

Energianalyse av vannbåren varmesystem - Omlegging fra 5 til 3 rørssystem

Stein Georg Kulvik

UiT The arctic university of Norway - Campus Narvik, PO Box 385, N-8505 Narvik

13 Mai 2019

Sammendrag

Denne artikkelen omhandler hovedpunktene- og resultatene fra arbeidet med avsluttende hovedoppgave ved UiT.

I samarbeid med oppdragsgiver K.Lund, ble det under dette prosjektet utført en analyse av varmeanlegget ved Kanalen i Trondheim. Varmelegget er bygget som et 3-rørs indirekte system. Målet med arbeidet var å se på om det er store differanser på investeringskostnader og varmetap i de forskjellige systemene for vannbåren varme.

Med holdepunkter i referanseanlegget ble det gjort analyse og simuleringer av de andre systemene. Resultatene viser at det er minimale differanser i investeringskostnader, og små differanser i varmetap på de mest brukte distribusjonssystemene.

Dersom man ønsker et energieffektivt system for vannbåren varme enten med mulighet for tilkobling av gulvvarme eller radiatorer, bør det indirekte 3 rørssystemet eller det tradisjonelle 5 rørssystemet installert som lavtemperaturanlegg vurderes på grunn av lave kostnader og lavt varmetap.

Stikkord: VVS; Vannbåren varme; distribusjonsnett; Varmetap; Fjernvarme; Energi; Isolering; 3 rørssystem; 5 rørssystem; tappevann; varmekrets; distribusjonssystem; akkumulering; Tappevannskrets.

1. Introduksjon

Verdens klimautfordringer er et sentralt tema i dagens samfunn, noe som har ført til at myndighetene har strammet inn på føringer for energibruk og energieffektivitet i nye bygg. Myndighetene i Norge har satt ned mange tiltak for å redusere klimautslipp, og et av tiltakene som er kommet er å forby bruk av fossile brensler i nye bygg. Dette tiltaket tvinger byggenæringen til å se mot andre energieffektive løsninger, slik at befolkningen har et bedre alternativ til miljøvennlige løsninger. En av alternativene til oppvarming av tappevann og romoppvarming er vannbåren varmesystemer i nye leilighetsbygg.

Det tradisjonelle 5 rørssystemet er det mest vanlige systemet for å føre fram tappevann og vann til oppvarming i bygg. Bransjen ser seg rundt etter mer økonomiske og enklere løsninger for å holde kostnadene nede, samt å øke profitten ved bygging. I den siste tiden har det vært skrevet flere debatt-innlegg i fagbladet «Norsk VVS», hvor det stilles spørsmål rundt nye løsninger for distribusjonssystem for vannbåre varmesystemer. Spørsmålene går på om systemene er energieffektive løsninger, og om de løser legionellproblematikken på en forsvarlig måte [1]. Det er utfordrende å se på denne debatten med et objektivt syn, ettersom begge parter har egne interesser i hvilke løsninger som er lovlig eller ikke.

2. Fremgangsmåte og litteraturstudie

2.1. Fremgangsmåte

Dette kapittelet skal ta for seg hvilken fremgangsmåte og struktur som er brukt i denne artikkelen.

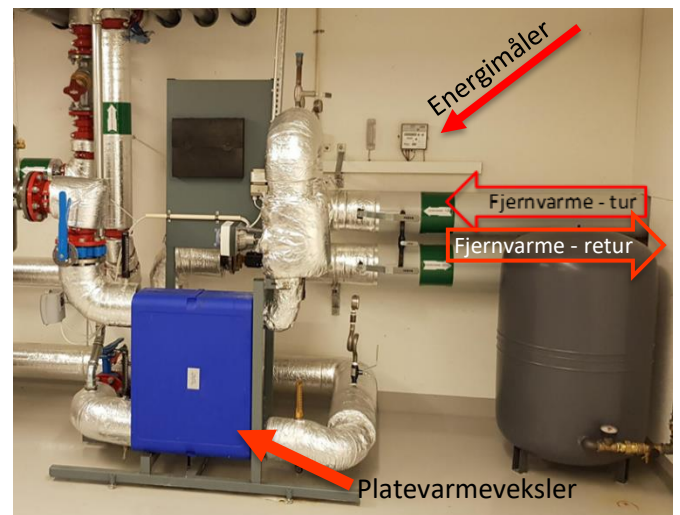
Det er utarbeidet en omfattende rapport hvor alle data fra befaring og litteraturstudie er dokumentert. Rapporten som er utarbeidet skal være i henhold til retningslinjer og krav fra NS-EN 9001, så langt det lar seg gjøre. Det er utført simuleringer av et 3 rørssystem i simuleringsprogrammet ISODim.

