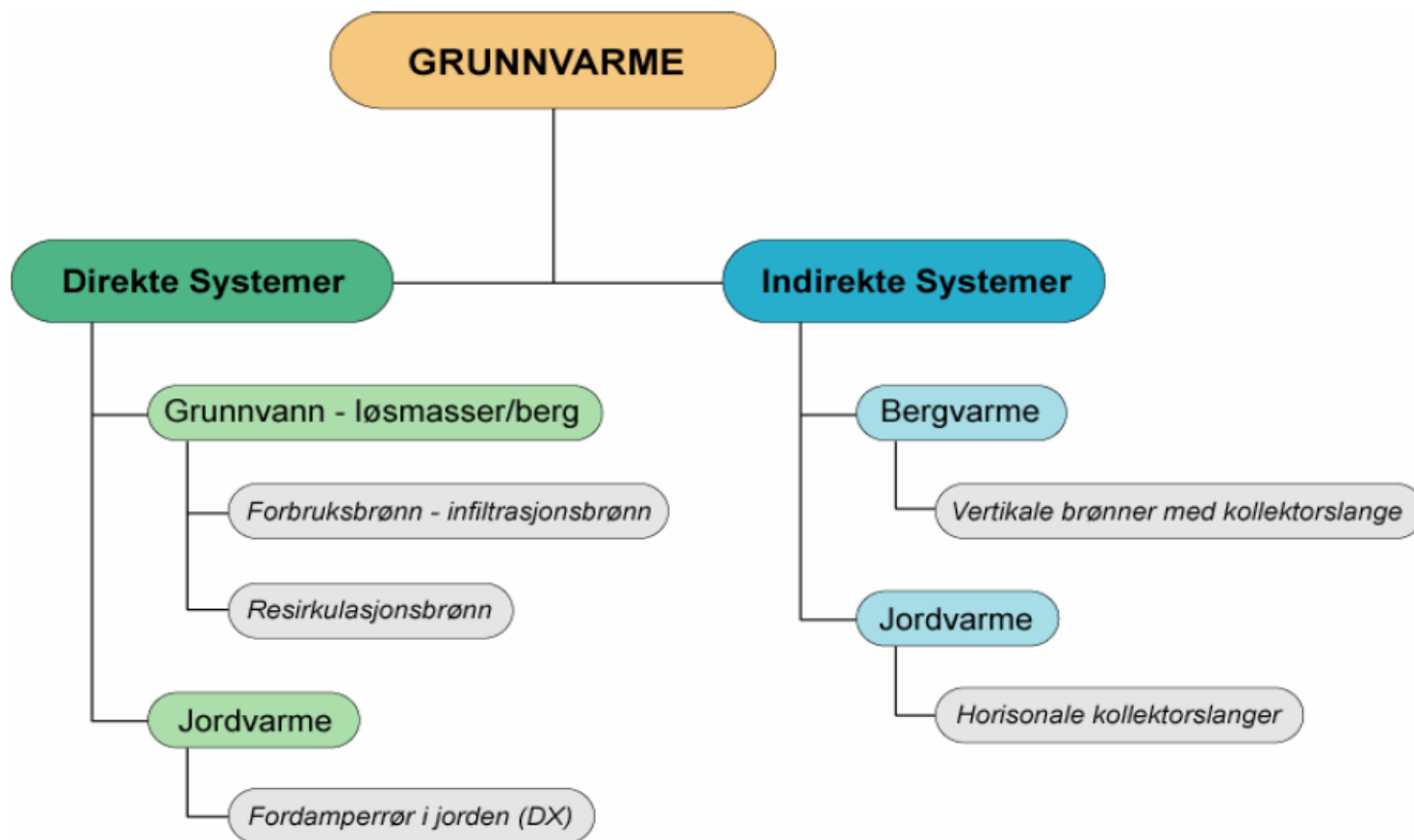


BOLIGVARMEPUMPER MED JORD SOM VARMEKILDE

Grunnvarme

Eksempel på klassifisering av grunnvarmeanlegg

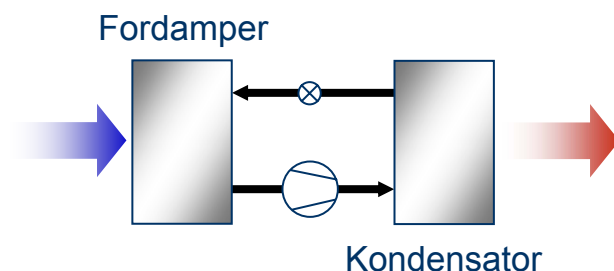


VARMEKILDE

Temperaturnivå i fyringssesongen

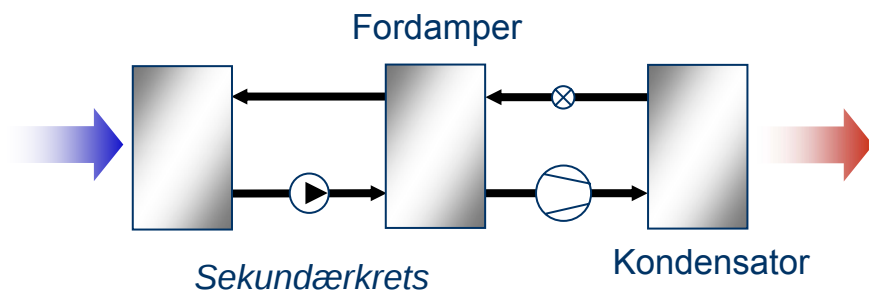
	-20°C		+25°C	
■ Sjøvann			3-8°C	
■ Grunnvann			4-8°C	
■ Grunnvarme		-3-8°C		
■ Ferskvann		0-4°C		
■ Jordvarme		0°C		
■ Uteluft	-20 til 10°C			
■ Ventilasjonsluft				10-25°C
■ Avløpsvann/kloakk			3-10°C	
■ Spillvann (industri)				>15°C

Varmeopptakssystemer – klassifisering



■ Direkte system

- Varmekilden er i **direkte kontakt** med varmepumpens fordamper
- Eksempel – uteluft som avkjøles i et lamellbatteri (luftkjøler)



■ Indirekte system

- Varmekilden og varmepumpens fordamper er koblet sammen med en **sekundærkrets**
- Varmen overføres ved hjelp av en sirkulerende frostvæske (etanol, etylenglykol, saltlake)

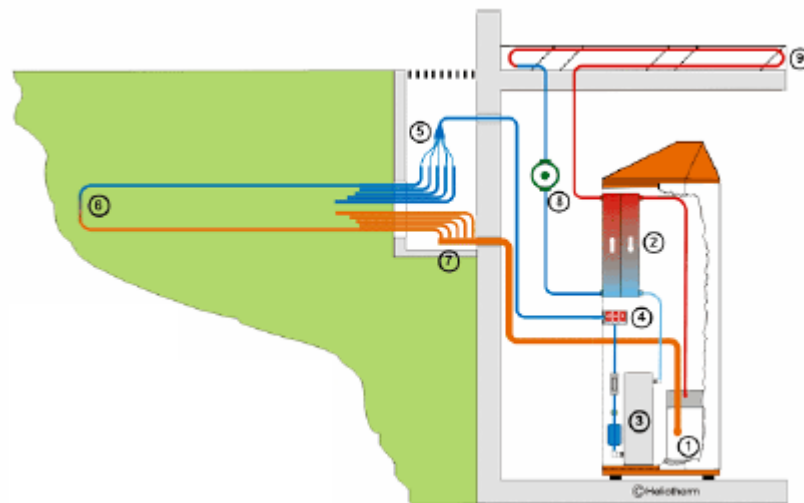
Jordvarme – direkte system

■ Utforming og installasjon

- Plastbelagte fordamperrør (flere kurser) legges horisontalt i jorden
- Leggedybde ca. 80 til 150 cm

