



NORSK TEKNOLOGI

Vi moderniserer Norge

EN SERIE MED FAKTAHEFTER FRA NORSK TEKNOLOGI • HEFTE NR. 9

# Varmepumper



## Forord

De siste årene har det vært en kraftig økning i salget av varmepumper i Norge. Hovedårsaken er at varmepumpeteknologien kan gi brukeren en solid økonomisk fordel sammenlignet med annet energiforbruk. Ved hjelp av et riktig tilrettelagt varmepumpesystem kan energiforbruket til oppvarming av boliger og bygg reduseres betydelig.

Varmepumper er dessuten et miljøvennlig alternativ, ettersom de bidrar til å redusere forbruket av fossile brennstoffer til oppvarming av bygninger og vann. Dette vil i sin tur redusere utslipp av klimagassene CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>.

Dette faktaheftet viser hvordan et utvalg av ulike varmepumpesystemer kan brukes for å oppnå energieffektivisering. Det skal også synliggjøre den kompetansen som norske kulde- og varmepumpeentreprenører besitter.

Primærmålgruppen for faktaheftet er eiere og brukere av bygg, både offentlige og private.

September 2008

Jotsein Skree

Adm.direktør  
Norsk Teknologi

Geir Kvifte

Styreleder  
NorskTeknologi

Bidragstere:

Arvid Christensen, tidligere leder av Trondheimsavdelingen til Johnson Controls Norway AS

Helge Folkestad, daglig leder i Folkestad VVS Service AS i Bø i Telemark



## Innhold

<b>Forord</b>	<b>2</b>
<b>Innhold</b>	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>4</b>
<b>Innledning:</b>	<b>5</b>
Formålet med heftet	5
Målgrupper	5
<b>Innføring:</b>	<b>6</b>
Varmepumpens historie	6
Varmepumpeteknologien	6
Kjølebehov	6
Varmtvannsbehov	7
Varmekilder	7
Ulike varmekilder – fordeler og ulemper	8
Ulike typer varmepumper	10
Varmedistribusjon	10
Energibesparelser	10
Miljøgevinster	11
Fjernvarmeanlegg	11
Komfort og innemiljø	12
Tilskuddsordninger	12
Lønnsomhetsvurdering	12
Salgsutvikling i Norge	12
<b>Praktiske eksempler:</b>	<b>13</b>
Fosenhallen, Bjugn kommune	13
Restaurant Big Horn, Skien	16
Familien Knutsen, Hamar	17
<b>Diskusjon/drøfting:</b>	<b>18</b>
Suksessfaktorer	18
Fallgruver	18
Råd til husholdninger	18

# Sammendrag

Den største fordelen med varmepumper er at energiforbruket reduseres betydelig. I forhold til oppvarming med olje, gass, biobrensler og elektrisitet, kan en varmepumpe gi brukeren en solid økonomisk fordel med lave driftskostnader.

Det kan også være en gevinst i forhold til miljøet. Bruk av varmepumper er et miljøvennlig alternativ til fossile brensler som olje og gass i kjelanlegg. I Norge går det med en betydelig mengde olje til oppvarming av bygninger og varmt vann, derfor kan varmepumper være en viktig bidragsyter til å redusere utslipp av klimagassene CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>.

En varmepumpe flytter varme fra et sted med en gitt temperatur, for eksempel vann eller luft, til et annet sted for å høyne temperaturen, for eksempel en bolig.

Varmepumpen gir ikke bare energi til oppvarmingsformål. En varmepumpe kan også brukes til å dekke kjølebehovet i blant annet boliger, yrkesbygg og idrettshaller. I tillegg kan en varmepumpe benyttes til å varme opp tappevann. Forbruket av varmtvann er høyt i Norge og vil også i tiden fremover utgjøre en høyere del av energikostnadene til husholdningene enn tidligere. Det har sammenheng med at behovet for romoppvarming i nye boliger reduseres på grunn av nye og strengere byggeregler og krav til energieffektivisering.

For å lykkes med et varmepumpeprosjekt, er det avgjørende å gjennomføre grundige forundersøkelser, samt god planlegging. Fagfolk og kompetanse er nøkkelford for å unngå de mange fallgruvene som finnes, og for å vurdere tekniske løsninger og lønnsomhet.

## **Faktaheftet omtaler tre eksempler hvor ulike varmepumpe-løsninger er brukt for å oppnå energibesparelser:**

Fosenhallen i Bjugn kommune benytter et varmepumpeanlegg til å produsere varmt vann til fjernvarme, samtidig som anlegget brukes til å fryse kunstis til skøyte-, curling- og ishockeybane. Når varmepumpen brukes som kuldemaskin i kunstishallen, oppnås en energisparing på 500.000 kWh per år sammenlignet med energiforbruket i et separat kuldeanlegg for isproduksjon. Sammenlignes Fosenhallen med en utendørs kunstisbane, blir energisparingen på ca. 1.500.000 kWh per år. Lokalpolitikkerne er helt klare på at de ikke hadde hatt råd til en flerbrukshall hvis det ikke hadde vært for varmepumpeanlegget.

Da Big Horn Steak House åpnet restaurant i Skien i 2007, var det installert et varmepumpeanlegg som reduserer de årlige energikostnadene til varmtvann med ca. 50 prosent. I tillegg ble det montert vannbårne gulvlister. Disse gir en jevn temperatur i rommet, samtidig som de skaper en effektiv varmluftgardin som hindrer kaldras (synkende kaldluft langs yttervegger og vinduer). For Big Horn Steak House i Skien var dette et stort pluss, ettersom varmluftsgardinen ga en behagelig temperatur også ved vinduene. På grunn av listene er bordene ved vindusrekken de mest populære også om vinteren.

Familien Knutsen installerte en uteluft-vann-varmepumpe i sin eldre enebolig på Hamar. De halverte strømforbruket til oppvarming i huset. Samtidig er de blitt kvitt luftveisplager, som tidligere oppstod på grunn av dårlig innelima.

# Innledning

## FORMÅLET MED HEFTET

Formålet med faktaheftet er å vise hvordan ulike varmpumpesystemer kan brukes for å oppnå energieffektivisering. Det illustrerer også den kompetansen som norske varmpumpe-entreprenører besitter, og hvordan denne kompetansen kommer til nytte for kundene og samfunnet.

Gjennom konkrete eksempler formidler også heftet hvordan fagkunnskap og kreativitet spiller inn for å oppnå gode og energieffektive løsninger.

## MÅLGRUPPER

Primærmålgruppen for faktaheftet er eiere og brukere av bygg, både offentlige og private.

Norsk Teknologi samler tekniske entreprenører som kan levere alle typer energisystemer, også varmpumpeløsninger. Mange av disse bedriftene er samlet i bransjeforeningen VKE, Foreningen for ventilasjon, kjøling og energi, som er en landsomfattende bransje- og arbeidsgiverorganisasjon for ca. 140 bedrifter. Disse har en samlet årlig omsetning på ca. 5 milliarder.

