

TEMAHEFTE

Varmepumper i boliger

Jørn Stene
Marit Brånås

April 2004



SINTEF Energiforskning AS

Postadresse: 7465 Trondheim
Resepsjon: Sem Sælands vei 11
Telefon: 73 59 72 00

TEKNISK RAPPORT

SAK/OPPGAVE (tittel)

TEMAHEFTE

Varmepumper i boliger

SAKSBEARBEIDER(E)

Jørn Stene og Marit Brånås

OPPDRAAGSGIVER(E)

ENOVA SF

TR NR. TR A5703	DATO 2004-04-04	OPPDRAAGSGIVER(E)S REF. Trude Tokle	PROSJEKTNR. 16X244.01
ELEKTRONISK ARKIVKODE J:\DOK\16\JST		PROSJEKTANSVARLIG (NAVN, SIGN.) Rune Aarlien	GRADERING Åpen
ISBN NR. 82-594-2369-3	RAPPORTTYPE Åpen	FORSKNINGSSJEF (NAVN, SIGN.) Inge R. Gran	OPPLAG SIDER 1 40
AVDELING Energiprosesser		BESØKSADRESSE Kolbjørn Hejes vei 1D	LOKAL TELEFAKS 73 59 39 50

RESULTAT (sammendrag)

Temaheftet tar opp sentrale problemstillinger rundt installasjon og bruk av varmpumper i nye og eksisterende boliger. Rapporten gir en enkel innføring i varmepumpens virkemåte, og diskuterer aktuelle varmekilder, varmedistribusjonssystemer, anleggstyper og systemløsninger samt kostnader og lønnsomhet. Til slutt i rapporten er det listet opp en del viktige momenter som bør tas i betraktning når en vurderer å installere varmepumpe, samt en adresseliste med viktige institusjoner og organisasjoner som kan kontaktes hvis en ønsker mer informasjon.

Målgruppene for dette temaheftet er boligeiere, energirådgivere, arkitekter, rørleggere, entreprenører, varmepumpeleverandører, og andre som kan ha interesse av boligvarmpumper. Temaheftet må ikke sees på som en fullstendig veileder i hvordan boligvarmpumper skal prosjekteres og driftes, men vil forhåpentligvis gi en god start på et vellykket varmepumpeanlegg.

Innholdet i rapporten er basert på rapporter, kompendier, lærebøker og foredrag ved SINTEF Energiforskning AS – Avdeling Energiprosesser og NTNU – Institutt for energi- og prosesseteknikk samt informasjon fra eksterne kilder.

Rapporten har en rekke ”hyperlinks”, det vil si interne kryssreferanser og referanser til utvalgte Internett hjemmesider.

STIKKORD

EGENVALGTE	Varmepumpe	Varmekilder og varmedistribusjon
	Installasjon i boliger	Systemløsninger

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. MILJØVENNLIG ENERGISPARING MED VARMEPUMPER	5
1.1 Introduksjon	5
1.2 Varmepumpens prinsipp	6
1.3 Varmepumpens hovedkomponenter og virkemåte	6
1.4 Varmepumpens effektivitet – effektfaktor og årsvarmefaktor	7
1.5 Dimensjonering av varmepumpeanlegg for romoppvarming	8
1.6 Varmepumpens økonomi og lønnsomhet	10
2. VARMEKILDER	12
2.1 Uteluft	12
2.2 Ventilasjonsluft	13
2.3 Grunnvarme (fjell/grunnvann)	14
2.4 Jordvarme	16
2.5 Sjøvann, innsjøer og elver	18
3. VARMEDISTRIBUSJONSSYSTEMER I BOLIGER	19
3.1 Vannbåren varme	19
3.1.1 Gulvvarme	20
3.1.2 Radiatorer og konvektorer	21
3.2 Oppvarming av ventilasjonsluft	23
3.3 Bruk av varmluft for romoppvarming	23
4. ANLEGGSTYPER OG SYSTEMLØSNINGER	25
4.1 Valg av anleggstype og systemløsning	25
4.2 Luft/luft-varmepumper (komfortvarmepumper)	25
4.2.1 Utforming – hovedkomponenter	25
4.2.2 Viktige forhold ved valg og installasjon av luft/luft-varmepumper	27
4.3 Ventilasjonsluft/luft-varmepumper – balanserte ventilasjonssystemer	27
4.4 Ventilasjonsluft/vann-varmepumper – ulike typer ventilasjonssystemer	28
4.5 Væske/vann-varmepumper	29
4.5.1 Varme fra kondensatoren – forvarming i dobbeltmantlet bereder	29
4.5.2 Varme fra kondensatoren – prioritert varmtvannsberedning	31
4.5.3 Varme fra en overhettingsvarmeveksler	33
4.5.4 Varme fra kondensatoren og en overhettingsvarmeveksler	33
5. LOVVERKET – SERTIFISERINGSORDNINGER	35
5.1 Forskrifter og standarder	35
5.2 Varmepumpeordningen	35
6. SJEKKLISTE VED KJØP AV BOLIGVARMEPUMPE	36
7. MER INFORMASJON	38
8. REFERANSER	40

FORORD

Temaheftet tar opp sentrale problemstillinger rundt installasjon og bruk av varmepumper i nye og eksisterende boliger. Rapporten gir en innføring i varmepumpens virkemåte, og diskuterer aktuelle varmekilder, varmedistribusjonssystemer, anleggstyper og systemløsninger samt kostnader og lønnsomhet. Til slutt i rapporten er det listet opp en del viktige momenter som bør taes i betraktning når en vurderer å installere varmepumpe, samt en adresseliste med viktige institusjoner og organisasjoner som kan kontaktes hvis en ønsker mer informasjon.

Målgruppene for dette temaheftet er boligeiere, energirådgivere, arkitekter, rørleggere, entreprenører, varmepumpeleverandører, og andre som kan ha interesse av boligvarmepumper. Temaheftet må ikke sees på som en fullstendig veileder i hvordan boligvarmepumper skal prosjekteres og driftes, men vil forhåpentligvis gi en god start på et vellykket varmepumpeanlegg.

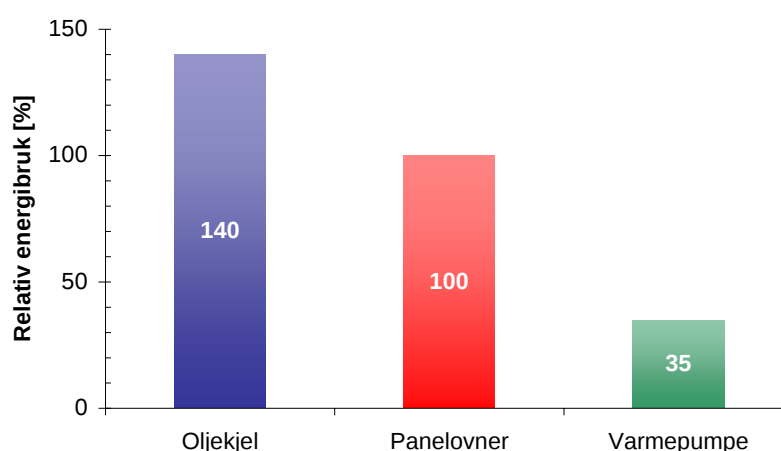
Innholdet i rapporten er basert på rapporter, kompendier, lærebøker og foredrag ved SINTEF Energiforskning AS – Avdeling Energiprosesser og NTNU – Institutt for energi- og prosess-teknikk samt informasjon fra eksterne kilder.

Rapporten har en rekke ”hyperlinks”, det vil si interne kryssreferanser og referanser til utvalgte Internett hjemmesider. Alle referansene er [understreket i blått](#), og i PDF-format kan de aktiveres ved at en peker på referansen med musen og klikker på venstre museknapp.

1. MILJØVENNLIG ENERGISPARING MED VARMEPUMPER

1.1 Introduksjon

Elektrisk drevne varmepumper representerer et miljøvennlig og energieffektivt alternativ for oppvarming av nye og eksisterende boliger. Med en varmepumpe er det mulig å utnytte lagret solenergi i omgivelsene (uteluft, vann, fjell, jord) eller overskuddsvarme fra boligen (ventilasjonsluft). Dermed reduseres behovet for høyverdig energi med typisk 40 til 80% i forhold til bruk av konvensjonelle oppvarmingssystemer basert på elektrisitet eller petroleumsprodukter. Figur 1.1 viser et prinsipielt eksempel på behovet for høyverdig energi for ulike oppvarmingssystemer. Energibruken for panelovner er satt som referanse (100%).



Figur 1.1 Relativt energiforbruk til boligoppvarming for ulike oppvarmingssystemer.

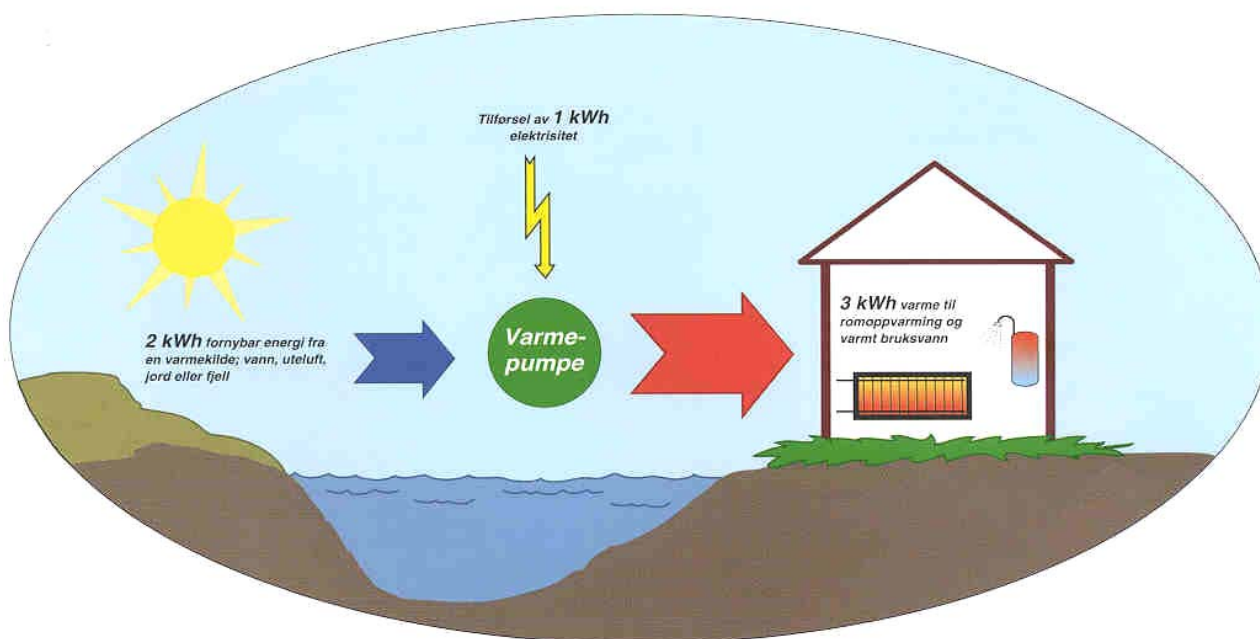
Ettersom varmepumper har høyere investeringskostnader enn konvensjonelle oppvarmingssystemer vil det ikke alltid være lønnsomt å installere varmepumpe i en bolig. Det er derfor viktig at hver enkelt installasjon vurderes individuelt.

Det kan være aktuelt å installere varmepumpe i boligen hvis:

- Du skal bygge ny bolig, og kan ta hensyn til varmepumpen i planleggingsprosessen mht. valg av varmekilde, varmedistribusjonssystem, varmtvannssystem og ventilasjonssystem.
- Du har en bolig med lavtemperatur gulvvarmesystem eller et overdimensjonert radiatorsystem som ikke krever for høye vanntemperaturer for å dekke boligens romvarmebehov.
- Du har en bolig med åpen planløsning som er velegnet for varmedistribusjon med varmluft.
- Du har en bolig hvor du skal skifte ut eller rehabilitere varme- eller ventilasjonssystemet.
- Du har en stor bolig med høye energiutgifter til romoppvarming, varmtvannsberedning og eventuelt ettervarming av ventilasjonsluft.
- Du har en velisolert lavenergibolig, der oppvarming av varmt tappevann og oppvarming/ettervarming av ventilasjonsluft utgjør en stor andel av boligens totale varmebehov.

1.2 Varmepumpens prinsipp

En varmepumpe tar opp gratis lavtemperatur varme fra omgivelsene eller en spillvarmekilde, og oppgraderer denne varmemengden til et høyere temperaturnivå slik at den kan brukes til ulike oppvarmingsformål. For at dette skal være mulig må varmepumpen tilføres høyverdig energi (elektrisitet). Ettersom varmepumpen utnytter en ekstern varmekilde, har denne typen anlegg vesentlig lavere energiforbruk enn konvensjonelle oppvarmingssystemer som panelovner og oljekjeler. Det er dette som gjør varmepumpeteknologien så unik. I en typisk boligvarmepumpe vil en ved tilførsel av 1 kWh elektrisitet kunne ta opp 2 kWh varme fra varmekilden og overføre 3 kWh varme til boligen. Dette prinsippet er illustrert i figur 1.2.

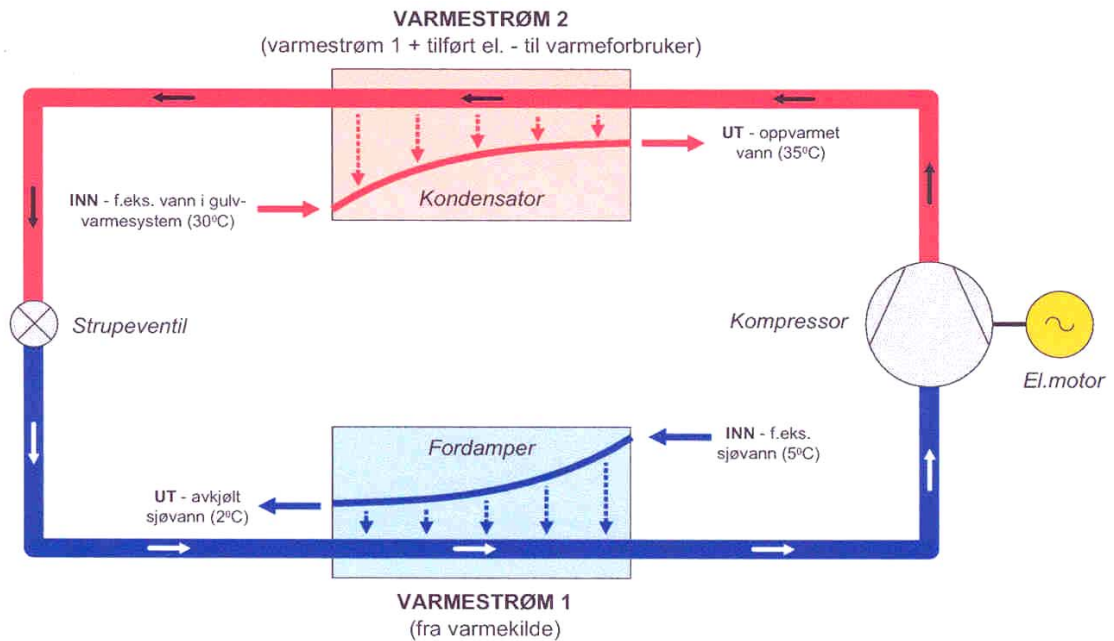


Figur 1.2 2 kWh lavverdig energi + 1 kWh elektrisitet = 3 kWh varme til oppvarming.