Innledningsvis er det gjort et litteraturstudie for å gi et overblikk over alle de forskjellige lover og regler, forskrifter, komponenter og variabler som spiller inn under analysen. Denne informasjonen er så satt opp imot et indirekte 3 rørssystem, som brukes som referanseanlegg under dette prosjektet. Det er også sett på hvordan distribusjonsanlegget er bygget opp og utformet, for å avdekke om det er andre løsninger som kunne ha blitt implementert i utførelsen av anlegget.

2.2. Kanalen og varmesystem

Under dette prosjektet er Kanalen brukt som en gjennomgående case. Kanalen består av 6 boligblokker med til sammen 176 leiligheter og parkeringskjeller i underetasje, med et samlet areal på 26 170m².

Det er montert et indirekte 3 rørssystem som er koblet opp mot fjernvarmenettet i Trondheim. Prinsippet baseres på et system med distribusjonsnett fra en felles varmesentral, hvor fordelingsentralen er plassert i boenhetene. Her har man kuttet hele tappevannskretsen, og brukt tur- retur som energibærere, som veksler ut varmt tappevann ved hjelp av tappevannsvexler i hver boenhet. Hele byggets varmebehov vil dekkes med varmekretsen. Figur 1 viser varmesentralen ved referanseanlegget Kanalen.

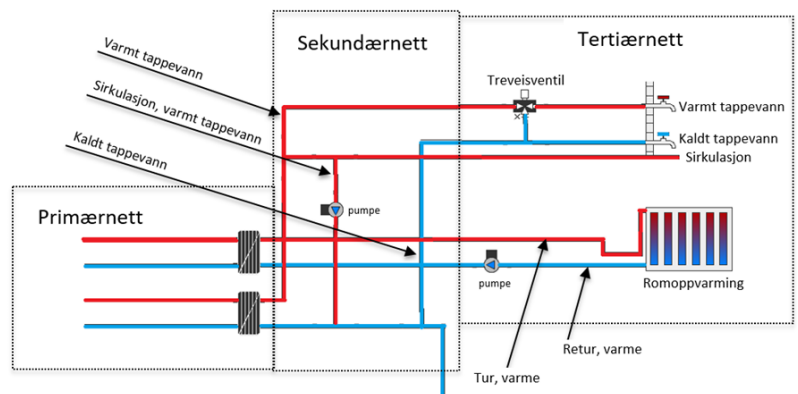


Figur 1 - Varmesystemet installert ved Kanalen.

