
Varmegjenvinning fra kunstisbaner – prinsipper og muligheter

Av siv.ing. Vidar Havelen

Innhold

- ❖ **Bakgrunn og potensialet**
- ❖ **Prinsipper for varmegjenvinning**
- ❖ **Tariffer/avgifter for drift av anlegg**
- ❖ **Muligheter for støtte**
- ❖ **Nærvarmenett**
- ❖ **Eksempler**
- ❖ **Oppsummering**

Min bakgrunn

- ❖ **Sivilingeniør kuldeteknikk NTH 1986**
- ❖ **Arbeidet med kulde- og varmepumpeanlegg i Techno Consult/Norconsult**
- ❖ **Vært sentral i prosjekter som Marienlyst kunstisbane, Arendal kunstisbane, Atlanten Kristiansund m.fl. de senere årene**



Våre arbeidsområder:

- Energikilder
- Energisentraler
- Varmeplaner
- Enøk
- Kuldeanlegg
- Bio/sol/gass/spillvarme
- Varmepumper
- Fjernvarme-/fjernkjøling
- Gassrørledninger
- Ledningsanlegg VA
- Kabelføringsanlegg
- Fellesanlegg

Energi og infrastruktur

Norconsult's seksjon for energi og infrastruktur har bred kompetanse innen termisk energi. Vi prosjekter alle typer anlegg for oppvarming med el, olje, biobrensel, gass eller varmepumper. Vi planlegger også kuldeanlegg samt utfører oppdrag innen distribusjon av fjernvarme, fjernkjøling og gass, gjerne i fellesanlegg med vann/avløp og kabelføring. Enøk-analyser og enøk-rådgivning bidrar vi også med. Vi leverer rådgivertjenester i alle faser, fra varme- og energiplaner til detaljprosjektering og oppfølging på byggeplass.



Hvorfor gjenvinne varme?

- ❖ **Kunstisbaner er energikrevende anlegg – strømforbruket kan ligge i området 125 – 160 kWh/år pr m² isflate (155 dagers drift) avhengig av klimaforhold**
- ❖ **Overskuddsvarmen er i området 450-600 kWh/år pr m² isflate i driftssesongen.**
- ❖ **Stor solfanger er installert – klar til bruk**

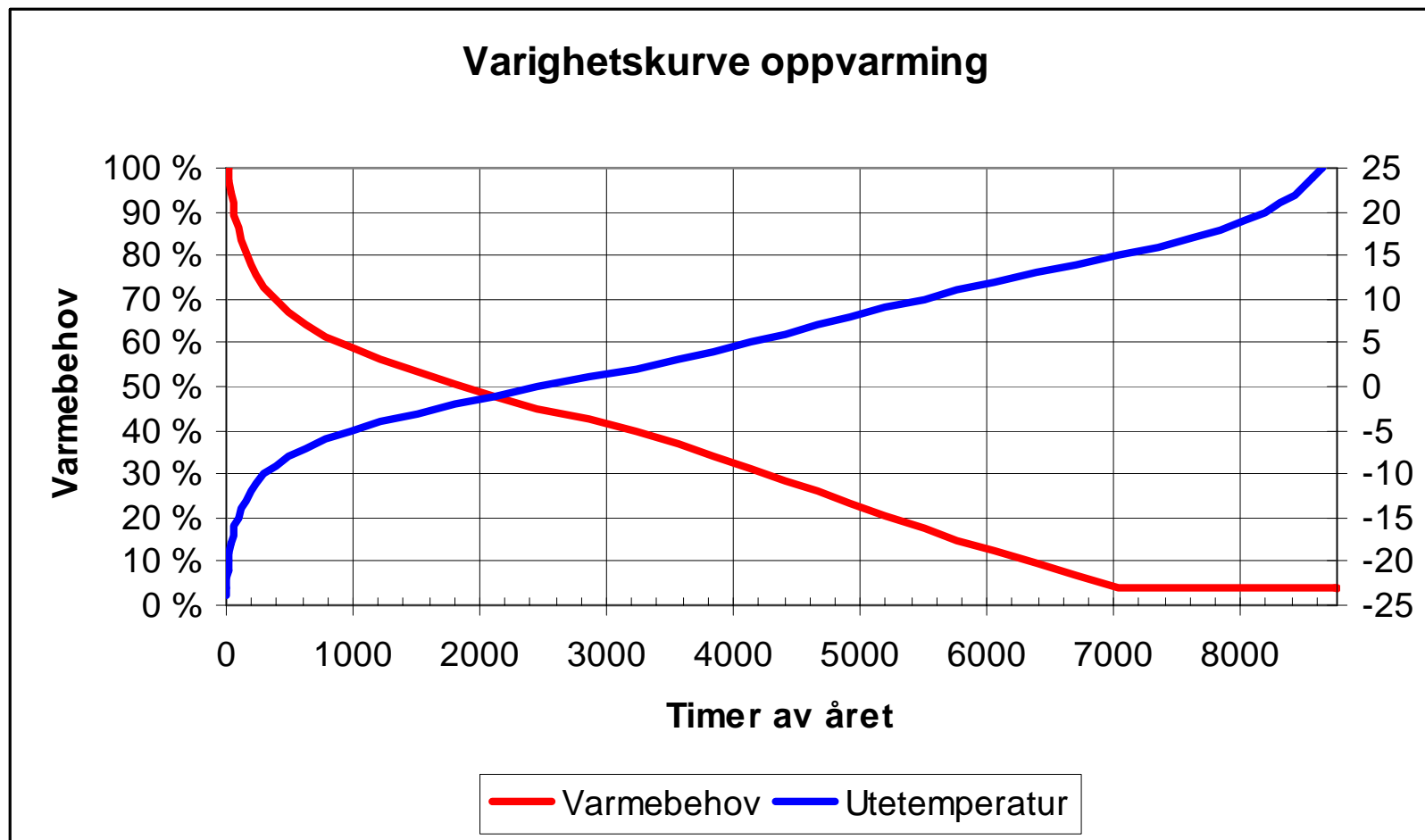
Kunstisflaten – en solfanger

- ❖ Utenom kunstis sesongen kan banen benyttes som en solfanger
- ❖ På Marienlyst i Drammen er laketemperaturen mellom 5 – 27°C i sommerhalvåret.
- ❖ Effektiv solfanger – stor flate som ofte ligger direkte solutsatt
- ❖ Positiv bieffekt – gunstig for banerørene og laken å bli kjølt/være i sirkulasjon om sommeren