Varmen som leveres fra varmepumpen kan for eksempel brukes til romoppvarming, oppvarming av ventilasjonsluft og til oppvarming av varmt forbruksvann.

1.3 Varmepumpens hovedkomponenter og virkemåte

En varmepumpe består av fire hovedkomponenter; *fordamper*, *kompresor*, *kondensator* og *strupeventil*. Komponentene er bundet sammen med en lukket rørkrets, og i kretsen sirkulerer et prosessmedium (*arbeidsmedium*) som transporterer varm fra varmekilden til varmekonsumer. Vanlige arbeidsmedier i boligvarmepumper er R-404A, R-407C, R-410A, R-134a og R-290 (propan) [1]. Karbondioksid (CO₂) er regnet som et lovende alternativ, men denne typen varmepumpeanlegg er foreløpig ikke tilgjengelig i Norge. Figur 1.3 viser prinsipielt hvordan hovedkomponentene i et varmepumpeanlegg er koblet sammen, og hvor varmeopptaket og varmeavgivelsen skjer.



Figur 1.3 Prinsippskisse av et varmepumpeanlegg.

I den kontinuerlige kretsprosessen gjennomgår arbeidsmediet ulike tilstandsforandringer. Ved innløpet til *fordamperen* (varmeveksler) er arbeidsmediet i væskefase, og metningstrykket holdes så lavt at mediet har lavere temperatur enn varmekilden. Temperaturforskjellen fører til at varme strømmer fra varmekilden til arbeidsmediet, som begynner å fordampe. Ved utløpet av fordamperen har all væske fordampet, og varmemengden som har blitt overført fra varmekilden har økt energiinnholdet i arbeidsmediet (væske → gass).

Arbeidsmediet i gassfase suges inn i en *kompressor*. Kompressoren øker trykket og dermed gassens temperatur. Det meste av energimengden som tilføres kompressoren går med til å øke energiinnholdet i gassen. Kompressoren opprettholder forøvrig så lavt metningstrykk i fordamperen at varme kan overføres fra varmekilden til arbeidsmediet.

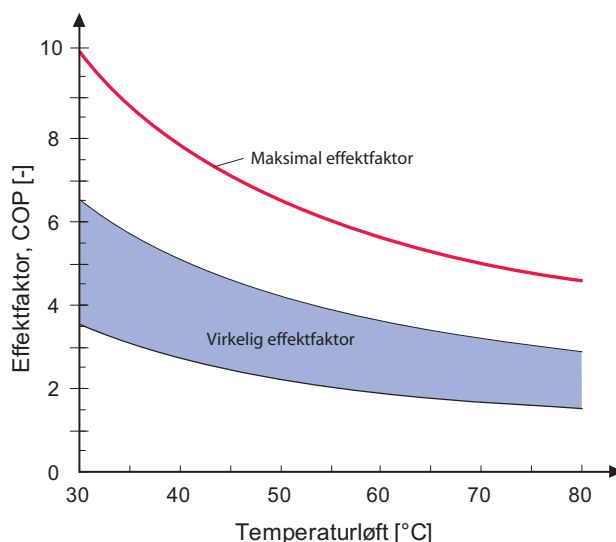
Arbeidsmediet i gassfase ved høyt trykk og høy temperatur strømmer over i en *kondensator* (varmeveksler). Ettersom arbeidsmediet holder en høyere temperatur enn det mediet som skal varmes opp, for eksempel vann i et gulvvarmesystem, overføres varme til gulvvarmekretsen. Under varmeavgivelsen kondenserer arbeidsmediet, og ved utløpet av kondensatoren er alt arbeidsmediet i væskefase (gass → væske).

Arbeidsmediet i væskefase ved høyt trykk og høy temperatur, strømmer til en *strupeventil* (trykkreduksjonsventil). Der senkes trykket og temperaturen på mediet til hhv. fordampningstrykk og –temperatur. Arbeidsmediet i væskefase strømmer til fordamperen, og kretsløpet gjentas på nytt.

1.4 Varmepumpens effektivitet – effektfaktor og årsvarmefaktor

Varmepumpens effektivitet eller evne til å spare høyverdig energi ved ulike driftstilstander uttrykkes ved hjelp av *effektfaktoren* (COP, Coefficient of Performance). Denne størrelsen angir forholdet mellom avgitt varmeeffekt fra varmepumpen og tilført elektrisk effekt til kompressoren, og skal være så høy som mulig. Effektfaktoren er svært avhengig av varmepumpens temperatur-

løft, det vil si differansen mellom anleggets kondenserings- og fordampningstemperatur. Figur 1.4 viser at *jo lavere temperaturløft, desto høyere effektfaktor*. En oppnår følgelig høyest energisparing i de anleggene der en kan utnytte en varmekilde med relativt høy og stabil temperatur, og hvor varmen leveres til et varmedistribusjonssystem med moderate temperaturkrav.



Figur 1.4 Effektfaktoren (COP) vist som funksjon av temperaturløftet for den ideelle varmepumpeprosessen (rød linje) og virkelige varmepumpeanlegg (blått felt).

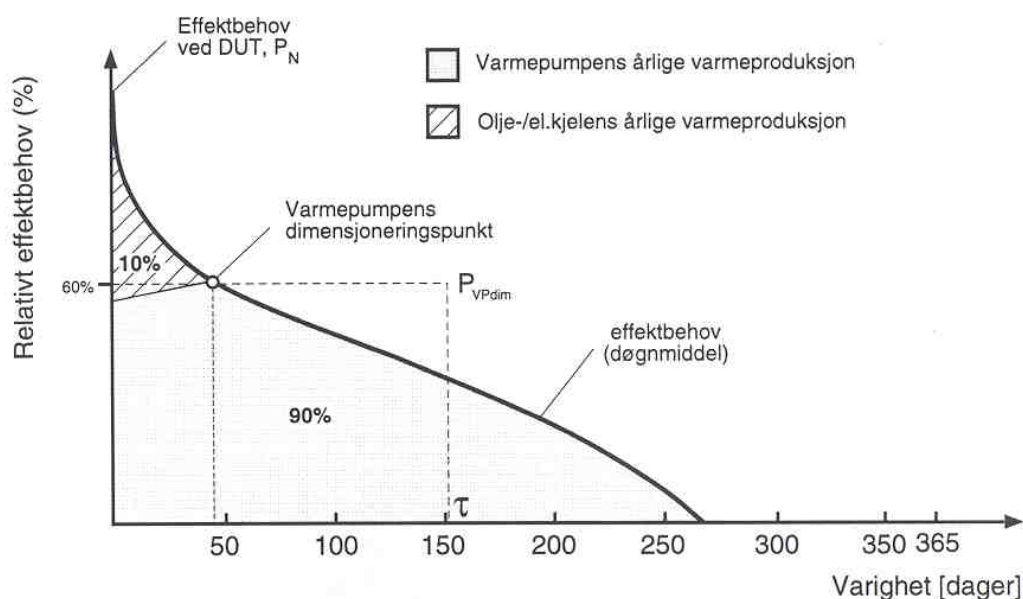
Varmpumpens effektivitet gjennom en hel fyringssesong uttrykkes ved hjelp av *årsvarmefaktoren* (SPF, Seasonal Performance Factor). Denne angir forholdet mellom årlig avgitt varmemengde fra varmepumpen og tilført elektrisk energi til kompressoren. *Årsvarmefaktoren skal være så høy som mulig*. For komplette varmepumpeanlegg med spisslastenhet, eventuelle pumper osv. vil årsvarmefaktoren typisk ligge 10 til 30% lavere enn for selve varmepumpeaggregatet [2].

1.5 Dimensjonering av varmepumpeanlegg for romoppvarming

En varmepumpe har relativt høye investeringskostnader sammenlignet med konvensjonelle oppvarmingssystemer, og dimensjoneres derfor for å dekke kun en gitt andel av boligens maksimale netto effektbehov til romoppvarming. Denne andelen ligger vanligvis mellom 40 til 60 %. Nødvendig tilleggsvarme på årets kaldeste dager dekkes av en spisslastenhet som har lav investeringskostnad [2]. Aktuelle spisslastenheter for varmepumper i boliger er elektriske varmekolber, el.-kassett, eksisterende oljekjel, vedovn(er) eller panelovner. Det er forøvrig *svært viktig at varmepumpen utnyttes fullt ut før spisslastenheten kobler inn*, slik at en unngår unødige driftskostnader.

Varmeeffektbehovet [kW] i en bolig varierer med utetemperaturen. Denne variasjonen kan framstilles i et såkalt effekt-varighetsdiagram. I dette diagrammet er dagene gradert etter nødvendig varmeeffektbehov, med den kaldeste dagen lengst til venstre. Ved årets kaldeste dag trengs 100 % varmeeffekt, mens det i det meste av fyringssesongen kreves betydelig lavere effekt. Det totale romvarmebehovet i løpet av et år [kWh/år] tilsvarer arealet under kurven. Dersom det installeres en varmepumpe som dimensjoneres for 50% av maksimal varmeeffekt, vil den likevel dekke 70 til 90% av boligens årlige romvarmebehov. Spisslastkilden dekker da de resterende 10 til 30%.

Figur 1.5 viser en prinsipiell effekt-varighetskurve for romoppvarming for en bolig i Oslo-klima [2]. Fyringssesongens lengde er 270 dager. Varmepumpen er dimensjonert for å dekke 60 % av maksimalt effektbehov, og det forutsettes at varmekildens temperatur er relativt konstant gjennom året. Varmepumpen dekker i dette tilfellet hele varmebehovet i ca. 230 dager av året, mens det er behov for spisslastdekning i de resterende 40 dagene. Årlig varmeproduksjon fra varmpumpen utgjør ca. 90% av årlig romoppvarmingsbehov (lys flate i diagrammet), mens spisslastenheten dekker de resterende 10% (skravert flate).



Figur 1.5 Prinsipielt netto effekt-varighetsdiagram for romoppvarming (Oslo-klima). Inntegnet varmpumpens relative effektdekning, $P_{VP,dim}$ og ekvivalent driftstid, τ [2].

Ved romoppvarming og oppvarming av ventilasjonsluft er maksimalt effektbehov og årlig varmebehov nært knyttet til utelufttemperaturens forløp gjennom året. Klimaforholdene har derfor en direkte innvirkning på valg av varmpumpens dimensjonerende effekt. Tabell 1.1 viser et eksempel på hvordan fyringssesongens lengde og årlig netto oppvarmingsbehov for en gitt bolig endrer seg med klimaet. Tallene er angitt i prosent, og Røros er satt som referanse (100%) [2].

Tabell 1.1 Eksempler på klima- og effekttall for en gitt bolig i ulike klimasoner [2].

Klimasone/sted	DUT	P_N	Q_N	τ_{fyring}
Innlandsklima/Røros	-40°C	100 %	100 %	292 døgn
Fjordklima/Oslo	-20°C	67 %	64 %	233 døgn
Kystklima, Nord-Norge/Tromsø	-12°C	53 %	90 %	302 døgn
Kystklima, Sør-Norge/Bergen	-10°C	50 %	42 %	238 døgn

DUT = Dimensjonerende utetemperatur [°C], laveste 3-døgnsmiddel for utelufttemperaturen

P_N = Dimensjonerende nettoeffekt til romoppvarming og evt. oppvarming av ventilasjonsluft [%]

Q_N = Årlig netto oppvarmingsbehov [%]

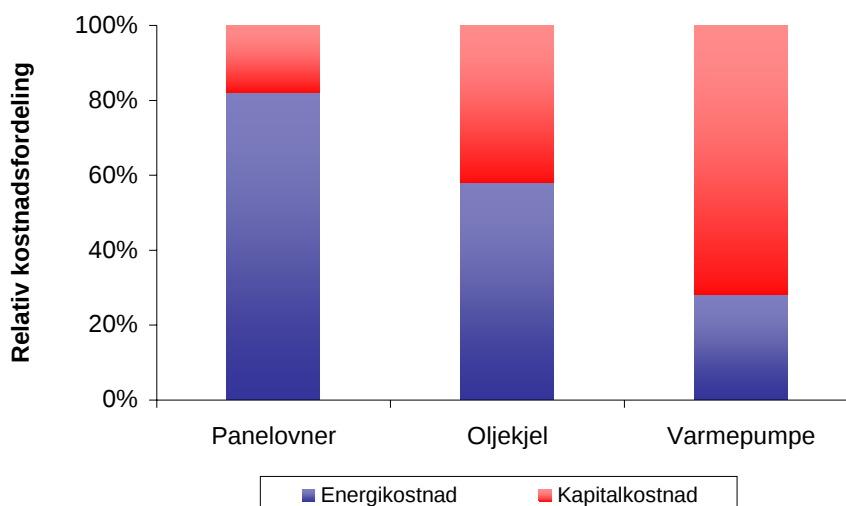
τ_{fyring} = Fyringssesongens lengde [døgn]

Det nordnorske kystklimaet (Tromsø) gir de beste energisparemulighetene, men også typisk innlandsklima (Røros) med lav årsmiddeltemperatur og lang fyringssesong kommer godt ut når det er snakk om absolutt energisparing. Det milde klimaet på vestkysten (Bergen) gir derimot kort fyringssesong og følgelig moderat energisparepotensiale [2].

1.6 Varmepumpens økonomi og lønnsomhet

Ut fra en lønnsomhetsvurdering bør andre og rimeligere energiøkonomiseringstiltak (enøk-tiltak) gjennomføres før en vurderer å installere en varmepumpe i en eksisterende bolig.

I forhold til konvensjonelle oppvarmingssystemer har varmepumpeanlegg relativt lave energikostnader til drift av anlegget men relativt høye investeringskostnader (kapitalkostnader). Figur 1.6 viser hvordan forholdet mellom årlige energi- og kapitalkostnader typisk vil kunne variere for elektriske panelovner, oljekjel og varmepumpe (relative verdier) [1].

