Isolering og U-værdi

Som sædvanlig vil vi gerne have tal på de ting, vi snakker om i fysik. Det gælder også, når det drejer sig om isolering af huse. Her bruger vi begrebet U-værdi: Jo lavere U-værdi, des bedre isolering.

Eksempler på U-værdier målt i $W/(m^2 \cdot K)$:

Uisoleret hulmur	1,4
Isoleret hulmur (100 mm isol.)	0,4
Enkeltlagsrude	6,6
Dobbeltrude (termorude)	3,2
Trelagsrude	2,0
Energirude	1,0
Uisoleret loft	1,1
Loft med 10 cm isolering	0,4
Loft med 20 cm isolering	0,2

Af skemaet kan du fx. se, at der forsvinder næsten lige så meget effekt (energi pr. tidsenhed) ud af én m^2 termorude som ud af 10 m^2 isoleret mur.
Du kan også se, at en energirude er bedre til at holde på varmen end en uisoleret hulmur.

U-værdien fortæller, hvor mange watt der strømmer gennem en kvadratmeter flade (mur, loft, vindue), når forskellen mellem ude- og inde temperatur er 1 °C.

Energikilder eller brændsler

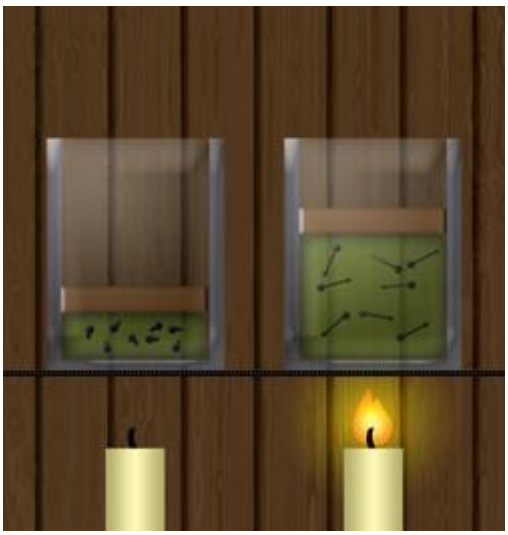
- Fossile brændsler omdannet over 100 mio. år
  - Olie
  - Naturgas
  - Kul og tørv
- Biobrændslerne
  - Træ, træflis, træpiller
  - Halm, kornafgrøder.
- Vedvarende energikilder
  - Sol solceller og solfanger
  - Vind vindmøller
  - Vand vandkraft
  - Jordvarme.

1. hovedsætning - energibevarelse

Et fundamentalt begreb i fysikken er energibevarelse. Energi kan hverken opstå eller forsvinde af sig selv. Man hører ofte folk sige, at de har brugt energi, hvis de for eksempel har løbet en tur. Men det de egentlig burde sige er, at de har omdannet energi. Når den mad man spiser fordøjes brydes de kemiske bindinger og det frigiver energi i kroppen. Den energi omdannes så til varmeenergi og mekanisk energi, når man løber. Med andre ord er ændringen i energi lig den tilførte varme minus det udførte arbejde.
Matematisk udtrykt er den 1. hovedsætning

$$\Delta U = Q - W$$

Hvor ΔU er tilvæksten i indre energi, *Q* varmen, der tilføres til systemet og *W* arbejdet udført *af* systemet. I kemiske reaktioner og processer ser man ofte et '+' i stedet for '-'. Det er stadig samme ligning, men arbejdet er blot defineret, som arbejdet, der udføres *på* systemet.



Opvarmning af en gas i en beholder med et bevægeligt stempel. Venstre. Inden systemet påvirkes. Højre. Der tilføres varme til systemet. Gassen får en højere energi, udvider sig og udfører et arbejde på systemet ved at løfte stemplet. Samtidig stiger entropien i situationen til højre, da gaspartiklerne nu har mere plads og bevæger sig hurtigere. (*Chano Birkelind*)

Varmetransmission.
Transmission-/Fladetab.

Ved varmetransmission forstås den energistrøm der vil være gennem en f.eks. en væg eller lignende. Varmetransmission er afhængig af:

1. Det materiale som væggen er fremstillet af.
2. Væggens tykkelse.
3. Temperaturforskellen mellem væggens to sider.

Varmetransmission for væggen måles i watt(W). I formler angives dette med et Φ (phi).

Materialet og Lambda-værdi.

Alle de aktuelle materialer har en fysisk konstant λ (Lambda), som angiver materialets varmeledningsevne. λ angives i $\frac{W}{m*K}$

Metaller leder varmen godt. Fx har messing en lambda-værdi på 100, mens isoleringsprodukter ligger på omkring 0,022 til 0,042 W/mK. Jo lavere lambda-værdien er, jo bedre isolerer materialet.

Væggens tykkelse.
Væggens tykkelse angives i meter (m). I formler angives denne tykkelse med S.

Temperaturforskellen.
Temperaturforskellen ($T_1 – T_2 = \Delta T$) måles i Kelvin (K)

Varmetransmissionskoefficient og U - værdi.

Ud fra materialets varmeledningsevne λ og tykkelsen kan væggens varmetransmissionskoefficient U nu findes som

$$U = \frac{\lambda}{S}$$

Enheden for U bliver derfor $\frac{W}{m^2*K}$

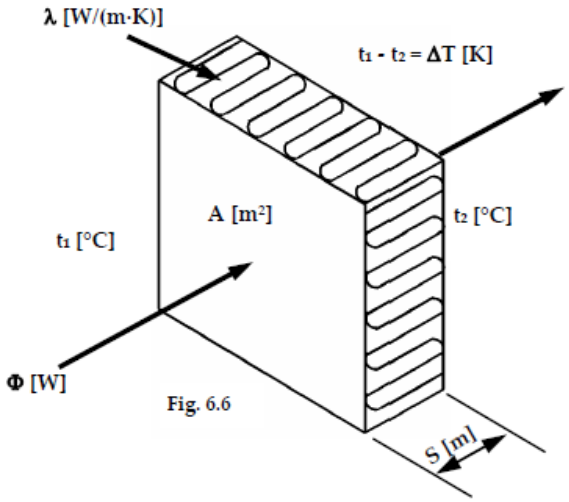


Fig. 6.6

U-værdi

Bygningsreglementet stiller krav til bygningsdeles U-værdi. Der er forskellige krav til U-værdien for gulve, vægge, vinduer og lofter. En U-værdi er et udtryk for, hvor meget varme der trænger ud igennem 1 m² af konstruktionen ved en temperaturforskel på 1 grad af den udvendige og indvendige side af konstruktionsdelen.
Enheden for en U-værdi er W/m²K. Temperaturforskelle angives i Kelvin i stedet for grader Celsius, derfor anvendes bogstavet K.
Jo lavere U-værdi desto bedre isolerer konstruktionen. Fx er kravet til en tagkonstruktion ved ombygninger U = 0,15 W/m²K, som svarer til ca. 250 til 300 mm isolering. Hvis isoleringstykkelsen med almindelig isolering øges til ca. 400 mm falder U-værdien til ca. 0,1 W/m²K. Hvis der anvendes produkter med en bedre isoleringsevne, kan den samme U-værdi opnås med et tyndere lag isolering.