3. Oppbygning av vannbårne varmesystemer

3.1. Tradisjonell rørføring – 5 rørssystem

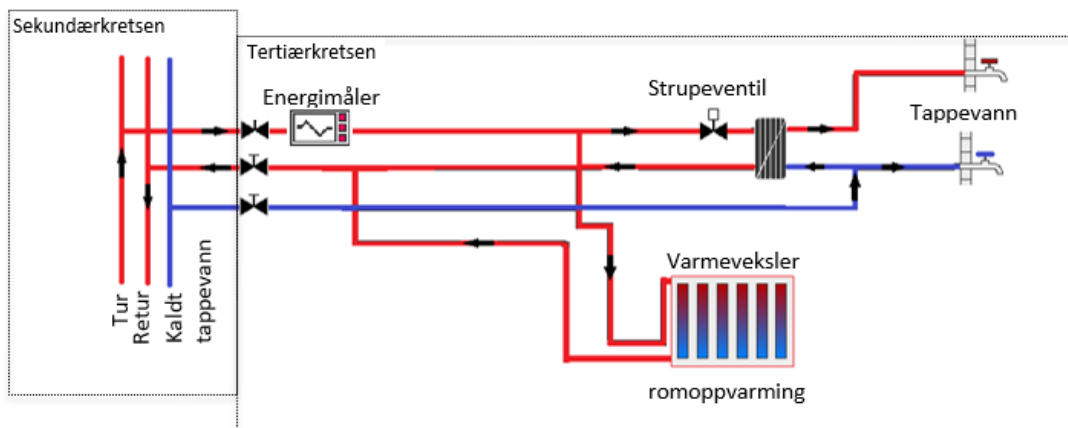
Et tradisjonelt vannbårne varmeanlegg er det systemet som er mest vanlig i Norge. Dette systemet er bygget opp av en varmekrets bestående av tur/retur varme, og en tappevannskrets med varmt tappevann, kaldt tappevann og sirkulasjon. Det tradisjonelle systemet er avhengig av 5 distribusjonsrør som går fra teknisk rom og ut til tappesteder og til romvarming. Figur 2 viser et eksempel på hvordan et slikt distribusjonsnett kan bygges opp, med primærnett, sekundærnett og tertiærnett.



Figur 2 - Skisse av et tradisjonelt 5 rørssystem.

3.2. Indirekte 3 rørssystem

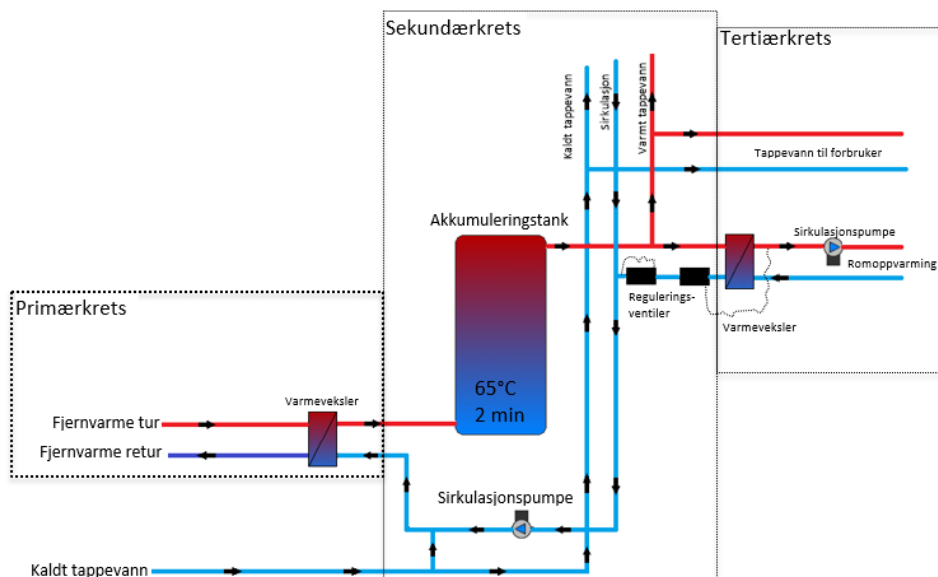
Prinsippet baseres på et system med distribusjonsnett fra en felles varmesentral til hver leilighet, hvor fordelingssentralen er plassert i leilighetene. For å gjøre kostnadene lavere for det indirekte 3 rørssystemet har man tatt bort hele distribusjonsnettet for tappevannkretsen, hvor det er bare tilførsel av kaldt tappevann, og hvor varmesystemet (tur/retur) brukes som energibærer. Hele byggets energibehov til romoppvarming og varmt tappevann vil da dekkes med varmekretsen. Figur 3 viser en skisse av hvordan fordelingen fra distribusjonsnettet og inn til leiligheten kan utføres.



Figur 3 - Skisse av et indirekte 3 rørssystem.