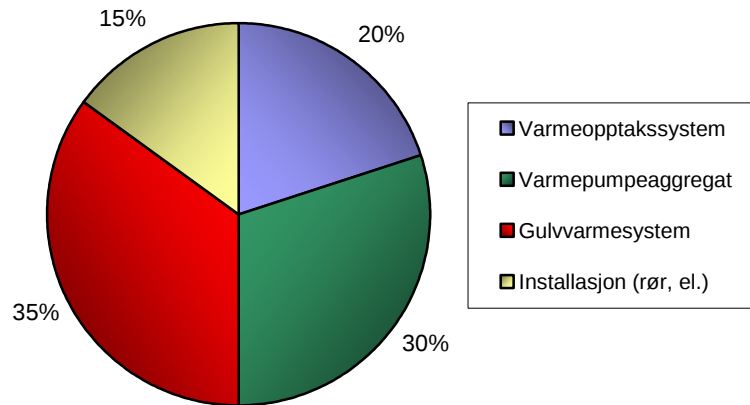


Figur 1.6 Typisk forhold mellom årlige energikostnader (driftkostnader) og kapitalkostnader for elektrisk oppvarming, oljekjel og varmepumpe (relative verdier) [1].

Prisen for et varmepumpeanlegg er først og fremst avhengig av anleggets varmeytelse, type varmekilde og varmedistribusjonssystem, anleggets kompleksitet og kvalitet. En luft/luft-varmepumpe (kap. 4.2) koster typisk 15 til 25.000 kr, en avtrekksvarmepumpe (kap. 4.3/4.4) koster fra 25 til 50.000 kr mens et komplett væske/vann-varmepumpeanlegg (kap. 4.5) koster i størrelsesorden 80 til 120.000 kr (2004-priser). På tross av de relativt høye investeringskostnadene kan det likevel være en lønnsom investering å installere en varmepumpe, ettersom kostnadene til romoppvarming, beredning av varmt tappevann og oppvarming av ventilasjonsluft kan bli redusert i betydelig grad. Typisk nedbetalingstid for boligvarmepumper varierer fra 5 til 15 år.

I eksisterende boliger må investeringskostnadene for et varmepumpeanlegg også vurderes opp mot hva det vil koste å beholde det eksisterende oppvarmingssystemet. Eldre oljefyringsanlegg krever regelmessig vedlikehold og ofte kostbare reparasjoner. Da kan det lønne seg å investere i et mer energieffektivt og driftssikkert anlegg.

Figur 1.7 viser typisk kostnadsfordeling ved installasjon av et komplett væske/vann-varmepumpeanlegg i en bolig som utnytter grunnvarme (fjell/grunnvann) som varmekilde, og som forvarmer varmt tappevann og leverer varme til et vannbårent gulvvarmesystem ([kap. 4.5](#)).



Figur 1.7 Typisk kostnadsfordeling for et komplett væske/vann-varmepumpeanlegg i en bolig.

Energisparing og økonomi for varmepumper påvirkes av en rekke forhold. Lønnsomheten er i vesentlig grad knyttet til korrekt dimensjonering, utforming og drift av anlegget. I tillegg er det viktig at varmedistribusjonssystemet i boligen ([kap. 3](#)) er tilpasset varmepumpen ved at det ikke krever for høye distribusjonstemperaturer.

Viktige forhold som påvirker varmepumpens økonomi er [[1](#), [2](#)]:

- *Spesifikk anleggsinvestering*, det vil si kroner per kW installert varmeeffekt. Denne størrelsen avtar med økende varmeytelse for varmepumpeanlegget.
- *Ekvivalent driftstid (τ)*. Denne størrelsen defineres som den tid i timer varmepumpen må yte sin dimensjonerende varmeeffekt for å dekke sin årlige varmeproduksjon, og er direkte knyttet til hvordan anlegget er dimensjonert ([figur 1.5](#)).
- *Varmepumpeanleggets årsvarmefaktor* ([kap. 1.4](#)).
- *Energipriser*. Varmepumpen konkurrerer med andre oppvarmingssystemer, og varmepumpeanleggets lønnsomhet er derfor avhengig av prisen på elektrisitet, olje og eventuelt gass.

Ved beregning av lønnsomheten for en boligvarmepumpe kan følgende økonomiske kriterier benyttes: Nåverdi [kr], årskostnad [kr/år], spesifikk varmepris [kr/kWh], tilbakebetalingstid (pay-back) [år] og inntjeningstid (pay-off) [år]. Det henvises til [[1](#)] for detaljer vedrørende lønnsomhets- og kostnadsanalyse av boligvarmepumper.

2. VARMEKILDER

Varmekilden velges ut fra tilgjengelighet, lokale grunnforhold, varmepumpens varmeytelse, økonomi og om varmepumpeanlegget skal plasseres i en ny eller eksisterende bolig.

Følgende generelle krav stilles til en god varmekilde:

- Tilstrekkelig mengde og tilgjengelighet ved forbruksstedet
- Høyest mulig temperatur gjennom fyringssesongen (gir lavest mulig temperaturløft)
- Høy spesifikk varmekapasitet og gode varmeoverføringsegenskaper
- Minst mulig korrosiv og forurenset
- Lave kostnader for tilknytning til og utnyttelse av varmekilden
- Lave energiutgifter til transport av varmekilden gjennom varmepumpen

Tabell 2.1 gir en oversikt over aktuelle varmekilder for varmepumper, samt hvilke temperaturnivåer som er vanlige gjennom fyringssesongen [1].

Tabell 2.1 Ulike varmekilder for varmepumper med typiske temperaturer [1].

Varmekilde	Temperaturnivå ved DUT ¹	Temperaturvariasjon over fyringssesongen
Uteluft	-10 til -40°C	0 til 50°C
Ventilasjonsluft	18 til 25°C	Relativt konstant
Grunnvarme (fjell/grunnvann)	2 til 8°C	Avhengig av vanntilsig
Jord	0°C	Utfrysing av vann (0°C)
Sjøvann	3 til 8°C	4 til 5°C
Innsjø	0 til 4°C	5 til 15°C
Elver	0 til 2°C	5 til 0°C

¹ Dimensjonerende utetemperatur (DUT). Laveste tre-døgnsmiddel for utelufttemperaturen.

Uteluft, ventilasjonsluft, grunnvarme (fjell/grunnvann), jord og sjøvann er de mest aktuelle varmekildene for boligvarmepumper i Norge.

2.1 Uteluft

På grunn av god tilgjengelighet er uteluft en mye brukt varmekilde i norske boligvarmepumper. Uteluft har imidlertid en åpenbar ulempe ved at temperaturen er i motfase med romoppvarmingsbehovet i boligen. Det vil si at temperaturen er lav når romvarmebehovet er stort, og både varmepumpens varmeytelse og effektfaktor avtar når utelufttemperaturen reduseres. Ettersom luft har relativt lav spesifikk varmekapasitet, lav tetthet og relativt dårlige varmeoverføringsegenskaper, har uteluftbaserte anlegg fordampere med relativt stort varmevekslerareal (lamellbatteri), og viftene må dessuten transportere relativt store luftmengder over fordampere.

De fleste boligvarmepumpene som utnytter uteluft som varmekilde er såkalte luft/luft-varmepumper, også kalt komfortvarmepumper ([kap. 4.2](#)).

Fordeler

- Varmekilden er tilgjengelig overalt.
- Moderate investeringskostnader ettersom varmeopptakssystemet er en integrert del av anlegget.
- Luft/luft-varmepumper kan brukes til klimakjøling.



Ulemper

- Varmepumpen har lavest effektfaktor og lavest varme ytelse når varmebehovet er størst, og behovet for tilleggsvarme fra andre varmesystemer er derfor større enn ved bruk av andre typer varmekilder ([kap. 2.3 til 2.4](#)).
- Ved utelufttemperaturer lavere enn 2 til 5°C avsettes fuktigheten i luften som rim på fordampersflaten, og avriming er derfor nødvendig. Ved avrimning vil anleggets effektfaktor reduseres med typisk 10 til 20% i forhold til drift uten avrimning [5].
- Fuktig og saltholdig luft kan forkorte levetiden for varmepumpens fordampere.

Det vises til [[1](#), [3](#), [4](#), [5](#)] for ytterligere informasjon om uteluft som varmekilde for varmepumper.

2.2 Ventilasjonsluft

Avtrekksluft fra ventilasjonsanlegg, dvs. anlegg med balansert ventilasjon eller avtrekksventilasjon, har høy og tilnærmet konstant temperatur året rundt, og kan utnyttes som varmekilde for varmepumper. Denne typen anlegg benyttes til oppvarming av ventilasjonsluft (friskluft/tilluft), oppvarming av varmt forbruksvann og eventuelt til romoppvarming i boligen. Varmepumper med avtrekksluft som varmekilde har moderate investeringskostnader, men gir lavere energisparing enn andre typer boligvarmepumper.



I anlegg med *balansert ventilasjon* er boligen utstyrt med to separate kanalsystemer for tilførsel av friskluft og fjerning av forurenset inneluft, og kanalsystemene har hver sin vifte. Prinsipielt sett bør varmen i avtrekksluften først gjenvinnes ved varmeveksling, og deretter utnyttes i en varmepumpe. For boliger vil det imidlertid bli for kostbart å investere i både varmeveksler og varmepumpe, slik at en må velge en av delene. En varmepumpe vil kreve høyere investeringer enn en varmeveksler (kammerveksler, kryssveksler e.l.), men bidrar til høyere energisparing. Valg av varmegjenvinningssystem må derfor vurderes i hvert enkelt tilfelle, og det er i den sammenheng viktig å kartlegge tilgjengelig mengde energi i avtrekksluften.

Ved *avtrekksventilasjon* tilføres frisk luft til boligen via spalteventiler over vinduene eller separate veggventiler. Alle innvendige dører i boligen har spalter i over- eller underkant, og all luften suges gjennom våtrom/bad/WC før den ledes over varmepumpens fordampner og ut av boligen.

Fordeler

- Ventilasjonsluften holder typisk 18 til 25°C hele året, og dette fører til relativt høy årsvarmefaktor for varmepumpen på grunn av høy fordampningstemperatur.
- Relativt moderate investeringskostnader.

Ulemper

- Det er begrenset hvor mye varme som kan tas fra ventilasjonsluften.
- Forutsetter kontinuerlig ventilasjon året rundt.

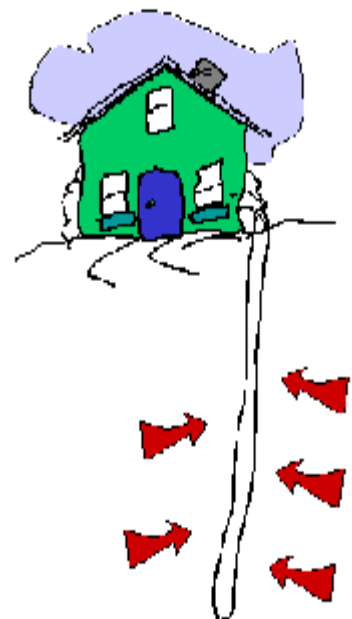
Merknader

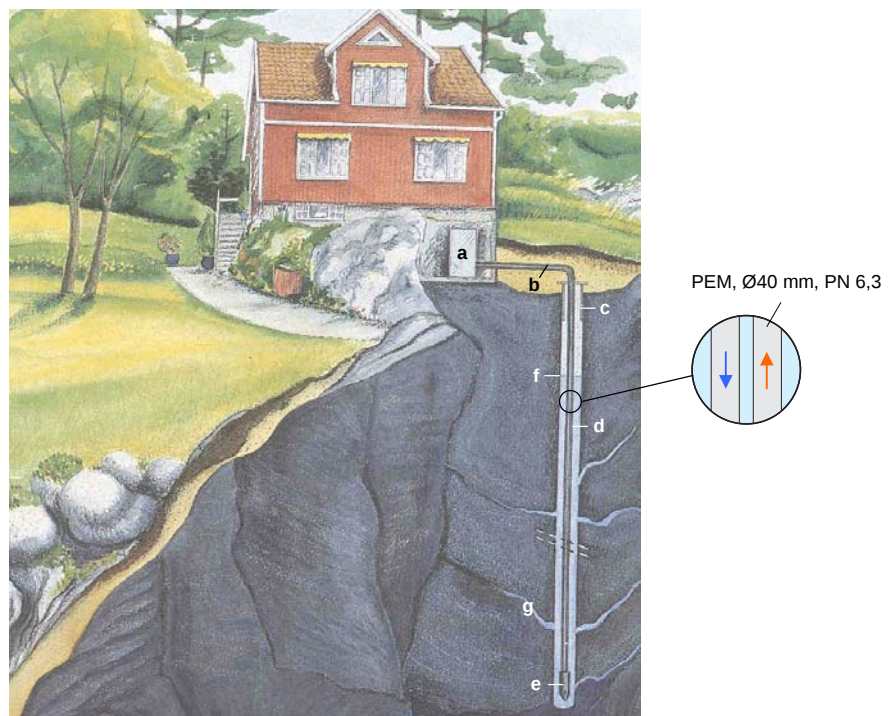
- I balanserte ventilasjonsanlegg bør installasjon av konvensjonell varmeveksler alltid vurderes.
- Ventilasjonsluft egner seg best som varmekilde i godt isolerte og tette boliger der varmetapet gjennom bygningskonstruksjonen (transmisjonstapet) er lite i forhold til ventilasjonstapet.
- Avtrekksluft fra kjøkken bør ikke brukes som varmekilde på grunn av fett som vil danne et isolerende lag på varmepumpens fordampner.

Det vises til [3, 4] for ytterligere informasjon om ventilasjonsluft som varmekilde.

2.3 Grunnvarme (fjell/grunnvann)

Fjell/grunnvann (grunnvarme) er en velegnet varmekilde for varmepumper, ettersom temperaturnivået dypere enn 10 meter under bakkenivå er praktisk talt konstant over året, og tilsvarer omlag midlere årsmiddeltemperatur for uteluften på stedet (2 til 8°C). Varmeuttaket skjer fra en eller to energibrønner, som hver består av et 80 til 150 meter dypt borehull med en diameter på 12 til 15 cm. For grunnvarmesystemer i boliger benyttes det nesten utelukkende indirekte systemer (*kollektorsystem*), hvor en frostvæske som sirkulerer i en helsveist plastslange (PEM, Ø40 mm, PN 6,3) transporterer varme fra varmekilden til varmepumpens fordampner. Overflatevann og løsmasser holdes ute fra brønnen ved hjelp av foringsrør i stål, som settes ned i fast fjell. For å motvirke oppdriften i et vannfylt borehull er enden av kollektorslangen utstyrt med et bunnlodd, hvor vekten er avpasset etter borehullets dybde. Figur 2.1 på neste side viser et eksempel på en enebolig hvor det er installert et grunnvarmebasert varmepumpesystem med kollektorslange for varmeuttak fra fjell/grunnvann.





