

Energianalyse av vannbåren varmesystem - Omlegging fra 5 til 3 rørssystem

2019

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
SHO6261, Vår 2019
Stein Georg Kulvik - 540633





UIT - Prosjektbeskrivelse

Master – Integrert bygningsteknologi

UiT Norges arktiske Universitet

Postboks 385

8505 Narvik

Telefon: 77 64 40 00

<i>(NR.) Tittel</i> Energianalyse av vannbåren varmesystem - Omlegging fra 5 til 3 rørssystem		<i>Dato: 13.05.2019</i>
<i>Title (English)</i> Energy analysis of central heating systems - Restructuring from 5 to 3 pipe distribution-systems		<i>Antall sider: 142</i>
<i>Emnekode</i> SHO6261		<i>Antall vedlegg: 7</i>
<i>Emnenavn</i> Hovedoppgave – M -IB		
<i>Forfattere</i> Stein Georg Kulvik		
<i>Institutt for</i> Bygg, energi og materialteknologi	<i>Studieretning</i> Integrert bygningsteknologi	
<i>Veileder</i> Bjørn Reidar Sørensen		
<i>Oppdragsgiver</i> K. Lund		
<i>Sammendrag</i> I samarbeid med oppdragsgiver K.Lund, ble det under dette prosjektet utført en analyse av det indirekte 3 rørssystemet ved Kanalen i Trondheim. Målet med oppgaven 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.		
<i>Stikkord</i> Vannbåren varme, distribusjonsnett, varmetap, varmeveksling, fjernvarme, sirkulasjonspumpe, energi, isolering, TEK17, legionella, vannhastighet, korrosjon, 3 rørssystem, tappevann, varmekrets, akkumulering, distribusjonssystem, 5 rørssystem.		

MASTEROPPGAVE

for

Stein Georg Kulvik

(Studentnummer 540633)

Vår 2019

Analyse av omlegging fra 5 til 3 rørssystem

Bakgrunn

5 rørssystem er det meste 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.

Oppgaven går ut på å vurdere om det er økonomisk lønnsomt å legge om fra 5 rørssystem til 3 rørssystem. Oppgaven innebærer også vurdering av fordeler og ulemper med 5-rørs system versus 3-rørs system, samt utredning av eventuelle praktiske og driftsmessige begrensninger for 3-rørs system. Det skal også vurderes om det er forbundet legionellafare med slike løsninger.

Begrensning av oppgaven

Ingen spesielle.

Arbeidet skal omfatte (men ikke nødvendigvis avgrenses til):

1. Innledende arbeid/litteraturstudium med avgrensninger og definisjoner.
2. Lover og forskrifter angående sirkulerende varmt forbruksvann.
3. Generelt om 5 rørssystem, generelt om 3 rørssystem, fordeler/ulemper med disse systemene. Eksempler på løsninger.
4. Bruk av 3 rørssystem i boligkomplekser. Erfaringer og identifisering av utfordringer forbundet med 3 rørssystem. Eksempler på løsninger.
5. Økonomi ved bruk av 3 rørssystem sammenlignet med 5 rørssystem.
6. Energiberegninger ved bruk av 3 rørssystem.
 - a. Simuleringer av systemet.
 - b. Hvilke typer varmevekslere som er mest effektiv.
 - c. Evaluere systemutforminger
7. Legionellasikring og risiko ved bruk av 3 rørssystem i bygninger.

Samarbeidspartner

Oppgaven gjennomføres i samarbeid med K. Lund AS i Trondheim.

Generelt

Senest 14 dager etter at oppgaveteksten er utlevert skal resultatene fra det innledende arbeid være ferdigstilt og levert i form av en forstudierapport. Forstudierapporten skal godkjennes av veileder før kandidaten har anledning til å fortsette på resten av hovedoppgaven. Det innledende arbeid skal være en naturlig forberedelse og klargjøring av det videre arbeid i hovedoppgaven og skal inneholde:

- Generell analyse av oppgavens problemstillinger.
- Definisjon i forhold til begrensinger og omfang av oppgaven.
- Klargjøring/beskrivelse av de arbeidsoppgaver som må gjennomføres for løsning av oppgaven med definisjoner av arbeidsoppgavens innhold og omfang.
- En tidsplan for framdriften av prosjektet.

Sluttrapporten skal være vitenskapelig oppbygget med tanke på litteraturstudie, arbeidsmetodikk, kildehenvisninger etc. Alle beregninger og valgte løsninger må dokumenteres og argumenteres for. Besvarelsen redigeres som en forskningsrapport med et sammendrag både på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, referanser, innholdsfortegnelse etc. Påstander skal begrunnes ved bevis, referanser eller logisk argumentasjonsrekker. I tillegg til norsk tittel skal det være en engelsk tittel på oppgaven. Oppgaveteksten skal være en del av besvarelsen (plasseres foran Forord).

Materiell som er utviklet i forbindelse med oppgaven, så som programvare/kildekoder eller fysisk utstyr, er å betrakte som en del av besvarelsen. Dokumentasjon for korrekt bruk av dette skal så langt som mulig også vedlegges besvarelsen.

Dersom oppgaven utføres i samarbeid med en ekstern aktør, skal kandidaten rette seg etter de retningslinjer som gjelder hos denne, samt etter eventuelle andre pålegg fra ledelsen i den aktuelle bedriften. Kandidaten har ikke anledning til å foreta inngrep i den eksterne aktørs informasjonssystemer, produksjonsutstyr o.l. Dersom dette skulle være aktuelt i forbindelse med gjennomføring av oppgaven, skal spesiell tillatelse innhentes fra ledelsen.

Eventuelle reiseutgifter, kopierings- og telefonutgifter må bæres av studenten selv med mindre andre avtaler foreligger.

Hvis kandidaten, mens arbeidet med oppgaven pågår, støter på vanskeligheter som ikke var forutsatt ved oppgavens utforming, og som eventuelt vil kunne kreve endringer i eller utelatelse av enkelte spørsmål fra oppgaven, skal dette umiddelbart tas opp med UIT ved veileder.

Besvarelsen leveres digitalt i WISEflow.

Utleveringsdato:	07.01.2019
Innleveringsfrist:	16.05.2019, kl 1200
Kontaktperson bedrift:	Telefon: 41 57 79 09 E-post: Torkild.korsnes@klund.no

Veileder UiT - IVT:	Prof. Bjørn R Sørensen Telefon: 97013801 E-post: bjorn.r.sorensen@uit.no
---------------------	--

UiT – Norges Arktiske Universitet
Institutt for bygg-, energi- og materialteknologi



Bjørn R Sørensen, UiT
Faglig ansvarlig/veileder

Forord

Masteroppgaven er skrevet i forbindelse med faget SHO6260. Oppgaven er en obligatorisk del av studiet Integreert bygningsteknologi, og omfatter 30 studiepoeng. Masteroppgaven er den avsluttende oppgaven for sivilingeniørstudiet ved fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi, ved Universitet i Tromsø – campus Narvik. Jeg ønsker med dette å rette en stor takk til alle bidragsytere som har gjort det mulig for meg å skrive denne prosjektoppgaven. Blant dem vil jeg nevne teknisk sjef i K.Lund, som satte av tid og har vært behjelpelig under hele prosjektperioden. Frode Moksnes, prosjektleder i K. Lund, som satte av tid til befaring og til å svare på spørsmål rundt oppbygning av referanseanlegget. Sameiet Kanalen, for åpenhet i forhold til innhenting av data rundt energibruk. Torkild Korsnes fra K. Lund, som har bidratt med en interessant problemstilling og lagt til rette for at jeg kunne arbeide fra deres kontor i Trondheim. Jeg vil også rette en stor takk til Dr. ingeniør Ziad Nahra for all støtte og rådgivning under prosjektet. Jeg vil takke min søster Bente Kulvik, og Grete Thobroe for bidraget med korrekturlesing. Sist men ikke minst, vil jeg takke min veileder Bjørn Reidar Sørensen som positivt har bidratt med gode ideer og tankeutvekslinger, og vært motiverende under hele prosjektet.

Til slutt vil jeg også takke min familie for støtte og oppmuntring gjennom hele studietiden, og ikke minst en omtenssom og tålmodig samboer og sønn som har hjulpet meg igjennom hele sivilingeniørstudiet.



Stein Georg Kulvik, Narvik 06.05.18

Sammendrag

For å takle verdens klimautfordringer har det i de seneste årene blitt stilt strengere krav når det kommer til energibruk i leilighetsbygg. Det stilles krav til energifleksible anlegg som skal dekke minimum 60% av oppvarmingen i nybygde leilighetsbygg. I tillegg har også byggene blitt tettere og bedre isolert, som har ført til at varmebehovet i boenheter har blitt mindre. Dette i en kombinasjon med høye bygge-kostnader har gjort til at utbyggere og entreprenører ønsker å finne billigere og enklere løsninger for vannbårne varmesystemer. Som et resultat av dette har det blitt mere vanlig å installere 3 rørssystem istedenfor 5 rørssystem i nye leilighetsbygg.

For å kunne sammenligne de forskjellige systemene for vannbåren varme, er det i denne oppgaven valgt å utføre en analyse av et indirekte 3 rørssystem i et leilighetskompleks på Grilstad marina i Trondheim. Dette gir et godt grunnlag for analysen av 3 rørssystem kontra 5 rørssystem. Målet med oppgaven er å finne ut om et 3 rørssystem faktisk er mer energieffektivt og kostnadsbesparende som det sies det skal være, eller om man heller kunne ha installert et tradisjonelt 5 rørssystem uten store forskjeller i investeringskostnader eller driftskostnader i form av varmetap i distribusjonsnett.

Fra simuleringene av varmetap i distribusjonsnett viser det seg at man har muligheten til å redusere varmetapet med 50 % ved å installere et direkte 3 rørssystem istedenfor et høytemperaturanlegg. Ved å sammenligne verdiene for de to mest vanlige anleggene som blir installert i nye leilighetsbygg, ser man at det er en minimal differanse i varmetap mellom det indirekte 3 rørssystemet og lavtemperaturanlegget. Et tradisjonelt 5 rørssystem installert som et høytemperaturanlegg skiller seg ut med et høyt varmetap i forhold til de andre systemene, noe som vil føre til høyere kostnader for beboerne i det aktuelle bygget.

Man kan rangere systemene 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

Det er også utarbeidet en kostnadsanalyse som tar for seg materialforbruk og arbeidstid for de forskjellige systemene. I denne analysen kommer det tydelig frem at det vil være en besparelse på materialbruk og arbeidstid for distribusjonsnett isolert sett. Ved at man flytter en stor del av komponentene fra teknisk rom og ut til boenhetene ved installering av 3 rørssystem, vil denne besparelsen bli spist opp av ekstra kostnader på kostbare fordelskap som man ikke har i det tradisjonelle systemet. Dimensjonene som

er brukt i et 3 rørssystem er også kostnadsdrivende, ettersom det er større dimensjoner med høyere kostpris og mer krevende å installere enn mindre dimensjoner.

Kostnadene over de forskjellige systemene 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

For å kunne komme med forslag til aktuelle optimaliseringer av det vannbårne varmesystemet som er brukt som referanseanlegget ved Kanalen, er det gjennomført vurderinger av ulike tiltak. Med bakgrunn i befaringer utført ved anlegget, har det blitt foreslått å forbedre isoleringen i distribusjonsanlegget og installasjon av akkumuleringstanker på teknisk rom. Dette skal kunne gi en energi-sparepris på 0,22 øre pr kWh, og en inntjeningstid på cirka 2,5 år.

Summary

In order to deal with the world's climate challenges, stringent requirements have been set in recent years when it comes to energy consumption in apartment buildings. There are requirements for energy-flexible systems that will cover at least 60 % of the heating in newly built apartment buildings. In addition, the buildings have also become tighter and better insulated, which has led to less heat demand in residential units. This, in combination with high building costs, has led developers and contractors to find cheaper and easier solutions for waterborne heating systems. As a result, it has become more common to install 3-pipe systems instead of the traditional 5-pipe systems in new apartment buildings.

In order to be able to compare the different systems for waterborne heating system, an analysis of an indirect 3-pipe system in an apartment complex at Grilstad marina in Trondheim was carried out. This provides a good basis for the analysis of 3-pipe systems versus the traditional 5-pipe systems. The aim of the task is to find out if a 3 pipe system is actually more energy efficient and cost-saving as it is said to be, or if one could have installed a traditional pipe system without major differences in investment costs or operating costs due to heat loss in distribution networks.

From the simulations of heat loss in the distribution network, it can be seen that one has the opportunity to get a saving of 50 % of the heat loss by installing a direct 3-pipe system instead of a high temperature system. By comparing the values for the two most common plants that are being installed in new apartment buildings, it can be seen that there is a minimal difference in heat loss between the indirect 3-pipe system and the low-temperature system. A traditional pipe system with high temperature system stands out with a high heat loss compared to the other systems, which will lead to higher costs for the residents of the building in question.

The systems can be ranked as followed, from the lowest heat loss to the highest heat loss.

1. Direct 3-pipe system	155 760 kWh
2. Traditional 5-pipe system - Low temperature system	224 054 kWh
3. Indirect 3-pipe system	243 168 kWh
4. Traditional 5-pipe system - High temperature system	321 379 kWh

A cost analysis has also been prepared that addresses material consumption and operating hours for the various systems. In this analysis, it is clear that there will be a saving in the use of materials and operating hours for the distribution network. By moving some of the components from the technical room to the living units when installing 3-pipe systems, this saving will be eaten up by extra costs on expensive distribution cabinets that are not included in the traditional system. The dimensions used in a 3-pipe system are not so cost-effective, as

there are larger dimensions with higher cost and more demanding to install than smaller dimensions. Costs for the various systems can be set up as follows, ranked by lowest to highest cost.

1. Traditional 5-pipe system - High temperature plant	4 678 774 NOK
2. Traditional 5-pipe system - Low temperature plant	5 133 383 NOK
3. In Direct 3-piping system	5 168 515 NOK
4. Direct 3-piping system	5 249 936 NOK

In order to make suggestions for optimization of the current reference system, evaluations of various measures have been carried out. Based on system inspections, it has been proposed to improve the insulation of the distribution system and installation of accumulation tanks in technical room. This will provide an energy saving price of 0.22 NOK per kWh, and an earnings period of about 2.5 years.

Innholdsfortegnelse

Figur liste	IV
Tabell liste	V
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Begrensninger.....	2
1.2.1 Tilgang på SD-anlegg og energioppfølgingsystem (EOS)	2
1.2.2 Simuleringsprogram	3
1.3 Fremgangsmåte	5
1.4 Litteraturstudiet	6
1.5 Grilstad Marina	8
2 Litteraturstudiet	10
2.1 Miljø og energiforbruk.....	10
2.1.1 Klimapolitikk	10
2.1.2 Energiforbruk i Norge	11
2.1.3 Enova	14
2.2 Ny teknisk forskrift - TEK17	15
2.3 Gjeldende bestemmelser for Kanalen – TEK10	16
2.4 Energi og varmebehov i bygg	17
2.5 Varmebehov i bygninger	17
2.5.1 Individuelle komfortsoner og brukervaner	20
2.6 Energibehovsberegning	21
2.6.1 Nattsinking	22
2.7 Energikilder for oppvarming.....	22
2.8 Vannbåren varme	23
2.9 Kostnader for vannbåren varmeanlegg.....	25
2.10 Drift og vedlikehold av vannbårent varmeanlegg	27
3 Brukerundersøkelse ved sameiet Kanalen.....	28
4 Oppbygning av vannbårne varmesystemer	32
4.1 Fjernvarme.....	32

4.2	Fjernvarmesentralen ved Kanalen.....	33
4.3	Energimåler.....	34
4.3.1	LX01 - Varmeveksler i fjernvarmesentral.....	35
4.4	Sirkulasjonspumpe - JP40 og JP41.....	38
4.5	Innreguleringsventiler	39
4.6	Varmtvannsbatteri.....	40
4.7	Fordelerskap i boenhetene.....	41
4.8	Vannhastighet og korrosjon	44
4.9	Sirkulasjonsledning	45
4.10	Styring, regulering og valg av tur- og returtemperatur	45
4.11	Lavtemperaturanlegg.....	46
4.12	Høytemperaturanlegg.....	46
4.13	Tappevannstemperaturer og legionellabakterien.....	47
4.14	Distribusjonsnett for vannbårne varmeanlegg.....	48
4.14.1	Tradisjonell rørføring – 5 rørssystem	50
4.14.2	Indirekte 3 rørssystem	50
4.14.3	Direkte 3 rørssystem	51
4.15	Generelle krav til varmesystemet.....	52
4.16	Tappevannseffekt	53
4.17	Tappevannsbehov.....	54
4.18	Beregning av energi til varmt tappevann	55
4.19	Rørisolering	58
5	Prosjekterte og målte verdier for Kanalen.....	61
5.1	Energibudsjett - Kanalen	61
5.2	Energiforbruk i leiligheter.....	62
5.3	Prosjekterte og målte verdier.....	64
6	Analyse av distribusjonsnett for Kanalen.....	65
6.1	Oppvarming av felles arealer.....	65
6.2	Varmetap indirekte 3 rørssystem.....	66
6.3	Varmetap direkte 3 rørssystem.....	67

6.4	Varmetap tradisjonelt 5 rørssystem.....	68
6.4.1	Lavtemperaturanlegg.....	68
6.4.2	Høytemperaturanlegg.....	70
6.5	Sammenstilling av simulering.....	72
6.6	Energiforbruk til fellesarealer.....	73
6.7	Materialforbruk og kostnader.....	73
7	Tiltak og økonomisk vurdering.....	77
7.1	Resultater fra befarings ved referanseanlegget Kanalen.....	77
7.2	Isolere tilleggsutstyr i distribusjonsnett.....	78
7.3	Øke isolasjonstykkelse.....	78
7.4	Installasjon av energimålere.....	79
7.5	Akkumulering av varmt vann i vannbårne varmeanlegg.....	79
7.6	Effektkostnad fjernvarme.....	80
7.7	Økonomisk analyse.....	81
8	Konklusjon.....	83
9	Referanser.....	85
10	Vedlegg.....	91
10.1	Vedlegg 1 – Simulering varmetap direkte 3 rørssystem i Isodim.....	91
10.2	Vedlegg 2 – Simulering varmetap indirekte 3 rørssystem i Isodim.....	97
10.3	Vedlegg 3 – Simulering varmetap 5 rørssystem – Lavtemp i Isodim.....	104
10.4	Vedlegg 4 – Simulering varmetap 5rørssystem – Høytemp i Isodim.....	114
10.5	Vedlegg 5 - Kostnadsberegninger av distribusjonssystem.....	122
10.6	Vedlegg 6 - Økonomisk analyse.....	123
10.7	Vedlegg 7 – Økning av isolasjonstykkelse fra 30 til 50 mm.....	124

Figur liste

Figur 1 - Oversiktsbilde av Grilstad Marina [7].....	8
Figur 2 - Energimerking for Kanalen [52].	9
Figur 3 - Oversiktsbilde av boligprosjektet Kanalen [10].	9
Figur 4 - Forbruk av strøm i fastlands-Norge [16].....	12
Figur 5 - Forskjellige teknologier brukt til oppvarming i husholdninger [18].	13
Figur 6 - Estimert formålsdeling av energibruk i boliger i 2011 [20].	13
Figur 7 - Netto varmebehov, fokusområde i dette prosjektet er markert med grønt [25].	17
Figur 8 - Skisse av energibalansen i et bygg [21].....	18
Figur 9 – Prinsippskisse av samlet netto energibehov [27].	19
Figur 10 - Effekt- og varighetsdiagram for oppvarming av boligblokker i Trondheim [20]. ...	20
Figur 11 - Skisse over mulig installasjon av varmeavgivere [8].....	24
Figur 12 – Kostnadsfordeling i et vannbårent varmeanlegg for boligblokker [35].....	25
Figur 13 - Sammenligning av kostnader for varmeanlegg i boligblokk [36].....	26
Figur 14 - Antall beboere i boenhetene ved Kanalen.	28
Figur 15 - Alder på beboere ved sameiet Kanalen.	28
Figur 16 – Fordeling av kjønn ved Kanalen.	28
Figur 17 - Beboere flyttet inn ved Kanalen.	29
Figur 18 - Bruksmønster ved dusjing.....	29
Figur 19 - Rapportering av vannforbruk ved Kanalen.	29
Figur 20 - Opplevd innetemperatur ved Kanalen.....	29
Figur 21 - Beboernes innetemperatur.....	30
Figur 22 - Baderomstemperatur.....	30
Figur 23 - Krav til komfort.	30
Figur 24 - Krav om vannbåren varme.....	30
Figur 25 - Energikostnader for boenhetene.....	31
Figur 26 - Brukervennlighet for beboerne.	31
Figur 27 - Brukervaner på romoppvarming og tappevannsforbruk.....	31
Figur 28 - Levert energi fra fjernvarme i ulike sektorer [18].....	32
Figur 29 - Fjernvarmesentral på teknisk rom.	33
Figur 30 - Montering av energimåler [42].....	34
Figur 31 - Avlesningsenhet for fjernvarme i system 320.01.	34
Figur 32 - Platevarmeveksler montert i system 320.01 (markert med rødt).....	36
Figur 33 - Reguleringsventil på fjernvarmesentral.....	37
Figur 34 - Temperaturregulator i system 320.01 med settpunkt 75°C.....	37
Figur 35 - Sirkulasjonspumpe plassert i system 320.01.	38
Figur 36 - Innreguleringsventil for system 320.01	39
Figur 37 - Aerotemper SAV2 montert i parkeringskjeller.	40

Figur 38 - Skap 1, for kombinasjon med indirekte 3 rørssystem [45].....	41
Figur 39 - Skap 2, for kombinasjon med direkte 3 rørssystem [45].....	41
Figur 40 - Forklaring av komponenter i fordelerskap brukt ved Kanalen [45].....	43
Figur 41 - Systemskjema for system 320.01 ved Kanalen [45].	49
Figur 42 - Skisse av et tradisjonelt anlegg ved bruk av 5 rørssystem.....	50
Figur 43 - Prinsippskisse av fordelingsentral i leiligheter [40].....	51
Figur 44 - Prinsippskisse direkte 3 rørssystem [47].....	52
Figur 45 – Forventet tappevannseffekt for antall leiligheter / bad pr sjakt.	53
Figur 46 - Variasjoner i forbruk av tappevann ved Kanalen.....	55
Figur 47 - Variasjon i energiforbruk til oppvarming av tappevann ved Kanalen.	57
Figur 48 - Energibudsjett for Kanalen [52], satt opp i Excel i samsvar med NS3031.	61
Figur 49 - Variasjoner i det totale energiforbruket i leilighetene ved Kanalen.	62
Figur 50 - ET-diagram viser forventet og reelt forbruk av energi [39].....	63
Figur 51 - Dokumentasjon av manglende isolering i parkeringskjeller.....	77
Figur 52 - Prinsippskisse av trykløs akkumulering i varmekrets.....	79
Figur 53 - Uttak av effekt fra fjernvarme ved Kanalen i 2018, hentet fra energiguide.	80

Tabell liste

Tabell 1 - Anbefalte verdier for operative temperaturer [23].	21
Tabell 2 - Spesifikasjoner for platevarmeveksler i fjernvarmesentral.	35
Tabell 3 - Spesifikasjoner sirkulasjonspumpe	38
Tabell 4 - Tekniske spesifikasjoner for tappevannsveksler i fordelerskap.....	43
Tabell 5 - Største tillatte hastighet ved gitte temperaturer [46].	44
Tabell 6 - Minimums tappevannstemperatur ved tappested [2].....	47
Tabell 7 - Normalvannmengder for tappesteder [48].....	54
Tabell 8 - Antall tappesteder og sum normalvannmengde.	55
Tabell 9 – Anbefalte isolasjonstykkelse for rørdimensjoner [28].	59
Tabell 10 - Prosjekterte og målte verdier for levert energi fra fjernvarme.	64
Tabell 11 - Oppvarming av det totale fellesarealet ved Kanalen.....	65
Tabell 12 - Simulering varmetap i parkeringskjeller for Kanalen.....	66
Tabell 13 - Teoretisk beregning av varmetap i sjakter for Kanalen.	66
Tabell 14 – Simulering av varmetap for direkte 3 rørssystem.	67
Tabell 15 – Simulering av varmetap i sjakt for direkte 3 rørssystem.....	68
Tabell 16 - Simulering av varmetap i tappevannskretsen.....	68
Tabell 17 - Simulering av varmetap for 5 rørssystem - Lavtemperaturanlegg.	68
Tabell 18 - Simulering av varmetap i sjakt for varmekrets - lavtemperaturanlegg.	69
Tabell 19 - Simulering av varmetap i sjakt for tappevannskrets - lavtemperaturanlegg.....	69
Tabell 20 - Simulering av varmetap for tappevannskrets - høytemperaturanlegg.....	70
Tabell 21 - Simulering av varmetap for distribusjonsnett - høytemperaturanlegg.	70

Tabell 22 - Simulering av varmetap i sjakt for varmekrets - høytemperaturanlegg.....	71
Tabell 23 - Simulering av varmetap i sjakt for tappevannskretsen - høytemperaturanlegg... ..	71
Tabell 24 - Sammenstilling av resultat av simuleringer for varmetap i vannbårne anlegg.	72
Tabell 25 - Sammenstilling av resultater med lavere driftstid på 5 rørssystem.	72
Tabell 26 - Kostnadsoverslag distribusjonsnett i p-kjeller for indirekte 3 rørssystem.	74
Tabell 27 - Kostnadsoverslag distribusjonsnett i p-kjeller for direkte 3 rørssystem.	74
Tabell 28 - Kostnadsoverslag distribusjonsnett i p-kjeller for 5 rørssystem - lavtemp.....	75
Tabell 29 - Kostnadsoverslag distribusjonsnett i p-kjeller for 5 rørssystem – høytemp.	75
Tabell 30 - Sammenstilling av materialforbruk for distribusjonssystemene.	76
Tabell 31 - Kostnadsoverslag for distribusjonssystem.	76
Tabell 32 - Oppsummering av kostnader for distribusjonssystemene.	76
Tabell 33 - Reduksjon i varmetap ved endring av isolasjonstykkelse.	78
Tabell 34 - Investeringskostnader for utbedring av distribusjonssystem.	81

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Med en bakgrunn som VVS-rørlegger, har det alltid vært interessant å jobbe med tekniske problemstillinger knyttet til denne bransjen. Å søke miljøvennlige og energieffektive løsninger er både aktuelt for bransjen, og spennende å jobbe med.

I et samarbeid med K. Lund ble det utarbeidet en bacheloroppgave i 2016. Vi fortsetter nå samarbeidet i min masteroppgave, der oppgaven blir å se på hvilke fordeler og ulemper det har å legge om fra 5 til 3 rørssystem i et vannbårent varmeanlegg i bygg. Dette er en spennende oppgave, som knytter energieffektive løsninger opp mot en VVS-teknisk problemstilling.

Norske byggeregler setter strenge krav til bygningsstandarden i Norge. Det er også høye krav blant befolkningen til nye leilighetsbygg, som ønsker at leilighetene skal være miljøvennlige, energieffektive og en høy grad av komfort.

Det tradisjonelle 5 rørssystemet er det mest vanlige systemet for å føre fram tappevann og vann til oppvarming i bygg. Bransjen ser seg nå rundt etter mer økonomiske og enklere løsninger for å holde kostnadene nede, samt å øke lønnsomheten 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 vannbårne varmesystemer. Spørsmålene går på om systemene er energieffektive løsninger, og om de løser legionellproblematikken på en forsvarlig måte [1]. Dette kan være en utfordrende debatt, da partene kan ha ulikt syn på hvilken løsning de mener er lovlig innenfor gjeldende regelverk.

1.2 Begrensninger

Dette prosjektet tar for seg en analyse av omlegging fra 5 til 3 rørssystem, hvor det er benyttet et direkte 3 rørssystem som referanseanlegg. Dette anlegget er installert ved Kanalen som ligger i bydelen Grilstad Marina I Trondheim. I oppgaven er det gitt noen forslag på endringer som kan være aktuelle å utføre i anlegget for å gjøre systemet mer optimalisert og energieffektivt.

Under dette prosjektet har det blitt innhentet data fra Trondheim kommune på forbruk av tappevann ved Kanalen. På grunn av personvernforordningen (GDPR) er denne informasjonen anonymisert i forhold til hvilken leilighet og beboer det gjelder. Dette medfører noen utfordringer ved beregning av forbruk på energi, men løses ved at det blir satt noen antagelser rundt forbruk på både tappevann og energi.

Dersom ikke annet er oppgitt er alle figurer i form av fotografier, grafer, tabeller, tegninger egenproduserte.

Energisimulering (SIMIEN) fra prosjekterende rådgiverfirma Sweco er brukt som grunnlag for sammenligning av prosjektert og målt energibruk.

Hovedoppgaven baserer seg på data fra perioden 01.01.2018 til 31.12.2018.

I samråd med veileder Bjørn Reidar Sørensen er det avtalt at punkt 6b) i oppgaveteksten skal utelates, da dette punktet ikke vil være relevant for oppgaven.

1.2.1 Tilgang på SD-anlegg og energioppfølgingsystem (EOS)

For å kunne utføre de beregningene som er nødvendig under dette prosjektet, er det inngått en skriftlig avtale med styret i Sameiet Kanalen om en tidsbegrenset tilgang til EOS-systemet (energioppfølgingsystem). Det er også inngått avtale om å få innsikt i sameiet Kanalen sitt fjernvarmeforbruk via EOS-systemet energiguiden, levert av Statkraft. Med et leilighetsbygg på denne størrelsen er det viktig å kunne dokumentere energibruken, og hvor i bygget energien brukes. Fra disse to plattformene kan man hente ut målte verdier fra energimålere i hver enkelt leilighet og på fjernvarmesentralen. Det er også etter avtale med sameiet hentet ut data på forbruk av tappevann fra Trondheim Kommune.

Tilgangen til Kanalens EOS-system ble tildelt Onsdag 20.02.2019 av Solvar Klokk som er styreleder for Sameiet Kanalen. Tilgang til Statkraft sitt EOS-system ble tildelt 20.02.2019 av driftsleder Jon Anders Hagen i Statkraft Trondheim.

For sameiet Kanalen sitt EOS-system vil det være følgende begrensninger:

- Det finnes ikke noen målinger på forbruk av tappevann i boenhetene i EOS-systemet. Vannmåleren leses av manuelt for hver leilighet og data innhentes fra Trondheim kommune.
- Alle energimålere i fordelerskap har kWh som enhet.
- Energimålerne i fordelerskapene spesifiserer ikke forbruket av energi i forhold til hva som går til energi til oppvarming av tappevann eller romoppvarming.
- Det er ikke målinger på sirkulerte mengder i varmesystemet.
- Temperaturer på tur og retur i sekundærkretsen leses av manuelt på målere plassert i anlegget.
- EOS-systemet er ikke koblet opp mot utvendig temperaturføler som logger værdata.
- Alle dataopplysninger som kan knytte forbruk av energi og tappevann opp mot eier skal være anonymisert.

1.2.2 Simuleringsprogram

For å utføre simulering av system 320.01 ble det anskaffet et dataprogram (Polysun, utgitt av Vela Solaris). Simuleringsprogrammet, som er en studentlisens med visse begrensninger, er i hovedsak ment til å brukes for å simulere energigevinst med solfangeranlegg, men kan også brukes til å simulere enkle vannbårne anlegg og modellere vannbårne varmeanlegg.

Avtalen vedrørende bruk av studentlisensen omfatter [2]:

- Lisensen skal ikke bli brukt med kommersielle hensikter, men innenfor rammene for som gjelder for studentprosjekter.
- Vela Solaris er ikke ansvarlig for brukerstøtte til programmet.
- Polysun og Vela Solaris må bli nevnt i den endelige rapporten på dette prosjektet.
- Ved prosjektets slutt skal Vela Solaris med en gang ha en kopi av rapporten, uten videre bemerkninger. Denne skal sendes til info@velasolaris.com som et PDF-dokument.
- Ved prosjektets slutt skal alle Polysun-installasjoner, inkludert lisensen slettes omgående fra alle datamaskiner.

For beregning av besparelser i forhold til varmetap i rør og distribusjonsnett er det også benyttet et gratis simuleringsprogram fra isolasjonsprodusenten Glava.

Simuleringsprogrammet heter Isodim, og er et online-program som brukes av ingeniører, studenter, forskere, entreprenører og konsulenter. Programmet er et omfattende beregningsprogram for industri-, VVS- og kuldebransjen, hvor man har muligheten til å beregne kondens-, termisk og lydisolering av rør, kanaler, tanker eller flater. Alle beregninger i dette programmet utføres i henhold til ISO 12241 som er en europeisk standard med regler for å kalkulere termisk isolering av utstyr og installasjoner [3].

Simuleringer som kan utføres med Isodim [3]:

- Varmetap
- Temperaturendring i strømmende medium.
- Temperatur over tid i tank
- Isolering mot utvendig kondens
- Isolering mot innvendig kondens
- Frostbeskyttelse av vannledning
- Lyddemping i ventilasjonskanal
- Energiøkonomiske beregninger

Simuleringsprogrammet kan beregne varmetapet for rør mellom 10 mm og 160 mm. Det er også mulighet for å hente ut antall kWh som har gått til varmetap i løpet av driftstiden til anlegget.

1.3 Fremgangsmåte

Dette kapitlet tar for seg fremgangsmåten og strukturen under denne rapporten. Det skal skrives en omfattende rapport hvor alle data fra befarings- og litteraturstudie er dokumentert. Rapporten som utarbeides skal være i henhold til retningslinjer og krav fra NS-EN 9001, så langt det lar seg gjøre. Det skal utføres simuleringer av et 3 rørssystem i et simuleringsprogram, som skal legges ved og dokumenteres i denne rapporten.

Innholdet i denne rapporten skal vise hvilke konklusjoner det er kommet fram til under prosjektet, og hvilke forbedringer som bør iverksettes for å gjøre referanseanlegget mer optimalt. Innledningsvis starter oppgaven med 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 referanseanlegget Kanalen, hvordan et distribusjonsanlegget er bygget opp og utformet, for å se om det er andre løsninger som kunne blitt implementert i utførelsen av anlegget. Det vil også bli gjennomført befarings- og referanseanlegget, for å påse at alt er installert på slik måte at det oppfyller alle krav.

Under dette prosjektet var det beregnet å bruke et omfang av 700 arbeidstimer. Underveis i oppbyggingen av oppgaven måtte timeantallet oppjusteres til 900 timer, ettersom prosjektet var større og mer krevende enn hva som var spådd på forhånd.

1.4 Litteraturstudiet

Dette kapitlet tar for seg kilder som er brukt under masteroppgaven. Hensikten ved å se nærmere på kildene er for å sikkerstille at litteraturen som blir innhentet er pålitelig og troverdig. Når man bruker litteraturstudie som metode benytter man seg av eksisterende forskning og litteratur om vannbårne varmesystemer, samt tekniske regler, normer og lover.

Boken «vannbaserte oppvarmings- og kjølesystemer» skrevet av David Zijdemans, dekker mye av det teoretiske grunnlaget for prosjektering av tappevannsystemer og varmesystemer, og har i denne hovedoppgaven vært et utgangspunkt for litteraturstudiet. Den reviderte utgaven er basert på Leif I. Stensaas bok med samme tittel fra 1996. Det har skjedd store teknologiske utviklinger siden 1996, både når det kommer til varmesystemer og tappevannsystemer. Det har også blitt strengere lover og regler i byggeforskriftene, og et økt fokus på alternativ og fornybar energi. Konsekvensene av dette har ført til at denne boken trengte en omfattende oppdatering av de forskjellige systemene for vannbaserte oppvarmingssystemer, hvor en ny versjon ble utgitt i 2014.

Boken er blitt benyttet i flere forskjellige utdanninger, blant annet som pensumlitteratur for teknisk fagskole for ingeniører ved innlandet fagskole i 2017 [4], og som støttelitteratur for VVS- og energiteknikk ved UiT - Campus Narvik [5], og masterstudium for energi og miljø i bygg ved Høgskolen i Oslo og Akershus så sent som i 2016 [6]. Boken er som nevnt skrevet av David Zijdemans, som er utdannet rørlegger med fagbrev, teoretisk bakgrunn fra teknisk fagskole, samt en mastergrad fra NTNU. I tillegg har også David Zijdemans sittet i ulike fagkomiteer innenfor VVS-bransjen. Selv om David Zijdemans sitter som fagdirektør for Skarland Press som er utgiver av denne boken, vil dette være en god og pålitelig kilde til bruk under i denne hovedoppgaven.