Eksempel:

En væg har en tykkelse (S) på 20 cm og er isoleret med flamingo, væggen har et areal på 5m^2.
Varmeledningsevnen λ for flamingo er 0,17 $\frac{W}{m*K}$. Temperaturforskellen er 20K.

Varmetransmissionen beregnes efter formlen

Φ = A * U * ΔT, hvor A er væggens areal i m^2.

Først regnes U. $U = \frac{\lambda}{S} \Rightarrow U = \frac{0{,}17}{0{,}2} = 0{,}85 \frac{W}{m^2 * K}$

Varmetransmissionen Φ = 5m^2 * 0,85 $\frac{W}{m^2 * K}$ * 20K = **85W**

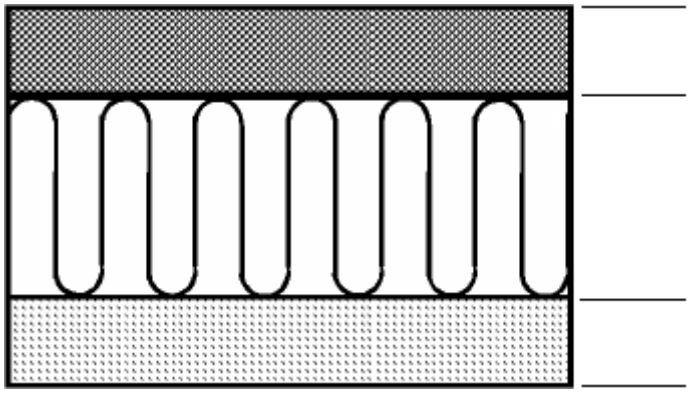
Linietab.

Ved linietab forstås det tab der er ved samlinger mellem f.eks. gulv og væg og mellem ud muringer og døre/vinduer. Dette tab angives i $\frac{W}{m*K}$.

Eksempel:

Et hus har en omkreds på 42 meter. Indetemperatur er 21 °C, udetemperatur er -5 °C. Bygningsregulativ 2015 angiver et maksimalt tab her på 0,08 $\frac{W}{m*K}$. Det vil altså sige at hvis vores bygning har dette tab, svarer det til et tab på 0,08*26*42 = 87W.

Sandwich konstruktioner.



Ved en sandwichkonstruktion skal den samlede U værdi findes ved at sammenlægge enkelte U værdier reciprokt. Altså:

$$\frac{1}{U_{total}} = \frac{1}{U_1} + \frac{1}{U_2} + \cdots \frac{1}{U_n}$$

Eksempel:

Et gulv består af 300mm sand, hvorpå der er lagt 200mm flamingo, og til sidst et lag beton på 50mm.

De enkelte U værdier bliver derfor:

Materiale	λ - værdi (fra tabel)	Tykkelse (S)	U - værdi
Beton	0,7	50mm	14
Flamingo	0,03	200mm	0,15
Sand	0,47	300mm	1,57

Den samlede U værdi bliver derfor $\frac{1}{U_{TOT}} = \frac{1}{14} + \frac{1}{0{,}15} + \frac{1}{1{,}57} = 7{,}38 \Rightarrow U_{TOT} = 0{,}13 \frac{W}{m^2 * K}$

Det omtalte gulv har et areal på 80m^2. Jorden under sættes til en temperatur 10 °C og varmen i gulvet sættes til 30 °C. Dette giver en temperaturforskel på 20K

Varmetransmissionen bliver nu

Φ = A * U * ΔT

Φ = 80m^2 * 0,13 $\frac{W}{m^2 * K}$ * 20K = 217W.

Varmeledningstal for forskellige stoffer anvendt ved varmetransmissionsberegning i byggeindustrien			
Stof	Massefylde ρ, (rho) kg/m^3	Varmefylde Cp, Kj/(kg·K)	Varmeledningsevne λ (lampda) W/(m·K)
Rim	917	1,93	2,2
Is	924	-	2,9
Beton, mørtel	1200	-	0,42
Beton, mørtel	1600	-	0,70
Beton, mørtel	2000	-	1,15
Cement	3150	0,75	0,3
Letbeton	400 - 900	1,7	0,12 - 0,5
Teglsten, tør	1500 - 1700	-	0,47
Gipsplader	1000 – 1600	-	0,2 – 0,35
Sand, tør	1500 – 1900	-	0,47
Granitsten	2750	0,75	2,9
Marmor	2600	0,81	2,8
Sandsten	2200	0,71	1,6
Asfalt	2120	0,92	0,7
Kork	300	2,03	0,051
Papir	700	1,2	0,14
Pap	600	-	0,37
Polypropylen, PP	900	-	0,10
Polyethylen, PEL og PEH	940	-	0,35
Polystyren (flamingo)	1100	1,38	0,03
Polyamid, (nylon)	1100	-	0,30
Polyacrylat, (plexiglas)	1180	-	0,18
Polyvinylchlorid, (PVC)	1400	1,38	0,16
Mineraluld	15 – 300	0,84	0,055
Glasuld	15 – 300	0,80	0,045
Polyurenthan, freonekspanderet	20 – 80	1,38	0,04
Polyurenthan, skummet på stedet	8 - 30	1,38	0,055

Kilde:???

Varmetabsberegninger (energirammen) i bygninger

Bygningens varmetab gennem tid					
Periode	Varmetab	Krav til U-værdi for vinduer	Glastype (Ca. U – værdi)	Hulmur	Loftisolation
	$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$		mm	mm
1920 – 1951	150	5,8	Enkelt lag	Ingen isolering	Kun ler indskud
1951 – BR 61	95	5,8	Enkelt lag	Ingen isolering	100 rullemåtte
BR 61 – BR 72	80 - 85	3,6	Enkelt lag med forsats	75 – 80	100 rullemåtte
BR 72 – BR 77	75 – 80	3,6	Termovinduer (2,8)	75 - 80	100 rullemåtte
BR 77 – BR 82/85	60 – 65	2,6	Lavenergi 1. generation (1,8 – 2,0)	100	200 isolering
BR 85 – BR 95	50 – 55	2,6	Lavenergi 1. generation (1,8 – 2,0)	130	200 isolering
BR 95 – BR 06	40	1,8	Lavenergi 2. generation (1,2)	150	250 isolering
BR 06 – BR 10	32	1,5	Lavenergi 2. generation (1,2)	200	300 isolering
BR 10 – BR 15	24	1,5	Super lavenergi (0,6 – 0,8)	200	300 isolering
BR 15 – BR 20	16	Evt. 1,0	Super lavenergi (0,6 – 0,8)	Evt. 250	Evt. 500

I dag klassificeres bygninger ud fra hvor meget energi der tabes [$kWh/m^2/år$]. Det er en god indikation for hvor godt huset er isoleret eller hvor meget energi huset bruger for at opretholde varmt brugsvand, opvarmning, ventilation og køling. Mange kalder det også for husets **energiramme.**
I energirammeberegningen indgår følgende:

- Opvarmning
- Ventilation
- Køling
- Varmt brugsvand

- Bygningens klimaskærm Den del af bygningen, der er påvirkelig over for vejrlig.
- Bygningens placering og orientering, Bygningens placering i forhold til verdenshjørnerne, placering på byggegrunden, skyggeforhold og læ givere.
- Dagslys og udeklima. Bygningens muligheder for at udnytte sollyset, udeklimaets påvirkning på bygningen.
- Varmeanlæg og varmtvandsforsyning. Information om det valgte system til rumopvarmning og til opvarmning af varmt vand. Heri indgår f.eks. varmeanlæggets evne til at udnytte brændsel (effektivitet).
- Bygningens varmeakkumulerende egenskaber. En beskrivelse af bygningens konstruktion – tungt eller let byggeri (tegl, mursten, træ m.v.).