3.3. Direkte 3 rørssystem

Den andre løsningen for 3 rørssystem er det direkte systemet. Dette er et system som egner seg godt med fjernvarme som energikilde, ettersom fjernvarme kan gi 70°C oppvarmet vann ved høyt effektbehov. I dette distribusjonssystemet er varmesystemet fjernet, og det totale energibehovet dekkes med tappevannet som energibærer. Systemet er bygget opp av 3 separate rør, hvor man har varmt tappevann, kaldtvann, og sirkulasjon i sekundærkretsen. Romoppvarming skjer ved veksling i fordelerskap som er montert i hver leilighet, hvor tertiærkretsen er en lukket krets som sirkulerer med tur og retur. Figur 4 viser distribusjon av energi og varmt tappevann i et primærkretsen, sekundær- og tertiærkretsen for direkte 3 rørssystem.



Figur 4 - Skisse av direkte 3 rørssystem.

4. Analyse av vannbårne varmesystemer

Dette kapitlet tar for seg resultatene som er kommet ut av både simulering og kostnadsberegninger for materialer og arbeidstid ved de forskjellige systemene for vannbåren varme.

4.1. Varmetap

Det er ingen tvil at det er et høyt varmetap i det direkte 3 rørssystemet ved Kanalen, totalt er det 161 912 kWh i løpet av et år som går bort i energitap kun i parkeringsgarasjen. Dersom man også tar med varmetapet i sjaktene vil det totale energitapet ligge på 243 168 kWh. Simuleringene er gitt ved en driftstid på 8760 timer, ettersom dette anlegget er kontinuerlig i drift for å gi rask effekt til tappevannsvexleren som er montert i fordelerskapene i boenhetene.

Sammenstilling av resultat for varmetap i parkeringskjeller		
	Varmetap parkeringskjeller (kWh)	Totalt varmetap inkludert sjakt (kWh)
Indirekte 3 rørssystem - (referanseanlegg)	161 912 kWh	243 168 kWh
Direkte 3 rørssystem	102 552 kWh	155 760 kWh
5 rørssystem – lavtemp system.	165 521 kWh	250 634 kWh
5 rørssystem – høytemp system.	248 910 kWh	389 671 kWh

Tabell 1 - Sammenstilling av resultat for varmetap [2].

Det er tatt høyde for at anleggene har en driftstid på 8760 timer i året. For 5 rørssystemene er det normalt at man stenger ned varmesystemet om sommeren, da man ikke har et like stort behov for energi til romoppvarming. Dersom man går ut fra at 5 rørssystemene vil ha en driftstid på 70 %, som tilsvarer 6132 timer i året, vil det også være naturlig å anta at man kan redusere varmetapet med 30% for varmekretsen i 5 rørssystemene.

Sammenstilling av resultat med driftstid på 6132 t/pr år	
	Totalt varmetap inkludert sjakt (kWh)
Indirekte 3 rørssystem (referanseanlegg)	243 168 kWh
Direkte 3 rørssystem	155 760 kWh
5 rørssystem – lavtemp system.	224 054 kWh
5 rørssystem – høytemp system.	321 379 kWh

Tabell 2 - Sammenstilling av resultat med antatt riktig driftstid [2].

4.2. Materialforbruk og investeringskostnader

Uavhengig om man installerer et direkte eller indirekte 3 rørssystem, vil mengden rør være den samme, dette gjelder også for begge systemene for det tradisjonelle 5 rørssystemet. Fra sammenstillingen av materialforbruk i Tabell 4, ser vi at det er en reduksjon på cirka 50 % av den totale rørlengden ved å velge et 3 rørssystem i stedet for et 5 rørssystem.

Sammenstilling av materialforbruk for distribusjonssystemene			
	Distribusjonssystem p-kjeller (meter)	Distribusjonssystem sjakt (meter)	Total rørlengde (meter)
5 rørssystem	3248 m	2320 m	5568 m
3 Rørssystem	1773 m	1160 m	2933 m
Besparelse rør	1475 m	1160 m	2635 m

Tabell 3 - Sammenstilling av materialforbruk for distribusjonssystemene [2].

Dersom man sammenligner kostnadene for rørføring og arbeidstid i de forskjellige distribusjonsnettene ser man at både det indirekte og direkte 3 rørssystemet kommer rimeligere ut enn 5 rørssystemene. Grunnen til dette kan man se lese ut av Tabell 3, hvor man har en besparelse på cirka 50% av rør. Ved å sammenligne distribusjonsnettet til referanseanlegget mot et 5 rørssystem i parkeringskjelleren, ville installering av et tradisjonelt 5 rørssystem ha økt rørlengden med 1 475 m. Dette ville ha utgjort en kostnad på 534 479 kr inkludert arbeidstid [2].