I tillegg er det gjennomgått rapporter fra SINTEF og NTNU, samt tekniske bestemmelser og normer, som ofte blir brukt som veiledende oppslagsverk innenfor VVS-bransjen. Blant annet er det hentet fagstoff fra Varmenormen, som er en veiledende bok for VVS-bransjens kvalitetssikring av vannbårne varmeinstallasjoner.

Boken viser anbefalte tekniske løsninger, og stiller krav til personer og foretak som skal prosjektere, utføre og drifte vannbårne varmeanlegg. Kapitlene i denne boken omhandler blant annet effekt- og energibehov, varmesentraler, varmeavgivere, rørrnett og komponenter, isolering og distribusjonssystemer. I denne boken er det også tatt hensyn til standarder, og ikke minst krav og regler fra EU.

Det har også blitt hentet informasjon om komponenter fra tidligere bacheloroppgave skrevet av undertegnede, bacheloroppgaven ble skrevet på maskinstudiet ved UiT Narvik og har tittelen «Analyse av eksisterende solfangeranlegg ved Scandic Hotell Lerkendal».

1.5 Grilstad Marina

Grilstad Marina er en av Trondheims største utbygninger og ligger lokalisert i området Ranheim. Bydelen omfatter 6 ulike prosjekter, hvor 3 byggetrinn er ferdigstilt per dags dato. Utbygningen består av 85 000m², fordelt på 800 leiligheter og rekkehus.

Bydelen er bygget på en kunstig øy i Trondheimsfjorden, og har også en næringsdel på cirka 110 000 m². Grilstad Marina skal være en attraktiv og urban bydel basert på gjennomgående god bygningsteknisk kvalitet hvor det er vektlagt god bygningsmessig estetikk [7].

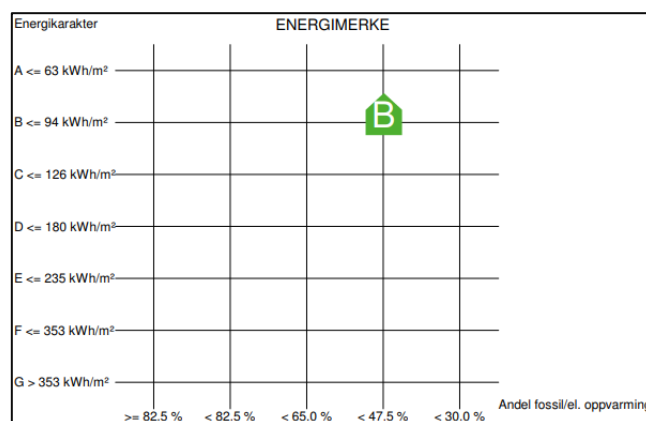


Figur 1 - Oversiktsbilde av Grilstad Marina [7].

Under dette prosjektet er Kanalen brukt som en gjennomgående case. Kanalen består av 6 boligblokker med til sammen 176 leiligheter og parkeringskjeller i underetasje. Byggingen ble påbegynt i 2012, og Kanalens siste byggetrinn ble ferdigstilt høsten 2015. Boligblokkene har fått energimerket grønn B, som består av en energikarakter og oppvarmingskarakter som sammen bestemmer hvilket energimerke bygget får [8].

Figur 1 viser et oversiktsbilde av Grilstad marina, hvor referanseanlegget Kanalen er markert med rød ring. For et mer detaljert oversiktsbilde av Grilstad marina henvises det til Figur 3.

For å oppnå energiklassen B, er det satt et krav for levert energi på 115 kWh/m² pr år. Levert energi for Kanalen er cirka 95 kWh/m² pr år, altså godt innenfor kravet i energiattesten. Til sammenligning viser erfaringstall at en gjennomsnittlig boligblokk av nyere dato bruker cirka 146 kWh/m² pr år [9].



Figur 2 - Energimerking for Kanalen [52].

Fakta om Kanalen[7]:

- Byggherre: Grilstad Marina AS (Jensen Holding, Sparebank Invest og Koteng Bolig AS)
- Adresse: Grillstadfjæra 60 – 82, 7053 Ranheim
- Byggeperiode: 2012 – 2014
- Entreprenør: Grilstad Marina AS / Contract management (Delt entreprisform)
- Omfang: 26 170 m²
- Bruttoareal leiligheter: 17 670 m² (8500 m² parkeringskjeller)
- Kategori: Boligblokk
- Arkitekt: ARC Arkitekter
- Prosjektert levert energi: 87,3 kWh/m²
- Prosjektert netto energibehov: 115 kWh/m²
- Gjeldende forskrift: TEK 10



Figur 3 - Oversiktsbilde av boligprosjektet Kanalen [10].

2 Litteraturstudiet

2.1 Miljø og energiforbruk

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. Dette kapitlet tar for seg hvilke løsninger som står sentralt for valg av oppvarmingsløsninger i leilighetsbygg [2].

2.1.1 Klimapolitikk

Jordens befolkning står ovenfor mange ulike utfordringer med tanke på miljø. Dette har ført til at mange mennesker ønsker å ta del i både klimadebatten og den grønne bevegelsen som strider frem. Klimadebatten, som omhandler den faglige debatten om klimaendringer på jorden går i dybden på problemstillingen rundt hvilken påvirkning mennesket har på drivhuseffekten. Dessverre har klimaet allerede gjort stor skade på kloden, men det er enkelte tiltak som kan være med å dempe eller minske utviklingen, som for eksempel at temperaturen på kloden ikke skal overstige 2 grader før århundret er over. Dette kan gjøres ved hjelp av blant annet å endre holdningene våre til forbruk av energi.

For at man skal klare å begrense klimaendringene, ble det i 2015 signert en klimaavtale som alle land i verden har forpliktet seg til å følge. Avtalen blir kalt Parisavtalen, og er en internasjonal avtale som trådte i kraft 4. November 2016 [11]. Målet med avtalen er at alle land skal være med å bidra, og styrke det globale samarbeidet mot klimautfordringene verden står ovenfor. Norge har i tillegg til den internasjonale Parisavtalen bundet seg til å drive en streng og effektiv energipolitikk igjennom EØS-avtalen. I denne avtalen har Norge bundet seg til tre viktige klima- og energimål som skal innfris innen år 2030 [12].

- 1) 20% reduksjon i energiforbruk fra 1990-2020
- 2) 20% reduksjon i klimagassutslipp fra 1990-2020
- 3) 20% av sluttforbruket av energi skal være fornybar

Sammen med dette er også medlemslandene blant annet pliktige til å rehabilitere 3% av landets totale offentlige gulvareal i oppvarmede og eller nedkjølte bygninger. I tillegg skal det satses på grønne energikilder som solceller og solfangeranlegg, fjernvarme, varmepumper og biobrenselanlegg. Her har Norge allerede satt seg et mål om at all bruk

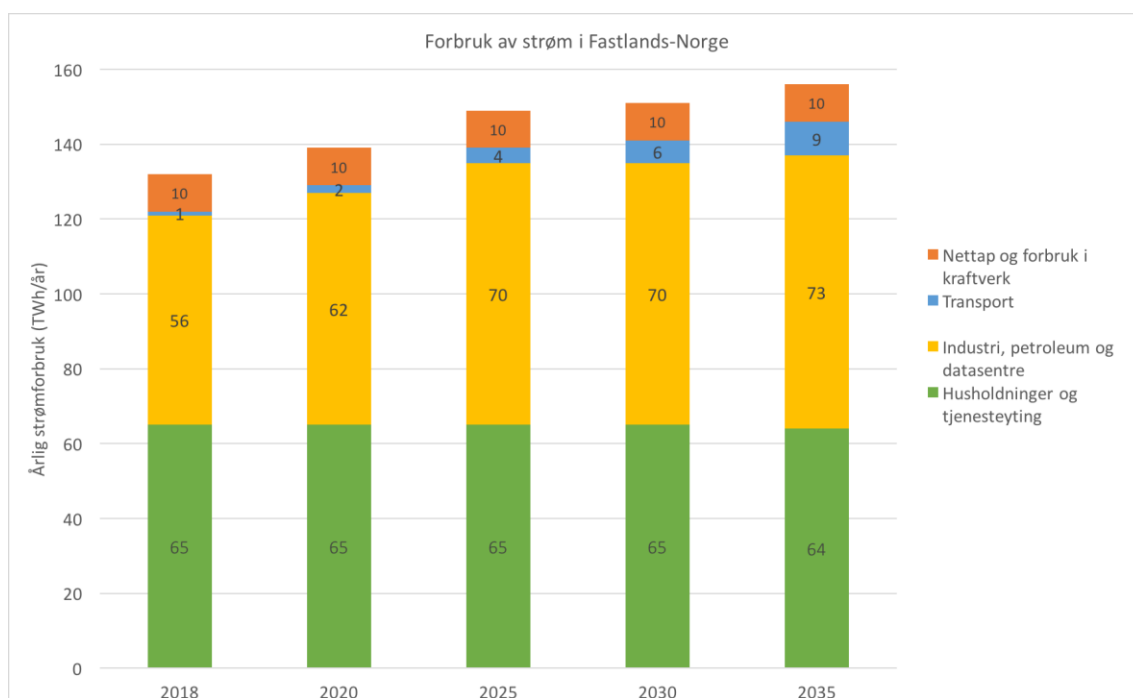
av fossilt brensel til oppvarming skal forbys fra 2020. For at medlemslandene i EØS skal kunne nå sin målsetning har det blitt lagt en langsiktig strategi for drift, vedlikehold og ombygning. Denne strategien skal fornyes av medlemslandene hvert tredje år.

Det har i lang tid vært et fokus på at nye bygg skal ha en forbedring av bygningskroppen. Dette gjelder både isolerende og energieffektive tiltak som bedre isolering av yttervegg, bedre behovsstyring og solskjerming. Her ligger Norge langt framme i forhold til standarden i andre EU-land etter flere år med strenge byggekrav i henhold til byggt teknisk forskrift (TEK). Med at den norske bygningsmassen holder en såpass god standard, må Norge også se på andre måter å spare inn energi på. Det har derfor kommet et økt fokus på høy effektivitet ved tekniske installasjoner, smarte løsninger og automatisering. Vi har alle en viktig jobb å gjøre for at Norge skal bli et livskraftig lavutslippssamfunn.

Fra stortingsmelding nr. 21 og 28 i 2011, «Norsk klimapolitikk» og «gode bygg for et bedre samfunn» har det blitt fastsatt at det ønskes passivhusnivå som bygningsstandard innen 2015 og nesten nullenerginivå innen 2020 [13]. Ønskene om passivhusnivå innen 2015 ble dessverre ikke oppnådd.

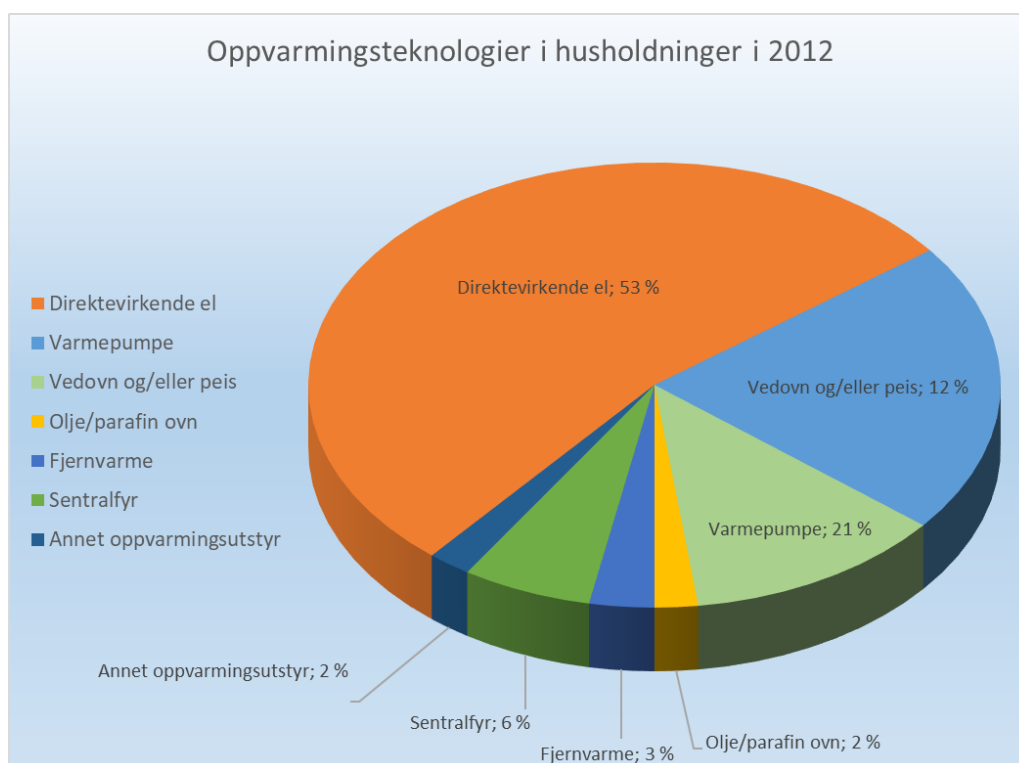
2.1.2 Energiforbruk i Norge

Norge har i dag en relativt høy vekst i befolkningen, bare i perioden fra år 2000 – 2015 gikk innbyggertallet fra 4,5 mill. til 5,2 mill. En såpass stor økning i folketallet gjør at flere får behov for bosted. Dette i en kombinasjon med fortetting i de største byene, vekst av antall elbiler i transportsektoren og energikrevende industri, vil det totale kraftforbruket i Norge være forventet å øke med 24TWh, fra 135 TWh i 2018 til 151 TWh i 2030 [14]. Det er knyttet store utfordringer til å skape varige endringer i energibruken og forbruket av elektrisk kraft, hvor Norge er helt i verdenstoppen når det kommer til strømforbruk [15]. Konsekvensene dette fører med seg er at eksisterende kraftnett ikke lenger har en stor nok kapasitet til å levere elektrisitet når effektbehovet er høyt. Det er derfor stor etterspørsel etter nye teknologiske løsninger som reduserer behovet for energi, spesielt til oppvarming, eller som flytter etterspørselen fra elektrisitet over til andre energibærere. Fremover mot 2035 forventer man at husholdninger og tjenesteyting vil stå for 40% av fastlands-Norges totale elektrisitetsforbruk som skissert i Figur 4.



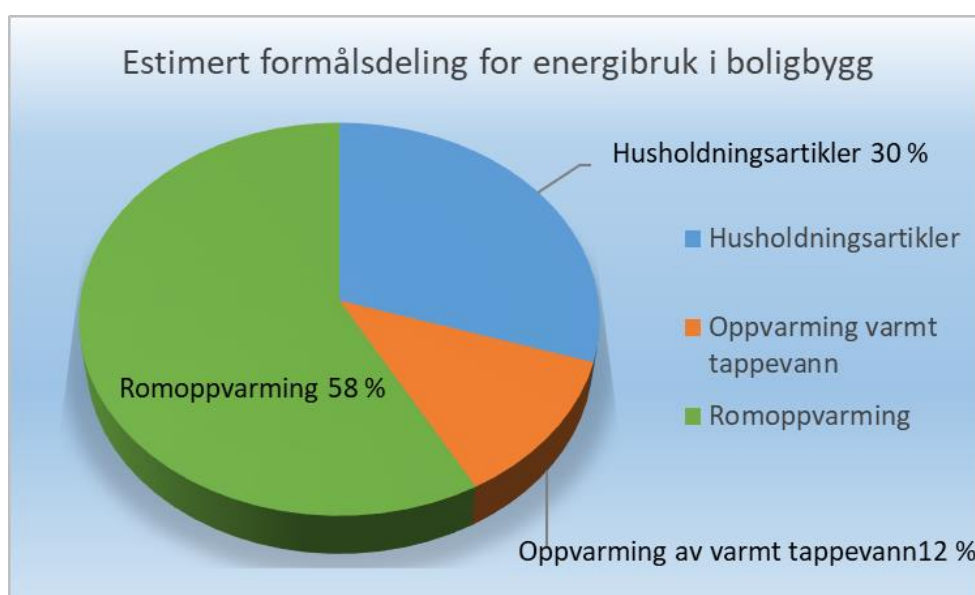
Figur 4 - Forbruk av strøm i fastlands-Norge [16].

For å kutte effekttoppene i det norske kraftnettet ønsker myndighetene å redusere strømforbruket i de norske husholdningene. I Norge har tilgangen på billig, fornybar energi fra vannkraft vært rikelig i en lang periode etter 1960. Det har medført et svært lite fokus på strømsparing og medført/resultert i et høyt strømforbruk hos Norges innbyggere. Dette vises godt når vi sammenligner oss med andre land i verden, hvor Norge har et forbruk som er opp til ti ganger høyere enn gjennomsnittet i verden. Det er ingen andre land i Europa som bruker så mye elektrisitet per person som Norge [17]. Energibruken for de Norske husholdningene i 2017 var på hele 47,6 TWh, og utgjorde 22% av det totale forbruket av energi i Norge. En stor del av energien brukt i de norske husholdningene består av oppvarming, belysning og drift av elektrisk utstyr [18]. Dessverre er det slik at tilgangen på vannkraft ikke er så rikelig at den norske befolkningen bare kan bruke mer og mer energi. Figur 5 gir et bilde av sammensetningen av oppvarmingsteknologier brukt i husholdninger i 2012, hvor den enkelte husholdningen kan ha flere typer oppvarmingsutstyr.



Figur 5 - Forskjellige teknologier brukt til oppvarming i husholdninger [18].

Sverige og Danmark ligger langt foran når det kommer til å være energibevisst. Husholdningene i Norge bruker 42% mer elektrisitet enn husholdningene i Sverige, og 75% mer strøm enn i Danmark [17]. Et mulig utfall av dette blir å øke avgiftene husholdningene betaler for hver leverte kWh, for å redusere strømforbruket i husholdningene [19]. Dette vil også være med på å kutte effekttoppene gjennom døgnet, slik at man ikke får en så stor belastning på strømmettet i enkelte perioder på døgnet. Figur 6 viser hvordan energibruken er fordelt i norske husstander.



Figur 6 - Estimert formålsdeling av energibruk i boliger i 2011 [20].

Analysen fra Norges vassdrags- og energidirektorat gir oss et bilde av at strømforbruket i bygg reduseres med 1 TWh fra 2018 til 2035, selv om befolkningen øker. Dette kan skyldes tettere og bedre utførelse på nye bygninger som blir bygget, effektivisering av elektrisk utstyr og flere energieffektive løsninger på markedet [16]. Det vil uansett være en stor bygningsmasse av eldre boliger som må oppgraderes for at denne statistikken skal gå nedover, ettersom det er naturlig at det største energiforbruket vil være i eldre bygg som ikke er like tette og godt isolerte som nye bygg. I 2009 hadde 55% av alle boliger i Norge fortsatt elektrisk oppvarming som hovedoppvarmingskilde, mens 33% av alle leiligheter i boligblokker hadde elektriske ovner og varmekabler som oppvarmingskilde. Dette sier at forbedringspotensialet er stort for å få ned energiforbruket også i den eldre delen av bygningsmassen [20].

2.1.3 Enova

Det statlige foretaket som ble opprettet av Stortinget i 2001 heter Enova. Dette foretaket skal være en støtteordning, som skal jobbe som en pådriver mot lavere utslipp i det samfunnet vi lever i. Det skal være attraktivt å være miljøvennlig for befolkningen. Danmark og Sverige har i mange år hatt slike støtteordninger, og til sammenligning har våre naboland kommet mye lengre i utbedringen av miljøvennlige løsninger. Siden oppstarten i 2001 har Enova vært med på å bidra til å realisere over 7000 prosjekter med en samlet besparelse på 22 TWh energi [21].

For å begrense effektbehovet og energibehovet, har Enova opprettet en ordning hvor de støtter energieffektive tiltak i eksisterende og nye bygg. I løpet av de siste 12 måneder har Enova gitt støtte til forskjellige prosjekter med 1,6 milliarder kroner [22]. For at man skal ta vare på miljø og klima, er det satt en kraftig målsetning om å redusere energiforbruket for alle nybygg innen år 2020. Disse tekniske kravene ligger inn under forskriftene i kapittel 2.2.

Det har blant annet blitt satt krav om:

- Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel
- Bygning med 1000m² oppvarmet BRA skal ha energifleksible systemer, og tilrettelegges for bruk av lavtemperert varmeløsninger

Energibruken pr dags dato i bygg utgjør 25% av den stasjonære sektoren. Enova gir støtte til de aktørene i bygge-bransjen som våger å prøve nye løsninger, og som kan bidra til å få ned energibruken. Dette gjøres for å drive markedet fremover, mot bedre og mer innovative energiløsninger i bygg [22].

2.2 Ny teknisk forskrift - TEK17

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har det overordnede ansvaret for at byggenæringen jobber i tråd med regelverket som skal oppfylle de politiske målsetningene for energibruk i bygg. Dette kapittelet tar for seg hvilke lover, regler og normer som er gjeldene under oppføring av bygg. Boligprosjektet Kanalen var oppført etter TEK10.

Forskrift om tekniske krav til byggverk, som forkortes til TEK17, er en forskrift til den Norske plan og bygningsloven av 2008, og er fastsatt av kommunal- og regionaldepartementet 1. Juli 2017. Forskriften er hjemlet i lov om planlegging og byggesaksbehandling.

De tekniske forskriftene er delt opp i flere kapitler. I forbindelse med dette prosjektet er det kapitlene som omhandler krav til byggverk som er interessant (kapittel 14 og kapittel 15). Utdypningene som fremkommer i TEK17, baserer seg på at det skal fremkomme miljøriktig energiforsyning og lavt energibehov under prosjektering og utførelse. Her finner man også bestemmelser til energieffektivitet, energiltak, energirammer, minstekrav i bygg, energiforsyning og fjernvarme. TEK17 er et minimum for hva et nybygg må oppfylle for å settes opp lovlig [23].

I forskriftene om tekniske krav til byggverk (TEK17) § 14 - 4, står det skrevet at «Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjoner for fossilt brensel». Det totale netto energibehovet er i dag skjerpet inn til å gjelde 95 kWh/m² pr år for boligblokk [24]. Typiske løsninger for å tilfredsstille dette kravet kan være å benytte seg av eventuelle solfangere, fjernvarme, desentralisert ventilasjon, fjernvarme og varmepumper etc.

For bygninger over 1000m² skal minimum 60% av netto varmebehov være energifleksibelt, dette beregnes etter NS3031:2014. Dette er med på å styrke forsyningsikkerheten i energisystemet, samt at det gir sluttbruker flere valgmuligheter og redusert risiko.

Netto varmebehov omhandler romoppvarming, ventilasjonsluft og varmt tappevann, og er forklart med skisse i Figur 7. Det er også satt krav til at bygninger over 1000m² skal tilrettelegges for bruk av lavtempererte varmeløsninger. Dette innebærer at en eventuell tur-temperatur i vannbårent varmesystem ikke skal overstige 60°C ved dimensjonerende utetemperatur (DUT) [23].

Det stilles krav til installasjoner og anlegg under Kapittel 15. Spesielt viktig er §15-5 *innvendig vanninstallasjon*, hvor det står «installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at god helse ivaretas». Veiledningen for kapittel 15-5b sier at varmt vann i sirkulerende

system skal holde minimum 65°C for å forhindre vekst av legionellabakterien [23]. Dette er en pre-akseptert ytelse i TEK17, som sier at dersom man følger disse anbefalingene så har man gjort sitt for å redusere bakterieveksten. Dersom man ikke følger denne ytelsen, som er et minimumskrav, så må det dokumenteres hvilke tiltak en gjør for å redusere legionella i tappevannsystemet. Det står også beskrevet at *«røranlegget skal dimensjoneres slik at installasjonen har normal vannhastighet for den enkelte rørdimensjon»* [23].

2.3 Gjeldende bestemmelser for Kanalen – TEK10

TEK10 var gjeldende byggt teknisk forskrift da Kanalen ble oppført, og satte de tekniske kravene som byggherren måtte forholde seg til for å kunne oppføre bygget. TEK10 beskriver minimumskrav for hva et bygg må oppfylle for å bli oppført. Dette kapitlet er tatt med i litteraturstudiet, slik at man senere kan underbygge studiet på referanseanlegget Kanalen.

Kapittel 14 i TEK10, omhandler på lik linje kravene i TEK17, hva angår energi og hvilke krav som stilles til energibruk og energiforsyning i bygg som oppføres eller rehabiliteres [25].

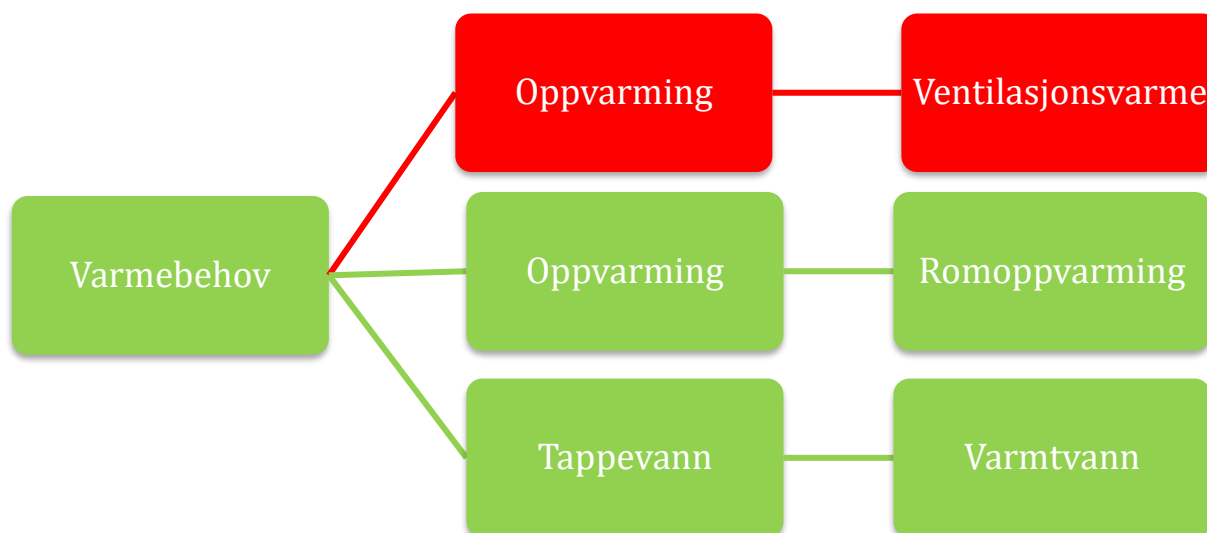
Under paragraf §13-4 stilles det også krav til inneklimate: «Termisk inneklimate i rom for varig opphold skal tilrettelegges ut fra hensyn til helse og tilfredsstillende komfort ved forutsatt bruk» [23]. I veiledningens første ledd er det anbefalt at innetemperaturen holdes under 22 °C så langt det lar seg gjøre. Videre er det angitt at lufttemperaturen tilpasses rommets funksjon og bruk, og individuelle reguleringsmuligheter bør tilstrebes.

Kravene som er satt for installasjoner og bruk av varmesystemer basert på fossile brensler og direktevirkende elektrisitet, er kun basert på krav for minimum energidekningsgrad for de alternative varmeløsningene, henholdsvis 60% og 40% for bygninger over 500m² oppvarmet BRA. Det vil si at TEK10 var kun relatert til konsekvenser knyttet til årlig energiforbruk, og ikke effektbehov [20].

Den største forskjellen fra TEK17 er derimot at forskriften kun satte krav og begrensninger til bruk av oljekjeler som grunnlast. Det vil si at oljekjeler kunne benyttes til spisslast sammen med en fornybar grunnlastkilde.

2.4 Energi og varmebehov i bygg

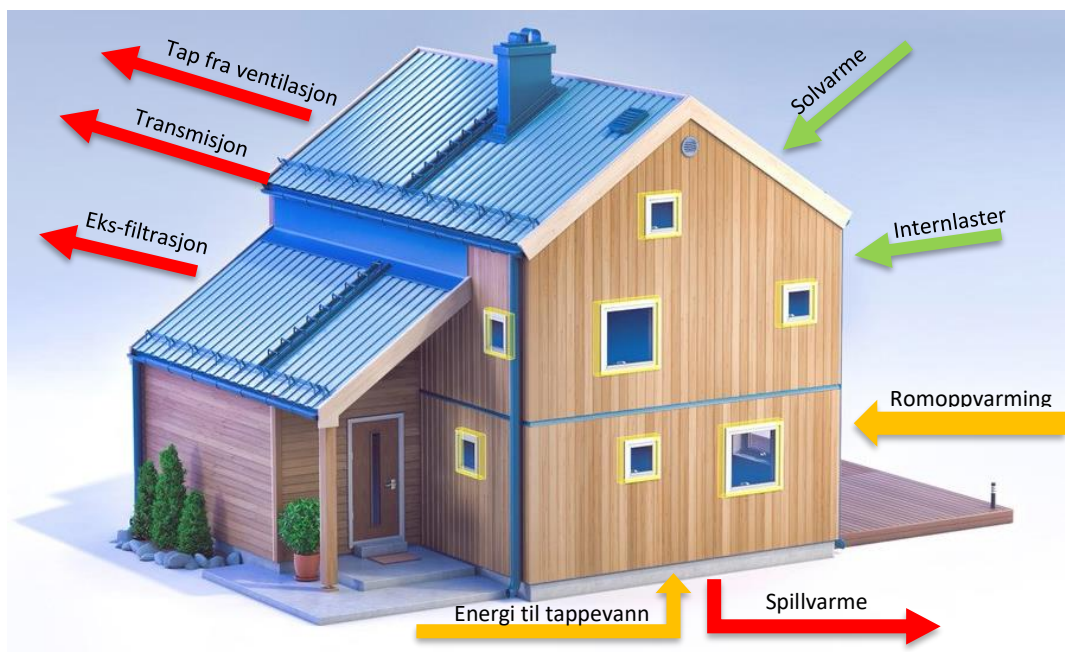
Byggets energi- og varmebehov gir oss et bilde på hvor mye energi som går med til oppvarming av bygget over en gitt tidsperiode. I et bygg har man tre typer varmebehov, ventilasjonsvarme, romoppvarming og varmtvann. For dette prosjektet er det bruk av energi til tappevann (varmtvann) og energibehovet for romoppvarming som skal analyseres.



Figur 7 - Netto varmebehov, fokusområde i dette prosjektet er markert med grønt [25].

2.5 Varmebehov i bygninger

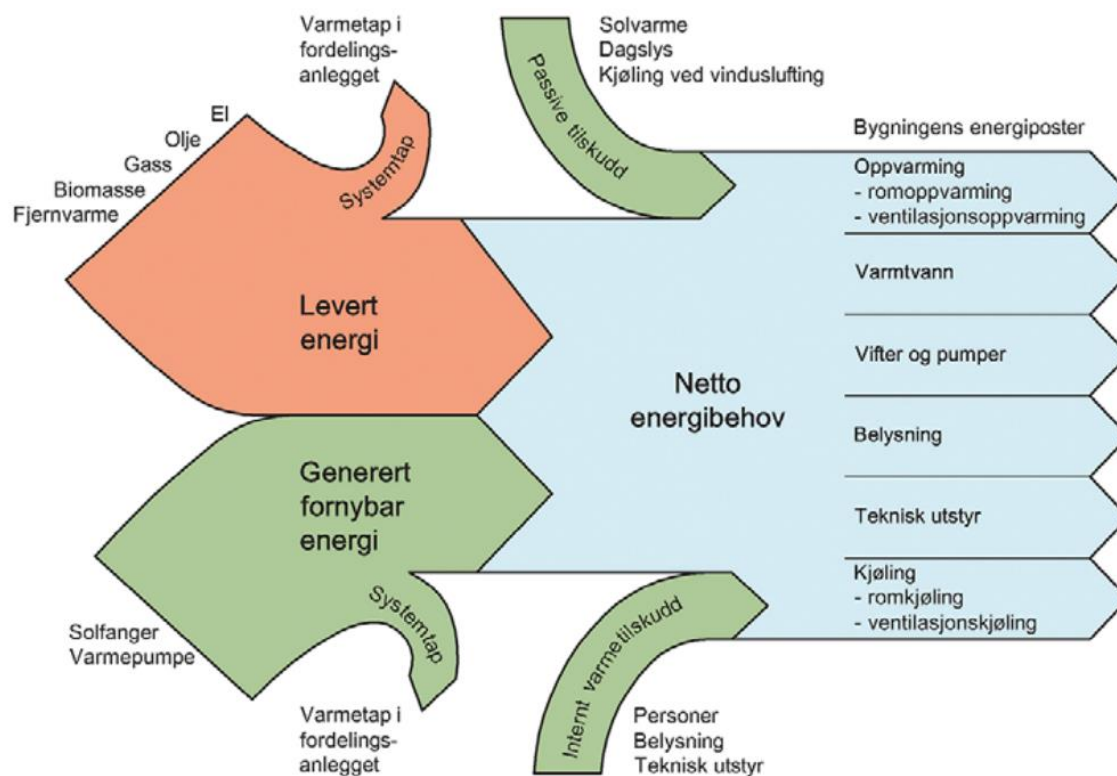
Selve intensjonen med et godt fungerende system for oppvarming er å frakte termisk energi fra A til B med minst mulig varmetap. På grunn av økte energipriser, økte miljøkrav og påvirkninger som energimerking, har det i de senere år blitt viktigere enn noen gang å bygge og drive VVS-anleggene på en økonomisk og miljømessig forsvarlig måte. Det vil si at ved prosjektering og planlegging av et nytt bygg må hele energiflyten, inkludert VVS-anleggene, sees i en større sammenheng (energibalansen). I boliger ønsker man å opprettholde lik romtemperatur gjennom hele året, det vil si at varmemengden som tilføres huset gjennom internlaster og varmesystem må tilsvare varmemengden som går ut gjennom ventilasjon, transmisjon, spillvarme og eks-filtrasjon. I Figur 8 er det prinsipielt illustrert hvordan energiflyten inn og ut av et bygg kan se ut.



Figur 8 - Skisse av energibalansen i et bygg [21].

For at energikabalen skal gå opp er det hensiktsmessig med et godt dimensjonert varmesystem i bygg. Levert energi og generert fornybar energi er med på å utgjør byggets netto energibehov, her må man også ta høyde for at man får passivt tilskudd fra solvarme og interne varmetilskudd fra belysning, personer og teknisk utstyr. Dette utgjør netto energibehov som skal dekke varmetap, kjøling, belysning og varmtvannsutstyr etc.

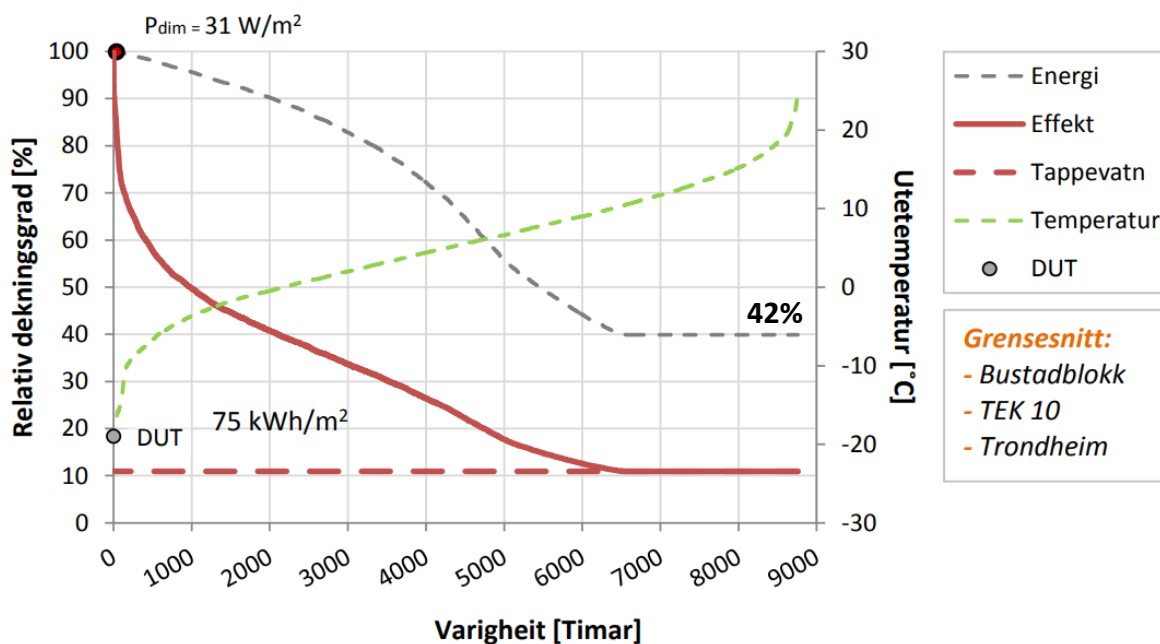
Når man dimensjonerer varmesystemet i et bygg er det viktig å trekke fra passive tilskudd og internt varmetilskudd, slik at man får en jevn romtemperatur som skaper komfort i boligen. Etter TEK17 har det blitt stilt strengere krav til nye bygg, med lavere U-verdier og mer bruk av energieffektive løsninger. Som en konsekvens av dette har energibruket i bygg blitt kraftig redusert i forhold til tidligere [26]. I Figur 9 vises hvordan netto energibehov skal dekke bygningens energiposter.



