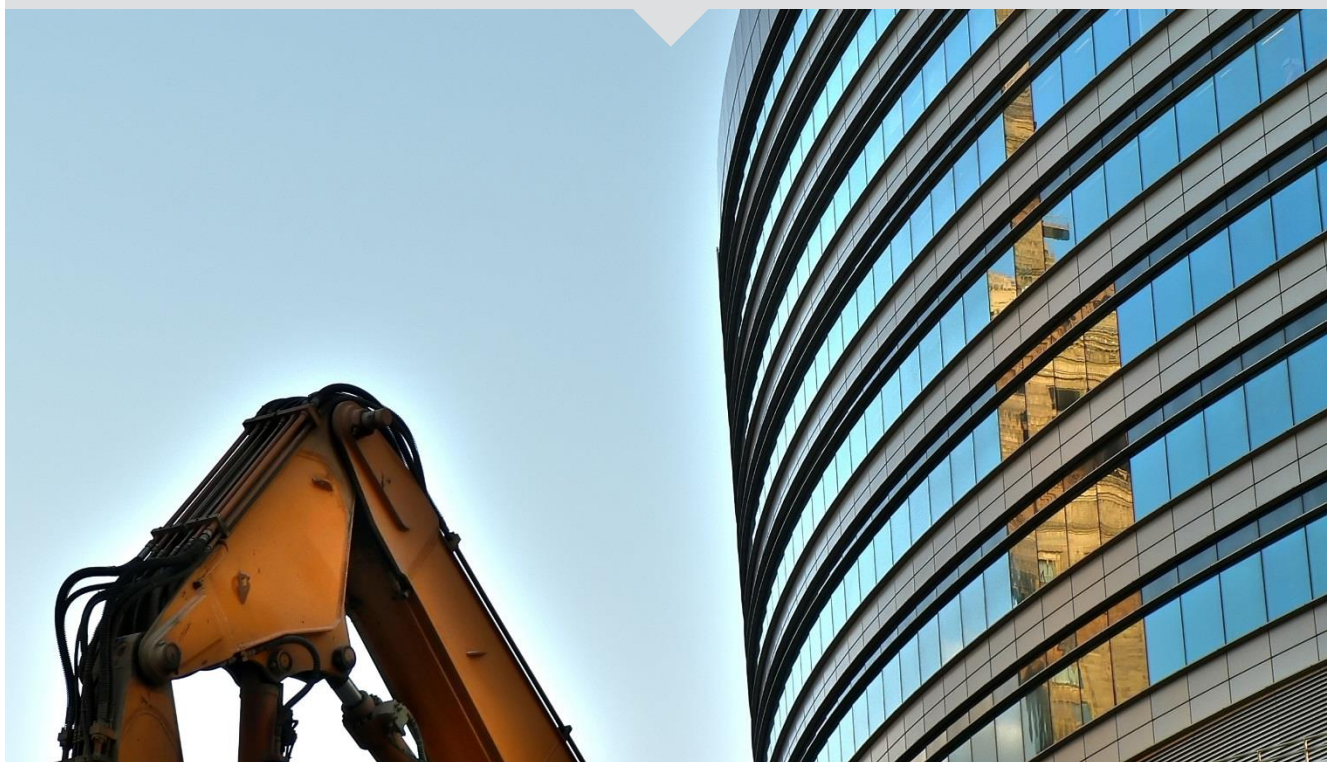


ENOVA SF

Enklere, billigere, vannbårne løsninger for bygg



Oppdragsnr.: 5155694 Dokumentnr.: RAP001 Versjon: D01
2020-06-15

Oppdragsgiver: ENOVA SF
Oppdragsgivers kontaktperson: Monica Berner
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Vidar Havellen
Fagansvarlig: Vidar Havellen
Andre nøkkelpersoner: David Zijdemans, Sylvia Skar, Ralph Sijstermans

D01	2020-06-15	Til oppdragsgiver for kommentar	VH	RRS/LSE	VH
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Målsettingen med prosjektet "Enklere, billigere og bedre vannbåren varme" er å inspirere til enkle, rimelige og bedre løsninger for vannbåren varme gjennom å synliggjøre gode eksempler på hva som er praktisk mulig. Det er viktig å få riktig dimensjonerte og fleksible anlegg som egner seg for nye bygninger med lavt energibehov.

I denne rapporten vises det frem seks eksempler fra de siste årene hvor man har valgt løsninger for vannbårne systemer, både til oppvarming og kjøling, som er egnet spesielt for nye bygninger med passivhus eller TEK17-standard. Fellestrekk for disse eksemplene er at man har valgt løsninger som er innovative, robuste, men samtidig kostnadseffektive og fleksible. Løsningene er sammenlignet med det som kan anses å være standard løsninger.

Som en del av prosjektet er det også satt opp en 'WIKI' for vannbårne systemer. Dette er en oversikt med forenklete forklaringer av ulike begrep som brukes i forbindelse med vannbårne systemer og som egner seg for bruk på internett.

Feil i vannbårne anlegg fører til misfornøyde brukere og høye kostnader. I *Kapitel 6 Tabbeskolen* er det listet opp typiske feil man har oppdaget med konsekvenser og en beskrivelse av den riktige løsningen.

Momenter som er viktige for dimensjonering og utforming av anlegget er gjennomgått i *Kapitel 7 Enklere og rimeligere anlegg*.

Til slutt er det laget sjekkliste for bestillere med overordnede krav man bør stille i de ulike fasene av prosjektet ved anskaffelse av vannbårne systemer.

Innhold

1	Innledning	6
2	Bakgrunn	7
3	Kostnader til vannbåren varme	8
4	Prosjekteksempler beste praksis	9
4.1	Effektivt og enkelt med vannbåren gulvvarme i barnehager og skoler	10
4.1.1	Standard løsning	10
4.1.2	Enklere og rimeligere løsning	10
4.2	Forenklet varmesystem for flerboliger	13
4.2.1	Standard løsning	13
4.2.2	Enklere og rimeligere løsning	14
4.3	Klimatisering av kontorbygg med skjulte komponenter	16
4.3.1	Standard løsning	17
4.3.2	Enklere og rimeligere løsning	17
4.4	Radiatorfritt sykehus med enkle og smarte energiløsninger	19
4.4.1	Standard løsning	20
4.4.2	Enklere og rimeligere energiløsning	20
4.5	Beskrivelse Voldsløkka skole	22
4.5.1	Standard løsning	22
4.5.2	Enklere og rimeligere energiløsning	23
4.6	Beskrivelse OSUs leiligheter Bjørvika	24
4.6.1	Standard løsning	24
4.6.2	Enklere og rimeligere energiløsning	24
5	Wiki for vannbårne systemer	26
6	Tabbeskolen	38
6.1	Uønsket varmeoverføring mellom rør (tur og retur)	38
6.2	Utsiktet oppvarming ved vannbåren varme	39
6.3	Parkett og tregulv	41
6.4	Manglende temperaturregulering av vannbåren gulvvarme	42
6.5	Feil utekompenseringskurve	43
6.6	Lavtemperaturregikilde tilkoblet høytemperatur varmesystem	44
6.7	Innkassing av radiatorer	45

6.8	Diffusjonsåpne gulvvarmerør	45
6.9	Manglende lufting og vannbehandling	46
6.10	Nedblanding av vanntemperatur (shuntventil)	48
6.11	Feildimensjonering av varmebehovet	49
6.11.1	Overdimensjonert varmeanlegg	49
6.11.2	Underdimensjonert varmeanlegg	49
6.12	Manglende eller feil type rørisolasjon	50
6.13	Feil materialbruk i rør og utstyr	50
6.14	Feil plassering og styring av spisslast	50
7	Enklere og rimeligere anlegg	52
7.1	Dimensjonering av anlegget	52
7.1.1	Varmebehov	52
7.1.2	Trykkfall og pumper	53
7.1.3	Dimensjonering av kjøling	53
7.1.4	Dimensjonering av tappevann	53
7.2	Redusere antall pumper	54
7.3	Kombinert utstyr	54
7.4	Varmeavgivere	56
7.5	Rørsystemer	56
8	Bestillerkompetanse	58

1 Innledning

Rapporten er begrenset til bygninger med lavt energibehov. Det tolkes som bygninger med energistandard TEK 17 eller bedre. I praksis nye bygninger eller eksisterende bygninger som totalrenoveres.

Formål som kan forsynes med vannbårne energisystemer er tappevann, varme og kjøling. Ulike bygningskategorier har ulik fordeling av de nevnte formål. Et forretningsbygg bruker lite tappevann og mye kjøling. Mens et hotell bruker mye tappevann.

Byggets energiprofil basert på de termiske postene i energibudsjettet er derfor avgjørende for hvilken systemløsning som egner seg best for en bygning. Basert på kombinasjon av tappevannsbehov og kjølebehov er prosjekseksemplene løst med en firedeling som vist i tabell og figur under.

	Lite varmebehov	
Spesifikt effektbehov (W/m ²)	Lite tappevannsbehov	Stort tappevannsbehov
Lite eller uten kjølebehov	Kategori 1: Skolebygning, barnehage, lett industri/verksted	Kategori 3: Småhus, boligblokk, idrettsbygning
Med kjølebehov	Kategori 2: Kontorbygning, forretningsbygning, kulturbygning, universitet/høgskole	Kategori 4: Hotell, sykehus, sykehjem

2 Bakgrunn

Vannbåren varme fremstilles som en kostbar teknologi for oppvarming av bygninger, spesielt i nye bygninger med passivhus eller TEK17-standard. Enkelte fagmiljø har i de senere årene presset på for å få endre byggetekniske forskrifter slik at direkte elektrisk oppvarming sidestilles med vannbåren varme.

Kostnadene for vannbåren varme kan i mange tilfeller bli høye avhengig av prosjektorganisering og tekniske løsninger. Og det er ikke alltid de som prosjekterer eller bygger anlegget, velger de mest kostnadsoptimale løsningene. Mange anlegg er overdimensjonerte, dårlig innregulerte og/eller kompliserte å drifte.

I byggeprosjekter hvor det er underentreprenører, totalentreprenør og en utbygger, kan sluttkostnaden til kjøperen bli høy på grunn av påslag i hvert ledd. Spesielt hvis dette er endringer som å gå fra radiatorer til vannbåren gulvvarme.

Med regelen om at minst 60% av varmebehovet skal være energifleksibelt, har dette åpnet for at mange bygninger (over 1000 m²) klarer seg med sentralt tappevann og eventuelt litt vannbåren varme til deler av bygget for å tilfredsstille kravene. For bygninger under 1000 m² kan utbygger velge bort vannbåren varme helt. I slike prosjekter vil kostnaden for en kjøper å få vannbåren varme normalt bli svært høy ettersom det ikke er lagt til rette for dette i det opprinnelige prospektet.

Som følge av dette er det etablert et prosjekt av Enova med formål å gjøre en studie som presenterer og dokumenterer enkle, rimelige, effektive og fleksible løsninger for vannbåren termisk energi som er egnet for bruk i bygg med lavt energibehov.

Målsettingen med prosjektet "Enklere, billigere og bedre vannbåren varme" er å inspirere til enkle, rimelige og bedre løsninger for vannbåren varme gjennom å synliggjøre gode eksempler på hva som er praktisk mulig. Det hevdes, kanskje med rette, at mange bygg utstyres med overdimensjonerte og dårlig innregulerte anlegg for vannbåren varme som både er unødvendig kostnadsdrivende og vanskelige å drifte. Endringer i tekniske forskrifter har spesielt hatt fokus på å redusere varmebehovet til oppvarming, mens mange varmesystemer fortsatt dimensjoneres ut fra gamle normer. Flere etterspør derfor mer kostnadseffektive, innovative og robuste vannbårne løsninger, samtidig som det kan oppleves som vanskelig å finne disse løsningene i markedet. Resultatet er at de beste vannbårne løsningene ikke alltid velges og at det er stor usikkerhet om kostnadene som er knyttet til disse systemene

Som styringsgruppe har følgende organisasjoner vært med:

- NEMITEK (VVS-foreningen)
- Rørentreprenørene
- NOVAP Norsk varmepumpeforening
- Norsk fjernvarme

3 Kostnader til vannbåren varme

Det er mange faktorer som påvirker kostnadene til vannbåren varme. Næringskjeden i byggebransjen er ganske konservativ og grossistene står for en stor del av logistikken i bransjen. Fra produsent til ferdig solgt varmeanlegg er det mange ledd og fortjenesteuttak.

Produsenten er i de fleste tilfeller lokalisert i andre land, som oftest i et EU-land. De fleste produsentene er representert her, enten med egne salgs-/service-organisasjoner eller agenter/importører. Vareflyten går normalt gjennom en av grossistene frem til byggeplassen eller rørleggeren henter varene selv hos grossisten. Det kan være et betydelig påslag i dette leddet.

Videre er det i de større prosjektene gjerne organisert slik at det er en utbygger som står for bygging og salg av for eksempel leiligheter. Denne har som oftest kontrahert en totalentreprenør til selve byggingen. Totalentreprenøren kontraherer normalt en rørentreprenør for bygging av røranleggene inkludert varmesentralen. Rørentreprenøren kjøper normalt inn utstyr, rør og deler fra grossistene. Det er vel ikke unormalt med 15-20 % påslag i hvert ledd. I tillegg kommer montasjekostnader, igangkjøring og driftsfasen (prøvedrift).

Feil og mangler i prosjektering, bygging, fremdrift etc er også faktorer som i stor grad er med på å fordyre anleggene.

Manglende kapasitet i bransjen er også prisdrivende, da mange firmaer de senere årene har hatt mye å gjøre.

I større prosjekter er det vanskelig å endre på denne strukturen annet enn å bygge med mindre feil og bruke løsninger som gir lavere installasjonskostnader.

4 Prosjekteksampler beste praksis

I oppstarten av prosjektet ble det holdt flere innlegg på konferanser samt sendt ut pressemelding om prosjektet. Det bli invitert til å melde inn løsninger og produkter som bidrar til lavere installasjonskostnader. I tillegg ble det gjort søk internasjonalt for å finne frem til slike løsninger.

Dessverre ble det liten respons på denne prosessen, noe som kan tyde på at det ikke skjer en stor revolusjonerende utvikling innen fagområdet, men heller små forbedringer på løsninger og utstyr. Det området hvor det er mest utvikling er innen varmesentraler med varmepumper og andre energikilder hvor flere leverandører leverer komplette energisentraler med pumper, fordeling og energiproduksjon.

I tillegg har flere leverandører utviklet komplette fordelingsskap med innreguleringsventiler, varmfordeling med reguleringsventiler ofte kombinert med tappevann. Slike løsninger egne seg godt i leilighetskomplekser hvor effektiv bygging er viktig.

Vi har kommet fram til seks eksempler som blir gjennomgått i mer detalj i dette kapitlet. Det er tatt med minst et eksempel for hver kategori som beskrevet i innledningen. For hvert eksempel angis det først noen viktige fakta om bygget. Så beskrives det hvilken 'standard' løsning man vanligvis ville ha valgt til oppvarming eller kjøling i et slikt bygg før man beskriver den valgte 'enklere og rimeligere' løsningen i mer detalj.

Til slutt sammenlignes den valgte løsningen med standard løsningen i en tabell for ulike kriterier. Denne tabellen gjengir da en overordnet kvalitativ vurdering av hvordan totalkostnaden (investeringskostnader), energiytelse, driftstekniske forhold, regulerbarhet, distribusjons- og romvirkningsgrad og fleksibilitet for valgt løsning er sammenlignet med standard løsningen.

Tabellen angir verdien for den valgte løsningen i forhold til standard løsningen.

Når det gjelder totalkostnaden gjelder dette investeringskostnadene. En lav verdi betyr lavere kostnader.