Figur 2.1 Energibrønn med kollektor for grunnvarmebasert varmepumpesystem (fra Normann Etek AS). a) varmepumpeaggregat, b) preisolerte rør, c) foringsrør i stål, d) helsveist plastslange (kollektor), e) bunnlodd, f) grunnvannsspeil, g) sprekk i fjellet.

Tidligere var etylenglykol enerådende som frostvæske, men på grunn av mediets giftighet har det i økende grad blitt erstattet av denaturert sprit samt biologisk nedbrytbare kaliumsalter som kaliumformat (f.eks. Hycool) og kaliumkarbonat (pottaske).

Typisk verdi for mulig varmeuttak fra en energibrønn er $40 \text{ W per meter borehull}$, med variasjoner fra 20 til 80 W/m. Varmeopptaket og følgelig nødvendig borehullsdybde er avhengig av blant annet type bergarter, berggrunnens oppsprekking, nedslagsfeltets størrelse og terrengets helning. Det største varmeuttaket får en ved oppsprukket fjell og godt grunnvannstilsig. I tørre brønner med liten eller ingen vannmengde fylles borehullet med vann, borkaks eller en blanding av bentonitt og kvartssand for å bedre varmeledningen mellom fjellet og kollektorslangen. Norges geologiske undersøkelse (NGU) har utarbeidet berggrunnskart og hydrologiske kart som kan brukes til å undersøke mulighetene for boring av en energibrønn (<http://www.ngu.no>).

Investeringskostnaden for et komplett grunnvarmesystem med borebrønn og ferdig montert kollektorslange påfylt frostvæske ligger på omlag 250 kr per meter inkl. mva. (2004-priser). For at grunnvarme skal være et realistisk alternativ, bør det ikke være for langt ned til fast fjell, det vil si minst mulig overdekning av jord, leire, sand osv., på grunn av de høye kostnadene for foringsrør ned til fast fjell. Selv om installasjon av et grunnvarmebasert varmeopptakssystem er relativt kostbart, vil en til gjengjeld få en varmekilde med jevn og relativt høy temperatur gjennom hele året, og dette gir gode driftsbetingelser for varmepumpen. Selve varmeopptakssystemet ligger dessuten svært godt beskyttet nede i borehullene, og har derfor lang levetid. En annen fordel med grunnvarmebaserte systemer er at de kan utformes for å levere nesten gratis klimakjøling om sommeren. Frostvæsken sirkuleres da til en viftekonvektor i boligen.

Det er også mulig å benytte grunnvann direkte i boligvarmepumper såfremt det er tilstrekkelig grunnvannstilsig i brønnen. I tillegg er det meget viktig at vannkvaliteten er så god at en ikke får problemer med utfelling av jern og mangan i fordamperen og pumpen. Brønnsystemet vil enten bestå av forbruksbrønn/infiltrasjonsbrønn eller en resirkulasjonsbrønn [1].

Fordeler

- Varmepumpen har konstant varmeytelse og oppnår høy effektfaktor på grunn av stabil og høy temperatur på varmekilden gjennom fyringssesongen.
- Anlegget tar liten plass utendørs.
- Systemet har høy driftssikkerhet og lang levetid.
- Kan også brukes til frikjøling.

Ulemper og utfordringer

- Relativt høye investeringskostnader.
- Uegnet varmekilde i områder med stor overdekning av jord, løsmasser eller leire på grunn av høye kostnader for installasjon av foringsrør ned til fast fjell.
- Krever adkomst med boreutstyr.
- Krever korrekt brønndimensjonering/-utforming. Ved tørre brønner med lite eller intet grunnvannstilsig eller ved boring av for grunne brønner i forhold til dimensjonerende varmeuttak, vil varmeytelsen og effektfaktoren avta på grunn av redusert fordampningstemperatur.

Det vises til [1, 3, 4] for ytterligere informasjon om grunnvarme som varmekilde for varmepumper.

2.4 Jordvarme

En jordvarmepumpe utnytter solenergi som akkumuleres i det øvre jordlaget gjennom sommerhalvåret. En eller flere plastslanger (PEM, Ø40 mm) graves ned på 60 til 120 cm dybde og med en innbyrdes avstand på typisk 1 til 2 m. Gjennom slangene pumpes en frostvæske, som tar opp varme fra jordmassen og avgir den i varmepumpens fordamper. Det finnes også direkte systemer hvor fordamper-rørene legges i jorden, men disse er lite utbredt i Norge på grunn av faren for lekkasje av arbeidsmedium.



Jordens beskaffenhet avgjør hvor mye varme som kan tas ut og hvor energieffektiv varmepumpen blir. Typisk varmeuttak er *15 til 20 W per meter kollektorslange*. Det er gunstig med høy fuktighet, og myrjord er derfor den beste varmekilden mens drenert sandjord er dårligst. I fuktig jord vil det meste av varmeopptaket skje ved at vannet i jorda fryser. Frostsonen rundt rørene vil

øke utover i fyringssesongen, men i løpet av sommeren vil solvarmen smelte isen og varme opp jordsmonnet. Hvis varmepumpen skal dekke et oppvarmingsbehov på 10.000 kWh/år, må rørene graves ned i et område på omlag 200 til 300 m². Siden varme hentes fra jorden vil vekstsesongen bli noe forkortet, og kollektorslangen bør ikke legges helt inntil busker og trær.

Jordvarmeanlegg har lavere investeringskostnader enn grunnvarmesystemer, men vil ikke oppnå like høy effektfaktor fordi varmekildens gjennomsnittlige temperatur i fyringssesongen blir noe lavere. Det har også vist seg at anlegg med jordvarme som varmekilde oftere har driftsproblemer enn grunnvarmeanlegg, ettersom anleggene er lettere å feildimensjonere.

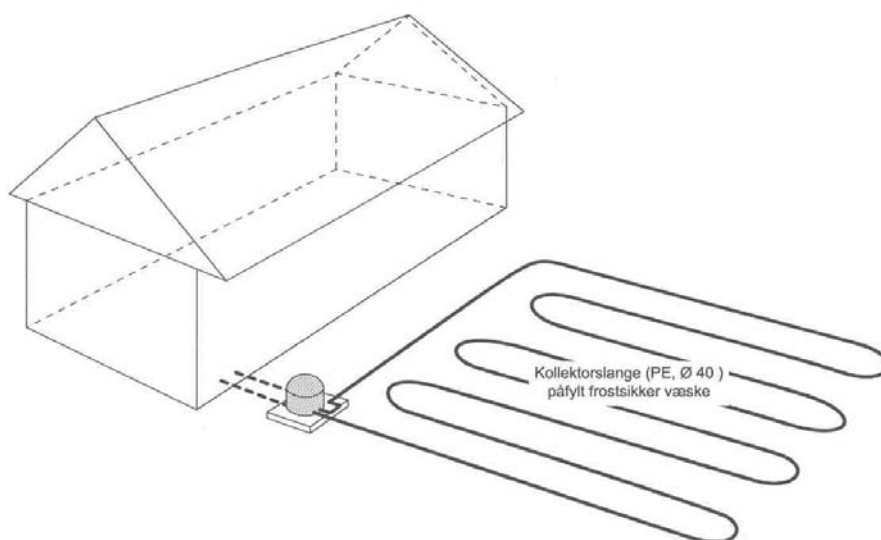
Fordeler

- Varmepumpen har relativt konstant varmeytelse og oppnår relativt høy effektfaktor på grunn av stabil og høy temperatur på varmekilden gjennom fyringssesongen.
- Moderate investeringskostnader.

Ulemper og mulige problemer

- Krever relativt stor tomt – fortrinnsvis med fuktig jordsmonn.
- Er følsom med hensyn til dimensjonering av kollektorsystemet. Ved underdimensjonering vil for stor utfrysning føre til lavere varmeytelse og effektfaktor for anlegget, mulig hevnninger i terrenget og i verste fall permafrost i bakken.
- Gjentatt frysing og tining av jorda vil kunne gi luftlommer mellom jorda og kollektorslangen. Dette vil føre til redusert varmeytelse og lavere effektfaktor for varmepumpen.

Figur 2.2 viser en prinsipiell skisse av en jordvarmepumpe med én kollektorslangekurs, og hvor varmepumpeaggregatet er plassert utendørs. Normalt plasseres varmepumpeaggregatet innendørs.



Figur 2.2 Prinsipiell skisse av et jordvarmebasert varmepumpeanlegg for en enebolig.

2.5 Sjøvann, innsjøer og elver

Mens sjøvann har en relativt stabil og høy temperatur vinterstid, vil vann fra innsjøer og elver ha temperaturer ned mot nullpunktet, og derfor være lite egnet som varmekilde for boligvarmepumper. På samme måte som i jordvarmebaserte anlegg overføres varmen fra varmekilden (sjøvannet) til varmepumpens fordampere via et kollektorsystem (PEM, Ø40 mm) påfylt en frostvæske. Plastrørene påmonteres ballast (betonglodd e.l.) for at de skal ligge stabilt og ikke flyte opp ved eventuell påfrysing.



Kollektorsystemet for sjøvannsbaserte anlegg legges gjerne i bunnslammet og i stor nok dybde til at rørene får ligge i ro for is og bevegelser i vannmassene. Rørene skal ikke legges ut der det er ankringsplass for båter.

En boligvarmepumpe som utnytter sjøvann som varmekilde vil gi omtrent samme energisparing som ved bruk av grunnvarme, men investeringskostnaden vil være lavere.

Fordeler

- Varmepumpen har relativt konstant varmeytelse og oppnår høy effektfaktor på grunn av stabil og høy temperatur på varmekilden gjennom fyringssesongen
- Moderate investeringskostnader.

Ulemper og mulige problemer

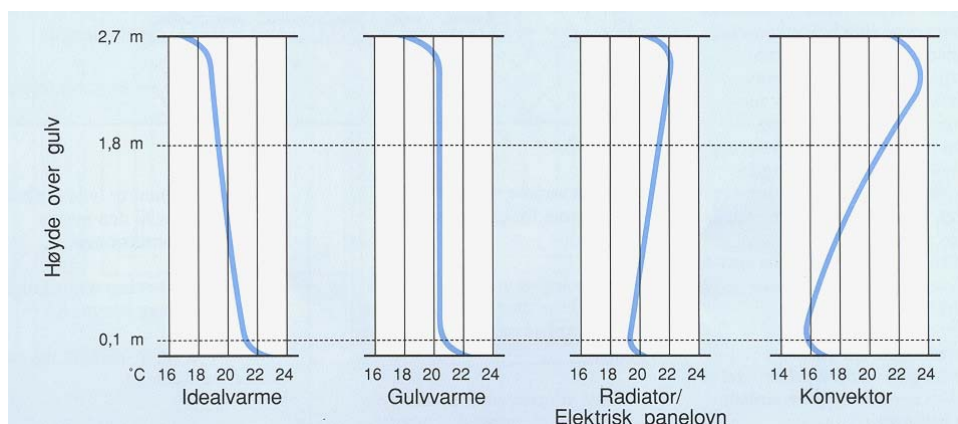
- Forutsetter at boligen ligger relativt nært strandsonen.
- Eventuell begroing og ispåfrysing på kollektorslangen vil redusere varmepumpens varmeytelse og effektfaktor. Ispåfrysing skyldes i de fleste tilfeller at kollektorslangen er underdimensjonert, dvs. at varmeuttaket er for høyt i forhold til tilgjengelig varmevekslerflate (rørlengde) og temperatur på sjøvannet.
- Kollektorslangen er utsatt for vær og vind, og den må dessuten legges slik at den ikke kommer i konflikt med ankringsplasser.

3. VARMEDISTRIBUSJONSSYSTEMER I BOLIGER

For at en varmepumpeinstallasjon skal være lønnsom er det viktig at varmedistribusjonssystemet er tilpasset den typen varmepumpe man har valgt. Blant annet bør distribusjonssystemet kreve så lav turtemperatur som mulig fra varmepumpen, ettersom lav fordelingstemperatur gir høy års-varmefaktor og dermed god driftsøkonomi ([kap. 1.4](#)).

Valg av varmedistribusjonssystem vil blant annet være avhengig av boligens utforming og tekniske standard. Ved installasjon av varmepumper i eksisterende boliger bør fortrinnsvis det eksisterende varmedistribusjonssystemet benyttes, da installasjon av et nytt distribusjonssystem er kostbart og vil kunne medføre relativt store inngrep i boligen.

Menneskets temperaturopplevelse er ikke bare avhengig av temperaturen på luften i rommet, men også av temperaturen på rommets omgivende flater (gulv, vegger og tak). Når temperaturforskjellen mellom disse overflatene er stor, må varmetilførselen til rommet økes. Når det er varmere ved føttene enn ved hodet, oppleves temperaturfordelingen i rommet som komfortabel. Figur 3.1 viser at gulvvarme gir en tilnærmet ideell temperaturfordeling i rommet, mens radiatorer og konvektorer gir relativt store temperaturforskjeller med høyest temperatur under taket [9].



Figur 3.1 Temperaturfordeling i rommet ved bruk av ulike varmedistribusjonssystemer [9].

3.1 Vannbåren varme

Vannbåren varmedistribusjonsanlegg (sentralvarmeanlegg) bidrar til et godt innemiljø og god temperaturkomfort. Elektriske panelovner har hete flater med høy temperatur, som medfører sviing av støv og dårligere luftkvalitet. Dette problemet elimineres ved vannbåren varmedistribusjon. Vannbåren varme er også svært fleksibel med hensyn på varmeproduksjonskilde, og en har dessuten muligheten til å utnytte fornybare energikilder som varmepumper. En gjennomgang og eventuell innregulering og ombygging av det eksisterende vannbåre systemet kan føre til at turtemperaturen i et anlegg kan senkes, ettersom gamle vannbåre systemer ofte er overdimensjonerte. Dette vil føre til bedre driftsbetingelser for varmepumpen. De viktigste ulempene med vannbåre systemer er at disse har langt høyere investeringskostnader og gir tregere regulering enn elektriske panelovner.

3.1.1 Gulvvarme

Vannbårne gulvvarmesystemer består av diffusjonstette plastrør (PEX eller PB-rør, Ø15-22 mm), som støpes ned i betong eller installeres i trebjelkelag. I et riktig dimensjonert lavtemperatur gulvvarmesystem vil maksimal turvannstemperatur ligge mellom 35 til 40°C, og avkjølingen på vannet vil være maksimalt 5°C. Ettersom vinduer og eventuelt yttervegger vil kunne gi problemer med kald trekk (kaldras), stiller gulvvarme krav til god isolasjonsstandard for boligen eller bruk av egnet kaldrassikring ([kap. 3.1.2](#)).