Figur 9 – Prinsippskisse av samlet netto energibehov [27].

For å sikre en god energifleksibilitet er det viktig at man tar høyde for at energisentraler utformes slik at minst to energikilder kan utnyttes. Energisentralen skal også forsyne bygget med tilfredsstillende energi til ventilasjonsluft, tappevann og romoppvarming de dagene i året hvor temperaturen kryper ned mot det kaldeste. Ved beregning av dimensjonerende effektbehov benyttes lokaliseringens dimensjonerende utetemperatur (DUT). DUT er basert på den kaldeste 3-døgns middeltemperatur siste 30 år hvor 1961 – 1990 er den offisielle normalperioden. Effektbehovet til oppvarming for et bygg vil variere over hele landet avhengig av hvor bygget er plassert og DUT [28].

For prosjektering av vannbårne varmeanlegg er det viktig at det tas hensyn til at varmeeffekten er tilstrekkelig til å dekke behovet når DUT inntreffer. Figur 10 viser et effekt- varighetsdiagram for boligblokker med TEK10 som standard i Trondheim. Fra figuren kan vi lese at cirka 42% energi er forventet å gå med til oppvarming av tappevann.



Figur 10 - Effekt- og varighetsdiagram for oppvarming av boligblokker i Trondheim [20].

2.5.1 Individuelle komfortsoner og brukervaner

Av hensyn til komfort må kroppen ha like stor varmeavgivelse som varmeproduksjon ved det aktuelle aktivitetsnivået. Dersom varmeavgivelsen fra kroppen er større eller mindre enn varmeproduksjonen vil kroppens kjernetemperatur endre seg. Det er dette som fører til at et menneske føler seg kaldt eller varmt. Man kan betrakte kroppen som en ovn, hvor noen mennesker har høy forbrenning som fører til en forhøyet kjernetemperatur sammenlignet med normalen som igjen kan medføre et ønske om en litt lavere innetemperatur, i motsetning til en person med lav forbrenning som kanskje vil ha ønske om en noe høyere innetemperatur.

Når man ser på forskjellige brukervaner for innetemperatur, er det beskrevet i TEK10 paragraf §3-4, at en anbefalt innetemperatur i intervallet 19 til 26 °C er å betrakte for aktivitetsgruppa «Lett arbeid» [23]. Lett arbeid kan defineres som stillesittende, stående eller moderat aktivitet (husarbeid) [26]. Det er derfor ikke noe fasit på hva som er maksimal akseptabel romtemperatur i boenheter, ettersom det er den individuelle beboers oppfatning av temperaturen som er den riktige temperaturen i den aktuelle leiligheten. Det som kan være varmt for ungdommer kan for eldre mennesker være kaldt.

Dersom man tar utgangspunkt i brukerundersøkelsen i kapittel 3, ser vi at innetemperaturen stort sett varierer i intervallet 17 til 26°C. Sammensetningen av forskjellige aldersgrupper kan være utslagsgivende for energibruken. En leilighet med høy innetemperatur vil forbruke mer energi enn en leilighet med lav innetemperatur. Fra kapittel 3 ser vi at de to største aldersgruppene ved referanseanlegget Kanalen er forholdsvis 30 til 60 år, og 60 år og eldre.

Aktivitetsgruppe	Lett arbeid	Middels arbeid	Tungt arbeid
Temperatur °C	19 – 26	16 – 26	10 - 26

Tabell 1 - Anbefalte verdier for operative temperaturer [23].

2.6 Energibehovsberegning

Energibehovsberegninger har som mål å gi et bilde på hvor mye energi et bygg bruker i løpet av et år under gitte forutsetninger. En slik beregning skal gi et tilstrekkelig resultat etter de gjeldene standarder. I simuleringsprogrammet SIMIEN blir det tatt hensyn til internt varmetilskudd, soltilskudd, infiltrasjon, ventilasjon med varmegjenvinning og en eventuell nattsinking av romtemperatur dersom dette er aktuelt for bygget. Beregningen kan utføres for standardisert klima, eller lokalt klima med reelle driftstider. Dersom man bruker standardisert klima vil man kun oppnå å sammenligne bygget opp mot andre lignende bygg. Legger man lokalt klima og reelle driftstider til grunn vil dette kunne hjelpe huseier eller leietaker til å kunne gi et bedre bilde av hva bygget kommer til å bruke av energi. Dette er for så vidt et mer komplisert regnestykke, ettersom man på forhånd trenger å ha kjennskap til hvordan bygget blir driftet, og hvordan eventuelle brukervaner er for beboere. Uansett vil klima, internlaster, driftstider og varmetap ha stor betydning for en energibehovsberegning. Energibehovsberegning skal ligge som et teoretisk underlag i prosjekteringen, hvor de faktiske tallene for energibruk og energibehov kan være både høyere og lavere da det reelle bruksmønsteret er vanskelig å forutse i en slik simulering.

Det er alltid viktig i en slik energibehovsberegning å definere hva som er beregnet, man kan beregne på ulike måter:

- Netto energibehov – mengden energi som bygget trengs for å driftes
- Beregnet levert energi – mengden energi bygget trenger å få tilført utenfra for at bygget skal kunne driftes etter gitte rammer.
- Primærenergibehov – mengden energi bygget forbruker, som omslutter all energi som går med i varmeprosesser. Dette gjelder tap fra produksjon av energi ved transport, lagring og overføring fra energisentralen og frem til sluttbruker.

Resultatene fra en slik energibehovsberegning settes opp i et energibudsjett angitt etter NS 3031, hvor spesifikt behov beregnes alltid i forhold til BRA. Energibudsjettet for Kanalen kan sees i Figur 48.

2.6.1 Nattsenking

Nattsenking av temperaturen i boligblokker er et sentralt tema når det snakkes om tiltak i forhold til enøk. Nattsenking kan gi en reduksjon i energiforbruk ved at temperaturen reduseres om natten når det er mindre aktivitet i bygget. Når beboerne våkner om morgenen vil en nattsenking medføre at det må tilføres et større effektbehov til varmeanlegget og varmesentralen, slik at man får opp temperaturen til ønsket innetemperatur mye raskere enn normalt. Dette er kostnadsdrivende for et varmeanlegg totalt sett. I tillegg er det ugunstig ved bruk av fjernvarme, hvor man betaler for høyeste effekttopper hver måned gjennom året. For Kanalen sitt vedkommende er det ikke montert nattsenking på anlegget. Installasjon av nattsenking ville ha vært meget kostbart dersom 176 boenheter skulle øke temperaturen rundt samme tid om morgenen.

2.7 Energikilder for oppvarming

Det finnes flere muligheter for oppvarming av boliger, hvor huseier eller leietaker ønsker en mest mulig kostnadseffektiv oppvarming av boligen. I Norge har det vært vanlig med en kombinasjon av oljefyring og direkte elektrisk oppvarming, noe som blir umulig fra 2020 ettersom oljefyring skal utfases. Energieffektivisering har mange effekter på energiforbruket, som igjen vil medføre at befolkningen benytter energi på en annen måte enn tidligere. Det er derfor viktig at den norske befolkningen retter blikket mot andre effektive energikilder til oppvarming av boliger enn tidligere.

Varmeforsyning i et bygg kan baseres fra flere forskjellige energikilder. Energikilden vil naturligvis være hovedkomponenten i et vannbasert oppvarmingssystem.

En energikilde defineres som den komponenten i et system som gir eller produserer varme til rom og tappevannsoppvarming. Man kan gi eller produsere varme på forskjellige måter, som for eksempel ved forbrenning, omforming av elektrisitet til varme, konvertering av termisk stråling eller ved å heve temperaturen til en ellers unyttig varmekilde som for eksempel jordvarme/sjøvarme [29]. Eksempler på energikilder som kan stå for oppvarming av bygg kan være varmepumper, solvarme, elektrokjel, biokjel eller fjernvarmeanlegg, hvor det mest kostnadseffektive er å satse på to eller flere energibærere i kombinasjon, ettersom effektbehovet varierer stort fra sommer til vinter. Dagens avanserte teknologi gjør det enkelt å bytte fra den ene energikilden til den andre,

hvor man fritt kan velge det rimeligste alternativet for oppvarming dersom prisen på strøm eller gass skulle stige til vær.

Når det gjelder det økonomiske aspektet kan man dele opp kostnadene for varmforsyning i to ulike grupper, effektkostnader og energikostnader [30]. Effektkostnader, som også kan sees i sammenheng med investeringskostnaden av varmesentraler, bestemmer hvor mye det koster å få ut ønsket effekt av energikilden. Energiforsyningen vil gi et svar på hvor mye det koster å drifte anlegget over en gitt tidsperiode.

Det er mange som forventer at bygg med et halvert energibehov skal gi et tilsvarende billigere varmeanlegg. Med tanke på pris er det viktig at man legger vekt på effektbehovet ved prosjektering av varmeanlegg, som ikke har gått ned i like stor grad som energibehovet. Det vil si at et bygg med et halvert energibehov, ikke vil kunne klare seg med halve effekten til oppvarming av bygget.

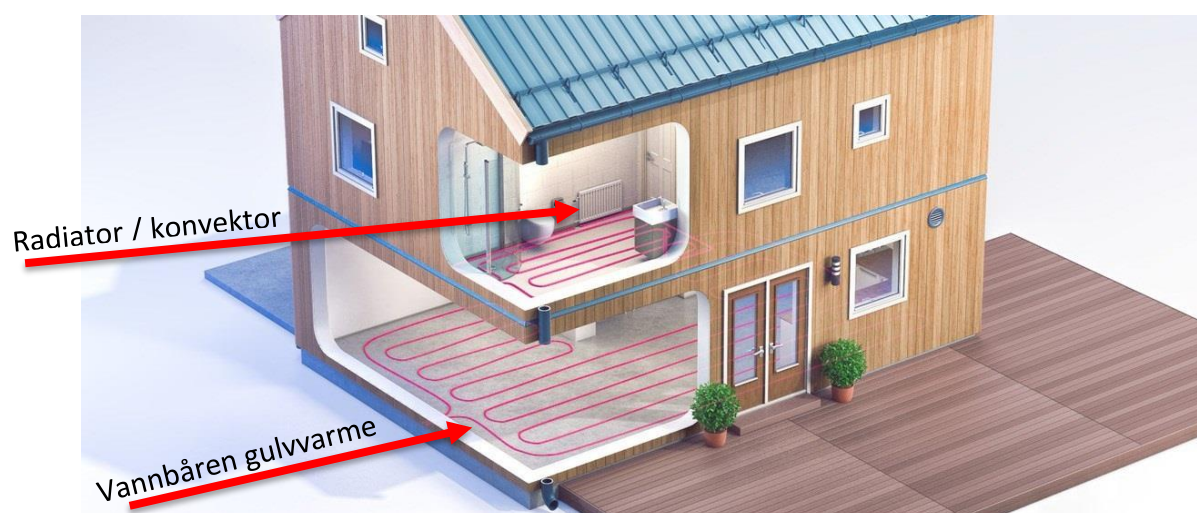
2.8 Vannbåren varme

Varmeløsninger vi kommer til å se mer av i fremtiden er systemer for vannbåren varme i boligbygg. Dette er systemer som er svært utbredt i våre naboland. På grunn av lange og kalde vintre bruker den norske befolkningen mye av sin tid innendørs, hvor man har høye krav til inn klima og komfort. Med vannbåren varme oppnår man imidlertid bedre og behageligere inn klima, ved at man slipper unna brent støv som virvler opp fra panelovner ved elektrisk oppvarming. Spesielt vannbåren gulvvarme bidrar til en bedre varmekomfort på grunn av direkte varme gjennom føttene, og fordi den fordeles jevnt i hele rommet. Dette kan også resultere i lavere forbruk av energi, ettersom man kan ha en innetemperatur som er 2-3 grader under det som må til for å få tilsvarende varmeeffekt med elektrisk oppvarming i form av panelovner [20].

Fra andre land i Europa ser vi at de har kommet mye lengre enn Norge når det gjelder å installere moderne varmeløsninger som gir høy komfort. I dag bygges cirka 50% av alle nybygg med vannbårne varmesystemer [31], hvor komfort er et av de viktigste argumentene når de skal velge hvilket system de skal bruke til oppvarming av boligen. De siste årene har boligkjøpere stilt et høyere krav til komfort ved valg av varmeløsninger i bygg, som fremkommer i rapporten «Evaluering av boliger med lavt energibehov» (EBLE) utgitt av SINTEF [32]. Det er også viktig å tenke på PEX-rørene som for eksempel legges ned i gulv forventes å ha en levetid på 50 år [33], en levetid som få andre varmeinstallasjoner klarer å garantere.

Vannbåren varme er sirkulerende vann i lukket krets som blir varmet opp av en varmekilde. Man kan dele inn det vannbårne varmesystemet i tre komponenter, varmekilde, distribusjonsnett og varmeavgivere. Varmekilden varmer opp vannet som igjen sirkulerer fra varmekilden via distribusjonsnettet og ut i boligen. Oppvarmingen av boligen kan skje ved at det oppvarmede vannet går via diffusjonstette gulvvarmerør eller plastbelagte kobberrør, eller gjennom varmeelementer som for eksempel radiatorer eller konvektorer, også kalt varmeavgivere. Ved bruk av tradisjonelle romtermostater som styrer ønsket innetemperatur, vil et vannbårent varmesystem gi et behagelig og godt inneklima ved at det regulerer seg etter ønsket temperatur i rommet. Et vannbårent varmesystem er et fleksibelt system som kan fungere fint sammen med forskjellige varmekilder som for eksempel varmepumper, solfangere eller fjernvarme.

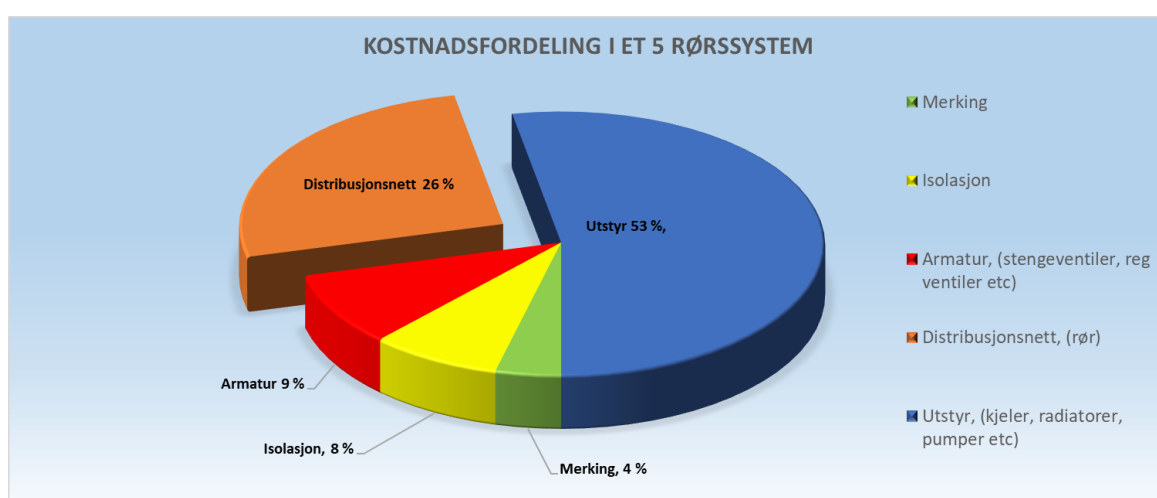
Utbyggere i dagens ny-bolig marked markedsfører flittig energieffektive og moderne energiløsninger. Dette gir en indikasjon på at vannbårne varmeløsninger er mer attraktivt i boligmarkedet nå enn for noen år tilbake. Dessverre er det ikke slik for eldre eksisterende bygninger, som utgjør en svært stor del av den totale bygningsmassen i Norge. Det er mange som vegrer seg i å konvertere fra panelovner til et vannbårent varmeanlegg, siden det er knyttet til høye kostnader og for liten kunnskap rundt temaet. Selv om det investeres store summer innenfor rehabilitering av eldre bygninger er det få som investerer i et vannbårent varmesystem [34]. Dette gjør de eldre byggene til den bygningsmassen med størst potensiale for å gjøre Norge enda grønnere og miljøvennlig ved bruk av energieffektive løsninger som vannbåren varme. Figur 11 viser hvordan installasjon av varmeavgivere kan utføres, både ved oppheng av radiatorer og gulvvarme.



Figur 11 - Skisse over mulig installasjon av varmeavgivere [8].

2.9 Kostnader for vannbåren varmeanlegg

Som nevnt i kapittel 2.8 er det ofte knyttet høye kostnader til installasjon av vannbårene varmeanlegg. Utbyggere og kunder har i lengre tid etterspurt rimeligere løsninger for varmeanlegg, noe som også er utgangspunktet for det direkte 3 rørssystemet som er utviklet av Agder energi [1]. Systemene kan variere i pris, alt etter hvilken bygge-standard som ligger til grunn. Figur 12 gir et innblikk i hvordan materialkostnadene eksklusive arbeidstimer er fordelt i et tradisjonelt 5 rørssystem som bruker tur- og returtemperatur 80/40°C, her er det helt klart størst potensiale for kostnadsbesparelse ved distribusjonsnett og utstyr dersom man istedenfor velger et 3 rørssystem. I denne rapporten skal det sees nærmere på besparelser i forhold til distribusjonssystemet i 5 og 3 rørssystem.



Figur 12 – Kostnadsfordeling i et vannbårent varmeanlegg for boligblokker [35].

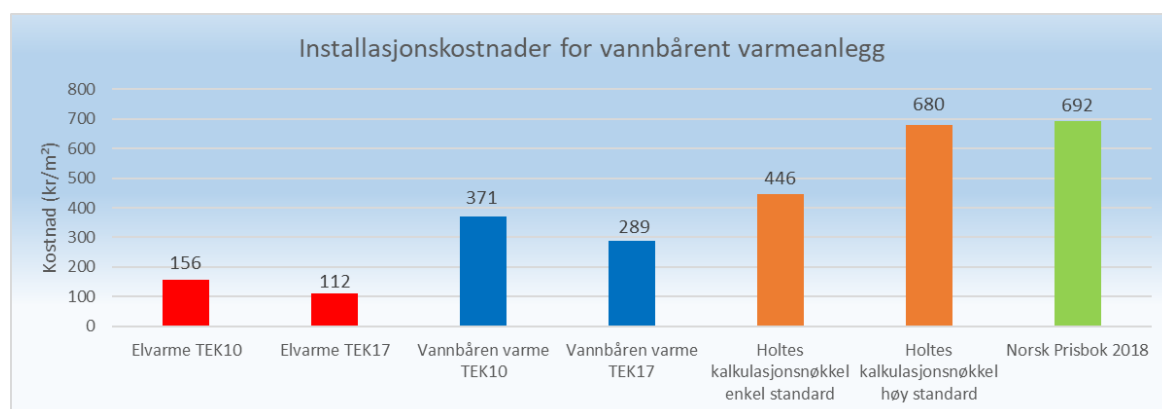
Det må tas hensyn til at denne kostnadsfordelingen er i endring hele tiden, spesielt de siste årene hvor man har gått bort fra bruk av oljekjeler og mer over på fornybare energikilder som for eksempel bergvarmepumpe og fjernvarme. Overslaget på pris kan også avvike med $\pm 10\%$ avhengig av geografisk plassering og konkurransesituasjon. Men igjen, ved installasjon av vannbårent varmeanlegg så slipper beboeren både pipeløsning og egen varmtvannsbereder, som ofte er dyrt og plasskrevende.

Erfaringstall fra entreprenører gir oss denne fordelingen av kostnader for et vannbårent varmeanlegg [36].

- Materialer 40% av kostnadene
- Arbeidskostnader står for 60% av kostnadene

Ved installasjon av radiatoranlegg må man beregne cirka 238 – 664 kr/m² [36]. Prisene varierer i forhold til om det installeres et anlegg som er lavtemperaturanlegg eller høytemperaturanlegg. Dersom det installeres et lavtemperaturanlegg vil prisen pr m² bli

høyere siden det trengs større heteflate på radiatorene, som er den største kostnadsbæreren. For vannbåren gulvvarme vil størrelse og type anlegg også være utslagsgivende for pris. Prisen for vannbåren gulvvarme ligger på cirka 276 – 704 kr/m² [36]. Fra Figur 13 kan man se en sammenstilling av installasjonskostnader mellom el-anlegg markert med rødt, gjennomsnittet av 100 anbud på vannbåren varmeanlegg fra entreprenører, og kalkyler for vannbåren varmeanlegg. Det må tas høyde for at Figur 13 er i utgangspunktet laget for TEK10 og passivhus-standard i 2012, hvor verdiene for passivhus-standard kan sammenlignes med dagens standard som er TEK17. Prisene er også eksklusiv merverdiavgift.



Figur 13 - Sammenligning av kostnader for varmeanlegg i boligblokk [36].

Kostnadene som er fremstilt i Figur 13, vil variere alt ettersom hvilken energikilde varmeanlegget kombineres med, som for eksempel er en luft til luft varmepumpe rimeligere å installere enn en bergvarmepumpe. Så her vil den totale kostnaden være avhengig av installasjonskostnaden til energikilden. Referanseanlegget som er brukt under dette prosjektet er som kjent koblet til fjernvarme. Her er det laget en delingsmodell, hvor Statkraft går inn og tar en andel av fremføring av fjernvarme, samt leveranse og montering av kundesentralen. Denne delingsmodellen forutsetter at både oppvarming og varmt vann blir varmet opp ved bruk av fjernvarme. Det er derfor heller ikke montert noen annen form for energikilde eller spisslast ved Kanalen.

Som et eksempel kan man se på den gjennomsnittlige prisen for bolig i Trondheim for 2018 var 43 441,- /pr. m² [37]. Dersom man tar utgangspunkt i en rørlegger som fakturerer 1500 kr/m² + mva., ville det vannbårne varmesystemet for en boenhet på 100 m² utgjort cirka 3,5 % av den totale summen for boligen, noe som kan avkrefte at et vannbåret varme anlegg er kostbart. Her kan rørleggerbedriftene bli mer dyktig på å selge inn vannbåren varmeanlegg, til både utbyggere av nybygg og byggefirma som rehabiliterer den eldre bygningsmassen.

2.10 Drift og vedlikehold av vannbårent varmeanlegg

I tillegg til energikostnader ved bruk av vannbårne varmeanlegg, er det også påberegnet kostnader som skal dekke drift og vedlikehold. VVS står for cirka 26% av de totale kostnadene ved vedlikehold av et bygg [35]. Et vannbårent varmesystem kan ha gode forutsetninger for å kunne utnytte fornybare energikilder på en best mulig måte. For at et slikt anlegg skal kunne fungere optimalt er det viktig at eierne av anlegget har fått tilstrekkelig opplæring og en grundig innføring i hvordan anlegget virker. De som skal drifte og vedlikeholde et slikt anlegg etter ferdigstilling av et bygg sitter ofte igjen med anlegg som er dårlig dokumentert, og som er overdimensjonerte og eller vanskelig å regulere. Det er i tillegg mange anlegg som ikke har nødvendige måler- og overvåkningsanlegg, slik at man kan gå nærmere inn i detaljer på hvordan et anlegg bør styres eller reguleres ut fra energibruk. Ofte kommer dette av at det er rådgivere og konsulenter som tar på seg oppdrag de ikke har tilstrekkelig spisskompetanse til å gjennomføre. Dette fører ofte til feil løsninger i forhold til bygningstype, eller at løsningene ikke blir optimale. Når et vannbårent varmeanlegg fungerer, trenger det sjeldent eller omtrent ingen videre oppfølging [34].

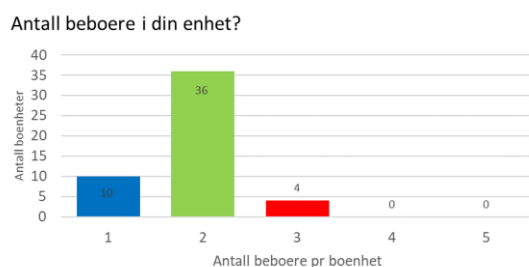
Siden flesteparten av det direkte 3 rørsystemets komponenter er flyttet fra teknisk rom og til fordelerskapene i hver enkelt boenhet, er det beboerne som må dekke kostnadene for vedlikehold og reparasjon av komponenter dersom noe skulle gå i stykker etter garantitiden.

3 Brukerundersøkelse ved sameiet Kanalen

I dette prosjektet blir Kanalen brukt som referanseanlegg, og det er i den forbindelse foretatt en anonym digital brukerundersøkelse for beboerne ved Kanalen. Brukerundersøkelsen ble sendt ut på epost Fredag 15.03.2019 med frist for svar 01.04.2019. Hensikten med undersøkelsen er å avdekke individuelle brukervaner for beboerne ved Kanalen. Av totalt 176 leiligheter var det 50 boenheter som tok seg tid til å besvare spørreundersøkelsen.

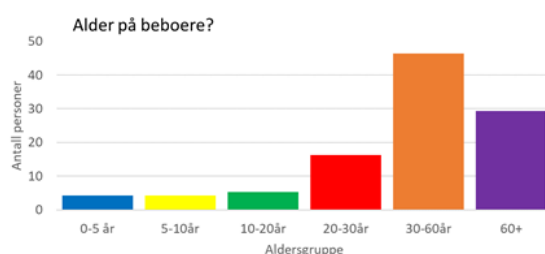
Feilmargin og konfidensnivå for 50 svar

Dersom alle beboerne hadde avgitt et svar i denne brukerundersøkelsen kunne man antatt med 95% sikkerhet at alle svarene på undersøkelsen ville havnet innenfor en feilmargin på +/- 11,7%.



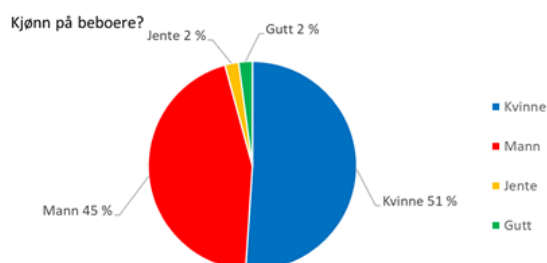
Figur 14 - Antall beboere i boenhetene ved Kanalen.

Det er i gjennomsnitt 2 personer per boenhet ved Kanalen, dette er viktig informasjon slik at man kan fastslå om det er et lavt eller høyt energiforbruk i boenhetene ut fra dataen som er innhentet på energiforbruk. Nærmere gjennomgang av tappevannsforbruket vil bli gjennomgått i kapittel 4.18.



Figur 15 - Alder på beboere ved sameiet Kanalen.

Det er en høy snittalder ved Sameiet Kanalen. Kvinner i alderen 16 til 24 år er de som bruker mest tid på personlig hygiene. Mens menn i alderen 25 – 44 år er de som bruker minst tid. Den største aldersgruppen ved Kanalen er yrkesaktive fra 30 til 60 år, og 60+, som gjenspeiler det lave energiforbruket og tappevannsforbruket i sameiet.

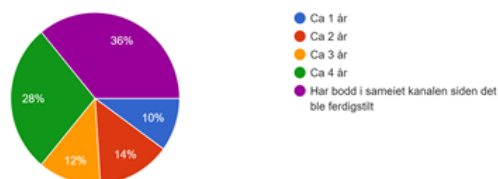


Figur 16 – Fordeling av kjønn ved Kanalen.

Kvinner bruker i gjennomsnitt 7 minutter mer enn menn på personlig hygiene [38]. Det er derfor viktig å se på fordelingen av kjønn, slik at man kan danne seg et bilde hvorfor energiforbruket er som det er. Fordelingen av kjønn består av 45% menn og 51% kvinner.

Hvor lenge har du bodd ved Kanalen?

50 svar

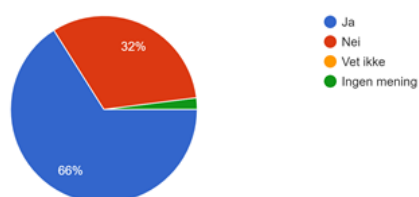


Figur 17 - Beboere flyttet inn ved Kanalen.

For å kunne kartlegge om beboerne har kjennskap til om det er foretatt avlesninger på vannforbruket er det også stilt spørsmål om hvor lenge de har bodd ved Kanalen. Til sammen er det 64 % som svarer at de har bodd der i 4 år eller lengre. Som skal gi et godt nok grunnlag for å si noe om rapportering av tappevannsforbruk.

Blir det dusjet daglig i leiligheten?

50 svar

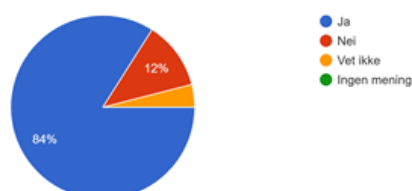


Figur 18 - Bruksmønster ved dusjing.

Største forbruket av tappevann i en boenhet er ved dusjing. Det er derfor viktig å kartlegge hvor stor andel som dusjer hver dag. 32 % av beboerne ved Kanalen har svart at det ikke dusjes daglig i boenheten, noe som tilsvarer cirka 56 boenheter.

Har du eller noen andre i boenheten lest av vannmåler og rapportert vannforbruket de siste 24 månedene?

50 svar

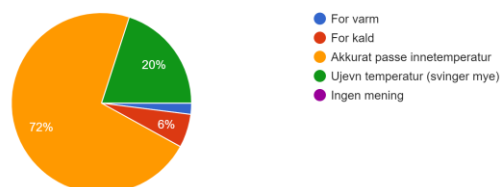


Figur 19 - Rapportering av vannforbruk ved Kanalen.

Dersom man ikke leser av vannforbruket og rapporterer dette til Trondheim kommune, vil det bli stipulert et vannforbruk ut fra hvor stor boenheten er (m²). 12 % av beboerne sier de ikke har lest av vannforbruket de siste 2 årene. Dette tilsvarer at det er cirka 22 leiligheter med stipulert vannforbruk ved Kanalen.

Hvordan opplever du innetemperaturen?

50 svar

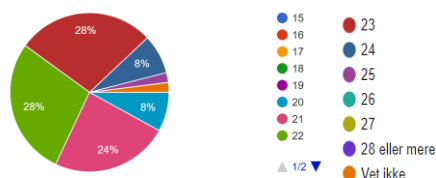


Figur 20 - Opplevd innetemperatur ved Kanalen.

Figur 20 viser at 72% av beboerne ved Kanalen har svart at de mener innetemperaturen er akkurat passe, mens 20% svarer at det er en ujevn temperatur. Som nevnt i kapittel 2.8 er gulvvarme den varmekilden som gir best komfort. Dersom det hadde vært installert vannbåren gulvvarme ved kanalen kunne det ha vært en større tilfredshet av opplevd innetemperatur.

Innetemperatur i boenheten?

50 svar

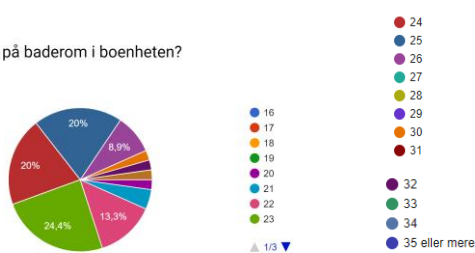


Figur 21 - Beboernes innetemperatur.

Som nevnt i kapittel 2.5.1 har alle mennesker forskjellig oppfatning av hva som er en komfortabel innetemperatur. Figur 21 viser at innetemperaturen ved Kanalen varierer fra 20 til 25°C, noe som også bekrefter at simuleringen gjort i SIMIEN ikke tar hensyn til beboernes individuelle brukervaner.

Temperatur på badetrom i boenheten?

45 svar

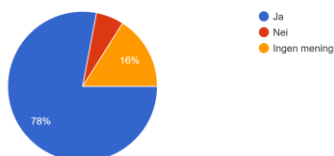


Figur 22 - Baderomstemperatur.

Temperaturen på baderommet kan være med på å varme opp resten av boenheten. Dette kan også være en medvirkende effekt til at temperaturen i leiligheten svinger. Temperaturen spriker fra 18 til 26°C som vist i Figur 22. Dette gir også et klart bilde av at simuleringen i SIMIEN ikke tar hensyn til individuelle brukervaner.

Var godt innemiljø og komfort viktig for deg når du flyttet inn ved kanalen?

50 svar

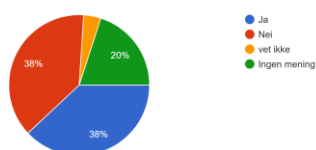


Figur 23 - Krav til komfort.

Som nevnt i kapittel 2.8 stiller befolkningen høyere krav til innemiljøet. Figur 23 viser at 78 % av beboerne ved Kanalen har svart at det var viktig med godt innemiljø og komfort når de flyttet inn i boenheten.

Var det en viktig faktor for deg at det var installert vannbåren varme i Kanalen når du kjøpte leiligheten?

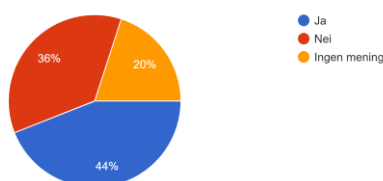
50 svar



Figur 24 - Krav om vannbåren varme.

Fra rapporten «EBLE» som nevnt i kapittel 2.8, stiller boligkjøpere høyere krav til hvilke varmeløsninger som er brukt i bygg. Fra Figur 24 ser vi at 38 % av beboerne syntes det var viktig at det var vannbåren varme installert når de kjøpte leilighet ved Kanalen.

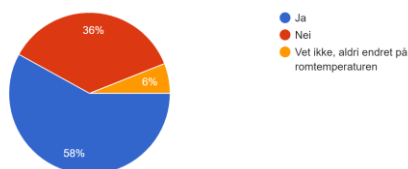
Synes du kostnaden for romoppvarming er for høy?
50 svar



Figur 25 - Energikostnader for boenhetene.

Som vist i Figur 25 synes 44 % av beboerne ved Kanalen at kostnadene for romoppvarming er for høy. Det vil derfor komme forslag til hva som kan gjøres for å redusere energiprisen ved Kanalen.

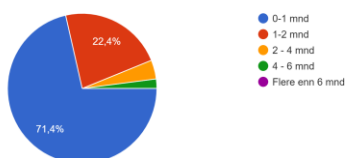
Føler du det er enkelt å stille inn riktig romtemperatur?
50 svar



Figur 26 - Brukervennlighet for beboerne.

Fra Figur 26 ser vi at 58 % av beboerne ved Kanalen sier de er tilfreds med brukervennligheten for det vannbårne varmesystemet. Dette er viktig slik at man får den ønskede romkomforten man forventer at man skal få ved bruk av et slikt varmesystem.

Hvor mange måneder i løpet av et år er det ingen personer i boenheten?
49 svar



Figur 27 - Brukervaner på romoppvarming og tappevannsförbruk.