Kostnadsoverslag distribusjonsnett					
Distribusjonssystem	Distribusjonsnett parkeringskjeller (meter)	Sum kostnad (eks mva.)	Distribusjonsnett sjakt (meter)	Sum kostnad (eks mva.)	Totalkostnad
Indirekte 3 rørssystem	1773 m	1 816 075 kr	1160 m	764 440 kr	2 580 515 kr
Direkte 3 rørssystem	1773 m	1 281 496 kr	1160 m	764 440 kr	2 045 936 kr
Tradisjonelt 5 rørssystem – Lavtemp	3248 m	2 659 063 kr	2320 m	1 440 720 kr	4 099 783 kr
Tradisjonelt 5 rørssystem - Høytemp	3248 m	2 204 454 kr	2320 m	1 440 720 kr	3 645 174 kr

Tabell 4 - Kostnadsoverslag for distribusjonsnett [3].

Fra Tabell 5 kan man konstatere at det er en relativt stor differanse når det gjelder kostnader for materialbruk i de forskjellige distribusjonsnettene. Dersom man ser på det totale bildet vil besparelsen i bruk av materialer bli spist opp av kostnaden for fordelingskapene installert i boenhetene. I dette tilfellet er det 5 rørssystemet installert som et høytemperaturanlegg som kommer ut med lavest investeringskostnad, mens det direkte 3 rørssystemet kommer ut med høyest kostnad av distribusjonssystemene.

Oppsummering av kostnader for 5 og 3 rørssystem				
	Indirekte 3 rørssystem	Direkte 3 rørssystem	5 rørssystem – Lavtemperaturanlegg	5 rørssystem - Høytemperaturanlegg
Distribusjonssystem parkeringskjeller	1 816 075 kr	1 281 496 kr	2 659 063 kr	2 204 454 kr
Distribusjonssystem sjakt	764 440 kr	764 440 kr	1 440 720 kr	1 440 720 kr
Fordelerskap	2 288 000 kr	2 904 000 kr	633 600 kr	633 600 kr
Varmesentral	300 000 kr	300 000 kr	400 000 kr	400 000 kr
Total kostnad	5 168 515 kr	5 249 936 kr	5 133 383 kr	4 678 774 kr

Tabell 5 - Oppsummering av kostnader for distribusjonssystemene [3].

4.1. Økonomisk analyse

Dette kapittelet gir en økonomisk analyse av forslagene som er satt opp til forbedringer av referanseanlegget. Det er 3 tiltak som er satt opp i den økonomiske analysen, det første tiltaket er å utbedre isolering av ventiler og sammenføyninger i p-kjeller. Tiltak 2 er installering av akkumulatortanker i teknisk rom, og tiltak 3 er å øke isolasjonstykkelsen fra 30 til 50 mm på dimensjonen DN50, DN65 og DN80 i parkeringskjeller.

Økonomisk analyse av tiltak			
Tiltak	Investeringskostnad (eks. mva.)	Årlig besparelse (kr)	Inntjenings-tid (år)
Utbedre isolering i parkeringskjeller	80 000 kr	77 245 kr	1,1
Installere akkumuleringstanker	190 000 kr	43 000 kr	5,1
Ny isolasjon for distribusjonssystem	198 750 kr	28 889 kr	8,6
Totalkostnad forbedringer	468 750 kr	149 134 kr	3,5

Tabell 6 - Økonomisk analyse av tiltak [2].

4.2. Konklusjon

Hensikten med analysen var å se på om det vil lønne seg å installere 3 rørssystem istedenfor det tradisjonelle 5 rørssystemet i nye leilighetsbygg, både når det kommer til investeringskostnad og varmetap. Det har også blitt undersøkt hvilke tiltak som kan utføres for at referanseanlegget som er brukt i denne oppgaven skal optimaliseres og bli mer energieffektivt. Varmetapet i distribusjonsnettene kan rangeres slik, fra minste varmetap til høyeste varmetap.