Medlemsbedriftene er spesialister med full faglig kompetansebredde og kapasitet i hele tjenestespekteret.

# Innføring

## VARMEPUMPENS HISTORIE

Selv om varmepumpen kan virke som en forholdsvis ny oppfinnelse, ble selve varmepumpeprinsippet presentert av William Thomson Kelvin allerede i 1852. Den første industrielle varmepumpen i Norge ble bygget i 1918 til inndamping av sjøvann for produksjon av salt.

I 1920- og 30-årene ble det bygget en rekke varmepumper til inndamping i industrien. Den første varmepumpen til oppvarming av en større bygning ble installert ved Kjølmaskinistiskolen i Trondheim i 1964.

Det var økende interesse for varmepumper etter energikrisen i 1973. Men først i år 2000 begynte salget av varmepumper å skyte fart i Norge.

## VARMEPUMPETEKNOLOGIEN

En varmepumpe flytter varme fra et sted med en gitt temperatur, for eksempel sjøvann, til et annet sted for å høyne temperaturen, for eksempel en bolig. Hvis sjøvannet holder en temperatur på 6 grader, blir denne varmen transportert opp til en mye høyere temperatur ved hjelp av varmepumpen.

Varmepumpen består av fire hovedkomponenter:

- Fordamper
- Kompressor
- Kondensator
- Strupeventil

Disse komponentene er koplet sammen med en lukket rørkrets. I denne kretsen sirkulerer et arbeidsmedium (en gass i væskeform), som tar opp varme fra varmekilden. Varmeopptaket fra varmekilden til arbeidsmediet, for eksempel ammoniakk, medfører at mediet koker. På denne måten går væsken over i dampform.

Dampen komprimeres i en kompressor som vanligvis drives av elektrisitet. Dermed øker trykket og temperaturen.

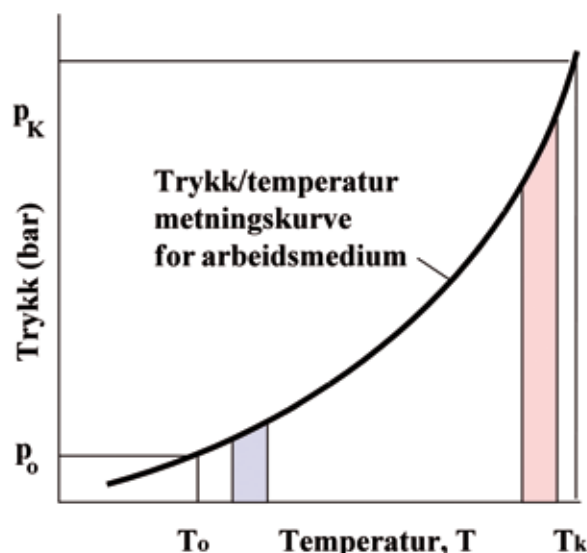
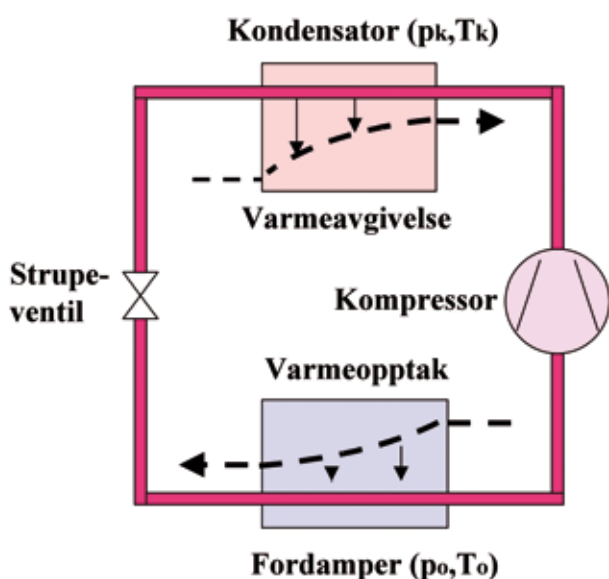
I kondensatoren går dampen igjen over til væske. Ved denne overgangen frigis varme. Denne kan utnyttes direkte til å varme opp inneluft eller vann som går til gulvvarme- eller andre varmesystemer.

Arbeidsmediet i væskefasen har nå høyt trykk og høy temperatur. Den strømmer videre til en strupeventil, hvor trykket og temperaturen i mediet senkes. Herfra strømmer væsken videre til fordamperen, og kretsløpet gjentas på nytt.

En varmepumpe kan sammenlignes med et kjøleskap, som består av en isolert boks bygget rundt den kalde siden av en varmepumpe. Denne varmepumpen transporterer varme ut fra kjøleskapet. På denne måten blir det en jevnt lav temperatur inne i skapet, mens det kommer ut varme på utsiden.

## KJØLEBEHOV

En varmepumpe kan også brukes til å dekke kjølebehovet i blant annet boliger, yrkesbygg og idrettshaller. Artikkelen om Fosenhallen i dette faktaheftet er et eksempel på anvendelse av varmepumpeteknologien i kunstisanelegg.



Figur 1. Varmepumpens virkemåte er basert på at arbeidsmediets metningstemperatur varierer med trykket og at varme opptas ved fordampning og avgis ved kondensering



### VARMTVANSBEHOV

Varmtvann utgjør en stor andel av energiforbruket i boliger. Ved å benytte en varmepumpe, kan energiforbruket til oppvarming av tappevann reduseres. Hvor stor besparelsen faktisk blir, avhenger i stor grad av hva slags varmepumpesystem som velges.

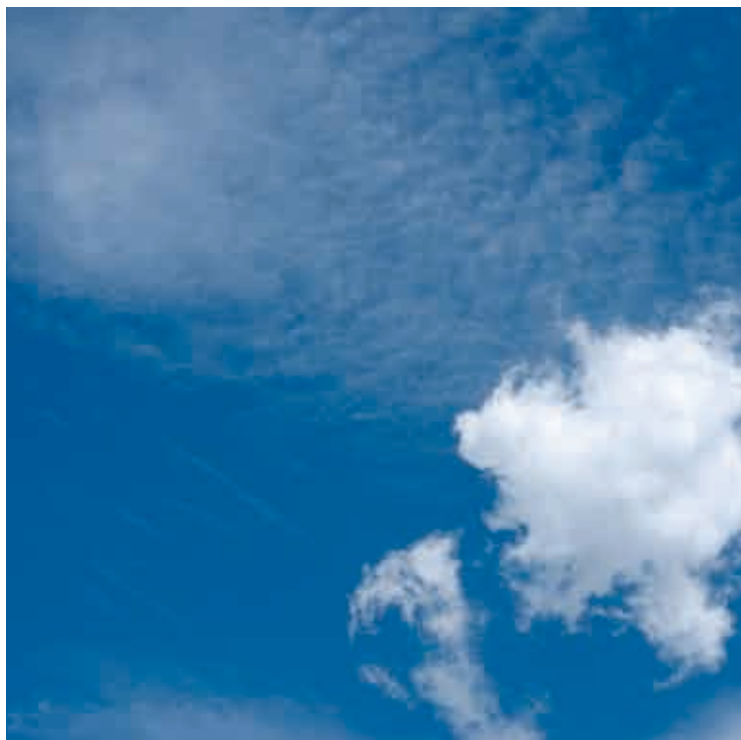


### VARMEKILDER

Varmepumper kan hente varme fra en rekke kilder. I Norge er det for mindre anlegg vanligst å bruke uteluft som varmekilde. Denne kilden er lett tilgjengelig, samtidig som det krever en relativt lav investering. Varmepumper utviklet for nordisk klima fungerer vanligvis med utetemperaturer ned mot ca. 15 kuldegrader.