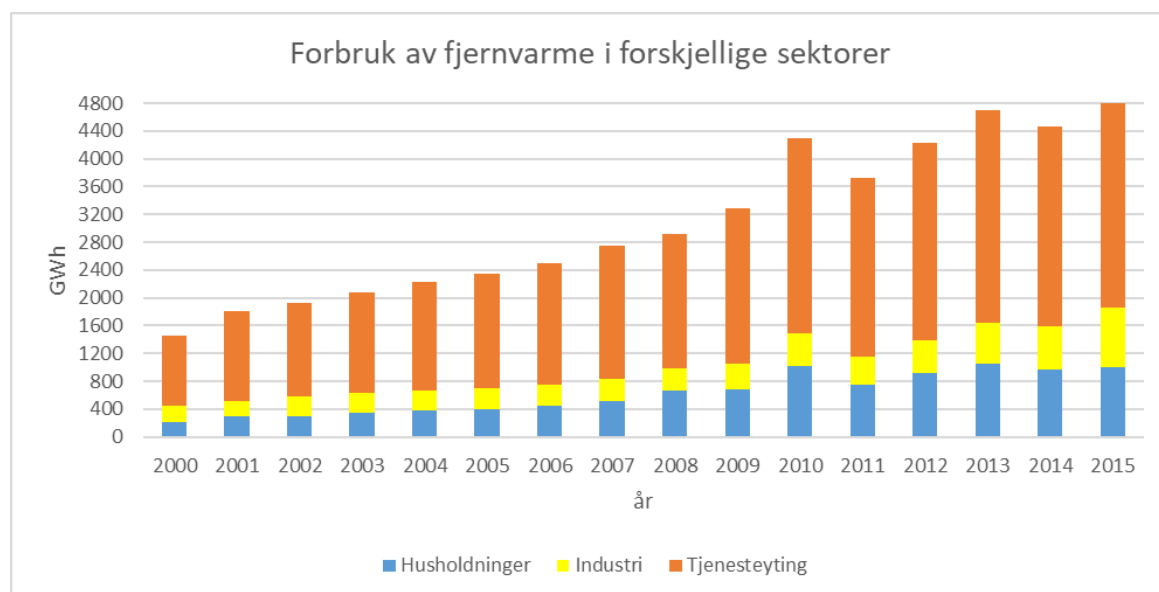
En av årsakene til det lave vannforbruket og energiforbruket kan være at beboerne ikke benytter seg av boenhetene året rundt. Dette kan være fordi beboerne har hytte, eller generelt er ute å reiser. Figur 27 viser at det er cirka 71% av boenhetene ved Kanalen som står tomme opptil en 1 mnd. Cirka 22% svarer at boenheten står tom opptil 2 mnd i året.

4 Oppbygning av vannbårne varmesystemer

Det finnes tre distribusjonssystemer for tappevann og varmesystemer i bygg. Dette kapittelet vil ta for seg hvordan disse tre systemene er bygget opp, med referanseanlegget ved Kanalen som et gjennomgående eksempel i gjennomgangen av oppbygningen av varmesystemene.

4.1 Fjernvarme

Fjernvarme omtales ofte som urban energi. Fjernvarmen utnytter lokale energikilder fra avfall og industri, som ellers ville ha gått til spille. I Trondheim har det eksistert fjernvarme siden 1982, og dekker pr dags dato cirka 30% av byens oppvarmingsbehov med en produksjon på cirka 630 GWh i løpet av året. Forbrenningsanlegget som er plassert på Heimdal benyttes som energikilde til fjernvarmen, hvor det i all hovedsak brennes avfall fra hele Midt-Norge. Fra Heimdal går varmt vann i rør til stort sett hele byen, hvor de største institusjonene og borettslag er koblet til, deriblant Grilstad Marina [39]. Figur 28 viser hvordan fordelingen av fjernvarme i ulike sektorer i Norge. Levert energi fra fjernvarme har hatt en firedobling siden år 2000, og dekker om lag en tiendedel av behovet for romoppvarming og oppvarming av tappevann i Norge [18].

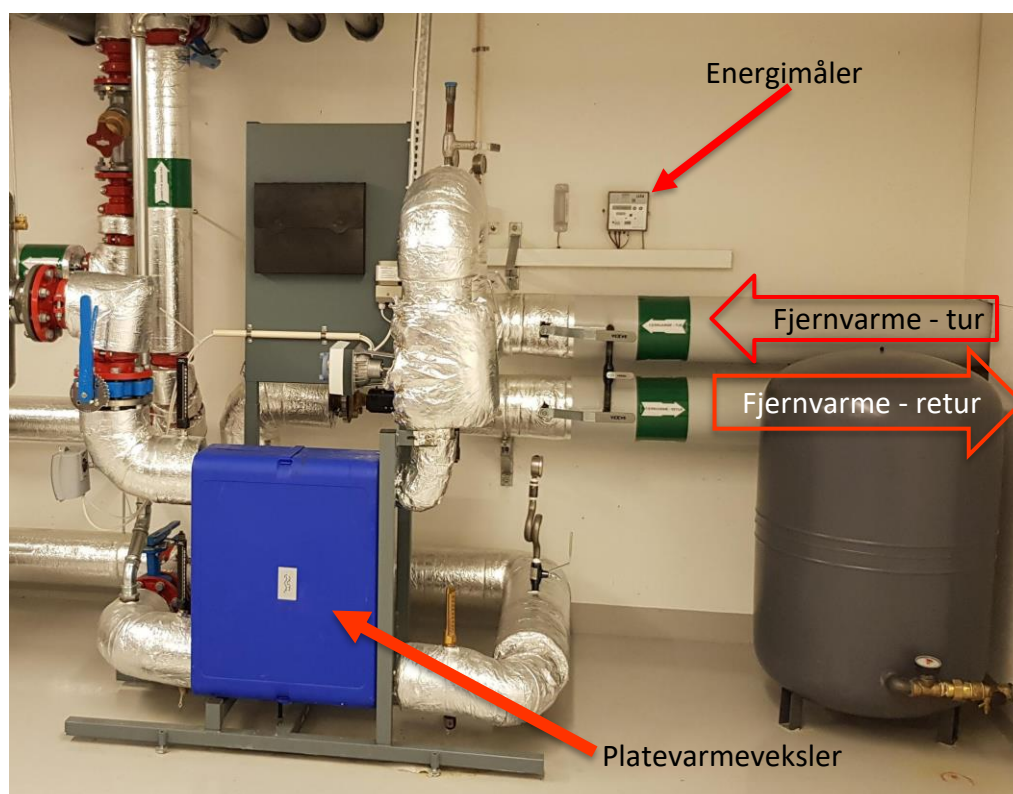


Figur 28 - Levert energi fra fjernvarme i ulike sektorer [18].

4.2 Fjernvarmesentralen ved Kanalen

Under dette prosjektet er det sett nærmere på fjernvarmesentralen som er installert på teknisk rom i Kanalen. Dette er en forholdsvis enkel oppbygd fjernvarmesentral, hvor tur og retur fjernvarme er koblet inn på en platevarmeveksler. Før tilkoblingen av platevarmeveksleren er det montert inn en energimåler. Denne måleren tar ut data på levert total energi, samt temperatur for tur og retur inn i bygget.

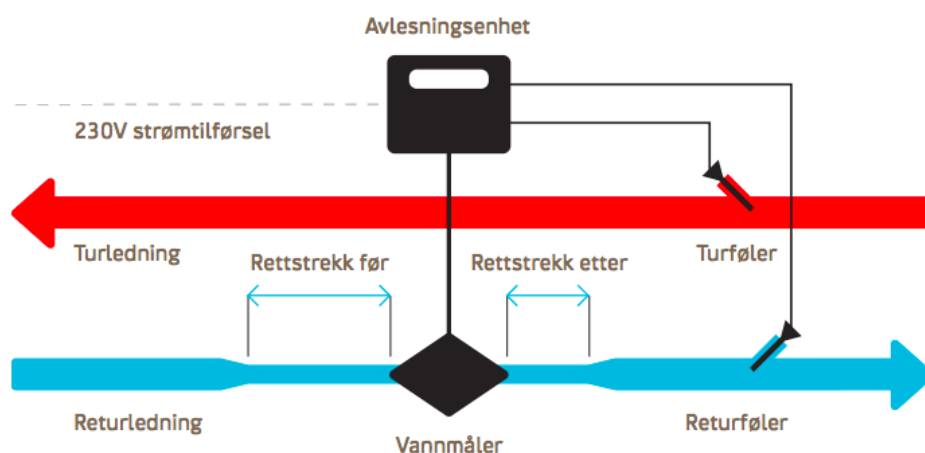
Der hvor det er kommunal vedtekt til plan- og bygningslovens §66a er fastsatt tilknytningsplikt til fjernvarmeanlegg, skal bygninger utstyres med varmeanlegg slik at fjernvarme kan kobles til i bygget [40]. Figur 29 viser et oversiktsbilde av fjernvarmesentralen i teknisk rom.



Figur 29 - Fjernvarmesentral på teknisk rom.

4.3 Energimåler

Energimåleren som er montert på inntaket av fjernvarme i system 320.01 er av typen «ultego3 perfect». Dette er et anerkjent merke og brukes i dag av en rekke fjernvarmeprodusenter over hele verden, også flere steder i Norge [41]. Energimåleren består av en høyteknologisk gjennomstrømmingssensor, to fastmonterte temperaturfølere og et digitalt regneverk. Gjennomstrømmingssensoren er montert på returledningen fra platevarmeveksler LX01. Det er montert en temperaturføler på turlledning før veksler, og en temperaturføler på returledningen fra varmeveksleren. Figur 30 viser hvordan energimåleren er montert i et varmesystem.



Figur 30 - Montering av energimåler [42].

Energimåleren gjør en beregning på hvor stort det totale energiforbruket for romoppvarming og oppvarming av tappevann det er i bygget, basert på volum og temperaturforskjell mellom tur og retur. Denne måleren har en ultralydsensor som er laget av et komposittmateriale, noe som fører til at denne energimåleren vil være mindre utsatt for skitt og smuss i vannet enn de tradisjonelle vingehjulsmålerne. Regneverket innebygd i energimåleren har 7 siffer, og viser forbruk i kWh, MWh eller i volum pr m³. Energimåleren er koblet til Statkraft sitt EOS-system som heter Energiguident.



Figur 31 - Avlesningsenhet for fjernvarme i system 320.01.

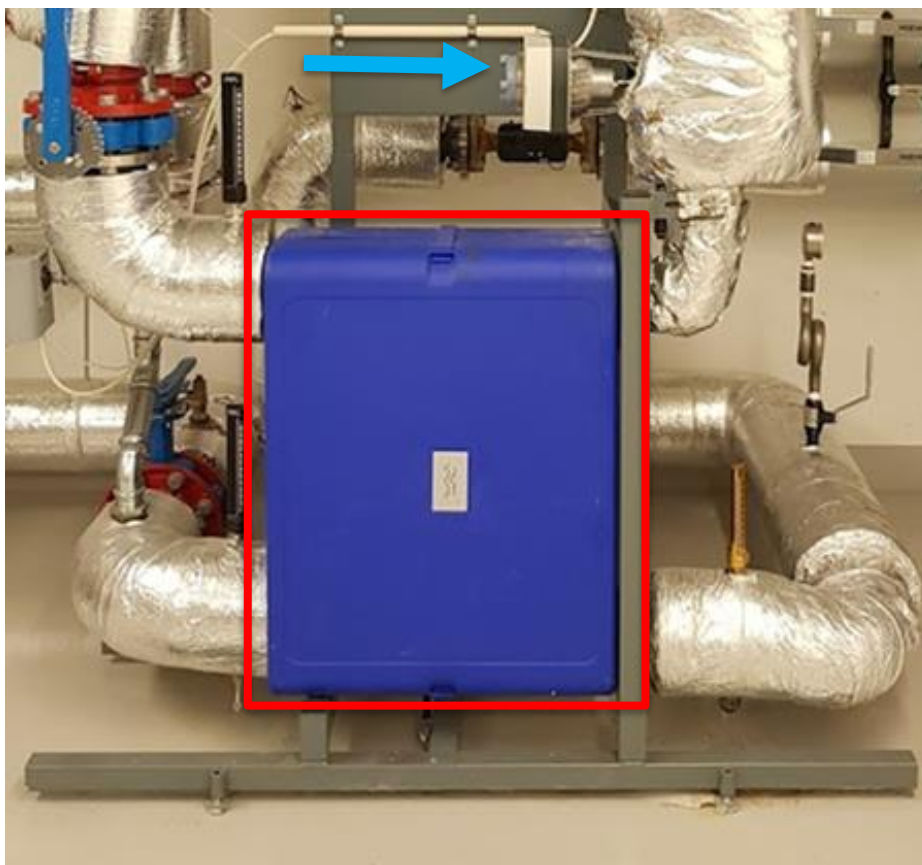
4.3.1 LX01 - Varmeveksler i fjernvarmesentral

I fjernvarmesentralen som ligger i system 320.01, er det montert en 800 kilowatts platevarmeveksler av typen Alfa Laval. Veksleren har en LMTD (logaritmisk middeltemperaturdifferanse) på 37,5 K ved dimensjonerende forhold. Dette skal gi en økning på sekundærsiden på 20 K. Varmeveksleren sin hovedoppgave er å overføre varmen i fjernvarmevannet fra primærsiden til vannet i varmekretsen på sekundærsiden, hvor hver krets er adskilt trykkmessig. Denne platevarmeveksleren er bygget opp av 100 tynne profilerte metallplater, som står tett i tett med et lite mellomrom mellom hver plate. Arbeidsmediet som strømmer gjennom veksleren består av vann, og strømmer i annen hvert hulrom, og i dette tilfellet er denne veksleren koblet motstrøms.

De gunstige sidene ved å bruke en platevarmeveksler er at selve komponenten er meget kompakt dersom man tar varmeoverføringsegenskapene i betraktning [2]. Den negative siden ved bruk av en platevarmeveksler er at den er veldig sårbar for små partikler i mediet både på primærsiden og sekundærsiden. For å kunne utnytte den termiske energien som strømmer inn på primærsiden på en best mulig måte er det viktig at veksleren har en god evne til å overføre energi. Platevarmeveksleren er plassert i teknisk rom, som ligger lokalisert i parkeringskjelleren. Spesifikasjoner for platevarmeveksleren kan sees i Tabell 2.

Spesifikasjoner platevarmeveksler		
	Primærkrets	Sekundærkrets
Fluid	Vann	Vann
Tetthet (kg/m³)	988,4	994,9
Spesifikk varmekapasitet (kJ/kg*K)	4,17	4,18
Termisk konduktivitet (W/mK)	0,635	0,613
Massestrøm (m³/h)	3,47	9,71
Innløpstemperatur (°C)	115	57
Utløpstemperatur (°C)	70	50

Tabell 2 - Spesifikasjoner for platevarmeveksler i fjernvarmesentral.



Figur 32 - Platevarmeveksler montert i system 320.01 (markert med rødt).

Overføringen fra primærsiden på fjernvarmen til sekundærsiden skjer ved momentanveksling, det vil si at når vannet først har passert varmeveksleren kommer det ikke tilbake for å bli oppvarmet igjen, dermed er det viktig at sekundærsiden blir varmet opp i det vannet fra fjernvarmen passerer. En kontinuerlig temperaturregulator styrer reguleringsventilen på fjernvarmesiden, som virker som et pådragsorgan dersom det trengs mer eller mindre effekt for å holde temperaturen på sekundærsiden på 80°C. Figur 33 og Figur 34 viser henholdsvis reguleringsventil og temperaturregulatoren i fjernvarmesentralen på teknisk rom. Reguleringsventil er markert med blå pil i oversiktsbilde av fjernvarmesentralen i Figur 32.



Figur 33 - Reguleringsventil på fjernvarmesentral.



Figur 34 - Temperaturregulator i system 320.01 med settpunkt 75°C.

4.4 Sirkulasjonspumpe - JP40 og JP41

På sekundærkretsen i system 320.01 er det montert en dobbelt høyeffektiv tørrløperpumpe av typen WILO-Stratos. Pumpen er temperaturstyrt og er designet slik at den skal sirkulere vannet med svært lave driftskostnader. Sirkulasjonspumpen er anleggets viktigste komponent, ettersom den skal sirkulere varmt vann rundt i distribusjonsnett. For større anlegg er det mer energiøkonomisk med kontinuerlig mengderegulering for eksempel ved hjelp av turtallsstyrte pumper. Pumpeturtallet kan for eksempel være styrt av både trykk og temperatur.



Figur 35 - Sirkulasjonspumpe plassert i system 320.01.

Spesifikasjoner for sirkulasjonspumpen montert i det indirekte 3 rørssystemet ved Kanalen kan sees i Tabell 3.

Spesifikasjoner sirkulasjonspumpe i system 320.01	
Fabrikat	Wilo
Type	Våtløper - Stratos 80/1-12 PN6
Medium	Vann
Volumstrøm (l/s)	8,70
Løftehøyde (m)	11,22
Maksimalt driftstrykk (bar)	6

Tabell 3 - Spesifikasjoner sirkulasjonspumpe

4.5 Innreguleringsventiler

Innreguleringsventilen som er montert i dette systemet er av typen STAF DN80. Innreguleringsventilen som også er kalt strupeventil, er en type ventil som plasseres på returledningen i rørnettet. Denne ventilen har som funksjon å sikre riktig vannmengde over komponenten når det vannbårne anlegget er i drift, hvor det også skal bidra til at varmesystemet er i hydraulisk balanse. Innreguleringsventilen skal som regel plasseres i rørstrek med konstant vannmengde, uavhengig av ventilens åpning. Strupeventilen er plassert i returledningen på sekundærsiden av varmeveksleren i teknisk rom.

For å finne ønsket trykktap over ventilen kan dette gjøres ved bruk av denne formelen.

$$K_v = 0,01 \frac{q}{\Delta p} \quad (1)$$

Hvor:

K_v -verdien bestemmer rattinnstillingen på strupeventilen

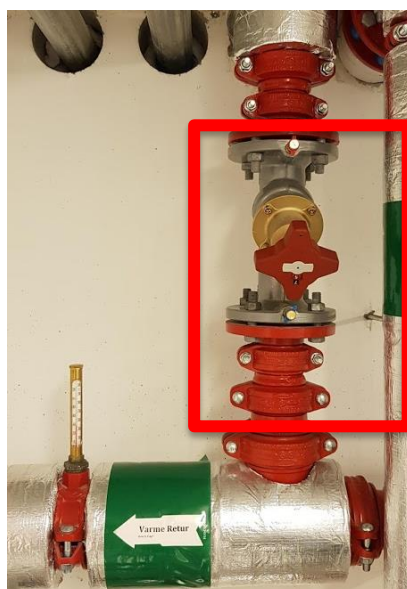
q : Ønsket mengde i distribusjonsnettet

[l/h]

Δp : Trykkdifferanse over ventilen

[kPa]

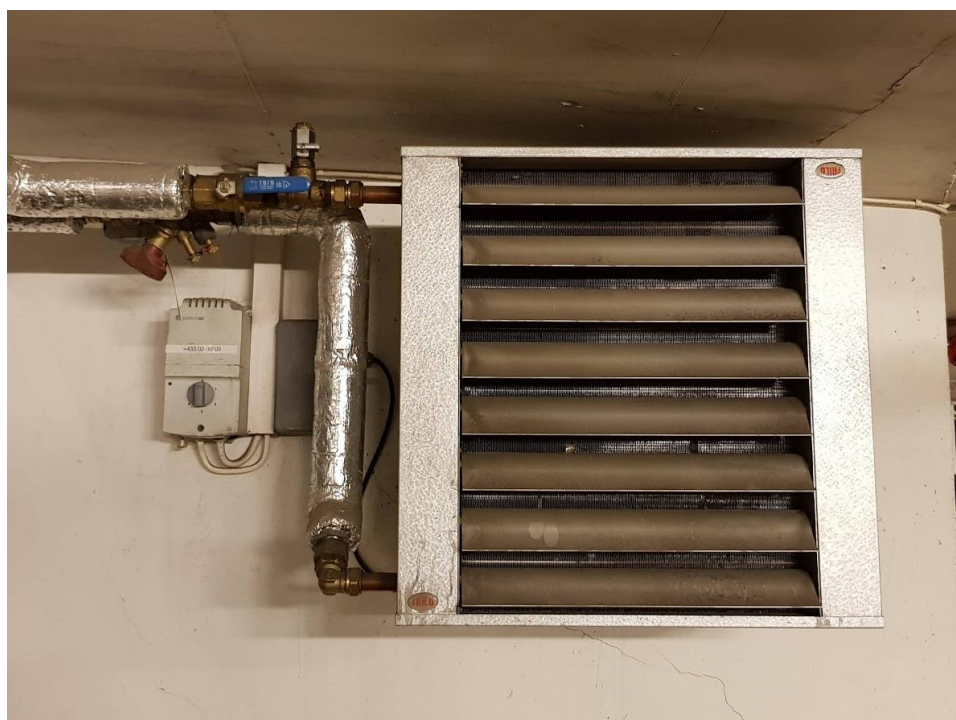
Fra denne formelen fås en K_v -verdi. Denne verdien satt sammen med dimensjonen på strupeventilen bestemmer hvilken rattinnstilling strupeventilen skal være stilt inn på. Når ventilen er helt åpen vil den ha en innstilling på 8 på rattet. Man kan også beregne rattinnstilling ved bruk av diagram [43]. Under befaring av teknisk rom 28.01.2019, ble det registrert at ventilen var regulert med maksimal åpning (innstilling 8), noe som kan bety at den er dimensjonert for liten.



Figur 36 - Innreguleringsventil for system 320.01

4.6 Varmtvannsbatteri

I parkeringskjelleren ved Kanalen er det montert 6 varmtvannsbatterier (aerotemper). Batteriet er av typen «Savana SAV2» med en makseffekt på 19,7 kW ved 80/60°C temperatur på tur- og returledning, og en romtemperatur på 18°C. Batteriene er varmluftapparat med varmtvannsbatteri, som egner seg til å varme opp store luftmengder i varehus, industribygg, idrettshaller eller parkeringskjellere [44]. Batteriene har en samlet effekt på 90 kW i parkeringskjelleren, hvor hver av batteriene er dimensjonert for å gi en effekt på 15 kW ved temperatur 15°C. Dette gjøres ved bruk av differansetrykkventiler på tur- og returledningen slik at volumstrømmen strupes ned til 0,17 l/s. Under befaring 01.03.2019 av parkeringskjeller ved Kanalen ble det målt en innnetemperatur på 16°C. En av utfordringene med varmtvannsbatteriene i parkeringskjelleren er at de styres med elektriske av/på brytere. Under begge befaringene var varmebatteriene avslått, muligens av beboerne ved Kanalen.



Figur 37 - Aerotemper SAV2 montert i parkeringskjeller.

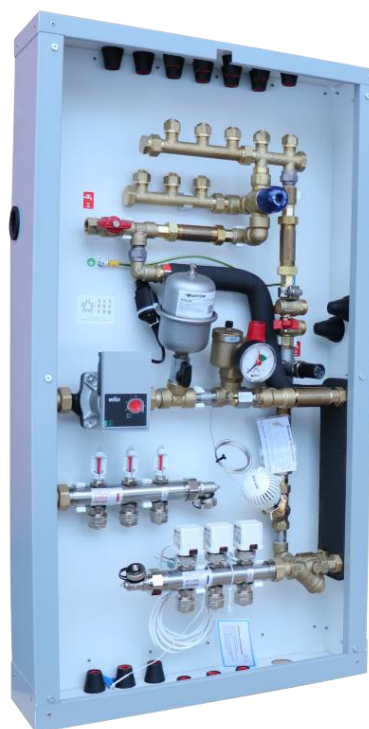
4.7 Fordelerskap i boenhetene

For 3 rørssystemet blir fordelingsentralen flyttet fra teknisk rom og inn i hver boenhet. Dette gjør at energisentralen ved teknisk rom blir enklere og tar mindre plass enn om det skulle ha vært installert et 5 rørssystem. Dette medfører videre at det i hver boenhet må monteres et fordelerskap, som inneholder en rekke komponenter og fordelere som ellers skulle ha vært montert i energisentralen i teknisk rom. Pr dags dato finnes det to løsninger med fordelerskap, som også blir kalt kombiskap for 3 rørssystem.

1. Fordelerskap (Figur 38) med platevarmeveksler for romoppvarming. Dette skapet inkluderer en varmeveksler som produserer varme basert på varmt tappevann som energibærer. Dette fordelerskapet benyttes til det indirekte 3 rørssystemet.
2. Fordelerskap (Figur 39) med tappevannsveksler som produserer varmt tappevann i skapet ved hjelp av tur- retur som energibærer i varmesystemet. Dette skapet kombineres med det direkte 3 rørssystemet.



Figur 38 - Skap 1, for kombinasjon med indirekte 3 rørssystem [45].



Figur 39 - Skap 2, for kombinasjon med direkte 3 rørssystem [45].

Ved å plassere fordelingsskapene og komponentene fra energisentralen i hver enkelt boenhet vil dette medføre en del ulemper for indirekte 3 rørssystem.

Ulemper dette vil medføre er:

- Montering av vannmåler for tappevannsforbruk, energimåler for varmt tappevann og energimåler for romoppvarming.
- Det må også tas hensyn til mulig spredning av legionella, ved at det installeres tilbakeslagsventiler i alle blandeventiler slik at ikke nedkjølt vann skal strømme tilbake ved trykkendringer i systemet.
- Alle komponenter i skapet må være godkjent for bruk til tappevann.
- Det må monteres en sirkulasjonspumpe i hvert skap til sirkulasjon i varmekretsen.
- Lite utprøvde og usikre løsninger på skap, ettersom systemet er forholdsvis nytt.
- Det må monteres regulerbar blandeventil med mulighet for lokal hetvannsspyling ved tappested i boenheten, som igjen forutsettes at skolding-sikring på blandebatteri kan skrues av.

For direkte 3 rørssystem vil det også være noen ulemper ved montering av skap i boenhetene, men i hovedsak er det flere fordeler ved denne løsningen.

Fordeler ved montering av slike skap er:

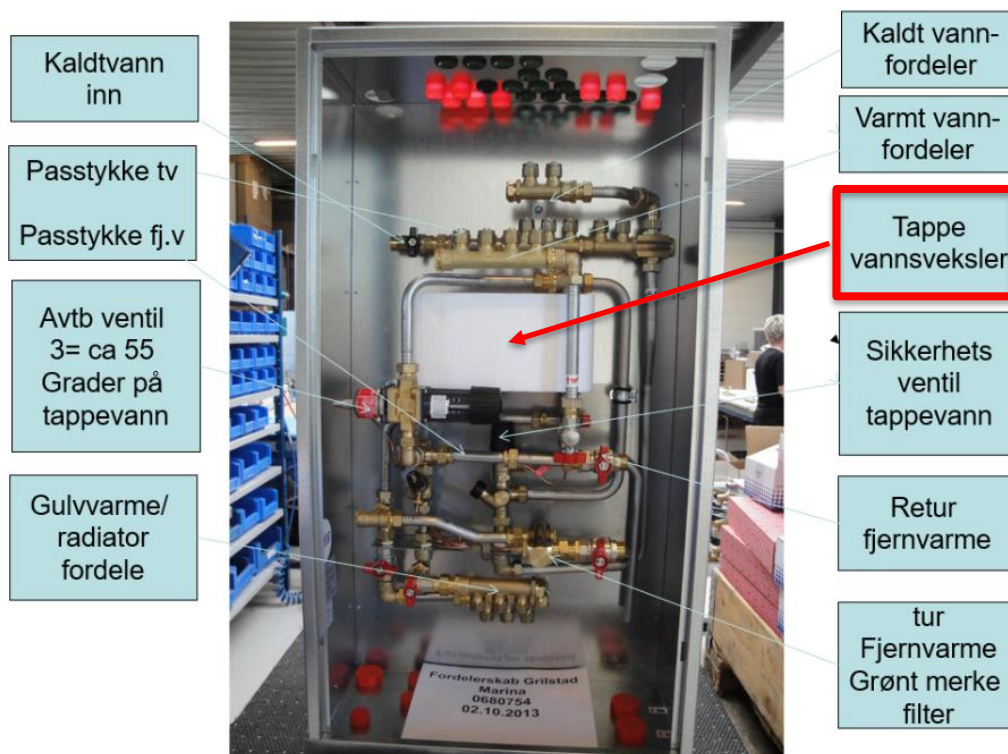
- Ingen legionellproblematikk
- Varmebærer med lukket krets som gir nøyaktig måling av energiforbruk. Ved dette systemet trenger man kun en energimåler.
- Ikke nødvendig med egen sirkulasjonspumpe dersom det er et høytemperaturanlegg.
- Utprøvde løsninger i flere år som fungerer veldig bra.

Den eneste ulempen ved skapene for direkte 3 rørssystem er at dersom det skal monteres vannbåren gulvvarme i leilighetene på et høytemperaturanlegg, må temperaturen på turledningen shuntes ned inne i skapet, noe som tar ekstra plass og fører til at man får et litt større skap.

En annen ulempe ved fordelerskap for både direkte og indirekte 3 rørssystem er at det er tappevann som går i rørnett. For at en vanninstallasjon skal være vannsikker må rørene som føres fra skap til skap være uten skjøter. Det vil si at det ikke skal være skjøter på røret som skal gå mellom skapene, dette gjør derfor at skapene må plasseres cirka rett over hverandre i etasjene, slik at man får skjøtene inne i skapet for å sikre mot lekkasjer.

I motsetning til 5 rørssystemet kan ikke et 3 rørssystem stenges ned om sommeren på grunn av at det hele tiden må sirkulere varmt vann i distribusjonsnett for oppvarming av tappevann. Det vil derfor være varme tilgjengelig til for eksempel baderomgulv med vannbåren varme uansett årstid.

For tradisjonelt 5 rørssystem med for eksempel vannbåren gulvvarme eller radiatorer må det uansett tas høyde for at det skal monteres to skap. Skapene for 5 rørssystem består i hovedsak av fordelere, et rør-i-rør skap for fordeling av kaldt og varmt tappevann, og et skap for fordeling av tur- og retur ut til varmeavgivere i leiligheten.



Figur 40 - Forklaring av komponenter i fordelerskap brukt ved Kanalen [45].

I hvert skap ved Kanalen er det montert en tappevannsveksler (markert med rødt i Figur 40). Denne varmeveksleren har som hovedoppgave å veksle ut varmt tappevann til hver boenhet fra varmesystemet. Dette er en motstrøms platevarmeveksler med en kapasitet på 56 kW for LMTD på 16,7 K. Dette resulterer i en ΔT på tertiærkretsen på 45°C, som vil gi en temperatur på cirka 55°C ved tappestedet. Tekniske spesifikasjoner er gjengitt i Tabell 4.

Spesifikasjoner tappevannsveksler		
	Sekundærkrets	Tertiærkrets
Fluid	Vann	Vann
Tetthet (kg/m ³)	988,4	994,9
Spesifikk varmekapasitet (kJ/kg*K)	4,17	4,18
Termisk konduktivitet (W/mK)	0,635	0,613
Massestrøm (m ³ /h)	1,174	1,078
Innløpstemperatur (°C)	70	10
Utløpstemperatur (°C)	28,4	55

Tabell 4 - Tekniske spesifikasjoner for tappevannsveksler i fordelerskap.

4.8 Vannhastighet og korrosjon

Vann inneholder løste gasser som nitrogen, oksygen og karbondioksid. Når man tenker på korrosjon i rørnett er det oksygenet som er utfordringen, ettersom vannet er temperatur- og trykkavhengig. Når man har høyt trykk og lave temperaturer i ett rørnett, vil det være mer gass som er oppløst. Det norske nett vannet er meget oksygenrikt og i enkelte tilfeller også både aggressivt og surt (pH-verdi lavere enn 7). I distribusjonsnett strømmer vannet gjennom rør, ventiler, pumper, armaturer og kjeler. Materialer som er brukt i disse komponentene er «undertrykte» metalloksider. Når disse materialene kommer i kontakt med rikelige mengder av oksygen, vil det oppstå en god mulighet for materialet til å gå tilbake til sin naturlige metalloksidtilstand. I en kombinasjon av rikelig oksygen, lav pH-verdi, surt og aggressivt miljø kan det oppstå gjennomtæring (erosjon) i løpet av 2-3 år [46]. I distribusjonsnett for tappevann bør vannhastigheten derfor av hensyn til korrosjon og gjennomtæring ikke overstige cirka 2,5 – 3 m/s i ledningene som ledningsnett som fører vann ut til boenhetene, som også kalt fordelingsledningene. Det kan derimot prosjekteres med høyere hastighet i koblingsledningene som fører vann til hvert enkelt tappested, ettersom dette rørnett har en kortere brukstid.

For sirkulasjonsledninger av varmt tappevann skal vannhastigheten ikke overstige 1m/s. Fra Tabell 5 kan man se hvilke hastigheter som er gjeldene ved gitte temperaturer. Utover dette er det anbefalt å bruke vanntemperaturer på 5°C - 10°C for kaldt tappevann, og 50°C for varmtvann i tappevannsledninger. Hastigheten i distribusjonsnett ved Kanalen skal ikke overstige 1 m/s.

Største tillatte hastighet i vannrør					
Vannledningsstrekning	Monteringsmetode	Største tillatte hastighet (m/s) ved:			
		10°C	50°C	70°C	90°C
Fordelingsledning	Utbyttbar	4,0	3,0	2,5	2,0
	Ikke utbyttbar	2,5	2,0	1,5	1,0
Koblingsledning	Utbyttbar	16,0	12,0	10,0	8,0
	Ikke utbyttbar	4,0	3,0	2,5	2,0
Sirkulasjonsledning		2,0	1,5	1,3	1,0
Anbefalt hastighet for sirkulasjonsledning 0,3 – 0,8 m/s					

Tabell 5 - Største tillatte hastighet ved gitte temperaturer [46].

4.9 Sirkulasjonsledning

Sirkulasjonsledningen har som oppgave å raskt tilføre varmt tappevann ved tappestedene i ett bygg, hvor varmt tappevann sirkulerer kontinuerlig i fordelingsledningene. Vannet i fordelingsledningene blir da ikke avkjølt mens vannet står i ro i ledningene. Dette er den mest tradisjonelle og mest brukte måten å sikre raskt varmt tappevann til blandearmaturer i større anlegg. Vannet i distribusjonssystemet sirkulerer ved hjelp av en sirkulasjonspumpe. Siden pumpen stadig er i kontakt med friskt og surstoffrikt vann, må alle deler som er i kontakt med vann i distribusjonsnettet være av metall. Sammen med sirkulasjonspumpen er det også viktig at det monteres en tilbakeslagsventil etter pumpen, slik at man eliminerer muligheten for å tilbakeslag av kaldt tappevann ved tappestedene.

Når man dimensjonerer et 3 rørssystem er det ofte at man går ned på rørdimensjonene i distribusjonsnettet. Det dette kan medføre er at man får en utfordring i forhold til luftlommer og avleiring i både rør og ventiler. Dette kan føre til at et vannbårent varmesystem ikke fungerer som det skal på grunn av dårlig sirkulasjon. For å håndtere utfordringene rundt luftlommer kan det være hensiktsmessig å montere en sentral vakuumskiller som det er gjort i teknisk rom ved Kanalen.

4.10 Styling, regulering og valg av tur- og returtemperatur

Valg av turtemperatur er som regel avhengig av hvordan produksjonen av varme i bygget skjer. Under enkelte omstendigheter må det også tas hensyn til hvilke krav brukeren av anlegget stiller til komfort i leiligheten, og hvilke materialer som er brukt i varmesystemet. For bygg som bruker elektrisitet til oppvarming har det vært vanlig å bruke en turtemperatur på 80°C. For bygg hvor det brukes varmepumpe som oppvarmingskilde har det vært vanlig med et lavtemperert system som begrenser turtemperaturen til 50 - 55°C. Dette er viktig for at man skal kunne få ønsket effekt fra varmepumpen hvor effekt faktoren reduseres med 2-3% for hver grad temperaturen i varmesystemet heves [29].

Ved valg av returtemperatur er det naturlig at denne ligger mellom turtemperatur og romtemperatur. For å begrense energi til pumper, varmetap i distribusjonsanlegget og rørdimensjoner bør man tenke på temperaturdifferansen mellom tur og retur ($\Delta T_r = T_{tur} - T_{retur}$). Ved bruk av stor ΔT i et varmesystem gir dette lavere overflatetemperatur på radiatorer, slik at radiatorstørrelsen må økes for å oppnå ønsket effekt. Men på en annen side gir dette en god varmeutnyttelse, hvor det i tillegg trengs mindre energi til drift av sirkulasjonspumper og mindre rørdimensjoner ettersom det er en lavere

sirkulerte vannmengde enn ved lav ΔT . Det vil også bli mindre varmetap i distribusjonsanlegget i form av mindre dimensjoner på rør [29].