■ Karakteristika

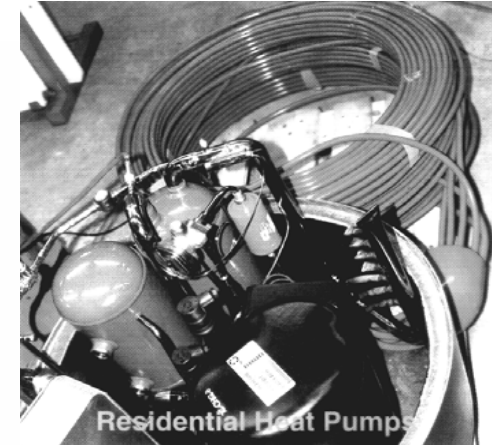
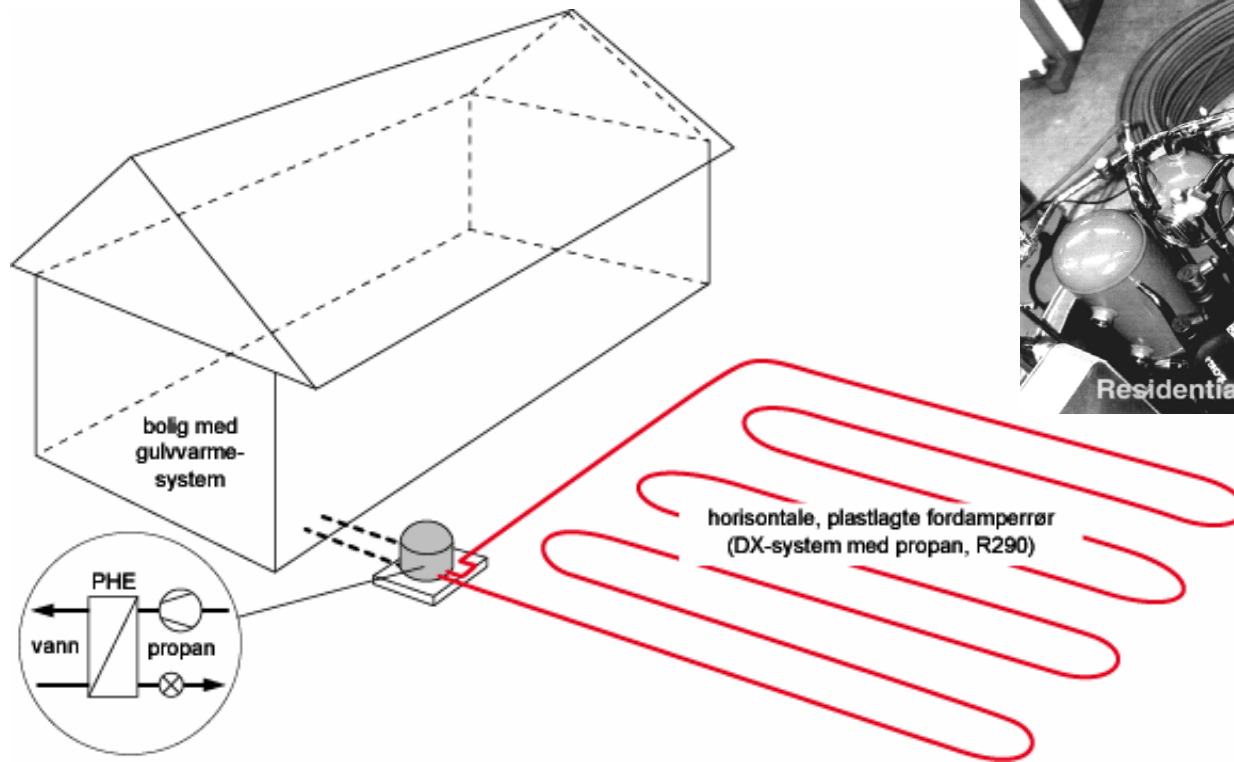
- Fare for lekkasje og havari hvis fordamperrørene skades
- Stor arbeidsmediefylling – det bør kun brukes propan el. CO_2
- Viktig med god oljeretur
- Oppnår høyere fordampnings-temperatur og COP enn indirekte systemer med kollektorslange
- Lite brukt systemløsning



Fra Hermann Halozan, Østerrike

Jordvarme – direkte system

Eksempel – Propanvarmepumpe fra Østerrike



- Plastlagte fordamperrør (flere kurser) – propan (R290) som arbeidsmedium
- Av hensyn til sikkerheten plasseres varmepumpeaggregatet utendørs

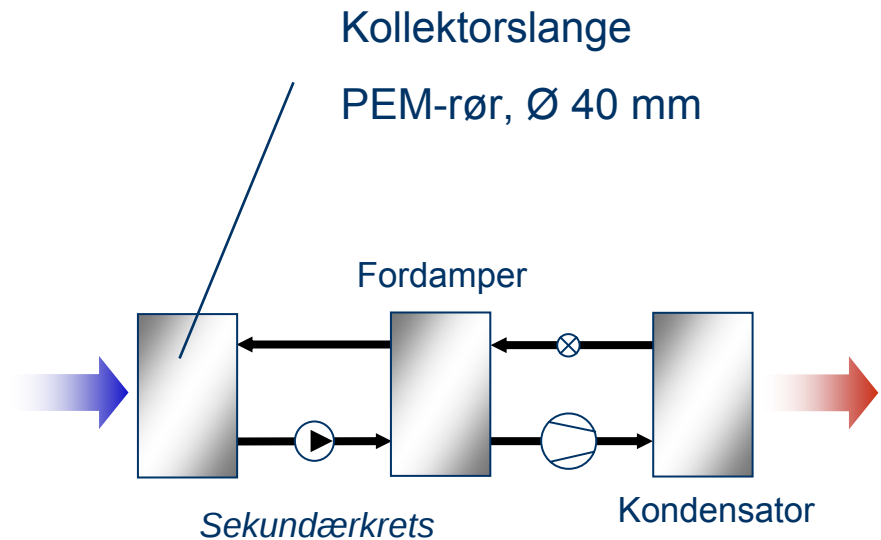
Jordvarme – indirekte system

■ Prinsipp – virkemåte

- Bruk av en ekstra varmevekslerkrets (sekundærkrets) mellom varmepumpen og varmekilde (jord)
- Sirkulerende frostvæske (etanol) overfører varme fra varmekilden til varmepumpens fordampner

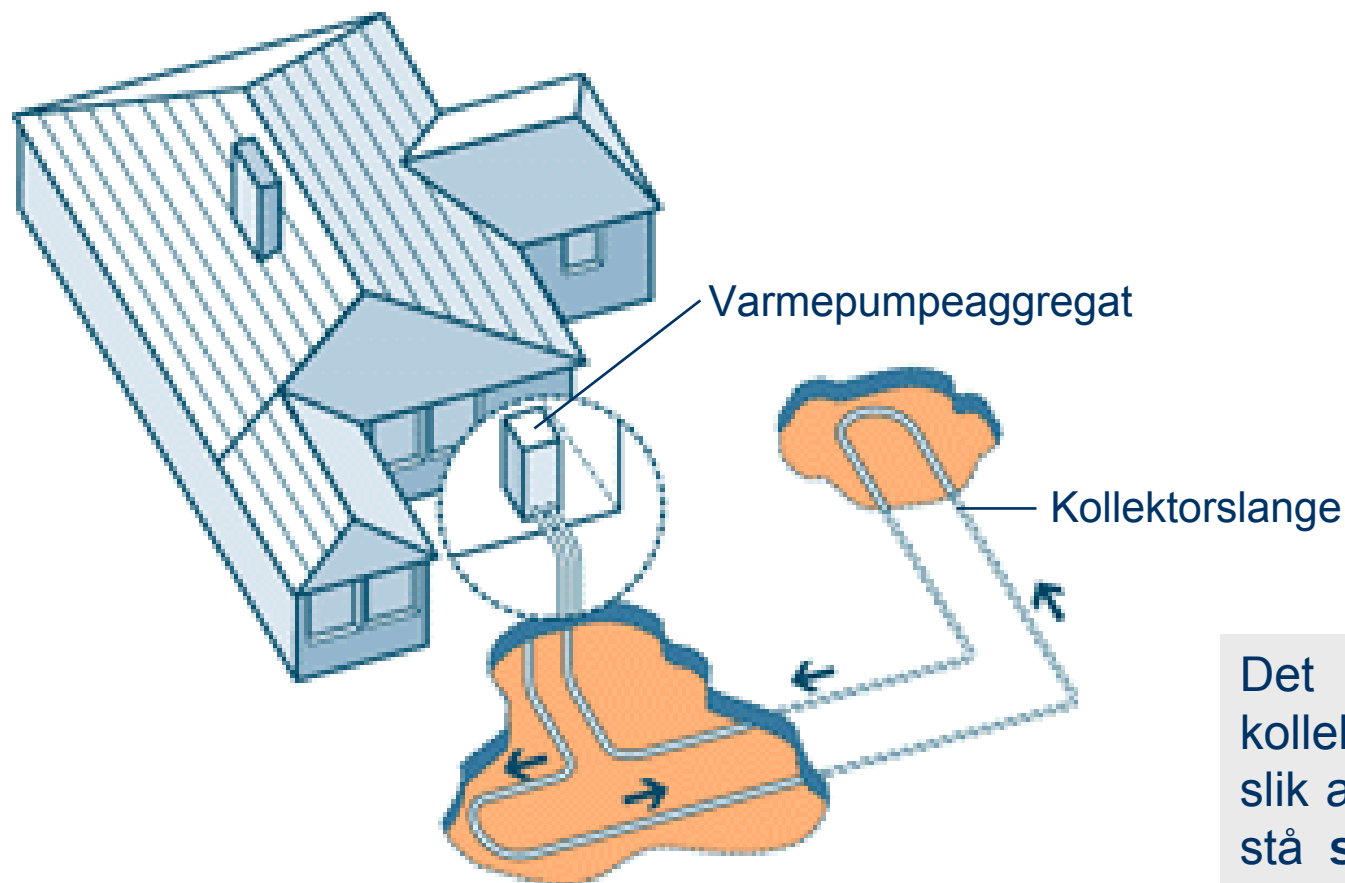
■ Karakteristika

- Gir noe lavere midlere fordampningstemperatur og lavere COP enn direkte system
- Bruker væske/vann-aggregat med minimal mediefylling
- Gir høy driftssikkerhet



Jordvarme – indirekte system

Bruk av sekundærsystem – kollektorslange påfylt frostvæske



Det er svært viktig at kollektorslangen legges slik at det ikke kan oppstå **setningsskader** på huset grunnmur osv.!

Levetid for væske / vann-varmepumper

Stabile driftsbetingelser medvirker til lang levetid



- Roger Jansen, i Norges første varmepumpebrochure - 1978



"Varmer hele huset og alt det varme vannet vi behøver."

– Jeg installerte jordvarme i mitt nye hus sommeren 1978. Varmebehovet for huset er 11 kW og jordvarmen rekker både til det og til masse deilig varmtvann for bad og kjøkken.

Jeg hadde 500 kvm tomt å grave ned jordslangen på, og det er tilstrekkelig til å gi anlegget nok tilskuddsvarme.

Økonomisk er det også.