Bruksområder for overskuddsvarme

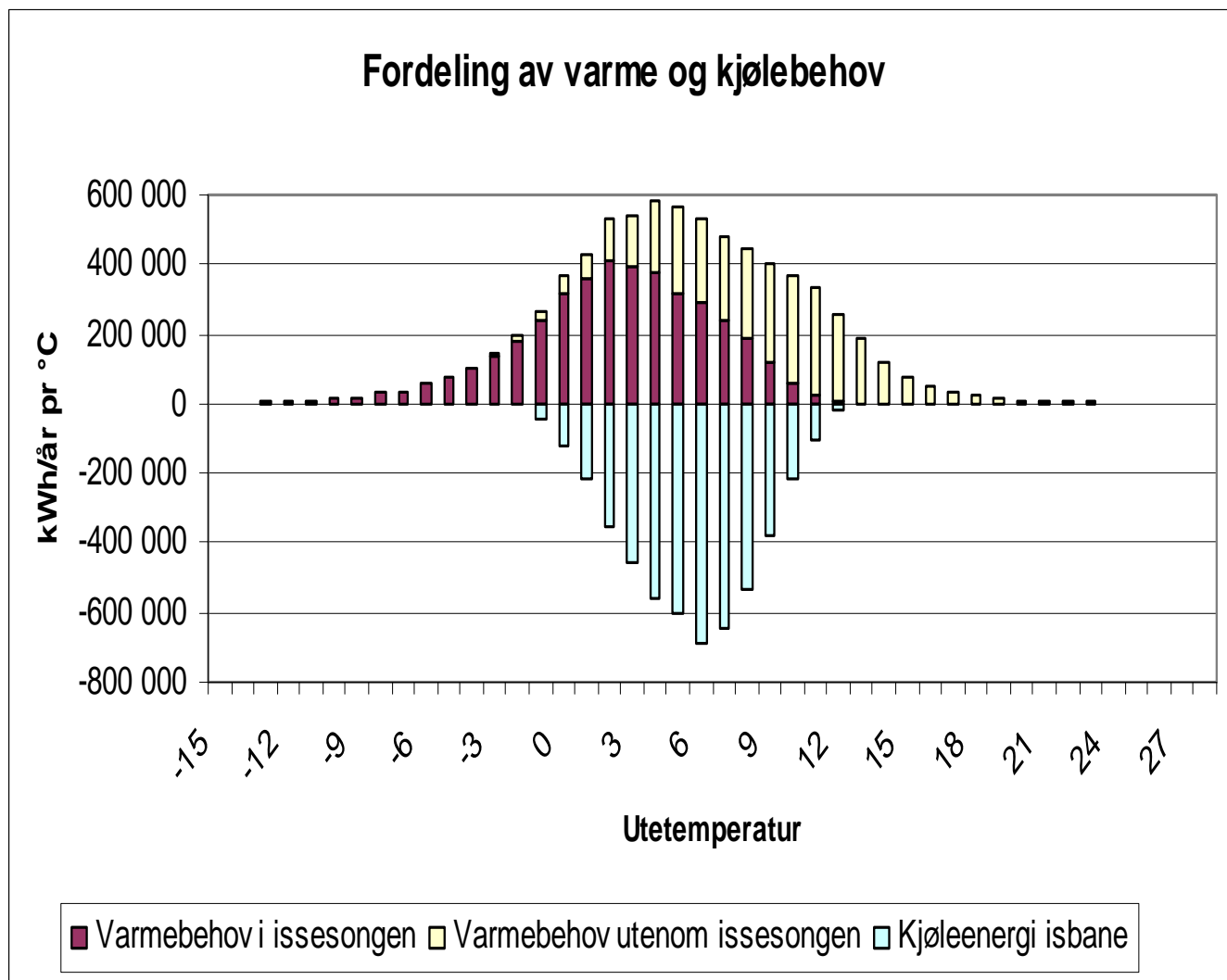
		Bruksområder for varme ved ulike temperaturnivåer (turtemperatur på produsert varme)				
		20 - 35°C	35-45°C	45-55°C	55-65°C	65-80°C
Oppvarmingsformål	Normalt temp.nivå t/r °C	Direkte kondensatorvarme	Varmepumpe	Varmepumpe	Varmepumpe	Varmepumpe + spisslastkjel
Gatevarme	30/20	Velegnet	Velegnet (Shunt/VVX)	Velegnet (Shunt/VVX)	Velegnet (Shunt/VVX - returvann)	Velegnet (Shunt/VVX - returvann)
Gulvvarme	35/30	Velegnet	Velegnet (Shunt/VVX)	Velegnet (Shunt/VVX)	Velegnet (Shunt/VVX - returvann)	Velegnet (Shunt/VVX - returvann)
Radiatorer	70/50 (60/40)	Ikke egnet	Ikke egnet	Kun lavtempanlegg	Velegnet	Velegnet
Ventilasjonsvarme	60/40	Kun forvarming	Kun forvarming	Kun lavtempanlegg	Velegnet	Velegnet
Tappevann	70/30	Ikke egnet	Kun forvarming	Kun forvarming	Egnet (må ha ettervarme)	Velegnet
Prepareringsvann	60/30	Kun forvarming	Kun forvarming	Egnet (kan ha ettervarme)	Velegnet	Velegnet
Bassengvann	60/30	Ikke egnet	Krever stor VVX	Krever stor VVX	Velegnet	Velegnet
Undervarme kunstis	15/10	Velegnet	Velegnet (Shunt/VVX)	Velegnet (Shunt/VVX)	Velegnet (Shunt/VVX - returvann)	Velegnet (Shunt/VVX - returvann)
Undervarme kunstgress	25/17 (35/25)	Velegnet	Velegnet (Shunt/VVX)	Velegnet (Shunt/VVX - returvann)	Velegnet (Shunt/VVX - returvann)	Velegnet (Shunt/VVX - returvann)
Nærvarme-nett	80/50	Ikke egnet	Ikke egnet	Ikke egnet	Forvarming av returvann	Velegnet
Fjernvarme-nett	100/60	Ikke egnet	Ikke egnet	Ikke egnet	Kun perioder av året forvarming av returvann	Forvarming av returvann