Dimensjonerende tur- og returtemperatur for et varmesystem er ved dimensjonerende utetemperatur (DUT). Når utetemperaturen stiger kan disse temperaturene være noe lavere. Turtemperatur som synker i takt med stigende utetemperatur kalles for utekompensert turtemperatur. Dette er en styring som ofte brukes i mindre varmesystemer, typisk eneboliger [29]. Denne typen styring holder vanligvis ikke når man har varierende interne laster i bygget. Et varmeanlegg vil ikke kunne registrere dersom et rom fylles med mennesker, som fører til at innnetemperaturen stiger. Det kan derfor være ideelt å kombinere denne styringen med mengderegulering, som vil regulere effekten ved å endre sirkulert vannmengde i distribusjonsnettet.

4.11 Lavtemperaturanlegg

Lavtemperaturanlegg sikrer energifleksibilitet som åpner for en effektiv bruk av flere energikilder. I et slikt system vil varmforsyningsystemet levere vann med en maksimal turtemperatur på 60°C i henhold til TEK. Det mest brukte er system med henholdsvis en temperatur på 30 - 45°C på mediet. Energikilder brukt til lavtempererte varmeanlegg kan for eksempel være spillvarme, varmepumper eller solfangeranlegg. Lavtemperaturløsninger egnes godt for gulvvarmesystemer, mens for radiatorer vil arealet på radiatoren økes ved bruk av et slikt system, noe som kan skape problemer for møblering i leiligheter, og som ikke er estetisk optimalt. Dersom man skal innlemme tappevannsbehovet må en enten ha et parallelt system, eller en tilknytning til en varmtvannsbereder med el-kolbe som vil heve tappevannstemperaturer fra 60 til 65°C.

4.12 Høytemperaturanlegg

For høytemperaturanlegg blir det ofte brukt fjernvarme og biokjeler som energikilder. Disse komponentene leverer en turtemperatur på 65°C eller høyere. For tradisjonelle radiatorer som finnes i eldre bygg er det ofte en turtemperatur opp mot 80-90°C fra energikilden, og ut til radiatoranlegget. Dette systemet egner seg godt til bruk med radiatorer som romoppvarming. Dersom dette systemet skal brukes til gulvvarme, må turløsløpet shuntes (blandes), slik at man får en lavere turtemperatur på cirka 40°C. Et lavtemperaturanlegg vil reguleres senere ved bruk av termostater i forhold til et høytemperaturanlegg, og vil også ha større behov for å en ute-temperaturføler installert.

4.13 Tappevanntemperaturer og legionellabakterien

Legionella pneumophila, som også er kalt legionellabakterien består av aerobe staver på mikroskopisk nivå. Dette er en bakterie som finnes naturlig i naturen i fuktige områder, og er normalt ikke farlig for friske personer. Bakterien kan derimot være skadelig for mennesker dersom den får formere seg til høye konsentrasjoner, ved at den kan forårsake luftveisinfeksjoner. Optimal veksttemperatur for legionellabakterien er 37°C og bakterien formerer seg i temperaturer mellom 20°C og 45°C. Den kan også formere seg langsomt ved lavere temperaturer. Ved temperaturer over 55°C dør bakterien i løpet av noen minutter [2].

Spredning av bakterien skjer oftest ved forstøvet vann (aerosoler) og forekommer oftest på sensommer og høst. Legionellabakterien har gunstige vekstforhold i installasjoner som tappeutstyr med filter hvor slam og partikler samles, røropplegg hvor dusjvann kan bli stående lenge, og hvor temperaturforholdene er gunstige for vekst, samt vannsparende dusjhoder som produserer finforstøvede partikler av fast stoff i væske, også kalt aerosoler [29]. Det er viktig at det hele tiden er tilstrekkelig høy temperatur ut til forbruker. Med tilstrekkelig høy temperatur menes det hvilke krav som settes til vanntemperatur for å få utført det ærend som skal gjøres ved det aktuelle tappestedet. Dette kan være alt ifra varmt vann i badekar, håndvask, oppvask, dusj, eller gulvvask. Varmtvannstemperaturen på et tappested skal være minimum 60°C etter maks 2 minutters tapping [29]. For at man skal kunne ha 60°C ved tappestedet, er det viktig å ta med varmetapet i rørnett. Når man skal prosjektere et tappevanntystem er det i hovedsak tre faktorer som fastsetter temperaturen [2].

- 1) Lav nok temperatur ut fra blandebatteri slik at det unngås skolding (forbrenning).
- 2) Minimums tappevanntemperatur ut fra et blandearmatur
- 3) Høy nok tappevanntemperatur slik at legionella ikke overlever eller formerer seg i fordelingsledning eller i utstyr.

Fra Tabell 6 kan man lese hvilke krav som stilles til tappevanntemperaturer ved tapping fra blandearmatuer.

Minimums tappevanntemperatur ut fra et blandearmatur	
Bad, dusj og håndvask	38 – 40 °C
Oppvask og skylling for hånd	40 – 50 °C
Tøyvask og skylling for hånd	40 – 50 °C
Gulvvask	45 – 50 °C

Tabell 6 - Minimums tappevanntemperatur ved tappested [2].

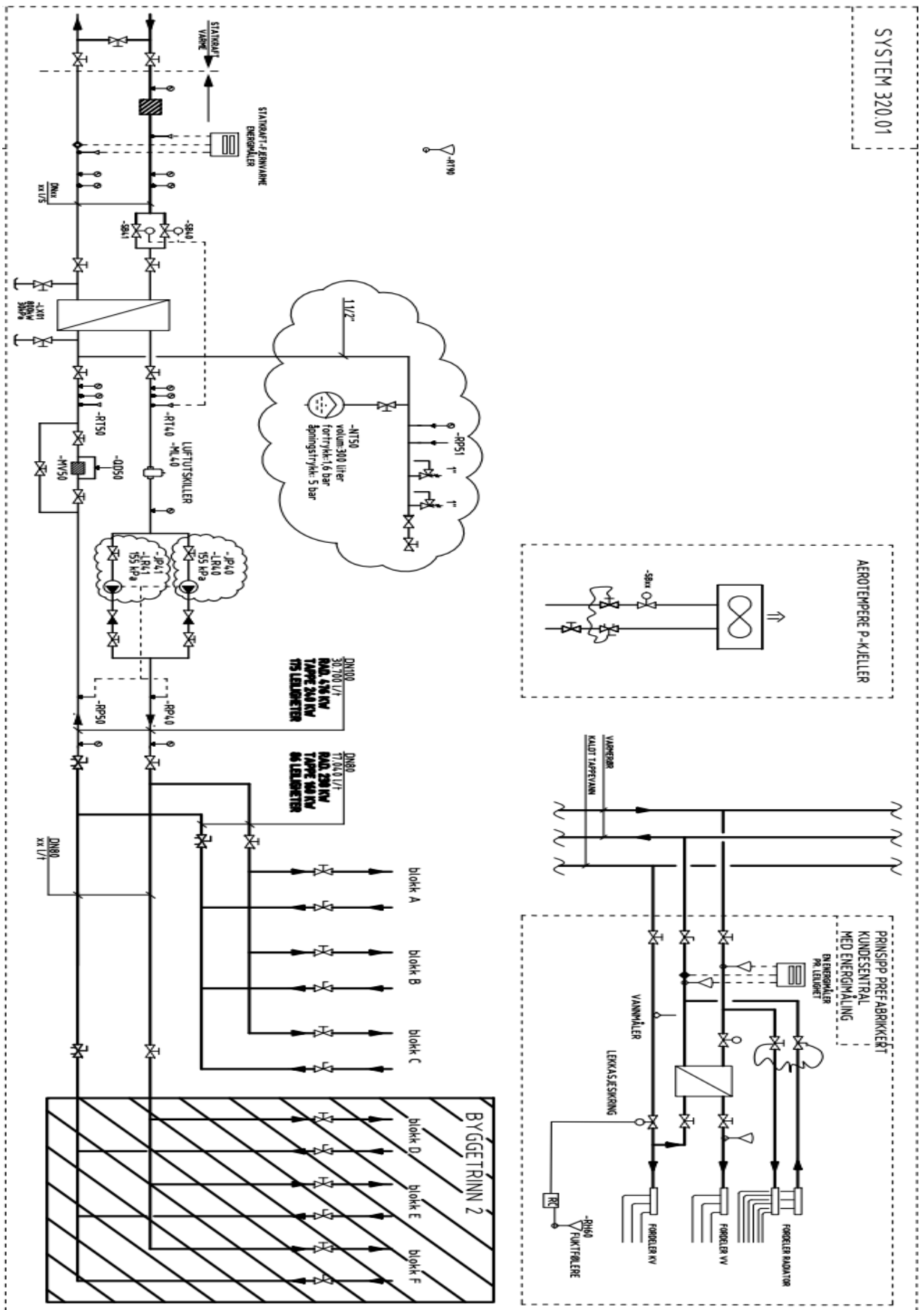
Det er tatt utgangspunkt i at kaldtvannsforsyningen har en temperatur på $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Dette kan variere fra tid på året og om det tappes mye vann i bygget slik at vannet blir stående i en høy omgivelsestemperatur.

I fordelerskapene vil temperaturen på varmtvannet bestemmes av en Danfoss termostatventil. Denne ventilen bør stilles inn på maks 50°C , slik at den opprettholder bruks- og miljøvennlige varmtvannstemperaturer som nevnt i Tabell 6. Hensikten med denne ventilen er at den alltid skal holde temperaturen som er forhåndsinnstilt på ventilen, og sørge for at stikkledningen holdes passe varm, slik at man alltid skal få raskt varmt tappevann når det tappes ved tappestedet. Dette vil også være en sikkerhet mot oppblomstring av legionella.

4.14 Distribusjonsnett for vannbårne varmeanlegg

Egenskapene til vann er velegnet for varmeoverføring fra varmekilde til romoppvarming og tappevannsoppvarming, og derfor ofte brukt som energibærer i bygninger. I en kombinasjon av lavere energiforbruk i bygg og utviklinger i byggemetoder, er det et stort ønske fra utbyggere om å kunne forbedre VVS-installasjoner. Utbyggere etterspør løsninger som er mer kostnadseffektive og energieffektive, og som ikke er like omfattende som dagens løsninger.

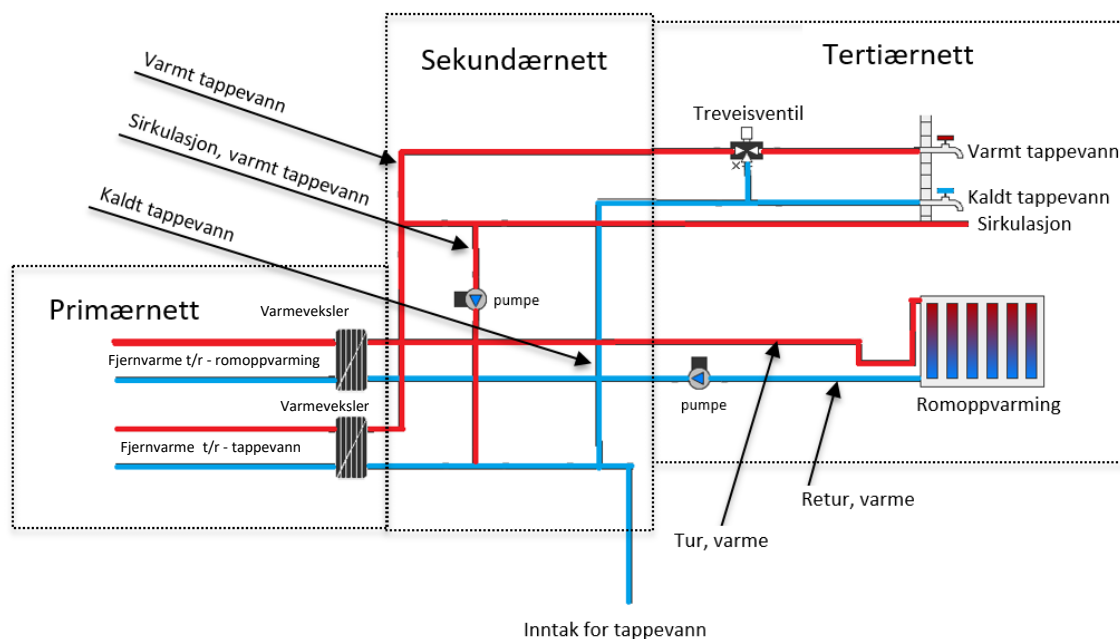
For å få et innblikk i hvordan distribusjonsnett ved kanalen er bygget opp vil dette kapittelet ta for seg en beskrivelse av hvordan det eksisterende 3 rørssystemet fordeler seg ut i bygget. Tanken bak omlegging fra 5 til 3 rørssystem er å spare plass, materialkostnader og arbeidstid. Figur 41 viser en helhetlig fremstilling av det indirekte 3 rørssystemet installert ved Kanalen.



Figur 41 - Systemskjema for system 320.01 ved Kanalen [45].

4.14.1 Tradisjonell rørføring – 5 rørssystem

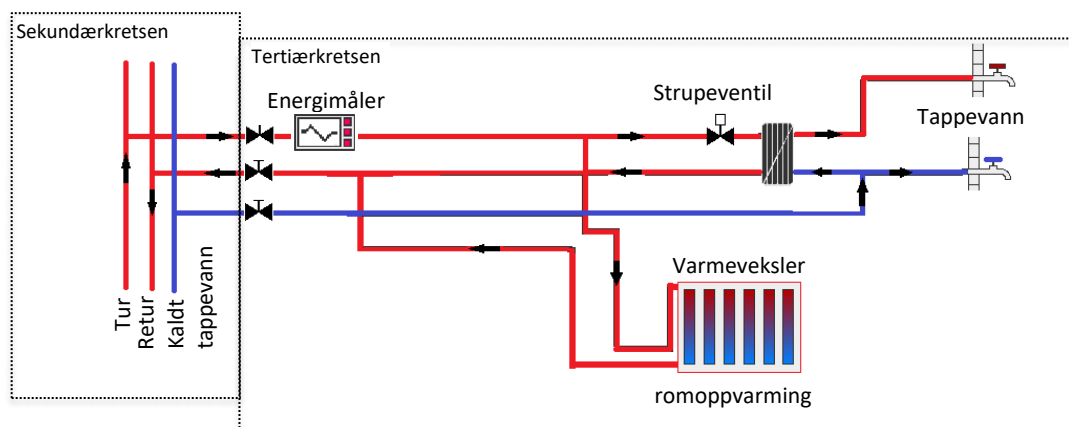
Et tradisjonelt vannbåren varmeanlegg er det systemet som er mest vanlig i Norge. Dette systemet er bygget opp av en varmekrets bestående av tur/retur varme, og en tappevannskrets med varmt tappevann, kaldt tappevann og sirkulasjon. Det tradisjonelle systemet er avhengig av 5 distribusjonsrør som går fra teknisk rom og ut til tappesteder og til romvarming. Figur 42 viser et eksempel på hvordan et slikt distribusjonsnett kan bygges opp, med primærnett, sekundærnett og tertiærnett.



Figur 42 - Skisse av et tradisjonelt anlegg ved bruk av 5 rørssystem.

4.14.2 Indirekte 3 rørssystem

Mange utbyggere og byggherrer mener det vannbårene varmeanlegg er en stor kostnad i nye leilighetsbygg, det har derfor i den siste tiden blitt stilt en rekke spørsmål om hvordan man kan gjøre vannbåren varmesystemer enklere og billigere. Allerede i 2009 ble dette vurdert da SINTEF ga ut prosjektveilederen «Forenklet anlegg for vannbåren oppvarming av boliger» [40]. Denne prosjektveilederen beskriver det vi i dag kaller det indirekte 3 rørssystemet, som er et velprøvd system i hele Europa. Prinsippet baseres på et system med distribusjonsnett fra en felles varmesentral til hver leilighet, hvor fordelingsentralen er plassert i leilighetene. Løsningen for å gjøre kostnadene lavere på for det indirekte 3 rørssystemet er at man har 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 43 viser en skisse av hvordan fordelingen fra distribusjonsnettet og inn til leiligheten kan utføres.



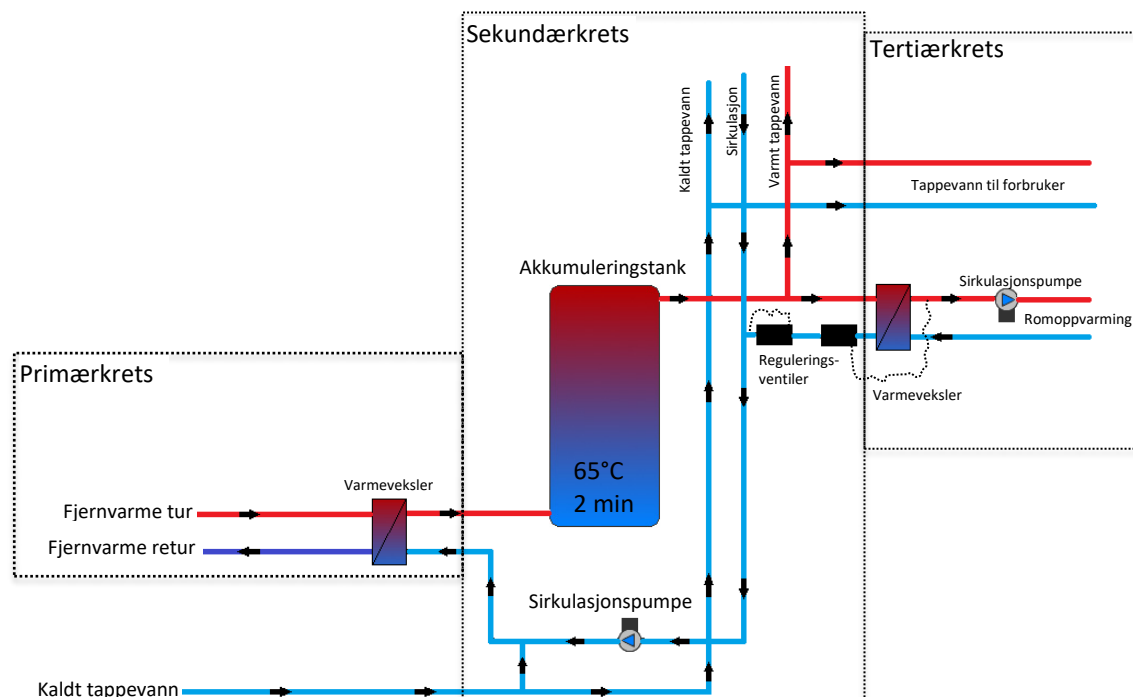
Figur 43 - Prinsippskisse av fordelingsentral i leiligheter [40].

Dersom man legger maksimal sannsynlig vannmengde til grunn i prosjekteringen, vil det være en betraktelig besparelse ved bruk av mindre rørdimensjoner enn hva som er normalt ved det tradisjonelle 5 rørssystemet. Vannmengdene i distribusjonssystemet dimensjoneres etter maksimalt sannsynlig effekt for det totale antallet varmevekslere som skal forsyne de respektive leilighetene med varmt tappevann.

Det er flere fordeler og ulemper ved et slikt anlegg. En av fordelene er at varmesystemet er en lukket krets, som gir sirkulasjonspumpen bedre driftsforhold. Den største ulempen er at anlegget må sirkulere kontinuerlig, både sommer og vinter, ettersom varmesystemet også skal avgi energi til varmt tappevann i leilighetene.

4.14.3 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 fordelskap som er montert i hver leilighet, hvor tertiærkretsen er en lukket krets som sirkulerer med tur og retur. Figur 44 viser distribusjon av energi og varmt tappevann i et flytskjema for direkte 3 rørssystem.



Figur 44 - Prinsippskisse direkte 3 rørssystem [47].

4.15 Generelle krav til varmesystemet

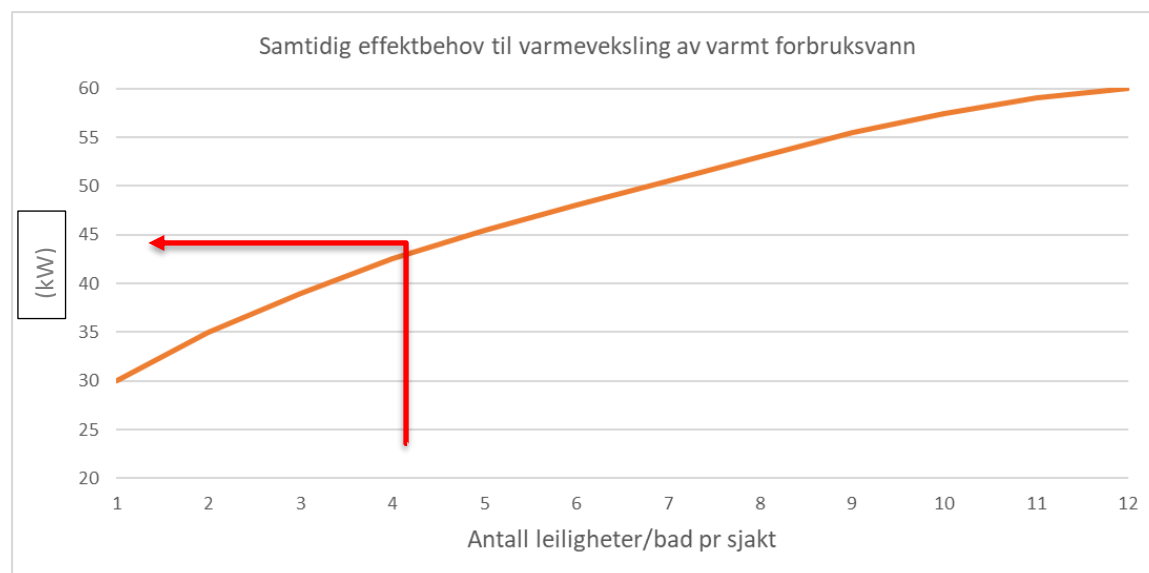
Pre-aksepterte ytelser i TEK17, som er tekniske forskriftenes minimumskrav, sier at sirkulerende tappevannsystem må ha en temperatur på minimum 65°C for å forhindre bakterievekst. Legionellabakterien formerer seg mellom 20 - 45°C. Dersom man skal løse denne problematikken må det enten installeres et parallelt system, eller at det kobles til en varmtvannsbereder som løfter tappevannstemperaturen fra 60 - 65°C.

Dersom man ikke følger disse pre-aksepterte ytelsene i TEK, må en dokumentere hvilke tiltak som blir iverksatt for å sikre lavt nivå av legionella i tappevannsystemet. Det er prosjekterende og utførende sitt ansvar å sikre et system som hindrer bakterievekst, og som da må utføre tiltak som er nødvendige for å kunne dokumentere at installasjonen tilfredsstiller TEK.

For lavtempererte varmesystemer er maksimal vanntemperatur på varmekretsen 60°C i henhold til TEK [23], men som regel ligger temperaturen på normalt mellom 40°C - 45°C. Utfordringene med denne løsningen i forhold til kravet i TEK er at tappevannet må ha en temperatur på 65°C for å hindre vekst av bakterier, mens kravet til lavtempererte varmesystemer er 60°C.

4.16 Tappevannseffekt

I et leilighetsbygg vil det være et stort behov for energi som skal gå til oppvarming av tappevann. Effektbehovet for tappevann dimensjoneres ut fra maksimalt samtidig behov i bygget etter «tekniske bestemmelser – standard abonnementsvilkår for vann og avløp», eller andre ved hjelp av andre likeverdige metoder. Når det er større leilighetsbygg med flere leiligheter koblet til samme sjakt, kan tappevannseffekten beregnes ved hjelp av et diagram. Figur 45 viser hvilket effektforbruk man kan forvente i en leilighet med normal sammensetning av beboere. Det må uansett gjøres en helhetlig vurdering av den installerte effekten i bygget, og hvor stor andel av tappevannsoppvarmingen som skal inkluderes i energiberegningen. For dette prosjektet er det koblet til 4 leiligheter på hver sjakt, med en forventet effekt på 43 kW i hver leilighet.



Figur 45 – Forventet tappevannseffekt for antall leiligheter / bad pr sjakt.

For tilkobling til fjernvarmenettet skal det tilførte effektbehov som går til tappevannsoppvarming beregnes i henhold til fjernvarmeleverandørens anvisninger.

4.17 Tappevannsbehov

Maksimal samtidig vannmengde i fordelingsledninger i boligbygg, forretningsbygg, sykehus og lignende, kan beregnes fra formelen man finner i «standard abonnementsvilkår for vann og avløp, Tekniske bestemmelser». Tekniske bestemmelser er et verktøy som brukes til å fastlegge krav til tekniske utførelser av VVS-ingeniører [2].

Samtidighet:

$$q = q_1 + 0,015(Q - q_1) + 0,17 * \sqrt{Q - q_1} \quad (2)$$

Hvor:

q = Maksimal vannmengde (l/s)

Q = Summen av normalvannmengder etter Tabell 8 på neste side (l/s)

q₁ = Normalvannmengden til største tappested (l/s)

Fra *Tabell 7* kan man se hvilke sanitærutstyr som er montert i leilighetene ved sameiet Kanalen, og hvilken normalvannmengde hvert enkelt utstyr har. For å se mer detaljert og komplett tabell henvises det til «standard abonnementsvilkår for vann og avløp» [48].

Normalvannmengde (l/s)		
Tappested	Kaldtvann	Varmtvann
Servantbatteri	0,1	0,1
Dusjbatteri	0,2	0,2
Toalett	0,1	-
Kjøkkenbatteri	0,2	0,2
Vaskemaskin	0,2	-
Oppvaskmaskin	0,2	-
Batteri til utslagsvask	0,2	0,2
Vannutkaster	0,4	-

Tabell 7 - Normalvannmengder for tappesteder [48].

Når man ønsker å finne den totale normalvannmengden for Kanalen må man legge sammen normalvannmengden for utstyret som er montert i alle leilighetene. Siden mange av leilighetene er kundetilpasset, er det sjeldent like leiligheter. Det er derfor gjort utregninger for én blokk, og multiplisert med antall blokker. Dette gir oss et overslag på Q=193,8 l/s. Normalvannmengden for største tappested ved Kanalen er q₁=0,4 l/s.

Sanitærutstyr montert i leiligheter ved Kanalen				
		Normalvannmengder (l/s)		
Tappested	Antall	Kaldtvann	Varmtvann	Sum normalvannmengde Q (l/s)
Servantbatteri	234	0,1	0,1	23,4
Dusjbatteri	180	0,2	0,2	36
Toalett	240	0,1	-	24
Kjøkkenbatteri	162	0,2	0,2	32,4
Vaskemaskin	186	0,2	-	37,2
Oppvaskmaskin	162	0,2	-	32,4
Batteri til utslagsvask	30	0,2	0,2	6
Hagevanningskran	6	0,4	-	2,4
Sum Normalvannmengde				193,8

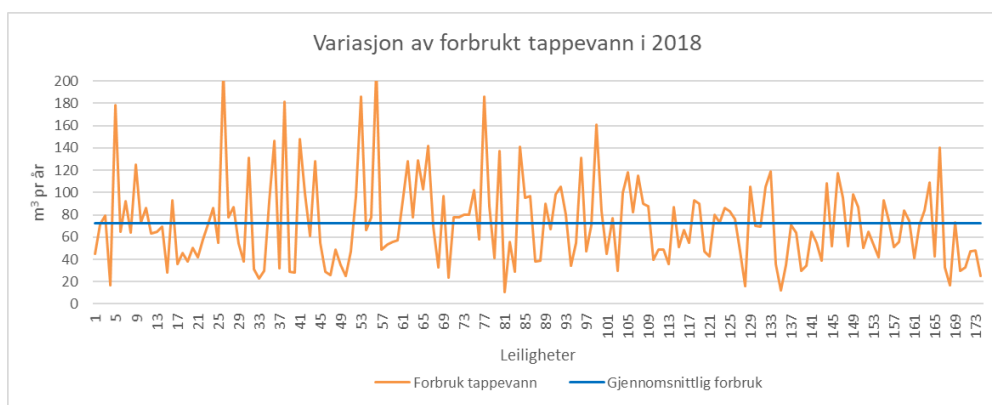
Tabell 8 - Antall tappsteder og sum normalvannmengde.

Setter man avleste verdier fra Tabell 8 inn i formel (6), vil man få maksimal samtidig vannmengde:

$$q = 0,4 + 0,015 * (193,8 - 0,4) + 0,17 * \sqrt{(160 - 0,4)} = 5,44 \text{ l/s} \quad (3)$$

4.18 Beregning av energi til varmt tappevann

Ved innhenting av data over forbruk av tappevann fra Trondheim kommune ble forbruket for Kanalen anonymisert på grunn av personvernforordningen. For å finne energimengden som er brukt til oppvarming av varmt tappevann gjennom et helt år, er det derfor gjort noen antagelser på forbruk av tappevann i hver leilighet. I følge det norske vannverksregisteret (2003) og statistisk sentralbyrå bruker hver person cirka 197 liter tappevann i døgnet [49]. Normtall viser at varmtvannforbruket utgjør i gjennomsnitt cirka 30 % av det totale tappevannsforbruket i en ordinær leilighet. Dersom man antar at 30% av tappevannsforbruket til en person er varmt tappevann vil det utgjøre cirka 66 liter pr person pr døgn [26].



Figur 46 - Variasjoner i forbruk av tappevann ved Kanalen.

Figur 46 viser innhentet data på forbruk av tappevann fra Trondheim kommune, hvor leilighetene er anonymisert i forhold til størrelse og eier. Figur 46 viser at det er store individuelle forskjeller på forbruket av vann, helt fra 20 m³ til 211 m³ pr leilighet pr år. Det gjennomsnittlige tappevannsforbruk i Kanalen er på 72 752 liter (72m³) pr leilighet pr år, noe som tilsvarer cirka 195 liter pr døgn. Man kan ut fra denne dataen anta at det bor i gjennomsnitt 1 person i hver leilighet, noe som er antatt å være et for lavt antall beboere.

Fra brukerundersøkelsen gjort ved Kanalen ser vi fra Figur 14 at det er 2 beboere ved 72% av boenhetene, dette tilsvarer 127 leiligheter. Dette i en kombinasjon med innhentet data gir en indikasjon på at det er et svært lavt forbruk av tappevann ved Kanalen. Ettersom dataen er anonymisert vil man ikke kunne finne ut hvilket forbruk som tilhører hver leilighet, men her antas det at det er størst forbruk av tappevann i de største leilighetene. Dette har en sammenheng med at det også er der det er størst sannsynlighet for flest beboere.

Dersom man tar utgangspunkt i gjennomsnittstallene fra Kanalen, vil dette tilsvare 21 300 liter varmt tappevann pr år pr leilighet. Sammen med dette antar vi at forbruket er jevnt fordelt over hele året, som vil tilsa at hver leilighet bruker 58,5 liter pr døgn. Dette er et veldig lavt forbruk dersom man sammenligner med normtallene. 58,5 liter pr døgn tilsvarer litt mindre enn 5 minutters dusjing, dersom man går ut fra at et dusjbatteri har en normalvannmengde på 0,2 l/s, som gir 12 l/min.

For å finne hvor mye av den totale energien i hver leilighet som blir brukt til oppvarming av varmt tappevann vil man kunne bruke denne formelen.

$$Q = \frac{C_p * V * \Delta T}{3,6 * \rho} [kWh] \quad (4)$$

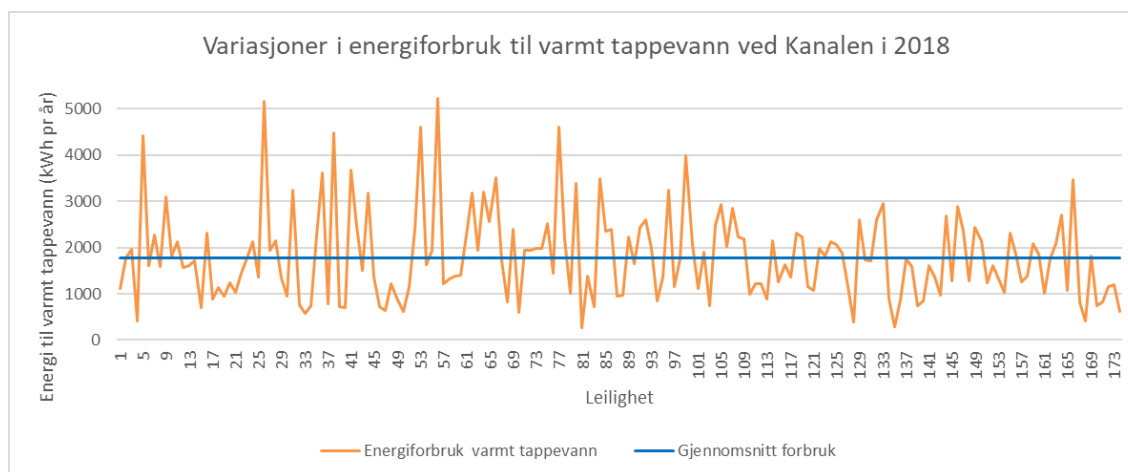
C_p : Midlere spesifikk varmekapasitet	[KJ/kg*K]
V: Oppvarmet vannvolum	[dm ³ =l]
ΔT : Temperaturdifferanse mellom varmt og kaldt vann	[K]
ρ : Vannets midlere tetthet	[kg/m ³]

Dersom man tar utgangspunkt i normale tappevannstemperaturer (10 – 55°C ved tappested, hentet fra kapittel 4.13), og normale trykkforhold for et distribusjonsnett kan denne formelen skrives om slik.

$$Q = V * 1,18 * 10^{-3} * \Delta T \quad (5)$$

For beregninger med denne formelen finner man energimengden som er brukt til oppvarming av tappevann i leilighetene. Dersom man legger til grunn at 30 % av det totale tappevannsforbruket i en leilighet er varmt tappevann, vil det tappes i gjennomsnitt 21 300 l varmt tappevann pr leilighet pr år. Forbruk av energi til oppvarming kan regnes ut ved å bruke gjennomsnittstall for mengde tappet varmt vann. Med en temperatur på 80°C i varmesystemet, og 10°C på kaldt tappevann vil denne beregningen se slik ut:

$$Q = 21\,300 * 1,18 * 10^{-3} * (80 - 10) = 1759 \text{ kWh pr år pr leilighet} \quad (6)$$



Figur 47 - Variasjon i energiforbruk til oppvarming av tappevann ved Kanalen.

Figur 47 viser hvor stor variasjon det er i energiforbruk til oppvarming av tappevann i de 176 forskjellige leilighetene ved Kanalen. Blå linje markerer gjennomsnittlig energiforbruk på 1782 kWh pr år. Tallene er satt inn i diagrammet ved bruk av gjennomsnittstall for tappevannforbruk. Ettersom opplysninger fra Trondheim kommune er anonymisert vil man ikke kunne sette forbruket av energi opp mot eier eller størrelse på leilighet.

Med at det her er brukt gjennomsnittstall i beregningene må det tas hensyn til at dette kan medføre noe usikkerhet. En av faktorene til at gjennomsnittsforbruket er såpass lavt kan ha noe med hvor mange beboere det er i hver leilighet, alder, kjønn og individuelle brukervaner, ref. kapittel 3 – Brukerundersøkelse ved sameiet Kanalen. Her må det også tas med i beregningene at det er noe usikkerhet, ettersom hver leilighet vil ha en varierende energibruk til oppvarming av tappevann.

Antall brukere og brukervaner vil påvirke forholdene rundt forbruk av tappevann betraktelig, fra Figur 18 ser vi at det er 56 boenheter hvor det ikke dusjes daglig, noe som er veldig utslagsgivende for det totale forbruket. Sammen med dette vil energibehovet som går til å produsere varmt tappevann ikke bare bestemmes av mengden vann, men også hvilke temperaturer vannet har som blir tappet. En annen grunn til at innhentet data viser så lavt tappevannforbruk kan være at det er 21 boenheter som ikke har lest av og

rapportert vannforbruket. Dette fører til at disse boenhetene har fått stipulert forbruket ut fra boenhetens kvadratmeter. Dette kan føre til at innhenting av data er misvisende, da flere leiligheter kan bruke mer tappevann enn hva som er forespeilet.