Investeringskostnaden er høy, men det sparer man inn. Driftskostnadene er bare 40% av hva det skulle ha kostet med olje eller elektrisk.

Roger Jansen, Fredrikstad, Norge



"Bra om sommeren også varmer vannet i svømmebassenget."

Aimo Virtanen installerte AGA Thermia varmesystem i sitt hus høsten 1978 på 340 kvm og har svømmebasseng.

– Jeg synes det er utrolig å klarer både oppvarming av husvann også for svømmebassenget når utetemperaturen er under null grader. Her i Pargas synker temperaturen så lavt at man trenger tilleggsvarme. Det er meget viktig at jeg får rikelig varmtvann også til svømmebassenget.

Damene i familien er like fornøyd med den varmekomfort vi får med Thermia varmepumpesystem.

Aimo Virtanen,

**NORMANN
ETEK AS**
Varmepumper sparer energi og miljø

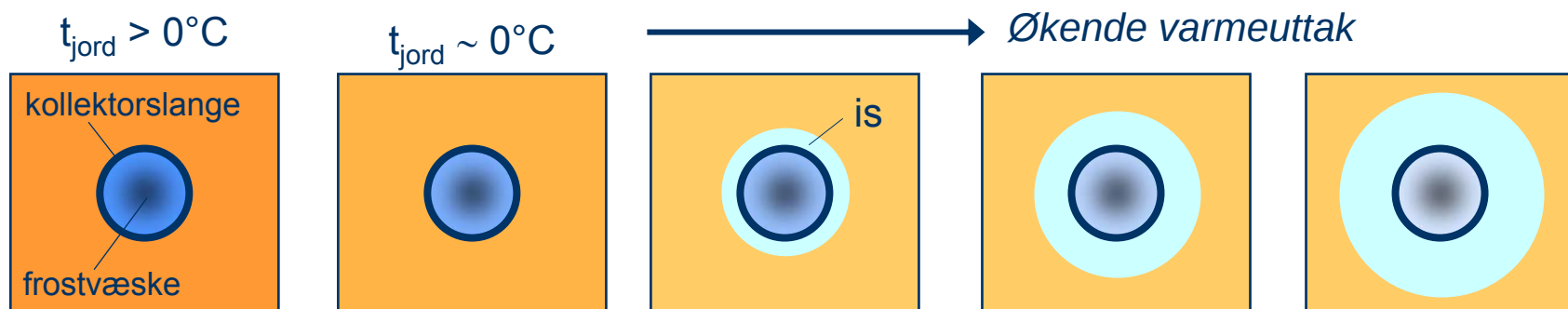
Roger Jansen, 2005



Jordvarme – indirekte system

Varmeuttak med jordvarmekollektor

- Installasjon av ekstra varmevekslerkrets – kollektorslange
 - Plastrør (PEM, Ø 40 mm) – maks. ca. 400 meter rør per kurs (pga. trykktap)
 - Leggedybde ca. 80 til 150 cm med minimum 1-2 meters innbyrdes avstand
- Varmeuttak 15 til 30 W per meter kollektorslange
 - 5 kW varmeytelse $\approx$ 3,6 kW fordamperytelse $\rightarrow$ 15 W/m gir ca. 240 m rør
- Varmeuttak bestemt av jordsmonnets beskaffenhet
 - Det meste av varmen hentes ut ved utfrysing av vann
 - Høyt fuktinnhold er gunstig (myr, matjord, leire m.m.) – tørr sandjord lite egnet

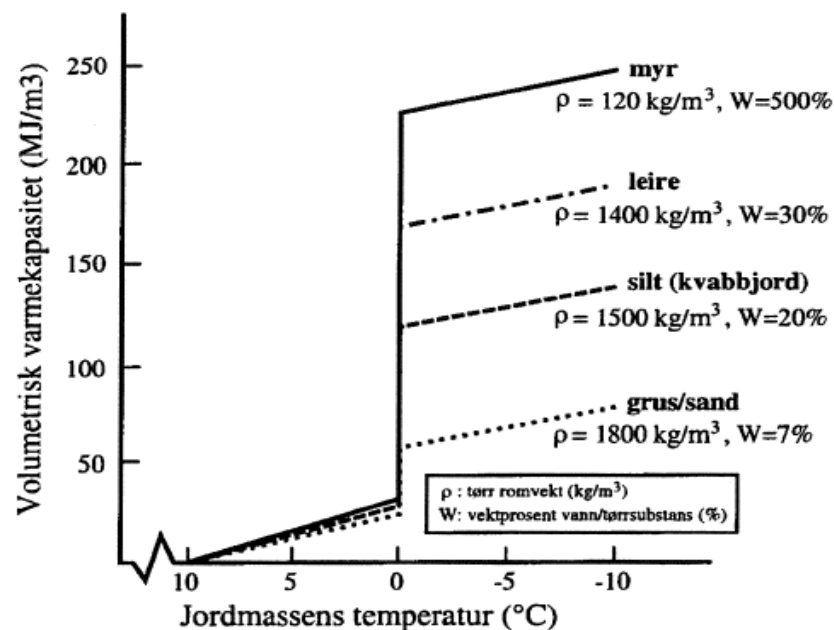


Termofysikalske data for jordmaterialer

Spesifikk varmekapasitet, varmeledningsevne m.m.

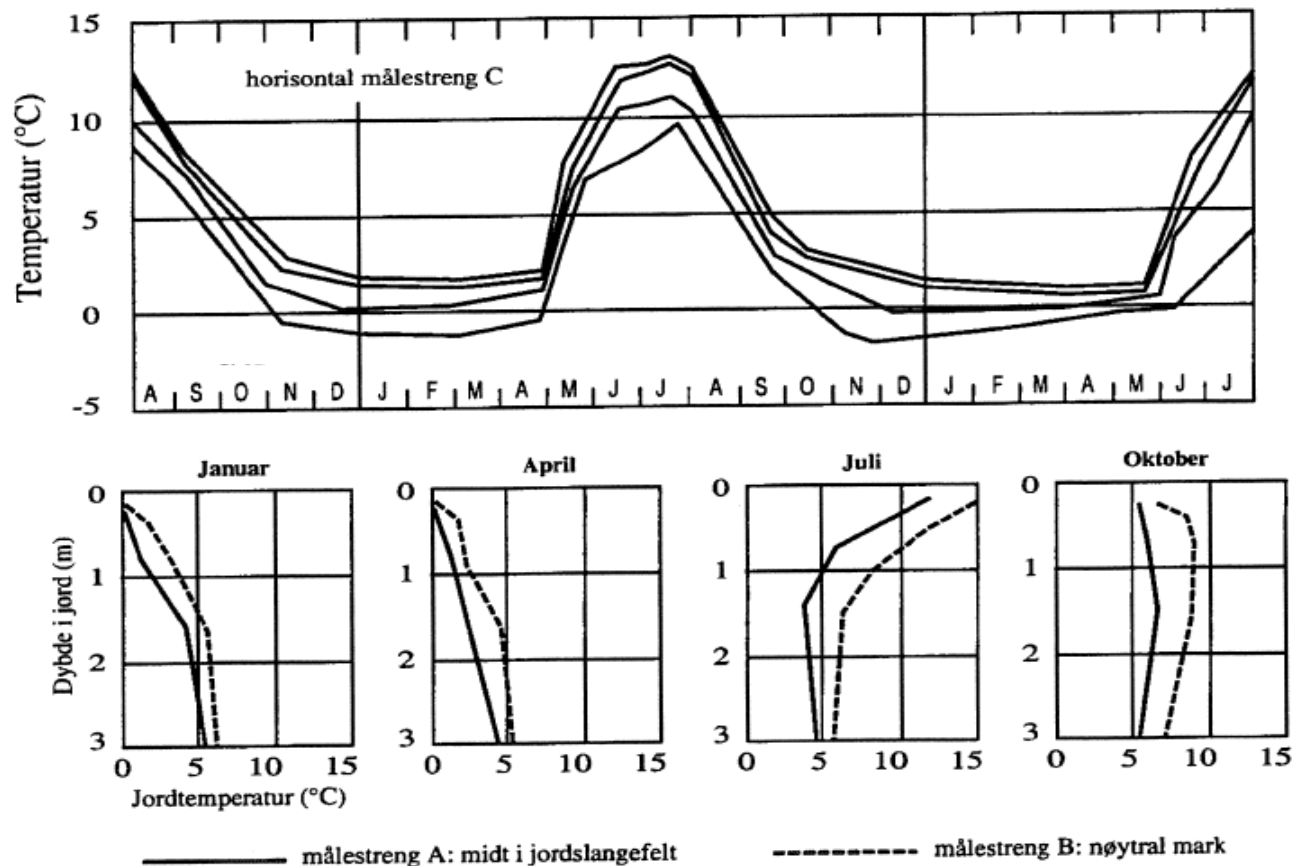
	Grus	Sand	Silt	Leire	Myr
Tørr romvekt [1000 kg/m ³]	1,8-2,1	1,7-2,0	1,4-1,8	1,2-1,6	0,05-0,2
Vektprosent W [%]	2 - 6	4 - 12	10 - 30	20 - 40	250-1500
Varmelednings- evne [W/mK]*	0,7-1,8	0,8-1,8	1,7-2,8	1,6-2,4	0,3-2,0
	1,0-2,0	1,1-2,2	1,0-1,7	0,9-1,4	0,3-0,5