1) Direkte 3 rørssystem	155 760 kWh
2) Tradisjonelt 5 rørssystem – Lavtemperaturanlegg	224 054 kWh
3) Indirekte 3 rørssystem	243 168 kWh
4) Tradisjonelt 5 rørssystem – Høytemperaturanlegg	321 379 kWh

Analysen viser at det er relativt små differanser i investeringskostnadene for installering av et indirekte 3 rørssystem kontra et 5 rørssystem. Rapporten gir et klart svar på at investeringskostnadene for de forskjellige systemene er små dersom man tar med i betraktningen at alle komponenter flyttes fra teknisk rom og ut i hver enkelt boenhet. Dette fordyrer begge 3 rørssystemene, slik at besparelsen man får ved mindre materialforbruk i distribusjonsnettene vil gå bort ved at man får en høyere kostnad ved installasjon av fordelerskap i boenhetene. Kostnadene for varmesystemene kan settes opp slik, rangert etter laveste til høyeste kostnad.

1) Tradisjonelt 5 rørssystem – Høytemperaturanlegg	4 678 774 kr
2) Tradisjonelt 5 rørssystem – Lavtemperaturanlegg	5 133 383 kr
3) Indirekte 3 rørssystem	5 168 515 kr
4) Direkte 3 rørssystem	5 249 936 kr

Det er relativt små endringer som skal til for å gjøre anlegget ved Kanalen med energieffektivt. Etter en befaring ved anlegget ble det utarbeidet forslag til enkle tiltak som kan gjøre referanseanlegget mer energieffektivt ved lavere varmetap og lavere effektuttak fra fjernvarmeanlegget. Forbedringene som bør utføres er som følger:

- Etterisolering av rilleklemmer, ventiler og annet ekstrautstyr i distribusjonsnettene.
- Montere akkumuleringstanker
- Vurdere å øke isolasjonsklasse på de største dimensjonene i distribusjonsnettene.

Investeringskostnadene for vannbåren varmesystem bør ikke være en utslagsgivende faktor for valg av systemløsning i et nytt bygg. Analysen viser at kostnadsdifferansen mellom de ulike systemene er minimal. Selv om et tradisjonelt 5 rørssystem installert som høytemperaturanlegg ligger cirka 10 % lavere i pris, vil ikke dette være en god investering når det kommer til energieffektivitet. Høytemperaturanlegget har cirka 50 % høyere varmetap i distribusjonsnettene.

Det direkte 3 rørssystemet kommer best ut når det kommer til varmetap i systemet. Men dette systemet har noen systemutfordringer, blant annet at skapene må plasseres over hverandre i etasjene, slik at man kan få rørskjøtene inne i skapene.

Figur 1 - Varmesystemet installert ved Kanalen.....	2
Figur 2 - Skisse av et tradisjonelt 5 rørssystem.	2
Figur 3 - Skisse av et indirekte 3 rørssystem.	3
Figur 4 - Skisse av direkte 3 rørssystem.....	3
Tabell 1 - Sammenstilling av resultat for varmetap [2].	4
Tabell 2 - Sammenstilling av resultat med antatt riktig driftstid [2].	4
Tabell 3 - Sammenstilling av materialforbruk for distribusjonssystemene [2].	4
Tabell 4 - Kostnadsoverslag for distribusjonsnett [3].	5
Tabell 5 - Oppsummering av kostnader for distribusjonssystemene [3].	5
Tabell 6 - Økonomisk analyse av tiltak [2].	5

Referanser

- [1] G. Mathisen, «Advarer mot trerørssystem,» *Norsk VVS*, 08 2018.
- [2] S. G. Kulvik, «Energianalyse av vannbåren varmesystem - Omlegging fra 5 til 3 rørssystem,» Norges Arktiske Universitet, Narvik, 2019.
- [3] Norconsult, *Norsk Prisbok 2018*, 2018.
- [4] I. fagskole, «Studieplan for toårig teknisk fagskoleutdanning,» 03 2017. [Internett]. Available: file:///C:/Users/sku028/Downloads/2017_fi_studieplan_fdv_2-arig.pdf. [Funnet 04 28 2017].