

Bruk av varmepumpe på renseanlegg

Av Rolf Hermansen

Rolf Hermansen er maskiningeniør, og har vært ansatt i Østlandskonsult A/S siden 1972. Han arbeider nå ved firmaets avd. for energiteknikk.

Ved vanlige oppvarmingssystemer produseres varme utelukkende ved omdanning av primærenergi. Med primærenergi menes da elektrisk energi og kjemisk energi bundet til olje, kull, ved eller gass. Varmeproduksjonen kan aldri bli større enn forbruk av primærenergi ved et slikt system.

Det som skiller varmepumpen fra andre oppvarmingsmetoder er at den avgitte varmemengden er større enn forbruket av primærenergi. Differansen mellom produsert varmeenergi og forbrukt primærenergi hentes fra Lavtemperaturkilder i omgivelsene. De mest aktuelle er luft-, vann-, jord- og solvarme samt spillvarme i kommunalt avløpsvann eller industriavløp.

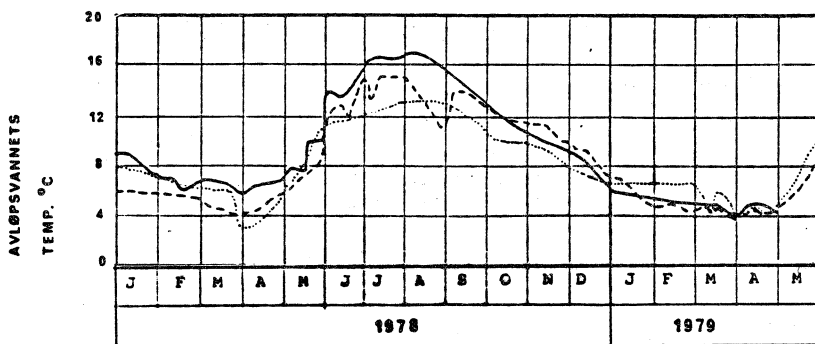
Ved bruk av varmepumpe på avløpsrenseanlegg vil selve avløpsvannet være en god lavtemperaturkilde. Varmepumpens arbeidsprinsipp blir i dette tilfelle å hente varmeenergi fra avløpsvannet som har en lav temperatur, og avgi denne energien til rommet som har en høyere temperatur. Dette er det motsatte av den naturlige prosessen som foregår overalt rundt oss hvor varmeenergi strømmer fra det varme mot det kalde. Varmepumpeprosessen må derfor ha tilførsel av en ytre kraft for å kunne opprettholdes. Denne kalles drivenergi og kan være elektrisitet, gass, olje eller direkte mekanisk arbeid.

Forholdet mellom varmeenergi som avgis og den samlede energi som går med til å drive varmepumpeanlegget, betegnes som varmefaktor eller effektfaktor.

Betrakter vi varmepumpeanlegg generelt, vil jeg hevde at vi i Norge nå er på vei ut av den fasen hvor folk flest ser på denne teknologien som rar og fremmed. Varmepumper er nå akseptert som et pålitelig utstyr til å oppnå bedre energiøkonomi både ved byggoppvarming og ved enkelte industriprosesser. Jeg vil imidlertid ikke benekte at det finnes varmepumpeinstallasjoner som ikke gir noen økonomisk gevinst, og jeg antar at det fortsatt blir gjort slike installasjoner. Ansvaret ligger her hos leverandør og rådgivere. Det stilles helt andre krav til planlegging av et varmepumpeanlegg enn tilfellet er ved konvensjonelle oppvarmingssystemer.

Det spesielle med bruk av varmepumpe på avløpsrenseanlegg er lavtemperaturkilden, altså avløpsvannet. Tilgjengelig energi i avløpsvannet avhenger av vannets temperatur og mengde. Disse parametrene varierer både over døgnet og med årstiden. Temperaturvariasjonen over døgnet er imidlertid svært liten.