**Verdier for hhv. frosset (øverst) og ufrosset (nederst)*



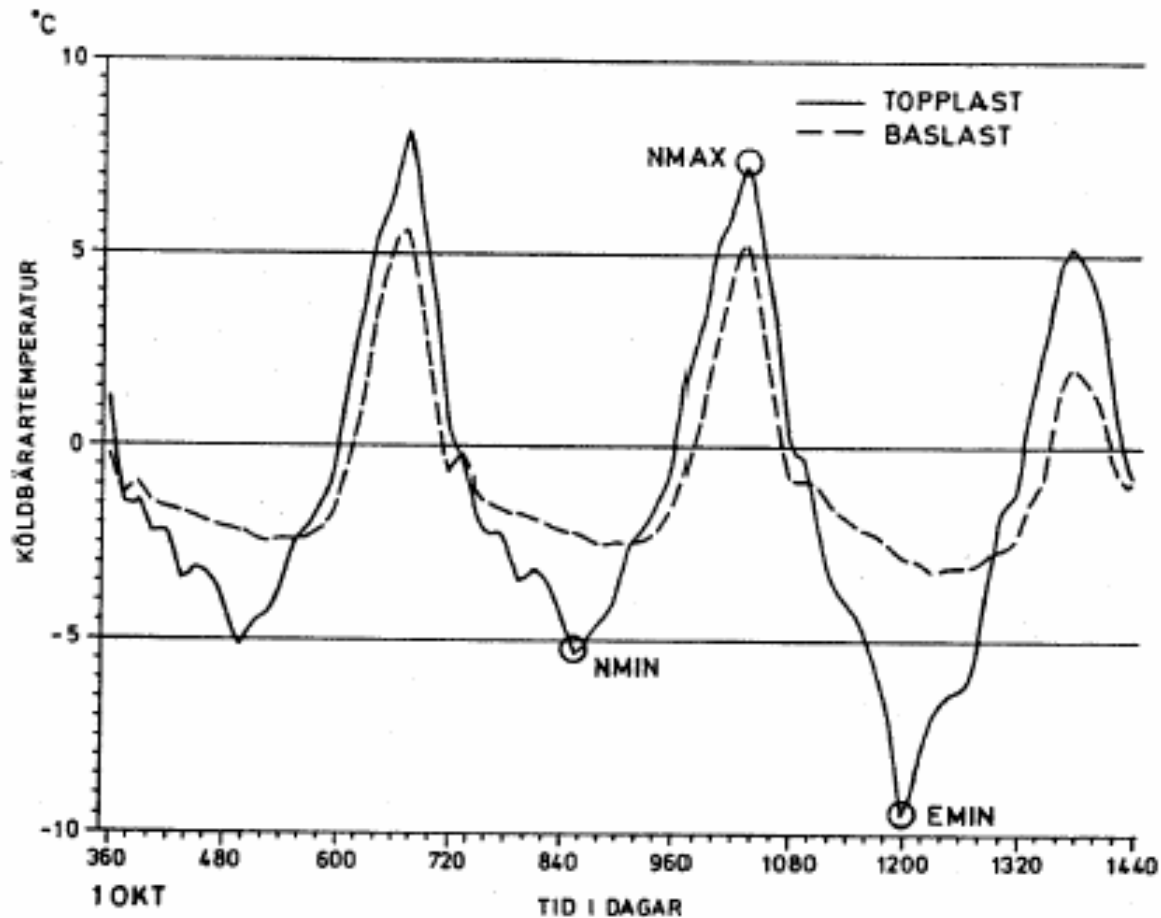
Temperaturvariasjoner i jordsmonnet

Ø40 mm rør, 75 cm dyp, 1,3 meter deling (SINTEF)



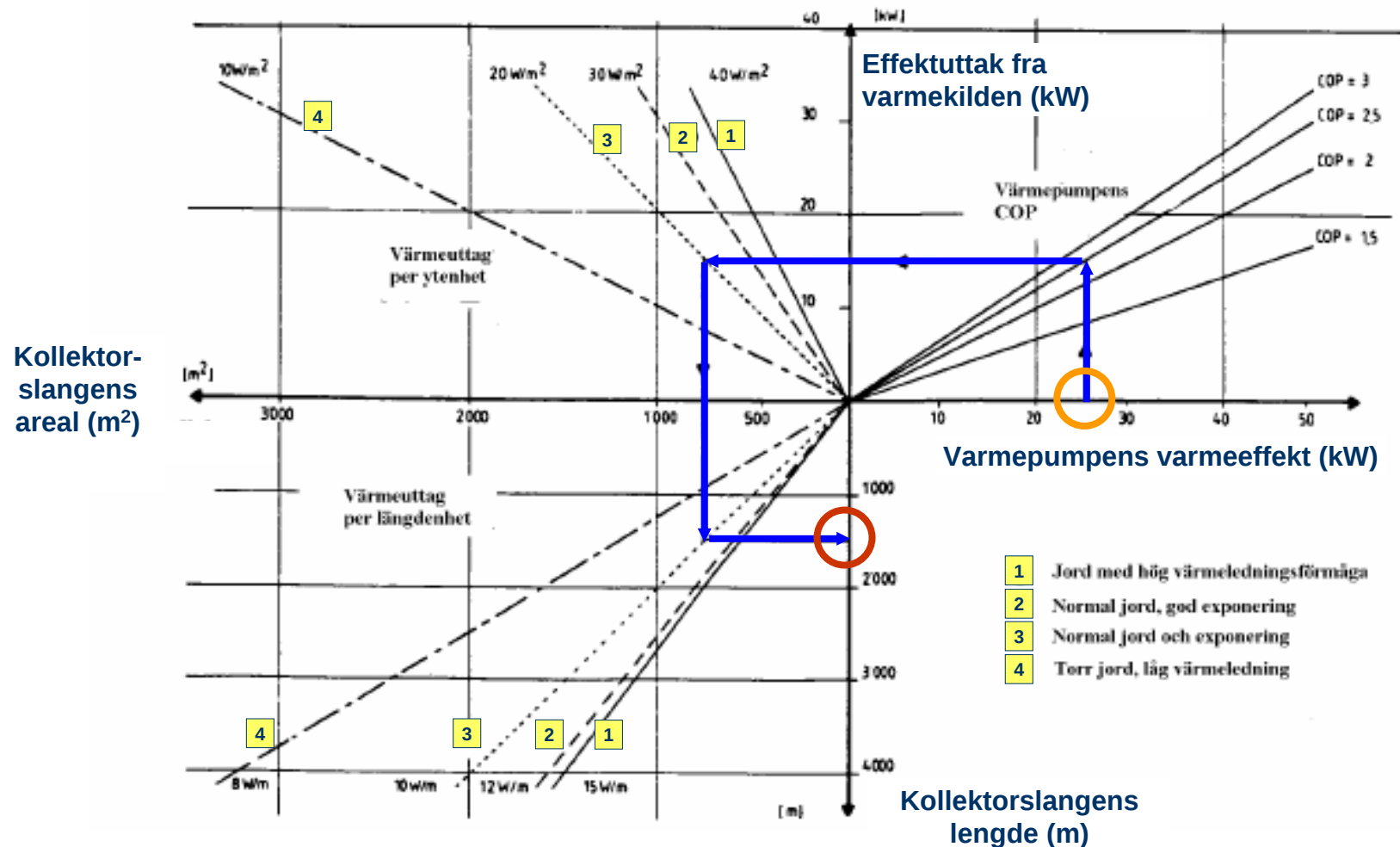
Temperaturer i kollektorsystemet

Eksempel på temperaturvariasjoner (SP, Sverige)



Kollektordimensjonering

Eksempel på diagram for dimensjonering (SP, Sverige)



