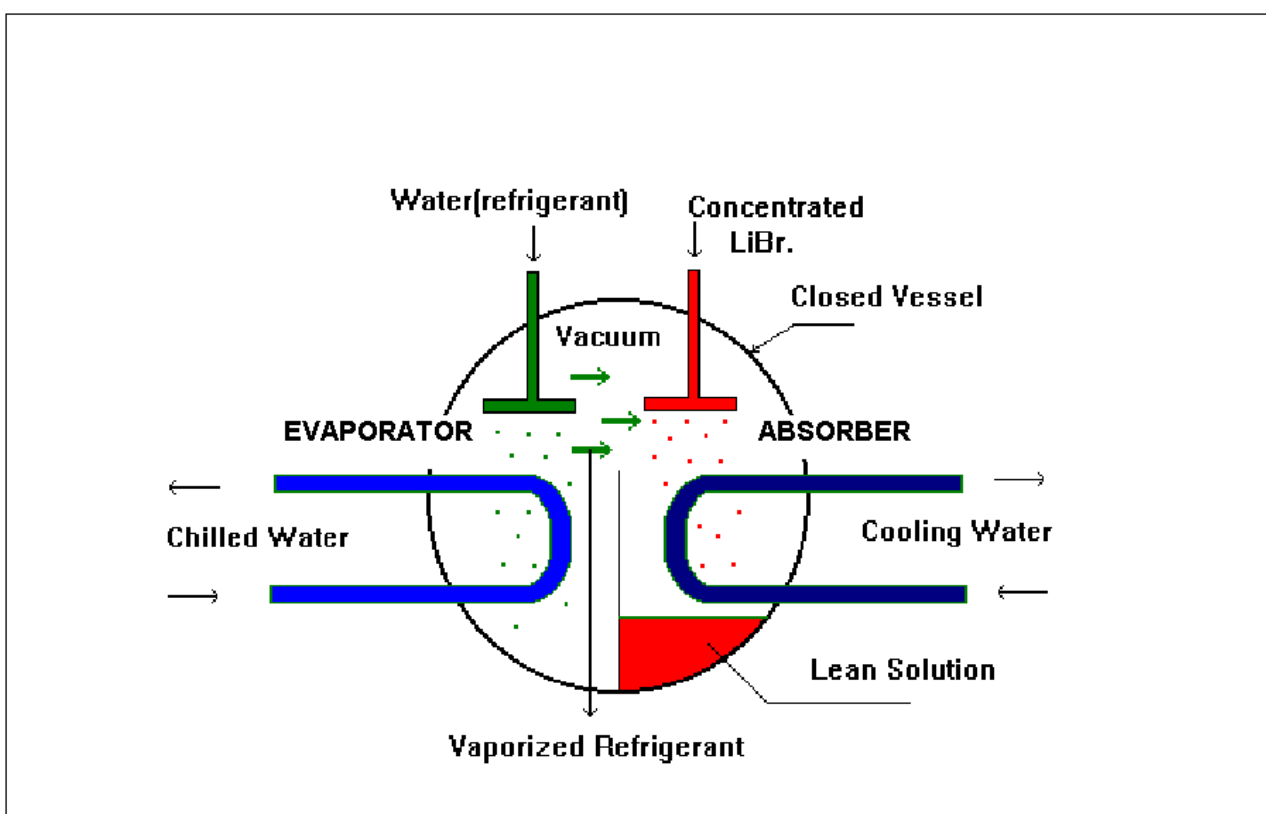
Desuden måles de 2 pumpers TRG værdi. Slid og dermed spillerum mellem aksel og glideleje giver vibrationer, som generer en lille vekselspænding.