Fig. 1 viser resultatet fra temperaturmålinger på avløpsvannet i tre forskjellige renseanlegg. Som naturlig er ser vi at



Figur 1. Avløpsvanntemperatur for tre forskjellige renseanlegg.

de laveste temperaturene opptrer under snøsmeltingen om våren. Forvinteren 1979 var ekstrem kald, hvilket også gir seg utslag i avløpsvanntemperaturen.

Lavtemperaturkilden (avløpsvannet) er ikke på sitt kaldeste når effektbehovet er høyest, det er gunstig. Som det går fram av Fig. 2 er det et meget stort effekt-potensial som ligger avløpsvannet ved våre renseanlegg for kommunalt avløpsvann.

Ved beregningen av det totale effekt- og energipotensial er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- hele avløpsvannmengden er benyttet
- hele temperaturredifferansen mellom månedsmiddel for vannet og + 2°C er anvendt.

Fig. 2 viser også at det bare er en liten del av energipotensialet som trengs til oppvarming av anleggenes egne bygninger. Kurven for effektbehov til oppvarming er basert på målinger ved moderne anlegg. Anleggenes beliggenhet i forhold til annen bebyggelse gjør at det ofte er van-

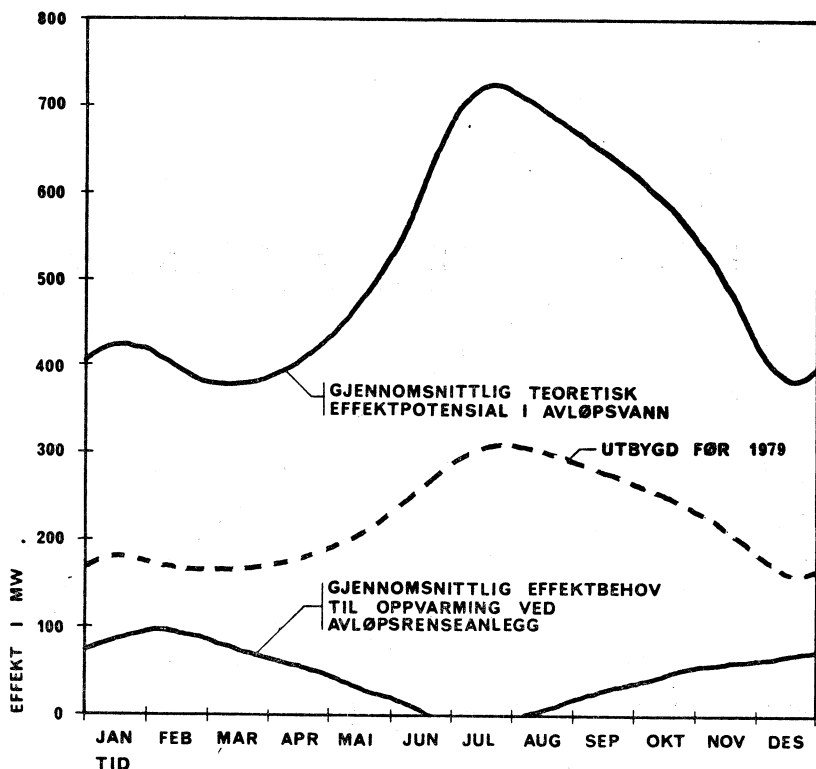
skelig å nyttiggjøre seg denne energien ved eksternt bruk.

Det totale effekt- og energipotensial er beregnet for hele året, men som vi vet er det normalt ikke behov for oppvarming om sommeren (unntak er fjellanlegg). Dette resulterer i at en stor del av energipotensialet aldri kan benyttes til oppvarmingsformål.

Når det er snakk om å nyttiggjøre seg energien i avløpsvannet, er det praktisk ugjørlig å utnytte hele det teoretiske potensialet. Renseanleggets størrelse er et av de mange forhold som begrenser en slik utnyttelse. Anlegget bør ha en viss minimumsstørrelse for at varmpumpeinstallasjonen skal være økonomisk interessant.