Gulvvarmesystemer i *betonggulv* bygges tradisjonelt opp ved å støpe inn rørsløfene i et 50 til 100 mm tykt betongdekke med keramiske fliser, gulvbelegg eller parkett. Ettersom det normalt brukes betonggulv i kjeller, er det viktig at det brukes minst 150 til 200 mm trykkfast isolasjon under betongen for å holde varmetapet mot grunnen på et lavt nivå. Betong er forøvrig en god varmeleder, og varmen fordeles jevnt i betongsjiktet. Varmeavgivelsen fra gulvet til rommet er gitt av overflatetemperaturen, som igjen er bestemt av blant annet vanntemperaturen i rørene, rørdiameteren, avstanden mellom rørene (rørdivingen C-C), betongtykkelsen over rørene og type gulvdekke. Overflatetemperaturen bør ligge i området 23 til 28°C, og det gjør at denne typen systemer kan dekke spesifikke romoppvarmingsbehov opp til ca. 80 W/m². Med dagens isolasjonsstandard i boliger er imidlertid varmebehovet vesentlig lavere (30 til 40 W/m²).

I *trebjelkelag* installeres plastrørene i prefabrikerte trefiberplater/isoporplater eller i spaltegulv bygd opp av listverk. Platene med ferdig utfreste spor er en mer kostbar løsning, men de har den fordel at de fungerer som trinnlydsplater og dessuten eliminerer knirkproblemer. For å redusere temperaturkravet er det viktig at den termiske motstanden er minst mulig over rørene og størst mulig under rørene. I trebjelkelaget legges det derfor isolasjon, og dette er spesielt viktig hvis rommet ligger over en kald kjeller. For å sikre god varmeoverføring fra rørene til gulvflaten legges rørene i tynne profilerte aluminiumsplater (Ω-profiler). Over rørene/platene legges det ullfilt og deretter parkett, gipsplater/flis eller sponplater/gipsplater og teppe/belegg. For å holde nødvendig turvannstemperatur på et moderat nivå og dermed oppnå høy effektfaktor for varmepumpeanlegget, bør det benyttes en senteravstand på 20 cm i oppholdsrom og 10 til 15 cm på bad.

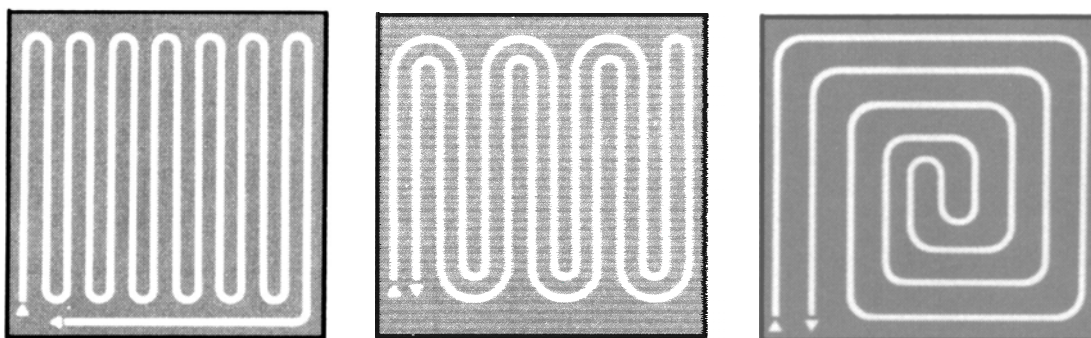
Gulvvarmesystemer kan også utføres ved at rørsløfene legges på *eksisterende betong- eller tregulv*, og dekkes av avrettingsmasse av sement og/eller gips (30 mm).

Normalt legges én gulvvarmekurs (rørlengde) for hvert rom. Hvis det eventuelt legges felles kurs for flere rom er det viktig at disse rommene *ikke* har ulikt bruksmønster, som for eksempel soverom og gang. Systemene reguleres normalt ved at romtermostater i hvert rom eller grupper av rom åpner for vannsirkulasjon i de enkelte kursene (av/på regulering). Det finnes også systemer hvor hver gulvvarmekurs innreguleres for en fast vannmengde, og der turvannstemperaturen fra varmepumpeanlegget reguleres etter uteluftens temperatur (*utetemperatur-kompensering*). Gulvvarmesystemer med lave distribusjonstemperaturer er også til en viss grad selvregulerende, ettersom en forhøyet romtemperatur vil redusere varmeavgivelsen fra gulvvarmesystemet.

Ulempen med gulvvarmesystemer i betonggulv er at gulvets store termiske masse fører til at systemet får stor termisk treghet (høy tidskonstant/responstid), slik at det tar lang tid fra en forandring i turvannstemperaturen til overflatetemperaturen på gulvet endrer seg. Slike systemer

egner seg derfor best i rom med beskjedne eller relativt konstant varmebehov og med god solavskjerming. Lavtemperatur vannbårne gulvvarmesystemer installert i trebjelkelag gir mye raskere regulering enn gulvvarmesystemer i betonggulv på grunn av vesentlig mindre termisk masse. Mens tidskonstanten/responstiden for gulvvarmesystemer i betong er på flere timer, er den typisk 10 til 15 minutter for systemer installert i trebjelkelag.

Figur 3.2 viser eksempler på aktuelle leggemønstre for gulvvarmerør, mens figur 3.3 viser hvordan gulvvarmerørene monteres i profilerte aluminiumsplater (varmefordelingsplater).



Figur 3.2 Eksempel på aktuelle leggemønstre for gulvvarmerør.



Figur 3.3 Legging av gulvvarmerør i profilerte aluminiumsplater på trefiberplater.

3.1.2 Radiatorer og konvektorer

Radiatorer og konvektorer plasseres fortrinnsvis under vinduer for å redusere *kaldraseffekten*. Kaldraseffekten oppstår når oppvarmet romluft kommer i kontakt med en kald flate, for eksempel et vindu. En får da en nedadrettet luftstrøm, og den avkjølte luften vil bli liggende som en kald luftpute over gulvet og oppfattes som ubehagelig trekk. Den relativt lave temperaturen på hete-flaten til vannbårne radiatorer og konvektorer gjør at overflatearealet må være større enn for elektriske panelovner, og de er derfor mer plasskrevende.

En *radiator* er bygd opp slik at arealet på luft- og vannsiden er tilnærmet like store. Radiatorens varmeavgivelse skjer ved typisk 60% stråling og 40% konveksjon, avhengig av overflate-temperaturen. For at strålevarmen skal kunne utnyttes fullt ut, er det viktig at radiatoren ikke er tildekket. Vannmengden og dermed varmeavgivelsen reguleres ved hjelp av automatiske *termostatventiler*. I større rom med flere radiatorer kan en benytte en motor montert på hver termostatventil. Motorene styres da av en termostat som er felles for alle radiatorene i rommet. Figur 3.4 viser et eksempel på utforming av rørradiatorer.



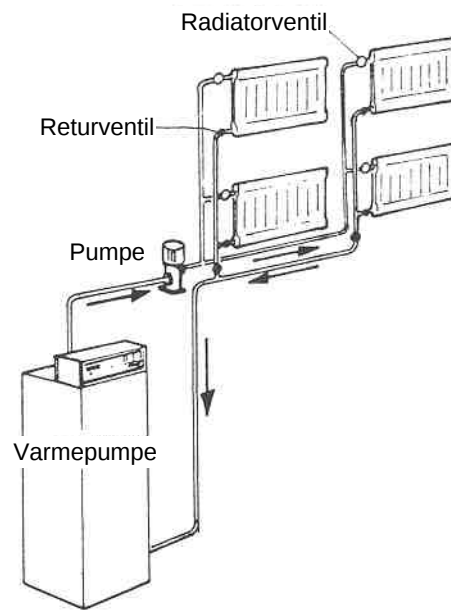
Figur 3.4 Eksempel på utforming av rørradiatorer.

Lavtemperatur radiatorer dimensjoneres normalt for en tur-/returtemperatur på 55/45°C eller 50/40°C, noe som gir relativt gode arbeidsforhold for en varmepumpe.

En *konvektor* er bygget opp med lameller slik at arealet på luftsiden er vesentlig større enn på vannsiden. Varmeavgivelsen fra en konvektor skjer ved typisk 60 % konveksjon og 40% stråling. Dette gir en luftsirkulasjon som fører til utjevning av temperaturen i rommet. På grunn av beskjedne metallmasse har konvektoren liten varmetreghet, og ved endring i varmebelastningen i rommet endres varmeavgivelsen fra konvektoren raskt. Konvektorer lages for fri eller tvungen konveksjon. Hvis en vifte benyttes for å oppnå tvungen konveksjon kalles konvektoren for *viftekonvektor*. Utforming og plassering av viftekonvektorer er nærmere beskrevet i [kap. 3.3](#).

Det er vanlig å skille mellom 1- og 2-rørs systemer i forbindelse med radiatorer og konvektorer. I boliger blir normalt *2-rørssystemet* brukt. Fra varmepumpen strømmer vannet til varmelementene, og det avkjølte vannet går tilbake gjennom returledningen. Radiatorene er parallellkoblet, og mottar dermed vann av samme tilnærmet temperatur. Figur 3.5 viser prinsipiell oppbygging av et varmepumpeanlegg tilkoblet et 2-rørssystem med radiatorer [7].

Ettersom nesten alle gamle 2-rørssystemer er overdimensjonerte, kan disse anleggene normalt kjøres som lavtemperatursystemer.



Figur 3.5 Prinsipiell oppbygging av et 2-rørssystem med varmepumpe og radiatorer [7].

3.2 Oppvarming av ventilasjonsluft

Hvis boligen har et balansert ventilasjonsanlegg ([kap. 2.2](#)), kan en varmepumpe blant annet benyttes til å varme friskluften (tilluft). Den oppvarmede friskluften fordeles i de enkelte rommene ved hjelp av ventilasjonskanaler og innblåsningsventiler. Det er i den sammenheng viktig å være klar over at overtemperering av luften kan medføre lavere ventilasjonseffektivitet på grunn av dårligere luftomrøring i rommene og eventuell kortslutning av luftstrømmer.

3.3 Bruk av varmluft for romoppvarming

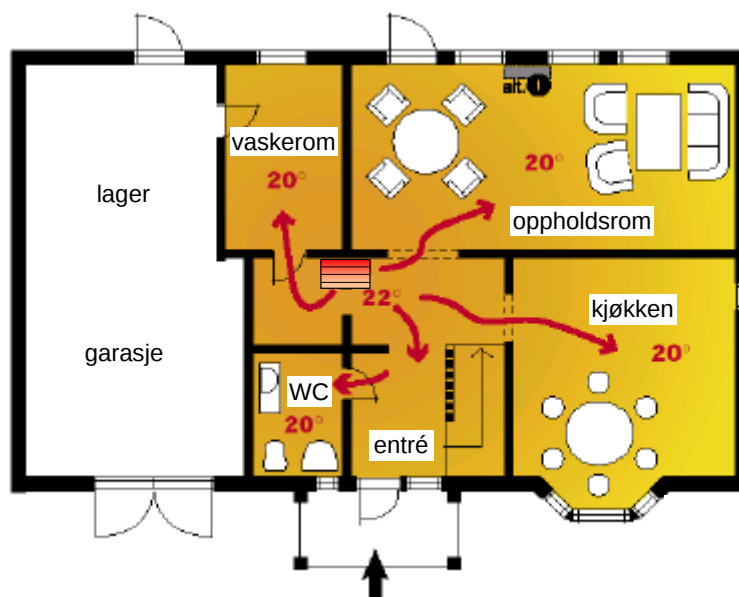
Luft/luft-varmepumper og væske/luft-varmepumper ([kap. 4](#)) avgir varme direkte til inneluften gjennom en eller flere inne-enheter (dvs. kondensator med vifte), og dette gir mulighet for en relativt enkel varmepumpeinstallasjon. Det finnes også væske/vann- og luft/vann-varmepumper ([kap. 4](#)), som leverer varme til et vannbårent varmedistribusjonssystem hvor det er tilkoblet en eller flere viftekonvektorer for distribusjon av varmluft i boligen, se figur 3.6 [8].

Distribusjon av varmluft fra luft/luft-varmepumper eller viftekonvektorer er først og fremst aktuelt i boliger som har en åpen planløsning, slik at varmen kan fordeles fritt til alle rom som ønskes oppvarmet. Inne-enheten/viftekonvektoren bør monteres sentralt i huset for å få en best mulig varmefordeling til de ulike rommene, og for å unngå problemer med støy bør enheten ikke plasseres direkte i oppholdssonene. Feil plassering kan medvirke til redusert driftstid og lavere energisparing enn forventet, fordi varmen ikke blir distribuert på en tilfredsstillende måte til de ulike rommene i boligen. Et annet problem som kan oppstå med luft/luft-varmepumper er at en får resirkulasjon av overtemperert luft, slik at varmepumpen må arbeide med høyere kondenserings-temperatur og følgelig lavere effektfaktor enn nødvendig.



Figur 3.6 Eksempel på utforming av en viftekonvektor som er tilkoblet et enkelt vannbårent varmedistribusjonssystem [8].

Figur 3.7 viser eksempel på distribusjon av varmluft fra en sentralt plassert inne-enhet for en luft-/luft-varmepumpe eller en viftekonvektor i 1. etasje i en mindre bolig [8].



Figur 3.7 Eksempel på distribusjon av varmluft i 1. etasje i en mindre bolig [8].

4. ANLEGGSTYPER OG SYSTEMLØSNINGER

Varmepumpeanlegg klassifiseres normalt etter type varmekilde og system for varmedistribusjon, og de vanligste typer varmepumper i norske boliger er:

- Luft/luft-varmepumper (komfortvarmepumper)
- Ventilasjonsluft/luft-varmepumper
- Ventilasjonsluft/vann-varmepumper
- Væske/vann-varmepumper

Luft/vann-varmepumper og væske/luft-varmepumper er relativt lite brukt i Norge.

4.1 Valg av anleggstype og systemløsning

Ved installasjon av et varmepumpesystem må varmepumpeaggregatet være tilpasset både varmekilden og varmedistribusjonssystemet. Valg av anleggstype og systemløsning vil vanligvis være et resultat av en teknisk/økonomisk vurdering. En hovedregel er at det lønner seg å satse på enkle, robuste løsninger, da det erfaringsvis gir størst driftssikkerhet og best økonomi.

I tillegg til rene lønnsomhetsbetraktninger vil følgende faktorer spille inn ved valg av systemløsning og dimensjonering av varmepumpeanlegget:

- *Effekt- og energibehov til oppvarming* – påvirkes av blant annet klimatiske forhold, boligens utforming/størrelse/isoleringsstandard/tetthet, forventet varmtvannsforbruk og type ventilasjonssystem (avtrekksventilasjon eller balansert ventilasjon).
- *Valg av varmekilde* – påvirkes av blant annet klimatiske forhold, grunnforhold (jord, fjell), størrelse på tomten, nærhet til fjord/innsjø og type ventilasjonssystem.
- *Valg av varmedistribusjonssystem* – påvirkes av blant annet boligens isoleringsstandard og planløsning, eventuelt eksisterende varmedistribusjonssystem, komfortkrav, krav til fri møblering og eventuelt ønske om luftrensing.