Absorptionsvarmepumpens virkemåde

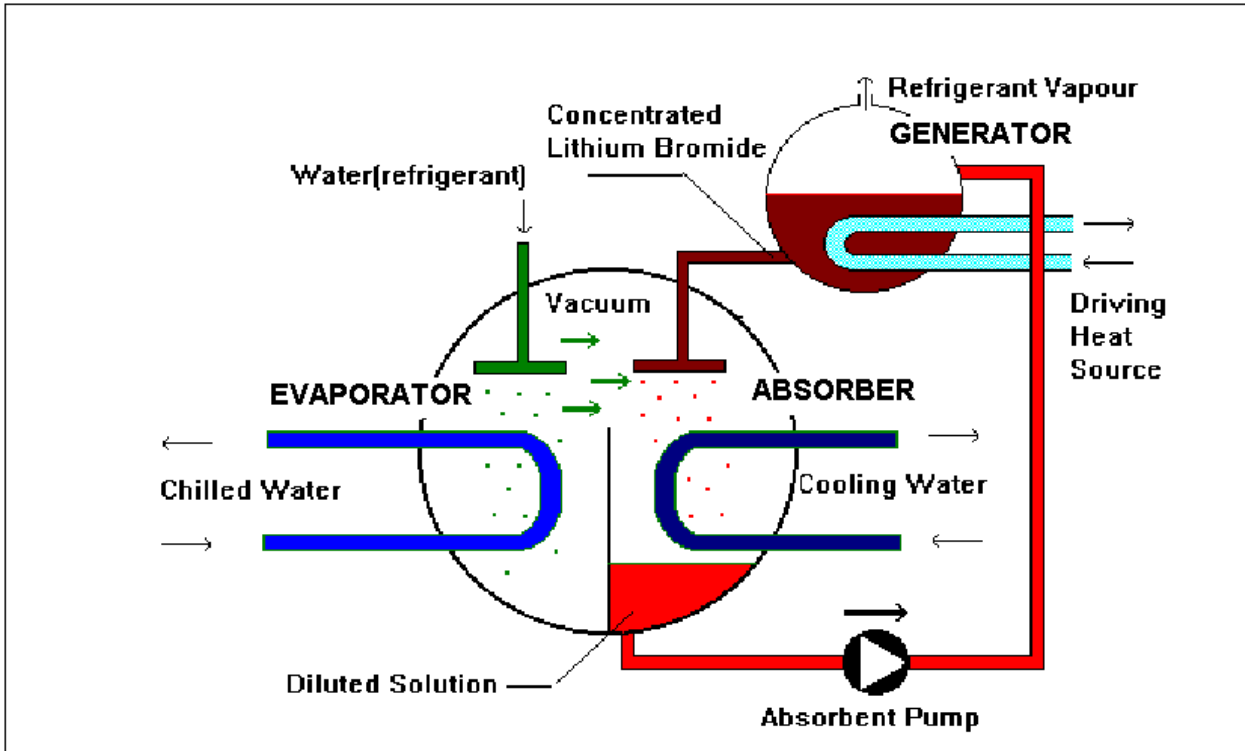
Boiling point of water is a function of pressure. If we spray water onto a tube bundle in a evacuated vessel, it evaporates at about 4°C, cooling the water inside