- Evt. ventilations- eller køleanlæg. Heri indgår anlæggenes effektivitet.
- Solindfald og solafskærmning. Tagudhæng, markiser, overdækning og afskærmning for kraftigt sollys (solenergiindfald). Særligt vigtigt i forbindelse med store vinduesarealer.
- Naturlig ventilation
- Det planlagte indeklima
- Solvarme og solceller. Energi, der tilføres bygningen.
- Varmepumper. Beskrivelse af varmepumpetypen (Jordvarme, Luft til luft, Luft til vand) samt effektivitet og kapacitet.
- Varmeforsyning. Rørledninger og forsyninger, der ligger udenfor bygningens isolering.
- Belysning. Kun i bygninger, der ikke anvendes til bolig m.v. Det er kun grundbelysningen (lofts- og adgangsbelysning m.v.), der indgår, ikke hygge- og skiftende arbejdsbelysning.

Hvorledes påvirker solceller og solfanger energirammen (energiforbrug)?
Solvarme og solceller nedsætter bygningens energiforbrug I beregningen af energirammen straffes alt elforbrug med en faktor 2,5. Ved klasse 2020 er faktoren kun 1,8. Hvis en del af elforbruget kan produceres af solceller, modregnes produktionen i beregningen. Herved er solceller en god mulighed til at forbedre den samlede energiramme. På samme måde kan solvarme "erstatte" et forbrug til opvarmning af boligen og/eller varmt vand.

Energiklasser:
Link: http://www.greenmatch.dk/blog/2014/04/her-er-de-vigtigste-krav-til-isolering-br10-2015-2020-og-passivhuse

- Energiklasse 2010: (52,5 + 1650/A) kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede etageareal.
- Energiklasse 2015: (30 + 1000/A) kWh/m² pr. år, hvor A er det opvarmede etageareal.
- Energiklasse 2020: 20 kWh/m² pr. år, pr. opvarmede etageareal.
- Passivhus er et tysk begreb og energirammen er sat til 15 kWh/m² pr. år samt skærpede krav til hårde hvidevarer, belysning, pumper, rumopvarmning, husets tæthed og ventilation.

Skala for energimærkning.

Energimærknings-skala	Eksisterende energibehov	Udtryk	Grænseværdi [kWh/m²]
A2020		≤20	20,0
A2015		≤ 30,0 + 1000 / A	36,9
A2010	Renoveringsklasse 1	≤ 52,5 + 1650 / A	63,9
B		≤ 70,0 + 2200 / A	71,1
C	Renoveringsklasse 2	≤ 110 + 3200 / A	132,1
D		≤ 150 + 4200 / A	179,0
E		≤ 190 + 5200 / A	225,9
F		≤ 240 + 6500 / A	284,8
G	355,2 kWh/m²	> 240 + 6500 / A	284,8

Øvelse:

Gældende for et hus på 174m^2

1. Hvor meget er energirammen (kWh/m^2/år)?
2. Hvor meget energi (kWh) må et hus på 174 m^2 bruge om året?

Kan solceller påvirke energirammen

Her er et regneeksempel gældende for en lavenergiklasse 2015 bolig:

Bygningens areal	150 m²
Årligt varmeforbrug:	6000 kWh
Årligt elforbrug (uden belysning):	600 kWh
Årligt eltilskud fra solceller:	1100 kWh

For klasse 2015 er omregningsfaktoren 0,8 for fjernvarme og 2,5 for el.

Dette giver et samlet energibehov på:

((6000 x 0,8)+(600 x 2,5)-(1100 x 2,5)) = 3550 kWh, hvilket svarer til ≈ **24 kWh/m²/år.**

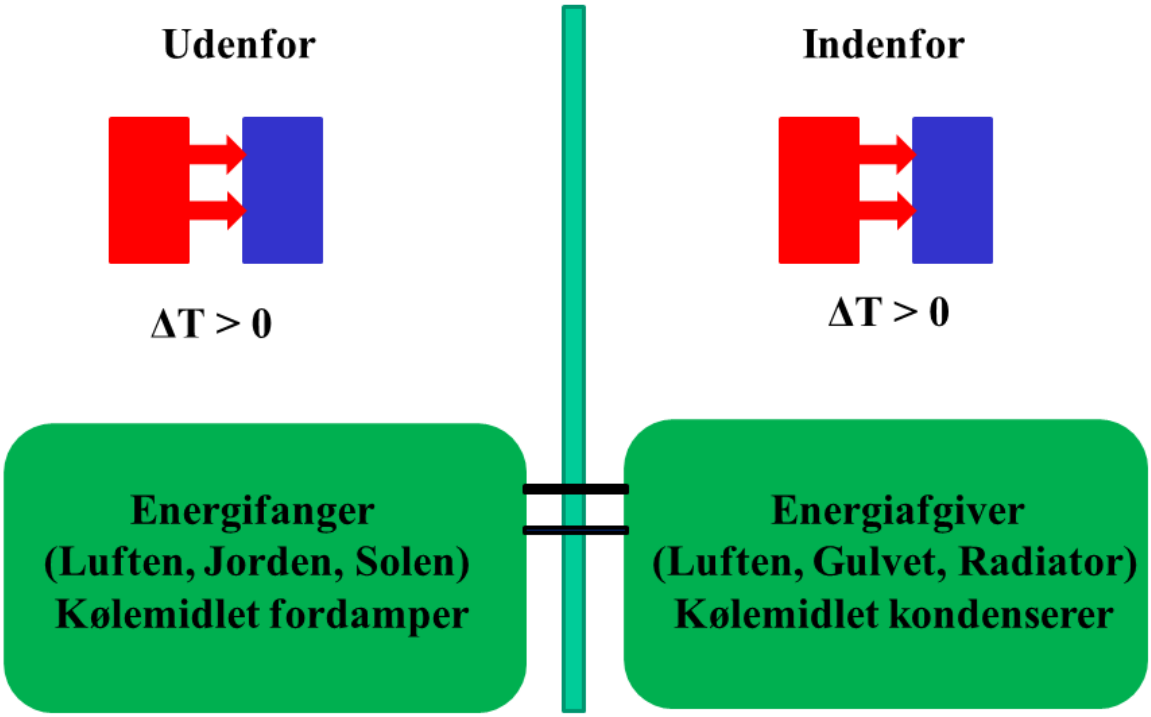
Energirammen i pågældende bygning er dermed overholdt, men kun pga. solcelleanlægget. Fjernes energitilskudet fra solceller ville energirammen ikke holde.