Jord, grunnvarme og vann som varmekilde

Indirekte anlegg med kollektorslanger påfylt frostvæske

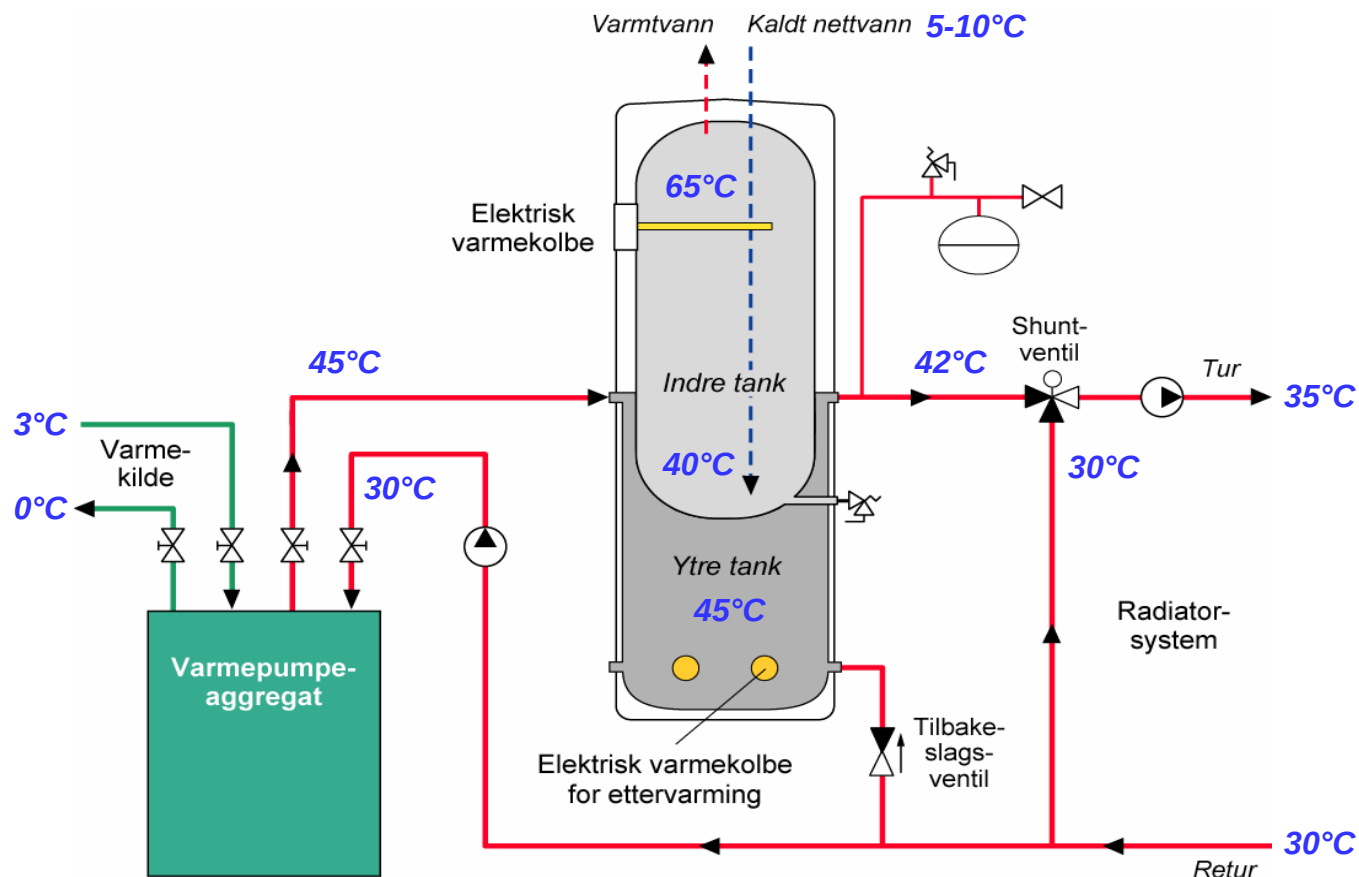
- Dekker romvarmebehovet via vannbårent varmedistribusjonssystem
- Forvarmer varmtvann eller dekker hele varmtvannsbehovet
- Tilleggsvarme (spisslast) fra panelovner, vedovn, el.kasset, oljekjel e.l.
- Kompressoren reguleres av/på
- Stabile driftsforhold og indirekte løsning gir lang levetid (>20 år)
- Gir 25-40% høyere årsvarmefaktor (SPF) enn luft/luft-varmepumper



1) Væske/vann-varmepumpeaggregat 2) Varmtvannstank 3) Akkumulatortank 4) Varmedistribusjonssystem 5) Ekspansjonskar 6) Styringsenhet

Væske / vann-varmepumpe

Forvarming av varmtvann – Dobbelmantlet varmtvannstank



- Varmepumpen forvarmer varmtvann i indre tank – ettervarming med el.kolber

Dobbeltmantlet varmtvannsbereder

Utførelse, egenskaper, fordeler og ulemper



■ Rimelig og enkelt system

- Akkumulatortank og varmtvannsbereder i integrert utførelse
- El.kolber for spisslast til varmedistr.system kan tilkobles nederst i ytre tank

■ Forvarmer varmtvann ved behov – hele året

- Ettervarming til min. 60°C med el. varmekolbe plassert øverst i indre tank

■ Forvarmetemperaturen avhengig av:

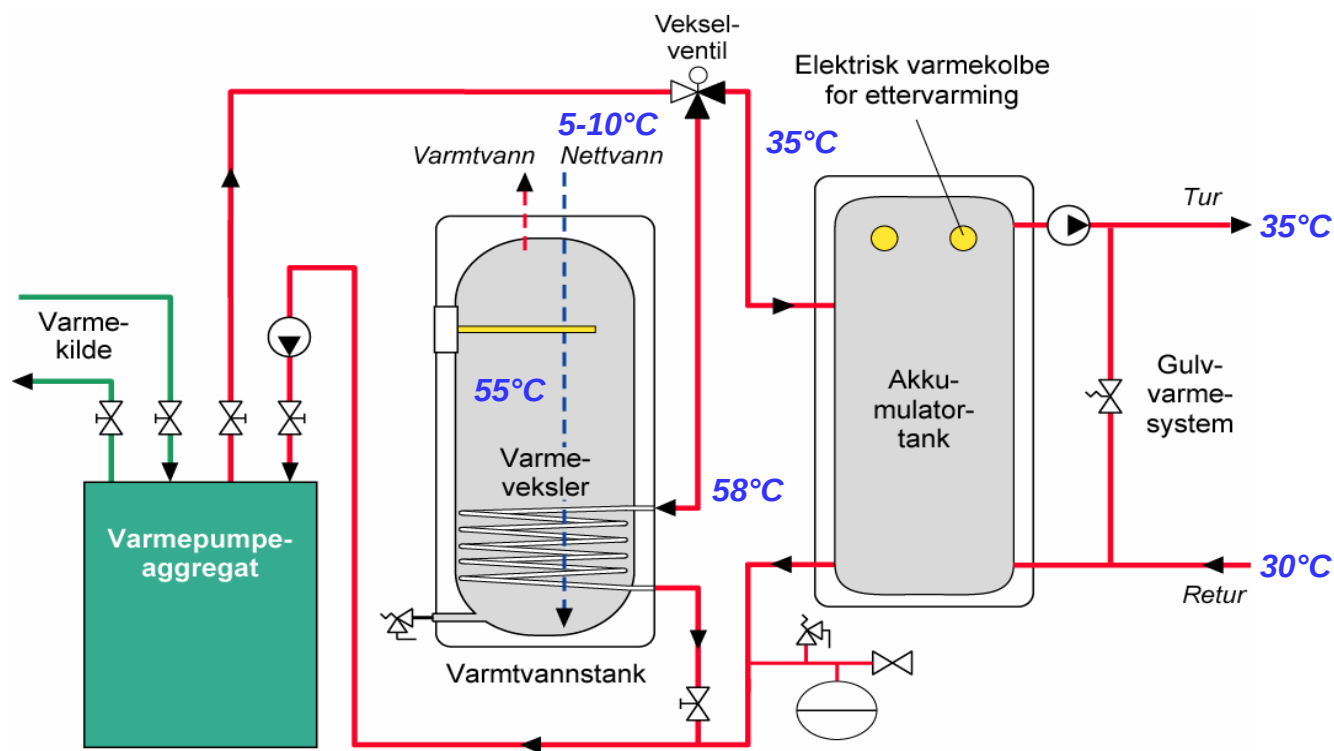
- Turvannstemperaturen fra varmepumpens kondensator (40–55°C)
- Temperaturdifferansen mellom ytre tank og nedre del av indre tank (<5 K)

■ Varmtvannsproduksjonen påvirker kondenseringstemperaturen

- Jo høyere forvarmetemperatur desto lavere COP (optimalisering)
- Systemløsning lite egnet ved bruk av lavtemperatur gulvvarmesystem
- Systemløsning lite egnet ved relativ store varmtvannsbehov

Væske / vann-varmepumpe

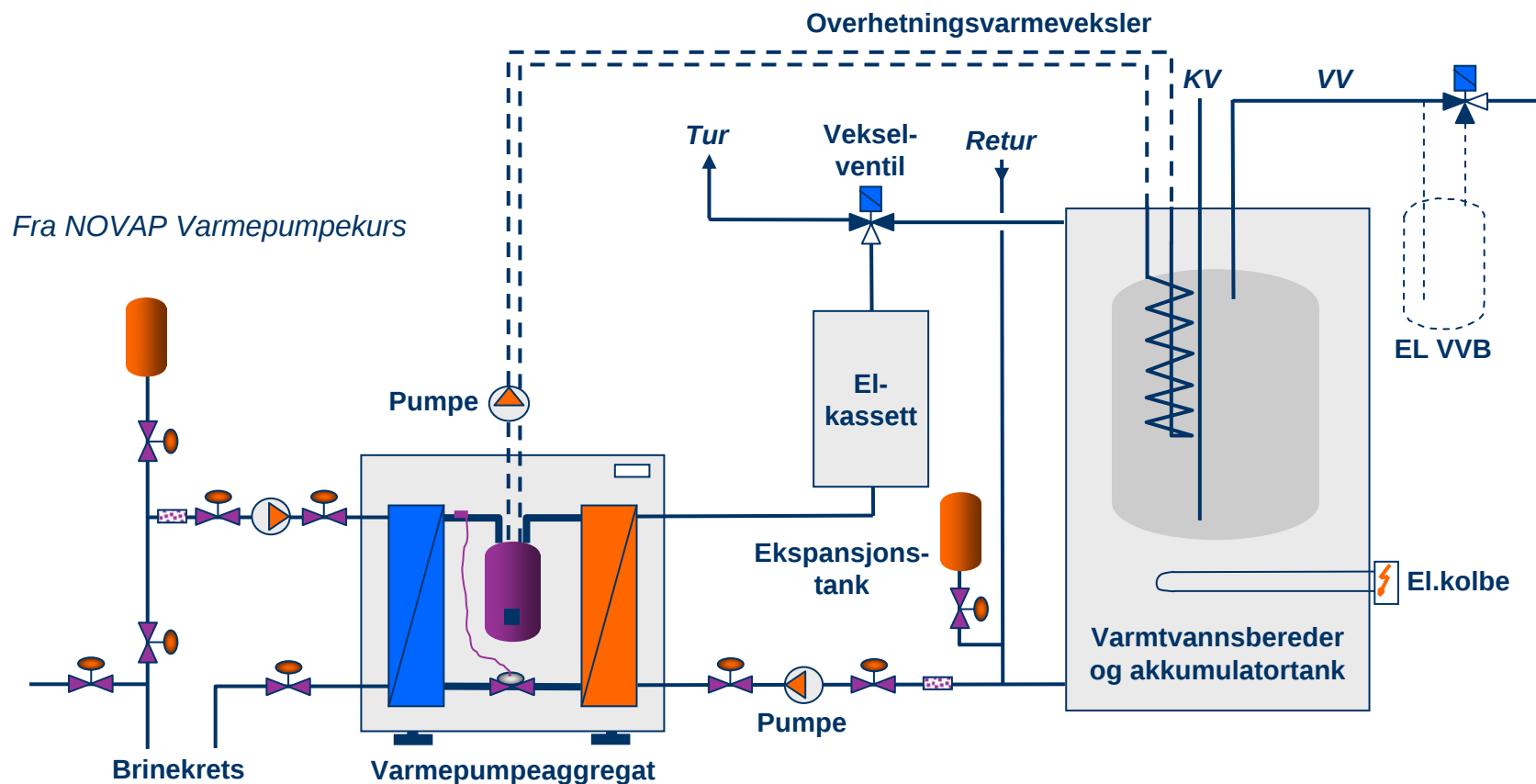
Prioritert varmtvannsberedning – Bruk av vekselventil