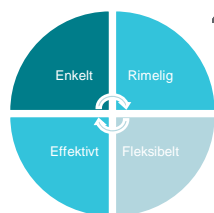
En høyere verdi for energiytelse betyr i dette tilfellet at løsningen har en større energieffektivitet, det vil si et lavere energitap eller en større virkningsgrad.

Hvis løsningen har en høyere verdi for driftstekniske forhold, så betyr det at anlegget er enkelt å drifte og trenger lav kompetanse. I driftstekniske forhold inngår også faktorer som service- og rengjøringsvennlighet.

En høyere verdi for regulerbarhet betyr at anlegget er lett regulerbart og har rask responstid.

En høyere verdi for distribusjons- og romvirkningsgrad betyr at den er bedre enn standard løsningen.

En høyere verdi for fleksibilitet betyr at anlegget er fleksibelt i forhold til utskifting av komponenter og innredning av arealene.



4.1 Effektivt og enkelt med vannbåren gulvvarme i barnehager og skoler

Marienlyst skole i Drammen stod ferdig i 2010 som Norges første skole med passivhusstandard. Skolen varmes med lavtemperatur gulvvarme. Drammen kommune har gjort lavtemperatur gulvvarme til en foretrukket løsning i barnehager og skoler som bygges med lavt oppvarmingsbehov.



Bygningskategori	Prosjekttype	Ferdigstilt	Energiambisjon Netto/levert	Miljøambisjon
Skole	Nybygg	2010	Passivhus Energiarakter A	

BTA	Oppvarmet BRA	Turtemperatur varme	Temperaturnivå kjøling	Varmeavgiver Kjøleavgiver
Ca 6 500 kvm	6 450 kvm	Lavtemperatur	Høytemperert	Gulvvarme Gulvkjøling

Energikilde	Kompleksitet			
Lavtemperatur nærvarmenett med varmepumpe	Middels			

4.1.1 Standard løsning

Standard løsning er radiatoranlegg med mindre arealer gulvvarme. Det er ikke vanlig med kjøling til skolebygg fra denne perioden (det begynner å bli standard nå), men i dette prosjektet har man også tatt med kjøling. En standard løsning er sentral kjøling med kjølebatterier i ventilasjon.

4.1.2 Enklere og rimeligere løsning

Med noen unntak er alle rom i Marienlyst skole varmet med lavtemperatur vannbåren gulvvarme.

Det vannbårene anlegget har en veldig enkel oppbygging; kort sagt er det vann som pumpes rundt i noen rør. En modulerende ventil sørger for riktig varmemengde til rommene.

Gulvvarme muliggjør en fleksibel møblering, som er god musikk hos arkitekter. Samt at hærverk av radiatorer ikke er noe tema.

Riktig utførelse av anlegg er viktig for at gulvvarmen kan regulere effektivt etter ønsket temperatur. Det betyr godt isolert under rørene og lite overdekking over rørene. Og ikke minst gode styringssystemer.

På Marienlyst er det mulig å bruke varmerørene til kjøling utenom oppvarmingssesongen. Med «gratis» kjøling fra varmepumpen, er det en bonus. Anlegget er tilknyttet kjølenettet i området som brukes til innfrysing av kunstisbanen. Om sommeren hentes varme ut av dette nettet ved hjelp av en varmepumpe for å levere varme til blant annet et utebad og en svømmehall. Dermed kjøles nettet ned og det fungerer som et fjernkjølenett. Derfor er det i praksis «gratis» energi selv om det må brukes pumpeenergi for distribusjon av den kalde væsken frem til skolene. Ofte bygges ikke skoler med kjøling, da det anses å ikke være nødvendig.

De tre første årene viste energimålingene bedre resultater enn beregnet energibehov. Et godt driftsteam som har arbeidet kontinuerlig med en optimalisering av det tekniske anlegget har vært avgjørende. Kjølingen fra gulvet har vært helt nødvendig for å få et godt inneklima. I 2019 var kjøleanlegget ute av drift på grunn av vedlikehold, noe som resulterte i mange klager på innetemperaturen. Drammen eiendom har erfart at det har fungert bra uten kjøling på ventilasjonen når det er gulvkjøling i gulvet.

Drammen eiendom har bare gode erfaringer med lavtemperatur gulvvarme, og har nærmest valgt å gjøre det til en «standard løsning» med lavtemperatur gulvvarme i nye barnehager og skoler. Blant annet Fjell barnehage, Frydenhaug skole, Gulsbogen skole og Åskollen skole. Det oppnås jevn og behagelig varme uten oppvirling av støv som kan være tilfelle med punktvarme. Erfaring viser at kaldras fra vinduer heller ikke er noe problem i godt isolerte bygninger. Drammen kommune melder om brukervennlig drift og lave driftskostnader i sine nye barnehager og skoler.

I de tilfeller det er en varmepumpe som henter energi fra omgivelsene og overfører denne til lavtemperatur varme oppnås en høy effektfaktor på varmepumpen. Det betyr at energisystemet kan levere mer enn tre ganger så mye varme enn den forbruker av strøm. Til sammenligning leverer en panelovn forholdet en til en. Drammen kommune har benyttet fordelene ved å ha varmepumper med høy effektfaktor ved Åskollen skole, Frydenhaug skole og Fjell barnehage. Lav temperatur på gulvvarme eller radiatorer er også bra for sikkerhet der barn leker.

Bonusen med å bruke lavtemperatur oppvarming/høytemperatur kjøling, er optimal energiutnyttelse. Med høy systemvirkningsgrad på energisystemet, oppnås en kostnadseffektiv drift for kommunen. Jo lavere temperatur varmepumpen kan levere ut, jo høyere virkningsgrad oppnås.

Dersom man har et system med energibrønner har man gode muligheter til å bruke frikjøling samt lagre varme i brønnene gjennom sommeren slik at de er «ladet opp» til vinteren. Fordelen med vannbåren gulvvarme i betongdekke/påstøp er at det kan brukes til kjøling om sommeren. Det kan kombineres med kombibatterier som kan brukes til både varme og kjøling av luft.

Økt bruk av skolene i sommerferien (sommerskole/SFO etc) gjør at det er større behov for kjøling i de fleste skoler.



Figur 1 (Bilde: Drammen Eiendom) *Fleksibelt og sikkert: Marienlyst skole i Drammen har gode erfaringer med å varme med vannbåren gulvvarme. Det er fleksibelt å møblere med gulvvarme og kommunen trenger ikke bekymre seg for hærverk av varmeanlegget når det er skjult i gulvet.*

	Valgt løsning vs standard løsning		
	Lav	Middels	Høy
Totalkostnad	X		
Energiytelse			X
Driftstekniske forhold			X
Regulerbarhet		X	
Distribusjons- og romvirkningsgrad			X
Fleksibilitet			X



4.2 Forenklet varmesystem for flerboliger

Flerboliger med sentralt system for varmt tappevann har normalt en sirkulasjonsledning som skal redusere ventetiden på det varme vannet. Denne ledningen utnyttes som energikilde i et forenklet varmeanlegg til romoppvarming og ventilasjon.

Tappevann

Lite varme

Mye tappevann

Uten kjøling

Idrettsbygg

Boligblokk

Bygningskategori	Prosjekttype	Ferdigstilt	Energiambisjon Netto/levert	Miljøambisjon
Bolig Kontor Kultur	Nybygg	Ferdigstilt 2016.	Lavenergi klasse 1	

BTA	Oppvarmet BRA	Temperaturnivå varme	Temperaturnivå kjøling	Varmeavgiver Kjøleavgiver
27 000 kvm		70 °C tur 35 °C retur Nivå høy	-	Gulvvarme

Energikilde	Kompleksitet			Utbygger
Fjernvarme 90 °C til bygg				Kvartal 42 AS: Filadelfia Kristiansand BRG Eiendom AS, HSH Eiendom AS

Q42 er et nyere kongressenter i sentrum av Kristiansand med 69 leiligheter oppført i 2016.

Ved å bruke byggets sirkulasjonsledning for varmt tappevann som energibærer, oppnås en forenklet løsning for å føre varme til hver leilighet.

4.2.1 Standard løsning

Som standard løsning hadde man tradisjonelt valgt to separate varmevekslere tilknyttet fjernvarme: en for varme og en for tappevann. I tillegg ville man benyttet tur og returrør for oppvarming samt kaldt- og varmtvannsrør med egen sirkulasjonsledning for tappevann, dvs totalt fem rør frem til hver leilighet.

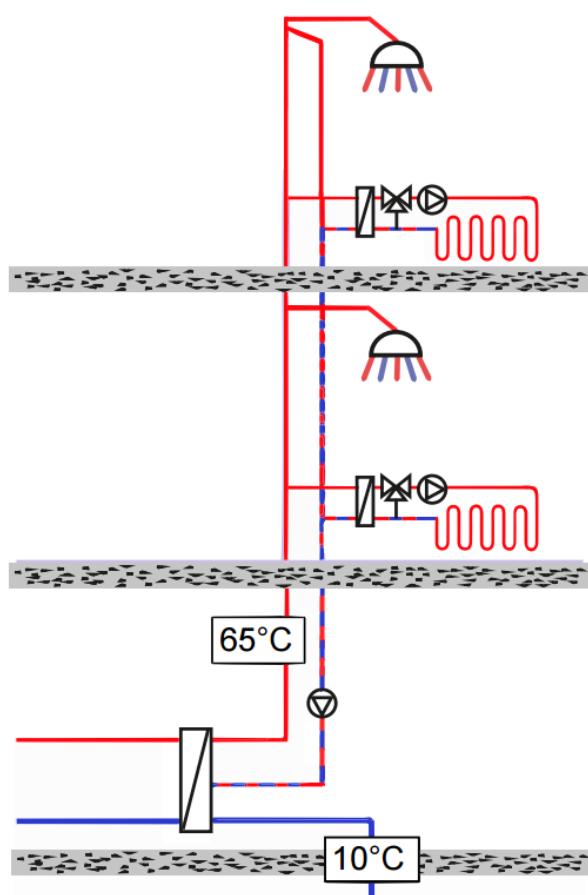
4.2.2 Enklere og rimeligere løsning

Dette nye konseptet egner seg for bygninger i kategori 3 som har energiforsyning med høy temperatur som man typisk har med fjernvarme.

Systemet baserer seg på at bygget uansett har energibehov til tappevann. I tillegg må oppvarming av leiligheter kunne skje med lavere temperatur enn tappevannstemperatur. Energi fra tappevannet overføres i en varmeveksler til varmesystemet for hver leilighet. Energi overføres når det er temperaturdifferanse mellom to medier. I dette tilfelle har tappevannet en høyere temperatur enn temperaturen i gulvvarmen, som igjen har en høyere temperatur enn rommet. Ved å benytte en forenklet løsning hvor varme produseres av tappevannet lokalt i hver leilighet, kan man spare et varmesystem sentralt i bygget. Alt energibehov til varme og tappevann dekkes av en felles løsning i stedet for to separate systemer, som er mer vanlig.

Slik oppnås en effektiv installasjon med lave driftskostnader og enklere fordeling av energiregningen uten at det påvirker brukerkomfort.

INFRASTRUKTUR I BYGG (LEILIGHETSBYGG) ENERGIBÆRENDE SYSTEM: VARMT FORBRUKSVANN.



LK Kombiskap UNI-X er en komplett enhet for distribusjon av gulvvarme/radiatorvarme, kaldtvann og varmtvann i en bolig.

Figur 2 (Bilde: LK Systems) Systemløsning ved bruk av tappevann til fordeling av varme i bygget. I tillegg kommer kaldtvannsledning frem til hver leilighet.

Ved Q42 er det installert et komplett prefabrikkert kombiskap i hver leilighet. Enheten er et slags «veikryss» for alle rør som føres til og fra leiligheten. I enheten finnes en varmeveksler som overfører varme fra varmtvannssirkulasjonsledningen til gulvvarme i leiligheten.

Grunnet stor temperaturutnyttelse (temperaturdifferanse) kan det brukes små rør med lite varmetap. Løsningen krever legionellesikring på lik linje med andre løsninger for varmt tappevann.

Kombiskap med varmeveksler, koster noe mer enn tradisjonelle kombiskap for varme og tappevann. På den annen side reduseres kostnader i energisentral og for tilførselsrør. I Q42 endret man rørdimensjonene fra 4 rør på 100/100/40/18 mm til 2 rør på 50/50 mm. Man sparte ca. 1,5 km med rørlengder. Det er nå flere leverandører til slike kombiskap, som f.eks. LK Systems og Nordic Heat Systems.

Bygget er tilknyttet fjernvarmenettet i Kristiansand. Leiligheter har gulvvarme i bad, stue/kjøkken og entre. Energiforbruket til tappevann og varme kan avregnes mot den enkelte leilighet som har separate målere.

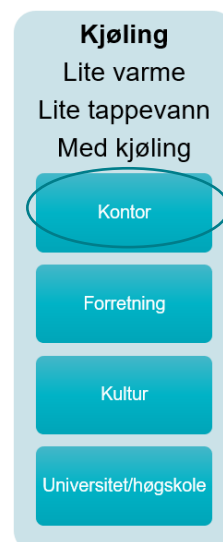
Systemløsningen er nå også tatt i bruk i flere andre bygg i Kristiansand, Oslo, Bergen og Trondheim.

	Valgt løsning vs standard løsning		
	Lav	Middels	Høy
Totalkostnad	X		
Energiytelse			X
Driftstekniske forhold			X
Regulerbarhet			X
Distribusjons- og romvirkningsgrad			X
Fleksibilitet		X	



4.3 Klimatisering av kontorbygg med skjulte komponenter

Fornebuporten har satset på en alt-i-ett kombibaffel i sitt nye kontorbygg i Bærum. En enkel og møbleringsvennlig løsning for varme og kjøling av kontorbygg.



Bygnings-kategori	Prosjekttype	Ferdigstilt	Energiambisjon Netto/levert	Miljøambisjon
2. Kontor m/forretning	Nybygg	2015 – 2016	Tek 10 Lysegrønn B	

BTA	Oppvarmet BRA	Temperaturnivå varme	Temperaturnivå kjøling	Varmeavgiver Kjøleavgiver
Totalt ca. 83 500 kvm inkludert parkering (ca. 12 000kvm)	Ca. 27 000 kvm oppvarmet areal per bygg. Alt unntatt vindfang er dekket av termisk energi.	60 °C tur 40 °C retur Nivå middels (Varmedistribusjon bygg)	14 – 17 °C (Kjøledistribusjon bygg)	Kjølebaffel til avgivelse av varme og kjøling Tappevann

Energikilde	Kompleksitet			
Fjernvarme (70/35 °C) Fjernkjøling (11/17 °C)	Bygg: enkelt. Føringsveier: enkelt. Systemløsning: middels. Automatikk: enkelt – middels			

Fornebuporten består av to kontorbygg som ble bygget av totalentreprenør HENT for Aker Solutions.

Nye kontorbygg oppført etter dagens forskrifter har godt isolerte klimaskall og lite oppvarmingsbehov sammenlignet med eldre kontorbygg. Det muliggjør enklere løsninger for tilførsel av energi til oppvarming og kjøling, som dette eksempelet fra Fornebuporten viser.

4.3.1 Standard løsning

Som en standard løsning for kontorbygg ville det ha blitt valgt radiatorer til oppvarming og kjølebatterier sentralt i ventilasjonsanlegget.

4.3.2 Enklere og rimeligere løsning

Prosjektet Fornebuporten bygg A og bygg B har ikke helt identiske løsninger. Her omtales løsningen i bygg A.

Avgivelse av varme og kjøling gjøres i en prefabrikkert kombibaffel i forbindelse med rommenes tilluftsventil for tilførsel av ventilasjonsluft. Det gjør at det ikke er noen synlige komponenter for oppvarming eller kjøling i kontorene. Systemet tillater svært fleksible kontorarealer hvor vegger kan flyttes etter behov.