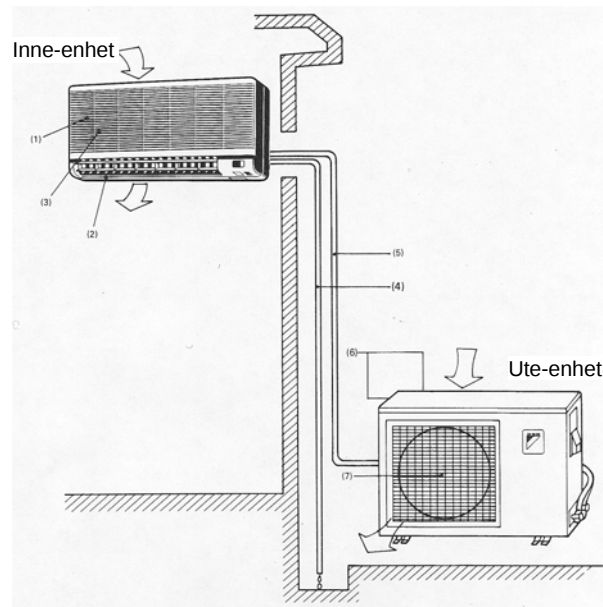
4.2 Luft/luft-varmepumper (komfortvarmepumper)

Luft/luft-varmepumper utnytter uteluften som varmekilde, og blåser varm luft inn i boligen via en eller flere inne-enheter. Anleggene har relativt lave investeringskostnader, og vil derfor kunne gi god lønnsomhet selv i mindre boliger. I mange tilfeller vil de også være velegnet for etterinstallasjon i eksisterende boliger som ikke har sentralvarmeanlegg (vannbåren varme).

4.2.1 Utforming – hovedkomponenter

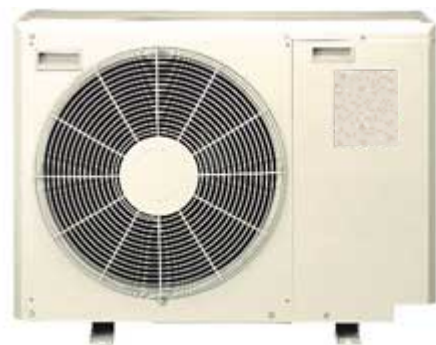
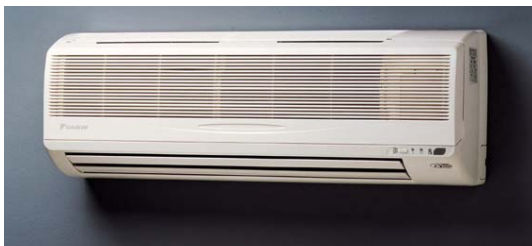
Luft/luft-varmepumper leveres normalt som ”split-anlegg”, det vil si at *ute-enheten* (fordamper, vifte og kompressor) er adskilt fra *inne-enheten* (kondensator, vifte og filter), og monteres sammen med hurtigkoblinger når anlegget installeres i boligen. Avstanden mellom inne-enheten og ute-enheten vil typisk være 5 til 10 meter. Om sommeren, når det er behov for kjøling, kan

varmepumpeaggregatet reverseres og drives som et klimakjøleanlegg. Varmerveksleren inne i huset fungerer da som anleggets fordampner mens utevarmerveksleren blir anleggets kondensator. Av denne grunn kalles ofte luft/luft-varmepumper for komfortvarmepumper. Figur 4.1 viser en skisse av en luft/luft-varmepumpe (split-anlegg) med ute- og inne-enhet [5].



Figur 4.1 Luft/luft-varmepumpe (split-anlegg) [5].

De fleste luft/luft-varmepumpene som selges i Norge er produsert i Asia, og figur 4.2 viser typisk utforming av inne- og ute-enheten [5]. Alle produsenter leverer veggmonterte inne-enheter, og mange leverer også gulvmonterte enheter. Gulvmonterte inne-enheter har som oftest større varmevekslerflate, som medvirker til bedre effektfaktor for anleggene. Mange produsenter tilbyr også "multi-split" systemer, som betyr at to eller flere inne-enheter benyttes for å distribuere varmen.



Figur 4.2 Typisk utforming av inne- og ute-enheten for en luft/luft-varmepumpe [5].

De fleste luft/luft-varmepumpene som leveres i Norge er split-units med 4 til 7 kW varmeytelse, og de vanligste arbeidsmediene er R-407C og R-410A. Aggregatene med R-410A har den høyeste prisen, men på grunn av gunstige medieegenskaper og mer avansert design oppnår de høyere effektfaktor enn anleggene med R-407C. De viktigste teknologiske nyvinningene de senere årene omfatter først og fremst overgang til turtallsregulerte DC motorer (inverterstyring), utvikling av mer energieffektive kompressorer samt mer avansert varmevekslerdesign [5].

4.2.2 Viktige forhold ved valg og installasjon av luft/luft-varmepumper

Luft/luft-varmepumper dimensjoneres normalt for å dekke grunnlastbehovet i boligen, mens elektriske panelovner, vedovn(er), oljekamin, parafinovn osv. brukes til å dekke spisslasten på de kaldeste dagene. For varmepumper med turtallsregulert kompressor er effektfaktoren for anlegget avhengig av turtallet på kompressoren, og den kan øke med inntil 40% når turtallet reduseres fra 100 til 50%. For en gitt bolig vil derfor en varmepumpe med høyere dimensjonerende varmeytelse generelt sett oppnå høyere varmefaktor på grunn av mer dellastkjøring [5].

Påriming og nødvendig avriming av ute-varmeveksleren har relativt stor innvirkning på luft/luft-varmepumpenes energibruk og driftssikkerhet. Det er derfor viktig å sikre seg at anlegget har et behovsstyrt avrimningssystem, og at det er installert varmekabel i bunnpannen som sikrer at smeltevannet renner bort. Nyere undersøkelser viser at avrimning reduserer gjennomsnittlig effektfaktor for anleggene med typisk 10 til 20% (klima- og driftsavhengig) [5].

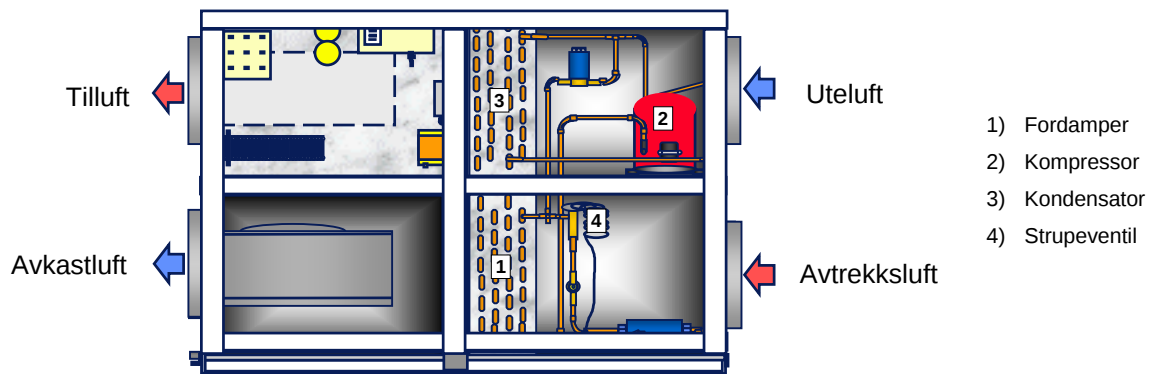
Det er viktig at ute-enheten plasseres slik at den ikke skaper sjenerende støy for naboene. For å unngå vibrasjoner i huset bør den ikke skrues fast i veggen, men plasseres stående på et stativ på bakken eller festes til grunnmuren. Andre viktige forhold som må vurderes ved plassering av ute-enheten er maksimal snødybde, muligheter for gjentetting ved snøfokk samt utnyttelse av solvarme for gratis avrimning ved sørvendt plassering.

Boligens utforming og plassering av inne-enheten(e) har stor innvirkning på oppnåelig energisparing for en luft/luft-varmepumpe. Generelt sett egner denne typen anlegg seg for installasjon i boliger med relativt åpen planløsning, hvor en kan oppnå god fordeling av varmluften. Det er i den sammenheng viktig å unngå en plassering som fører til resirkulasjon av varmluft i et lite område. Varmepumpens inne-enhet er utstyrt med støysvake vifter som har trinnvis eller trinnløs regulering. Ved maksimal viftehastighet vil en imidlertid kunne høre noe støy, og inne-enheten(e) bør derfor ikke plasseres for nærmere oppholdssonene i boligen.

Det er relativt store kvalitetsforskjeller på luft/luft-varmepumper, og det er normalt en direkte sammenheng mellom pris og kvalitet. Hvis man vurderer å installere en luft/luft-varmepumpe i boligen anbefales det å studere [kap. 6, Sjekkliste ved kjøp av boligvarmepumpe](#) samt ENOVAs [kjøpsveileder for luft/luft-varmepumpe](http://www.enova.no/?itemid=488) (<http://www.enova.no/?itemid=488>). Det henvises til [5] for ytterligere informasjon om luft/luft-varmepumper med hensyn til komponentutforming, dimensjonering, pårimning/avrimning, driftsproblemer på anlegg installert i Norge samt testing av varmeytelse og effektfaktor.

4.3 Ventilasjonsluft/luft-varmepumper – balanserte ventilasjonssystemer

Varmepumpeanlegg som utnytter ventilasjonsluft i et balansert ventilasjonsanlegg som varmekilde ([kap. 2.2](#)), vil typisk kunne dekke 40 til 50% av boligens årlige varmebehov. Figur 4.3 viser en prinsippskisse av et varmepumpeanlegg som varmer tilluften i en enebolig. Anleggene leveres som komplette enheter med varmepumpeaggregat, avtrekks- og tilluftsvifter, kondensavløp, filter og elektrisk tilkobling. Det finnes også anlegg som kan reverseres for å levere kjøling.

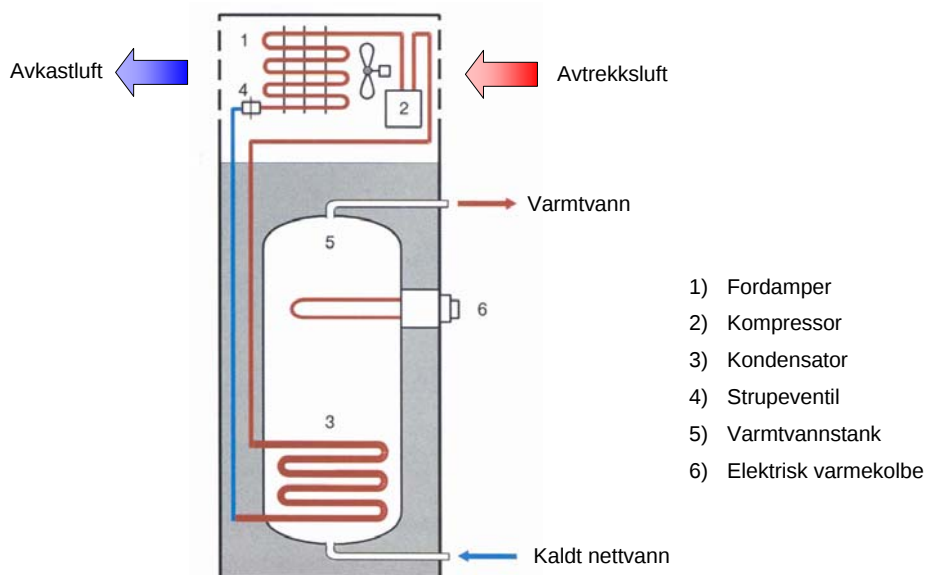


Figur 4.3 Varmepumpe for oppvarming av ventilasjonsluft i et balansert ventilasjonsanlegg.

Ventilasjonsluftvarmepumper vil gå med relativt konstant fordampningstemperatur gjennom året, mens kondenseringstemperaturen varierer med utetemperaturen. Riktig dimensjonerte anlegg vil ha gunstige driftsbetingelser hele året. Høst og vår vil varmepumpen i tillegg til å dekke ventilasjonstapet også kunne dekke en del av romoppvarmingsbehovet i boligen, ettersom anlegget vil kunne kjøle ned avtrekksluften under uteluftens temperatur.

4.4 Ventilasjonsluft/vann-varmepumper – ulike typer ventilasjonssystemer

I figur 4.4 er det vist en prinsippskisse av et varmepumpeanlegg for oppvarming av varmtvann, hvor varme hentes fra ventilasjonsluften i et *avtrekksanlegg* før den ledes ut av huset. Varmepumpen og varmtvannsberederen utgjør her en integrert enhet.



Figur 4.4 Prinsippskisse av en avtrekksluft-varmepumpe som utnytter ventilasjonsluften som varmekilde for oppvarming av varmtvann.

Varmepumpen kan brukes til å dekke hele varmtvannsbehovet eller til forvarming av varmtvannet. Noen avtrekksluft-varmepumper er dessuten utformet for kombinert varmtvannsberedning og varmeleveranse til for eksempel et gulvvarmeanlegg. I begge systemene brukes en elektrisk varmekolbe i tanken til eventuell ettervarming av varmtvannet til 60°C eller høyere [12].

Det er av stor betydning for varmepumpens drift at anlegget er riktig dimensjonert. Avtrekkspumpene er normalt ikke utstyrt med avrimningssystem, og dersom ytelsen er for stor i forhold til luftmengden, vil en få påriming på fordamperflaten. Fordamperen kan avrimes av den varme ventilasjonsluften ved at kompressoren kobles ut, men dette medfører redusert varmegjenvinning. Når en avtrekkswarmepumpe er overdimensjonert er det lett å begå den alvorlige feilen å øke ventilasjonsluftmengden. Dette vil øke varmepumpens ytelse og energisparing, men vil totalt sett medføre unødvendig høye oppvarmingskostnader for boligeieren.

For boliger med *balansert ventilasjon* ([kap. 2.2](#)) finnes det varmepumper som er utstyrt med både luftkjølt kondensator i friskluftkanalen for oppvarming av tilluft til boligen og vannkjølt kondensator for varmtvannsberedning. Varmepumpens automatikk vil da sørge for at varmeavgivelsen sjaltes mellom friskluften og tappevannet avhengig av behovet.