Varmebehov over året

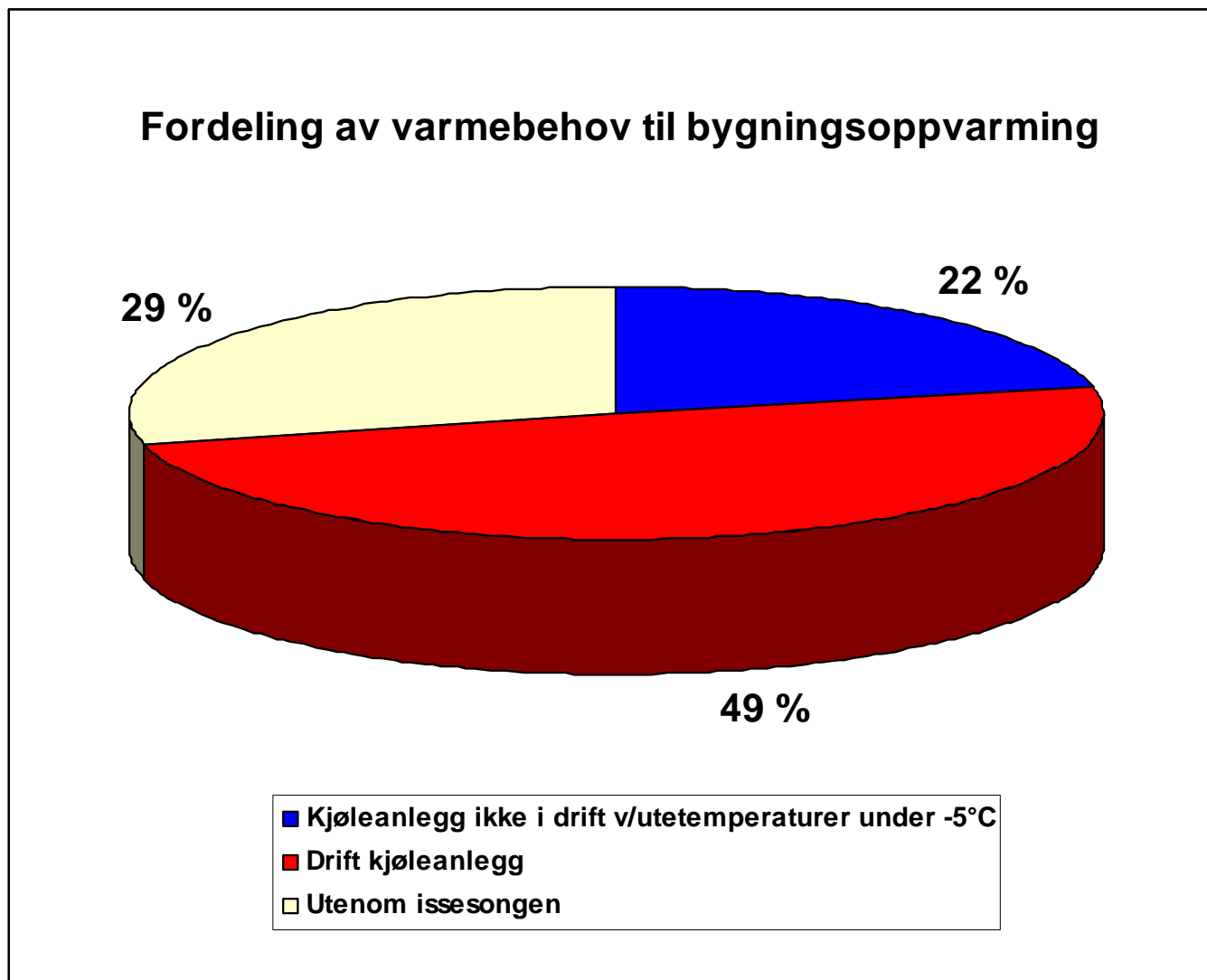


Varme og kjølebehov over året

- ❖ Forutsetter:
- ❖ 11.134 m² isflate
- ❖ Dim. varmeeffekt= dim. kuldeeffekt
- ❖ DUT = -15°C
- ❖ Isseong fra 15.okt – 15. mars



Fordeling av varmebehovet over issesongen



Forutsetter Oslo-klima, issesong fra 15.oktober til 20 mars

Salg av varme

Hvilken pris man kan regne med å få for salg av varme er avhengig av en rekke faktorer som:

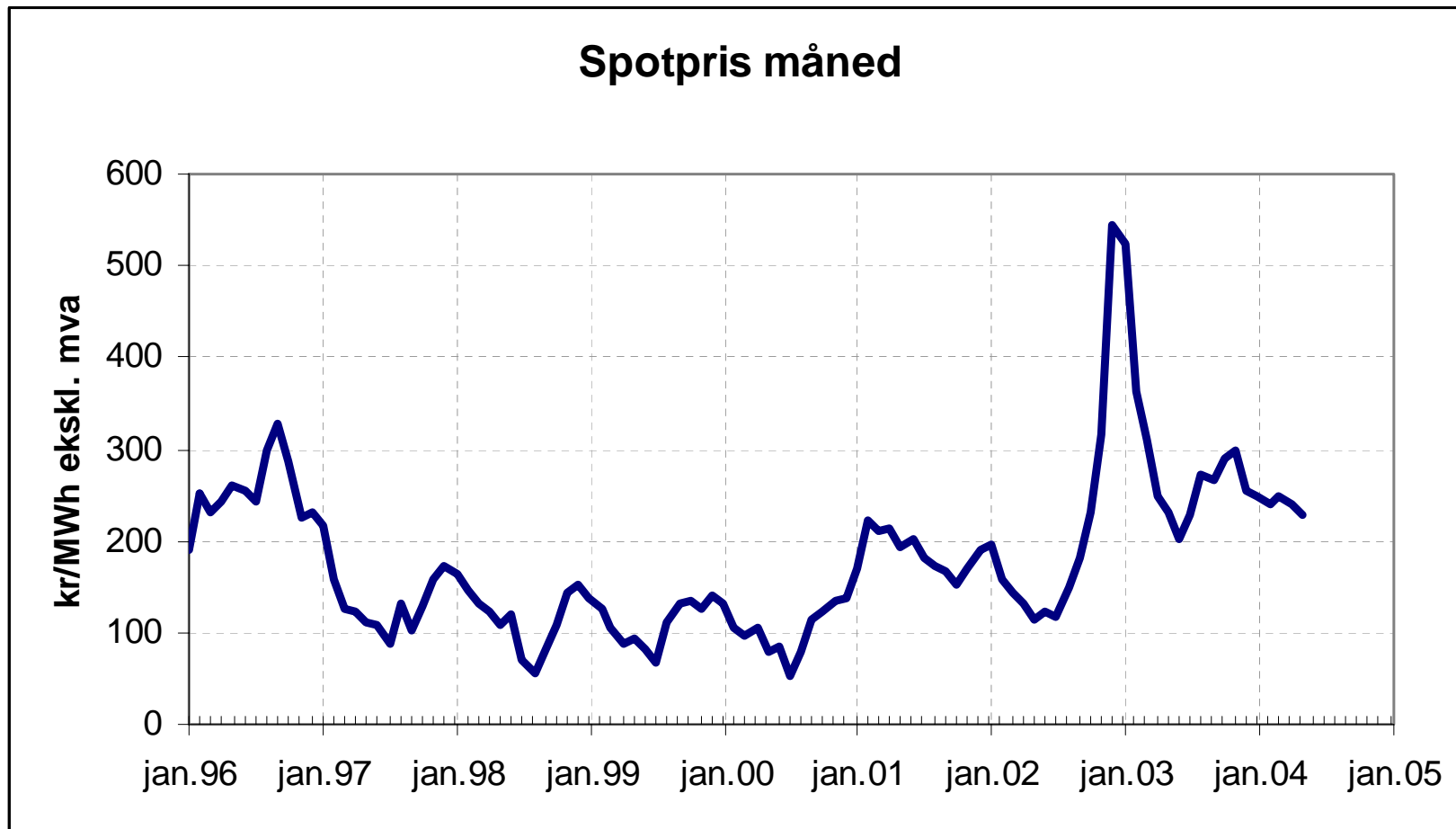
- Hvilken kvalitet (temperatur) og leveringssikkerhet som tilbys
- Kan man dekke alt varmebehovet til kunden, eller skal man kun levere når det er tilgjengelig varmepumpeenergi?
- Hvilken energipris kunden har i dag
- Ombyggingskrav og forstyrrelser for kunden

Mulig salgspris varme

- ❖ Hvis kunden har oljefyring i dag, er energiprisen rundt 50-60 øre/kWh inkl. mva. Hvis det skal være interessant for han å kjøpe varme fra kunstisanlegget, må prisen være lavere - minst 10-15%, dvs. 45-55 øre/kWh. Kunden må fortsatt drifte sitt eget anlegg.
- ❖ Full varmeleveranse med leveringsgaranti kan prises 15-20 øre/kWh høyere

Energipriser og tariffer

- ❖ Elprisen stabil høy siden "elkrisen" vinteren 2002-03. Energiledet er i dag på 22 øre/kWh. I tillegg kommer meglerpåslag og mva.



Nettleie

- ❖ Kuldeanlegg må normalt betale T3-tariff eller tilsvarende effekttariffer.
- ❖ Består av fast pris + effektledd + energiledd
- ❖ Ulike metoder for beregning av effektledd i de ulike nettselskaper

STØRRE NÆRINGSVIRKSOMHET (T3) - EKSEMPEL KRISTIANSUND

	BEGRENSNINGER		NETTLEIE	NETTLEIE	NETTLEIE
Tariff	Maks. uttak kW	Hovedsikring Ampere	Fastbeløp Kr/år	Effektledd Kr/kW	Energiledd Øre/kWh
T3	T.o.m 50 kW Over 50 kW	Fra 100 (63)	4 800.-	450.- 350.-	10.0 10.0

Betaler effektledd for gjennomsnittet av maksimaltoppene for de tre kvartalene med høyest effekttopp. Priser ekskl. mva og forbruksavgift, inkl. Enova-påslag 0,8 øre/kWh

Nettleie – eksempel Oslo

Tariffgruppe	Fastbeløp p (kr/år)	Effekt- trinn	Effektled d (kr/kW/ år)	Energiledd (øre/kWh)		
				Vinter 1 Uke 2 - 18	Sommer Uke 19 - 36	Vinter 2 Uke 37 -
Lavspenning - energitariff 230 V og 400 V	806,45	-	-	16,77	13,87	15,16
Lavspenning - effekttariff Anlegg med overbelastnings- vern fra og med: - 125 ampere ved 230 V - 80 ampere ved 400 V	5 000,-	0-200 kW	412,-	6,50	3,50	4,85
		200-1000 kW	364,-			
		> 1000 kW	316,-			
Høyspenning - effekttariff 11 kV og 22 kV	10 000,-	-	275,-	3,80	2,65	3,15