Ønsket temperatur og luftkvalitet oppnås med å regulere ventilasjonsluftmengde. Det tillates at ulike kontorer kan motta varme og kjøling samtidig.

Det er to rør for varme og to for kjøling, totalt fire rør som tilknyttes hver boks. En side av boksen til varme og tre sider til kjøling. Monteringen gjøres av ventilasjonsmontør i samarbeid med rørlegger.

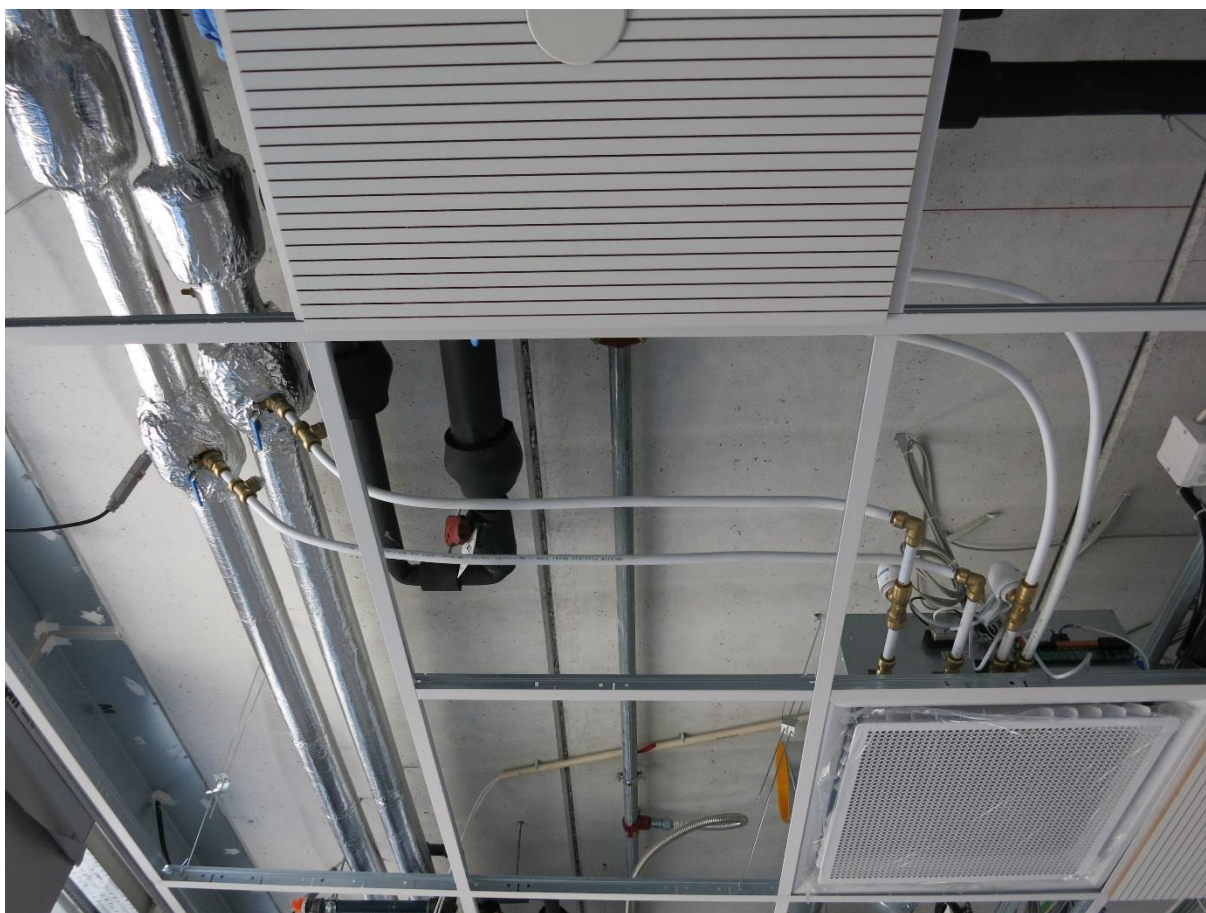
Løsningen er enkel fordi varmerør og kjølerør føres skjult i himling frem til ventilasjonsenheter, og trenger ikke trekkes ned i rommene. Det sparer rørføring og gir en fleksibel møblering. Sammenlignet med et klassisk radiatoranlegg, trengs ikke utsparinger til rør langs fasade. Det er en arkitektvennlig løsning uten synlige radiatorer og kjølebafler. Prefabrikking reduserer montasjetid under oppføring.

Løsningen er effektiv fordi luftbåren varme er litt raskere enn vannbåren varme. Brukeren opplever systemet som brukervennlig og merker sannsynligvis lite til at alt er i ett.

Fornebuporten har en løsning som passer med temperaturer fra fjernvarme og fjernkjøling. Systemet kan også dimensjoneres for eksempelvis en lokal varmepumpe med høy virkningsgrad og lave temperaturer.

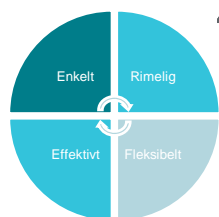
Prismessig er ikke løsningen billigere enn et tradisjonelt radiatorsystem. Det kan skyldes at det foreløpig er lite volum, men at det forventes å øke.

For takhøyder over tre meter, er det ikke en anbefalt løsning.



Figur 3 (Bilde: Norconsult) Enkelt og effektivt: Ved Fornebuporten i Bærum er det valgt et vannbårent distribusjonssystem for oppvarming og kjøling fram til rommenes ventilasjonsenheter. Rommenes ventilasjonsluft sørger for riktig temperatur ved at det overføres varme eller kjøling fra det vannbårne systemet.

	Valgt løsning vs standard løsning		
	Lav	Middels	Høy
Totalkostnad		X	
Energiytelse			X
Driftstekniske forhold		X	
Regulerbarhet			X
Distribusjons- og romvirkningsgrad		X	
Fleksibilitet			X



4.4 Radiatorfritt sykehus med enkle og smarte energiløsninger

Med intelligente løsninger, forenkling og innovasjon ble det bygget et forbilde for lavenergi sykehus på Gardermoen. I prosjektet ble det brukt et enkelt rørsystem for distribusjon av romoppvarming og romkjøling uten å bruke radiatorer.

Maksimum

Lite varme
Mye tappevann
Med kjøling

Hotell

Sykehus

Sykehjem

Bygningsskategorori	Prosjektttype	Ferdigstilt	Energiambisjon Netto/levert	Miljøambisjon
Sykehus	Nybygg	Ferdigstilt i 2018	Passivhus Energikarakter A	

BTA	Oppvarmet BRA	Temperaturnivå varme	Temperaturnivå kjøling	Varmeavgiver Kjøleavgiver
30 000 kvm		40 °C tur 30 °C retur Nivå: svært lavt	10°C tur 15°C retur	Kombibatteri montert i ventilasjonsaggregater Ettervarmebatterier lokalt

Energikilde	Kompleksitet			Utbygger
Fjernvarme, lokal energicentral med varmepumpe basert på grunnvann				Gardermoen Campus Utvikling AS

LHL-klinikkene Gardermoen er «hertet» i utviklingen av området Gardermoen Campus.

Det nye sykehuset stod ferdig i 2018 og er et nasjonalt senter for hjerte- og lungesyke. Samlokalisering av LHL-klinikkene Feiring og Glitre.

LHL-klinikkene hadde som ambisjon om at sykehuset skal bli et forbildeprosjekt for universell utforming, miljø, energi og inneklima.

Sykehuset er et bygg med fire bygningskropper med totalt i underkant av 30 000 kvadratmeter. Det inneholder blant annet seks operasjonsstuer, fem angiologaboratorier, røntgenavdeling, rehabiliteringsarealer og totalt 280 sengerom fordelt på hotell- og sykehusdelen.

Sykehusområdet skal i tillegg til nytt sykehus bygges med virksomheter innen blant annet helse, utdanning og kultur.



Figur 4 (Bilde: Nordic Office of architecture) Arkitektonisk fremvisning av det nye sykehuset.

Enklere og rimeligere: LHL-klinikkene Gardermoen satser på et radiatorfritt sykehus som varmes med lavtemperatur varme og høytemperatur kjøling

4.4.1 Standard løsning

Som en standard løsning hadde man i et slikt bygg vanligvis valgt radiatoranlegg og ventilasjonsaggregater med egne kjøle- og varmebatterier.

4.4.2 Enklere og rimeligere energiløsning

Ved å samle funksjoner med like krav i samme sone, klimatiseres sonene uavhengig av tilgrensede soner. Dette gir lavt energibruk og effektiv drift. Oppvarmingsbehov og kjølebehov påvirkes av solinnstråling og internlast i de ulike soner. Samtidig som luftkvalitet og stabil romtemperatur er vesentlig for en rekke pasientgrupper ved LHL. Gjennom en romstyringslogikk samkjøres ulike funksjoner som solskjerming, luftmengder, oppvarming og kjøling for å oppnå optimalt klima i hver sone. Romstyringslogikken sikrer at tiltak prioriterer det mest energieffektive først.

For å gi en høy virkningsgrad til energisentralens varmepumpe, skal det være lav temperatur på varmedistribusjon og høy temperatur på kjøledistribusjon. Varmen distribueres med en temperatur på 40 grader ut til lokale ettervarmebatterier i ventilasjonsanlegget. Romtemperatur og romoppvarming styres ved å variere ventilasjonsluftmengden lokalt. Ettervarmebatteriene med kort rørføring til distribusjonssystemet erstatter da opptil flere radiatorer. I tillegg til en kostnadsbesparelse gir dette også fordeler i forhold til renhold. Kun for noen utsatte 'hjørnerom' er det valgt radiatorer.

Ved å bruke distribusjonstemperatur som ligger tett ned mot romtemperatur, oppnås små tap i rørnett. Og tilnærmet radiatorfritt bygg kan oppnås siden klimaskallet er godt isolert med passivhusstandard.

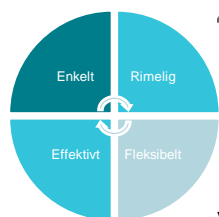
Omfang av rørnett til ventilasjonsanlegg reduseres til det halve, ved at samme rørnett brukes til både varme og kjøling. Det betyr at en sone ikke kan varmes og kjøles samtidig. Hvilket gir en kostnadseffektiv løsning.

Spesielle soner med behov for varme og kjøling hele året, isoleres fra andre soner.

Oslofjord varme har oppført en energisentral på området som forsyner området med all termisk energi til oppvarming, tappevann og kjøling.

Tilbakemelding fra brukere er at de er veldig fornøyde med inneklimaet.

	Valgt løsning vs standard løsning		
	Lav	Middels	Høy
Totalkostnad	X		
Energiytelse			X
Driftstekniske forhold		X	
Regulerbarhet			X
Distribusjons- og romvirkningsgrad			X
Fleksibilitet			X



4.5 Beskrivelse Voldsløkka skole

Voldsløkka skole er en ny skole i Oslo under bygging. Den er delt i to bygg, et eldre bygg som rehabiliteres og et nytt skolebygg som skal bygges som plusshus. Det er derfor valgt løsninger som gir en energieffektiv og kostnadseffektiv varmeproduksjon og fordeling av varme og kjøling. Prosjektet skal blant annet etableres med gulvvarme/-kjøling i påstøp på en massivtrekonstruksjon, med kombibatterier på ventilasjon for varme og kjøling.

Enkel

Lite varme
Lite tappevann
Uten kjøling

Barnehage

Småhus

Skole

Industri

Bygningskategori	Prosjekttype	Ferdigstilt	Energiambisjon Netto/levert	Miljøambisjon
Skole	Nybygg	Ferdigstilles i 2023	Plusshus iht Futurebuiltdefinisjon	

BTA	Oppvarmet BRA	Temperaturnivå varme	Temperaturnivå kjøling	Varmeavgiver Kjøleavgiver
10 000 kvm	10 000	Gulvvarme og ventilasjonsvarme 28/23°C Radiatorer 55/45°C	Gulvkjøling og ventilasjonskjøling +14/+19°C	Gulvvarme, luftvarmere/radiatorer/ kombibatterier ventilasjon

Energikilde	Kompleksitet			Utbygger
Varmepumpe med energibrønner/ fjernvarme	Middels			Undervisningsbygg (Oslo)

4.5.1 Standard løsning

En standard løsning ville vært radiatorer i rom og ventilasjonsanlegg med separate varme- og kjølebatterier.

4.5.2 Enklere og rimeligere energiløsning

4.5.2.1 Kombibatterier

Bruk av kombibatterier gir forenklet distribusjon fra energisentralen. Kombinert med lavtemperatursystem og samme dimensjonerende vannmengde i kjøle- og varmedrift, kan samme reguleringsventil benyttes i begge driftsmoduser. Ved bruk av roterende varmegjenvinnere vil denne løsningen fungere bra i de fleste mildere klima (Oslo-klima og tilsvarende), men i kalde klima må dette vurderes nærmere da både kjølebehovet er mindre og varmebehovet større.

Et normalt korrekt dimensjonert kjølebatteri vil gi mulighet for lav tur/returtemperatur i varmedrift. Ved å fjerne ett batteri vil også aggregatets SFP-faktor bli lavere.

Det kan eventuelt vurderes å føre både varmerør og kjølerør frem til teknisk rom hvor aggregatene er plassert, hvis det er ønske om større driftsfleksibilitet.

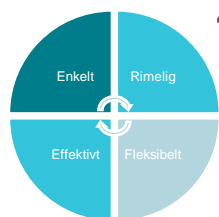
I varmedrift når det er frostfare i batteriene, må det sikres sirkulasjon frem til batteriene ved stillstand og over batteriene en tid før viftene startes.

4.5.2.2 Kombinert gulvvarme/gulvkjøling

Prosjektet skal benytte lavtemperatur gulvvarme. Ettersom det skal benyttes massivtre i større deler av bygget, kan rørene legges temmelig grunt i en påstøp. Dette muliggjør en betydelig senkning av tur/returtemperaturen. Samtidig er bygget godt isolert, slik at varmebehovet vil i hovedsak være når klasserommene ikke er i bruk/tidlig på dagen. Løsningen gir raskere respons enn tradisjonell gulvvarme i støp på grunn av betydelig redusert termisk masse.

Løsningen egner seg også for gulvkjøling, og kombineres med kjøling av ventilasjonsluften for å oppnå ønsket termisk klima.

	Valgt løsning vs standard løsning		
	Lav	Middels	Høy
Totalkostnad		X	
Energiytelse			X
Driftstekniske forhold		X	
Regulerbarhet			X
Distribusjons- og romvirkningsgrad			X
Fleksibilitet			X



4.6 Beskrivelse OSUs leiligheter Bjørvika

Tre-rørsystem med viftekonvektor og gulvvarme på bad i leilighetskompleks.

Tappevann

Lite varme
Mye tappevann
Uten kjøling

Idrettsbygg

Boligblokk

Bygningskategori	Prosjekttype	Ferdigstilt	Energiambisjon Netto/levert	Miljøambisjon
Boliger	Nybygg	2019/2020	TEK17	

BTA	Oppvarmet BRA	Temperaturnivå varme	Temperaturnivå kjøling	Varmeavgiver Kjøleavgiver
ca 28 000 kvm (To første byggetrinn av 9)	Ca 28.000	65 °C tur		

Energikilde	Kompleksitet			Utbygger
Sjøvann/kaldt tappevann	Middel			AF EMT for OSU

4.6.1 Standard løsning

Gulvvarme på bad, radiatorer i rommene, separat varmekurs fra varmesentralen. Ingen kjøling.

4.6.2 Enklere og rimeligere energiløsning

Varmtvannskursen brukes til fordeling av varme til leilighetene (tilsvarende prosjekteksempel i kap. 4.2). Det er installert kun en viftekonvektor i stuen og gulvvarme på badet. For øvrig kun panelovner samt elbatteri på ventilasjon. Det er lite behov for varme i andre rom enn stue og bad.