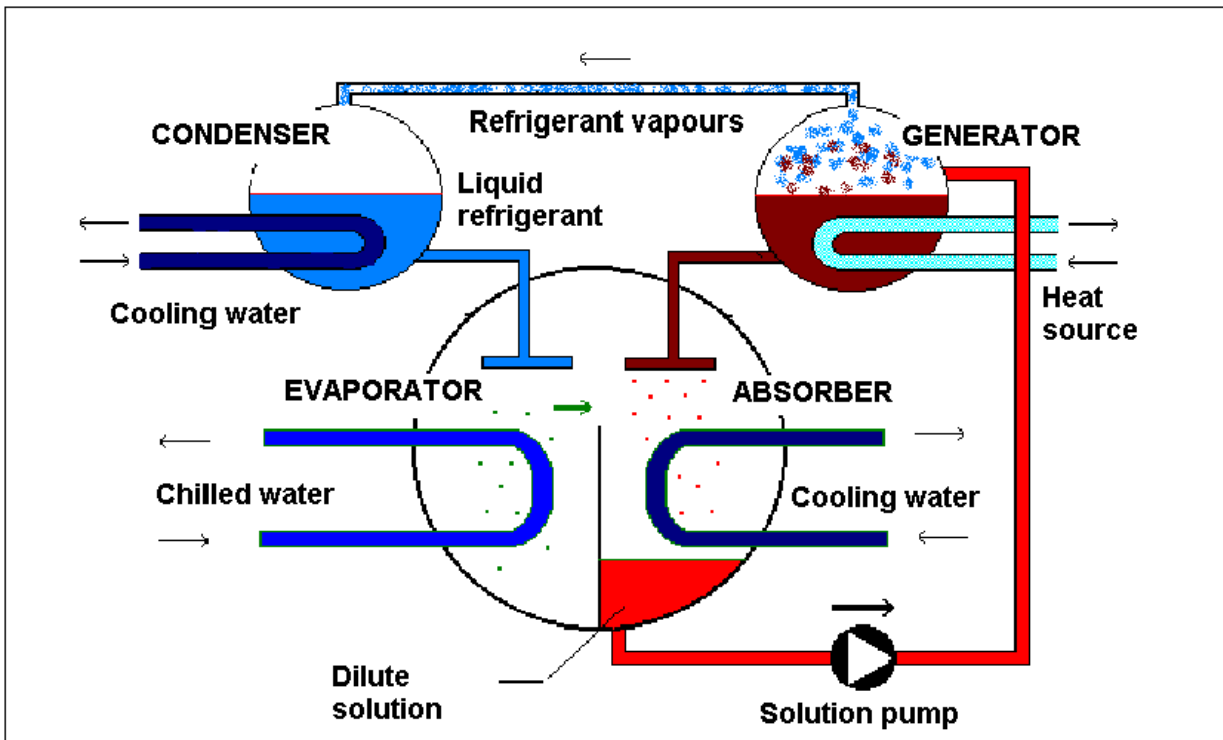
Concentrated Lithium Bromide solution has affinity towards water. The solution absorbs vapourized refrigerant water



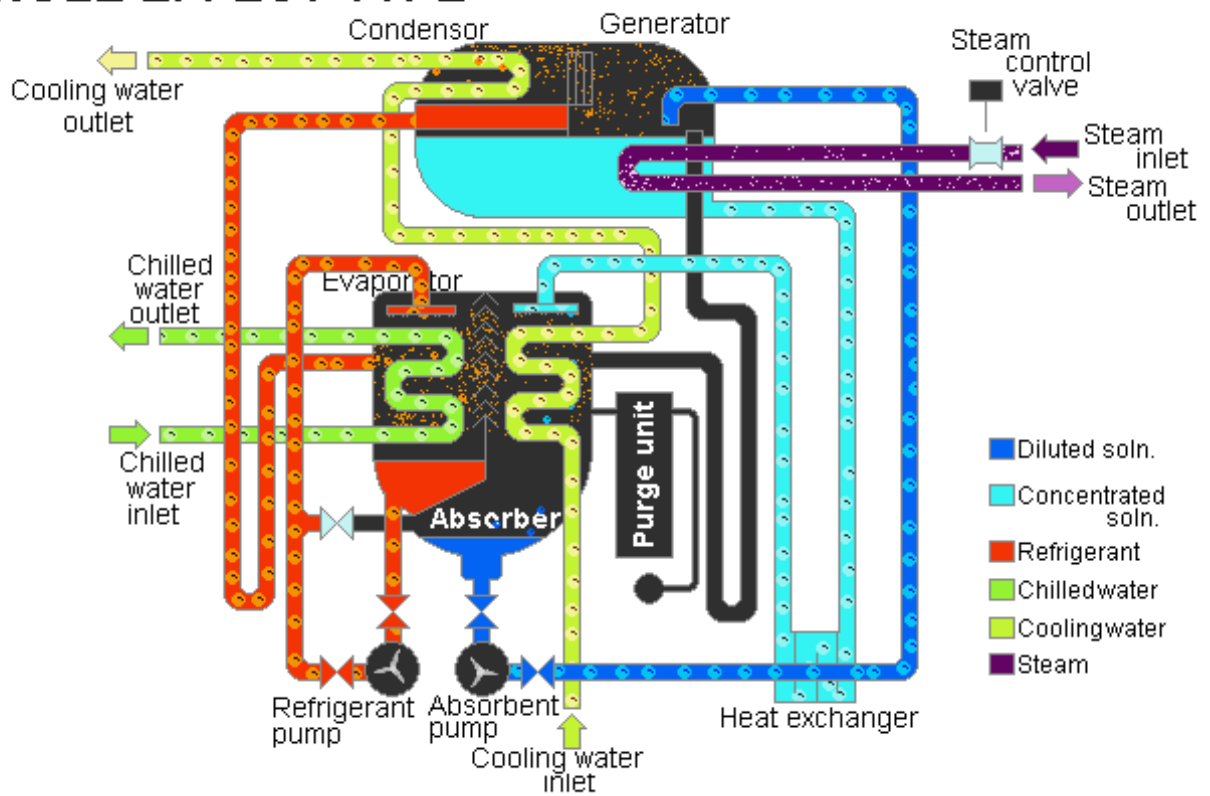
When LiBr solution becomes dilute it loses its capacity to absorb water vapours. It thus needs to be re-concentrated using a heat source