Priser ekskl. mva og forbruksavgift, inkl. Enova-avgift 0,8 øre/kWh

Nettleie

- ❖ **Effektkostnader kan utgjøre en stor del av kostnadene – over 300.000 kr/år i større anlegg. Effektivokter kan være en god investering.**
- ❖ **En eller flere av kjølemaskinene bør dekkes med uprioritert kraft når det er varmepumpe.**
- ❖ **Risiko ved utkobling, men dette skjer normalt sjelden og gjerne i kuldeperioder.**
- ❖ **Skøytemiljøet bør jobbe for å få etablert en egen særtariff for denne type anlegg – som ikke er i drift når det er størst belastning i nettet, som kan kobles ut i perioder for eksempel ved vedlikehold av nettet.**

Nettleie - varmepumper

- ❖ Varmepumpen dekker en oppvarmingsfunksjon og det er brenselfyrt reserve i anlegget, enten hos kunden eller i energisentralen
- ❖ Vilkårene er tilstede for uprioritert kraft
- ❖ Risiko – kan få utkobling når varmepumpen er i drift med følge at man mister inntekter
- ❖ Fordelen er lavere nettleie

Forbruksavgift

- ❖ Det må normalt svares for forbruksavgift på 9,67 øre/kWh ekskl. mva for alt forbruket i et anlegg – kreves inn over nettleien.
- ❖ Nye regler forventes vedtatt i rev. nasjonalbudsjett – men i store trekk lik de gamle, men det innføres en lav sats på 0,45 øre/kWh for visse områder, blant annet i forbindelse med produksjon av fjernvarme.
- ❖ Varmepumpe i et fjernvarme/nærvarmenett vil dermed kunne få lav sats hvis driftsselskapet registreres under næringskoden for fjernvarme
- ❖ En av kjølekompressorene bør også få samme lavsats ettersom denne vil være knyttet til varmepumpedrift utenom issesongen (krever egen måler/abonnement)

Utvikling oljeprisen

Prisutvikling olje, 85% virkningsgrad i kjelen



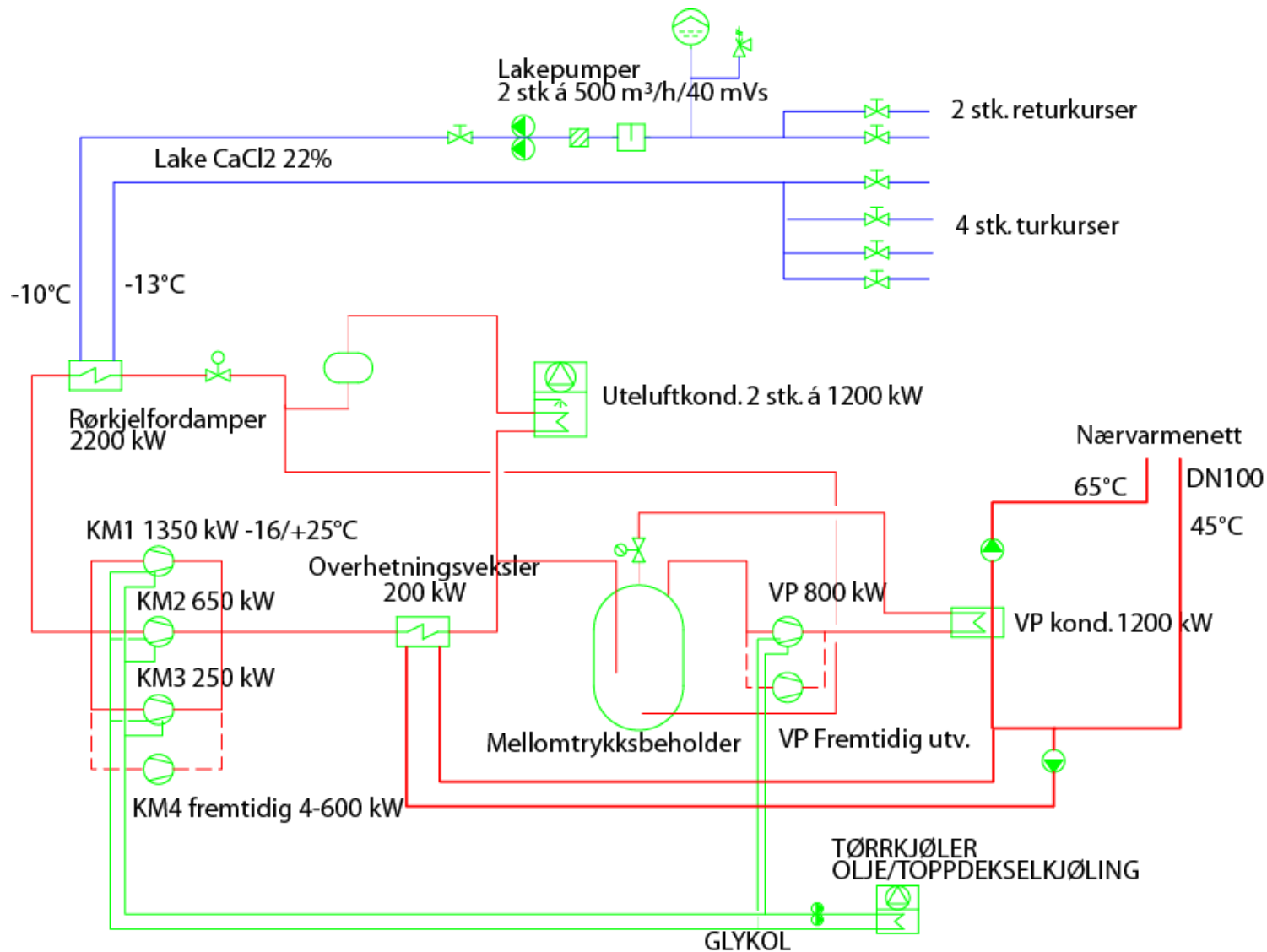
Konklusjon salgspris energi

- ❖ **Marginalkostnaden for produksjon av varme fra oljekjel er i dag ca. 55 øre/kWh inkl. mva**
- ❖ **Uprioritert kraft ligger på omtrent det samme nivået – rimeligste alternativ for kunden er da 55 øre/kWh.**
- ❖ **For salg til egne bygg er derfor dette en akseptabel energi.**
- ❖ **For salg til andre, må det innrømmes en rabatt på 6-8 – øre/kWh.**
- ❖ **Hvis det installeres full backup i energisentralen kan man ta ytterligere 15 øre/kWh i tillegg.**