Det er imidlertid verdt å merke seg at denne kapasitetsgrensen stadig skyves nedover i takt med økning i energipris og utvikling av utstyr.

Fig. 3 viser samlet framtidig energipotensial ved norske renseanlegg som funksjon av anleggskapasiteten i pe. Dersom vi setter nedre grense for energiutnyttelsen ved f.eks. anleggsstørrelse 5.000 pe., går det fram av figuren at samlet energi-



Figur 2. Teoretisk effektpotensial i avløpsvann ved norske renseanlegg, og effektbehov til oppvarming av anleggene.

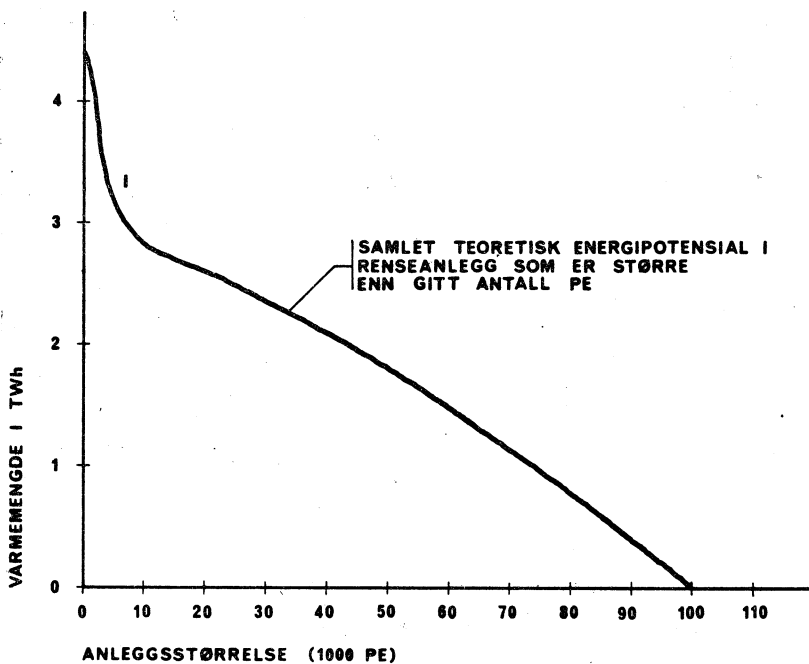
potensial for anlegg over denne størrelse er ca. 3 TWh pr. år (3 milliarder kWh).

Selv om vi tar hensyn til de begrensninger i energiutnyttelsen som er nevnt foran, er det et betydelig potensial som ligger godt tilrette for utnyttelse. Graden av utnyttelsen bør kunne økes ved en fornuftig lokalisering av framtidige renseanlegg.

Jeg skal ikke gå i detalj når det gjelder ulike tekniske løsninger for varmepumpeanlegg basert på bruk av avløpsvann. Men

bare belyse noe av det spesielle ved utnyttelsen av varmeenergi i avløpsvann.

Det er fordampere, som egentlig er en varmeveksler, som er den enheten som er i kontakt med avløpsvannet. Ved bruk av varmepumpe på avløpsrensaneanlegg er det en selvfølge at det er det rensede vannet som utnyttes. Faren for tilstopping av lukkede fordampere er da ikke til stede, men det er fortsatt fare for korrosjon, begroing og frysing (ved rørfordampere). Fordampertype og -materiale må



Figur 3. *Energipotensial som funksjon av anleggsstørrelse.*

velges på grunnlag av den aktuelle avløpsvannkvalitet.

Man kan ikke gå til en varmepumpeleverandør å bestille en varmepumpe med en bestemt effektfaktor. Hele oppvarmingssystemet er bestemmende for effektfaktoren, og dermed også for anleggets økonomi. Ved planlegging av varmepumpeanlegg må man derfor også ha hånd om/innvirkning på planlegging av oppvarmingssystemet for øvrig.