Vannbåren gulvvarme på bad koster det samme som elektrisk i installasjon når det prefabrikeres, slik at dette gir ingen merkostnad.

Som energikilde brukes CO₂-varmepumpe som henter varme fra kollektorsløyfer i sjøen og nedkjøling av kaldt tappevann. I tillegg benyttes fjernvarme som backup og spisslast.

Det er ikke valgt vannbåren varme på ventilasjon på grunn av lavt behov og desentrale aggregater.

Byggetrinn 1 har ikke kjøling, mens det i byggetrinn 2 er installert kjøling på konvektoren.

Kaldt tappevann til hver leilighet er kjølt ned slik at det holder en stabil lav temperatur hele året.

Driftserfaringene for 1. byggetrinn viser at varmekomforten har vært bra. Ettersom det ikke er kjøling, er temperaturene om sommeren i perioder noe høye.

Turtemperaturen på varmtvannet er konstant 65°C, og det blandes ned til 55°C i hver leilighet.

Selve fordelingsskapet med varmeveksler og pumpe er ganske stort, og det er litt utfordrende å få plassert dette. Plasseringen bør planlegges tidlig i prosjektet sammen med arkitekt. I dette tilfellet måtte skapet plasseres i taket.

Kostnadene ser ut til å ligge under 500 kr/m² for det vannbårne systemet (merkostnadene sammenlignet med et standard tappevannssystem).

	Valgt løsning vs standard løsning		
	Lav	Middels	Høy
Totalkostnad	X		
Energiytelse			X
Driftstekniske forhold		X	
Regulerbarhet			X
Distribusjons- og romvirkningsgrad			X
Fleksibilitet			X

5 Wiki for vannbårne systemer

I denne 'Wiki'-en kan man finne forklaringer på utvalgt terminologi brukt i forbindelse med vannbårne systemer og fakta om vannbåren energi. Kapittelet inneholder en oversikt over komponentene i et vannbårent anlegg.

Energifleksibelt varmesystem

Dette er en betegnelse på varmeanlegg som kan veksle mellom 2 eller flere energikilder. TEK17 stiller krav til at bygninger over 1000 m² skal ha energifleksible oppvarmingssystemer.

Det er ikke krav i dagens forskrifter at det skal installeres flere energikilder når bygget tas i bruk, men det skal være forberedt for dette for en gitt andel av oppvarmingsbehovet. Sentral varmtvannsberedning med elkolber er å betrakte som energifleksibelt da det er relativt enkelt å koble til annen energikilde, mens beredere i hver leilighet ikke er å betrakte som energifleksibelt.

Kravet til energifleksibilitet kan også løses med andre energibærere enn vann, for eksempel med luftbåren varme eller en kombinasjon av luftbåren varme og vannbåren varme.

Vannbåren varme

Vannbåren varme vil si å bruke vann for å frakte varme i et bygg fra en energikilde og dit det er et varmebehov, som eksempelvis til det enkelte rom som trenger varme. Vannet varmes opp i energikilden, pumpes ut gjennom rør til hvert rom og avgir varme ved nedkjøling av vannet i en varmeavgiver i rommet. Vannet sirkulerer i en lukket krets og returnerer derfor tilbake til energikilden med lavere temperatur for å varmes opp igjen. Vannbåren varme brukes også til oppvarming av varmt tappevann sentralt eller lokalt i hver leilighet og til gatevarmeanlegg (via en varmeveksler).

Vannbåren varme kan utformes for ulike temperaturnivåer, og det kan i hovedsak skilles mellom 3 nivåer:

- Over 60°C – Høytemperert
- Mellom 40 og 60°C – Mellomtemperert (bra for varmepumper og fjernvarme)
- Under 40°C – Lavtemperert (svært gunstig for varmepumpedrift)

Veiledning til TEK17 §14-4 angir at preakseptert ytelse skal ha turtemperaturer under +60°C ved dimensjonerende forhold.

Energikilde

Energikilde (varmegenerator) er den enheten som produserer varmen som bygget trenger. Energi kan ikke produseres, kun omgjøres fra en form til en annen. Eksempler på varmeproduserende utstyr er elkjel som benytter elektrisitet, biokjel som forbrenner et biobrensel eller varmepumpe som benytter elektrisitet til å hente energi fra en varmekilde med lavere temperaturnivå, for å produsere varme. Varmeenergien kan brukes til oppvarming av rom, ventilasjonsluft, varmt forbruksvann og eventuelt gatevarme. Det er ikke lov, ifølge byggteknisk forskrift (TEK17) §14-4 1. ledd, at energikilden benytter fossilt brensel (gass eller olje).

Fjernvarme

Fjernvarme er vannbåren varme i stor skala og frakter varmeenergi over store avstander fra flere energikilder (for eksempel avfallsforbrenning, varmepumper, biobrensel mm) og ut til bygg med installert vannbåren varme. Varmen overføres til bygget via en varmeveksler.

Nærvarme

Nærvarme er fjernvarme men i mindre skala. Ofte begrenset til et fåtall bygninger og varmeenergien fraktes over kortere avstander fra en energikilde og til det enkelte bygg med installert vannbåren varme.

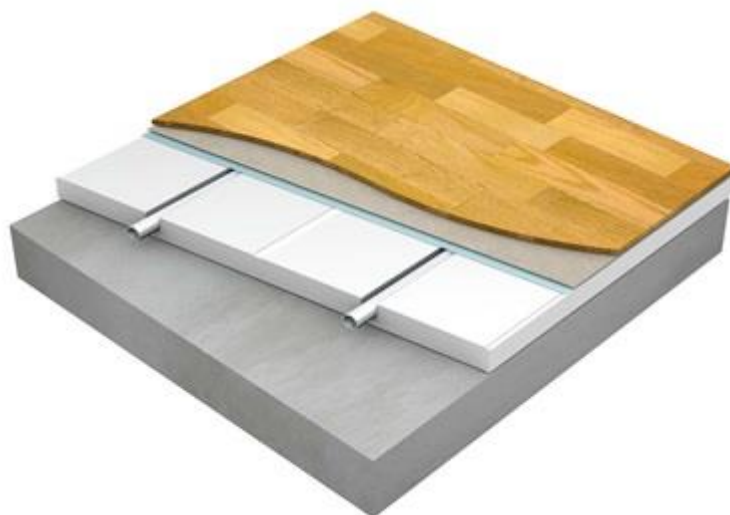
Varmeavgiver

Varmeavgiver eller også kalt varmelegeme er den enheten som overfører varme fra vannet og til rommet. Det finnes mange ulike typer varmeavgivere. De deles opp i «byggningsflater» og «punktvarme». Bygningsflater vil si at varmeavgiver er en integrert del av bygningskonstruksjonen som eksempelvis gulv, vegg og tak. Eksempler på punktvarme er radiatorer, konvektorer, viftekonvektorer og luftvarmere (aerotempere). Gulvvarme og strålepaneler er eksempler på varmegivere integrert i byggets flater.

Vannbåren gulvvarme

Ved vannbåren gulvvarme benytter man gulvet til å varme opp et rom. Dette gir ofte den beste komforten og er også den mest brukte metoden av de integrerte løsningene. Gulvvarmeørene legges i sporede plater i gulvet eller støpes ned med fast innbyrdes avstand. Kan benyttes i de fleste gulvoppbygginger, men er mest velegnet i støpte dekker. Kan også benyttes i tredekker med for eksempel parkett, men man må være klar over at for høy temperatur i rørene kan gi sprekkdannelse i parketten. Gulvvarme er normalt et lavtemperert varmesystem.

Det legges plastrør med diameter 10-20 mm i gulvet med en avstand på 5-30 cm. Det er om å gjøre å ha minst mulig varmemotstand fra vannet og opp til gulvflaten. Gulvet avgir ca 10 W/m² per grad det er varmere enn rommet. Et nytt bygg med maks effektbehov på 30 W/m² trenger da en overflatetemperatur på gulvet 3 grader varmere enn romtemperaturen.



Figur 5 (Bilde: uponor.no) Gulvvarmerør montert i gulvvarmeplater

Radiator

En radiator er en varmeavgiver med normalt vann som varmemedium. En radiator er stålplater som det sirkulerer vann mellom og blir nedkjølt av romluften som selvsirkulerer over flatene. Radiatorer er delvis basert på strålevarme og delvis konveksjonsvarme (dvs. luft som varmes opp og sirkulerer i rommet).

Radiatorens størrelse er avhengig av temperaturen på vannet og selvsagt varmeeffekten man ønsker å oppnå.

Radiatorer og viftekonvektorer dimensjoneres ut fra rommets varmebehov ved ønsket komfortnivå. Bygninger isolert etter TEK17 eller bedre har vesentlig mindre varmetap enn tidligere, og man står friere til plassering av varmelegemene. Tidligere ville man plassert radiatoren under vinduet for å unngå trekk/kaldras fra vinduet, men dette problemet er på det nærmeste eliminert ved dagens isolerglasstandard.



Figur 6 (Bilde: lyngson.no) Panelradiator

Konvektor

En konvektor er en varmeavgiver med normalt vann som varmemedium, og hvor vannet sirkulerer i rør med lameller på utsiden. Konvektorer er basert på i hovedsak konveksjonsvarme (dvs. luft som varmes opp gjennom konvektoren og sirkulerer i rommet) og naturlig sirkulasjon. Konvektorer har ikke vifte. Plasseres gjerne under høye vinduer for å hindre kaldras.



Figur 7 (Bilde: Lyngson.no) Konvektor

Viftekonvektor

En viftekonvektor er en komplett enhet med temperaturstyring, vifte og varmebatteri for oppvarming av rom. Kobles normalt til et vannbårent sentralvarmeanlegg, men kan også benyttes i forbindelse med luft til vann-varmepumper og andre lokale varmekilder. Plasseres normalt lavt ved gulvet. Kan også benyttes til kjøling hvis dette er installert. Viftekonvektorer trenger strøm til drift av viften.

Viftekonvektorer kan være ganske avanserte med romtemperaturregulering og fjernkontroll for styring av enheten. En viftekonvektor kan avgi betydelig mer varme enn en radiator med samme fysiske mål.



Figur 8 (Bilde: sgp.no) Viftekonvektor

Luftvarmere

Luftvarmere (aerotempere) er vegghengte enheter for oppvarming av rom. Disse kan også benyttes til kjøling. Består av vifte, et lamellbatteri hvor vannet sirkulerer og regulering. Kan ha vifte med flere trinn eller turtallsregulering. Benyttes gjerne i industrielle lokaler hvor stor varmeeffekt skal overføres pr enhet.



Figur 9 (Bilde: sgp.no) Luftvarme

Varmeveksler

En varmeveksler er en enhet for overføring av varme mellom to systemer hvor det kan være forskjellig trykknivå, medier, ansvarsgrenser osv. En varmeveksler leveres normalt som en helloddet veksler hvor vannet og det andre mediet sirkulerer i motstrøm i plater som ligger inntil hverandre. Benyttes ofte ved oppvarming av tappevann i en energisentral eller oppvarming av gatevarme. For å få et energieffektivt system er det viktig å dimensjonere varmeveksleren med et lite temperaturtap.



Figur 10 (Bilde: alfalaval.com) Loddet platevarmeveksler

Installert varmeeffekt

Installert varmeeffekt beskriver et byggs effektbehov for å kompensere for varmetap ved en dimensjonerende utetemperatur for å holde ønsket innetemperatur. For hvert sted i Norge finnes en dimensjonerende utetemperatur (DUT_v) som er de tre sammenhengende kaldeste dagene i løpet av et år, og et gjennomsnitt av de siste 30 årene. Brutto effektbehov vil si at det ikke tas hensyn til internvarme. Internvarme er varme som tilføres bygget som eksempelvis solvarme, mennesker, lys og elektrisk utstyr. Det er brutto effektbehov som normalt er dimensjonerende for det vannbårne varmeanlegget, og er i størrelsesorden 20-50 W/m² BRA avhengig av bygningstype og geografisk plassering (BRA er oppvarmet bruksareal).

For de fleste næringsbygg kan det tas hensyn til en andel av internvarmen når dimensjonerende effektbehov beregnes, inntil 50 %. Dette begrunnes i at når det ikke er internvarme, er bygget ikke i bruk. Ventilasjonsanlegget vil da normalt gå på redusert kapasitet. Når folk kommer på jobb, vil

luftmengden økes, men da øker også internvarmen på lys, personer og utstyr. Dette gjelder dimensjonerende effekt fra energisentralen. På romnivå må effekten dimensjoneres uten internvarme.

Installert kjøleeffekt

Installert kjøleeffekt er nødvendig effekt for at et byggs innetemperatur ikke skal bli høyere om sommeren enn hva som kreves, eksempelvis ikke over 26 °C mer enn 50 timer hvert år. Kjøleeffekten skal kompensere for internvarme og høy utetemperatur. Kjøling i bygg er mest brukt i næringsbygg, sykehus, kjøpesenter og andre bygg som ikke er boligbygg. Men i mange godt isolerte leilighetskomplekser blir temperaturen ofte for høy om sommeren, og det er en økende etterspørsel etter kjøling også i boliger.

Spisslast

Spisslast er en ekstra energikilde som brukes når hovedenergikilden ikke kan levere høy nok effekt. Det er viktig at hovedenergikilden prioriteres og leverer så høy effekt den kan, mens spisslasten kun «sper på» etter behov. Eksempelvis dimensjoneres varmepumper og noen biokjeler for 40-60 % av maks varmeeffektbehov og vil da kunne levere typisk 85-95 % av energibehovet. Spisslasten skal brukes de kaldeste dagene og vil levere høy effekt (kW), men lite energi (kWh). Spisslastens størrelse er avhengig av hovedenergikildens effekt den kaldeste vinterdagen og kan være fra 40 til 100%. Dersom spisslasten også skal fungere som en backup ved en eventuell driftsstans av hovedprimærenergikilden, må den kunne levere 100 % av effektbehovet. Typisk energikilde for spisslast er elkjel.

Elkjel/elkassett

Elkjel/elkassett er elektrisk oppvarmede energikilder hvor vannet sirkulerer over varmeelementer (varmekolber) og videre ut i bygget. Kan brukes som spisslast eller grunnlast. Elkjel er betegnelsen på større energikilder med elektrisitet, og har et større vannvolum. Brukes i bygninger med et større varmebehov (normalt mer enn 30-50 kW). Elkassetter er beregnet for mindre bygninger/boliger med lavt varmebehov opp til 30 kW. Begge løsningene kan ha flere trinn, har innebygget termostat og kan kobles sammen med andre energikilder som for eksempel varmepumper. Akkumulatortanker og varmepumper kan ha integrerte varmekolber for spisslast.

Effektregulering

Effektregulering trengs i alle varmeanlegg siden effektbehovet til romvarme varierer hele tiden og påvirkes mest av utetemperatur. En varmeavgiver kan effektreguleres med to metoder. Det er ved «mengderegulering» som vil si å endre mengden vann som sirkulerer, eller ved temperaturregulering som vil si at vanntemperaturen endres. Temperaturregulering er vanligvis den foretrukne metoden, men gjerne i kombinasjon med mengderegulering. Temperaturregulering gir mindre varmetap og lavtempererte energikilder som eksempelvis varmepumper høyere effektivitet. Når romtemperaturen reguleres med mengderegulering forenkles selve reguleringen betraktelig om vannet også er temperaturregulert. Temperaturregulering gjøres vanligvis ved at vanntemperaturen som pumpes ut til varmeavgiverene er avhengig av utetemperaturen. Det vil si at lavere utetemperatur gir høyere vanntemperatur, og kalles derfor «utekompensert turtemperatur».