4.19 Rørisolering

I vannbårne anlegg tilføres det ofte energi til omgivelsene ved uheldig varmetap i distribusjonsnett. Dette er en konsekvens av temperaturdifferansen mellom vannet i rørene og distribusjonsnettets omgivelser. Varmetap i vannbårne anlegg er noe man ønsker å unngå ettersom dette fører til høyere energikostnader enn nødvendig for sluttbruker [29], både ved tap av energi og ved unødig behov for kjøling om sommeren. For å unngå, eller minke varmetransporten mellom det transporterte mediet og omgivelsene er det viktig at rør, deler og komponenter isoleres grundig, og at varmetapet ikke frigjøres til rom hvor det ikke er nødvendig med oppvarming. Den totale mengden energi bør brukes så effektivt som mulig.

Til isolering av varmeanlegg og distribusjonssystemer brukes det i hovedsak to forskjellige typer isolasjon; mineralull og cellegummi. Hvor sistnevnte er den mest brukte og den som egner seg best til temperaturer under 60°C, typisk kaldtvannsledninger for å unngå kondens. Felles for disse materialene er lavt varmeledningstall, hvor den praktiske verdien er cirka 0,03 W/mK [50]. Det er også viktig å isolere kaldtvannsledningen for å unngå faren for kondensasjon. Dersom kaldt tappevann blir stående i lengre perioder i distribusjonsnett, kan det også oppstå en situasjon hvor omgivelsene vil avgi varme inn til mediet. Dette kan medføre at kaldt tappevann vil få en temperatur lik romtemperaturen. I slike situasjoner kan det oppstå fare for vekst av legionellabakterier.

Under kapittel 14.3 i TEK17 står det beskrevet at «Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard» [25]. Dette kravet omfatter bygningens varme- og distribusjonssystem, inkludert tappevannssystem. Med begrepet optimal økonomisk isolering menes det at isolasjonens tykkelse på varmerør velges slik at års-kostnaden (verdien av varmetapet i distribusjonsnett), og isolasjonens kapital- og driftskostnad blir lavest mulig.

For dimensjonering av rørisolasjon kan man da enten bruke forenklet dimensjonering, beregningsprogram eller ved en teoretisk beregning. Ved hjelp av Tabell 9 kan man foreta forenklet dimensjonering av isolasjonstykkelse på rør [50].

Etter befaring av distribusjonsnettets ved Kanalen er det påvist at det er brukt 30 mm isolasjon på rørrnettets.

Anbefalte isolasjonstykkelser for rørdimensjoner (DN)	
Rørdimensjon DN	Isolasjonstykkelse (mm)
DN 10	20
DN 15	20
DN 20	30
DN 25	30
DN 32	40
DN 40	40
DN 50	50
DN 65	50
DN 80	50

Tabell 9 – Anbefalte isolasjonstykkelser for rørdimensjoner [28].

For alle bygg over 400m² skal nødvendig isolasjonstykkelse beregnes med den anerkjente metoden. Ved beregning av nødvendig isolasjonstykkelse finner man transmisjonstap fra rør ved bruk av denne formelen.

$$\Phi = U * L * \Delta T [W] \quad (7)$$

Hvor:

U: Varmegjennomgangstallet (U-verdi)

$$\left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$$

L: Rørets lengde

$$[m]$$

ΔT : Midlere temperaturdifferanse mellom medium og omgivelser

$$[K]$$

For å beregne varmemotstanden (U-verdien) mellom mediet og omgivelsene bruker man denne formelen. Formelen gir oss varmegjennomgangstallet per meter.

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{D_i * \alpha_i} + \sum \frac{1}{2 * \lambda} * \ln \frac{D_2}{D_1} + \frac{1}{D_y * \alpha_y}} \left[\frac{W}{m * K} \right] \quad (8)$$

hvor:

D_i : Rørets indre dimensjon	[m]
D_y : Ytre diameter på isolasjon	[m]
α_i : 7,7 W/m ² K, Indre konvektiv varmeovergangskoeffisient [29].	$\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$
α_y : 25 W/m ² K, Ytre konvektiv varmeovergangskoeffisient [29].	$\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$
λ : 0,033 W/mK, Konduktiv varmeledningsevne [29].	$\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$
D_1 : Indre diameter for aktuelt sjikt	[m]
D_2 : Ytre diameter for aktuelt sjikt	[m]
Varmeledningsevne for stålrør [51]: 54 W/mK	
Varmeledningsevne for kobberør [51]: 385 W/mK	

Når U-verdiene for alle sjiktene er funnet, kan man finne det totale varmetapet i distribusjonssystemet. Varmetapet fra distribusjonsnettets er gitt av denne formelen:

$$Q_{\text{varmetap}} = \sum \left(\frac{3,6}{1000} \right) * U * L * (T_{\text{rør}} - T_{\text{omgivelse}}) \quad (9)$$

Hvor:

U: U-verdi - Varmemotstand i rør og isolasjonssjikt.

L: Rørets lengde

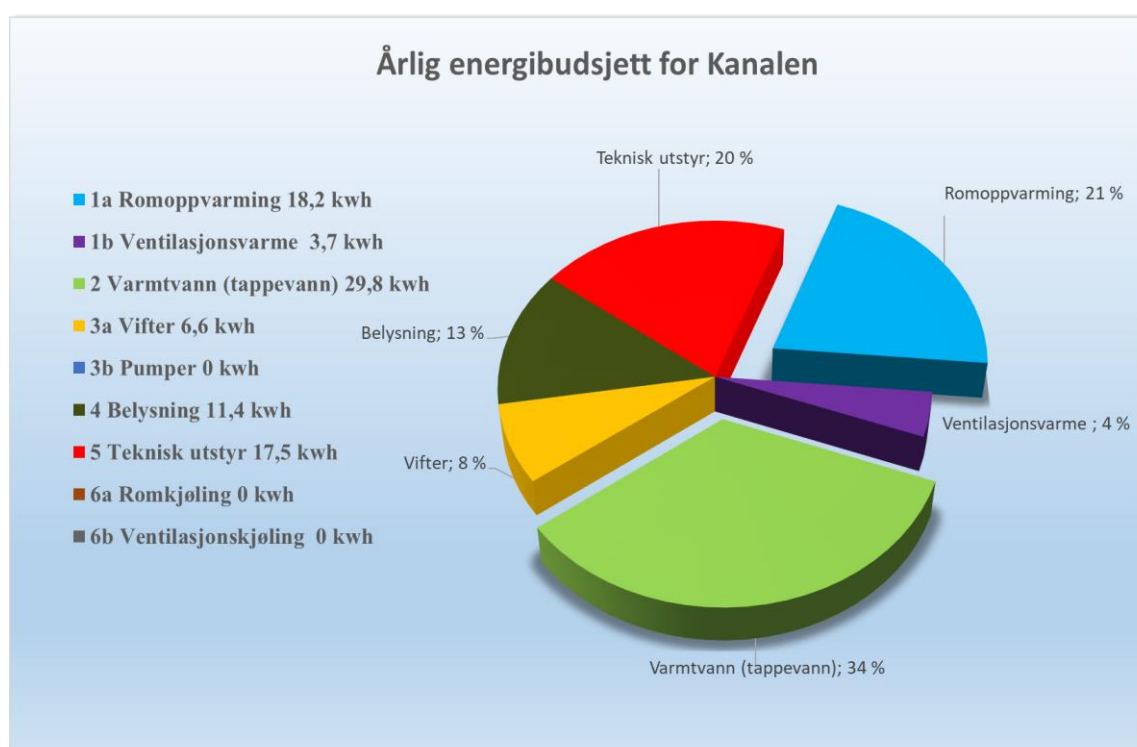
$T_{\text{rør}}$: Temperatur på mediet i rør.

$T_{\text{omgivelse}}$: Romtemperatur (omgivelsestemperatur)

5 Prosjekterte og målte verdier for Kanalen

5.1 Energibudsjett - Kanalen

Energibehovsberegningene som er gjort under prosjekteringen av Kanalen har som formål å vise hvor mye energi bygget er budsjettert til å bruke i løpet av et år. Dette er presentert i Figur 48 som angitt i NS3031. Varmt tappevann skal stå for 34% av det totale energiforbruket til Kanalen, og romoppvarmingen skal stå for 21%. Det totale energiforbruket på fjernvarme til Kanalen i 2018 var 1 117 100 kWh i 2018, med en maksimal effekt på 340 kW.



Figur 48 - Energibudsjett for Kanalen [52], satt opp i Excel i samsvar med NS3031.

Distribusjonen av energi til tappevann og romoppvarming er som listet opp under:

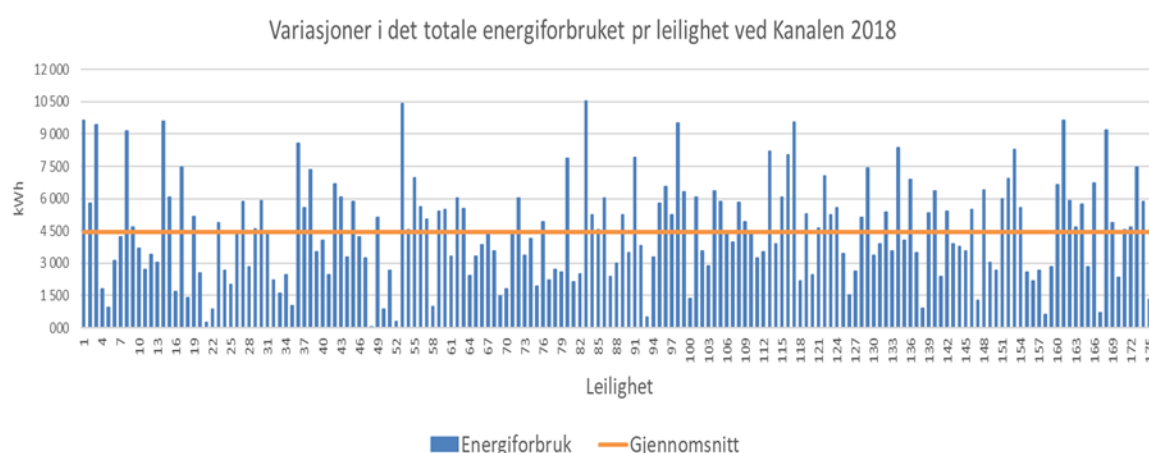
- Fjernvarmen skal stå for 100% av det totale energibehovet for tappevann.
- Fjernvarmen skal også stå for 96% av romoppvarmingen.
- Ventilasjonvarme fra varmegjenvinnere i leilighetene skal stå for de resterende 4% av romoppvarmingen. Disse varmegjenvinnerne er koblet til det elektriske systemet og kan skrues av og på av beboerne etter eget ønske.

5.2 Energiforbruk i leiligheter

Innhentet data fra energimålere i hver boenhet viser stor variasjon i forbruk av energi. Dette forbruket består av både energi til oppvarming av tappevann og energiforbruk til romoppvarming. Siden det ikke er montert to separate energimålere, vil dette by på noen utfordringer i forhold til å skille hvor mye energi som går til romoppvarming og tappevann. Det må derfor gjøres noen antagelser slik at man kan fastsette om det er et lavt eller høyt forbruk av energi til både romoppvarming og til oppvarming av tappevann.

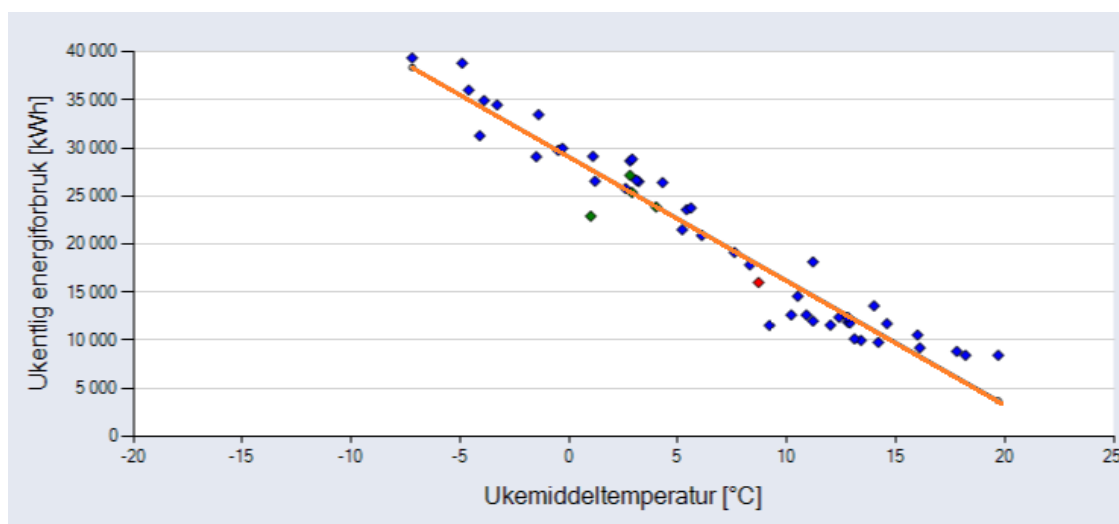
Fra brukerundersøkelsen kommer det frem at det også er stor variasjon i innetemperaturer, og forbruk av varmt tappevann. Fra brukerundersøkelsen i kapittel 3 varierer innetemperaturen fra 17 til 26 grader, hvor majoriteten 28 % svarer at de har en innetemperatur på 22 - 23°C. Så mye som 30 % svarer at de ikke dusjer daglig i boenheten. Dette kan komme av at beboerne har mulighet til å dusje på jobb eller på treningssenteret etter endt trening.

En annen utslagsgivende faktor for energiforbruket er størrelsen på boenhetene ved Kanalen. Boenhetene ved Kanalen har ulike bruttoareal, arealene varierer fra minste boenheten på 49m², til de største boenhetene på 153m². En boenhet på 49m² vil ha et mindre romvolum enn hva en boenhet på 153m², som også vil bety at det er behov for mindre energi til å varme opp de minste boenhetene i forhold til de største boenhetene dersom man går ut fra en innetemperatur på 21°C. Siden informasjonen som er hentet ut under dette prosjektet er anonymisert, er det gjort antagelser på at de boenhetene med størst areal også har det største energiforbruket. Figur 49 viser store variasjoner i energiforbruket pr leilighet ved referanseanlegget Kanalen.



Figur 49 - Variasjoner i det totale energiforbruket i leilighetene ved Kanalen.

Det ukentlige energiforbruket ved Kanalen kan også settes opp i et ET-diagram. Hvert punkt på akse i Figur 50 viser en ukesverdi for energiforbruk i 2018. Kurven i diagrammet viser forventet forbruk av energi pr uke for Kanalen, mens punktene viser de reelle verdiene av forbruk. Dersom punktet ligger over kurven er det brukt mer energi enn hva som er forventet i den perioden, og mindre dersom punktet ligger under kurven. Fra Figur 50 kan man se at det går med mer energi i leilighetene enn hva som er forventet når det blir en lavere ukemiddeltemperatur.



Figur 50 - ET-diagram viser forventet og reelt forbruk av energi [39].

5.3 Prosjekterte og målte verdier

Under innhenting av data, er det blitt foretatt målinger i energiguident til Statkraft for sameiet Kanalen. Disse innledende målingene viser hvordan energiforbruket på fjernvarmen har vært i perioden 01.01.2018 – 31.12.2018. Målingene som er gjort i energiguident viser at det er moderate forskjeller mellom de prosjekterte verdiene i SIMIEN og faktisk forbruk av energi i bygget. Det er også hentet inn data fra Siemens Navigator som måler energiforbruket i hver boenhet. Tabell 10 viser en oppsummering av prosjekterte verdier og målte verdier for energiforbruk, og prosent avvik mellom disse.

Prosjekterte og målte verdier for tappevann og fjernvarme - 2018					
	Prosjektert levert energi	Prosjektert spesifikt pr m ²	Målt (Levert energi)	Målt spesifikk pr m ²	Avvik (%)
Forbruk Fjernvarme	964 278 kWh	54,3 kWh/m ²	1 117 100 kWh	62,89 kWh/m ²	+ 15,8 %
Energibehov varmt tappevann	529 248 kWh	29,8 kWh/m ²	332 918 kWh	19,3 kWh/m ²	- 37%
Energibehov romoppvarming	323 232 kWh	18,2 kWh/m ²	451 264 kWh	26 kWh/m ²	+ 71%

Tabell 10 - Prosjekterte og målte verdier for levert energi fra fjernvarme.

Avvikene fra de prosjekterte verdiene lest av i Tabell 10, viser at anlegget for romoppvarming bruker mer energi enn antatt. For varmt tappevann brukes det mindre energi enn den normerte verdien på 29,8 kWh/m². Dette kan ha noe med at netto energibehov til oppvarming av varmt tappevann ikke tar høyde for individuelle variasjoner i beboernes bruksmønster. Dersom man tar de målte verdiene (levert energi) til oppvarming av tappevann og energi til romoppvarming ser man at forbruket på energi til boenhetene ligger på 784 182 kWh for 2018. Det vil si at her er det 332 918 kWh som ikke kan gjøres rede for ved Kanalen. Dette forbruket forsvinner enten i form av varmetap i systemet eller til romoppvarming av felles arealer inklusive parkeringskjeller.

6 Analyse av distribusjonsnett for Kanalen

I kapittel 6 er den metodiske fremgangsmåten for analyse av varmetap av de forskjellige vannbårne anleggene beskrevet. Kapittel 6.2 beskriver det simulerte varmetapet for distribusjonsnettet ved Kanalen, som er brukt som referanseanlegg og som et utgangspunkt for beregning av varmetap av de tre andre systemene for vannbåren varme. Kapittel 6.3 og 6.4 beskriver varmetap for henholdsvis det indirekte 3 rørssystem og 5 rørssystemet, hvor distribusjonsnettet er bygget på referanseanlegget størrelse og mengde rør. Alle beregninger og simuleringer er gjort i programmet Isodim. Det er ikke tatt hensyn til ventiler, klammer (uisolert oppheng), rilleklemmer og flenser festet til rør som er med på å øke det totale varmetapet. Under befaring av anlegget ved Kanalen ble det målt en temperatur på 16°C i parkeringsgarasjen, som vil være den gjeldene omgivelsestemperatur for distribusjonssystemet i simuleringene. Ved beregning av det indirekte- og det tradisjonelle systemet er det gått ut ifra at det er like omgivelser og forutsetninger.

6.1 Oppvarming av felles arealer

Under analysen av varmetap er det også viktig å ha et overblikk over hvor mye energi som går til oppvarming av felles arealer. Fellesarealene omhandler delene av eiendommen som ikke disponeres av en enkeltstående boenhet. Fellesarealet ved Kanalen omhandler trappehus og bod-arealer. Det er 12 innvendige trappehus som går over fire etasjer, hvor hver etasje består av 15,3m². Samlet areal for oppvarming i trappehus er 734,5m². I tillegg til trappehusene er det 6 bod-arealer på 1128,6m². Bod-arealene ligger i parkeringskjelleren under bakkeplan, og er omkranset av oppvarmet areal som består av trappehus og oppvarmet parkeringskjeller. Arealet for bodene vil dermed bli varmet opp av både varmetap fra rørstrekk i taket, og fra oppvarmet arealer rundt.

Fellesarealer ved Kanalen				
	Varmeavgivere	Antall	Effekt pr enhet (W)	Total effekt (kW)
Trappehus	3 panels radiator	12	3600 W	43 kW
Bod-areal	3 panels radiator	6	5850 W	35 kW

Tabell 11 - Oppvarming av det totale fellesarealet ved Kanalen.

Det finnes ingen installerte energimålere som måler energi brukt til oppvarming av fellesarealer, det må derfor antas både driftstid på radiatorer, og at termostatene blir regulert av beboere alt etter hvordan temperaturen er i rommet. For å finne forbruket av energi til oppvarming av fellesarealer må det derfor gjøres noen teoretiske beregninger, på hva som gjenstår av forbruk når varmetap og forbruk i leilighetene er trukket fra levert

energi fra fjernvarme til bygget. Under befaring ved Kanalen ble det observert at de fleste termostatventilene på radiatorene hadde innstillingen 3 på termostatrattet.

6.2 Varmetap indirekte 3 rørssystem

Under dette prosjektet er det interessant å se på forskjellen på varmetapet mellom de tre forskjellige distribusjonssystemene. Varmetapet som oppstår i distribusjonsnett er en kostnad som blir pålagt beboerne i bygget. Det er derfor viktig at man isolerer rørrettet bedre enn hva minstekravet tilsier for å i størst mulig grad begrense varmetapet. Det vannbårne anlegget ved Kanalen er isolert med isolasjonstykkelse 30mm. Tabell 12 viser varmetap for i parkeringskjeller for det indirekte 3 rørssystemet.

Simulering av varmetap for indirekte 3 rørssystem				
Dimensjon (DN)	Rørlengde tur	Varmetap Tur - 80°C (kWh)	Rørlengde retur	Varmetap retur - 40°C (kWh)
DN 80	145,4 m	27 527 kWh	145,4 m	9445 kWh
DN 65	152,9 m	25 002 kWh	152,9 m	8603 kWh
DN 50	229,8 m	31 523 kWh	229,8 m	10 883 kWh
DN 40	181,1 m	21 600 kWh	181,1 m	7469 kWh
DN 28	57 m	5524 kWh	57 m	1915 kWh
DN 22	49,9 m	4250 kWh	49,9 m	1475 kWh
DN 15	70,4 m	4968 kWh	70,4 m	1728 kWh
Totalt	886,5 m	120 394 kWh	886,5 m	41 518 kWh

Tabell 12 - Simulering varmetap i parkeringskjeller for Kanalen.

Varmetapet fra distribusjonsnett i parkeringskjelleren er 161 912 kWh i året, ved en omgivelsestemperatur på 16°C. Tur- og retur ledningene har en total rørlengde 1773 meter. I denne parkeringsgarasjen er det også montert 6 aerotempere som skal varme opp luften. Disse viftene skal være slått på om vinteren når behovet for å varme opp luften er størst. Om sommeren slås disse viftene av. Det vil si at om vinteren vil varmetapet fra distribusjonsnett ha liten betydning, ettersom dette vil være med på å varme opp luften i parkeringskjelleren. Det vil ikke ha noen stor betydning om varmen kommer fra viftene eller fra varmetap i distribusjonsanlegget. Varmetapet vil ha størst betydning om sommeren, da man ikke ønsker noe varmetap eller oppvarming i parkeringsgarasjen. En negativ konsekvens ved at energien går til varmetap i stedet for til aerotempere er at man ikke har kontroll på forbruk, og at man ikke klarer å «styre» forbruket ved Kanalen. Tabell 13 viser varmetapet i sjaktene ved Kanalen.

Simulering av varmetap for indirekte 3 rørssystem i sjakt				
Dimensjon (DN)	Rørlengde tur	Varmetap Tur - 80°C (kWh)	Rørlengde retur	Varmetap retur - 40°C (kWh)
DN 40	580 m	63 313 kWh	580 m	17 943 kWh

Tabell 13 - Teoretisk beregning av varmetap i sjakter for Kanalen.

Fra parkeringskjelleren går det også 6 vertikale sjakter opp i hver blokk. Dette er luft-tette sjakter uten sirkulasjon av luft, hvor det føres DN 40 tur- og retur ledninger til leilighetene i hver etasje. Varmetapet i sjaktene opp til leilighetene er på 81 256 kWh pr år. Her kan man anta at det er en omgivelsestemperatur på cirka 22°C siden det er tette sjakter. Alle boenhetene har bad tilknyttet sjaktene, som vil føre til et varmetilskudd fra sjaktene vil komme beboerne til gode, hvor man får transmisjon fra sjakten og inn til leiligheten. Det vil si at dette varmetapet ikke er et direkte tap i systemet, og kan derfor neglisjeres som varmetap. Det er uansett gjort simuleringer for sjakter for alle distribusjonssystemene, slik at man kan anta hvor stort forbruket av energi er i hvert system. Det totale varmetapet i distribusjonsnettet for sameiet Kanalen ligger på 243 168 kWh i året.

6.3 Varmetap direkte 3 rørssystem

Alternativet til indirekte 3 rørssystemet er å montere et direkte 3 rørssystem med tappevann som energibærer. Simuleringene ville blitt de samme, men med andre rørdimensjoner og medietemperatur. I det direkte 3 rørssystemet er det tappevannet som er dimensjonerende, og fra kapittel 4.17 vet vi at største samtidige vannmengde for tappevann ved Kanalen er 5,44 l/s, som vil gi en dimensjon DN 50 på kaldt- og varmtvannsledning i distribusjonsnettet, med isolasjonstykkelse 30mm. Dersom man antar at det er like forutsetninger for distribusjonsnettet vil varmetapet for dette systemet kunne leses av i Tabell 14.

Simulering av varmetap for direkte 3 rørssystem				
Dimensjon (DN)	Rørlengde Varmtvann (meter)	Varmetap varmtvann - 65°C (kWh)	Rørlengde sirkulasjon (meter)	Varmetap sirkulasjon - 30°C (kWh)
DN 50	528,1 m	53 847 kWh	528,1 m	14 114 kWh
DN 40	181,1 m	16 062 kWh	181,1 m	4 218 kWh
DN 28	57 m	4111 kWh	57 m	1 089 kWh
DN 22	49,9 m	3163 kWh	49,9 m	840 kWh
DN 18	70,4 m	4035 kWh	70,4 m	1 073 kWh
Totalt	886,5 m	81 218 kWh	886,5 m	21 334 kWh

Tabell 14 – Simulering av varmetap for direkte 3 rørssystem.

For det direkte 3 rørssystemet med like omstendigheter, vil forskjellen i simuleringen være dimensjonen på tur- og retur, og temperaturen på mediet i rørnettet. Det totale varmetapet hadde vært 102 552 kWh dersom det hadde vært installert direkte 3 rørssystem. Det ville også ha vært vertikale rørføringer i sjakt fra parkeringsgarasjen ved bruk av dette systemet, Tabell 15 viser simuleringen av varmetap i sjakter for et direkte 3 rørssystem.

Simulering av varmetap for direkte 3 rørssystem i sjakt				
Dimensjon (DN)	Rørlengde Varmtvann (meter)	Varmetap varmtvann - 65°C (kWh)	Rørlengde sirkulasjon (meter)	Varmetap sirkulasjon - 35°C (kWh)
DN 40	580 m	45 543 kWh	580 m	7665 kWh

Tabell 15 – Simulering av varmetap i sjakt for direkte 3 rørssystem.

Et varmetap i sjaktene ved bruk av direkte 3 rørssystem ville ha vært på 53 208 kWh, og det totale varmetapet i parkeringskjeller og sjakt hadde vært på 155 760 kWh.

6.4 Varmetap tradisjonelt 5 rørssystem

6.4.1 Lavtemperaturanlegg

For et tradisjonelt 5 rørssystem som er bygget opp som et lavtemperert anlegg, ville distribusjonsnettet bestå av 5 rør. Her vil man ha et varmesystem, og et system for tappevann. For det tradisjonelle 5 rørssystemet vil varmetapet bli beregnet på lik linje som de to andre distribusjonssystemene, men her vil det altså være 2 rør ekstra, et varmtvannsrør og en sirkulasjonsledning. Fra kapittel 4.13 vet vi at temperaturen på varmt tappevann vil ligge på 65°C. Fra beregninger gjort i kapittel 4.17 vet vi at maksimal samtidig vannmengde tilsvarer DN 50 for varmt tappevann, mens det er antatt at det vil legges en DN 15 som sirkulasjonsledning for dette systemet. Det er også her gått ut ifra at det er brukt 30mm isolasjonstykkelse.

Simulering av varmetap for tappevannskrets				
Dimensjon (DN)	Rørlengde varmtvann (meter)	Varmetap varmt tappevann (65°C)	Rørlengde sirkulasjon (meter)	Varmetap sirkulasjon (kWh)
DN 50	203,3 m	20 729 kWh	-	-
DN 40	214,3 m	19 007 kWh	-	-
DN 35	203,3 m	16 649 kWh	-	-
DN 22	116,5 m	7385 kWh	-	-
DN 15	-	-	737,4 m	38 758 kWh
Totalt	737,4 m	63 770 kWh	737,4 m	38 758 kWh

Tabell 16 - Simulering av varmetap i tappevannskretsen.

Simuleringen i Tabell 16 viser at en eventuell tappevannskrets vil ha et varmetap på totalt 102 528 kWh, hvor den varme tappevannsledningen står for 63 770 kWh.

Simulering av varmetap for varmekrets i 5 rørssystem 40/30°C				
Dimensjon (DN)	Rørlengde Tur (meter)	Varmetap Tur - 40°C (kWh)	Rørlengde Retur (meter)	Varmetap Retur - 30°C (kWh)
DN 65	298,3 m	16 785 kWh	298,3 m	9464 kWh
DN 50	229,8 m	10 883 kWh	229,8 m	6142 kWh
DN 40	181,1 m	7469 kWh	181,1 m	4218 kWh
DN 28	57 m	1915 kWh	57 m	1089 kWh
DN 22	49,9 m	1475 kWh	49,9 m	840 kWh
DN 15	70,4 m	1728 kWh	70,4 m	985 kWh
Totalt	886,5 m	40 255 kWh	886,5 m	22 738 kWh

Tabell 17 - Simulering av varmetap for 5 rørssystem - Lavtemperaturanlegg.

Det totale varmetapet i distribusjonsnettet ved bruk av et lavtemperaturanlegg vil være 165 491 kWh, hvor varmetapet i varmekretsen kun står for 62 963 kWh. På grunn av lave temperaturer på mediet i varmekretsen vil også varmetapet være lavere, og tappevannskretsen vil da stå for hoveddelen av varmetapet cirka 102 000 kWh.

Under simuleringen av varmetapet i sjakter for det lavtempererte 5 rørssystemet er det gått ut fra at det er like omgivelser som for simulering av 3 rørssystemene, med en omgivelsestemperatur på 22°C. For dette systemet vil man i tillegg til varmekretsen få et varmetap fra tappevannskretsen, som består av varmt tappevann og sirkulasjon.

Simulering av varmetap for varmekretsen i sjakt				
Dimensjon (DN)	Rørlengde Tur (meter)	Varmetap Tur - 40°C (kWh)	Rørlengde Retur (meter)	Varmetap Retur - 30°C (kWh)
DN 40	580 m	17 943 kWh	580 m	7665 kWh

Tabell 18 - Simulering av varmetap i sjakt for varmekrets - lavtemperaturanlegg.

Varmetapet fra varmekretsen er på totalt 25 608 kWh, hvor turledningen står for det største varmetapet på 17 943 kWh. Simuleringen av varmetap i sjakt fra tappevannskretsen vises i Tabell 19, hvor det totale varmetapet er 59 505 kWh.

Simulering av varmetap for tappevannskretsen i sjakt				
Dimensjon (DN)	Rørlengde Varmtvann (meter)	Varmetap varmtvann - 65°C (kWh)	Rørlengde sirkulasjon (meter)	Varmetap sirkulasjon - 65°C (kWh)
DN 22	580 m	32 536 kWh	-	-
DN 15	-	-	580 m	26 969 kWh

Tabell 19 - Simulering av varmetap i sjakt for tappevannskrets - lavtemperaturanlegg.

6.4.2 Høytemperaturanlegg

Høytemperaturanlegg og lavtemperaturanlegg vil ha det samme varmetapet i tappevannskretsen, mens det i varmesystemet vil bli forskjeller på grunn av ulik temperatur i mediet. Her vil temperaturen forholdsvis være 80°C på tur, og 40°C på returledningen, noe som også vil føre til at det er en høyere overflatetemperatur i rørets distribusjonsnett. Det er antatt at dimensjonene på høytemperaturanleggets varmekrets vil ligge en dimensjon under lavtemperaturanlegget som beskrevet i kapittel 6.4.1, med samme isolasjonstykkel 30 mm og omgivelsestemperatur på 16°C. Største dimensjon på rør som er brukt i dette tilfellet vil være DN 50. Tabell 20 gir et overblikk av simulerte verdier av varmetapet for tappevannskretsen i parkeringskjeller.

Simulering av varmetap for tappevannskrets				
Dimensjon (DN)	Rørlengde varmtvann (meter)	Varmetap varmt tappevann (65°C)	Rørlengde sirkulasjon (meter)	Varmetap sirkulasjon (737,4 m)
DN 50	203,3 m	20 729 kWh	-	-
DN 40	214,3 m	19 007 kWh	-	-
DN 35	203,3 m	16 649 kWh	-	-
DN 22	116,5 m	7385 kWh	-	-
DN 15	-	-	737,4 m	38 758 kWh
Totalt	737,4 m	63 770 kWh	737,4 m	38 758 kWh

Tabell 20 - Simulering av varmetap for tappevannskrets - høytemperaturanlegg.

Tabell 21 viser simulert varmetap for varmekretsen i parkeringskjelleren dersom det hadde blitt installert et høytemperaturanlegg med samme forutsetninger som referanseanlegget.

Simulering av varmetap for varmekrets i 5 rørssystem 80/40°C				
Dimensjon (DN)	Rørlengde Tur (meter)	Varmetap Tur - 80°C (kWh)	Rørlengde Retur (meter)	Varmetap Retur - 40°C (kWh)
DN 50	528,1 m	72 442 kWh	528,1 m	25 011 kWh
DN 40	181,1 m	21 600 kWh	181,1 m	7469 kWh
DN 28	57 m	5524 kWh	57 m	1915 kWh
DN 22	49,9 m	4250 kWh	49,9 m	1475 kWh
DN 15	70,4 m	4968 kWh	70,4 m	1728 kWh
Totalt	886,5 m	108 784 kWh	886,5 m	37 598 kWh

Tabell 21 - Simulering av varmetap for distribusjonsnett - høytemperaturanlegg.

Under simuleringen av varmetapet i sjakter for høytemperaturanlegget er det gått ut fra at det er samme forutsetninger som for simulering av de andre systemene. Forskjellen fra simulering av lavtemperaturanlegget og dette systemet er at man får et høyere varmetap fra tur- og retur siden medietemperaturen er 80 /40°C, i stedet for 40/30°C. Det totale varmetapet i dette systemet ligger på 248 910 kWh. På grunn av høy temperatur i mediet på varmekretsen vil varmekretsen stå for 146 382 kWh av varmetapet, i motsetning til varmetapet i tappevannskretsen som ligger på 102 528 kWh. Tabell 22 viser simulerte verdier for varmetapet i varmekretsen i sjaktene fra parkeringskjeller og opp til boenhetene.

Simulering av varmetap for varmekretsen i sjakt				
Dimensjon (DN)	Rørlengde Tur (meter)	Varmetap Tur - 80 °C (kWh)	Rørlengde Retur (meter)	Varmetap Retur - 40°C (kWh)
DN 40	580 m	63 313 kWh	580 m	17 943kWh

Tabell 22 - Simulering av varmetap i sjakt for varmekrets - høytemperaturanlegg.

Tabell 23 viser simulerte verdier for varmetapet i tappevannskretsen som går fra parkeringskjeller og opp til boenhetene. Her vil varmetapet i rørnettene komme fra varmtvannsledningen og sirkulasjonsledningen.

Simulering av varmetap for tappevannskretsen i sjakt				
Dimensjon (DN)	Rørlengde Varmtvann (meter)	Varmetap varmtvann - 65°C (kWh)	Rørlengde sirkulasjon (meter)	Varmetap sirkulasjon – 65°C (kWh)
DN 22	580 m	32 536 kWh	-	-
DN 15	-	-	580 m	26 969 kWh

Tabell 23 - Simulering av varmetap i sjakt for tappevannskretsen - høytemperaturanlegg.

6.5 Sammenstilling av simulering

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 tappevannsveksleren 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 24 - Sammenstilling av resultat av simuleringer for varmetap i vannbårne anlegg.

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. Dette utjevner differansene for varmetap i de forskjellige systemene. Dette ville ha ført til et oppsett av varmetap som vist i Tabell 25, som også blir vurdert til at er de riktige tallene å bruke videre i rapporten.

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 25 - Sammenstilling av resultater med lavere driftstid på 5 rørssystem.