This Heat causes the solution to release the absorbed refrigerant in the form of vapour. This vapour is cooled in a separate chamber to become liquid refrigerant.



SINGLE EFFECT TYPE

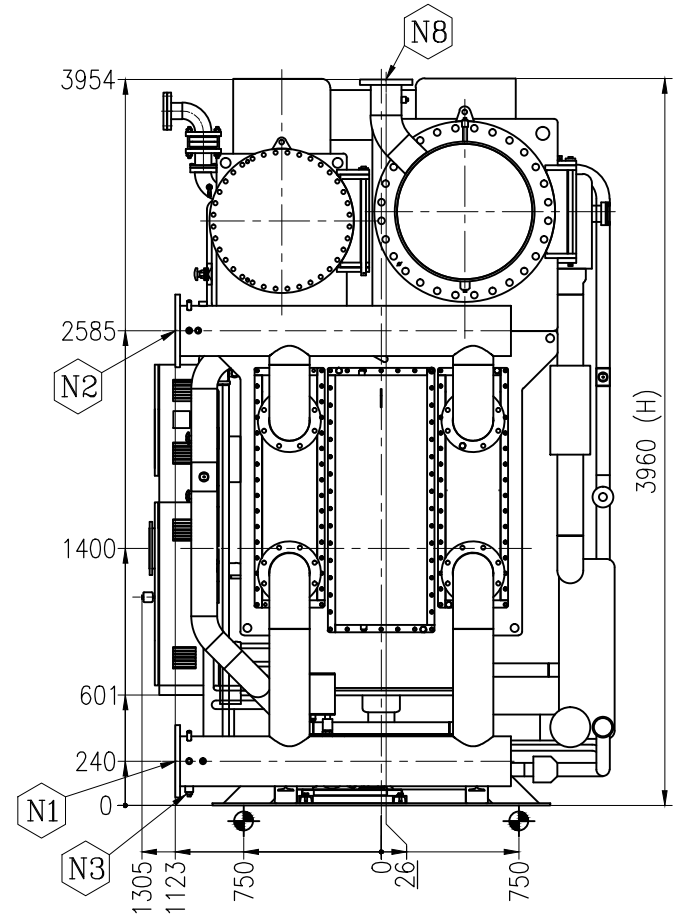