Hvad bliver energirammen, hvis der ikke var solceller ((6000 x 0,8)+(600 x 2,5))/150 = **42 kWh/m²/år.**

Varmepumpe:

Varmepumpens virkemåde og funktion.

En varmepumpe har til funktion at hente energi ude fra naturen, enten fra luften eller fra jorden, og så sende denne energi ind i huset, hvor det så skal anvendes til opvarmning og varmt vand.



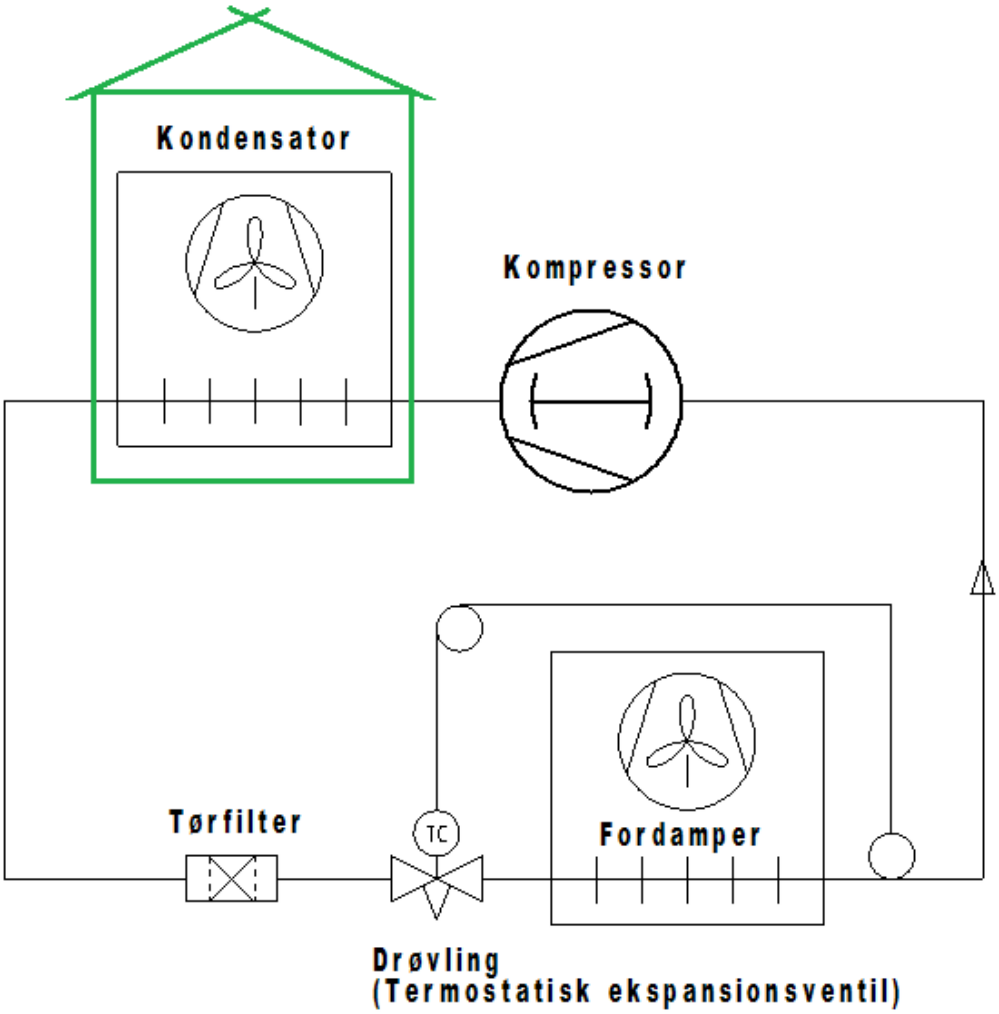
Den $_{\Delta}T$ som er angivet på tegningen, er den temperaturforskel der er på henholdsvis der hvor energien skal hentes fra og så energifangerens temperatur (udenfor), og den temperatur som energiafgiveren har og rummets / vandets ønskede temperatur.

Jo større, rent fysisk, en energifanger / energiafgiver, er, jo mindre er den nødvendige $_{\Delta}T$. Ulempen ved en stor energifangere / energiafgivere er at de fylder meget og derfor ikke er særligt kønne. Desuden vil de give anledning til en forholds stor kølemiddelfyldning. Fordelen er at en så lille $_{\Delta}T$ som muligt giver den bedste økonomi under drift.

Kompressionskølekredsen.

Problemet ligger i at den temperatur som vi henter energien ved er lavere end den temperatur som vi skal bruge til opvarmning og varmt vand. Derfor er det nødvendigt at anvende et kompressions køleanlæg til at flytte energien. På den viste tegning kan det ses at den eneste del er placeret indendørs er kondensatoren (energiafgiveren).

Dette gør sig kun gældende ved varmepumper som henter energien fra luften. Årsagen er at optagelse af energi fra luften giver anledning til en del støj på grund af blæsere og lignende.



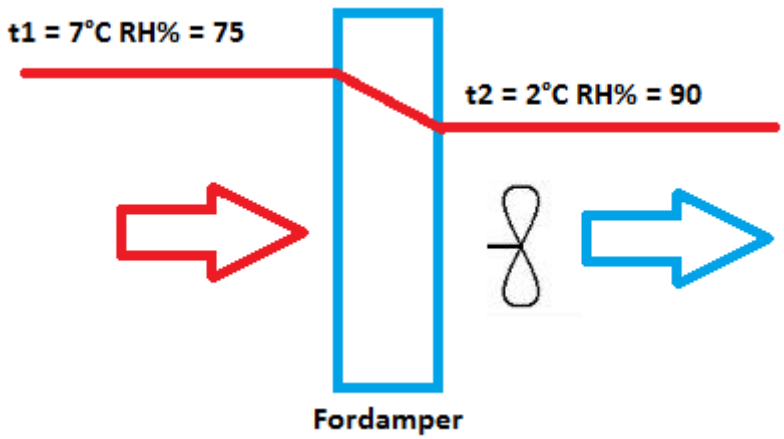
Der kan være tale om kompressionssystemer hvor kompressoren omdrejningstal er konstant, det vil sige at kompressoren har konstant kapacitet, men nu om dage er det mere normalt at kompressoren har variabelt omdrejningstal. Dette gør at den motortype der anvendes til at trække selve pumpeenheden normalt ikke er en AC motor, men en såkaldt BLDC (Brush Less Direct Current) motor også kaldet en børsteløs DC (jævnstrøm) motor.
Årsagen er at man kun kan variere omdrejningstallet på en AC motor ved at ændre frekvensen ved hjælp af en frekvensomformer. Dette er en relativ dyr løsning, derfor anvendes ofte BLDC motorer hvortil hastighedsreguleringen er relativ billig, men egentlig meget kompliceret.