6.6 Energiforbruk til fellesarealer

Fra kapittel 6.1 vet vi at det kanalen også har et energiforbruk til oppvarming av fellesarealer. Nå som vi vet hvor mye varmetap anlegget ved Kanalen har i distribusjonsnettet, kan vi enkelt finne hvor mye energi som går til fellesarealene. Ved bruk av formel (10) finner man den resterende energien som ikke er benyttet direkte til romoppvarming i boenhetene ved Kanalen.

$$\text{Levert energi} - \text{Forbrukt energi boenheter} - \text{varmetap} = \text{Forbruk fellesarealer} \quad (10)$$

Gjenstående forbruk som ikke går til direkte oppvarming av varmt tappevann og romoppvarming er 332 917 kWh. Dersom man tar utgangspunkt i det totale varmetapet i distribusjonsnettet ved Kanalen på 243 168 kWh, vil det gjenstå 89 750 kWh som går til oppvarming av felles arealer. For å finne driftstiden til radiatorene i felles arealene kan man bruke formel (11), hvor det også er tatt høyde for at det tas ut 1/3 av effekten på radiatorene.

$$Tid = \frac{\text{Forbruk energi pr år}}{\text{Effekt} * \left(\frac{1}{3}\right)} \quad [\text{timer pr år}] \quad (11)$$

Ved utregning ved hjelp av formel (11) finner vi at radiatorene i fellesarealene har en driftstid på 3835 timer pr år. Dette kan virke sannsynlig på grunn av omkringliggende oppvarmet areal. Dette tilsvarer at radiatorene i fellesarealene blir skrudd av på sommers tid, når det ikke er like stort behov for oppvarming på grunn av andre interne laster i bygget.

6.7 Materialforbruk og kostnader

Fra kapittel 2.9 vet vi at de største kostnadene knyttet til installasjon av vannbårne varmesystemer er henholdsvis for utstyr og distribusjonsnett. For å få et overblikk over hvilke besparelser man har ved materialbruk og arbeidstid for de 4 forskjellige anleggene, blir det i dette kapitlet tatt utgangspunkt i referanseanlegget ved Kanalen. Som en begrensning vil beregningene gjelde for distribusjonsnettet i parkeringsgarasjen og videre opp i sjakt til leiligheter. Beregningene vil gjelde antall meter rør, isolasjon, arbeidstid samt fordelerskap og ferdig installert varmesentral. Prisene i Tabell 26 for materialer og arbeidstid er hentet fra Norsk prisbok 2018 [53].

Kostnadsoverslag indirekte 3 rørssystem					
Dimensjon (DN)	Antall (meter/stk)	Kostnad isolasjon (kr pr meter)	Kostnad rør (kr pr meter)	Arbeidstid (kr pr /m)	Sum kostnad (kr eks mva)
DN 80	290,8 m	159 kr	1056 kr	608 kr	530 128 kr
DN 65	305,8 m	159 kr	817 kr	572 kr	473 378 kr
DN 50	459,6 m	159 kr	305 kr	322 kr	361 245 kr
DN 40	362,2 m	159 kr	250 kr	250 kr	238 689 kr
DN 28	114 m	159 kr	250 kr	229 kr	72 732 kr
DN 22	99,8 m	159 kr	218 kr	215 kr	59 081 kr
DN 15	140,8 m	159 kr	200 kr	215 kr	80 819 kr
Varmesentral	1 stk.				300 000 kr
Fordelerskap	176 stk.				2 288 000 kr
Totalt					4 404 075 kr

Tabell 26 - Kostnadsoverslag distribusjonsnett i p-kjeller for indirekte 3 rørssystem.

Ved installering av et 3 rørssystem, kommer det i tillegg kostnader for fordelerskap til 176 boenheter. Kostnaden for skap og arbeidstid ved Kanalen anslås til å ligge på 2 288 000 kr, hvor hvert skap ligger på 13 000 kr. For det direkte 3 rørssystemet ligger et komplett fordelerskap på cirka 16 500 kr, prisen er litt høyere på grunn av at det også må installeres sikkerhetsventiler og en pumpe i hvert skap som skal sirkulere varmekretsen i boenheten [47]. Det vil også komme en investeringskostnad for varmesentral, for 3 rørssystemet ligger denne prisen på 300 000 kr inkludert arbeid. Kostnader for varmesentral og fordelerskap som er benyttet i referanseanlegget er hentet inn fra K. Lund.

Kostnadsoverslag direkte 3 rørssystem					
Dimensjon (DN)	Total rørlengde (meter)	Kostnad isolasjon	Kostnad rør (kr pr meter)	Arbeidstid	Sum kostnad (kr eks mva)
DN 50	1056,2 m	159 kr	305 kr	322 kr	830 173 kr
DN 40	362 m	159 kr	250 kr	250 kr	238 689 kr
DN 25	114 m	159 kr	250 kr	229 kr	72 732 kr
DN 20	99,8 m	159 kr	218 kr	215 kr	59 081 kr
DN 18	140,8 m	159 kr	200 kr	215 kr	80 819 kr
Varmesentral	1 stk.				300 000 kr
Fordelerskap	176 stk.				2 904 000 kr
Totalt					4 485 495 kr

Tabell 27 - Kostnadsoverslag distribusjonsnett i p-kjeller for direkte 3 rørssystem.

I et 5 rørssystem må det også påberegnes skap til fordeling av tappevann og romvarme. Armaturjonsson leverer ferdig monterte kombiskap til 3600 kr, som vil inneholde fordelere til både tappevann og romvarme [54]. Det vil også komme til en kostnad for varmesentralen. Denne sentralen er større enn hva som trengs til et 3 rørssystem, av den grunn at det trengs to varmevekslere, en veksler for varmekretsen og en veksler til tappevannskretsen. Prisen på varmesentralen inkludert arbeidstid for montering, vil derfor ligge 100 000 kr over varmesentralen for et 3 rørssystem.

Kostnadsoverslag tradisjonelt 5 rørssystem (lavtemperaturanlegg)					
Dimensjon (DN)	Total rørlengde (meter)	Kostnad isolasjon (kr pr meter)	Kostnad rør (kr pr meter)	Arbeidstid (kr pr /m)	Sum kostnad (kr eks mva.)
Varmekrets DN 65	596,6 m	159 kr	817 kr	572 kr	923 536 kr
Varmekrets DN 50	459,6 m	159 kr	305 kr	322 kr	361 245 kr
Varmekrets DN 40	362,2 m	159 kr	250 kr	250 kr	238 689 kr
Varmekrets DN 28	114 m	159 kr	250 kr	229 kr	72 732 kr
Varmekrets DN 22	99,8 m	159 kr	218 kr	215 kr	59 081 kr
Varmekrets DN 15	140,8 m	159 kr	200 kr	215 kr	80 819 kr
Tappevannkrets DN 50	203,3 m	159 kr	305 kr	322 kr	159 793 kr
Tappevannkrets DN 40	214,3 m	159 kr	250 kr	250 kr	141 223 kr
Tappevannkrets DN 35	203,3 m	159 kr	250 kr	229 kr	129 705 kr
Tappevannkrets DN 22	116,5 m	159 kr	218 kr	215 kr	68 968 kr
Sirkulasjonsledning DN 15	737,4 m	159 kr	200 kr	215 kr	423 267 kr
Varmesentral	1 stk.				400 000 kr
Kombiskap	176 stk.				633 600 kr
Totalt					3 692 658 kr

Tabell 28 - Kostnadsoverslag distribusjonsnett i p-kjeller for 5 rørssystem - lavtemp.

For et høytemperaturanlegg vil kostnadene bli noe mindre, dette er fordi anlegget består av mindre dimensjoner. Dette gjør til at også prisen blir lavere, både for materialene og arbeidstiden det tar for å installere rørene. Største dimensjon på høytemperaturanlegget kan man lese ut fra Tabell 29 er DN 50, i motsetning til et lavtemperaturanlegg som har den største dimensjonen på DN 65 som vist i Tabell 28.

Kostnadsoverslag tradisjonelt 5 rørssystem (høytemperaturanlegg)					
Dimensjon (DN)	Total rørlengde (meter)	Kostnad isolasjon (kr pr meter)	Kostnad rør (kr pr meter)	Arbeidstid (kr pr meter)	Sum kostnad (kr eks mva)
Varmekrets DN 50	1056,2 m	159 kr	305 kr	322 kr	830 173 kr
Varmekrets DN 40	362,2 m	159 kr	250 kr	250 kr	238 689 kr
Varmekrets DN 28	114 m	159 kr	250 kr	229 kr	72 732 kr
Varmekrets DN 22	99,8 m	159 kr	218 kr	215 kr	59 081 kr
Varmekrets DN 15	140,8 m	159 kr	200 kr	215 kr	80 819 kr
Tappevannkrets DN 50	203,3 m	159 kr	305 kr	322 kr	159 793 kr
Tappevannkrets DN 40	214,3 m	159 kr	250 kr	250 kr	141 223 kr
Tappevannkrets DN 35	203,3 m	159 kr	250 kr	229 kr	129 705 kr
Tappevannkrets DN 22	116,5 m	159 kr	218 kr	215 kr	68 968 kr
Sirkulasjonsledning DN 15	737,4 m	159 kr	200 kr	215 kr	423 267 kr
Varmesentral	1 stk.				400 000 kr
Kombiskap	176 stk.				633 600 kr
Totalt					3 238 050 kr

Tabell 29 - Kostnadsoverslag distribusjonsnett i p-kjeller for 5 rørssystem – høytemp.

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 distribusjonssystemene i Tabell 30, ser vi at det er en reduksjon på 52% av den totale rørlengden ved å velge et 3 rørssystem i stedet for et 5 rørssystem.

Sammenstilling av materialforbruk for distribusjonssystemene			
	Distribusjonssystem parkeringskjeller (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 30 - Sammenstilling av materialforbruk for distribusjonssystemene.

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 lese ut av Tabell 30, hvor man har en besparelse på cirka 50 % av rør. Ved å sammenligne distribusjonsnett 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.

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 31 - Kostnadsoverslag for distribusjonssystem.

Fra Tabell 32 kan man konstatere at det er en relativt stor differanse når det gjelder kostnader for kun distribusjonsnett. 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 32 - Oppsummering av kostnader for distribusjonssystemene.

7 Tiltak og økonomisk vurdering

7.1 Resultater fra befaring ved referanseanlegget Kanalen

3 rørssystemet installert ved Kanalen er et velfungerende vannbårent varmeanlegg. Det er få feil eller mangler som er nevneverdig. Det som kan nevnes som en utfordring med anlegget som er installert er det ukontrollerte varmetapet i parkeringskjelleren. Under dette kapittelet vil det legges frem forslag til hvilke tiltak som kan innføres for å kunne både redusere og kontrollere varmetapet, og gjøre det vannbårne varmeanlegget til en mer energieffektiv løsning.

1. Under befaring av anlegget ble det observert at store deler av distribusjonsnettets i parkeringskjelleren ikke var isolert forskriftsmessig i henhold til standard. Det var ikke montert isolasjon på sammenføyninger av rør (rilleklemmer), ventiler og rør-reduksjoner som vist i Figur 51. Dette er med på å øke varmetapet i parkeringskjelleren, som igjen vil være med på å øke kostnaden over oppvarming av fellesarealer for beboerne ved Kanalen. Ved en slik forbedring vil det estimert et forbruk på 75 arbeidstimer à 800 kr, og cirka 20 000 kr for isolasjon. Overslag for denne utbedringen vil ligge på cirka 80 000 kroner.



Figur 51 - Dokumentasjon av manglende isolering i parkeringskjeller.

2. Det ble også observert at det var brukt 30 mm mineralull til isolasjon av distribusjonsnettets, som er tilfredsstillende for rørdimensjonene DN 30 til DN 40. Fra Tabell 9 ser vi at dimensjoner mellom DN 50 og DN 125 bør isolasjonstykkelsen ligge mellom 40 og 50 mm, altså en større isolasjonstykkelse enn hva som er brukt på dimensjonene DN 80 og DN 65. Dette kan være med på å redusere varmetapet i distribusjonsnettets. Dersom dette tiltaket skal iverksettes kreves det at all isolasjon som er montert på rørdimensjonene DN80, DN65 og DN50 må demonteres og monteres på nytt. Dette vil gi en kostnad på 198 750 kroner inklusive arbeidstimer.

3. Det kan også være interessant å se nærmere på installasjon av akkumulatortanker, slik at man får redusert kostnaden for levert effekt på fjernvarmesystemet. Pr i dag er det ingen akkumuleringstanker i 3 rørssystemet ved Kanalen. Dette bør installeres slik at man slipper unødig høy kostnad ved høye effekttopper når det er høyt forbruk av romoppvarming eller oppvarming av tappevann. En slik investering vil bestå av akkumulatortanker, materialer, styring av ventiler og arbeidstid. Det antas at den totale investeringskostnaden vil ligge på 190 000 kroner.

7.2 Isolere tilleggsutstyr i distribusjonsnett

Som nevnt i punkt 1 i forrige kapittel er det ikke montert isolasjon på tilleggsutstyr ved distribusjonsnettet i parkeringskjelleren. Når det ikke er montert isolasjon på sammenføyninger og rørdeler, vil dette føre til et økt varmetap og økte kostnader for beboerne ved Kanalen. I simuleringsprogrammet Isodim er det gjort et overslag for varmetapet til tilleggsutstyr i parkeringskjelleren. Det er antatt at det er montert cirka 300 rilleklemmer for sammenføyninger av rør, med en midlere temperatur på 60°C i tur og returledning. Et slikt tiltak vil gi en besparelse i energitap på 77 245 kWh pr år.

7.3 Øke isolasjonstykkelse

Et tiltak som kan være aktuelt for Kanalen er å øke isolasjonstykkelsen på distribusjonsnettet fra 30 mm til 50 mm. Dette fører til at man vil få et redusert varmetap i de største dimensjonene i anlegget som er DN 50, DN 65 og DN 80. Dette vil gi kunne gi et redusert varmetap på 28 889 kWh pr år. Som nevnt i kapittel 4.19 bør et slikt varmesystem isoleres bedre enn hva som er minimumskrav i varmenormen. Tabell 33 viser besparelsen i energitap ved å øke isolasjonstykkelsen fra 30 mm til 50 mm.

Reduksjon i varmetap ved endring av isolasjonstykkelse			
	Varmetap med 30mm isolasjon	Varmetap med 50mm isolasjon	Varmetapbesparelse
DN 80	37 972 kWh	27 388 kWh	10 584 kWh
DN 65	33 605 kWh	25 245 kWh	8360 kWh
DN 50	42 406 kWh	32 461 kWh	9945 kWh
Totalt varmetap			28 889 kWh

Tabell 33 - Reduksjon i varmetap ved endring av isolasjonstykkelse.

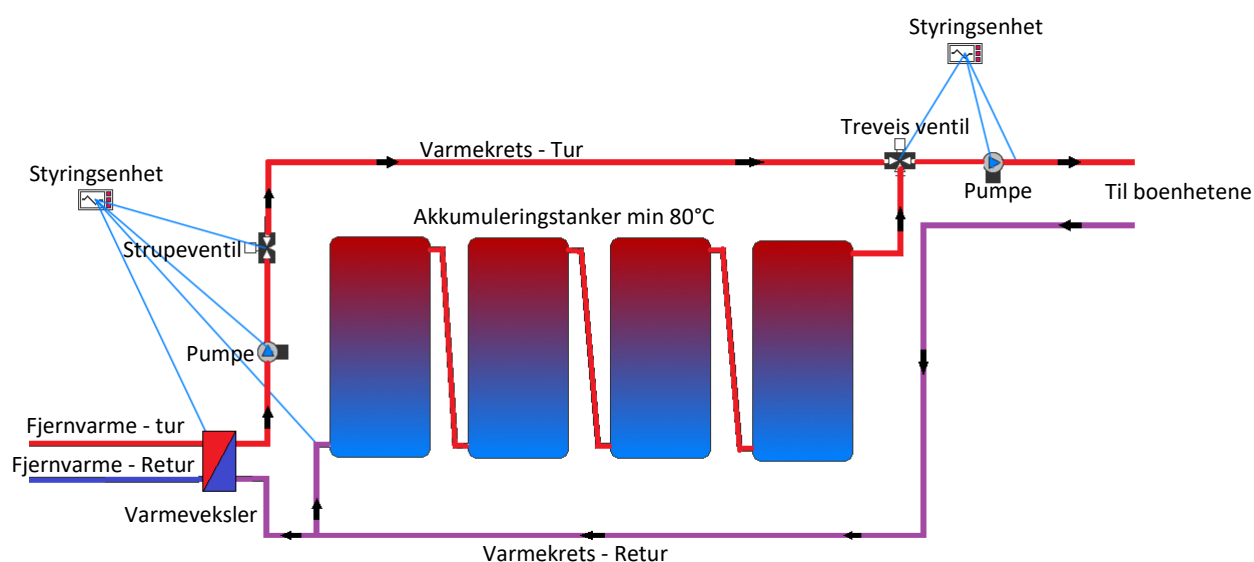
7.4 Installasjon av energimålere

Fra befaring av anlegget ved Kanalen ble det observert at det ikke er noen form for måling av energi som brukes til aerotempere i parkeringskjeller. Dersom man på et senere tidspunkt ønsker å kunne styre energiforbruket i parkeringskjelleren på en mer effektiv måte, vil det å montere energimålere på aerotempere gi et mye bedre bilde av hva som går bort i varmetap eller i rent forbruk til oppvarming av parkeringskjelleren. For å kunne avsløre driftsfeil i anlegget kan det også være et forbedrende tiltak å installere temperaturfølere på distribusjonsnettet, samt en mengdemåler slik at man kan logge både energi og effekt i EOS-systemet.

7.5 Akkumulering av varmt vann i vannbårne varmeanlegg

Akkumulering av varmt vann blir ofte brukt til å jevne ut delastvariasjoner på effekttrinn på varmepumper og kjeler. En annen fordel ved bruk av akkumulering er at man kan utjevne effektbehov og temperaturvariasjoner innenfor timer, døgn eller år, også ved bruk av fjernvarme.

Akkumulering av varmekretsen kan utføres med trykløs innkobling, med en bypasskrets. Her er det viktig at styring av pumper og ventiler er utført riktig i forhold til temperatur og gjennomstrømning, slik at vannet på turledningen følger den minste motstands vei under utladningsperioden. Den akkumulerte vannmengden brukes under perioder hvor det er høyt effektbehov på varmekretsen, slik at man får utjevnet effektforbruket på fjernvarmen. En trykløs innkobling av akkumulatortanker kan utføres som vist i Figur 52.



Figur 52 - Prinsippkisse av trykløs akkumulering i varmekrets.

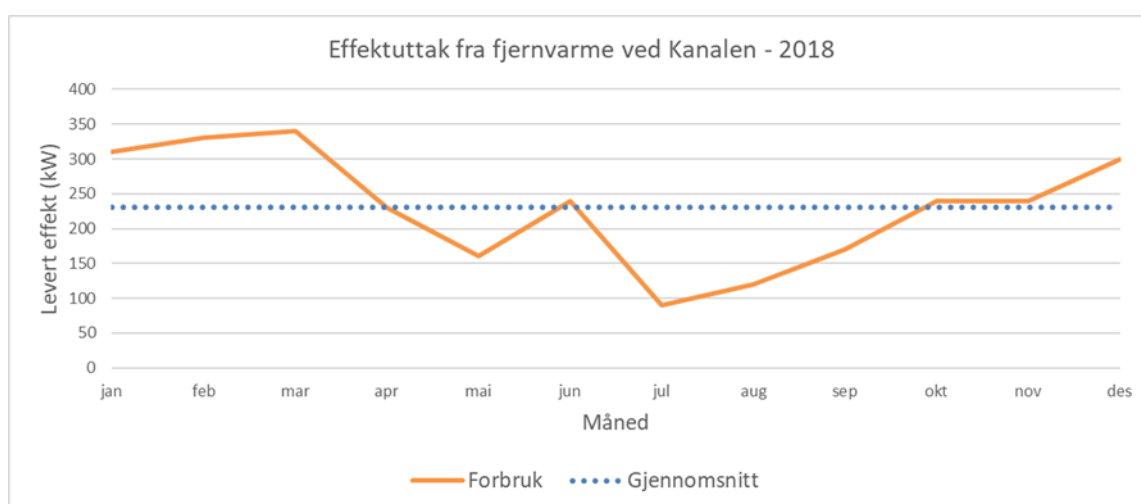
7.6 Effektkostnad fjernvarme

Fra Figur 53 kan man lese at maksimalt målte effekt brukt ved Kanalen fra fjernvarmen i 2018 lå på 340 kW. For å kunne redusere kostnaden for fjernvarmen, bør det vurderes om det skal installeres akkumulatortanker på teknisk rom. Dette gjør at man får utjevnet effekttoppene som blir levert fra fjernvarmen, som igjen vil bidra til å senke effektkostnadene fra Statkraft.

Kostnaden for effekt virker slik at dersom det er en jevn tilføring av effekt gjennom hele året, vil prisen holde seg på det jevne. Dersom det er høye effekttopper i løpet av perioden, vil dette tilføre en ekstra kostnad. Fjernvarmeanleggets høyeste effektuttak gjennom året vil være gjeldene og vil deretter multipliseres med effektprisen. På Nordpoolgroup.com, som er en trading-side hvor både spot-pris og effektpris er oppgitt, var prisen for effekt på fjernvarme i Trondheim i 2018 på cirka 430 kr/kW [55]. Fjernvarmens makseffekt ved Kanalen for 2018 var på 340 kW. Dersom man setter inn disse tallene i formelen under vil beregnet kostnad for effekt i 2018 ligge på 146 200kr.

$$\text{Anleggets makseffekt} * \text{effektpris} = \text{kostnad effekttopper} \quad (12)$$

Fra Figur 53 kan man lese at det midlere effektuttaket ved Kanalen gjennom året 2018 lå på 240 kW. Dersom man hadde installert akkumulatortanker ville man kunne ha redusert effektuttaket med 100 kW, fra 340 kW til 240 kW. Dette ville ha gitt en besparelse på 43 000 kr i løpet av et år dersom man tar utgangspunkt i effektprisen for 2018.



Figur 53 - Uttak av effekt fra fjernvarme ved Kanalen i 2018, hentet fra energiguident.

7.7 Økonomisk analyse

I dette kapittelet vil det foretas en økonomisk analyse av kostnadene fra tiltakene som er nevnt i kapittel 7. Dette gir et bilde på om tiltakene vil lønne seg, og hvor lang tid det vil ta før man tjener inn kostnadene for utbedringene som er oppgitt. Det er 3 tiltak som er satt opp i den økonomiske analysen.

- Tiltak 1 er utbedring av isolering av ventiler og sammenføyninger.
- Tiltak 2 er installering av akkumulatortanker på teknisk rom.
- Tiltak 3 er økning av isolasjonstykkelse fra 30 mm til 50 mm for dimensjonene DN50, DN 65 og DN 80 i distribusjonsnettet i parkeringskjeller.

Totalkostnaden for forbedringer er under dette prosjektet satt til å være 468 750 kr. Investeringskostnadene som er tatt med i denne beregningen antas å kunne gjøre systemet for vannbåren varme mer energieffektivt, slik at man får en besparelse med mindre energitap i distribusjonssystemet og et lavere effektforbruk på fjernvarme. Tabell 34 viser investeringskostnadene for de tiltakene som er listet opp i kapittel 7.1. For fullstendig utregning i regneark se Vedlegg 6 - Økonomisk analyse.

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	5,5
Ny isolasjon for distribusjonssystem	198 750 kr	28 889 kr	9,7
Totalkostnad forbedringer	468 750 kr	149 134 kr	3,7

Tabell 34 - Investeringskostnader for utbedring av distribusjonssystem.

Investeringene som er listet opp vil gi en inntjening av kostnadene på 3,7 år. Tiltakene i kombinasjon vil tydelig gjøre forbedringer når det kommer til reduksjon i varmetap i anlegget, samt mindre forbrukt effekt på fjernvarmen. Dette er tiltak som vil lønne seg på sikt, men forutsetter at distribusjonssystemet med tilleggsutstyr blir isolert etter NS-En 12828. Samtidig er det viktig at både styring- og regulering av ventiler og akkumuleringstanker blir programmert slik at man får en god sjikting av varmt vann i akkumulatortankene.

For å finne inntjeningstiden av disse kostnadene brukes denne formelen:

$$N_0 = \frac{\ln \left[\left(1 - \frac{I_0}{B} * r \right)^{-1} \right]}{\ln(1 + r)} \quad (13)$$

Der:

B= Netto årlig fortjeneste [kr/år]

I_0 = Total investeringskostnad [kr]

r= Kalkulasjonsrente [%]

n= Økonomisk levetid for tiltak [år]

Antatt kalkulasjonsrente på 7 %

Total investeringskostnad = 468 750 kr

Netto årlig besparelse = 149 134 kr

8 Konklusjon

Under dette prosjektet har distribusjonssystemene for vannbåren varme blitt analysert. 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. Simulert varmetap 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

Fra analysen som er gjort under dette prosjektet er det kommet frem til 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. Beregnet 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 har gjennom denne oppgaven også kommet frem til at det er relativt små endringer som skal til for å gjøre anlegget ved Kanalen med energieffektivt. Etter en befaring ved anlegget er det satt ned forslag til enkle tiltak som kan gjøre referanseanlegget mer energieffektivt ved lavere varmetap og effektuttak fra fjernvarmen. 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 vannbårne 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 distribusjonsnett.

Det direkte 3 rørssystemet kommer best ut når det gjelder 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.

Dersom man ønsker et energieffektivt system for vannbåren varme enten med mulighet for gulvvarme eller radiatorer, bør det indirekte 3 rørssystemet eller det tradisjonelle 5 rørssystemet installert som lavtemperaturanlegg vurderes.

Med at det i dag bygges mange nye leilighetsbygg med vannbåren varme til oppvarming, hvor distribusjonsnett som regel føres gjennom parkeringskjellere eller uoppvarmede soner, bør isolering av distribusjonsnett utføres i henhold til minimumskrav og normer. I beste fall bør også distribusjonsnett isoleres med en høyere isolasjonsklasse enn hva minimumskravet tilsier, slik at varmetapet i rørnettet blir redusert mest mulig. Her er det et forbedringspotensial i mange nye og eldre bygg. Ettersom investeringskostnadene har en lav inntjeningstid vil beboerne tjene stort på å optimalisere distribusjonsnett med bedre utført isolering, og høyere isolasjonsklasse.

Mange nye og eldre leilighetsbygg har vannbårne varmesystemer som er dårlig regulerte. Dårlig regulerte anlegg vil føre til unødige høye kostnader når det kommer til effektforbruk på for eksempel fjernvarme. Ved å ha et godt regulert varmeanlegg i en kombinasjon med akkumulatortanker, vil mange boligbygg kunne få redusert sine kostnader på både effektpris og energiforbruk.

9 Referanser

- [1] G. Mathisen, «Advarer mot trerørssystem,» *Norsk VVS*, 08 2018.
- [2] S. G. Kulvik, «Analyse av eksisterende solfangeranlegg ved Scandic hotel Lerkendal,» Narvik, 2017.
- [3] «www.glava.no,» Glava, [Internett]. Available: <https://bprog.glava.no/isodim/>. [Funnet 28 01 2019].
- [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].
- [5] «Norges Arktiske Universitet,» 11 Mars 2019. [Internett]. Available: <https://uit.no/utdanning/emner/emne/590250/ste6230>. [Funnet 07 Mai 2019].
- [6] H. i. O. o. Akershus, «Programplan for masterstudium i energi og miljø i bygg,» 2016. [Internett]. Available: <file:///C:/Users/sku028/Downloads/MAENERGI%202016-2017%20Hel%20og%20deltid.pdf>. [Funnet 1 April 2019].
- [7] «Grillstad Marina,» [Internett]. Available: <http://www.grillstadmarina.no/>. [Funnet 30 01 2019].
- [8] Enova, «Enova,» [Internett]. Available: <https://ems.energimerking.no/BYGNING/ENERGIATTEST.ASPX>. [Funnet 30 01 2019].
- [9] ENOVA, «Enovas byggstatistikk 2007,» 2016. [Internett]. Available: <file:///C:/Users/admin/Downloads/Enovas%20byggstatistikk%202016.pdf>. [Funnet 06 02 2019].
- [10] Eiendomsmegler 1, «www.vimeo.no,» [Internett]. Available: <https://vimeo.com/131629284>. [Funnet 30 01 2019].

- [11] FN, «www.fn.no,» 10 oktober 2018. [Internett]. Available: <https://www.fn.no/Om-FN/Avtaler/Miljoe-og-klima/Parisavtalen>. [Funnet 15 Januar 2019].
- [12] «www.regjeringen.no,» 02 Januar 2019. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2011/sep/energieffektiviseringsdirektivet/id2433307/>. [Funnet 15 01 2019].
- [13] Miljøverndepartementet, «www.regjeringen.no,» 25 April 2012. [Internett]. Available: www.regjeringen.no. [Funnet 01 februar 2019].
- [14] Norges vassdrags- og energidirektorat, «www.nve.no,» Mars 2017. [Internett]. Available: http://publikasjoner.nve.no/rapport/2017/rapport2017_25.pdf. [Funnet 18 01 2019].
- [15] «Statistisk sentralbyrå,» 14 Oktober 2014. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/pa-verdenstoppen-i-bruk-av-strom>. [Funnet 30 01 2019].
- [16] D. spilde, S. Krekling Lien, T. Blikseth Ericson og I. H. Magnussen, «www.nve.no,» April 2018. [Internett]. Available: http://publikasjoner.nve.no/rapport/2018/rapport2018_43.pdf. [Funnet 14 01 2019].
- [17] A. C. Bøeng, «www.ssb.no,» 14 Oktober 2014. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/pa-verdenstoppen-i-bruk-av-strom>. [Funnet 14 01 2019].
- [18] Olje- og energidepartementet, «Energifakta Norge,» 03 01 2019. [Internett]. Available: <https://energifaktanorge.no/norsk-energibruk/energibruken-i-ulike-sektorer/>. [Funnet 21 02 2019].
- [19] L. Ø. Öberg, «www.huseierne.no,» 28 Februar 2018. [Internett]. Available: <https://www.huseierne.no/nyheter/2018/kraftig-prishopp-pa-strom/>. [Funnet 14 01 2018].

- [20] COWI, «Enova,» COWI, Mars 2013. [Internett]. Available: https://www.enova.no/upload_images/380D698AC6CC4A0D98695AC29342ECD.C.pdf. [Funnet 01 Februar 2019].
- [21] Enova, «www.enova.no,» 27 Desember 2016. [Internett]. Available: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/oppgradere-huset/montere-tettelister-/>. [Funnet 16 01 2019].
- [22] «Enova.no,» Enova, 2014. [Internett]. Available: <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/tema/samspill-for-gronn-omradeutvikling/>. [Funnet 18 01 2019].
- [23] DIBK, «www.dibk.no,» 15 September 2017. [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>. [Funnet 17 01 2019].
- [24] «www.lovdatab.no,» 2010. [Internett]. Available: <https://lovdatab.no/forskrift/2010-03-26-489/§14-1>. [Funnet 21 04 2017].
- [25] Direktoratet for byggkvalitet, «www.dibk.no,» 15 September 2017. [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-4/>. [Funnet 15 01 2019].
- [26] SINTEF, ENØK i bygninger, 3. Utgave red., vol. 2016, Gyldendal Norsk Forlag AS.
- [27] SINTEF, «www.husbanken.no,» 01 November 2017. [Internett]. Available: <http://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/Komp/Klimafotspor%20fra%20bygge materialer%20ved%20ambisios%20oppgradering%20av%20boligblokker.pdf>. [Funnet 16 01 2019].
- [28] Varme Normen, vol. 2015, Skarland Press AS.
- [29] D. Zijdemans, Vannbaserte oppvarmins- og kjølesystemer, Asker: Skarland Press, 2014.
- [30] N. SINTEF, Enøk i bygninger - effektiv energibruk, Oslo: Gyldendal Norsk Forlag, 2016, p. 71.
- [31] Norges vassdrag- og energidirektorat, «www.nve.no,» Desember 2014. [Internett]. Available:

- http://publikasjoner.nve.no/rapport/2014/rapport2014_85.pdf. [Funnet 13 Mars 2019].
- [32] L. G. S. G. J. H. Judith Thomsen, «www.sintefbok.no,» SINTEF, 2017. [Internett]. Available:
https://www.sintefbok.no/book/index/1126/evaluering_av_boliger_med_lavt_energibehov_ebile_samlerrapport. [Funnet 14 Mars 2019].
- [33] «VVS-forum,» [Internett]. Available: <https://www.vvsforum.no/2011/vannbaren-varme-er-latterlig-billig/>. [Funnet 05 Mai 2019].
- [34] Multiconsult, «kompetanse innen vannbåren varmesystemer i bygg,» Oslo, 2009.
- [35] Prenøk - Energianlegg i teori og praksis kapittel 10.1, Skarland Press AS, 2010.
- [36] COWI, «Faktastudie - kostnader for elektrisk og vassboren oppvarming,» Trondheim, 2012.
- [37] Krogsveen AS, «www.Krogsveen.no,» 2019. [Internett]. Available:
<https://www.krogsveen.no/prisstatistikk/trondheim>. [Funnet 30 Mars 2019].
- [38] «Statistisk sentralbyrå,» www.ssb.no, 2010. [Internett]. Available:
<https://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/sa125/kap5.pdf>. [Funnet 05 Mai 2019].
- [39] Statkraft, «www.statkraftvarme.no,» [Internett]. Available:
<https://www.statkraftvarme.no/om-statkraftvarme/vareanlegg/norge/trondheim/>. [Funnet 30 01 2019].
- [40] S. byggforsk, «Forenklet anlegg for vannbåren oppvarming av boliger,» 2009.
- [41] Ista Norge AS, «www.ista.com,» [Internett]. Available:
https://www.ista.com/fileadmin/twt_customer/countries/content/Norway/Documents/Produktbrochurer/ultego_3_perfect.pdf. [Funnet 05 02 2019].
- [42] Statkraft, «Tekniske bestemmelser - Bestemmelser for montering av fjernvarmemålere,» [Internett]. Available:
https://www.statkraftvarme.no/globalassets/old-contains-the-old-folder-structure/documents/statkraft-varme-monteringsanvisning-malere_tcm84-19384.pdf. [Funnet 28 02 2019].

- [43] IMI engineering, «www.imi-hydrronics.com,» [Internett]. Available: <https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/nb-no/produkter/balansering-regulering-og-aktuatorer/innreguleringsventiler/innreguleringsventiler/STAF-STAF-SG/6f06e89f-8dc9-4e9c-ab46-5715b7c779be>. [Funnet 13 Mars 2019].
- [44] Thermo, «Termo Varme,» [Internett]. Available: <https://thermo-varme.no/nb/produkter/utg%C3%A5tte-produkter/savana-v-aerotemper-varmtvannsbatteri>. [Funnet 05 03 2019].
- [45] F. Moksnes, «Informasjon angående Kanalen - mailreferanse,» Trondheim, 2019.
- [46] L. Stensaas, Sanitærteknikk, 0130, Oslo: Gyldendal Undervisning, 2009.
- [47] K. Nørstebø, «Dokumentering og evaluering av ny teknisk løsning for vannbåren varme i norske leilighetsbygg,» 2018.
- [48] Kommuneforlaget, Tekniske bestemmelser - Standard abonnementsvilkår for vann og avløp, 1. Utgave red., Oslo: Kommuneforlaget AS, 2010.
- [49] Norsk Vann BA, «Norsk Vann,» 2018. [Internett]. Available: <https://www.norsk vann.no/index.php/vann/ofte-stilte-sporsmal-om-vann/91-forbruk>. [Funnet 22 02 2019].
- [50] E. Bøe, Sentralvarmeanlegg og varmesystemer, NKI forlaget, 2012.
- [51] B. Pedersen og H. Ormestad, «Store Norske leksikon,» 10 September 2018. [Internett]. Available: <https://snl.no/varmeledning>. [Funnet 05 Mai 2019].
- [52] T. Leinum, «Energimerke SIMIEN,» SWECO, 2013.
- [53] Norconsult, Norsk Prisbok 2018, 2018.
- [54] Ahlsell, «www.ahlsell.no,» 2019. [Internett]. Available: <https://www.ahlsell.no/33/vvs-teknisk-produkter>. [Funnet 04 April 2019].
- [55] «www.NordPoolgroup.com,» 2017. [Internett]. Available: <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/NO/Daily1/?view=table>. [Funnet 15 April 2019].