- Varmepumpen leverer enten romvarme eller varmer varmtvann (vekselventil)

Væske / vann-varmepumpe

Varmtvannsberedning – Vekselventil/overhettingsvarmeveksler



- Overhettingsvarmeveksleren utgjør en integrert del av varmtvannstanken

Prioritert v.v.beredning – vekselventil

Eksempler på væske/vann-anlegg med integrert v.v.tank



Prioritert v.v.beredning – vekselventil

Utførelse, egenskaper, fordeler og ulemper



■ Vekselventilens funksjon og fordeler

- Kondensatorvann til varmtvannskretsen eller romoppvarmingskretsen
- Kondenseringstemperaturen tilpasses temperaturbehovet – gir høyere COP for varmepumpen enn bruk av dobbeltmantlet varmtvannsbereder

■ Varmtvannstanken

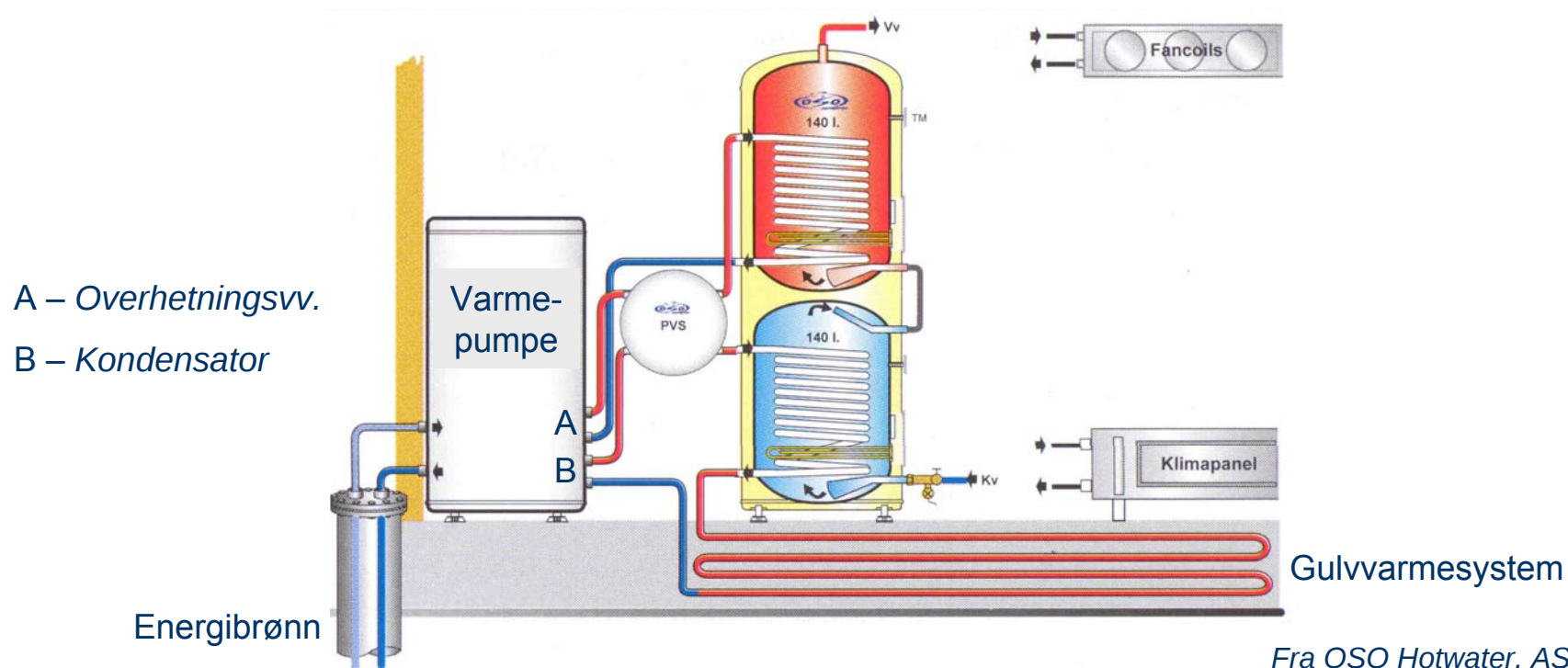
- Dobbeltmantlet bereder eller enkeltmantlet bereder med varmespiral
- Forvarmetemperaturen avhengig av varmepumpens arbeidsmedium
 - *Kan dekke hele varmtvannsbehovet*
- Eventuell ettervarming av varmtvannet med elektrisk varmekolbe

■ Varmedistribusjonskretsen

- Ikke behov for akkumulatortank i radiatorsystemer (tilstrekkelig vannvolum)
- Behov for akkumulatortank ved tilkobling til gulvvarmesystemer

Væske / vann-varmepumpe

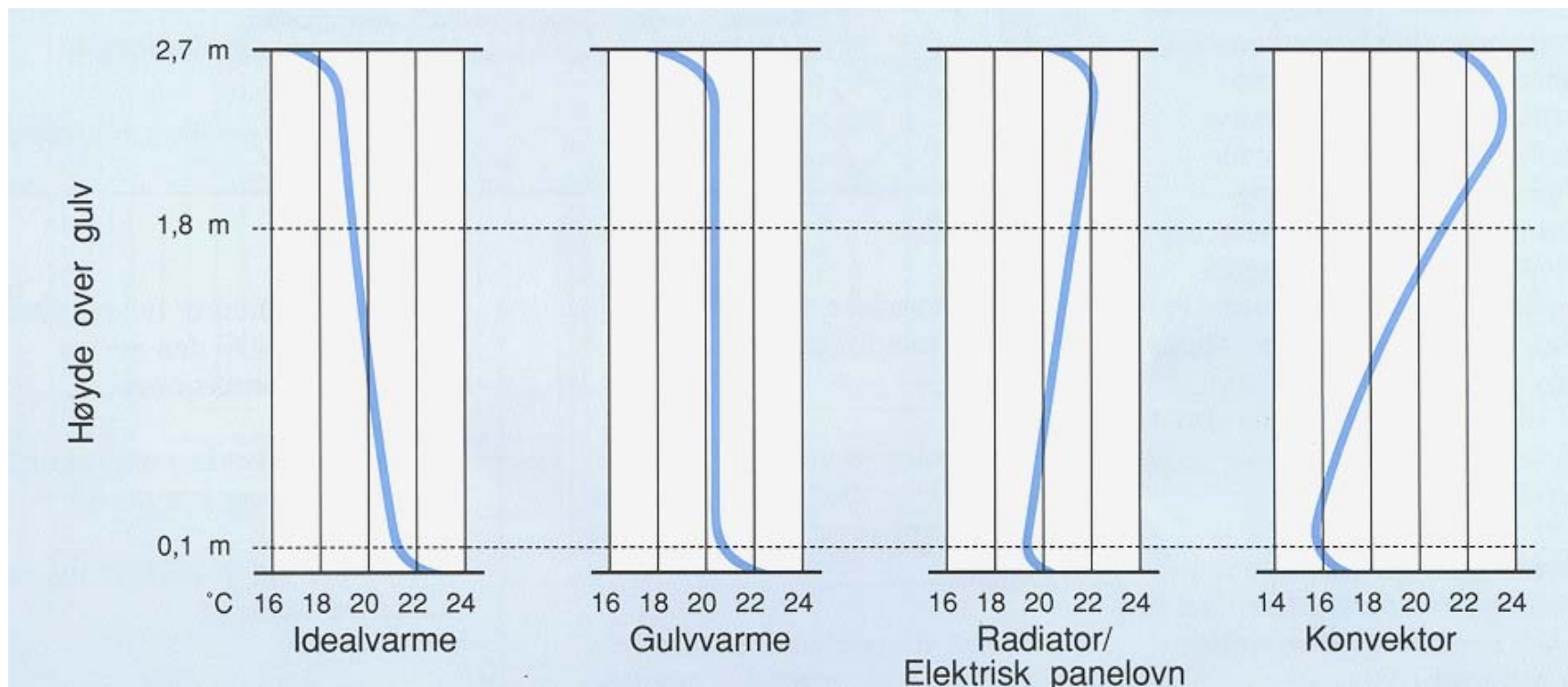
To-trinns varmtvannsberedning – Forvarming og ettervarming