Det stilles følgende krav til en god varmekilde:

- Kilden må ligge nær forbrugsstedet, og det må være en tilstrekkelig mengde energi.
- Den har høyest mulig temperatur gjennom fyringssesongen.
- Høy spesifikk varmekapasitet.
- Gode egenskaper for varmeoverføring.
- Minst mulig forurensninger som kan skade varmepumpeutstyret.
- Lave kostnader for tilknytning til og utnyttelse av varmekilden.
- Lave energitgifter til transport av energi fra varmekilden til/gjennom varmepumpen.



### ULIKE VARMEKILDER – FORDELER OG ULEMPER

#### UTELUFT

Fordeler:

- Alltid tilgjengelig
- Med uteluft som energikilde kan en luft-luft-varmepumpe også brukes til klimakjøling.
- Forholdsvis lave investeringskostnader fordi varmeopptakssystemet er en integrert del av anlegget.
- Kan gi "gratis" kjøling om sommeren. Kulde tas da fra kaldt forbruksvann.

Ulemper:

- Varmepumpen gir lavest effekt når det er kaldt ute og varmebehovet inne er størst.
- Når uteluften er kaldere enn 2-5 grader, avsettes fuktigheten som rim på fordamperflaten. Derfor er avriming nødvendig. Ved avriming vil effekten i anlegget reduseres noe.
- Fordamperen i varmepumpen kan få kortere levetid hvis luften er fuktig og saltholdig.

#### JORDVARME

Den øvre delen av jordlaget opptar varme om sommeren. Denne varmeenergien kan utnyttes ved hjelp av en kollektor som graves ned i jorden.

Fordeler:

- Stabil og høy temperatur gjennom fyringssesongen.
- Forholdsvis lave investeringskostnader.

Ulemper:

- Må ha en relativt stor tomt, og jordsmonnet bør helst være fuktig.
- Er følsom i forhold til dimensjonering av kollektorsystemet.
- Når jorden fryser og tiner flere ganger, kan det oppstå luftlommer mellom jorda og kollektorslangen. Dette kan redusere ytelsen.

#### GRUNNVANN

Fordeler:

- Holder stabilt relativt høy temperatur og er således en god varmekilde.
- Anlegget tar liten plass utendørs.
- Systemet har høy driftssikkerhet og lang levetid.
- Kan også brukes til kjøling.

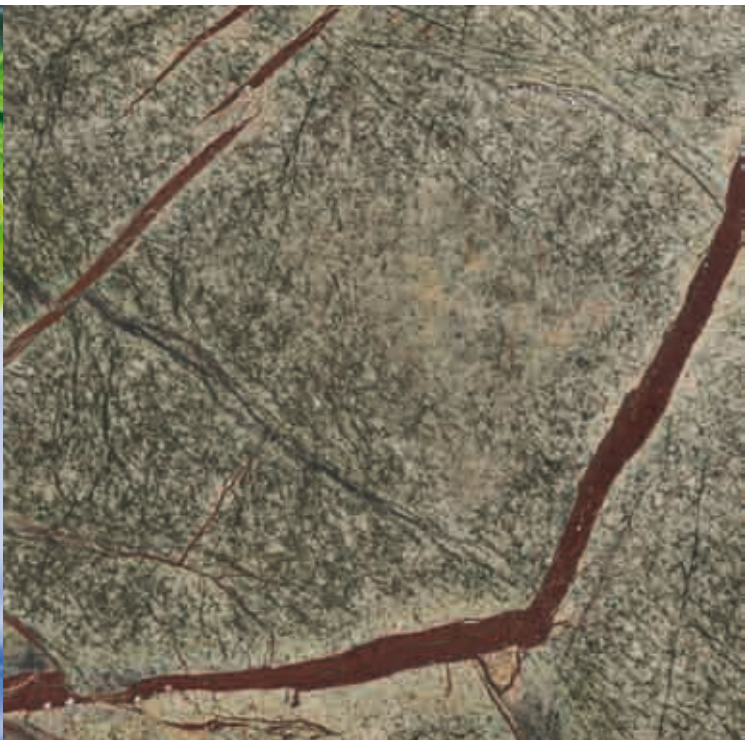
Ulemper:

- Det er viktig å avgjøre vannkvaliteten før grunnvann benyttes som varmekilde. Vannet kan inneholde forurensninger som kan føre til driftsproblemer.
- Usikkerhet med hensyn til hvor mye grunnvann som er tilgjengelig.
- Forholdsvis høye investeringskostnader.
- Kan være en utfordring å få korrekt brønndimensjonering.

#### BERGVARME

Dette er en type grunnvannskjøling. Fjellgrunnen er en stabil varmekilde, og det bores et hull til et dyp ned mot 150 meter (dybden avhenger av middeltemperaturen). I det vannfylte hullet monteres en kollektorslange som det pumpes væske gjennom, slik at varmen ledes til varmepumpen.





### Fordeler:

- God og driftssikker varmekilde.
- Passer også for små tomter.
- Kan gi komfortkjøling om sommeren.

### Ulemper:

- Forholdsvis høy installasjonskostnad.
- Utbyggingstillatelse fra kommunen kan være nødvendig.

### SJØVANN, FERSKVANN OG ELVER

Med Norges langstrakte kyst er sjøvann en mye brukt varmekilde. Takket være Golfstrømmen holder sjøvannet langs store deler av kysten stabile og forholdsvis høye temperaturer hele året.

Store innsjøer kan også være gode varmekilder. Fra dypet kan det være mulig å hente ut vann med temperaturer på rundt 4 grader året rundt. Også ellevann kan være egnet som varmekilde.

### Fordeler:

- Forholdsvis stabil og høy temperatur gjennom fyringssesongen.
- Moderate investeringskostnader.

### Ulemper:

- Ikke alle har nærhet til slike varmekilder.
- Begroing og ispåfrysning på eventuell kollektorslange kan forekomme, noe som vil redusere ytelsen.
- Bør ikke legge varmpumpeanlegg nær ankringsplasser.

### SPILLVARME

#### Fordeler:

- Spillvarme fra industri kan holde høye temperaturer og kan være godt egnet for varmpumper.

#### Ulempe:

- Etersom utslippene ofte inneholder partikler og annen forurensing, må det i noen tilfeller benyttes varmevekslere eller rensing.