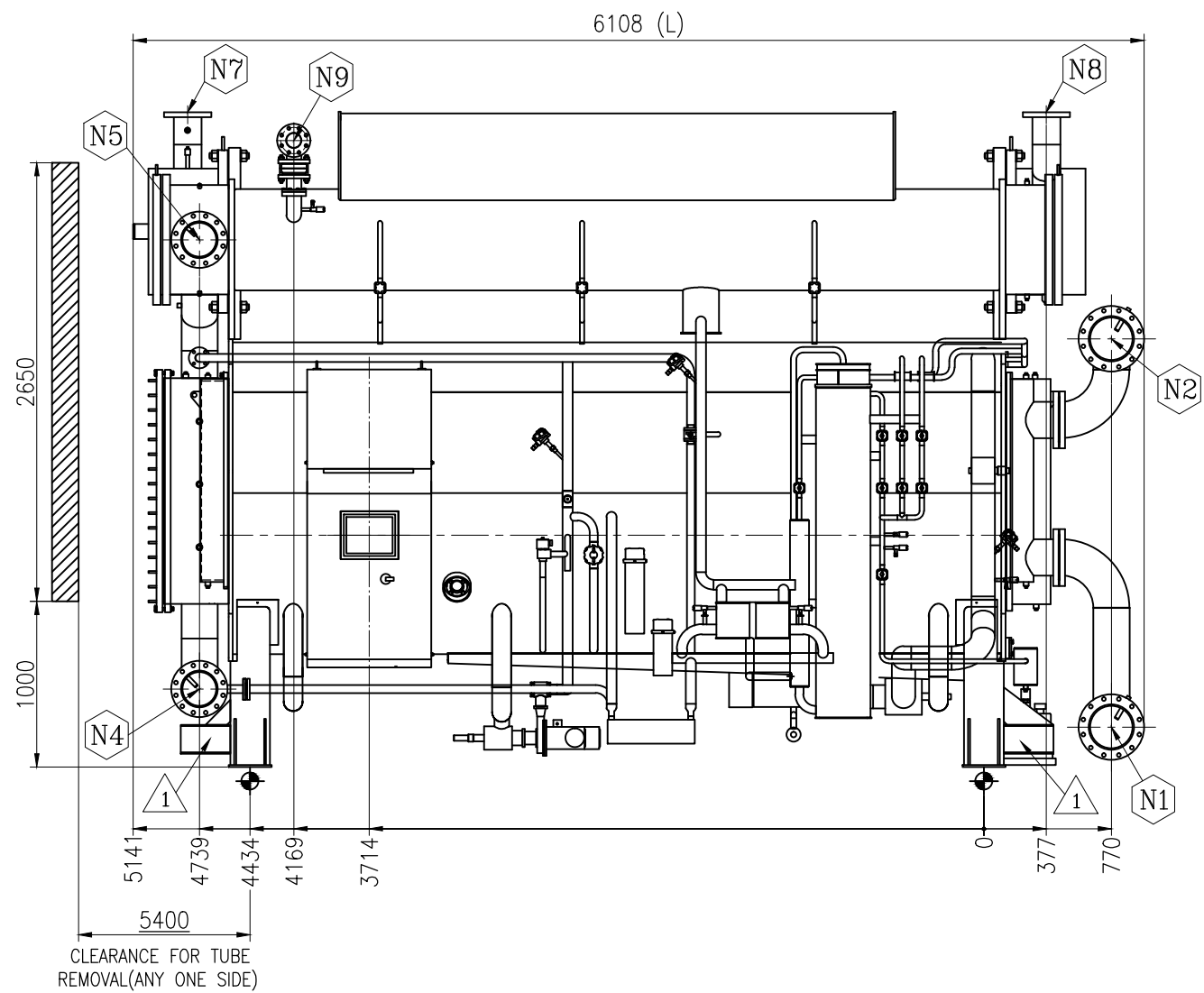
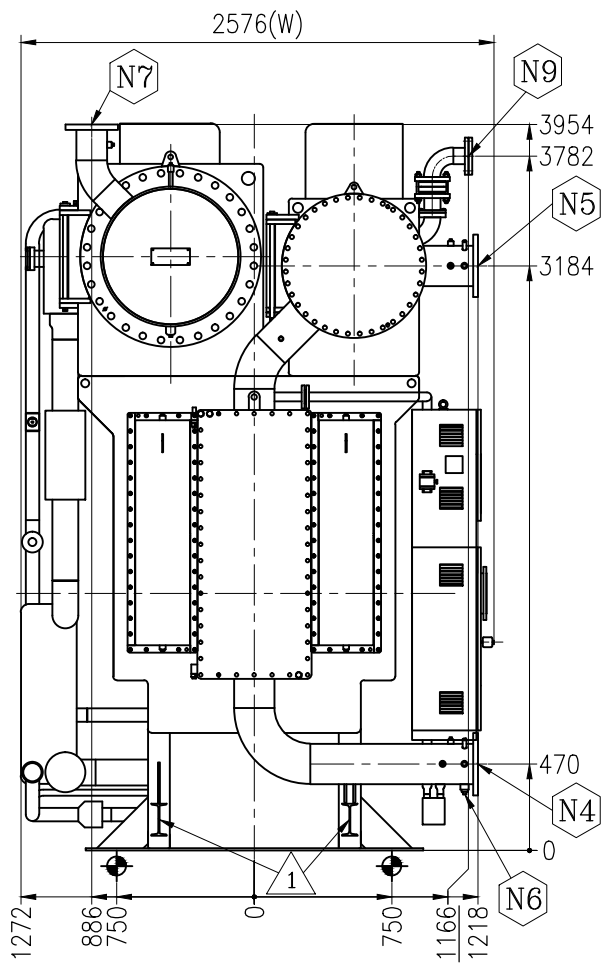
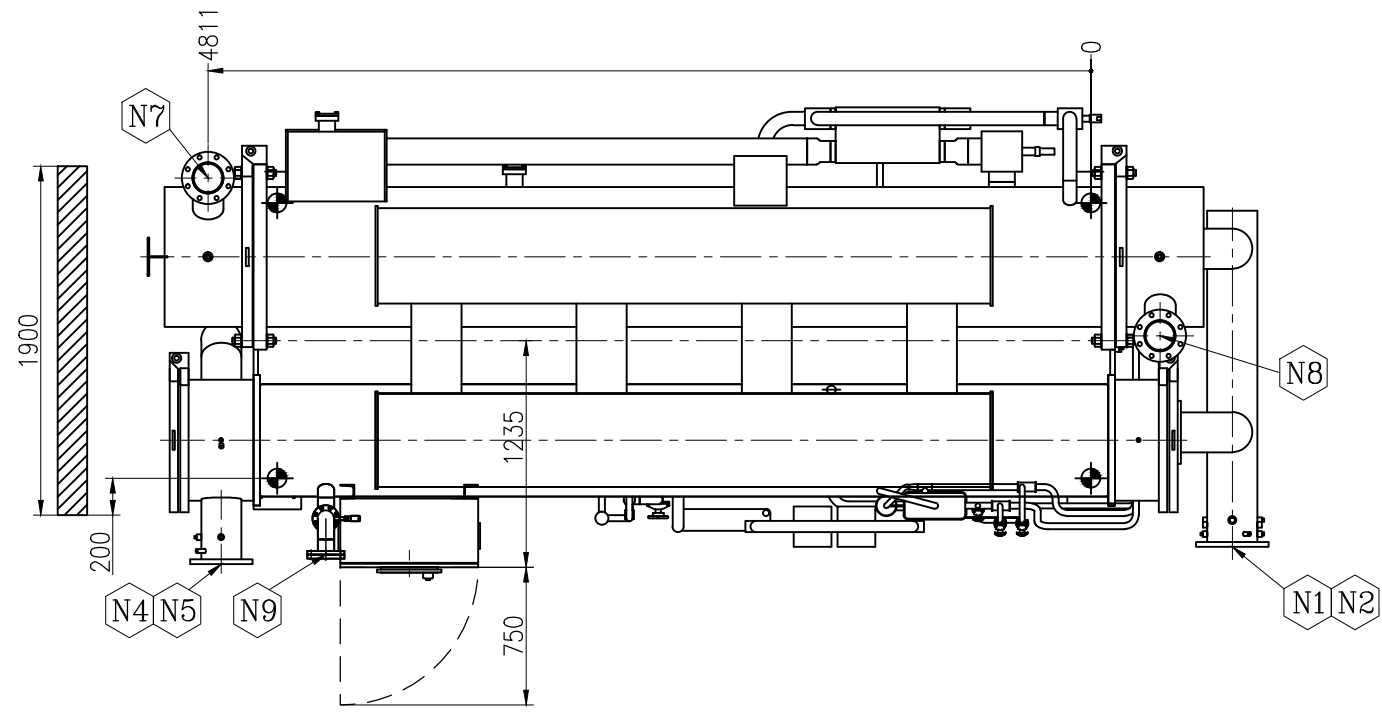