Responstid

Responstid for en varmeavgiver vil si tiden det tar fra effektbehovet i et rom endres, til varmeavgiveren klarer å endre avgitt varme til det nye effektnivået. Kort responstid forenkler romtemperaturreguleringen og er viktigere jo bedre et bygg er isolert og jo mer internvarmen endres. Et eksempel er nye godt isolerte skoler hvor det på kort tid samles mange elever i et klasserom. Da reduseres varmeeffektbehovet drastisk på kort tid og det kan også være et kjølebehov. Da er det spesielt viktig med både en varme- og eventuelt kjøleavgiver med kort responstid. Responstiden er avhengig av akkumulert energi i varmeavgiveren. Akkumulert energi er produktet av masse, varmekapasitet og temperaturdifferanse mellom vannet og rommet. Eksempelvis har et betonggulv

stor masse og varmekapasitet. Det er derfor viktig å holde vanntemperaturen så nær romtemperaturen som mulig for gulvvarme, som igjen vil si minst mulig varmemotstand fra vannet til gulvoverflaten. En viftekonvektor er en varmeavgiver med lite vannvolum i forhold til effekt og den blåser varm luft rundt i rommet. Massen og varmekapasiteten er lav og den har derfor kort responstid.

Temperaturnivå

Temperaturnivå til vannet i et vannbårent varmeanlegg er avhengig av type varmeavgiver og dimensjonering av denne. Generelt gir økt størrelse lavere vanntemperatur. Byggteknisk forskrift (TEK17) krever energifleksibelt varmesystem for bygg over 1000 m² BRA som ikke er definert som småhus. I veilederen til forskriften skal et energifleksibelt varmesystem ikke ha høyere temperatur enn 60 °C ved dimensjonerende utetemperatur. For et radiatoranlegg med høyeste tilførte vanntemperatur på 60 °C, vil midlere vanntemperatur over et år typisk ligge i område 35-40 °C hvis det er god temperaturstyring og anlegget er innregulert. Et gulvvarmeanlegg må dimensjoneres for lavest mulig vanntemperatur for primært å oppnå god romtemperaturregulering (kort responstid). Samtidig kan man i enkelte rom, typisk våtrom, ha et ønske om høyere gulvtemperatur av komforthensyn. Gulvvarmesystemer bruker å ligge rundt 30-35 °C i turtemperatur avhengig av gulvoppbygging og komfortkrav.

Temperaturnivået til varmt forbruksvann skal være tilstrekkelig høyt til å dekke brukerens behov, men ikke høyere enn 55 °C ut fra blandeventil i boliger og 38 °C i barnehager og aldershjem på grunn av fare for skolding. Samtidig skal trygghet med tanke på bakterievekst som legionellabakterien ivaretas. I følge Legionellaveilederen skal varmtvannet være 60 °C frem til blandeventil og 70 °C i varmtvannsberedere. Oppvarming til disse temperaturene kan være konstante eller gjøres med faste intervaller som for eksempel på ukesbasis.

Plassering av energikilde

Plassering av energikilde er vanligvis i et felles teknisk rom for hele bygget og kalles da en «sentralisert varmeløsning». Veileder til byggteknisk forskrift beskriver størrelsen for dette rommet når det kreves et energifleksibelt varmesystem. I boligbygg kan det også benyttes en «desentralisert varmeløsning». Det vil si at hver boenhet har sin egen energikilde og sitt eget adskilte varmesystem. Energikilden kan eksempelvis være elkjel eller varmepumpe. Dersom varmepumpens varmekilde er jord- eller grunnvarme kan flere varmepumper ha felles varmekilde (eksempelvis energibrønner). For veldig store bygg kan det også brukes en «semi-desentralisert varmeløsning». Det vil si at varmesystemet seksjoneres opp på eksempelvis etasje- eller fløynivå. Dette kan forenkle prosjektering og drift.

Akkumulering/varmelagring

Akkumulering/varmelagring er nødvendig når energikildens avgitte varmeeffekt ikke alltid er på samme nivå som byggets behov. Vanligvis brukes vann til å lagre energi og jevne ut effektforandringer. Brukes solenergi som energikilde må overproduksjon av solenergien lagres når solen går ned og bygget igjen har et varmebehov. Enkelte biokjeler har relativt treg effektregulering og må derfor kunne jevne ut effektbelastningen. Varmepumper får forkortet levetid og gir dårligere driftsøkonomi ved hyppige start/stopp og kan derfor trenge akkumulering av energi for å få jevn drift.

Varmtvannsberedere er en annen form for varmelagring. For å varme opp vann direkte ved tapping trengs meget høy effekt. Ved å akkumulere varme i en varmtvannsbereder kan installert effekt reduseres med opptil 90%. Energikilder som har rask effektregulering, som eksempelvis elkjel, trenger ikke akkumulering. Ved tilført varme fra et fjern- eller nærvarme, brukes også sjelden varmeakkumulering, men det kan være aktuelt å vurdere for å redusere effektopper og effektkostnadene.

Varmetapsberegning

Korrekt gjennomført varmetapsberegning er en forutsetning for å kunne gjøre en investeringsanalyse av ulike energikilder og varmesystem. Det er ikke bare viktig for valg av beste energikilde, også for optimal dimensjonering av denne.

En varmetapsberegning består av en «effektbehovsberegning» og en «energibehovsberegning». Effektbehovsberegningen utføres som en del av prosjekteringen av bygget, for å sikre at tilstrekkelig effekt til oppvarming installeres

Netto energibehovsberegning utføres for å dokumentere mengden energi bygget trenger for å driftes i henhold til forskriftskrav, og være grunnlaget for riktig valg og prosjektering av energikilde og varmesystem. Det skal også gjøres en reell energibehovsberegning som da er den leverte energien til bygget. Levert energibehovsberegningen skal etter valg av energikilde og prosjektering, gi et best mulig bilde av hva huseier kan forvente av energikostnader i løpet av et år.

For større bygg er det nødvendig å bruke eksperter for beregning av effekt- og energibehov med validert programvare. Beregningene inngår også i utstedelsen av energimerke for bygget.

For boligbygninger er det ikke krav til å gjøre energiberegninger (og dermed varmebehovsberegning) så lenge energitiltakene i TEK17 veiledning §14-2 annet ledd er oppfylt. Men for å ta ut korrekt størrelse på varmeavgiverne, må det gjøres beregninger. Dette kan gjøres på romnivå eller med forenklet metode angitt i Varmenormen 2017 kap. 3.3.5.

Sirkulasjonspumpe

Sirkulasjonspumper benyttes for å transportere vannet fra energikilden frem til varmeavgiverne og tilbake. Nye pumper i dag skal tilfredsstille ErP-direktivet slik at pumpen har høy virkningsgrad gjennom hele året. Det betyr at pumpene så godt som alltid er turtallsregulerte og kan dermed styre vannmengden etter behovet. Det er normalt flere pumper i anlegget avhengig av hvor høye krav det er til driftssikkerhet og hvordan anlegget er oppdelt i varmekurser.



Figur 11 (Bilde: wilo.no) Sirkulasjonspumpe

Luftutskiller

En luftutskiller brukes for å fjerne luft i anlegget i tillegg til utluftingsventiler som plasseres på anleggets høypunkt i forbindelse med oppfylling og vedlikehold. Oppløst luft fjernes i såkalte mikrobobleutskillerer som bør plasseres der temperaturen er høyest (etter energikilden) og trykket lavest (før sirkulasjonspumpen). I anlegg med lav temperatur og høyt trykk (mange etasjer i bygget), egner ikke mikrobobleutskillerer seg, og da bør det i stedet benyttes en vakuumavlifter. Radiatorer og andre varmeavgivere har normalt egne luftventiler som bør benyttes når det høres «surkling» i radiatoren.



Figur 12 (Bilde: imi-hydronic.om) Kombinert luft- og slamutskiller

Filter

Filter brukes for å fjerne partikler som smuss og magnetitt fra røranlegget. For å fjerne magnetitt må filteret ha en egen magnetstav. Dette kan anbefales i anlegg med stålrør. Er det overveiende plastrør er dette ikke nødvendig. Filteret kan være kombinert med luftutskilleren. Filteret må ha en sil (innsats) med liten nok maskevidde til å samle opp partiklene i anlegget (normalt maskevidde på 0,3-0,5 mm).

Varmemåler

Varmemålere benyttes for å måle varmeleveransen ut på anlegget, ut fra varmepumpen og/eller til ulike bruksområder, leietagere etc. Det anbefales alltid å ha en varmemåler på varmepumper kombinert med en strømmåler som måler tilført strøm til varmepumpen. Dette muliggjør kontroll av varmepumpens effektivitet (COP, varmeeffektfaktor) og er nyttig for å oppdage feil i anlegget. Normalt benyttes det egne varmemålere designet for formålet (dette er det krav til ved salg av varme), men mange moderne sirkulasjonspumper har integrert en varmemåler med noe dårligere nøyaktighet.



Figur 13 (Bilde: kamstrup.com) Varmemåler (strømningsmåler til venstre og regneverk til høyre)

Ekspansjonskar

Ekspansjonskar benyttes for å holde trykket i anlegget under kontroll og for opptak variasjonene i vannvolum som følge av at vannet varmes opp (vannet utvider seg når temperaturen øker). Feil størrelse på karet og feil innstilt trykk kan medføre at luft suges inn i rørene eller at sikkerhetsventilen løser ut.



Figur 14 (Bilde: sgp.no) Ekspansjonskar

Reguleringsventiler

Reguleringsventiler benyttes for å kunne styre vannmengden ut på varmekurser eller styre turtemperaturen ut på anlegget (shuntkobling). Gulvvarmefordelere er normalt utstyrt med en reguleringsventil styrt av en romføler, hvor ventilen begrenser/stenger sirkulasjonen når innstilt romtemperatur er oppnådd eller åpner sirkulasjonen når det er for kaldt. Radiatorer bør være utstyrt med termostatisk ventil (termostat) som regulerer vannmengden over radiatoren. På radiatorene er det normalt direktevirkende ventiler, dvs. de er ikke avhengig av en strømtilkobling for å fungere. På gulvvarmefordelere er det normalt elektrisk drevne ventiler.



Figur 15 (Bilde: Imi-hygronic.com) Innreguleringsventil

Innreguleringsventil

Innreguleringsventiler benyttes for å balansere vannmengdene i anlegget. Dette gir bedre drift på anlegget, riktig varmemengde til alle rom og lavere energibruk. I tillegg kan ventilen benyttes til å måle/kontrollere vannmengder.

6 Tabbeskolen

I tabbeskolen er det presentert noen anonymiserte eksempler på typiske feil i forbindelse med vannbårne løsninger som andre kan lære av.

6.1 Uønsket varmeoverføring mellom rør (tur og retur)

Beskrivelse:

Dersom tur og returrør føres sammen slik at det blir varmeoverføring mellom dem, er dette uheldig. Det gjelder både fra varmesentral (energikilde) til fordelingsskapet hos den enkelte forbruker, og fra fordelerskapet og frem til det enkelte rom hvor varme skal leveres. Problemet gjelder også varmeoverføring mellom tur og retur i enkeltkomponenter som radiatorventiler og fordelerstokker.

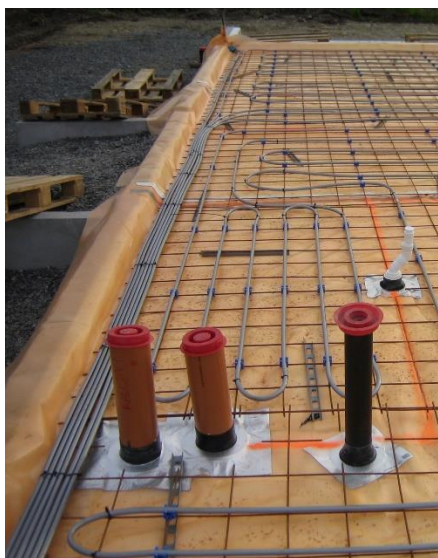
Turvannet blir unødig kjølt ned før det når rommet som skal varmes, og returvannet blir varmet opp på vei tilbake fra rommet og til fordelerskap og evt videre til varmesentral.

Konsekvens:

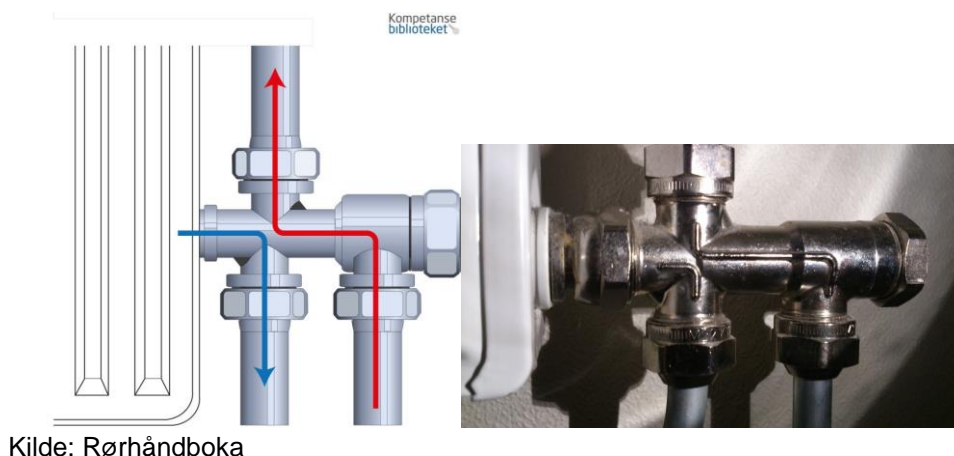
For å få avgitt nødvendig varmeeffekt, må turtemperaturen heves for å kompensere for den ekstra nedkjølingen. Både tur og returtemperatur blir da høyere enn nødvendig med økt varmetap som resultat, men aller mest redusert besparelse dersom det brukes varmepumpe. Effektfaktoren (avgitt varme dividert på tilført strøm) til en reduseres med typisk 2-3 % for hver grad vanntemperaturen må heves.

Riktig løsning:

Tur og returrør skal holdes adskilt slik at de ikke påvirker hverandre termisk og isoleres når nødvendig. Nedstøpte rør for gulvvarme skal ha en avstand på minimum 30 cm mellom tur- og retur-fordelingsrørene. Unngå bruk av radiatorventiler og andre komponenter som fører tur og retur sammen.



Figur 16 (Bilde: David Zijdemans) Eksempel på tur- og returrør til gulvvarme som ligger tett inntil hverandre slik at det blir uønsket varmeoverføring mellom dem.



Figur 17 (Illustrasjon: Rørhåndboka / Foto: David Zijdemans) Typisk eksempel på en radiatorventil hvor tur og retur er ført sammen i ventilen.

6.2 Utilsiktet oppvarming ved vannbåren varme

Beskrivelse:

I byggt teknisk forskrift (TEK17) §14-3 står det at «... varmesystem skal isoleres». I veilederen henvises det til NS-EN 12828:2012+A1:2014 og DS452:2013. I DS452 står det at (oversatt) «Varme installasjoner isoleres, slik at de forhindrer eller vanskeliggjør regulering av romtemperatur i rom som de måtte passere gjennom». Og videre: «Varme installasjoner isoleres, slik at de ikke utilsiktet avgir varme i rom, som dermed får større behov for kjøling»

Det vil si at rør som frakter «varmt» vann ikke skal varme opp andre rom på vei frem til aktuelt rom. Dette gjelder både vannbåren gulvvarme og radiatoranlegg.

For vannbåren gulvvarme er det et problem når avstanden er stor og det er mange rom rørene føres gjennom fra fordelerskap til rommet som trenger varme. Et større problem gjelder rom hvor brukeren ønsker varme gulv hele året, også om sommeren, av komfortsyn og rørene i tillegg er lagt gjennom soverom som vanligvis ønskes med lavere temperatur.