4.5 Væske/vann-varmepumper

Væske/vann-varmepumper brukes i de fleste tilfeller til *kombinert romoppvarming og varmtvannsberedning*. Anleggene har relativt høye investeringskostnader ettersom de utnytter en ekstern varmekilde ([kap. 2.3](#), [2.4](#) og [2.5](#)) og leverer varme til et vannbårent varmedistribusjonssystem ([kap. 3.1](#) og [3.3](#)). Dette er derfor først og fremst en løsning for større boliger. Hvis en vurderer å installere en væske/vann-varmepumpe i boligen bør en studere [kap. 6](#), *Sjekkliste ved kjøp av boligvarmepumpe* samt ENOVAs *kjøpsveileder* (<http://www.enova.no/?itemid=489>).

Utfordringen med kombisystemer, er å produsere varme på to forskjellige temperaturnivå til romoppvarming og varmtvann med lavest mulig energibruk, og uten at anlegget blir for komplekst og kostbart. Følgende varmepumpeløsninger er de mest vanlige for oppvarming av varmtvann:

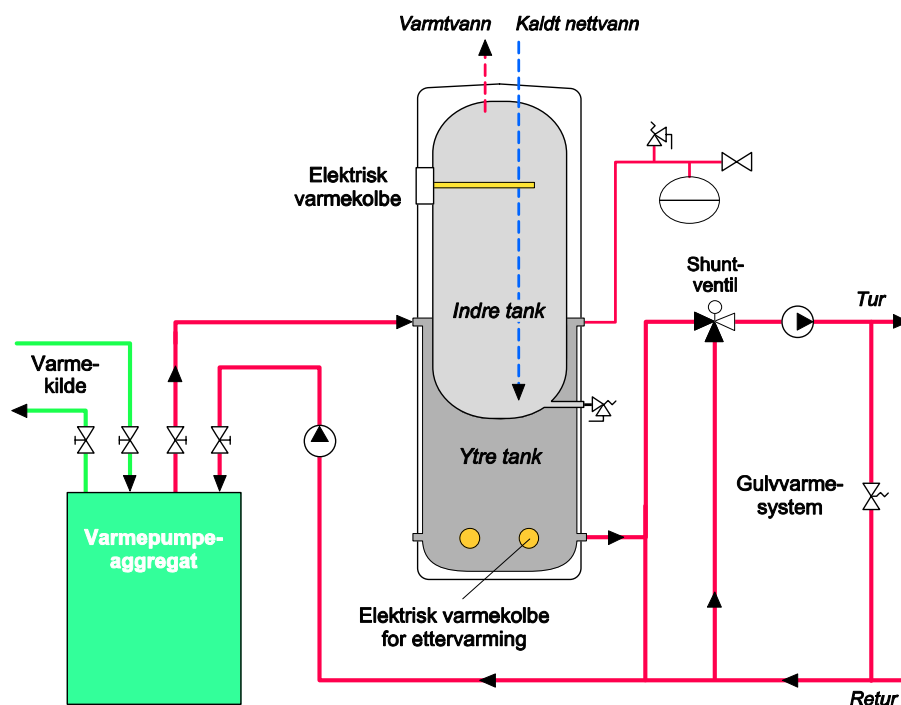
- 1) Varme fra kondensatoren – forvarming av varmtvann i en dobbeltmantlet bereder
- 2) Varme fra kondensatoren – bruk av vekselventil og prioritert tappevannsberedning
- 3) Varme fra en overhettingsvarmveksler
- 4) Varme fra kondensatoren og en overhettingsvarmeveksler

4.5.1 Varme fra kondensatoren – forvarming i dobbeltmantlet bereder

En mye brukt systemløsning for væske/vann-varmepumper i Norge har vært å forvarme varmtvannet i en dobbeltmantlet bereder med turvannet fra varmepumpens kondensator, og ettervarme vannet til ønsket temperatur med en elektrisk varmekolbe. Minimum anbefalt vanntemperatur i varmtvannsberederen for å unngå vekst av legionellabakterier er 60°C [[12](#)].

Figur 4.5 viser en prinsipiell skisse av en væske/vann-varmepumpe for kombinert romoppvarming og beredning av varmt forbruksvann. Turvannet fra varmepumpens kondensator avgir varme til det kalde nett vannet gjennom bunnen av varmtvannstanken (indre tank), før det strømmer til varmedistribusjonssystemet, i dette tilfellet et gulvvarmesystem. En shunt-ventil blander det

varme turvannet med returvannet fra gulvvarmesystemet slik at ønsket turvannstemperatur oppnås. Settpunktet for turvannstemperaturen reguleres i forhold til utelufttemperaturen og dermed romvarmebehovet i boligen (*utetemperatur-kompensering*). Elektriske varmekolber for spisslastdekning i gulvvarmesystemet er plassert nederst i den ytre tanken, og de skal kun kobles inn hvis varmepumpen ikke greier å dekke romvarmebehovet i boligen. Det er også mulig å benytte eksisterende oljekjel, el.kassett, vedfyring eller panelovner som spisslastenheter.



Figur 4.5 Prinsipiell skisse av en væske/vann-varmepumpe for forvarming av varmtvann i en dobbeltmantlet bereder samt varmeleveranse til et gulvvarmesystem.

Den ytre tanken i berederen på typisk 100 til 150 liter fungerer som et varmereservoar da den øker det totale vannvolumet i varmedistribusjonssystemet. Ettersom varmeytelsen for væske/vann-varmepumper i boliger alltid reguleres ved intermittent drift av kompressoren (dvs. av/på drift), vil det ekstra vannvolumet i tanken føre til at kompressoren får lang gangtid selv ved små romvarmebehov. Dette bidrar til lang levetid for kompressoren samt noe høyere effektfaktor for varmepumpeanlegget.

I denne typen varmepumpesystemer med dobbeltmantlet bereder er det viktig at returledningen fra varmedistribusjonssystemet føres direkte tilbake til varmepumpens kondensator, og ikke via den ytre tanken. Det sikrer at varmepumpen alltid arbeider med lavest mulig kondenseringstemperatur, selv når varmekolbene for spisslastdekning i gulvvarmekretsen er innkoblet. Videre skal den elektriske varmekolben i varmtvannstanken (indre tank) alltid monteres i øvre del av tanken, slik at en sikrer at tilført varme kun går til ettervarming av varmtvannet og ikke til oppvarming av vannet i den ytre tanken.

For det viste varmepumpesystemet er det en direkte sammenheng mellom turvannstemperaturen fra varmepumpens kondensator, anleggets effektfaktor og behovet for ettervarming av vannet i varmtvannstanken. Tabell 4.1 viser et eksempel på dette for en høyeffektiv væske/vann-varmepumpe, når det er forutsatt 10°C nettvannstemperatur og 60°C varmtvannstemperatur.

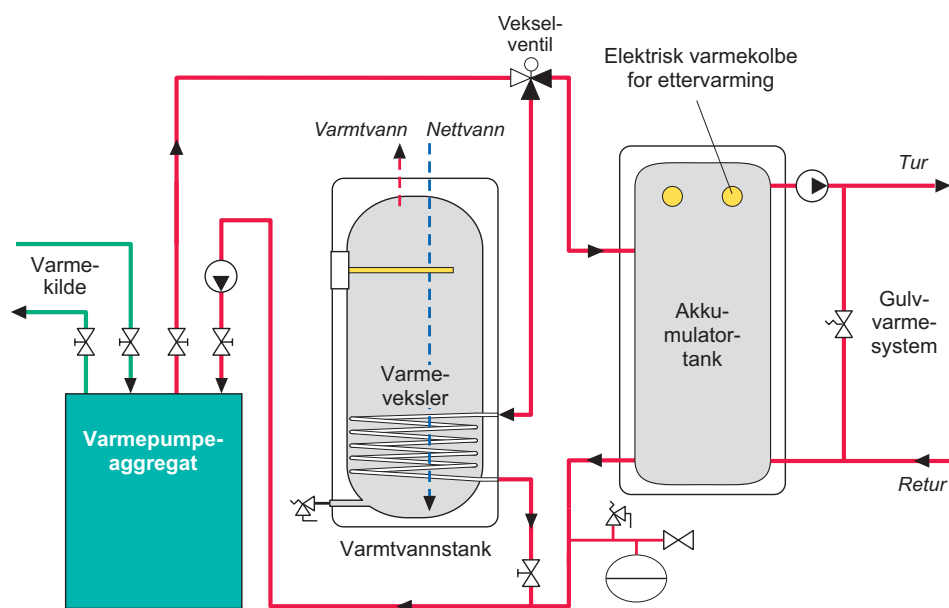
Tabell 4.1 Eksempel på sammenhengen mellom turvannstemperatur og effektfaktor (COP) for en høyeffektiv væske/vann-varmepumpe og behov for ettervarming av varmtvannet.

Turvannstemperatur [°C]	COP	Forvarming av varmtvann fra varmepumpe [%]	Behov for ettervarming av varmtvann [%]
35	4,6	45	55
45	3,7	65	35
55	2,9	85	15

Hvis varmepumpen leverer varme til en bolig med et lavtemperatur gulvvarmesystem ([kap. 3.1.1](#)) og hvor varmtvannsbehovet er relativt lite, vil optimal turvannstemperatur være lavere enn i en bolig hvor det er installert radiatorer eller konvektorer ([kap. 3.1.2](#)), og hvor varmtvannsbehovet utgjør en relativt stor andel av boligens totale varmebehov.

4.5.2 Varme fra kondensatoren – prioritert varmtvannsberedning

Figur 4.6 viser en prinsipiell skisse av et væske/vann-varmepumpeanlegg med separat akkumulatortank og vekselventil for prioritert varmtvannsberedning.



Figur 4.6 Prinsipiell skisse av en væske/vann-varmepumpe med separat akkumulatortank (varmereservoar) og vekselventil for prioritert varmtvannsberedning.

Anlegget i figur 4.6 er utstyrt med en separat akkumulatortank (varmelager) mot varmedistribusjonssystemet samt en enkeltmantlet varmtvannstank med integrert rørvarmeveksler. Varmtvannstanken kan også være utformet som en dobbeltmantlet bereder. Vekselventilen i distribusjonskretsen styrer vannstrømmen enten til varmtvannstanken eller til akkumulatortanken, og anlegget prioriterer varmtvannberedningen. Det vil si at systemet under normale driftsbetingelser varmer opp varmtvannet til ønsket temperatur før vekselventilen sjalter over til romvarmedrift. Akkumulatortanken fungerer i denne perioden som et varmereservoar, og leverer varme til varmedistribusjonssystemet. Ved behov for spisslast leveres dette fra elektriske varmekolber plassert øverst i tanken eller fra eksisterende oljekjel, el.kassett, vedovn(er) eller panelover.

Under varmtvannsdrift vil varmepumper med arbeidsmedium R-404A, R-407C og R-410A kunne levere varmtvann opp mot 45 til 55°C, mens anlegg med R-134a og propan vil kunne oppnå 60°C varmtvannstemperatur [1]. Ettervarming skjer vanligvis med en elektrisk varmekolbe. I motsetning til systemløsningen skissert i forrige kapittel, vil et anlegg med vekselventil fullt ut kunne utnytte den energimessige fordelene med et lavtemperatur gulvvarmesystem. Dette skyldes at turvannstemperaturen fra varmepumpens kondensator under romvarmedrift er helt frikoblet temperaturkravet ved varmtvannsberedning, og kun reguleres i forhold til uteluftens temperatur ([utetemperatur-kompensering](#) med variabel kondenseringstemperatur).

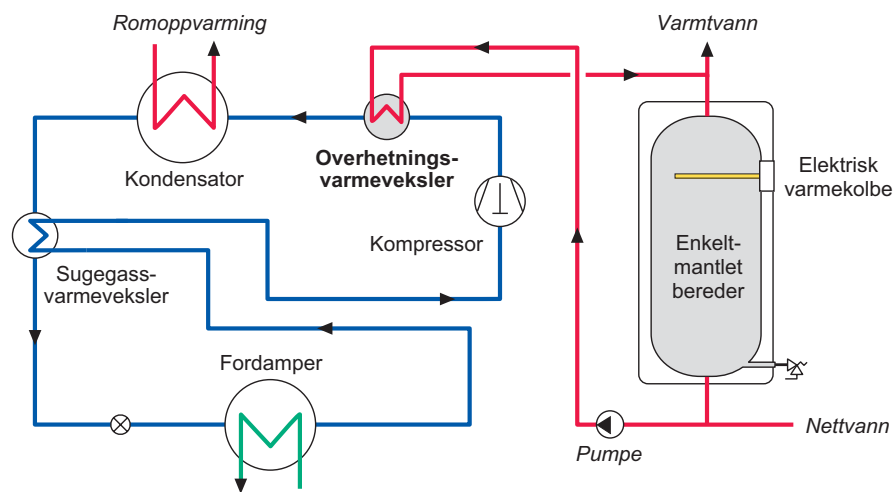
Figur 4.7 viser et eksempel på utforming av en væske/vann-boligvarmepumpe med separate varmtvanns- og akkumulatortanker samt vekselventil for prioritert varmtvannsberedning.



Figur 4.7 Eksempel på utforming av et væske/vann-varmepumpeanlegg for en bolig.

4.5.3 Varmer fra en overhetningsvarmeveksler

Noen væske/vann-boligvarmepumper er utstyrt med en såkalt overhetningsvarmeveksler, hvor den varme trykk-gassen ut fra kompressoren brukes til varmtvannsoppvarming. Ettersom trykk-gasstemperaturen typisk ligger 20 til 30°C høyere enn kondenseringstemperaturen, kan anlegget varme varmtvann opp mot 60 til 70°C, selv når varmepumpens kondensator leverer varme til et lavtemperatur gulvvarmesystem. Ettersom beredning av varmt tappevann ikke påvirker anleggets kondenseringstemperatur, vil et slikt anlegg oppnå høyere effektfaktor enn systemene presentert i de to foregående kapitlene. Figur 4.8 viser en prinsipiell skisse av en boligvarmepumpe utstyrt med en overhetningsvarmeveksler. En litenpumpe sirkulerer kaldt vann fra bunnen av varmtvannsberederen, gjennom overhetningsvarmeveksleren og tilbake til toppen av tanken.