CONFIDENTIAL

NOZZLE SCHEDULE				
NOZZLE	SIZE	NOZZLE FL. RATING	DESCRIPTION	QTY
N1	DN 250	EN1092-1,01,PN10	HEAT SOURCE WATER INLET	1
N2	DN 250	EN1092-1,01,PN10	HEAT SOURCE WATER OUTLET	1
N3	DN 25	BSP (F)	HEAT SOURCE WATER DRAIN	1
N4	DN 200	EN1092-1,01,PN10	DISTRICT HEATING WATER INLET	1
N5	DN 200	EN1092-1,01,PN10	DISTRICT HEATING WATER OUTLET	1
N6	DN 25	BSP (F)	DISTRICT HEATING WATER DRAIN	1
N7	DN 150	EN1092-1,01,PN16	HOT WATER INLET	1
N8	DN 150	EN1092-1,01,PN16	HOT WATER OUTLET	1
N9	DN 80	EN1092-1,01,PN16	RUPTURE DISK OUTLET	1

- NOTES:
- INDICATES THE POSITION OF ANCHOR BOLTS
 - INDICATES THE POSITION OF THE POWER SUPPLY CONNECTION ON CONTROL PANEL
 - MINIUM INSTALLATION CLEARANCE. CONTROL PANEL SIDE : 1200
TOP : 200
OTHERS : 500
 - MACHINE TOLERANCES :

L (MTR)	TOL (MM)
0-3	4
3-5	5
5-7	7
7-10	10
OVER 10	15
 - RUPTURE DISK OUTLET TO BE PIPED OUT ACCORDING TO THE LOCAL RULES AND REGULATIONS. MAXIMUM PIPING ELEVATION SHALL NOT EXCEED THE HEIGHT OF MACHINE.



THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF THERMAX LTD. AND MUST BE RETURNED ON REQUEST. IT IS SUBMITTED AS CONFIDENTIAL INFORMATION IN CONNECTION WITH ENQUIRY, TENDER, ORDER OR CONTRACT. IT IS NOT TO BE USED FOR ANY OTHER PURPOSE OR ORDERED NOR MAY IT BE COPIED OR LENT WITHOUT OUR AUTHORITY IN WRITING.


FOR MACHINING MARKS, GENERAL TOLERANCES, WELDING DETAILS, AND SURFACE TREATMENT REFER COO-STD-0001. THE USER MUST VERIFY THAT THIS IS THE CURRENT ALTERATION PRIOR TO USE AND IF NOT, REMOVE IT FROM USE. ALL DIMENSIONS ARE IN mm UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.

DO NOT SCALE IF IN DOUBT ASK

1	MARKED JACK PLATES/BRACKETS SHOWN.	B.D.B. 12.03.13	J.S.M. 13.03.13
ALT No	ALTERATION	MADE BY	APPD BY

CLIENT	-TEL/Toftland
PROJECT	-
CONTRACTOR	-
CONSULTANT'S DRG.NO.	-

SCALE	DES	A.V.U.	
NTS	DRN	B.D.B.	04.02.13
	CHK	A.V.U.	
	APD	J.S.M.	


THERMAX LIMITED.
 COOLING AND HEATING DIVISION,
 COOLING GROUP,
 CHINCHWAD, PUNE - 411 019.
 PHONE : +91-20-747 5941

TITLE	GENERAL ARRANGEMENT	ALT
PRODUCT	HS60B TP	1
DRG.No.	CZ ZE60 9GA1	