Regulering af varmepumpens fordamper med energifanger fra udeluften.

Regulering af varmepumpens fordamper sker i samarbejde mellem termoventilen, som jo skal regulere fordamperens overhedning, og kompressoren som jo skal regulere fordampningstemperaturen.
Temperaturforskellen mellem den luft der kommer ind til fordamperen og fordampningstemperaturen skal holdes på et niveau der er tilpasset fordamperens fysiske evne til at optage energi (størrelse og opbygning).
Selve energioptagelsen sker ved den temperatursænkning der finder sted, når luften passerer gennem fordamperen.
Energimængden der optages i fordamperen kan beskrives ud fra formelen:

$$Q = m\ x\ \Delta I$$

hvor **m** er massen af den luft der passerer gennem fordamperen i **kg**, og **ΔI** er den enthalpi- difference som luften bliver udsat for på turen gennem fordamperen i **kJ/kg**. ΔI findes ved anvendelse af I-x diagrammet.
Mængden af luft der passerer gennem fordamperen er kontrolleret ved at hastighedsændre på blæseren, som er monteret på fordamperen.



Bemærk at udeluften suges gennem fordamperen / energifangeren!!

Eksempel på en regulering af en fordamperprocess.

Der kaldes på varme fra varmeanlægget.

1. Fordamperblæserens omdrejningstal øges så der tilføres mere luft (energi) til fordamperen.
2. Der fordampes nu mere kølemiddel, og sugetryk og overhedning stiger.
3. Den termostatiske ekspansionsventil åbner nu mere for at kompensere for den voksende overhedning.
4. Kompressorens omdrejningstal øges så temperaturforskellen mellem udeluften og fordampningstemperaturen er korrekt ifølge fordamperens konstruktion.

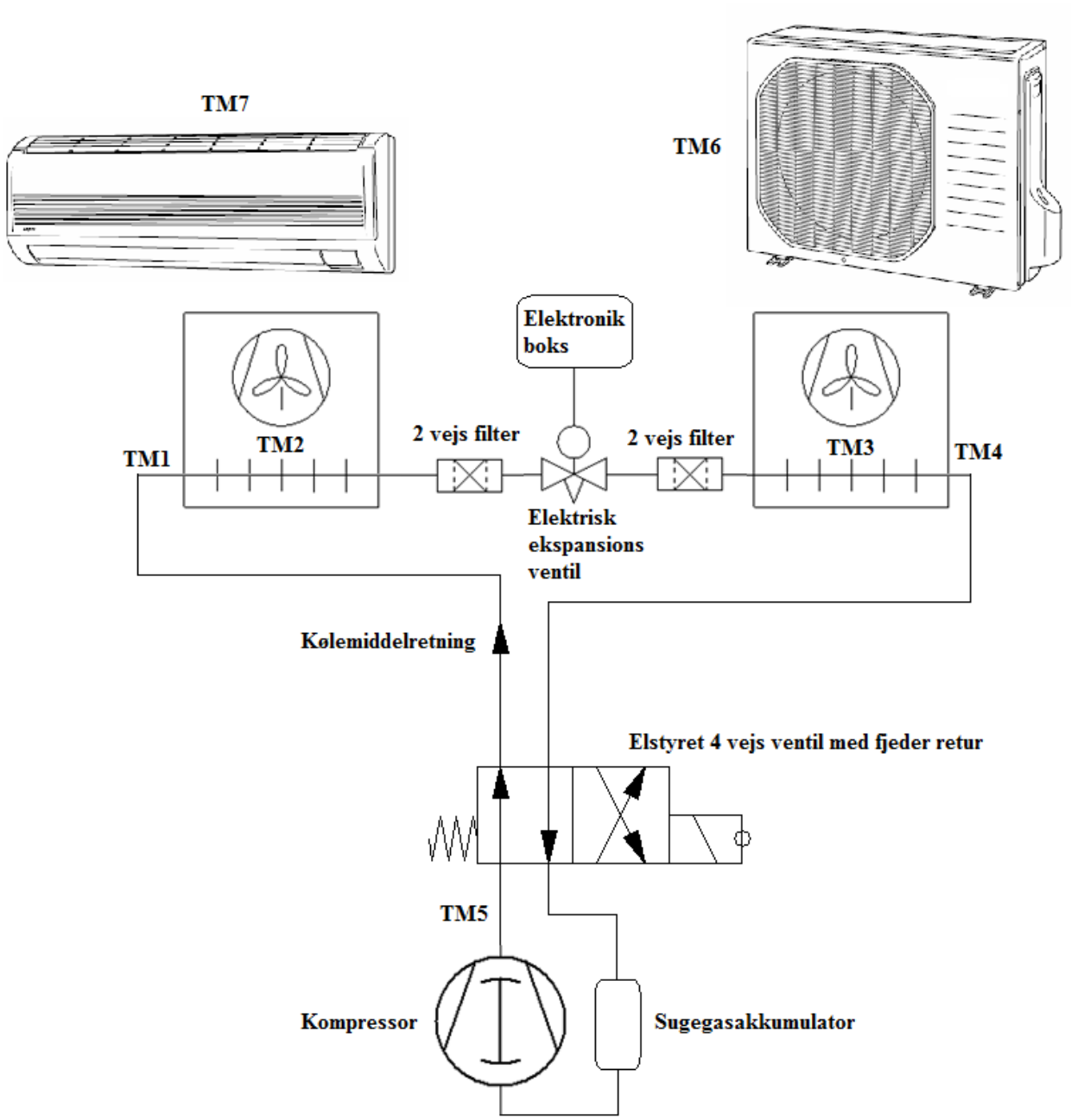
Når fordamperblæserens maksimale hastighed er nået, kan der kun hentes mere energi ved at hæve temperaturforskellen mellem udeluften og fordampningstemperaturen. Her vil der igen være et maksimum, som er varmepumpes maksimale kapacitet ved givne omgivelses temperatur.
Denne opbygning gør at det er meget vigtigt at luftgennemstrømningen gennem varmepumpes fordamper, sker så nemt som muligt, og ikke hindres af snavs og lignende.
Jo større en fordamper er rent fysisk, jo større overflade den har, jo mindre temperaturforskel mellem udeluften og fordampningstemperaturen er nødvendig for at optage en given effekt. Desværre koster en meget stor fordamper mere end en lille fordamper i metal og produktion. På den anden side ønsker vi ikke er meget stor fordamper, da den jo skal stå et sted.
Overhedningen som omtalt i punkt 3 ovenfor sættes i normale køleanlæg til en 5 til 8 K. I varmepumpen er denne overhedning normalt en del lavere, helt ned til 1 til 2 K. Dette gør at vi ligger lige på grænsen til at kompressoren kan komme til at suge væske med ind, og det kan den normalt ikke tåle (væskeslag).
For at undgå at dette sker, er der ofte på siden af kompressoren monteret en sugegasakkumulator, hvori eventuelt kølemiddel på væskeform kan fordampe inden det kommer ind i kompressoren