- Varmepumpen leverer varme til romoppvarming og varmtvannsberedning
- Varmepumpen varmer varmtvann uavhengig av romvarmebehovet

Termisk komfort

Vertikale temperaturgradienter for ulike varmeelementer



Fra Prenøk-håndboken (VVS-Utviklingssenter)

Konvektorer

Oppbygging – funksjon – varmeavgivelse – temperaturkrav

- **Lettere konstruksjon enn radiatorer**
 - Lameller gjør at arealet på luftsiden er vesentlig større enn på vannsiden
- **Beskjeden metallmasse gir lav tidskonstant (liten varmetreghet)**
- **Varmeavgivelse:**
 - Naturlig konveksjon – ca. 40% stråling og 60% konveksjon
 - Tvungen konveksjon – ca. 10% stråling og 90% konveksjon (viftekonvektor)
- **Typiske dimensjonerende temperaturer (DUT)**
 - 50/40°C
 - 45/35°C
- **Plassering**
 - Under vinduer for kaldrassikring i boliger og større bygninger
 - Som viftebatterier (viftekonvektorer) i boliger samt industri- og idrettshaller

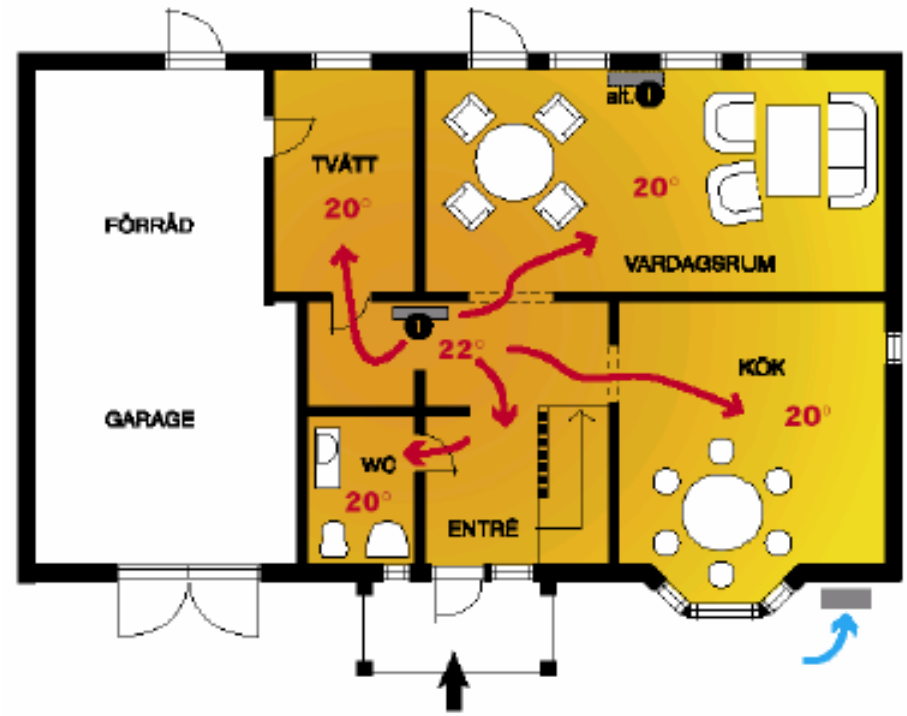
Viftekonvektorer – eks. på utforming



- Varmeytelse fra ca. 1 kW til 10 kW ved 50/45°C vann- og 20°C lufttemperatur
- Trinnvis regulering av ytelsen ved regulering av viftehastigheten (termostat)
- Støynivå omkring 42-45 dBA ved maks. viftehastighet
- Rensing av utblåsningsluften med filter (f.eks. elektrostatfilter)

Viftekonvektorer – eks. på utforming

Viftekonvektor tilkoblet enkelt vannbårent system (Thermia AB)



Gulvvarmesystem

Oppbygging – funksjon – varmeavgivelse – temperaturkrav

- Hele gulvet brukes som heteflate – gir moderat temperaturkrav
- Det meste av varmen avgis ved stråling (gir liten luftbevegelse)
- Krever vinduer med lav U-verdi eller egen kaldrassikring
- Anbefalt overflatetemperatur 23 til 28°C
 - Kan dekke spesifikke varmeeffektbehov opp mot ca. 80 W/m²
- Diffusjonstette plastrør (PEX, PB), Ø 15-22 mm
 - Støpes ned i betong (40 mm overdekning) – lang tidskonstant
 - Legges på eksisterende gulv, dekkes med avrettingsmasse – lang tidskonstant
 - Monteres på trebjelkelag (ulike systemer) – relativt kort tidskonstant
- Isolasjon mot grunnen for å redusere varmetapet
 - Minimum 150 til 200 mm trykkfast isolasjon

Gulvvarmesystem

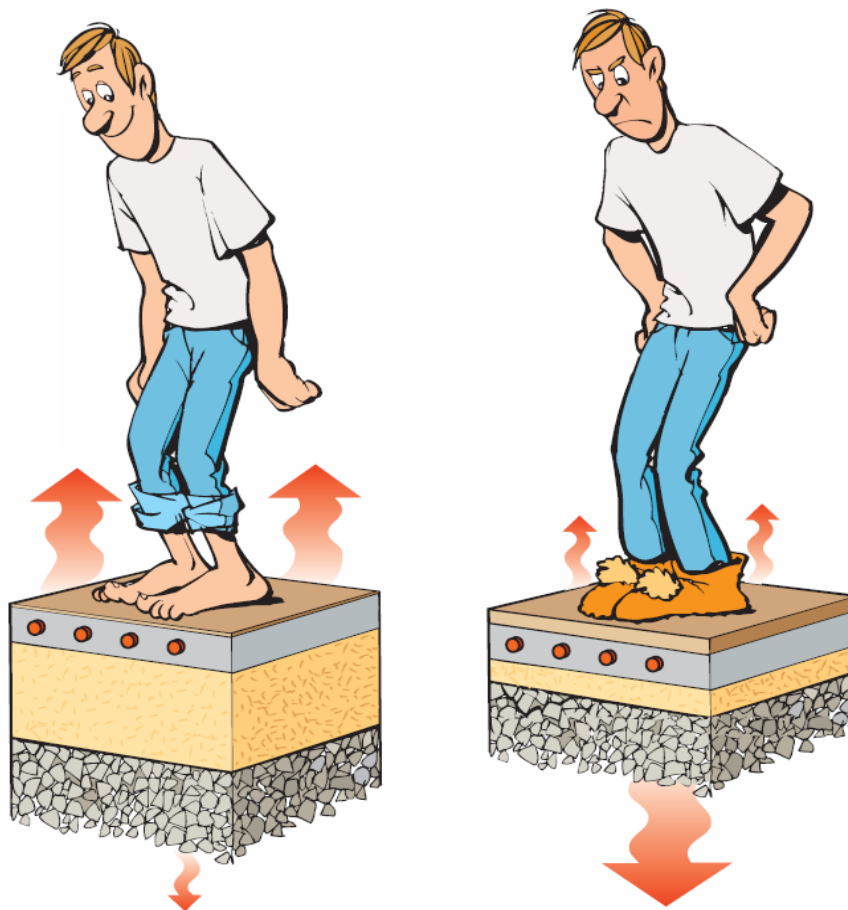
Faktorer som bestemmer spesifikk varmeavgivelse [W/m^2]

- Overflatetemperaturen T [K]
- Overflatens emisivitet ε
- Stefan Boltzmann konstant σ
- Romtemperaturen t_{rom} [$^{\circ}C$]
- Rørdiameteren d_y (15-22 mm)
- Senteravstanden mellom rørene, CC [mm]
- Termisk motstand
 - Varmeledningsevnen [W/mK] for eventuelle varmfordelingsplater
 - Varmeledningsevnen [W/mK] og tykkelsen for overflatematerialer
 - Varmeledningsevne [W/mK] og tykkelse for gulvet/isolasjonen under rørene
- Vanntemperaturen t_t [$^{\circ}C$] og massestrømmen m [kg/s]
 - Maks. 5 K temperaturdifferanse (ΔT) på vannet