I radiatoranlegg med åpen/synlig rørføring og eksempelvis rør til radiatorer i stue føres gjennom soverom som da ikke har et varmebehov. Da blir soverommet unødig tilført varme fra rørene som skal levere varme til stuen. Kompenseres det da med å åpne vinduer sløses det med energi.

I arbeidsbygning med cellekontorer blir problemet det samme dersom brukerne ønsker ulike romtemperaturer og det derfor er ulike effektbehov i kontorene.

Konsekvens:

Misfornøyde beboere som opplever at det blir for varmt i enkelte rom, eksempelvis soverom. Vanskeliggjør temperaturregulering på romnivå.

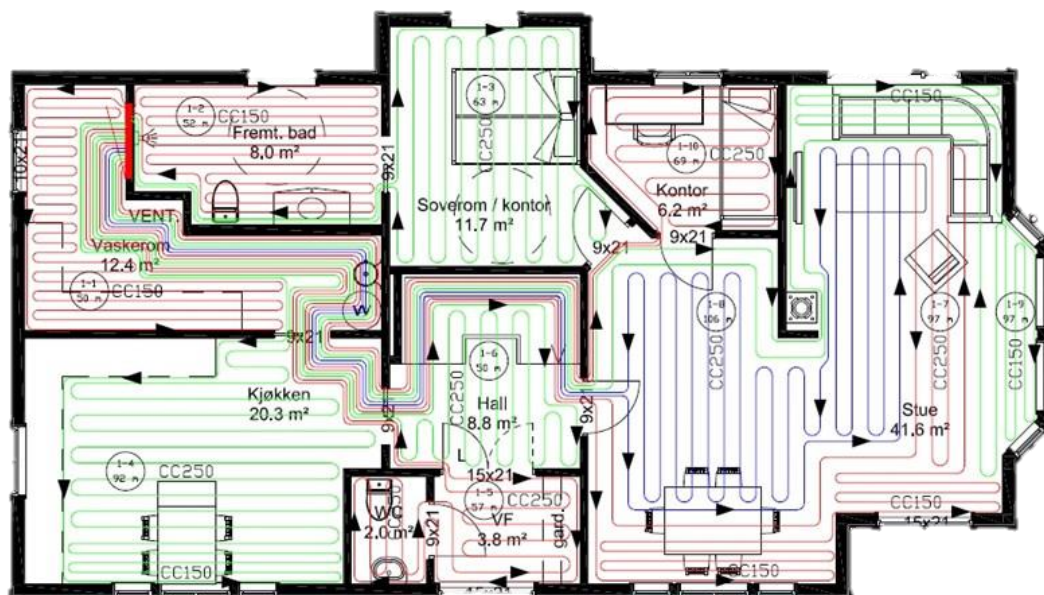
Sløsing med energi som også forsterkes dersom utilsiktet oppvarming håndteres med mekanisk kjøling.

Riktig løsning:

Fordelerskap plasseres mest mulig sentralt i boligen.

Rør til rom med helårs varmebehov av komfort hensyn (våtrom) skal ikke føres gjennom soverom og skal isoleres.

Både fordelings- og koblingsledninger til radiatorer isoleres i rom de går gjennom.

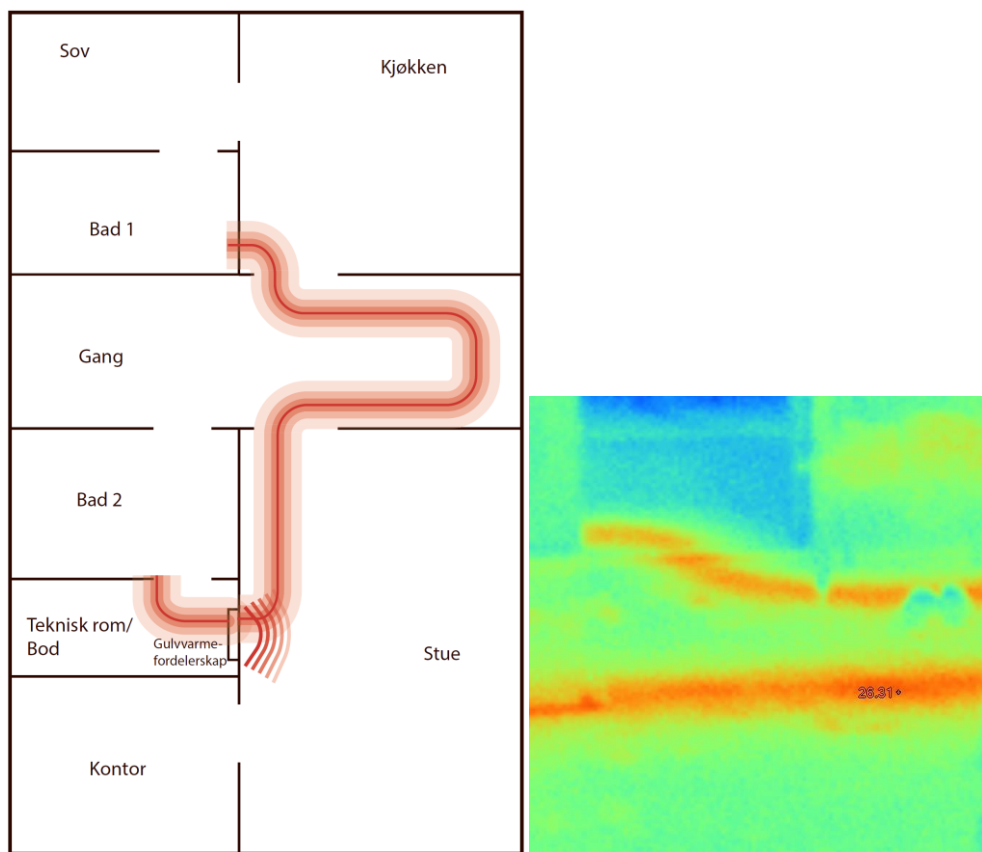


Figur 18 (Bilde: ukjent) Ugunstig plassering av fordelerskap som gir lange transportetapper.



Figur 19 (Bilde: SGP.no) Isolerende bånd for transportetapper til gulvvarme

Et annet problem kan oppstå hvis det i bygninger med flere etasjer ikke isoleres/er dårlig isolert under gulvvarmerørene i etasjeskillet. I slike tilfeller vil varmen overføres fra gulvet til underliggende rom/leilighet. Dette vil medføre problemer med korrekt regulering av romtemperaturen og et høyere energiforbruk til oppvarming. Returtemperaturene vil også bli høyere, selv om dette normalt ikke er et stort problem for lavtemperatur gulvvarmeanlegg.



Figur 20 (Illustrasjon og bilde: David Zijdemans). Termografibildet viser røret til badet gjennom gangen.

6.3 Parkett og tregulv

Parkett og massive tregulv med trinnlydsdemping gir en varmemotstand slik at temperaturen i rørene må høynes for å få overført tilstrekkelig varme til rommet. Ettersom varmeavgivelsen er avhengig av overflatetemperaturen, kan det i deler av tresjiktet bli for høye temperaturer slik at parketten kan sprekke opp. Dette medfører at det er begrenset hvor høy temperatur man kan ha i gulvet (rundt 27°C). Hvis man da ønsker å ha en høy romtemperatur på eksempelvis 24°C kan dette blir vanskelig hvis det samtidig er lave utetemperaturer, store vindusflater, avtrekksventilasjon og/eller bygget har mangelfull isolering. I slike tilfeller bør det installeres tilleggsvarmekilde som for eksempel en viftekonvektor.

Det henvises videre til ny veiledning til NS-EN 1264, *Veiledning for vannbåren gulvvarme i boliger og næringsbygg* som er tilgjengelig hos Standard Norge.

6.4 Manglende temperaturregulering av vannbåren gulvvarme

Beskrivelse:

Et godt designet gulvvarmesystem skal ha en tilpasset temperaturregulering på vannet og i rommet. Temperaturreguleringen skal være tilpasset gulvoppbygging, rominndelingen og rommets funksjon. Det finnes mange eksempler på dårlig temperaturregulering.



Figur 21 (Bilde: ukjent) Eksempel på en kursoppbygging med kun fast temperatur på turvannet.



Figur 22 (Bilde: ukjent) Samlestokk med åpen bypass. Dette krever både hovedpumpe og sekundærpumpe og dette vil gi en høy returtemperatur til varmesentralen.

Konsekvens:

Manglende temperaturregulering for gulvvarmesystemer kan gi følgende konsekvenser:

- Pendling i romtemperatur (for varmt eller for kaldt i rommet).
- For høy temperatur for parkettgulv
- For kaldt i noen rom og for varmt i andre rom
- Økt energiforbruk
- Redusert virkningsgrad på varmeproduksjon

Riktig løsning:

Om mulig bør man ha en romregulering for vannbåren gulvvarme for hvert rom. Romregulering fungerer best ved liten termisk masse i gulvet, f.eks. gulvvarmerør i påstøp på trinnlydsplater. For trege

gulv bør dette kombineres med en utekompensering på turtemperatur for å unngå for store svingninger i romtemperaturen.



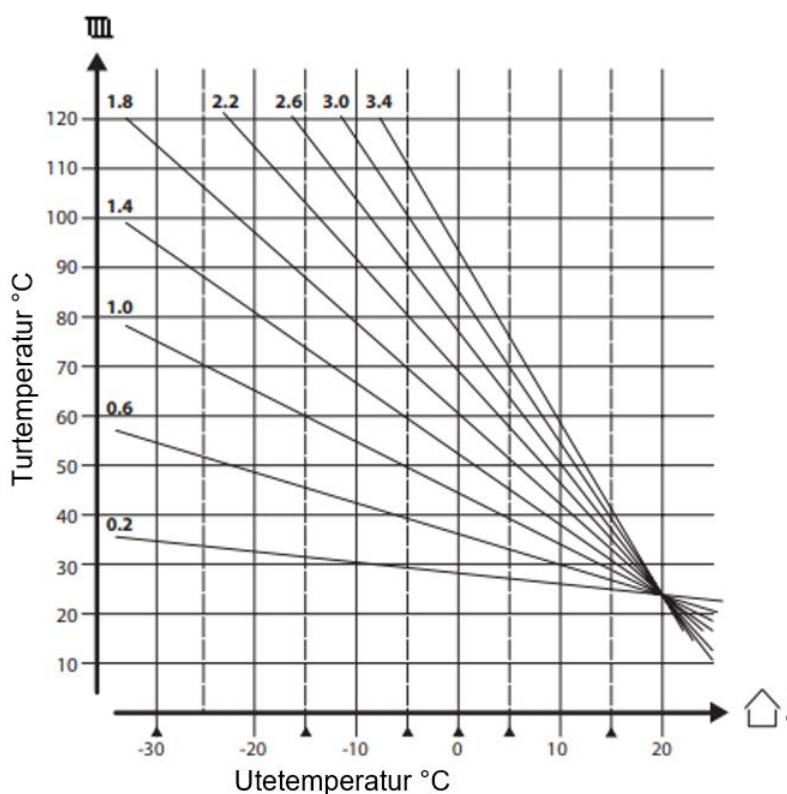
Figur 23 (Bilde: ukjent) Eksempel på fordelerskap til gulvvarme med romregulering og styring per kurs.

6.5 Feil utekompenseringskurve

Utekompenseringskurven er en innstilling på anlegget som sørger for høyere turtemperatur på vannet når det blir kaldere ute. Dette medfører at sirkulert vannmengde blir tilnærmet konstant og det er lettere å innregulere anlegget. Ofte blir utekompenseringskurven justert hvis ett eller flere rom oppleves for kalde. Dette kan skyldes feil dimensjonering av varmebehovet, feil på radiator/radiatorventil, luft i anlegget, tilstopping av rør på grunn av smuss, manglende innregulering eller andre årsaker.

Figuren viser ulike kurver avhengig av varmeanleggets oppbygging. Et høytemperaturanlegg vil ha en bratt kurve, mens et lavtemperaturanlegg (gulvvarme) vil ha en flat kurve. Kurven kan også parallellforskyves slik at turtemperaturen alltid vil være over et visst nivå og i mange anlegg kan man også ha et knekkpunkt, det vil si at turtemperaturen holdes konstant ned til en viss utetemperatur og deretter økes ved synkende temperatur.

Hvis kurves stilles for høyt, vil kanskje det rommet som fikk for lite varme, så tilstrekkelig, men det er stor risiko for at returtemperaturen i anlegget blir for høyt gjennom året. Dette er særdeles uheldig hvis det brukes varmpumper i anlegget, spesielt luft/vann-varmpumper som er sårbare for høy returtemperatur. Anlegget må innreguleres, da vil kurven være riktig. Hvis det er feil i anlegget må disse utbedres.



Figur 24 (Bilde: Danfoss) Eksempler på utekompenseringskurver

6.6 Lavtemperaturrenergikilde tilkoblet høytemperatur varmesystem

Varmepumper har begrensinger i hvor høy temperatur de kan levere avhengig av varmepumpen (fabrikat, kuldemedium, størrelse på varmepumpen osv). I tillegg vil lavtemperaturvarmekilden være en begrensende faktor. Vanlige varmepumper klarer sjelden et temperaturløft over 60-65 K, dvs. hvis varmekilden holder -10°C vil varmepumpen klare å levere maksimal 50-55°C. Dette gjelder spesielt luft/vann-varmepumper hvor temperaturbegrensningen blir størst ved lave utetemperaturer. For væske/vannvarmepumper koblet mot et korrekt dimensjonert brønnanlegg er dette et mindre problem da temperaturen ikke faller med synkende utetemperatur.

I lavtemperaturanlegg er dette sjelden et stort problem, men i høytemperaturanlegg spesielt i bygg hvor det skiftes ut oljefyr, kan dette bli et stort problem. Hvis det ikke gjøres tiltak i bygget som etterisolering, vindusutskifting, utskifting av radiatorene til større radiatore, fjerning av uhensiktsmessige bypasser og justering av utekompenseringskurven, kan man risikere at varmepumpen får svært begrenset varmeleveranse. I tillegg vil COP-en («virkningsgraden») bli dårlig.

Hvis det er problemer i anlegget etter at en lavtemperatur varmekilde er installert, anbefales det å ta kontakt med en ekspert som kan vurdere hensiktsmessige tiltak.

6.7 Innkassing av radiatorer

Radiatorer dimensjoneres normalt ved at de ikke er tildekket. Radiator stråler 20-40 % av varmen, derav navnet, og resten avgis som konveksjonsvarme, dvs. luft som beveger seg opp langs radiatorflaten ved hjelp av naturlig oppdrift (varm luft er lettere enn kald luft, og når luften ved radiatoren varmes opp, stiger den opp og kald luft tilføres i bunnen av seg selv). En innkassing med kun åpning i toppen som vist på bildet vil redusere varmeavgivelsen drastisk. Hvis det er tilstrekkelig store åpninger i bunnen, vil ytelsen reduseres med 20-40 %.



Figur 25 (Bilde: David Zijdemans) Innkassing av radiatorer.

6.8 Diffusjonsåpne gulvvarmerør

Hvis det benyttes rør som ikke er tilstrekkelig diffusjonstette, vil oksygen komme inn i rørene gjennom rørveggen. Dette vil øke risikoen for korrosjon (spesielt hvis det også er stålrør og radiatorer i anlegget). Da vil det kunne felles ut magnetitt og dannes belegg i rørene. Dette vil i tillegg til økt risiko for lekkasjer kunne føre til redusert varmeovergang og sirkulasjon i anlegget, og dermed dårligere varmeavgivelse. Gulvvarmerør av god kvalitet skal benyttes. Er det mye gulvvarme i anlegget bør dette skilles fra resten av anlegget ved hjelp av en varmeveksler.



Figur 26 (Bilde: ukjent) Eksempel på avleiringer i gulvvarmerør.