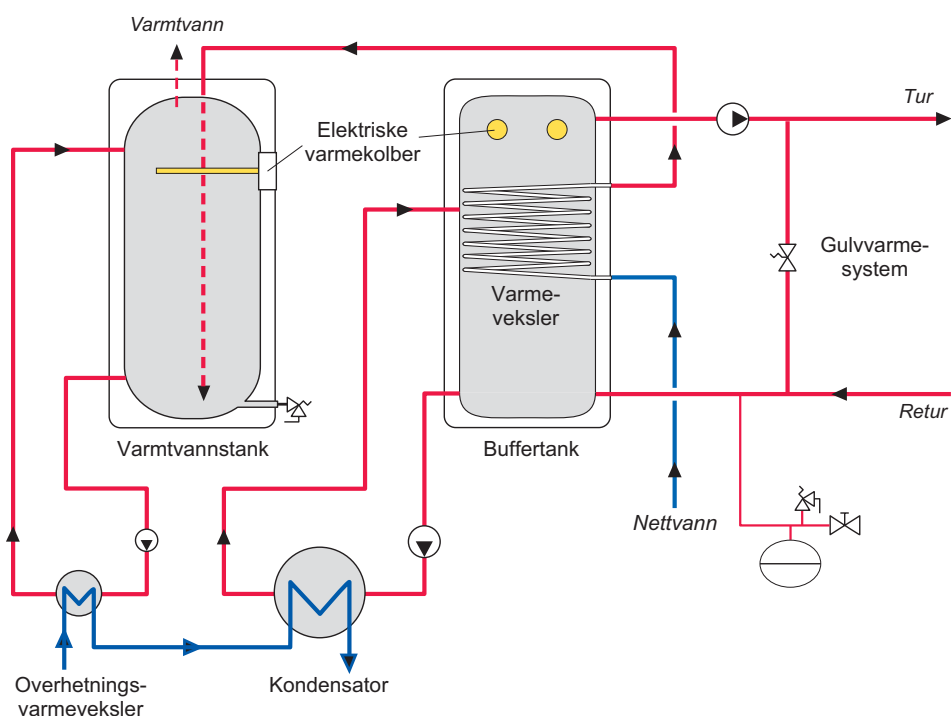


Figur 4.8 Prinsipiell skisse av en boligvarmepumpe utstyrt med overhetningsvarmeveksler

Kompressoren styres alltid etter romvarmebehovet, det vil si kondensatorytelsen. Ved høyt rom-varmebehov vil kompressoren gå kontinuerlig, og varmepumpen dekker hele varmtvannsbehovet. Ved avtagende romvarmebehov vil imidlertid kompressoren få redusert gangtid på grunn av akkumulatortankens termiske lagringskapasitet, og en stadig mindre andel av varmtvannsbehovet vil dermed dekkes av varmepumpen. I moderne velisolerte boliger med relativt moderat romopp-varmingsbehov, vil derfor et slikt varmepumpeanlegg dekke en mindre andel av det årlige varmtvannsbehovet enn systemene presentert i kapittel 4.5.1 og 4.5.2.

4.5.4 Varmer fra kondensatoren og en overhetningsvarmeveksler

Et varmepumpesystem som er utstyrt med en overhetningsvarmeveksler, kan alternativt utformes som vist i figur 4.9. Her forvarmes det kalde nett vannet i en rørvarmeveksler i varmedistribusjonssystemets akkumulatortank med varme fra varmepumpens kondensator før det ettervarmes i overhetningsvarmeveksleren. Det fører til at anlegget vil dekke en større andel av varmtvannsbehovet enn systemløsningen presentert i kapittel 4.5.3 og ved en høyere effektfaktor enn systemløsningene presentert i kapittel 4.5.1 og 4.5.2.



Figur 4.9 Prinsipiell skisse av boligvarmepumpe som utnytter kondensatorvarme og overhettingsvarme til henholdsvis forvarming og ettervarming av varmtvann.

En elektrisk varmekolbe brukes til eventuell ettervarming av varmtvannet, mens tilleggsvarme (spisslast) i varmedistribusjonssystemet leveres fra elektriske varmekolber plassert øverst i akkumulatortanken eller fra en eksisterende oljekjel, el.kassett, vedovn(er) eller panelover.

5. LOVERKET – SERTIFISERINGSORDNINGER

5.1 Forskrifter og standarder

Salg og montasje av varmepumper er underlagt en rekke lover og forskrifter. Utstyr for ventilasjon og luftkondisjonering skal tilfredsstille ”Forskrift om utførelse og kontroll av elektrisk utstyr som tilbys eller omsettes til bruk i lavspenningsanlegg”. Luft/luft-varmepumper, ventilasjonsapparater og luftkondisjoneringsapparater opptil 5 kW er sertifiseringspliktig ved NEMKO (<http://www.nemko.no>). Hvis varmepumpeanlegget har en synlig enhet (luft/luft-varmepumper), må det sendes en forenklet byggemelding og nabovarsel.

Det finnes i tillegg en rekke forskrifter og standarder som skal oppfylles ved installasjon av et varmepumpeanlegg. Disse omhandler blant annet uttesting og klassifisering, krav til energieffektivitet og utforming, installasjon og drift. Det er opp til leverandøren og installatøren å sørge for at disse blir etterfulgt.

5.2 Varmepumpeordningen

Når en vurderer installasjon av en boligvarmepumpe, anbefales det å benytte en leverandør/-installatør som er sertifisert i Varmepumpeordningen for småvarmepumper. Dette er en ordning som skal sikre at leverandørene har tilfredsstillende kompetanse på området, og at kjøperen dermed får en varmepumpe av god kvalitet som er tilpasset de lokale forholdene. En leverandør/-installatør som er sertifisert i Varmepumpeordningen har gjennomgått et eksamensrettet kurs. Varmepumpeordningen er utarbeidet for Norsk Varmepumpeforening (<http://www.novap.no/>), og kursvirksomheten organiseres av Rembra AS (<http://www.rembra.no>).

Hensikten med Varmepumpeordningen er å bidra til:

- Best mulig samsvar mellom faktisk energisparing/driftsøkonomi og det tallunderlaget som ble lagt til grunn ved valg av varmepumpen.
- Korrekt utforming og installasjon av det totale oppvarmingssystemet, det vil si varmepumpeaggregatet samt eventuelle systemer for opptak og distribusjon av varme.
- At alt utstyret holder god teknisk kvalitet og har høy energieffektivitet.
- Klart ansvarsforhold når leveransen består av delleveranser fra flere selvstendige leverandører.
- At kjøperen følges opp med nødvendig service og vedlikehold av anlegget.

6. SJEKKLISTE VED KJØP AV BOLIGVARMEPUMPE

- Vurder gjennomføring av enkle og mindre kostnadskrevende **energiøkonomiseringstiltak** (enøk-tiltak) før du installerer en varmepumpe (<http://www.enok.no>).
- Les evt. **kjøpsveilederne** for vann/vann-varmepumper (<http://www.enova.no/?itemid=489>) og luft/luft varmepumper (<http://www.enova.no/?itemid=488>) fra ENOVA SF.



- Be om **forpliktende tilbud** fra minst to leverandører. Tilbudene bør omfatte opplysninger om:
 - o **Referanseanlegg** hvor du kan kontakte varmepumpeeierne for nærmere informasjon.
 - o Boligens **effekt- og energibehov til oppvarming**. For eksisterende boliger kan dette framskaffes ved informasjon om boligareal og boligens gjennomsnittlige årlige forbruk av elektrisitet, olje, gass, parafin og ved. Videre kan varmebehovet i eksisterende og nye boliger estimeres ved hjelp av **enøk-normtall** (<http://www.enova.no/?itemid=990>).
 - o Anbefaling av den **varmepumpetypen** som er mest aktuell i din bolig inklusive eventuelt system for spisslastdekning (panelovner, el.kassett, vedovn, parafinovn, oljekamin osv.):
 - Luft/luft: Uteluft som varmekilde. Romoppvarming og klimakjøling. Krever åpen planløsning. Velegnet også for mindre boliger. Kan lett etterinstalleres.
 - Ventilasjonsluft/luft: Ventilasjonsluft som varmekilde. Oppvarming av tilluft til boligen. Krever at boligen har balansert ventilasjonsanlegg.

- Ventilasjonsluft/vann: Ventilasjonsluft som varmekilde. Beredning av varmt tappevann, eventuelt noe romoppvarming med vannbårent system. Krever at boligen har avtrekksventilasjon. I boliger med balansert ventilasjon kan anleggene levere varmtvann samt dekke noe av oppvarmingsbehovet for friskluften i ventilasjonsanlegget.
 - Væske/vann- og luft-/vann: Grunnvarme, jord, sjø/vann eller uteluft som varmekilde. Romoppvarming, beredning av varmt tappevann og eventuelt klimakjøling. Krever at boligen har et vannbårent varmedistribusjonssystem (radiatorer, konvektorer eller gulvvarme). Kun lønnsomt i større boliger pga. relativt høye investeringskostnader.
 - Væske/luft: Grunnvarme, jord eller sjø/vann som varmekilde. Romoppvarming med varmedistribusjon via en eller flere inne-enheter. Gir en rimeligere installasjon enn væske/vann-varmepumper da vannbåren varmedistribusjon ikke inngår.
- o **Total pris** for varmepumpeanlegget inkl. installasjon (rør, elektrisk osv.) og mva.
 - o **Beregninger** som viser varmepumpens ytelse, anleggets årsvarmefaktor inkl. evt. pumper og spisslast, forventet energibesparelse [kWh/år] og energidekning [%], årskostnad [kr/år], spesifikk varmepris [kr/kWh] og inntjeningstid (pay-off) [år].
 - o **Følsomhetsanalyse** som viser inntjeningstiden (nedbetalingstiden) [1] ved endring av prisene på elektrisitet og olje.
- Velg gjerne en leverandør som er sertifisert i **Varmepumpeordningen** ([kap. 5.1](#)).
 - Når du har valgt varmepumpeleverandør bør du:
 - o Be om **skriftlig kjøpekontrakt**, som blant annet inneholder kjøpesum (inkl. mva.), leveringsbetingelser, leveringsdato, betalingsbetingelser, håndtering av avvik fra tilbud/-kontrakt samt håndtering av tvister.
 - o Eventuelt kreve **skriftlig garanti** for varmepumpens varmeytelse og effektfaktor ved ulike temperaturer på varmekilde og varmedistribusjonssystem.
 - o Sørge for at leverandøren gir en **skriftlig garanti** som dekker alt utstyr og installasjonsarbeid inkl. eventuell feilinstallasjon av komponenter. Kjøpsloven sikrer forøvrig 5 års reklamasjonstid ved fabrikasjonsfeil.
 - o Be om **skriftlig serviceavtale**, som blant annet innebærer at leverandøren foretar en tett oppfølging av anlegget i oppstartsperioden. Dette er spesielt viktig for væske/vann-varmepumper, som er relativt kompliserte anlegg.
 - o Be om **skriftlig dokumentasjon** for anlegget som gir en komplett beskrivelse av anlegget, med detaljert spesifikasjon av alle komponenter og systemkoblinger.
 - o Be om **skriftlig brukerveiledning**, som viser hvordan anlegget skal drives og reguleres. Brukerveiledningen bør helst være på norsk.

7. MER INFORMASJON

Ønsker du mer informasjon om varmepumper og energibruk og energisparing (enøk) i boliger, kan følgende adresser og Internett-lenker være til hjelp.

ENOVA SF

Det nye statlige organet i Norge, som har som formål å lede arbeidet med en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge.

Abelsgate 5
7030 Trondheim
Tlf: 73 19 04 30

<http://www.enova.no> (se også under [kapittel 6](#), Sjekkliste)



SINTEF Energiforskning AS

Avdeling Energiprosesser
7465 Trondheim
Tlf: 73 59 37 50

<http://www.sintef.no>



Norsk Varmepumpeforening (NOVAP)

Sekretariatet c/o Rembra AS
Postboks 6734, Rodeløkka
0503 Oslo
Tlf: 22 80 50 00

<http://www.novap.no>



KELF

Kulde- og varmepumpeentreprenørenes Landsforening
Postboks 7176 Majorstua, Colosseum Park
0307 Oslo
Tlf: 23 08 77 54

<http://kelf.telfo.no/index.asp>

Norges geologiske undersøkelse (NGU)

7491 Trondheim
Leiv Eirikssons vei 39
Tlf: 73 90 40 00

<http://www.ngu.no>



Norsk Brønnborerforening

Postboks 210
3192 Horten
Tlf. 33 07 35 52

<http://www.bronnborer.no>

**Varmeinfo**

Opplysningskontoret for fleksibel romoppvarming (vannbåren varme)

<http://www.varmeinfo.no>

**Energi i hus og heim**

Informasjon om varmepumper og andre oppvarmingssystemer for boliger.

<http://www.husogheim.no/varmepumper.html>

Spareenergi

Internett-lenker med informasjon om varmepumper i boliger, alternative energikilder, enøk-produkter og enøk-tjenester.

<http://www.spareenergi.no>

Enøk-sentrene i Norge

Informasjon om energiøkonomisering i boliger.

<http://www.enok.no>

I tillegg kan det være aktuelt å ta kontakt med lokale energirådgivere, varmepumpeleverandører, rørleggere samt kulde- og ventilasjonsentreprenører.

8. REFERANSER

1. Jørn Stene: *VARMEPUMPER – Grunnleggende varmepumpeteknikk*. SINTEF Energiforskning AS, Klima- og kuldeteknikk. Rapport STF84 A97302. Trondheim 1997.
2. Jørn Stene: *VARMEPUMPER – Bygningsoppvarming*. SINTEF Energiforskning AS, Klima- og kuldeteknikk. Rapport STF84 A97303. Trondheim 1997.
3. Tor Lystad. *Temahefte – Varmekilder for varmepumper*. SINTEF Energiforskning AS, Klima- og kuldeteknikk. Rapport TR A5185. Trondheim 2000.
4. Trude Tokle: *Valg av varmekilde for varmepumper*. SINTEF Energiforskning AS, Klima- og kuldeteknikk. Artikkel i Teknisk magasin 4/99, Norsk VVS, 1999.
5. Arne Jakobsen og Jørn Stene: *Luft/luft-varmepumper – Teknologisk status og erfaringer i Norge*. SINTEF Energiforskning AS, Energiprosesser. Rapport TR A5918. ISBN 82-594-2601-3. Trondheim 2003.
6. Morten Grønli m. fl.: *Varmeproduksjon i bygninger*. SINTEF Energiforskning AS, Termisk energi og vannkraft. Rapport TR A4910. Trondheim 1999.
7. Vojislav Novakovic m. fl.: *ENØK i bygninger. Effektiv energibruk*. Universitetsforlaget, 1996. ISBN 82-00-42307-7.
8. Nowacki J.E.: *Single Room Heat Pumps for Cold Climates*. Analysis Report HPC – AR14, IEA Heat Pump Programme. 2002.
9. PRENØK 6.3: *Vannbåren gulvvarme*. Utgitt av Skarland Press AS.
10. SINTEF Energiforskning AS: *Energisparing med varmepumper. Å velge riktig varmepumpe til boliger*. Brosjyre utarbeidet med støtte fra NFR, NVE og EnFo. Opptrykk 1996.
11. Einar Oterholm. *Varmepumper*. Brosjyre. Februar 2003. einar.oterholm@eunet.no
12. Informasjon fra Folkehelseinstituttet (<http://www.fhi.no>). *Temaoversikt a-å, Legionellose/-legionella*. 2004.