$$E_b(T) = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

Gulvvarmesystem

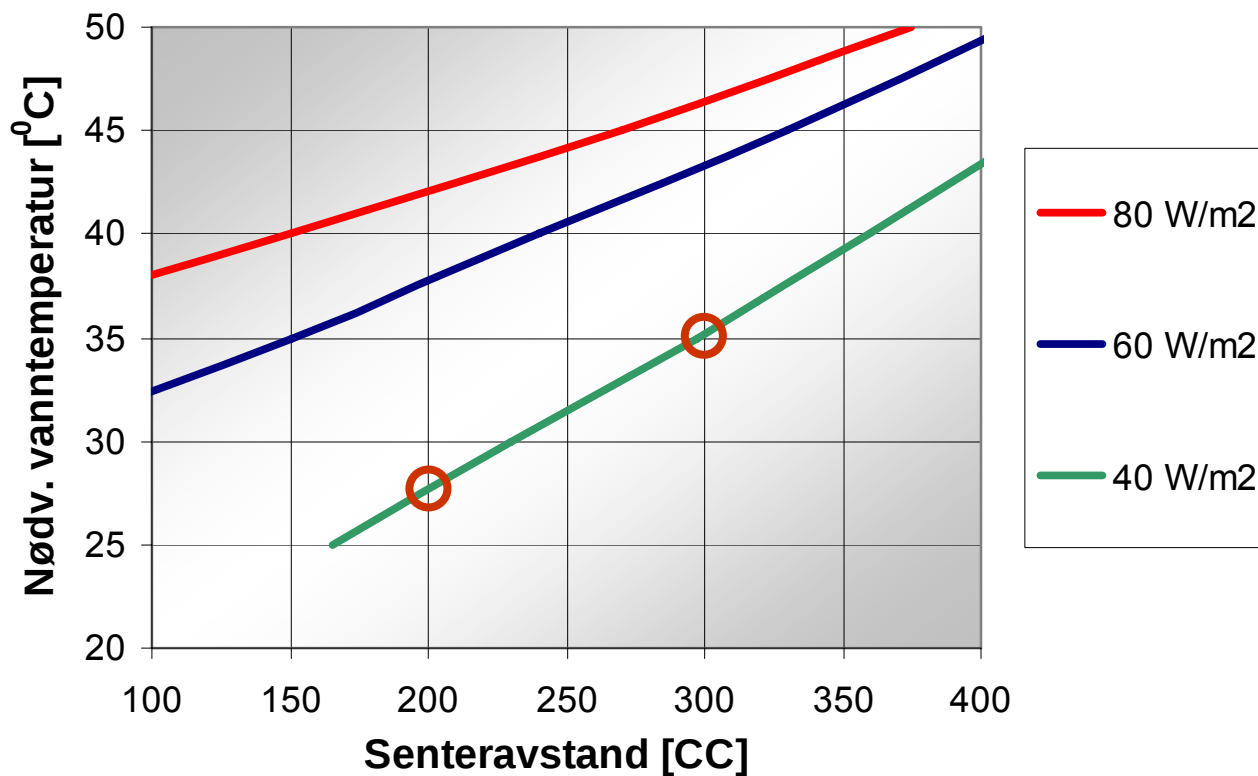
Utforming kontra termisk komfort og lavt varmetap



*Fra Konsumverket,
Energimyndigheten
Formas og Boverket,
Sverige*

Gulvvarmesystem – varmeavgivelse

Nødvendig vanntemp. ved ulike effektbehov og senteravstander



■ 20°C romtemperatur

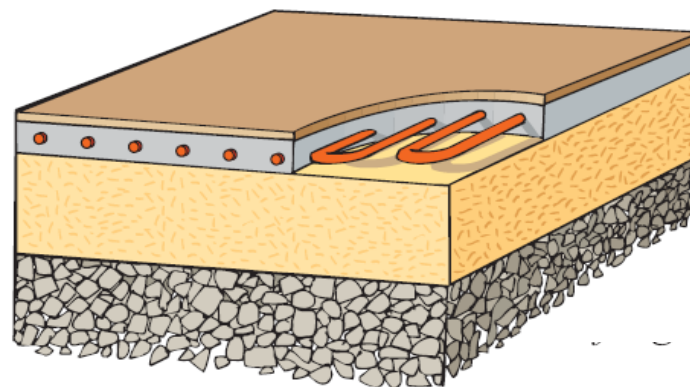
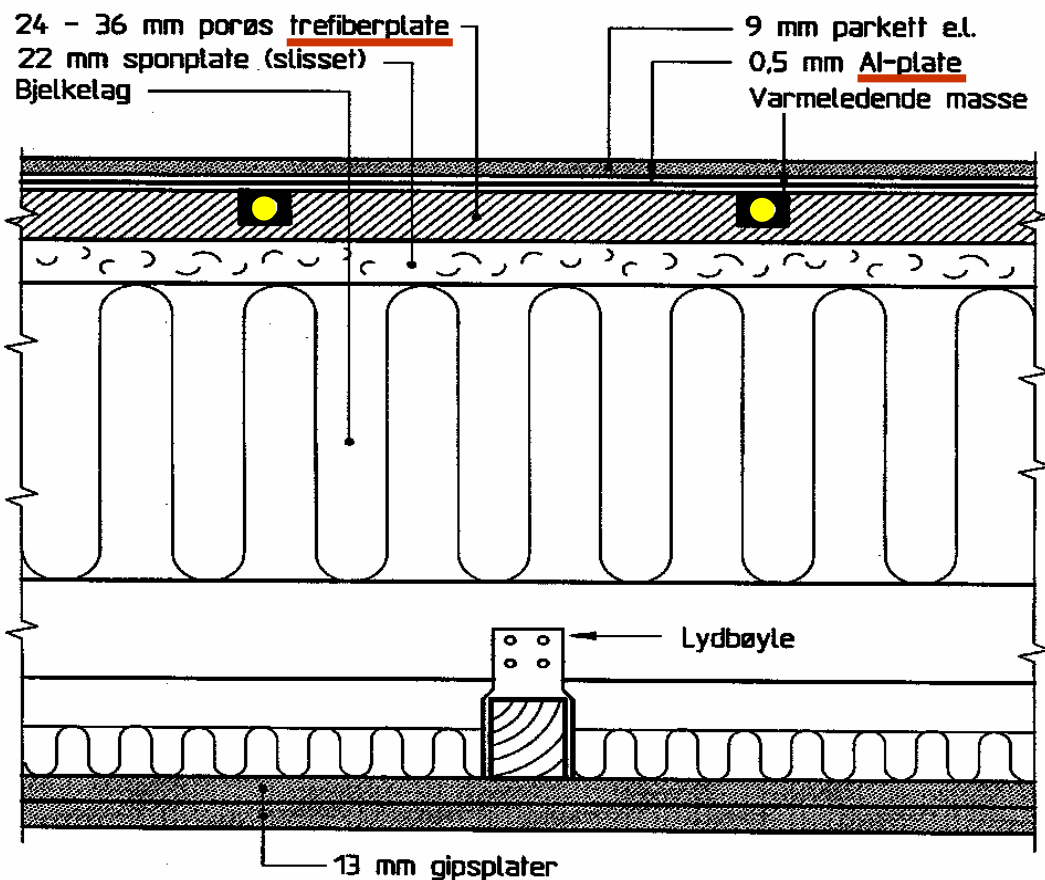
■ 13 mm parkett

■ Varmerør 16 x 2 mm

■ 49 mm betong-overstøpning

Gulvvarmesystem på trebjelkelag

Eksempel på prinsipiell oppbygging (fra Byggforsk, Oslo)



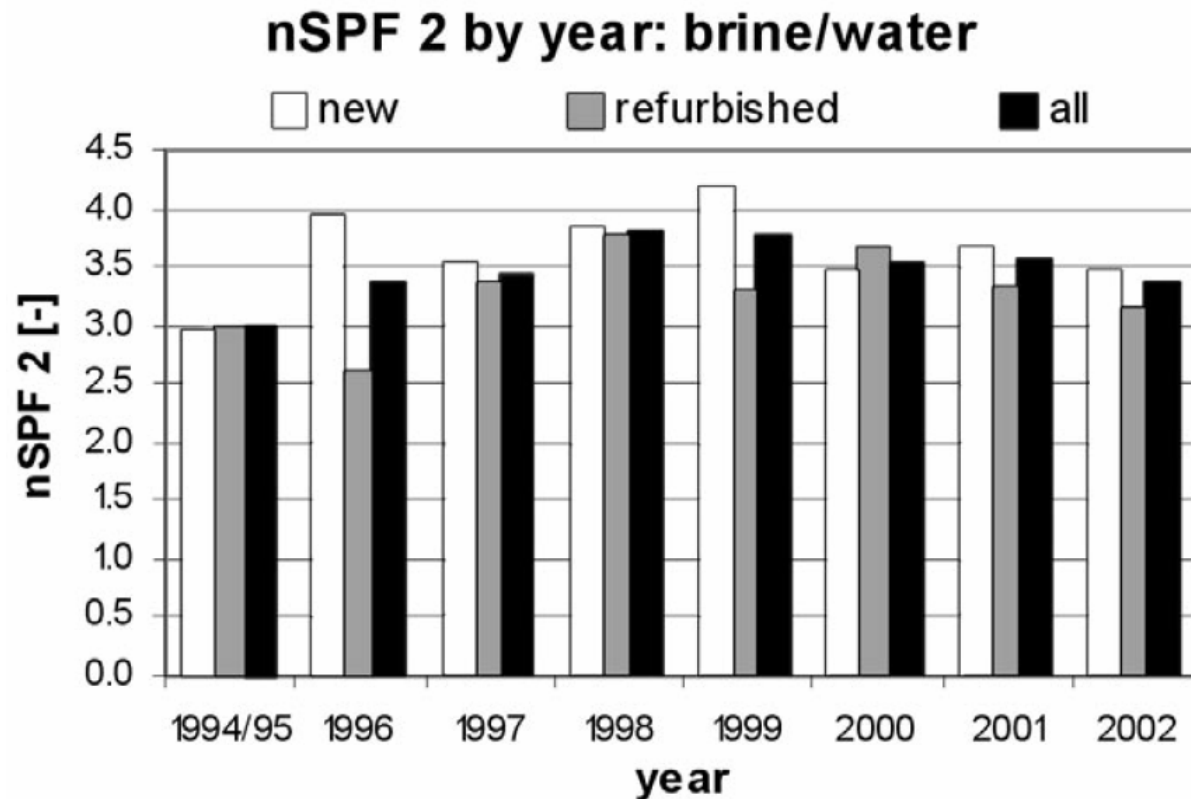
Gulvvarmesystem i trebjelkelag

Legging av 16 mm PB-rør i profilerte Ω -aluminiumsplater



Årsvarmefaktor for væske / vann-anlegg

Feltmåledata fra Sveits – IEA HPC Newsletter (2004)



- Gjennomsnittlig 25% høyere årsvarmefaktor (SPF) enn luft/vann-anlegg