Effektfaktoren er sterkt avhengig av varmepumpeanleggets temperaturløft, dvs. differansen mellom temperaturen på lavtemperaturkilden (avløpsvannet) og varmtvannskretsen til oppvarming. Dette er vist i Fig. 4.

Det er altså en stor fordel å kombinere varmepumper med lavtemperaturoppvarmingssystemer.

Man må regne med at varmepumpe-teknologiens brukbarhet innenfor et område vil bli vurdert på bakgrunn av driftserfaringer fra de første representative anleggene.

Varmepumpeanlegget på HIAS, som nå har 3 fyringssesonger bak seg, mener jeg er en god referanse. På bakgrunn av det er jeg overrasket over at interessen for varmepumper ved rensesanlegg ikke er større. Anlegget på HIAS er riktignok et stort anlegg med avgitt effekt på 3.400 kW. Det er imidlertid mulig å oppnå en tilbakebetalingstid på ca. 3 år selv for

prosjekter med en avgitt varmeeffekt på ca. 200 kW.

Ved HIAS-anlegget er det benyttet lav temperatur på turvannskretsen til varm-

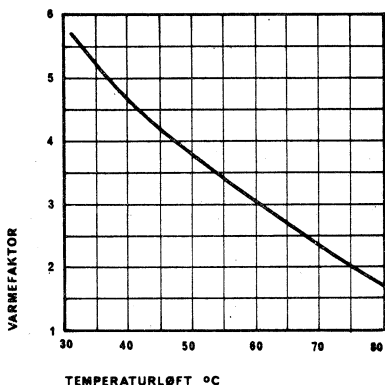


FIG. 4

Temperaturløftets betydning for varmepumpens effektfaktor.

luftbatteriene, den varierer i området 22—32°C. Turvannstemperatur 32°C opptrer ved dimensjonerende utetemperatur, ÷ 25°C. Romtemperaturen er 18°C. Dette lavtemperatur-oppvarmingsystemet er ett av flere forhold som gjør at effektfaktoren ved HIAS-anlegget blir svært høy.

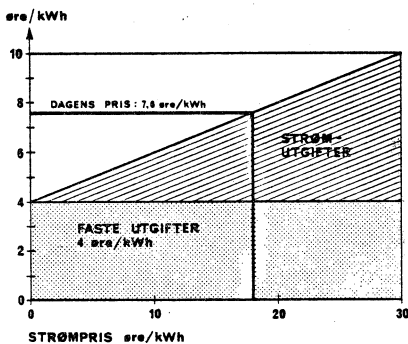
Totale byggekostnader for varmepumpeanlegget var ca. 3,5 mill. kr. (1980). Det er verd å merke seg at dette er kostnader for ombygging av et eksisterende oppvarmingssystem. Dersom det hadde vært ny-anlegg ville kostnadene blitt lavere.

For hver av de tre fyringssesongene varmepumpeanlegget har vært i drift har HIAS spart ca. 1,2 mill. kr. i energikost-

nader sammenliknet med forholdene før varmepumpeinstallasjonen. Sammenstilles investeringskostnader, fyringsutgifter samt drifts- og vedlikeholdskostnader over en avskrivningsperiode på 15 år, kan energiprisen framstilles som i Fig. 5. Med en energiproduksjon på 8.000 MWh og en årlig el-pris på 0,18 kr. pr. kWh, blir dagens energipris 7,6 øre pr. kWh (1980).

Av Fig. 5 går det også fram at et varmepumpeanlegg er en god investering for framtiden. En økning i strømknadene gir lite utslag på energiprisen fra varmepumpeanlegget (avhengig av effektfaktoren).

Jeg håper at jeg i dette korte innlegget har fått fram at varmepumpe kan være en svært god investering ved et renseanlegg. Men også at bl.a. dårlig planlegging kan føre til at investeringen blir dårlig.



Figur 5.

Energipris fra varmepumpeanlegget på HIAS.

- 15 års avskrivning
- 7% kalkulasjonsrente
- 1% i vedlikehold.