Prinsipper for varmegjenvinning

- ❖ **Hettgassvarme** kan tas ut i alle anlegg – normalt begrenset opp til 150-300 kW avhengig av anleggets størrelse. Kan gi varme med temperaturer opp til 65-70°C. Krever egen varmeveksler installert. Kan brukes til prepareringsvann. "Gratis" energi.
- ❖ **Oljekjøler skruekompressorer** – 60-120 kW, temperatur opp til 50-60°C. I alle anlegg med skruekompressor. "Gratis" energi
- ❖ **Lavtemperatur kondensatorvarme** ved 25-30°C. Kan gi varme opp til 22-25°C. Egen kondensator må installeres. Kan benyttes til oppvarming av kunstgress, gatevarme etc. "Gratis" energi.
- ❖ **Varmepumpe** – hever temperaturen opp til 70°C. Kan installeres i alle anlegg med ammoniakk. Avgitte varmeeffekter er kun begrenset av størrelsen på anlegget og varmemottagere. Varmepumpe har effektfaktor på omtrent 5, dvs. den avgir fem ganger så mye varme som den bruker av strøm.

Systemløsning med varmepumpe

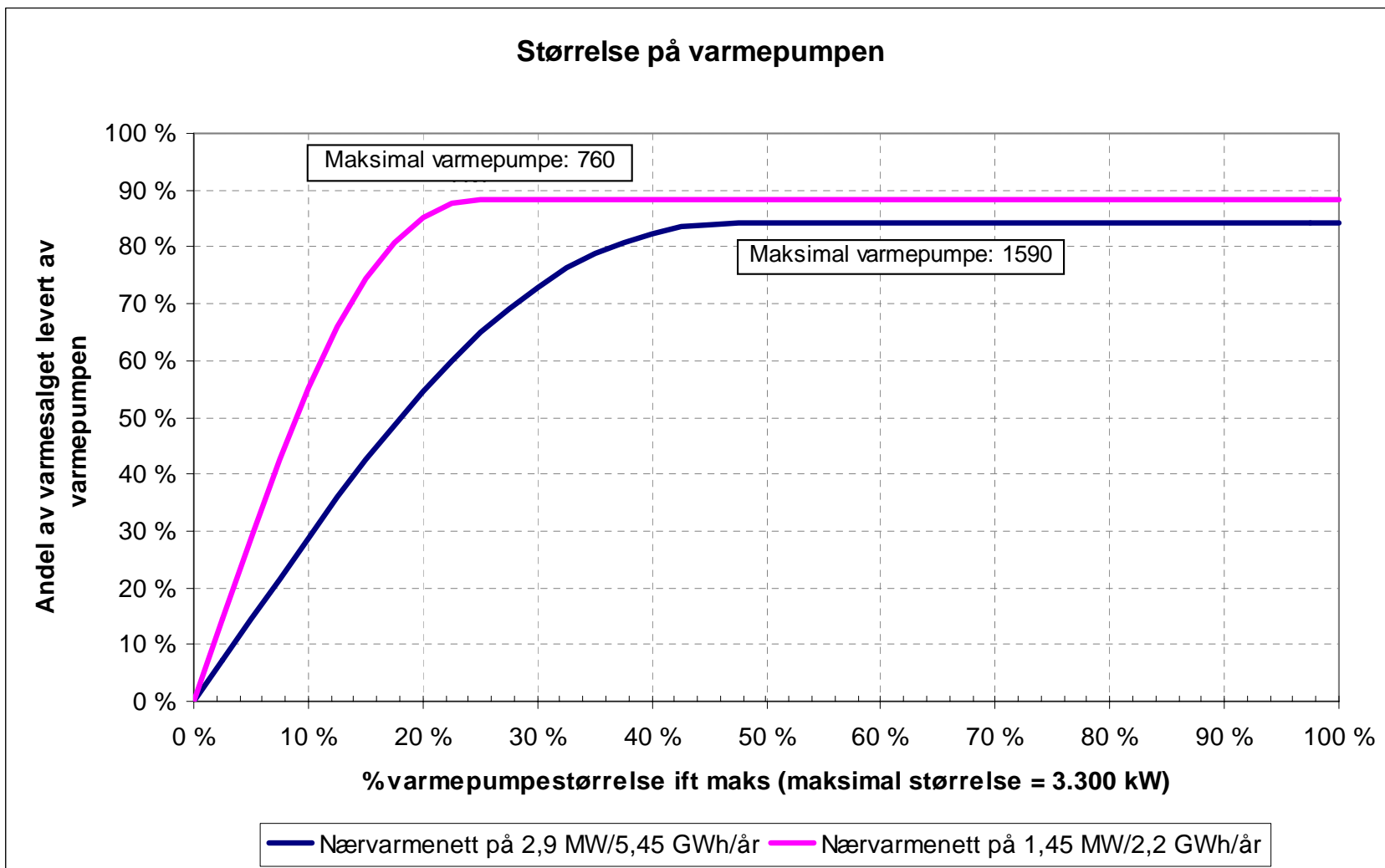


Varmepumpe - investeringer

- ❖ De fleste utendørs kunstisanlegg benytter ammoniakk som kuldemedium – det er derfor gunstig å benytte 40-bars kompressorer som kan løfte varmen opp til rundt 70°C. Leveres i dag i størrelser opp til 900 kW avgitt varmeeffekt på en enkelt kompressor.
- ❖ Ved installasjon sammen med nytt anlegg er merkostnaden i området 1300-1600 kr/kW ekskl. mva. Etterinstallering vil koste betydelig mer, sannsynligvis i området 2-3000 kr/kW.



Hvor stor skal varmepumpen være?