6.9 Manglende lufting og vannbehandling

Alle varmeanlegg skal minimum ha filter/slamutskiller, ekspansjonskar og luftutskiller, ellers vil det bli vedvarende problemer i anlegget. Filtrering og luftutskiller kan være kombinert i en enhet. Luft i anlegget kan skyldes feil dimensjonert ekspansjonskar, feil trykksetting av anlegget og/eller manglende eller feil dimensjonert luftutskiller (mikrobobleutskiller). I anlegget med stålrør bør det i tillegg være magnetittutskiller.

Manglende/ikke fungerende filtrering og luftutskilling medfører sirkulasjonsproblemer, rør som går tett, radiatorer som fylles opp med skitt og dårlig varmeavgivelse. I tillegg øker risikoen for lekkasjer og havari på anlegget. Levetiden vil forkortes drastisk.



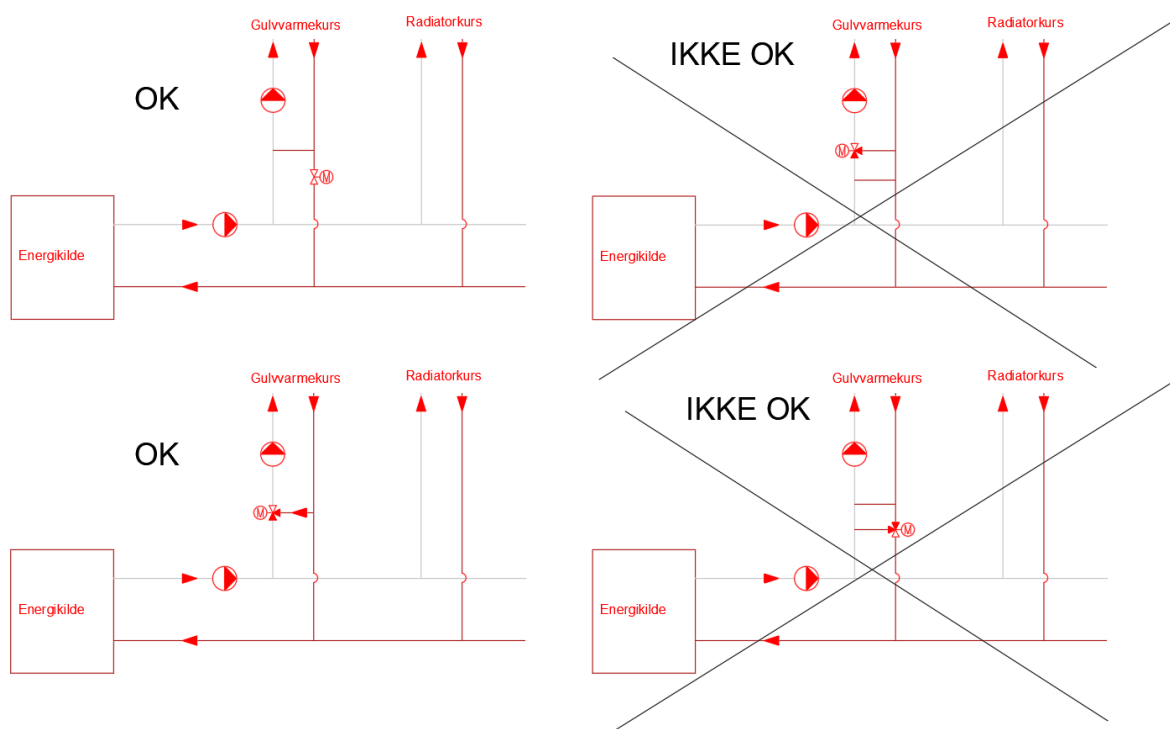
Figur 27 (Bilde: www.imi-hydronic.com) Eksempel på mikrobobleutskiller

6.10 Nedblanding av vanntemperatur (shuntventil)



Figur 28 (Bilde: ukjent) Bruk av shuntventil for nedblanding av temperatur. Dette er løsningen som vises nederst til venstre i neste figur.

I et anlegg med både høytemperaturdel (for eksempel til radiatorer) og gulvvarme, er det ofte vanlig å montere en shuntventil for nedblanding av temperaturen. Dette er normalt ok hvis det utføres på riktig måte. I slike tilfeller må det ikke benyttes koblinger som gir bypass på primærsiden (se figur under), men som gir mengderegulering mot primærsiden.



Figur 29 Riktige og feil shuntkoblinger på gulvvarmekurs

6.11 Feildimensjonering av varmebehovet

Varmebehovet beregnes normalt grundig med egnede verktøy, men på mindre bygg/eneboliger er det ofte sjablonmessige metoder som benyttes. Uansett vil feildimensjonering være problematisk.

6.11.1 Overdimensjonert varmeanlegg

For det første vil anlegget bli for dyrt, dette gjelder både selve energisentralen og tilhørende utstyr inkludert energibrønner hvis benyttes. Varmepumpen vil kunne gå mindre optimalt ved at den må gå mye av/på. I tillegg vil anlegget kunne være vanskeligere å innregulere og det kan bli problemer med luft/smuss på grunn av lave strømningshastigheter i rørene. På den andre siden vil større heteflater kunne utnyttes til lavere tur/returtemperaturer.

6.11.2 Underdimensjonert varmeanlegg

Underdimensjonering av varmeanlegget er verre. I tillegg til at det kan bli kaldt i et eller flere rom eller i hele bygget, vil dette føre til at det må brukes mer spisslast (dyrere i drift). I tillegg kan energibrønner bli overbelastet (fryse) og varmpumpen vil få en mindre varmeleveranse. Man kan kompensere for dette ved å øke turtemperaturen i anlegget, men dette vil også kunne medføre økte returtemperaturer og dermed ytterligere mindre varmeleveranse fra varmpumpen.

I slike tilfeller bør heteflatene økes og sirkulert vannmengde må også økes.

6.12 Manglende eller feil type rørisolasjon

Nye varmeanlegg bygget iht TEK17 skal ha isolerte rør for å redusere varmetapet. Isolasjonen skal være iht standarden NS-EN 12828:2012+A1:2014. I tillegg må anlegget ha isolasjon av en kvalitet som holder isolasjonsevnen i anleggets levetid. I varmeanlegget med driftstemperaturer over 45-50°C anbefales bruk av rørsåler med mineralull, mens det i lavtemperaturanlegg kan benyttes cellegummiisolasjon.

Ventiler, pumper, kar og annet utstyr som får varme overflater skal også isoleres med egnet isolasjon. Kalde rør (brønnskrets eller kjølerør) skal ha diffusjonstett isolasjon slik at det ikke samler seg vann på røroverflaten under isolasjonen. I verste fall kan rørene korrodere og det kan oppstå lekkasjer.

6.13 Feil materialbruk i rør og utstyr



Figur 30 (Bilde: Norconsult) Elforsinkede pressfittingsrør brukt på isvannsanlegg med risiko for utvendig kondens. Det oppsto lekkasjer etter få år. Rørene ble brukt på alt av 54 mm og mindre til ventilasjonsaggregater, fancoils og kjøletak.

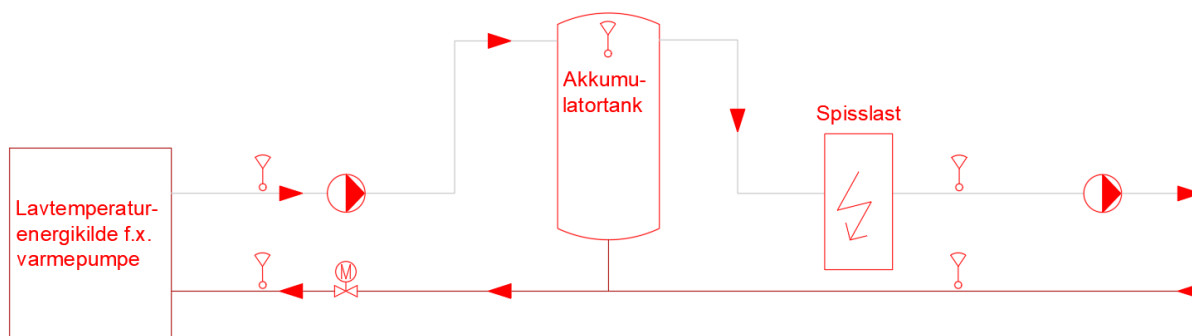
Riktig rør- og materialvalg er svært viktig. Dette gjelder både utvendig påkjenning (mekanisk belastning, kondensering på overflater osv) og innvendig påkjenning (trykk, væskekvalitet, temperatur, termisk lengdeutvidelse osv). Det anbefales å følge bransjenormenes anbefalinger (Rørhåndboka og Varmenormen /www.kunnskapsbiblioteket.no/).

6.14 Feil plassering og styring av spisslast

Generelt skal alltid spisslasten (normalt en elkjel) plasseres i serie etter varmepumpen. Det anbefales bruk av akkumulatortank mellom lavtemperatur-energikilden og spisslasten, og spisslasten må da plasseres etter akkumulatortanken. Sirkulasjonspumpen ut på anlegget (hovedpumpen) skal ha variabelt turtall (mengderegulert) mens sirkulasjonspumpen over varmepumpen kan ha konstant mengde.

Varmepumpen lader opp akkumulatortanken til temperaturen inn på varmepumpen er så høy at den når settpunktet. Da stanser varmepumpen og sirkulasjonspumpen, samt den motorstyrte ventilen stenger for å unngå sirkulasjon. Spisslasten er normalt utekompensert, det vil si at temperatursettpunktet økes med fallende utetemperatur. Det er viktig at denne kurven settes litt lavere enn varmepumpens leveringsevne/maksimal leveringstemperatur slik at ikke spisslasten «stjeler» varme som lavtemperaturrenergikilden kunne levert.

Mange varmepumper kan styre alt dette med intern automatikk, og koble inn spisslasten ved behov. Dette gir enklere styring og man kan benytte ferdig programmert automatikk.



Figur 31 Eksempel på lavtemperatur varmekilde med korrekt plassering av spisslast. Spisslasten kan også shuntes inn på turløsløpningen.

7 Enklere og rimeligere anlegg

I dette kapitelet er det beskrevet flere tips for å få ned kostnadene i bygging av vannbårne anlegg og disse kan brukes som en slags guide for å få reduserte kostnader i anlegget.

7.1 Dimensjonering av anlegget

7.1.1 Varmebehov

Varmeanlegget må dimensjoneres for å kunne dekke effektbehovet til bygget. Effektbehovet til oppvarming må beregnes for å kunne dekket varmetap til transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon.

Norsk Standard NS3031 *Beregning av bygninger energibehov og energiytelse* må følges for nye bygg. Standarden inneholder reglene som skal brukes i beregningen av byggets energibehov, slik at man kan dokumentere energibehovet opp mot energirammene i TEK. Beregningene er kompliserte og man må bruke egnede dataprogram og fagekspert til dette. Informasjon om byggets geometri, U-verdier, luftmengder, etc. legges inn og programmene beregner byggets energibehov som da kontrolleres mot energirammene i TEK. Til disse beregninger brukes det standardiserte verdier for blant annet klima (Oslo), brukstider, varmetilskudd fra belysning, utstyr og varmtvann. Beregningene gjøres i utgangspunktet på byggnivå.

Man bør gjennomføre separate beregninger for å finne fram til et mer reelt energiforbruk for bygget ved å gå kritisk gjennom disse standardiserte verdier og justere disse til mest mulig reelle forventede verdier. Det må da tas hensyn til stedets klimadata, driftstidene på bygget, ventilasjonsluftmengder, virkningsgrader på varmegjenvinnere, varmetilskudd (personlast, lys etc).

Disse beregningsprogrammene gir ikke et entydig svar på effektbehovet i de enkelte rom. Det er heller ikke satt direkte krav til disse til hvordan effektbehovet skal beregnes i TEK, men §13-4 1. ledd stiller krav til at *termisk inn klima i rom for varig opphold skal tilrettelegges ut fra hensynet til helse og tilfredsstillende komfort ved forutsatt bruk*. Veiledningen stiller nærmere anbefalinger mht temperaturer.

For prinsippene bak beregningsmetodikken kan det videre henvises til kapittel 1 i boken *Vannbasert oppvarmings- og kjølesystemer (2014)* om Bygningers varmeeffektbehov.

Man kan bruke resultatene fra programmene som en første pekepinn, men for å finne riktig effekt til bygget er man nødt til å gjøre egne beregninger for dette. Verdiene for dimensjonerende utetemperatur, innetemperatur, internlaster, nattsinking må vurderes kritisk. Ønsket romtemperatur i en leilighet må kunne tilfredsstille ulike brukergrupper gjennom byggets levetid. Eksempelvis vil eldre mennesker ofte ha en høyere komforttemperatur enn yngre folk.

Effektbehovet til utsatte rom må vurderes separat.

Effektbehovet til hvert enkelt rom bør beregnes uten internlaster og med normalventilasjon ved en romtemperatur på +21°C ved DUT, da det ikke er gitt hvilken bruk rommet skal ha for all fremtid.

Merk at levert varmeeffekt fra sentralen bør dimensjoneres ut fra at bygget er i drift, dvs. med internlaster og drift på ventilasjon. Dette gir en riktigere dimensjonering av varmepumper og annen grunnlast i energisentralen, og man unngår overdimensjonert varmepumpe.

7.1.2 Trykkfall og pumper

Rørøppegget dimensjoneres ut fra beregnet tur/returtemperatur og største samtidige effektbehov på hver enkelt kurs/rørstrekk. For å redusere pumpearbeidet (og energiforbruket) bør ikke trykkfallet være mer enn 100 Pa/m på de kursene som har høyest trykkfall (f.eks. lengste rørstrekk), men det kan være høyere på andre kurser (opptil 150 Pa/m). Trykkfallsberegninger må alltid gjøres på større anlegg for å unngå for høyt energiforbruk, feil uttak av pumper og generell feildimensjonering av anlegget.

Generelt tas pumpene ut for store fordi man ikke regner på trykkfallet, legger inn for mye sikkerhet i beregningen osv. Dette gir unødvendig kostnader og ofte må kapasiteten til pumpen strupes ned noe som gir et unødvendig energiforbruk.

7.1.3 Dimensjonering av kjøling

Det vesentligste av kjøleeffektbehovet er på ventilasjonsanlegget og kjølebatteriet der. Normale kriterier er å ta utgangspunkt i ønsket innblåsningstemperatur om sommeren (normalt rundt 17°C).

Kjøling på ventilasjon dimensjoneres normalt med den utetemperaturen/luftfuktigheten som overskrides 50 timer i året. Avhengig av ønsket innblåsningstemperatur, varmetap i kanalnettet og absolutt luftfuktighet kan kjøleeffekten greit beregnes.

Hvorvidt det må installeres egne romkjølere for å klare klimakravet i rommet må vurderes separat.

Det bør vurderes om det er aktuelt å bruke kjølebatteriet som varmebatteri om vinteren. Dette kan gi store besparelser, både gjennom enklere temperaturregulering (kun en reguleringsventil), kun ett batteri og forenklet rørøppegg. I så fall bør sirkulert vannmengde dimensjoneres likt både i kjøle- og varmedrift. Dette kan gjøres relativt enkelt med beregningsprogrammer fra leverandørene eller man kan be om kjøringer i begge driftssituasjonene fra leverandøren.

7.1.4 Dimensjonering av tappevann

Varmtvannsbehovet dimensjoneres normalt ut fra standardisert beregningsmetode. «Tekniske bestemmelser - Standard abonnementsvilkår for vann og avløp» fra Kommuneforlaget angir beregningsmetodikk for beregning av maksimalt varmtvannsbehov. Forenklete metoder er vist i Rørhåndboka.