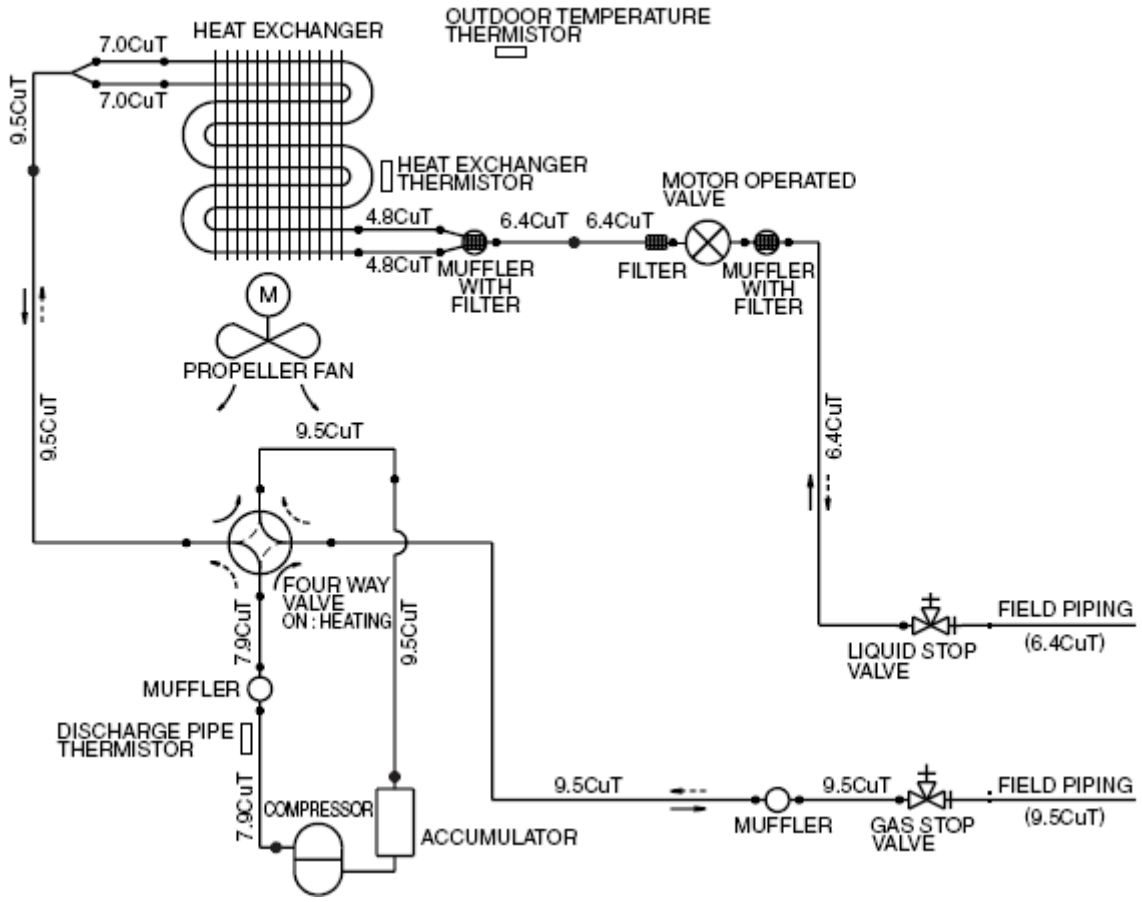
Kølekredsens komponenter i en varmepumpe.

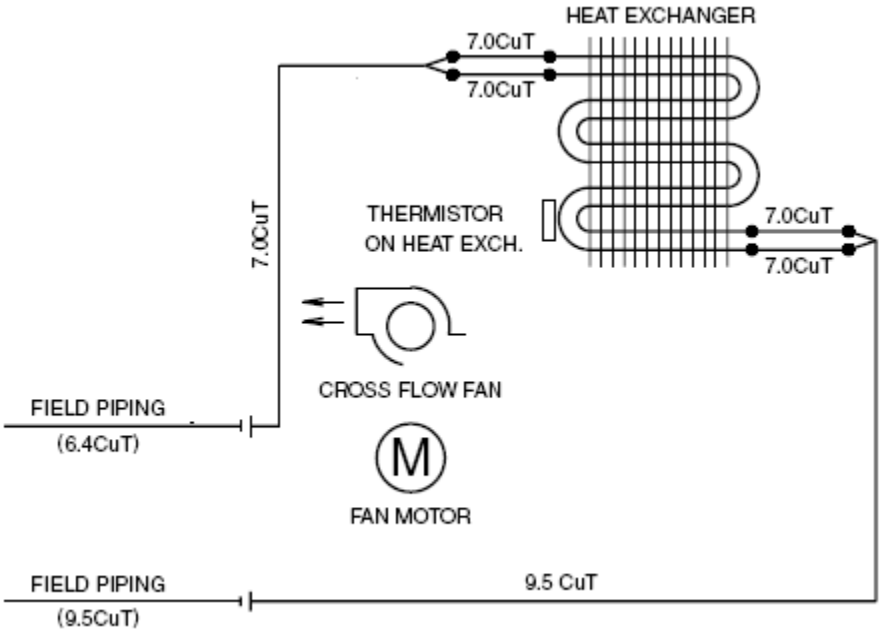
Ja, overskriften kan lyde lidt underlig, men det skyldes at en varmepumpe jo består af en kølekreds. På luft / luft varmepumper er denne ofte vendbar, således det man egentlig har, er et klimaanlæg som både kan varme og køle.

Denne funktion gør at der er nogle af komponenterne i varmepumpen er forskellig fra de komponenter der er i et traditionelt køleanlæg. Kravet til disse komponenter at de skal kunne virke uanset hvilken retning kølemidlet passerer dem. Tegningen herunder vis en skematisk opbygning af en varmepumpe i "heating mode".

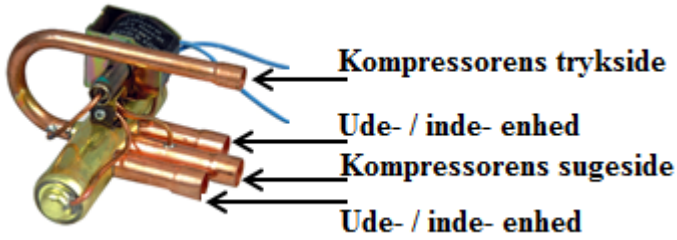


Rørdiagram for luft til luft varmepumpe.





4 vejs ventilen.



Når spolen på de blå ledninger ikke for tilført 230VAC, er varmepumpen i ”heating mode”.Med spænding er den i ”cooling” mode.

Elektrisk ekspansions ventil.