### VENTILASJONSLUFT

Avtrekksluften fra ventilasjonsanlegg, som også er spillvarme, holder en høy temperatur i fyringssesongen dersom det er svak varmegjenvinner i anlegget. Denne kan gjenvinnes ved hjelp av en varmpumpe.

#### Fordeler:

- Ventilasjonsluft holder vanligvis 18-25 grader gjennom hele året.
- Forholdsvis lave investeringskostnader.

#### Ulemper:

- Begrensninger med hensyn til hvor mye energi som kan hentes fra denne kilden.
- Forutsetter kontinuerlig ventilasjon året rundt.

### AVLØPSVANN

#### Fordeler:

- Holder en høy temperatur og er således en god varmekilde.

#### Ulemper:

- Temperatur og vannstrøm varierer gjennom året.
- Krever spesielle løsninger og gode driftsrutiner for å unngå groing.

## ULIKE TYPER VARMEPUMPER

Alle varmepumper fungerer etter samme prinsipp; de henter varme fra omgivelsene og pumper denne opp til en temperatur som er egnet til formålet. Varmepumpene er imidlertid forskjellige ettersom de henter varme fra ulike energikilder og avgir varme til ulike medier. De vanligste typene er:

- Luft-luft-varmepumper dominerer salget i Norge. Disse henter varme fra uteluft og avgir varme ved å sirkulere inneluften gjennom innedelen av varmepumpen. Innedelen med varmluft kan dekke varmebehovet i de deler av bygningen som får sirkulert luft. Det er mulig å installere flere innedeler slik at større andel av varmebehovet kan dekkes.
- En luft-vann-varmepumpe henter også varme fra uteluften. Men i motsetning til den førstnevnte avgis varmen inne gjennom vannbåren varme i gulv eller gulvlist eller radiatorer. Generelt gir vannbåren varme mulighet for å dekke større andel av varmebehovet. Det er større kostnader forbundet med installasjon av infrastruktur for vannbåren varme.
- Jordvarmepumpen er tilknyttet en slange som graves ned på ca. 1 meters dybde. For eneboliger er slangen på 150-400 meter og utnytter den lagrede solenergien i bakken. Varmen avgis vanligvis inne ved hjelp av et vannbårent distribusjonssystem.
- Sjøvannsvarmepumpen fungerer etter samme prinsipp, bortsett fra at varmen hentes fra sjøvann. Systemet benyttes sjelden for mindre varmepumper.



gjennomføre lønnsomhetsberegning av ulike varmesystemer.

En annen ulempe med varme fra vannrør under gulvet er treg regulering i forhold til vannbåren varme i gulvlist og punktvarmesystemer, som eksempelvis panelovner. Denne tregheten blir spesielt stor hvis rørene i distribusjonssystemet støpes ned i betonggulv. Lavtemperatur vannbårene systemer gir raskere respons hvis gulvvarmesystemet installeres i et tregulv.

Varmen kan også distribueres ved hjelp av radiatorer, konvektorer og gulvlist. Radiatorer plasseres normalt under vindu for å redusere kaldraseffekten (synkende kaldluft fra yttervegg og vinduer). Radiatorer og konvektorer er plasskrevende, ettersom de må ha større overflateareal enn elektriske panelovner og gulvlist.

Som det redegjøres nærmere for i teksten om Big Horn Steakhouse i Skien senere i dette faktaheftet, selges det også vannbårene gulvvarmelister som avgir strålevarme langs gulvet. Varmen avgis i prinsippet på samme måte som gjennom solstrålene. Dette gir en jevn temperatur i og langs gulvet. I tillegg er systemet bedre egnet til nattesenking, ettersom temperaturen - i motsetning til vannbåren varme i gulvet, raskt vil synke når det er ønskelig. Gulvvarmelistene skaper også en effektiv varmluftgardin, som hindrer kaldras fra yttervegg og vinduer.

## VENTILASJONSLUFT

Hvis bygget har et balansert ventilasjonsanlegg, kan en varmepumpe varme friskluften. Den oppvarmede friskluften fordeles i ulike rom ved hjelp av ventilasjonskanaler og innblåsningsventiler. Men dette gir samme lufttemperatur til alle rom, derfor er det ikke alle som ønsker varm ventilasjonsluft til soverom etc.

## VARMLUFT

Luft-luft- og væske-luft-varmepumper avgir varme direkte til inneluften. Dette skjer gjennom én eller flere enheter, noe som gir muligheter for en relativt enkel installasjon. I tillegg finnes det væske-vann- og luft-vann-varmepumper som leverer varme til et vannbårent distribusjonssystem, hvor det er tilkoplede én eller flere viftekonvektorer for distribusjon av varmluft i boligen.

## VARMEDISTRIBUSJON

For å oppnå god lønnsomhet i et varmepumpeanlegg, må varmedistribusjonssystemet være tilpasset den typen varmepumpe man velger. Blant annet bør distribusjonssystemet kreve så lav turtemperatur som mulig fra varmepumpen, fordi lav fordelingsstemperatur gir god ytelse og driftsøkonomi.

## VANNBÅREN VARME

Et vannbårent anlegg for varmedistribusjon (sentralvarmeanlegg) bidrar til varmedistribusjon i alle deler av bygningsmassen hvor det er lagt røropplegg, enten i gulv, gulvlist, radiatorer eller konvektorer.

Ved en eventuell ombygging av et eksisterende vannbårent radiatorsystem til varmepumpeløsning, kan man ofte senke turtemperaturen i anlegget. Dette fordi gamle anlegg ofte er overdimensjonerte. I sin tur vil dette gi bedre driftsbetingelser.

En av ulempene med vannbårene systemer, er de forholdsvise høye investeringskostnadene. I nybygg må disse kostnadene sees i sammenheng med hva et alternativt system for oppvarming koster og hvilke besparelser i energikostnad som oppnås. Revidert Teknisk forskrift fra 2007 beskriver en metode for å

## ENERGIBESPARELSER

I forhold til direkte oppvarming med olje, gass eller elektrisitet, vil en varmepumpe redusere energiforbruket til oppvarming. Hvor mye energikostnadene kan reduseres, avhenger av hvilken teknologi som velges. Norsk Standard NS3031 beskriver veiledende systemvirkningsgrader for oppvarmingssystemer. Her er varmepumpeløsninger oppgitt til å ha en systemvirkningsgrad på 2-2,4. Det betyr at energiforbruket til oppvarming kan reduseres med 50-60 prosent. For varmepumper til mer spesiell anvendelse kan 80-90 prosent reduksjon oppnås i gunstige tilfeller.

Nord-Trøndelagforskning gjennomførte i perioden 2002-2004 en undersøkelse blant 730 husholdninger som hadde mottatt tilskudd fra Enova. Tilskudd ble blant annet gitt i forbindelse med



installasjon av varmepumper. Undersøkelsen viste at varmepumpene i gjennomsnitt sparte 5.180 kWh/år per husholdning. For boligene med luft-luft-varmepumper var reduksjonen av elektrisitetsforbruket 5.100 kWh/år per husholdning.