Konklusjon størrelse på varmepumpe

- ❖ **Må tilpasses varmebehovet**
- ❖ **Økonomisk optimal størrelse i området 30-40% av effektbehovet til oppvarming i nærvarmenettet**
- ❖ **Bør aldri være større enn at den utnytter halvparten av tilgjengelig overskuddsvarme**

Nærvarmenett

- ❖ Store forbrukere i nærheten er det ideelle, men en sjeldenhet for kunstisanlegg
- ❖ Skoler, idrettshaller, svømmehaller, sykehjem etc. er gunstige mottagere for varme
- ❖ Kartlegging av energi- og effektbehov, traséer, ombyggingskostnader etc. er viktig for å finne lønnsomheten og investeringskostnadene for et anlegg.
- ❖ Rørkostnadene er ofte betydelige. Legging i samme grøft som andre installasjoner er fordelaktig. Legg alltid rør før en veg asfalteres!
- ❖ Rimeligere rør som preisolerte plastrør (Wirso Ecoflex og tilsv.) kan med fordel benyttes i mindre nett og traséer til bygg med mindre varemehov. Kan benyttes for effekter opp til 830 kW ($DT=20\text{ K}/200\text{ Pa/m}$). Rørpriser ned mot 1000 kr/m grøft for større lengder for den største dimensjonen. I tillegg grøftkostnader og evt. asfaltering.



Nærvarmenett – mer enn bare rør

- ❖ **Distribusjonsnett**
- ❖ **Undersentraler (varmevekslere i hvert bygg)**
- ❖ **Energimåling/fakturering**
- ❖ **Styring, regulering, overvåking**
- ❖ **Servicekostnader**
- ❖ **Pumper, vannbehandling etc.**

Nærvarmenettet på Marienlyst

❖ Leverer i dag varme til:

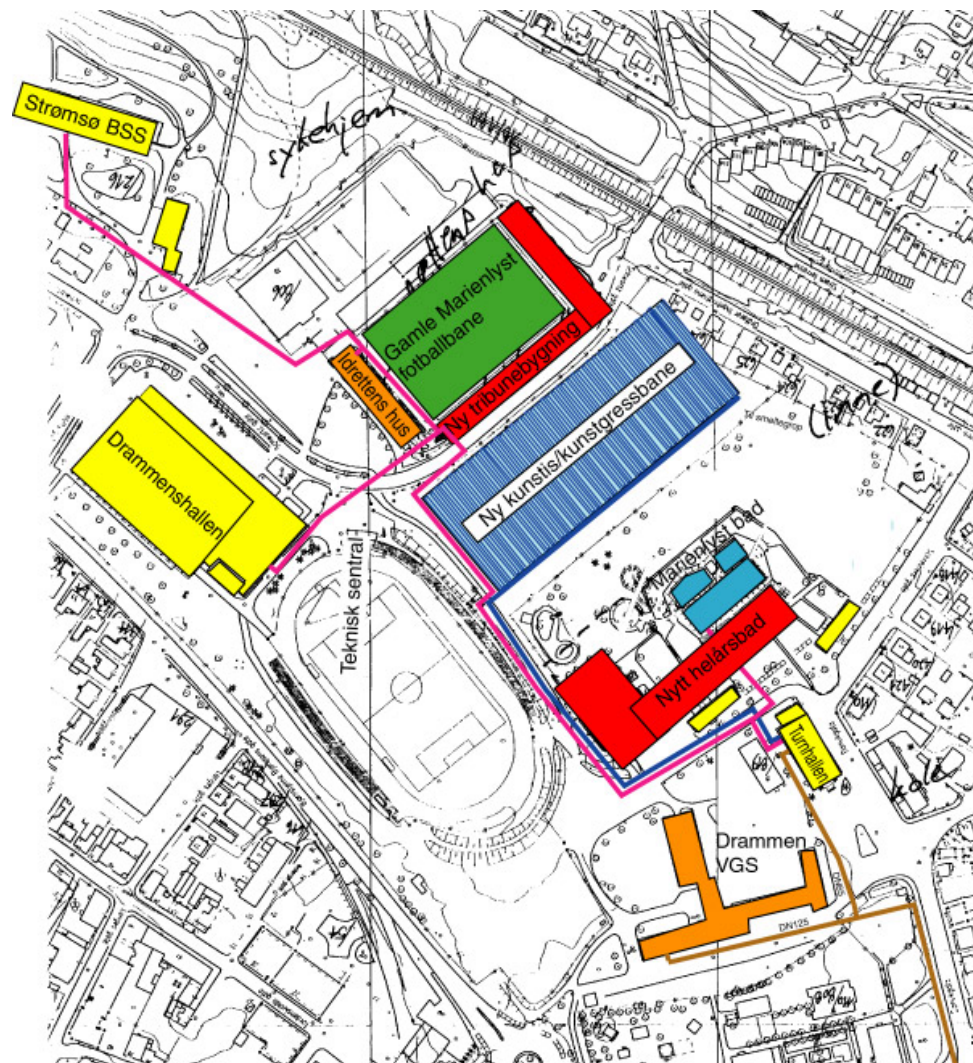
- ◆ Drammenshallen
- ◆ Nytt Tribunebygg
- ◆ Gamle Marienlyst gressbane
- ◆ Undervarme kunstis
- ◆ Gatevarme
- ◆ Prepareringsvann
- ◆ Marienlyst utebad

❖ Ikke fullført:

- ◆ Strømsø BSS

❖ Lagt på is:

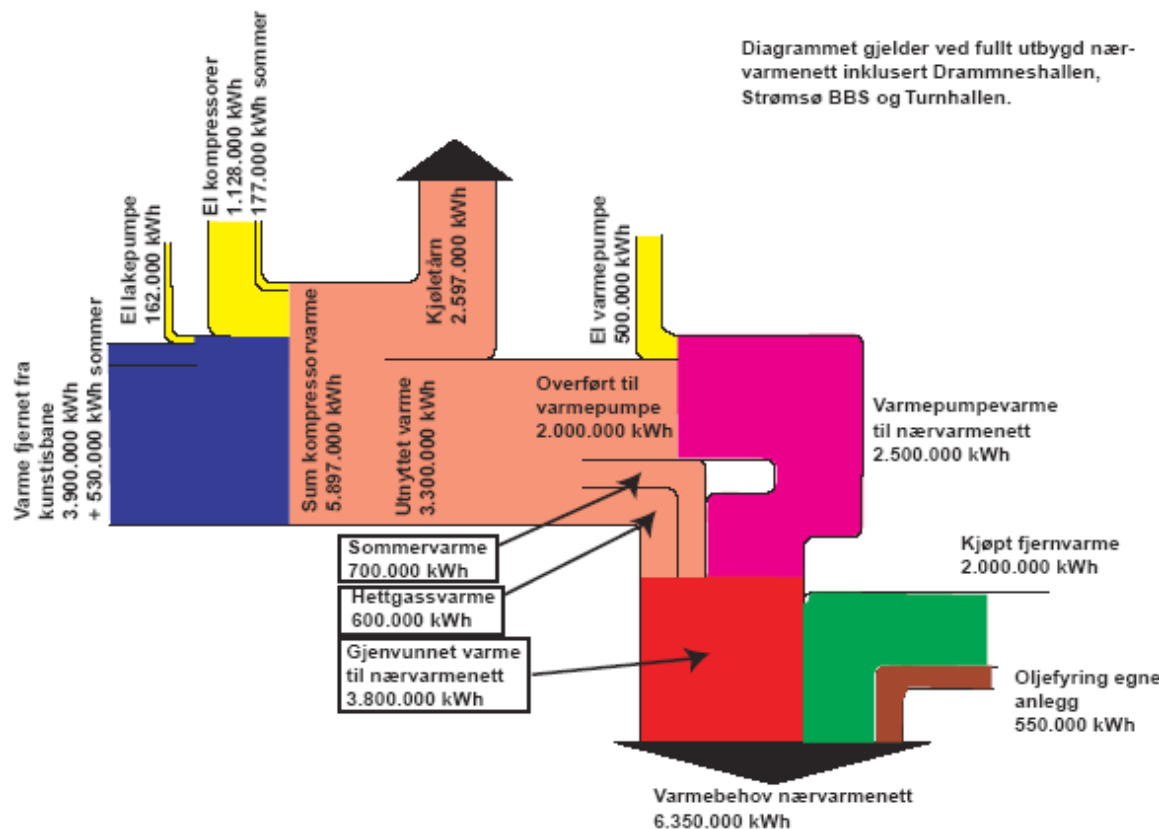
- ◆ Ny helårsbad



Erfaringer fra Marienlyst kunstisbane

- ❖ Politikerne trodde de fikk et anlegg som produserte ubegrenset varme til nesten ingen kostnad.
- ❖ Nærvarmenettet ble planlagt bygget ut for å dekke langt flere bygg enn det som i dag er tilkoblet. Blant annet blir ikke det nye badet bygget, samt en kurs til et nærliggende sykehjem.
- ❖ Samarbeid med lokalt fjernvarmeselskap vanskelig – de var ikke interessert i å kjøpe overskuddsvarme eller på noen annen måte bidra til realisering av nærvarmenettet.
- ❖ Sommerdriften fungerer meget bra.
- ❖ Vanskelige anlegg å få til å gå helautomatisk. Behov for tett oppfølging pga stopp i kompressorer på grunn av ulike alarmer.
- ❖ Lavtrykkskompressorene i Drammen er litt som store for sommerdriften. Det er derfor fordelaktig å ha en lavtrykkskompressor tilpasset varmepumpedrift om sommeren.
- ❖ Den første hele driftssesongen (2003) viser tall som stemmer bra overens med prosjekterte verdier mht energikjøp og salg.

ENERGIFLYTSKJEMA MARIENLYST KUNSTISBANE MED VARMEPUMPE



Finansiering av varmepumpe/nærvarmenett

- ❖ Målet med bygging av nærvarmenettet er at det skal være så lønnsomt at det gir nettobidrag til driften og at det helst gir inntekter store nok til å dekke kunstisbanens energikostnader (og litt til...)
- ❖ Sikre avtagere er viktig. Samtidig er det helt nødvendig å tilpasse lokale varmeanlegg til å utnytte relativt lavtemperert varme
- ❖ Enova kan gi støtte til både varmepumpe og nærvarmenett
- ❖ For å få støtte til varmepumpeanlegget er det et krav om at energibesparelsen i anlegget skal være minst 2 GWh/år. For distribusjonsnettet er kravet 1 GWh/år.
- ❖ Søkt støttebeløp må være under 20% av anleggsinvesteringene, og helst gi flest mulig sparte kWh pr støttekrone.
- ❖ For lønnsomme og ulønnsomme anlegg støttes ikke.
- ❖ Støtten må være av utløsende karakter
- ❖ NB! Investeringer i varmepumpe vil normalt gi svært god lønnsomhet i mange anlegg hvis man kun ser på varmepumpeinvesteringene isolert. Det er derfor viktig å trekke inn andre relevante kostnader. For eksempel vil banen fungere som en solfanger utenom issesongen. Derfor kan for eksempel en andel på 7/12 av lakerørinstallasjonene med toppdekke og for eksempel sporet asfalt tillegges varmepumpen. Likeledes en andel av kuldeinstallasjonene (ca. 20%) og teknisk bygg (20%) legges til investeringsbudsjettet for varmepumpen.

Oppsummering

- ❖ **Stort potensial med varmepumpe – men vil sjelden bli en gullgruve!**
- ❖ **Få og store forbrukere i nærheten er en fordel**
- ❖ **Varmepumpen må ikke dimensjoneres for stor! Tilpasses det nettet man har planlagt.**
- ❖ **Viktig å få gunstige tariffer – forhandle med nettselskapet**
- ❖ **Registrering av selskap som fjernvarmeprodusent i næringsregisteret gir en ytterligere lønnsom investering**
- ❖ **Vær realistisk og få med alle kostnader når det skal søkes om støtte fra Enova**