Ved flere tappesteder/leiligheter er det viktig å ta hensyn til samtidigheten for ikke å overdimensjonere rørøppegget og effektinstallasjonene i varmesentralen.

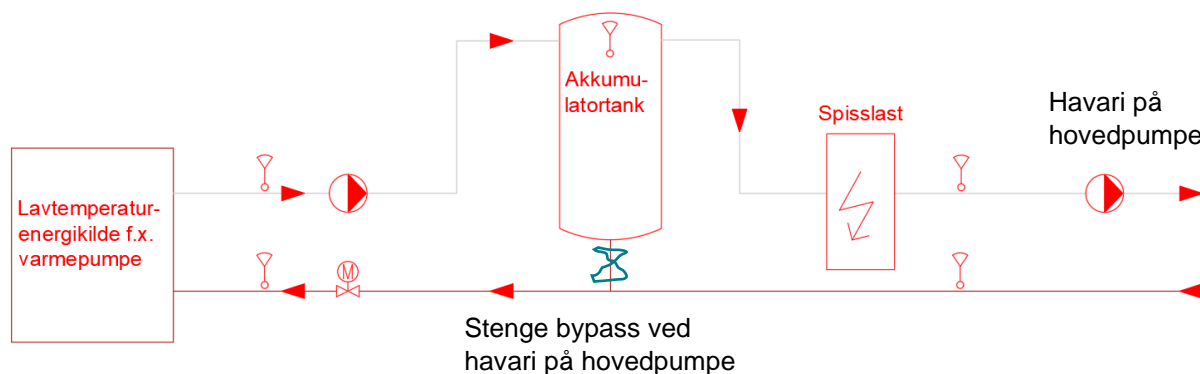
For leiligheter i boligblokker som kommer under kravet om minst 60% energifleksibilitet (TEK §14-4), vil det i praksis være umulig å klare dette kravet med benkeberedere. Sentral varmtvannsforsyning vil per definisjon være energifleksibelt, selv om dette installeres med elektriske varmekolber fordi det med relativt liten kostnad kan bygges om til grunnlast med varmepumpe eller annen fornybar energikilde.

I tillegg til å bygge et legionellasikkert anlegg, må det også tas hensyn til varmetapet i rørrnettet. For å klare kravene til maksimal tappetid på forbrukspunktene for å få varmt vann, må det installeres varmtvanns sirkulasjonsledning (evt. selvregulerende varmekabler på varmtvannsrørene). Sirkulasjonstapet kan utgjøre et betydelig energiforbruk, spesielt i store tappevannssystemer som på eksempelvis skoler. Tilstrekkelig isolasjon av rørene er derfor svært viktig (isoleres iht NS-EN 12828).

7.2 Redusere antall pumper

Mange pumper i anlegget øker kostnadene, både til investering og drift. Det installeres ofte dobbelt sett med pumper for å sikre varme ved havari på sirkulasjonspumpen. I tillegg er det ofte pumper på de enkelte kursene og over energikildene i anlegget. Pumper på de enkelte kursene gir normalt mindre pumpearbeid, men samtidig har små pumper dårligere virkningsgrad enn større pumper. Totalt sett kan det derfor være fornuftig å redusere antall kurspumper, og heller dimensjonere hovedpumpene for hele løftehøyden.

En annen vurdering som bør gjøres er hvorvidt det er nødvendig med dublering av hovedpumpen. I bygninger med varme til ventilasjonsanlegg kan dette være nødvendig på grunn av risiko for frost i ventilasjonsaggregatene ved pumpestans. Men i mindre bygninger og bygninger uten vannbåren varme til ventilasjon kan dette sløyfes. I et bygg isolert etter TEK17 tar det normalt flere døgn før bygningen blir så kald at den ikke kan brukes. Innen den tid er det mulig å få erstattet sirkulasjonspumpen med en ny. I tillegg kan eventuelle energikildepumper benyttes for å opprettholde sirkulasjon i anlegget ved å koble ut bypass over akkumulatortanken.



Figur 32 (Bilde: Norconsult) Bruk av energikildepumpe ved havari på hovedpumpe

7.3 Kombinert utstyr

Det finnes flere komponenter som kombinerer flere funksjoner i et vannbårent anlegg. Dette kan gi besparelser i form av reduserte installasjonskostnader.

Smussfilter/luftutskiller

Det finnes flere leverandører av kombinerte slam/luftutskillere som også leveres med magnetittstav for fjerning av magnetitt i anlegg. Dette kan være kostnadseffektivt og forenkler driften på anlegget.

Trykkvedlikehold/utlufting

Trykkvedlikeholdet skjer normalt i ekspansjonskar og i større anlegget har man ofte avgassingsenheter for fjerning av luft. Det er mulig å kombinere dette i en enhet som håndterer både avgassing og trykkvedlikehold samt vannpåfylling.

Kombibatterier på ventilasjon for varme/kjøling

Ventilasjonsaggregater med roterende varmegjenvinnere har stort sett ikke behov for varmetilskudd før ved ganske lave utetemperaturer (-5°C eller enda lavere). Samtidig er det sjelden behov for kjøling før utemperaturen stiger over 16-17°C. I praksis er det sjelden eller aldri kjølebehov når først oppvarmingssesongen har startet og motsatt. Det betyr at disse aggregatene med stort hell kan benytte kombibatteri for varme og kjøling. Kjølebatteriet er normalt ganske stort, og det betyr at man kan ha lave tur/returtemperaturer i varmedrift. Hvis man samtidig dimensjonerer både kjøling og oppvarming med samme dimensjonerende vannmengde, kan samme reguleringsventil benyttes. Felles kurs fra varmesentralen til ventilasjonsaggregatene kan benyttes. Det er i tillegg fullt mulig å dimensjonere anlegget med turtemperatur varme under +35°C. Derfor kan cellegummiisolering benyttes. Totalt sett gir dette store forenkling og besparelser.

Innreguleringsventiler for avstenging

Det installeres normalt egne stengeventiler selv om det også er montert en innreguleringsventil like ved. Det kan godt vurderes å sløyfe stengeventilen, innreguleringsventilen kan fungere som stengeventil. Innreguleringsventiler kan også fås med avtappingsmulighet.

Redusere antall stengeventiler

Det monteres gjerne ventiler før og etter utstyr i varmesentralen, ofte langt mer enn nødvendig. Ventilene monteres for å ha service på utstyr, og så lenge vannmengden som må tappes ned er begrenset, kan antallet ventiler reduseres.

Prefabrikkerte varmesentraler/fordelingssentraler/kundesentraler

Det eksisterer en rekke prefabrikkerte produkter som kan redusere installasjonstiden i et bygg:

- Komplette varmesentraler (store og små) med sirkulasjonspumper, kar, filter, styring, varmekilde
- Kundesentraler med varmeveksler for tappevann, sirkulasjonspumper, ekspansjonskar, regulering, energimåling (nær- og fjernvarmenett)
- Fordelingssentraler for radiatorer og gulvvarme med stengeventiler, innreguleringsventiler, temperaturregulering, utlufting, eventuell sirkulasjonspumpe ved temperaturshunting m.m.

Bruke ferdigprogrammert styring i varmepumper

Mange varmepumper leveres med ferdig programmert styring av flere varmepumper, sirkulasjonspumper, ventiler og spisslast. Fremfor å integrere og programmere alt dette i SD-anlegget, kan styringen av dette gjøres fra varmepumpens styringssentral.

Bruke pumper for varmeenergimåling

Flere moderne sirkulasjonspumper har mulighet for relativt nøyaktig vannmengdemåling basert på turtall og løftehøyde. Kombinert med temperaturfølere kan disse beregne varmemengden som sirkulerer ut på anlegget. Dette er i mange tilfeller nøyaktig nok for å få en oversikt over energiflyten, og skal ikke dette benyttes til fakturering/energisalg, er det tilstrekkelig for energioppfølging i energisentralen. Pumpene har også intern strømforbruksmåling.

Bruke pumpens ferdigprogrammerte differansetrykkstyring fremfor å legge denne funksjonen inn i SD-anlegget

Moderne pumper med integrert turtallsregulering har komplette styringsprogram for en rekke driftsmodus (konstant eller proporsjonalt differansetrykk, konstant trykk, temperaturregulering m.m.). I stedet for å integrere og programmere dette i SD-anlegget med egne trykkløpere, kan pumpens styring benyttes til denne oppgaven. Pumpene kan uansett kobles mot SD-anlegget via en rekke bus-grensesnitt.

Lavtemperaturanlegg (<40°C) kan ha enklere isolering enn høyere tempererte anlegg

Hvis tur/returtemperaturene i varmeanlegget alltid er lave (f.eks. ved bruk av gulvvarme), kan isoleringstykkelsen reduseres vesentlig. I tillegg kan andre isolasjonsmaterialer som cellegummi benyttes.

Akkumulatortank med tappevannscoil

Fremfor å bruke en ladeveksler for oppvarming av tappevannet kan forvarmingen skje via en tappevannscoil i akkumulatortanken. Dette reduserer risikoen for legionellavekst i en forvarmebereder, og forenkler tappevannsinstallasjonen vesentlig.

7.4 Varmeavgivere

Bygninger med lavt effektbehov (TEK17 eller bedre) har behov for færre varmeavgivere per areal og større frihet i plassering av disse. Det er for eksempel ikke nødvendig å plassere radiatorer under vinduer for å unngå trekk. I mange tilfeller er det tilstrekkelig med en varmeavgiver for et større oppholdsrom, f.eks. stue. Stillegående viftekonvektorer kan være en god løsning.

I rom som skal benyttes primært som soverom kan det også vurdere bruk av panelovner som et tillegg til et vannbårent system i resten av huset så fremt hele varmeanlegget tilfredsstiller krav til minst 60% energifleksibilitet. Ved bruk av elektriske benkeberedere i leiligheter vil det i praksis ikke være mulig å klare dette kravet.

7.5 Rørsystemer

Materialvalg

Det er de senere årene blitt mer vanlig å bruke forskjellige typer plastrør, PEX-rør eller komposittrør med aluminiumskjerne. Dette kan benyttes på både tappevannssystemene og varme- og kjølefordeling. Rørsystemene er enkle å montere.

Rørkoblinger

Generelt brukes det lite sveisede rørsystemer annet enn i energisentraler og anlegg med spesielle krav. I tillegg er det også ofte restriksjoner på sveising av mange byggeprosjekter. Løsninger med klemkoblinger, rillekoblinger, liming og andre rørkoblinger som ikke krever sveising vinner stadig mer frem.

Slike sammenføyningsmetoder krever ikke sertifiserte sveisere, og det er større tilgang på rørleggere som kan utføre disse arbeidene. I tillegg er det enklere å planlegge denne type arbeider inn i byggeprosjektet slik at det blir mer rasjonell fremdrift.

Dimensjonering

Riktig dimensjonering (trykkfall) gir reduksjoner i rørdimensjonene.

Riktig dimensjonering av varmebehov gir reduserte sirkulerte vannmengder.

Seriekobling

Seriekobling av varmebehov gir mindre sirkulert vannmengde og dermed mindre rørdimensjoner.

Generelt kan høytemperaturbehov dekkes opp først (radiatorer, strålevarme etc), og restvarmen kan benyttes til lavtemperaturbehov som gulvvarme, ventilasjon og gatevarme. Dette gir både mindre rørdimensjoner og mulighet for høyere effektivitet i varmesentralen (spesielt ved bruk av varmepumper).

Ett-rørssystemer

I mindre soner/rom/leiligheter etc kan ett-rørssystemer benyttes. Dette gir reduserte rørkostnader (men litt økte kostnader på varmeavgiverne).

8 Bestillerkompetanse

Bestillere har i mange tilfeller manglende innkjøpskompetanse om vannbårne systemer. Det medfører at innkjøpere kan bli misfornøyde med resultatet og er negative til disse systemene. I denne delen er det utarbeidet en sjekkliste som skal gjøre bestiller bedre rustet til å gjøre sitt innkjøp i tråd med behov.

Det er satt opp flere punkter med krav som bør stilles ved anskaffelse av et vannbårent system. Punktene er satt opp tilhørende de ulike fasene i et typisk byggeprosjekt men punktene kan også være aktuelle i de andre fasene av prosjektet.

Idé/Utredning

- Still krav til rådgiverkompetanse. Har byggherren/bestiller selv god nok kompetanse ift vannbåren varme?
- Vurder behov til innkjøp av rådgiver og still krav til rådgiverens kompetanse (eks. referanseprosjekter, personlige referanser). Dette bør muligens allerede gjøres ved innkjøp av rammeavtaler)

Prosjektering

Forprosjektfase:

- Definer krav fra oppdragsgiver og formål med anlegget så tidlig som mulig.
- Definer energiambisjoner (eks. BREEAM, plusshus, etc.)
- Vurder relevante krav i TEK (eks. krav til andel energifleksibel oppvarming, krav til nødvendig areal til varmesentral)
- Velg type varmekilde (varmepumpe, bioenergi, fjernvarme, elkjeler, solvarme, etc.)
- Still krav til tappevannsløsning og tappevannsbehov avhengig av bygningstype.
- Prosjekter varmeanlegget i samsvar med valgt varmekilde (Lavtempererte anlegg for å få høy COP på varmepumpe, noe høyere temperaturer kan aksepteres ved valg av fjernvarme)

Kravspesifikasjon i totalentreprise:

- Det bør stilles generelle krav i henhold til siste versjon av Varmenormen, Rørhåndboka og Veileder til vannbåren gulvvarme.
- Definer krav til temperaturnivåer på varmeavgivere
- Definer krav til varmevekslere (effekt, LMTD, trykkfall, materialvalg, etc.)
- Definer krav til pumper (type, kapasitet, løftehøyder, materialvalg, regulering). Man kan følge krav i Varmenormen ift dimensjonering av pumpene.
- Vurder forenklinger i varmedistribusjon (tre-rørsystemet, kombibatterier på ventilasjon, bruk av luftbåren varme, forenklede gulvvarmeløsninger).
- Definer krav til vannbehandling, utlufting og filtrering. Dette er viktig for å sikre problemfri drift og lang levetid på anlegget
- Definer krav til materialvalg i rørsystemer (korrosjon, trykk, monteringsvennlighet, utseende, lekkasjesikring)

- Still krav til energimåling – plassering av målere, målestrategi, kommunikasjon, energioppfølgingssystem
- Definer krav til isolering ihht NS-12828

Prosjektering i totalentreprise:

- Kontroller at prosjekteringen er utført ihht kravspesifikasjon.
- Kontroller dimensjonering av effektbehovet. Unngå overdimensjonering og manglende beregninger. Få oversendt effektbehov beregninger.
- Ved større bygg: vurder 3.parts kontroll av løsninger og beregninger.
- Få utarbeidet flytskjema for varmfordeling
- Kontroller trykkløslighetsberegninger
- Kontroller valg av pumper (ErP direktivet)
- Kontroller valg av annet utstyr (varmeproduksjon, radiatorer, varmem batterier, gulvvarme, ekspansjonskar, etc.)
- Få utarbeidet underlag for innregulering

Prosjektering for delte entrepriser/byggherre styrte entrepriser:

- I tillegg til overnevnte krav, utarbeide en detaljert beskrivelse med krav ned til komponentnivået basert på NS3420.

Bygging

- Sørg for oppfølging i byggefase
- Kontroller at materialer, komponenter, etc. er i henhold til kravspesifikasjon
- Sjekk dokumentert trykkprøving
- Kontroll av systemskjema/flytskjema med hensyn til plassering og bruk av komponenter

Igangsetting/drift

- Still krav til god planlegging slik at man unngår for dårlig tid i denne fasen (systematisk ferdigstillelse)
- Still krav til oppfylging av anlegget (dokumentert kontroll på tetthet, kontroll av kuplinger)
- Still krav til utlufting av anlegget
- Påse at innregulering foregår som planlagt i tidligere fase