I følge en undersøkelse fra SSB i 2006 oppnår husholdninger i store boliger med varmepumpe i gjennomsnitt et redusert elektrisitetsforbruk på ca. 3 000 kWh, sammenlignet med husholdninger i tilsvarende store boliger uten varmepumpe. Undersøkelsen tyder også på at husholdningene reduserer forbruket av ved når de anskaffer varmepumpe. Et annet forhold er at husholdninger med varmepumpe kanskje øker temperaturen innendørs, eller at de bruker den til kjøling om sommeren.

Sommeren 2006 var spesielt varm, noe som kan ha bidratt til at varmepumpen i større grad ble tatt i bruk til kjøling. For 2006 oppga ca. 25 prosent av husholdningene at de brukte varmepumpen også til kjøling, mens 98 prosent brukte den til romoppvarming. 6 prosent svarte at de også brukte den til vannvarming.

### MILJØGEVINSTER

Varmepumper er et miljøvennlig alternativ til fossile brenslere som olje og gass i kjelanlegg. I Norge går det med en betydelig mengde olje til oppvarming av bygninger. Derfor kan varmepumper være et viktig bidrag til å redusere utslipp av klimagassene CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>.

Hvorvidt varmepumpen er miljøvennlig, avhenger også av hvilket arbeidsmedium (gass) som sirkulerer rundt i systemet. For eksempel bidrar bruk av KFK og HKFK til nedbryting av ozonlaget. KFK er nå forbudt å bruke i varmepumpeanlegg, mens HKFK er forbudt i nye anlegg. For tiden benyttes også HFK-medier (fluorerte kuldemedier). Disse er også en miljøbelastning ved lekkasjer til luft. Alle disse syntetiske kuldemediene er internasjonalt regulert.

For å unngå negative følger for miljøet, tas det nå i økende grad i bruk naturlige arbeidsmedier som ammoniakk, karbondioksid og hydrokarboner.

Ammoniakk er riktignok giftig, men vanligvis oppdages lekkasjer fort fordi dette stoffet har en sterk, stikkende lukt. Hydrokarboner er brennbare, noe som må tas hensyn til ved design av utstyr. Ammoniakk og hydrokarboner er imidlertid svært gode og sikre kuldemedier ved riktig bruk.

### FJERNVARMEANLEGG

Det finnes i dag rundt 15 fjernvarmeanlegg i Norge med varmepumpe som primær energikilde. De fleste av disse anleggene har en effekt på ca. 5 MW. I Sverige, som har lange tradisjoner for fjernvarmeanlegg, er det bygget en rekke store fjernvarmeanlegg med flere hundre MW i effekt.

De fleste varmepumpebaserte fjernvarmeanleggene i Norge henter energi fra sjøvann, men de største anleggene i landet (blant annet Skøyen vest i Oslo og Sandvika i Bærum) bruker avløpsvann.

På Gardermoen er det bygget et varmepumpeanlegg som utnytter energien fra det som er et av Norges største grunnvannsmagasiner. Dette anlegget brukes til kjøling og oppvarming av hovedflyplassen. Grunnvannssystemet består av 18 brønner (ni "varme" og ni "kalde") som er boret ned til 45 meters dybde. Brønnene er koplet opp mot varmepumpe-/kjølesystemet. Om sommeren pumpes grunnvann fra kalde brønner og brukes til nedkjøling før det returnerer til varme brønner. Om vinteren snus prosessen slik at grunnvann hentes fra varme brønner for å utnytte varmen før det pumpes tilbake i de kalde brønnene. Grunnvannet går i et lukket system, uten å være i berøring med luft.

Ved bygging av fjernvarmeanlegg i Norge blir det som regel en vurdering av om det skal brukes varmepumpe eller bioenergi. Hvis anlegget også skal dekke et kjølebehov, er varmepumpen enerådende.

Varmepumpen er gunstig miljømessig, ettersom det hovedsakelig brukes fornybar energi (det brukes elektrisitet til å drive varmepumpen).



## KOMFORT OG INNEMILJØ

Undersøkelsen gjennomført av Nord-Trøndelagsforskning i 2002-2004, viste at brukerne av varmepumper hadde positive erfaringer. Nesten 60 prosent mente at komfort og innemiljø var blitt mye bedre enn tidligere, mens 30 prosent mente at det var blitt noe bedre.

## TILSKUDDSORDNINGER

Gjennom "Tilskuddsordningen for husholdninger" gis det for tiden støtte på inntil 20 prosent av dokumenterte kostnader ved installasjon av varmepumpe. Beløpet er p.t. begrenset til 10.000 kroner og omfatter nå kun luft-vann og væske-vann-varmepumper. Tilskuddsordningen administreres av Enova ([www.enova.no](http://www.enova.no)).

Enova har også en rekke tilskuddsordninger for bedrifter og offentlige virksomheter med henhold til energiomlegging og energieffektiviseringstiltak.

## LØNNSOMHETSVURDERING

Hvorvidt det vil være økonomisk lønnsomt å installere et varmepumpeanlegg, avhenger av flere faktorer:

**Investeringsbeløp:** I tillegg til selve varmepumpen, kommer system for distribusjon av varme. Den sistnevnte kostnaden kan være betydelig. Det er store prisforskjeller mellom varmepumper, både med hensyn til type og merke. Generelt har luft-luft-varmepumper forholdsvis lave investeringsbeløp.

**Økonomisk levetid:** For større anlegg kan det regnes en økonomisk levetid på ca. 20 år. For varmepumper i boliger er typisk levetid ca. 15 år. Luft-luft-varmepumper kan ha noe lavere levetid (ca. 10 år).

**Alternative energipriser:** Varmepumpen må vurderes opp mot alternative oppvarmingsystemer. Derfor er lønnsomheten avhengig av prisene på elektrisitet, olje, pellets etc. Jo høyere energiprisene er og desto mer energi som trengs, jo mer lønnsomt blir det å installere varmepumpe.

**Vedlikehold:** Avhenger av størrelsen på varmepumpeanlegg. For varmepumper i eneboliger kan vedlikehold og service estimeres til ca. 2 prosent av investeringsbeløpet per år.

**Tilskuddsordninger:** Jfr. avsnittet over.

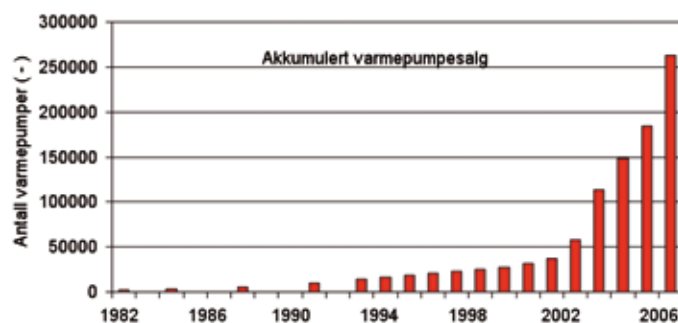
## SALGSUTVIKLING I NORGE

Salget av varmepumper hadde en økning i 1992, da det ble åpnet for 40 prosent investeringstilskudd til luft-luft-varmepumper gjennom "Program for anvendelse av varmepumper". Salget gjorde et nytt hopp i 2003, da Enova ga 5.000 kroner i tilskudd til energibesparende tiltak i husholdningene. Hver av disse ordningene varte bare i ett år.