Den elektroniske ekspansionsventil styres af elektronikken. Den er opbygget som en dyse ventil, hvor dysens indstilling er kontrolleret af den indbyggede stepmotor. Denne stepmotor gør at dysen kan stilles i 452 trin, fra helt åben til helt lukket. Ved helt lukket kan den udføre pumpdown.

Termistorer.

TM1 til TM5 er temperaturfølsomme modstande. I den viste mode ”heating mode” anvendes føler TM2 til at måle kondenseringstemperaturen, og differensen mellem TM3 og TM4 anvendes til at styre overhedningen med.
Forskellen mellem TM3 og TM6 anvendes til at måle differensen mellem udeluftens temperatur og fordampningstemperaturen.
Forskellen mellem TM2 og TM7 anvendes til at måle differensen mellem indeluftens temperatur og kondenseringstemperaturen.
TM5 måler altid trykgastemperaturen. Denne kan anvendes til alarmering ved for høj temperatur.
I ”cooling mode” anvendes TM3 til at måle kondenseringstemperaturen, og forskellen mellem TM1 og TM2 anvendes til styre overhedningen med. Her skal 4 vejs ventilen skifte stilling.

Varmepumpetyper.

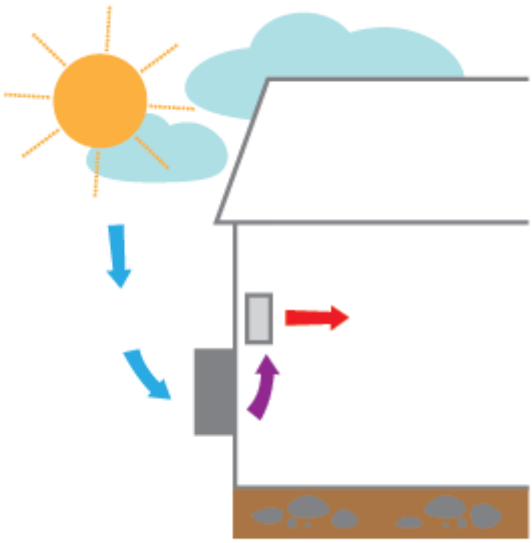
De typer af varmepumper som vi normalt anvender:

- Luft til luft
- Luft til vand (med eller uden varmt brugsvand)
- Væske til vand (jordvarmeanlæg, næsten altid med varmt brugsvand)

Ved jordvarme kan der være tale om både horisontale anlæg (almindelige jordslanger som er gravet ned i en dybde mellem 90 og 110cm), og vertikale anlæg, hvor boringen er lodret.

Luft til luft varmepumpen.

Den simpleste varmepumpe er luft til luft varmepumpen. Her hentes energien direkte fra luften af varmepumpens fordamper, og afleveres direkte til husets rum af den luftkølede kondensator.
Denne type varmepumpe er ikke beregnet som primær varmekilde, men som tilskudsvarme. Den kan sagtens anvendes som eneste varmekilde, hvis man kombinerer den med f.eks. en elektrisk varmtvandsbeholder.

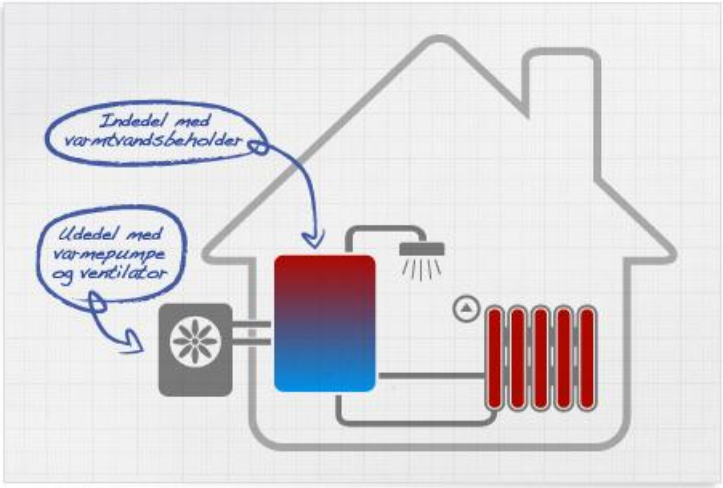


Da luft til luft varmepumpens fordamper, som er placeret udendørs, ofte vil få en temperatur på under 0°C, skal denne afrimes med jævne mellemrum. Afrimningen er en omkostning som ikke er ønsket, men som er nødvending for at varmepumpen skal kunne fungere korrekt.
Afrimningen foregår normalt via en 4-vejs ventil, som helt enkelt bytter kompressorens tilslutninger til resten anlægget om, således at fordamperen nu sidder indendørs og kondensatoren nu sidder udendørs. Energien til at afrime med hentes nu inde fra huset og føres udenfor hvor afrimningen skal finde sted. En føler placeret i udedelen som måler hvornår der er afrimet. Det er ikke altid at denne process virker godt nok, med det til følge at der bygges en isbank op i udedelen som så spærrer for en senere optagelse af energi, når afrimningen er ovre. Dette fænomen sker for det meste i apparater som ikke er bygget til at stå i det Danske klima.

Luft til vand varmepumpen.

I luft til vand varmepumpen hentes energien fra udeluften via direkte fordampning i udedelens energifanger (fordamper). Den indsamlede energi fra udeluften, samt energien fra kompressionen, ledes gennem en varmeveksler med kølemiddel på den ene side og vand på den anden side. På vand siden kan der monteres forskellige typer af energiafgivere, som

- Radiatorer.
- Gulvvarme.
- Varmtvandsbeholder til brugsvand.

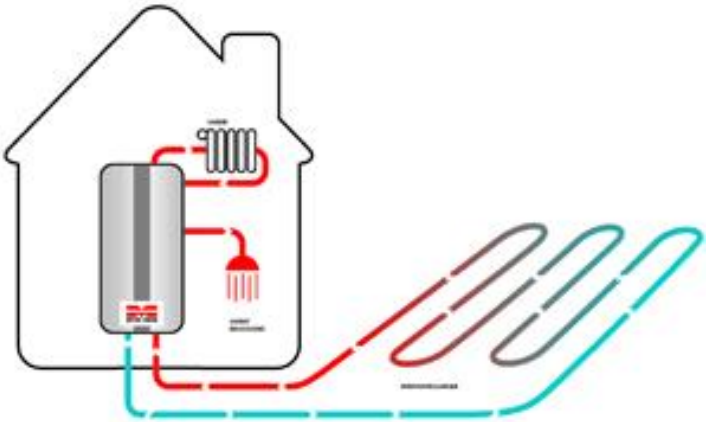


Med hensyn til afrimning af udedelens fordamper, er her de samme problematikker som ved luft til luft varmepumpen.

Væske til vand varmepumpen.

I væske til vand varmepumpen hentes energien fra undergrunden ned til en dybde af 1 meter, når vi taler om overfladenær udnyttelse via jordslanger. Der kan også anvendes dybdebrønde. Den indsamlede energi fra jorden, samt energien fra kompressionen, ledes gennem en varmeveksler med kølemiddel på den ene side og vand på den anden side. På vand siden kan der monteres forskellige typer af energiafgivere, som

- Radiatorer.
- Gulvvarme.
- Varmtvandsbeholder til brugsvand.



Med hensyn til afrimning skulle der ikke være nogen problemer, da jordslangerne ikke afrimes. Der kan i de kolde måneder dannes is omkring jordslangerne, men det må man leve med.

Montage af varmepumper (luft til luft).

Montagen kan opdeles i følgende tre dele:

Mekanisk montage.
Placering af inde og udeenhed

- Rørføring, olielåse
- Isolering
- Beskyttelse mod vand og UV stråling

Elektrisk montage.

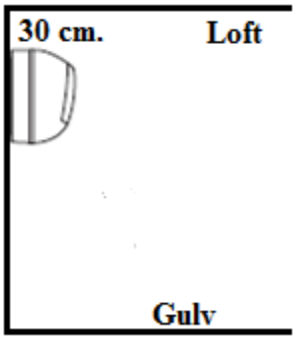
- Forsikring, ledningsføring og ledningstyper
- Sikkerhed ved reparation

Test og aflevering.

- Trykprøvning, sikkerhedskategorier
- Tæthedsprøvning
- Evakuering
- Aflevering

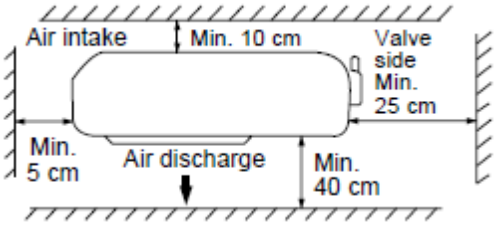
Placering af inde del.

Indeenheder til luft / luft varmepumper er for det meste beregnet til at skulle placeres på en væg oppe under loftet. Afstanden fra loft og ned til indedelens luftindtag bør være minimum 30 cm, for at undgå for meget turbolens, da turbolens giver anledning til dårlig luft gennemstrømning, med et højere el forbrug til følge.
Nogle indeenheder kan monteres under et vindue, men denne placering er ikke at foretrække, da den ofte giver anledning til træk i rummet, da den varme luft der blæses ind vil trække opad. Den varme luft skal helst blive presset ned ovenfra.

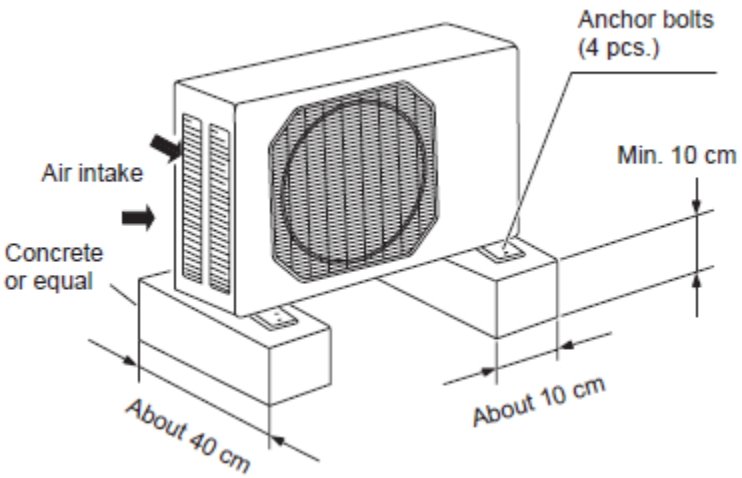


Placering af udeenhed.

Udeenheden placeres således at der er fri gennemstrømning af luft. Udedelen kan udmærket udstyres med et lille tag for at dække for sne og direkte regn. Udeenheden må under ingen omstændigheder pakkes ind i en slags hus, da det hindrer en god gennemstrømning af luft, med et forhøjet el forbrug og mindre COP til følge.

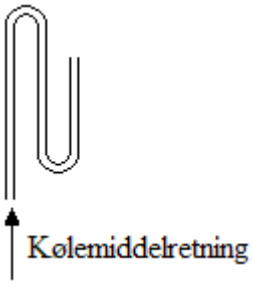


Alle mål er absolutte minimums mål !!



Rørføring og olielåse.

Rørføring skal udføres således at den korteste vej anvendes. Læg mærke til at nogen producenter angiver en minimumslængde samt en maksimumslængde. Der skal anvendes kølerør i de dimensioner der er foreskrevet at producenten. **Kobberrør til vand kan ikke anvendes!!**. Hvis en del af rørføringen er lodret og mere end 2,5 meter, bør der, men hensyn til olietransporten, laves en olielås. Olielåsen er kun vigtig i det rør der fremfører kølemidlet på gasform. Dette rør er altid det største af de to rør der forbinder ude- og indeenhed.



Isolering.

Begge rør som forbinder ude- og indeenhed skal isoleres hver for sig. Mange gange bliver varmepumpen leveret med rør som er præisolerede. Denne isolering kan være udemærket. Det vigtige er at isoleringen sluttet tæt ved røret, således at der ikke kan dannes fugt på røret med korrosion til følge. Ydermere vil fugten trænge ind i isoleringen, som vil forårsage en dårlig isolering.

Beskyttelse mod vand og UV stråling.

Isoleringen skal beskyttes mod vand og UV stråling. UV stråling fra solen for over tid isoleringen til at smuldre væk, således at isoleringsevnen forsvinder. Vand udefra får ligeledes isoleringen til at tabe dens isoleringsevne.
Dette kan gøres ved at omvikle rørene med et plastmateriale som er vandtæt og UV stabil, eller rørene kan lægges i bakke eller kanal som kan yde den samme beskyttelse.

Opstilling af varmepumpe		
Fabrikat		
Type nummer		
Serie nummer		
Påfyldt: Kg	Kølemiddel (R)	Varmeeffekt
Leverandør		
Navn		
Adresse		
Post nr. og by		
Telefon		
KMO nummer		
Ejer		
Navn		
Adresse		
Post nr. og by		
Telefon		
Opstillingssted		
Adresse		
Post nummer og by		
Dato og underskrift		

Tilsynshæfte	
Er anlægget vedligeholdt, indedel?	Ja ☐ Nej ☐
Er anlægget vedligeholdt, udedel?	Ja ☐ Nej ☐
Er der konstateret utætheder?	Ja ☐ Nej ☐
Er der fundet fejl ved isolering?	Ja ☐ Nej ☐
Er der konstateret korrosion?	Ja ☐ Nej ☐
Er afløb frie for snavs?	Ja ☐ Nej ☐
Er afbrydere og startanordningen ok?	Ja ☐ Nej ☐
Er sikkerhedsanordninger i orden?	Ja ☐ Nej ☐
Kølemiddel	**Mængder**
Udskiftning ☐ Service ☐ Utæthed ☐	Påfyldt _____ gram Efterfyldt _____ gram Aftappet gram
Udført service efter leverandørens anvisninger	
Bemærkninger	
Dato og underskrift	