Økte energipriser, kombinert med lavere innkjøpspriser og bedre kvalitet på luft-luft-varmepumper, bidro til et nytt salgsløft i 2006.

Frem til utgangen av 2006 var det solgt over 260.000 varmepumper i Norge. Den kraftige salgsøkningen de siste årene har i hovedsak omfattet luft-luft-varmepumper.

I 2006 hadde rundt 8 prosent av husholdningene varmepumpe, noe som er en fordobling fra 2004, i følge en undersøkelse fra SSB. Luftvarmepumpe er mest vanlig. Ca. 7 prosent av husholdningene hadde denne typen varmepumpe, mens 1 prosent hadde sentralvarme basert på annen type varmepumpe.



Figur2: Akkumulert varmepumpesalg fra begynnelsen av 1980-årene til 2004. Illustrasjon: Geir Eggen



## Fosenhallen, Bjugn kommune

### BAKGRUNN

Gjennom mer enn 30 år hadde Ørland/Bjugn skøyteklubb ventet på bedre is. På grunn av de ustabile værforholdene hadde både ildsjeler og skøyteentusiaster ønsket seg kunstisbane, men kostnadene ble vurdert som for høye.

Mot slutten av nok en lavtrykkpreget sesong i 2002 tok den nye lederen i skøyteklubben initiativ til et møte med representanter for skøyteklubben, Ørland og Bjugn kommuner, Fosenkraft og Bjugn Sparebank. Også NTNU-professor Bjørn Magnussen deltok på idédugnaden.

En lokal "Petter Smart" påpekte at det ikke nyttet med utendørs skøytebane med de lokale værforholdene, derfor foreslo han en innendørs skøytebane. Mange betegnet ideen som galskap, men ideen ble videreført. En utløsende faktor var at den nye Fosen videregående skole også trengte en idrettshall for elevene. Dermed begynte planene om en flerbrukshall å ta form.

På denne tiden var Fosenkraft i ferd med å bygge et fjernvarmeanlegg i Botngård med en sjøvannbasert varmepumpe som primær energikilde. Det utløste ideen om å bruke varmepumpeanlegget til å fryse is.

### FJERNVARME I BJUGN

Ideen med utbygging av fjernvarme i Botngård kom etter initiativ fra Bjugn kommune i forbindelse med bygging av Fosen videregående skole. Bjugn kommune eier 40 prosent av Fosenkraft AS sammen med kommunene Ørland (40 prosent) og Rissa (20 prosent).

Fjernvarmeanlegget i Botngård ble satt i drift i 2005. Anlegget er basert på en varmepumpe som henter varme fra den langgrunne sjøen. I fjæra er det gravd ned ca. 20 km med plastrør, og i disse sirkulerer det en saltlake (en blanding av kalsiumklorid og vann). Fra varmepumpen leveres vann med temperatur på 60-70 grader.



Fjernvarmeanlegget leverer nå varme til de fleste offentlige bygg i Botngård sentrum, samt til en del private enheter. Varmepumpen ble levert av Johnson Controls (tidligere York Kulde).

### BYGGET FLERBRUKSHALL

Fosenhallen ble offisielt åpnet høsten 2007 og er Norges andre innendørs skøytehall. Dette er en flerbruks kaldhall med en 400 meter hurtigløpsbane, som om sommeren kan brukes til en rekke andre aktiviteter. I sirkelen innenfor lengdeløpsbanen er det gjort plass til både curling- og ishockeybane. Her er det også en løpebane med tartandekke og en fotballbane med kunstgressdekke på 40x60 meter.

### VARMEPUMPEANLEGGET

I perioden september til april brukes den "kalde" siden av varmepumpen til å fryse is i Fosenhallen. Kuldeproduksjon er nemlig et biprodukt av varmeproduksjon. Så lenge det er stabile vinterforhold, er is-produksjonen i Fosenhallen forbundet med marginale kostnader.

### Kuldeanlegget (varmepumpen) skal dekke følgende behov:

- Innfrysning
- Transmisjonstap til romluften
- Strålingstap fra takflater
- Riming/kondens fra fuktig luft
- Belysning
- Ispreparering
- Varmetap fra grunnen
- Varmetap fra lakepumper

Normalt er transmisjonstap og strålingstap de største varmetapskildene. Ettersom Fosenhallen ikke skal oppvarmes, blir transmisjonstapet vesentlig mindre enn for en oppvarmet hall. Fordi taket består av galvaniserte stålplater, er også strålingstapet redusert.

Varmepumpen har ammoniakk som arbeidsmedium. Den dimensjonerende varmeytelsen er på ca. 1.000 kW, mens kuldeytelsen er ca. 700 kW når sjøen tjener som lavtemperatur varmekilde. Laketemperaturen ut fra varmepumpen er minus 3 grader. Ved isproduksjon blir temperaturene for varmeopptakssiden lavere og ytelsene avtar. Varmepumpen er utstyrt med en væskeunderkjøler for produksjon av lavtemperatur varme for frostsikring av grunnen under kunstisflatene.

Ettersom Fosenhallen ikke er isolert, kan varmepumpen dekke behovet til vedlikeholdskjøling til langt ut på sommeren. I hallen er det dessuten installert et tilsatskuldeanlegg som skal brukes sammen med varmepumpen ved innfrysing i sommerhalvåret, samt som reserveanlegg under stevner og lignende.

### BANERØRSYSTEM

Kunstisanlegget i Fosenhallen består som tidligere nevnt av en 400 meter hurtigløpsbane, curlingbane og ishockeybane. Hurtigløpsbanen kan deles i to lengderetninger, slik at bare halve banen kan innfrys. Dermed kan man altså velge å fryse bare en liten del av kunstisanlegget om sommeren, avhengig av behov.

Banerørsystemet består av rør for saltlake, som er støpt ned i betongdekket. Det er brukt forskjellig rørdimensjon og rørdeling for de ulike banene. Fra varmepumpesentralen strekkes tur-retur lakerør frem til et teknisk rom under bakkenivå i hallen. Fra teknisk rom strekkes rørdelninger til samle- og fordelingsstokker på midten av langsidene til hurtigløpsbanen, og tilsvarende rørdelninger strekkes til curlingbanen og ishockeybanen.

Laketemperaturen ut til hallen styres fra varmepumpens styresystem. Fra teknisk rom er de ulike rørkretsene utstyrt med reguleringsventiler som kan styres fra ishallen. På denne måten kan isproduksjon til de ulike banene prioriteres etter behov.

### VARMEANLEGG

Selve kunstishallen er ikke oppvarmet. Det er imidlertid bygget noen publikums- og servicerom som er oppvarmet. Bortsett fra tidtakerbua, som ligger for seg selv og har elektrisk varmeanlegg,



blir varmebehovet dekket av fjernvarme fra samme varmepumpe som dekker kuldebehovet til isproduksjon.

### DRIFTSERFARINGER

Det er gjort gode erfaringer fra Fosenhallen. Ved en utetemperatur på ca. 10 plussgrader går varmepumpen på halv kapasitet for å vedlikeholde isen (når det er liten aktivitet i hallen). Det har ikke vært problemer med kondensering og drypp fra takene.

Fosenhallen har inngått en avtale med Fosenkraft som går ut på å betale fjernvarmepris for den overskuddsvarmen som dumpes i sjøen. Dumpingen har vært på et lavt nivå, og energikostnadene i Fosenhallen er lave sammenlignet med andre skøytebaner.

### OPPNÅDD ENERGISPARING

Det spesielle med kuldeanlegget i Fosenhallen er samkjøringen mellom kunstisbanen og fjernvarmeanlegget. Varmen som fjernes fra isflaten, blir brukt til fjernvarmeproduksjon.

Når varmepumpen brukes som kuldemaskin i kunstishallen, oppnås en energisparing på 500.000 kWh per år sammenlignet med energiforbruket i et separat kuldeanlegg for isproduksjon. Da er det forutsatt at hallen brukes seks måneder i vinterhalvåret.

Sammenlignes Fosenhallen med en utendørs kunstisbane, blir energisparingen på ca. 1.500.000 kWh per år.

Fordi hallen skal brukes etter behov også om sommeren, blir energisparingen enda større.

Lokalpolitikere sier rett ut at de ikke hadde hatt råd til en flerbukshall hvis det ikke hadde vært for varmepumpeanlegget. Det vil ta ca. 10 år før investeringen er tjent inn, avhengig av utviklingen i energiprisene.

# Restaurant Big Horn, Skien

## BAKGRUNN

I 2007 åpnet Big Horn Steak House restaurant i Skien. Den landsdekkende restaurantkjeden forvalter en av de sterkeste merkevarene i norsk restaurantnæring. Restaurantene er typiske biffhus som viderefører den amerikanske steakhouse-tradisjonen. I tillegg til saftige og møre biffer profilerer kjeden seg på høy servicegrad og høy kvalitet til konkurransedyktige priser. Restaurantene har et sterkt fokus på kundetilfredshet og kundeloyalitet.

Restauranten i Skien ble bygget i forbindelse med rehabilitering av en forretningsgård i sentrum av byen. Energieffektiviseringsiltak stod sentralt da teglsteinsbygningen skulle gjøres helt om og huse biffrestaurant i første etasje og 16 leiligheter i de tre etasjene over. I forhold til restaurantlokalene var det spesielt viktig å redusere energiforbruket til varmtvann. Generelt er det et forholdsvis stort forbruk av varmtvann blant gjestene på norske restauranter. I tillegg kommer varmtvannsbehovet på kjøkkenet som også er stort.

En annen utfordring var oppvarmingen av lokalene. Mange har erfart at det kan være en kald fornøyelse å sitte ved et vindu på en norsk restaurant om vinteren. En stor del av sitteplassene på Big Horn Steak House i Skien er plassert ved vinduet, derfor var det viktig å finne en løsning for best mulig utnyttelse av kapasiteten i restauranten. En tom bordrekke langs vinduene vinterstid betyr store tap.

## LØSNINGEN

Firmaet Ener-Produkt AS, som har hovedkontor i Bø i Telemark, ble koplet inn. De foreslo installasjon av et varmepumpesystem som er blitt utviklet over flere år. Systemet henter energi fra uteluften ved hjelp av en luft-vann-varmepumpe. I tillegg gjenvinnes det spillvarme fra kjøkkenet.

For å varme opp forbruksvannet er det benyttet en todelt løsning. Forvarming av vannet gjøres i en lavtemperaturtank, der kaldtvannet strømmer gjennom et langt rør inne i vanntanken

og varmes opp til 30-35 grader. Videre strømmer vannet inn i en VP-bereder, der overhetingsvarme fra varmepumpen sørger for fullverdig oppvarming av vannet til over 65-70 grader.

Målinger viser at dette systemet gjør det mulig å varme opp vann med 50-70 prosent lavere energiforbruk.

## VARMELISTER

Ener-Produkt AS foreslo også installasjon av varmelister av typen Best Board i restauranten, og at disse ble knyttet til varmepumpeanlegget. Denne listen gjør det mulig å varme gulvets overflate uten å røre eksisterende gulv.

Best Board er en vannbåren gulvvarmelist som avgir strålevarme langs gulvet. Varmen avgis i prinsippet på samme måte som gjennom solstrålene. Dette gir en jevn temperatur i og langs gulvet. I tillegg er systemet bedre egnet til nattesenking, ettersom temperaturen – i motsetning til vannbåren varme i gulvet – raskt vil synke når ønskelig.

Ved hjelp av varmelisten kan temperaturen i rommet senkes 3-4 grader uten at det går ut over komforten. Dette gir også et bedre inneklima.

Gulvvarmelistene skaper dessuten en effektiv varmluftgardin, som hindrer kaldras fra yttervegger og vinduer. For Big Horn Steak House i Skien var dette et stort pluss, ettersom varmluftsgardinen ga en behagelig temperatur også ved vinduene. På grunn av listene er bordene ved vindusrekken de mest populære også om vinteren.

## OPPNÅDD RESULTAT

I tillegg til at restauranten fikk løst kuldeproblematikken ved vinduene, ble det oppnådd besparelser på ca. 50 prosent i årlig energiforbruk. Ener-Produkt AS estimerer at investeringene i varmepumpeanlegget er tjent inn igjen i løpet av 2-3 år.







## Familien Knutsen, Hamar

### BAKGRUNN

Olav Knutsen og hans familie har en eldre enebolig på ca. 100 kvadratmeter på Hamar. De ønsket å redusere energiutgiftene, samtidig som de ønsket å bli kvitt plagene med luftveisinfeksjoner og forkjølelse. Disse plagene kom alltid om høsten og vinteren, noe de mente kunne relateres til et dårlig inneklima.

### LØSNINGEN

Familien installerte en uteluft-vann-varmepumpe fra Ener-Produkt AS. Varmepumpen er utviklet av norske ingeniører og spesialtilpasset norsk klima.

I stuen er det benyttet en Best Board varmeliste, som sørger for en stabil temperatur. Som nevnt i eksempelet Big Horn Steak House, er varmelistene et godt alternativ til vannbåren varme i gulvet. Listene gir en jevn og behagelig varme på hele gulvflaten.

Systemet gir i tillegg gulvvarme til badet, entreen og kjøkkenet.

Varmepumpen leverer også energi til varmtvannet hos familien. I boligen til Hamar-familien ble det brukt to varmetanker, noe som er praktisk fordi det deler varmtvannet til riktig forbruk. I tillegg unngås risikoen for mulig legionella.

- Systemet fungerer utmerket. Det gir et perfekt inneklima og en komfortabel varme, uttaler Olav Knutsen.

Med det nye varmepumpesystemet ble strømforbruket i huset mer enn halvert.

Med det nevnte systemet blir strømforbruket til å varme opp vann lavt gjennom året, fordi varmepumpen prioriterer varmtvann og gulvvarme kontinuerlig. I tillegg kan forvarmet lunkent vann (ca. 30 grader) benyttes som "kaldt" vann til dusj, samt til vaskemaskin og oppvaskmaskin.

# Diskusjon/drøfting

## SUKSESSFaktorER

For å lykkes med et varmepumpeprosjekt, er det avgjørende å gjennomføre grundige forundersøkelser, samt god planlegging. Er det snakk om et varmepumpebasert fjernvarmeanlegg, som i eksempelet med Fosenhallen, må man skaffe seg oversikt over det aktuelle utbyggingsområdet: Hvem kan knyttes til anlegget? Er kundegrunnlaget stort nok? Hvordan er lønnsomhet i prosjektet etc.

I store prosjekter bør man også legge vekt på å trekke inn fagfolk på ulike nivåer. For eksempel er det viktig å innhente ekspertise på grunnvann hvis det skal installeres et anlegg basert på en grunnvarmepumpe.

Sørg også for å få inn solide leverandører. Som i andre bransjer, finnes det også useriøse aktører blant leverandører av varmepumper.

## FALLGRUVER

Det er en rekke forhold som kan skille et vellykket varmepumpe-system fra et mislykket:

- **Forurensing:** Det er viktig å sjekke kvaliteten på grunnvannet før man bestemmer seg for å hente energi fra denne varmekilden. Forurensing som jern og mangan kan gi skader på anlegget.
- **Tilslig grunnvann:** Generelt er grunnvann en god varmekilde, men det er knyttet usikkerhet til hvor mye grunnvann som er tilgjengelig. Boring av utallige brønner kan føre til uttømming. Rike grunnvannskilder finnes ofte i store grunnvannbassenger, samt nær elveleier.
- **Dimensjonering:** Varmepumpeutstyr er kostbart og må dimensjoneres riktig. De som skal planlegge prosjektet og installere anlegget, må ha kompetanse på dette. Noen ganger blir økonomien i prosjektet dårlig fordi anlegget er feildimensjonert. Ofte er problemet overdimensjonering.

## RÅD TIL HUSHOLDNINGER

Målt i antall er det eiere av eneboliger som utgjør den desidert største gruppen kjøpere av varmepumper i Norge, og det er luft-luft-varmepumper som dominerer. Her er noen nyttige råd i forbindelse med installasjon av varmepumper i husholdninger:

Få først klarhet i hva slags varmepumpe som er egnet for boligen. Isolasjon, oppvarmingsbehov, temperaturreguleringsystem, energikilde og varmefordeling i boligen bør ses i sammenheng.

Oppvarming av varmtvann utgjør en økende andel av energikostnadene i en bolig. Det har bl.a. sammenheng med at behovet for romoppvarming i nye boliger reduseres på grunn av nye og strengere byggeregler. Vurder derfor om varmepumpen også skal gi energi til tappevannet. I så fall må man også sjekke om systemet varmer opp tappevannet effektivt for å unngå faren for legionellabakterien.

Gjør en økonomisk totalvurdering av om installasjon av varmepumpe er lønnsomt. I en slik vurdering må en ta hensyn til investeringskostnader, årlige driftskostnader og vedlikeholdskostnader. Mange varmepumper er avhengig av en varmekilde som kan være kostbar å utnytte. For mange vil det være mest lønnsomt å hente energi fra uteluften.

Det finnes mange gode varmepumpesystemer, men også dårlige som ikke vil gi lønnsomhet. Leverandører og produkter bør derfor sjekkes nøye. Sjekk også referanser hos leverandørene.

Undersøk virkningsgraden på varmepumpen. Hvor mange kilowatt får man igjen for hver kilowatt brukt strøm. Virkningsgraden varierer fra produkt til produkt og mellom teknologiene som finnes. Bruk Norsk Standard NS 3031 for referanse om hvilke krav til systemvirkningsgrad som bør stilles.

Vedlikeholdsbehov varierer mellom ulike typer varmepumper. Løsninger med god kvalitet krever mindre vedlikehold, samtidig som slike løsninger kan være mer kostbare.

Etter norske forhold bør en varmepumpe takle temperaturer ned mot 15 minusgrader.

Husk at en luft-luft-varmepumpe kan gi sjenerende støy for naboene.





**NORSK TEKNOLOGI**

Vi moderniserer Norge



## VARMEPUMPER



**NHO**

Norsk Teknologi er en landsforening i NHO

**Norsk Teknologi har ca 1550 medlemsbedrifter med ca 32 800 ansatte og har en samlet omsetning på ca 30 milliarder kroner.**

Bransjeforeningene i Norsk Teknologi er:

HLF, Heisleverandørenes landsforening organiserer bedrifter som arbeider med montasje, service og vedlikehold av heiser, rulletrapper og rullefortau. Medlemmene omsetter for ca 850 millioner kroner og har ca 800 ansatte.

INTEGRA, foreningen for tekniske systemintegratorer, organiserer integrasjonsmiljøene innen bygg, anlegg, industri, skip og offshore. Medlemsbedriftene i INTEGRA omsetter for ca 1 milliard kroner og har 600 ansatte.

NELFO er bransjeforeningen for EL og IT bedriftene. De 1 370 medlemsbedriftene omsetter for ca 24 milliarder kroner og har ca 23 500 ansatte. NELFO har 26 lokalforeninger som dekker hele landet. Lokalforeningene bistår medlemmene med råd, veiledning, kompetanse, bransjeinformasjon, medlemsmøter, kurs og seminarer og nettverksbygging.

RF, Rørentreprenørenes forening, er en videreføring av rørentreprenørdelen av tidligere VRF (Ventilasjons- og rørentreprenørenes forening). RF arbeider i nært samarbeid med Norsk Teknologi for å oppnå god lønnsomhet og konkurransekraft for medlemsbedriftene.

VKE, Foreningen for ventilasjon, kjøling og energi, er en nyetablert, landsdekkende og ledende bransjeorganisasjon for ventilasjons-, kulde- og varmepumpeentreprenører. Foreningen organiserer for tiden 140 medlemsbedrifter med samlet 2400 ansatte og 5 milliarder i årlig omsetning.

### For mer informasjon eller bestilling av flere hefter:

Norsk Teknologi ved Anne Berit Lindhagen på telefon: 23 08 77 00  
epost: [anne.berit.lindhagen@norskteknologi.no](mailto:anne.berit.lindhagen@norskteknologi.no)  
[www.norskteknologi.no](http://www.norskteknologi.no)