- [56] T. H. Dokka, «www.husbanken.no,» Mars 2012. [Internett]. Available: http://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/Komp/Energieffektive_boliger_2012.pdf. [Funnet 18 01 2019].
- [57] «[Standard.no](http://www.standard.no),» 2013. [Internett]. Available: <http://www.standard.no/nettbutikk/sokeresultater/?search=ns3700%3a2013&subscr=1>. [Funnet 18 01 2019].
- [58] ENOVA, «Enovas byggstatistikk 2016,» 2017. [Internett]. Available: https://www.enova.no/download/?objectPath=upload_images/FEE4C85B3C05418F8DF0C397368C27EB.pdf&filename=Enovas%20byggstatistikk%202016.pdf. [Funnet 30 01 2019].
- [59] Enova, «Energimerking,» [Internett]. Available: <https://ems.energimerking.no/BYGNING/ENERGIATTEST.ASPX>. [Funnet 30 01 2019].
- [60] G. Buset og S. E. Pedersen, Termodynamikk - Grunnlag for ingeniører, Oslo: universitetsforlaget, 1995.
- [61] T. K. Apeland, «www.vvsprefab.no,» 2014.
- [62] L. Antonsen, Interviewee, *Teknisk sjef*. [Intervju]. 29 Mars 2019.
- [63] «Astma og Allergiforbundet,» [Internett]. Available: <https://www.naaf.no/subsites/drift-og-helse/tekniske-losninger/oppvarming/vannbaren-varme/>. [Funnet 05 Mai 2019].

10 Vedlegg

10.1 Vedlegg 1 – Simulering varmetap direkte 3 rørssystem i Isodim



Varmetap



Totalk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referans, persont):

Dimensjoner

Diаметer rørbakke (mm): Høyde karaktorverste (mm):

Lengde rørbakke (m): Filtraler (mm):

Isolasjon lag 1

Glava Rexel Cimpox section ALU: **Omgevissa**

Isolasjonstykkelasse (mm): Innersida Omgevissstempe (°C):

Egendetnet tykkelasse (mm): Uttersida Vindshnigget (mm):

GEL UK varmerovergegnal (mm): GEL UK varmerovergegnal (mm):

Isolasjon lag 2

GLAVEX Fria: **Erverge arengbruk**

Isolasjonstykkelasse (mm): Dristid (min):

Egendetnet tykkelasse (mm): Emvignis pr Wm:

CO2-utslipp (g/Wm): CO2-utslipp (g/Wm):

Valut: NOK

Isolasjon lag 3

GLAVEX Fria: **Utsættis oppning**

Isolasjonstykkelasse (mm): Tilleggsvarmetap for oppning berengnet eller total A.1 ISO 12241

Egendetnet tykkelasse (mm): Utsættis oppning

Beregningstypa

Rør

Strømløst kanal

Radiogulter kanal

Rm, isolert kanal

DM, isolert kanal

Rm, isolert felle

DM, isolert felle

Ombering

Horisontal

Vertikal

Kjæing overfelle isolasjon

Aluminiumfelle:

Egendetnet emvignis:

Beregningstetrum

Varmetap for en gitt isolasjonstykkelasse

Nedre isolasjonstykkelasse ved gitt overfellestempe

Nedre isolasjonstykkelasse ved gitt varmetap

Maks. overfellestempe (°C):

Maks. overfellestempe (°C):

Maks. stitt varmetap (W/m):

Maks. stitt varmetap (W/m):

Nedre isolasjonstykkelasse NSE-EN 1228/D3 4J2

Spillstør eng (0-1):

GEL isolasjonstykkelasse NSE-EN 1228/D3 4J2

Isolasjonstykkelasse (1-5):



Resultat

Overfellestempe:

Varmetap:

Varmetap pr. m² uk. overfelle:

Utsættis varmerovergegnal:

Total varmetap:

Varmetap utslott:

Nærvæing mængde isolering:

Total varmetap utslott:

U_v-verdi:

Arlig energibruk:

Arlig energibruk utslott:

Arlig energikostnad:

Arlig energikostnad utslott:

Arlig CO2-utslipp:

Arlig CO2-utslipp utslott:

Verdi

18.2 °C

1.7 W/m

7.4 W/m²

3.15 W/m²

122 W

7.6 W/m

17.25 m³

533 W

0.12 W/mK

1073 kWh


4662 kWh

658 NOK


3729 NOK

804 kg

3496 kg



Varmetap



Totalk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referans, persont):

Dimensjoner

Diаметer rørbakke (mm): Høyde karaktorverste (mm):

Lengde rørbakke (m): Filtraler (mm):

Isolasjon lag 1

Glava Rexel Cimpox section ALU: **Omgevissa**

Isolasjonstykkelasse (mm): Innersida Omgevissstempe (°C):

Egendetnet tykkelasse (mm): Uttersida Vindshnigget (mm):

GEL UK varmerovergegnal (mm): GEL UK varmerovergegnal (mm):

Isolasjon lag 2

GLAVEX Fria: **Erverge arengbruk**

Isolasjonstykkelasse (mm): Dristid (min):

Egendetnet tykkelasse (mm): Emvignis pr Wm:

CO2-utslipp (g/Wm): CO2-utslipp (g/Wm):

Valut: NOK

Isolasjon lag 3

GLAVEX Fria: **Utsættis oppning**

Isolasjonstykkelasse (mm): Tilleggsvarmetap for oppning berengnet eller total A.1 ISO 12241

Egendetnet tykkelasse (mm): Utsættis oppning

Beregningstypa

Rør

Strømløst kanal

Radiogulter kanal

Rm, isolert kanal

DM, isolert kanal

Rm, isolert felle

DM, isolert felle

Ombering

Horisontal

Vertikal

Kjæing overfelle isolasjon

Aluminiumfelle:

Egendetnet emvignis:

Beregningstetrum

Varmetap for en gitt isolasjonstykkelasse

Nedre isolasjonstykkelasse ved gitt overfellestempe

Nedre isolasjonstykkelasse ved gitt varmetap

Maks. overfellestempe (°C):

Maks. overfellestempe (°C):

Maks. stitt varmetap (W/m):

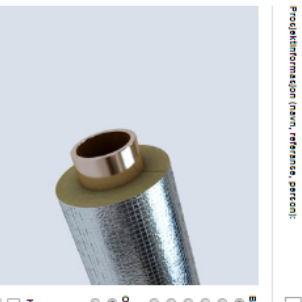
Maks. stitt varmetap (W/m):

Nedre isolasjonstykkelasse NSE-EN 1228/D3 4J2

Spillstør eng (0-1):

GEL isolasjonstykkelasse NSE-EN 1228/D3 4J2

Isolasjonstykkelasse (1-5):



Resultat

Overfellestempe:

Varmetap:

Varmetap pr. m² uk. overfelle:

Utsættis varmerovergegnal:

Total varmetap:

Varmetap utslott:

Nærvæing mængde isolering:

Total varmetap utslott:

U_v-verdi:

Arlig energibruk:

Arlig energibruk utslott:

Arlig energikostnad:

Arlig energikostnad utslott:

Arlig CO2-utslipp:

Verdi

22.5 °C

6.5 W/m

26.7 W/m²

4.08 W/m²

461 W

34.8 W/m

17.25 m³

2448 W

0.13 W/mK

1545 kWh

3228 kWh

17106 NOK

5028 kg

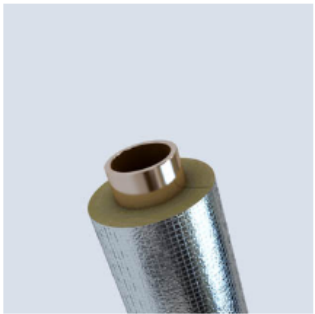
16083 kg



Varmetap ⁷

Isodim®
Tilvækst isolering

Produktinformation (navn, referans, person):



Beregningstype

- Rør
- Stryker kanal
- Rektangulær kanal
- Rinv. isolert kanal
- Udv. isolert flade
- Rinv. isolert flade

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Måling (overflade isolation)

- Aluminiumskole
- Egeindretet emaljevædet

Beregningsekriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nødv. isolasjonstykkel med gitt overfladetem.
- Maks. overfladetemperatur (°C):
- Nødvendig isolasjonstykkel med gitt varmetap
- Maks. tillat varmetap (W/m²):
- Nødv. isolasjonstykkel NSE-EN 12528/D5 452
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel NSE-EN 12528/D5 452
- Isolasjonstykkel (t-d):

Dimensjoner

Diаметer utenfor (mm): Høyde karnevoret (mm):

Langse utenfor (mm): Faltelengde (m²):

Isolasjonsg 1

GLAWA FLEX Flats

Isolasjonstykkel (mm): Innendrs. Omgivelsestemp. (°C):

Egeindretet tykkelse (mm): Utendrs. Vindstetthet (m/s):

Gitt utk. varmeveiringspotensial (W/m²):

Beregne energibruk

Dimensj. (m²): Energipris pr kWh: Ventilert, fester og rønder

GLAWA FLEX Flats

Isolasjonstykkel (mm): CO2-utslipp (g/kWh): Vegg tilleggsuldr: Fenestor

Egeindretet tykkelse (mm): Vullite: Egeindretet

Utsøkte opplegg

Tilleggsvarmetap for opplegg beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Vegg tilleggsuldr: Fenestor

Extr. retningst. (m²): Egeindretet: Egeindretet type:

Antall enheter: Extr. enheter:

Resultater

Overfladetemperatur	18.3 °C
Varmetap	1.9 W/m
Varmetap pr. m ² utv. overflade	7.5 W/m ²
Utvendig varmeveiringspotensial	3.15 W/m ² K
Totalt varmetap	96 W
Varmedata utslett	8.9 W/m
Nødvendig mengde isolering	12.85 m ²
Totalt varmetap utslett	445 W
U _v -verdi	0.14 W/m ² K
Arlig energibruk	840 kWh
Arlig energibruk utslett	3902 kWh
Arlig energioverfor	672 NOK
Arlig energioverfor utslett	3122 NOK
Arlig CO2-utslipp	630 kg
Arlig CO2-utslipp utslett	2926 kg

Resultater

Overfladetemperatur	22.9 °C
Varmetap	7.2 W/m
Varmetap pr. m ² utv. overflade	28.1 W/m ²
Utvendig varmeveiringspotensial	4.05 W/m ² K
Totalt varmetap	361 W
Varmedata utslett	41.0 W/m
Nødvendig mengde isolering	12.85 m ²
Totalt varmetap utslett	2046 W
U _v -verdi	0.15 W/m ² K
Arlig energibruk	3183 kWh
Arlig energibruk utslett	17524 kWh
Arlig energioverfor	2531 NOK
Arlig energioverfor utslett	14339 NOK
Arlig CO2-utslipp	2373 kg
Arlig CO2-utslipp utslett	13443 kg



Varmetap ⁷

Isodim®
Tilvækst isolering

Produktinformation (navn, referans, person):



Beregningstype

- Rør
- Stryker kanal
- Rektangulær kanal
- Rinv. isolert kanal
- Udv. isolert flade
- Rinv. isolert flade

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Måling (overflade isolation)

- Aluminiumskole
- Egeindretet emaljevædet

Beregningsekriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nødv. isolasjonstykkel med gitt overfladetem.
- Maks. overfladetemperatur (°C):
- Nødvendig isolasjonstykkel med gitt varmetap
- Maks. tillat varmetap (W/m²):
- Nødv. isolasjonstykkel NSE-EN 12528/D5 452
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel NSE-EN 12528/D5 452
- Isolasjonstykkel (t-d):

Dimensjoner

Diаметer utenfor (mm): Høyde karnevoret (mm):

Langse utenfor (mm): Faltelengde (m²):

Isolasjonsg 1

GLAWA FLEX Flats

Isolasjonstykkel (mm): Innendrs. Omgivelsestemp. (°C):

Egeindretet tykkelse (mm): Utendrs. Vindstetthet (m/s):

Gitt utk. varmeveiringspotensial (W/m²):

Beregne energibruk

Dimensj. (m²): Energipris pr kWh: Ventilert, fester og rønder

GLAWA FLEX Flats

Isolasjonstykkel (mm): CO2-utslipp (g/kWh): Vegg tilleggsuldr: Fenestor

Egeindretet tykkelse (mm): Vullite: Egeindretet

Utsøkte opplegg

Tilleggsvarmetap for opplegg beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Vegg tilleggsuldr: Fenestor

Extr. retningst. (m²): Egeindretet: Egeindretet type:

Antall enheter: Extr. enheter:

Resultater

Overfladetemperatur	22.9 °C
Varmetap	7.2 W/m
Varmetap pr. m ² utv. overflade	28.1 W/m ²
Utvendig varmeveiringspotensial	4.05 W/m ² K
Totalt varmetap	361 W
Varmedata utslett	41.0 W/m
Nødvendig mengde isolering	12.85 m ²
Totalt varmetap utslett	2046 W
U _v -verdi	0.15 W/m ² K
Arlig energibruk	3183 kWh
Arlig energibruk utslett	17524 kWh
Arlig energioverfor	2531 NOK
Arlig energioverfor utslett	14339 NOK
Arlig CO2-utslipp	2373 kg
Arlig CO2-utslipp utslett	13443 kg

Resultater

Overfladetemperatur	22.9 °C
Varmetap	7.2 W/m
Varmetap pr. m ² utv. overflade	28.1 W/m ²
Utvendig varmeveiringspotensial	4.05 W/m ² K
Totalt varmetap	361 W
Varmedata utslett	41.0 W/m
Nødvendig mengde isolering	12.85 m ²
Totalt varmetap utslett	2046 W
U _v -verdi	0.15 W/m ² K
Arlig energibruk	3183 kWh
Arlig energibruk utslett	17524 kWh
Arlig energioverfor	2531 NOK
Arlig energioverfor utslett	14339 NOK
Arlig CO2-utslipp	2373 kg
Arlig CO2-utslipp utslett	13443 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

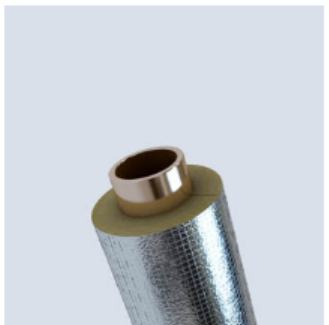


Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert felle
- Innv. isolert felle

Orientering

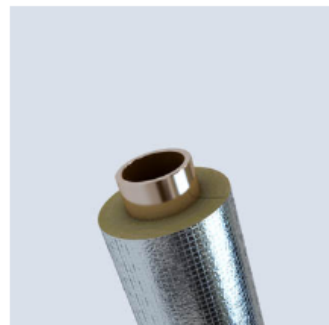
- Horisontal
- Vertikal

Beregningsterm

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Nettv. overflate-temp. (°C):
- Nedre avg. isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. isolasjonstykkel NS-EN 12282/D5 452
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12282/D5 452) isolasjonstykkel (1-5):

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emissivitet:



Beregningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert felle
- Innv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Beregningsterm

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Nettv. overflate-temp. (°C):
- Nedre avg. isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. isolasjonstykkel NS-EN 12282/D5 452
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12282/D5 452) isolasjonstykkel (1-5):

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emissivitet:

Dimensjoner

Diаметr (ekstern) [mm]:

Diаметr (intern) [mm]:

Diаметr (isolert) [mm]:

Høyde kanaloverflate [mm]:

Høyde kanalinnv. [mm]:

Emisivitet isolert:

Bredde kanal [mm]:

Medeltemperatur (°C):

Utemperatur (°C):

Lufttemperatur [m/s]:

Luftfuktighet [%]:

Omgevise

Innendørs

Utenendørs

Gitt utv. varmeovergangskoeff. [W/m²K]:

Beregna energibruk

Drifttid [h/år]:

Energitryk pr kWh:

CO2-utslipp [g/kWh]:

Valuta:

Ventiler, fensler og rensere

Vegv. tilleggsutstyr:

Egendefinert:

Ekv. areal [m²]:

Antall enheter:

Utsicte opplegg

Tilleggsvarmetap for oppheng beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Ekv. areal [m²]:

Antall enheter:

Resultater

Verdi

Overflate-temperatur	18.4 °C
Varmetap	2.2 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	7.9 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	3.14 W/m²K
Tidslitt varmetap	124 W
Varmetap isolert	10.9 W/m
Nettoenergi mengde isolering	15.76 m³
Tidslitt varmetap isolert	622 W
U _v -verdi	0.16 W/m²K
Arlig energibruk	1089 kWh
Arlig energibruk isolert	5447 kWh
Arlig energikostnad	871 NOK
Arlig energikostnad isolert	4356 NOK
Arlig CO2-utslipp	817 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	4085 kg

Dimensjoner

Diаметr (ekstern) [mm]:

Diаметr (intern) [mm]:

Diаметr (isolert) [mm]:

Høyde kanaloverflate [mm]:

Høyde kanalinnv. [mm]:

Emisivitet isolert:

Bredde kanal [mm]:

Medeltemperatur (°C):

Utemperatur (°C):

Lufttemperatur [m/s]:

Luftfuktighet [%]:

Omgevise

Innendørs

Utenendørs

Gitt utv. varmeovergangskoeff. [W/m²K]:

Beregna energibruk

Drifttid [h/år]:

Energitryk pr kWh:

CO2-utslipp [g/kWh]:

Valuta:

Ventiler, fensler og rensere

Vegv. tilleggsutstyr:

Egendefinert:

Ekv. areal [m²]:

Antall enheter:

Utsicte opplegg

Tilleggsvarmetap for oppheng beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Ekv. areal [m²]:

Antall enheter:

Resultater

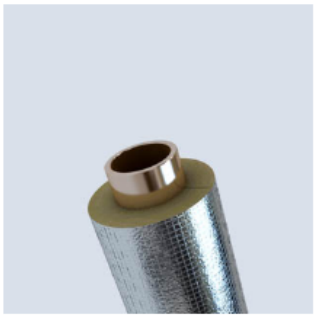
Verdi

Overflate-temperatur	23.3 °C
Varmetap	8.2 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	29.8 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	4.06 W/m²K
Tidslitt varmetap	469 W
Varmetap isolert	50.0 W/m
Nettoenergi mengde isolering	15.76 m³
Tidslitt varmetap isolert	2851 W
U _v -verdi	0.17 W/m²K
Arlig energibruk	4111 kWh
Arlig energibruk isolert	24977 kWh
Arlig energikostnad	3299 NOK
Arlig energikostnad isolert	15981 NOK
Arlig CO2-utslipp	3083 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	18733 kg



Projektfølgelse (navn, referans, person):

Projektfølgelse (navn, referans, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isoleret kanal
- Uvv. isoleret fald
- Innv. isoleret fald

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

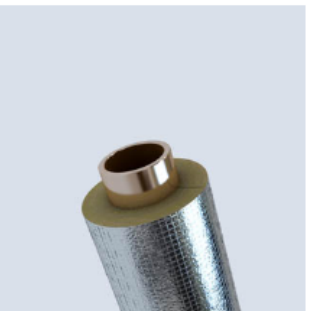
Kledning (overflats isolasjon)

Aluminiumoxide **0.05**

Egendefinert emisivitet: **0.05**

Beregningselementum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflattemp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflattemp. Maks. overflattemperatur (°C):
- Nettoverdig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. isolasjonstykkel NS-EN 12282/D5 452
- Spillfaktor energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12282/D5 452)
- Isolasjonstykkel (1-6):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isoleret kanal
- Uvv. isoleret fald
- Innv. isoleret fald

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflats isolasjon)

Aluminiumoxide **0.05**

Egendefinert emisivitet: **0.05**

Beregningselementum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflattemp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflattemp. Maks. overflattemperatur (°C):
- Nettoverdig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. isolasjonstykkel NS-EN 12282/D5 452
- Spillfaktor energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12282/D5 452)
- Isolasjonstykkel (1-6):

Dimensjoner

Dimensjon rørradiell [mm]: Høyde karakterverdi [mm]:

Lengde rørradiell [m]: Faltelengde [m]: Emisivitet isolert:

Isolasjon lag 1

GLAVA REF. Cimpres Section ALUZ **30** **16** **16** **16**

Isolasjonstykkel [mm]: **2** **2** **2**

Egendefinert tykkelse [mm]: **5** **5** **5**

Opplysning

- Innvendig
- Utvendig
- Gitt uk. varmeovergangstall (W/m²K):

Serregne energibruk

Drivstoff [MJ/t]: **0.8** **0.8**

Energitall pr. kWh: **750** **750**

CO2-utslipp [g/kWh]: **1760** **1760**

Valuta: **NOK** **NOK**

Ventiler, fester og rønder

Vegg tilleggsstyrke: **Energisvar** **Energisvar**

Egendefinert: **Egendefinert** **Egendefinert**

Ekv. veggtykkelse [m]: **1** **1**

Antall enheter: **1** **1**

Dimensjoner

Dimensjon rørradiell [mm]: Høyde karakterverdi [mm]:

Lengde rørradiell [m]: Faltelengde [m]: Emisivitet isolert:

Isolasjon lag 1

GLAVA REF. Cimpres Section ALUZ **30** **16** **16** **16**

Isolasjonstykkel [mm]: **2** **2** **2**

Egendefinert tykkelse [mm]: **5** **5** **5**

Opplysning

- Innvendig
- Utvendig
- Gitt uk. varmeovergangstall (W/m²K):

Serregne energibruk

Drivstoff [MJ/t]: **0.8** **0.8**

Energitall pr. kWh: **750** **750**

CO2-utslipp [g/kWh]: **1760** **1760**

Valuta: **NOK** **NOK**

Ventiler, fester og rønder

Vegg tilleggsstyrke: **Energisvar** **Energisvar**

Egendefinert: **Egendefinert** **Egendefinert**

Ekv. veggtykkelse [m]: **1** **1**

Antall enheter: **1** **1**

Resultater

Overflattemperatur	18.7 °C	Verdi
Varmetap	2.7 W/m	
Varmetap pr. m² ukv. overflate	8.5 W/m²	
Utvendig varmeovergangstall	3.13 W/mK	
Totalt varmetap	482 W	
Varmetap isolert	14.7 W/m	
Nettoverdig energifor isolering	56.88 m³	
Totalt varmetap isolert	2562 W	
Uv-verdi	0.19 W/mK	
Arbeidseffektivitet	4218 kWh	
Arbeidseffektivitet isolert	23315 kWh	
Arbeidseffektivitet	3375 NOK	
Arbeidseffektivitet isolert	18652 NOK	
Arbeid CO2-utslipp	3164 kg	
Arbeid CO2-utslipp isolert	17286 kg	

Resultater

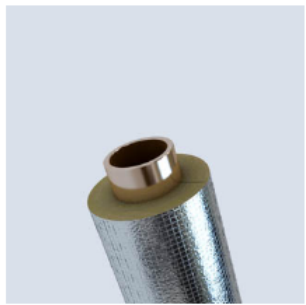
Overflattemperatur	24.0 °C	Verdi
Varmetap	10.1 W/m	
Varmetap pr. m² ukv. overflate	32.2 W/m²	
Utvendig varmeovergangstall	4.02 W/mK	
Totalt varmetap	1824 W	
Varmetap isolert	67.2 W/m	
Nettoverdig energifor isolering	56.89 m³	
Totalt varmetap isolert	12172 W	
Uv-verdi	0.21 W/mK	
Arbeidseffektivitet	16062 kWh	
Arbeidseffektivitet isolert	10628 kWh	
Arbeidseffektivitet	1250 NOK	
Arbeidseffektivitet isolert	65302 NOK	
Arbeid CO2-utslipp	12047 kg	
Arbeid CO2-utslipp isolert	79571 kg	



Varmetap 7

Isodim®
Teknisk isolasjon

Produktinformasjon (navn, referanser, person):



Strømningspropp

- Rør
- Strømløst kanal
- Retningsløst kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert flate
- Innv. isolert talle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Strømningsstrømtrom

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nøst. isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Nøst. overflate-temperatur (T_o)
- Nøstverdig varmeovergangskoeff. ved gitt varmefap
- Nøst. isolasjonstykkel Nf-EN 1228/D5 432
- Spillfaktor energi (0-1)
- Gitt isolasjonstykkel Nf-EN 1228/D5 432
- Isolasjonstykkel (1-6)

Isolering (overflate isolasjon)

Aluminiumfôrel:

Egendefinert enskivstyk:

Dimensjoner

Dimensjon rekaltal [mm]: Høyde karneoverflate [mm]:

Langde endeside [mm]: Faltenside [mm]: Bredde kanal [mm]:

Emisjivitet [m²]:

Isolasjon lag 1

GLAVA Special Citigroup Section ALU2

Isolasjonstykkel [mm]:

Egendefinert tykkelse [mm]:

Opplysninger

- Innendørs
- Utendørs
- Gitt uk. varmeovergangskoeff. [W/m²K]:

Strømningsstrømtrom

Drivkraft [Pa]: Mediumtemperatur (T_o):

Emisjivitet pr. W/m²: Laget til utstyr:

CO₂-utslipp [g/W/m²]: Sidel utstyr:

Valuta:

Isolasjon lag 2

GLAVA/EX Flute

Isolasjonstykkel [mm]:

Egendefinert tykkelse [mm]:

Strømningsstrømtrom

Drivkraft [Pa]: Mediumtemperatur (T_o):

Emisjivitet pr. W/m²: Laget til utstyr:

CO₂-utslipp [g/W/m²]: Sidel utstyr:

Valuta:

Utskivnings opplyng

Tilpassningsmappe for opplyng beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Ekv. referanse [m²]:

Antall enheder:

Resultater

	Verdi
Overflate-temperatur	24.5 °C
Varmefap	11.6 W/m
Varmefap pr. m ² uk. overflate	33.7 W/m ²
Utvendig varmeovergangskoeff.	3.89 W/m ² K
Totalt varmefap	6.147 W
Varmefap utskivert	80.9 W/m
Nøstverdig mengde isolering	182.20 m ²
Totalt varmefap utskivert	42728 W
U _v -verdi	0.24 W/m ² K
Arlig energiforbruk	8582 kWh
Arlig energiforbruk utskivert	374381 kWh
Arlig energiforbruk	43077 NOK
Arlig energiforbruk utskivert	299505 NOK
Arlig CO ₂ -utslipp	40385 kg
Arlig CO ₂ -utslipp utskivert	280786 kg



Varmetap 7

Isodim®
Teknisk isolasjon

Produktinformasjon (navn, referanser, person):



Strømningspropp

- Rør
- Strømløst kanal
- Retningsløst kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert flate
- Innv. isolert talle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Strømningsstrømtrom

- Varmefap for en gitt isolasjonstykkel
- Nøst. isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Nøst. overflate-temperatur (T_o)
- Nøstverdig varmeovergangskoeff. ved gitt varmefap
- Nøst. isolasjonstykkel Nf-EN 1228/D5 432
- Spillfaktor energi (0-1)
- Gitt isolasjonstykkel Nf-EN 1228/D5 432
- Isolasjonstykkel (1-6)

Isolering (overflate isolasjon)

Aluminiumfôrel:

Egendefinert enskivstyk:

Dimensjoner

Dimensjon rekaltal [mm]: Høyde karneoverflate [mm]:

Langde endeside [mm]: Faltenside [mm]: Bredde kanal [mm]:

Emisjivitet [m²]:

Isolasjon lag 1

GLAVA Special Citigroup Section ALU2

Isolasjonstykkel [mm]:

Egendefinert tykkelse [mm]:

Opplysninger

- Innendørs
- Utendørs
- Gitt uk. varmeovergangskoeff. [W/m²K]:

Strømningsstrømtrom

Drivkraft [Pa]: Mediumtemperatur (T_o):

Emisjivitet pr. W/m²: Laget til utstyr:

CO₂-utslipp [g/W/m²]: Sidel utstyr:

Valuta:

Isolasjon lag 2

GLAVA/EX Flute

Isolasjonstykkel [mm]:

Egendefinert tykkelse [mm]:

Strømningsstrømtrom

Drivkraft [Pa]: Mediumtemperatur (T_o):

Emisjivitet pr. W/m²: Laget til utstyr:

CO₂-utslipp [g/W/m²]: Sidel utstyr:

Valuta:

Utskivnings opplyng

Tilpassningsmappe for opplyng beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Ekv. referanse [m²]:

Antall enheder:

Resultater

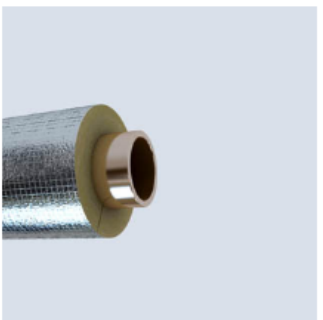
	Verdi
Overflate-temperatur	18.8 °C
Varmefap	3.1 W/m
Varmefap pr. m ² uk. overflate	8.8 W/m ²
Utvendig varmeovergangskoeff.	3.10 W/m ² K
Totalt varmefap	18.11 W
Varmefap utskivert	17.7 W/m
Nøstverdig mengde isolering	182.20 m ²
Totalt varmefap utskivert	3561 W
U _v -verdi	0.22 W/m ² K
Arlig energiforbruk	14114 kWh
Arlig energiforbruk utskivert	82002 kWh
Arlig energiforbruk	11291 NOK
Arlig energiforbruk utskivert	65601 NOK
Arlig CO ₂ -utslipp	10585 kg
Arlig CO ₂ -utslipp utskivert	61501 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, persont):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert felle
- Innv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emissivitet: 0,05

Beregningsekriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nedre, isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Relativt guller kanal
- Maks. overflatetemperatur [°C]: 50
- Nedre, isolasjonstykkel ved gitt varmeflak
- Maks. stillt varmeflak [W/m²]: 10
- Nedre, isolasjonstykkel NS-EN 12821 DS 452
- Sprittaker energi [0-1]: 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12821 DS 452)
- Isolasjonstykkel (1-5): 4

Dimensjoner

Diameter rørrøret [mm]: 40
 Høyde kanalverfelle [mm]: 200
 Lengde rørrøret [m]: 300
 Rørrøret [m]: 10

Isolasjon lag 1

Glass Fibrerul Cimporo Section A12Z
 Isolasjonstykkel [mm]: 30
 Egendefinert tykkelse [mm]: 11

Omgeviste

Innendørs Omgevistemper. [°C]: 22
 Utendørs Vindhastighet [m/s]: 2
 Gitt utk. varmeovergangskoeff. [W/m²K]: 5

Isolasjon lag 2

GLVA/FLEX Felle
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Serregns energibruk

Direkt forbr. 8750
 Energigrp. pr. kWh. 0,8
 CO2-utslipp [g/kWh]: 750
 Vekst: NOK

Utsættelse oppheng

Tilleggsværdier for oppheng beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Varier, felter og rander

Veg. tilleggsstyrk.: Feltene
 Egendefinert
 Ekv. rørlengde [m]: 1
 Antall rørrør: 1

Resultater

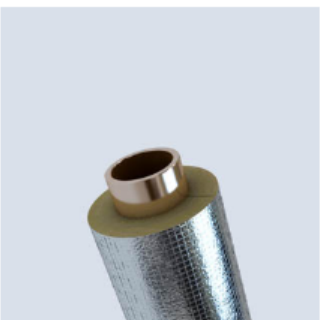
	Verdi
Overflatetemperatur	28,9 °C
Varmetap	9,0 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	28,5 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	4,11 W/m²K
Totalt varmeflak	5199 W
Varmeflak utseent	60,4 W/m
Nærløsting mengde isolering	182,21 m³
Totalt varmeflak utseent	35024 W
U _v -verdi	0,21 W/m²K
Arig energibruk	45543 kWh
Arig energibruk utseent	308611 kWh
Arig energiutslutt	36434 NOK
Arig energiutslutt utseent	245449 NOK
Arig CO2-utslipp	34157 kg
Arig CO2-utslipp utseent	230108 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, persont):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert felle
- Innv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emissivitet: 0,05

Beregningsekriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nedre, isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Relativt guller kanal
- Maks. overflatetemperatur [°C]: 50
- Nedre, isolasjonstykkel ved gitt varmeflak
- Maks. stillt varmeflak [W/m²]: 10
- Nedre, isolasjonstykkel NS-EN 12821 DS 452
- Sprittaker energi [0-1]: 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12821 DS 452)
- Isolasjonstykkel (1-5): 4

Dimensjoner

Diameter rørrøret [mm]: 40
 Høyde kanalverfelle [mm]: 200
 Lengde rørrøret [m]: 500
 Rørrøret [m]: 10

Isolasjon lag 1

Glass Fibrerul Cimporo Section A12Z
 Isolasjonstykkel [mm]: 30
 Egendefinert tykkelse [mm]: 11

Omgeviste

Innendørs Omgevistemper. [°C]: 22
 Utendørs Vindhastighet [m/s]: 2
 Gitt utk. varmeovergangskoeff. [W/m²K]: 5

Isolasjon lag 2

GLVA/FLEX Felle
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Serregns energibruk

Direkt forbr. 8750
 Energigrp. pr. kWh. 0,8
 CO2-utslipp [g/kWh]: 750
 Vekst: NOK

Utsættelse oppheng

Tilleggsværdier for oppheng beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Varier, felter og rander

Veg. tilleggsstyrk.: Feltene
 Egendefinert
 Ekv. rørlengde [m]: 1
 Antall rørrør: 1

Resultater

	Verdi
Overflatetemperatur	24,5 °C
Varmetap	2,5 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	7,9 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	3,10 W/m²K
Totalt varmeflak	1443 W
Varmeflak utseent	13,8 W/m
Nærløsting mengde isolering	182,21 m³
Totalt varmeflak utseent	7979 W
U _v -verdi	0,19 W/m²K
Arig energibruk	12540 kWh
Arig energibruk utseent	69399 kWh
Arig energiutslutt	10112 NOK
Arig energiutslutt utseent	65919 NOK
Arig CO2-utslipp	5480 kg
Arig CO2-utslipp utseent	52424 kg

10.2 Vedlegg 2 – Simulering varmetap indirekte 3 rørssystem i Isodim



Varmetap

Isodim®
Teknisk Isolasjon

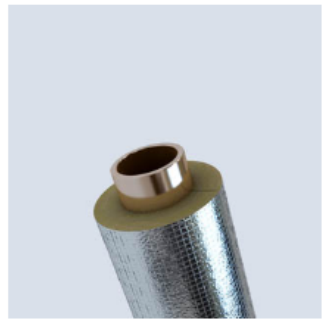


Varmetap

Isodim®
Teknisk Isolasjon

Protektinformasjon (navn, referanse, person):

Protektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstypen

- Rør
- Struktur kanal
- Relatert/relatert kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert felle
- Utv. isolert felle

Orientering

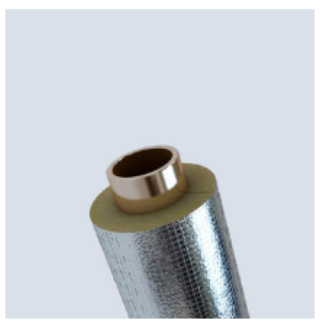
- Horisontal
- Vertikal

Klassing (overflate isolasjon)

Aluminiumoksid Egendefinert emissivitet: 0,05

Beregningsterritorium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. overflateemp. (°C)
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. stillt varmetap (W/m²)
- Nettv. isolasjonstykkel NEN EN 12282/D5 452
- Spillfaktor energi (0-1)
- Gitt isolasjonstykkel (NEN EN 12282/D5 452)
- Isolasjonstykkel (1-6)



Beregningstypen

- Rør
- Struktur kanal
- Relatert/relatert kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert felle
- Utv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Klassing (overflate isolasjon)

Aluminiumoksid Egendefinert emissivitet: 0,05

Beregningsterritorium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. overflateemp. (°C)
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. stillt varmetap (W/m²)
- Nettv. isolasjonstykkel NEN EN 12282/D5 452
- Spillfaktor energi (0-1)
- Gitt isolasjonstykkel (NEN EN 12282/D5 452)
- Isolasjonstykkel (1-6)

Dimensjoner

Diamentr. rørkanal (mm): 15

Langste rørkanal (mm): 70,4

Høyde kanaloverflate (mm): 200

Falshøyde (mm): 10

Bredde kanal (mm): 200

Emissivitet isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

Glava Reflex Cimpox Section ALU2

Isolasjonstykkel (mm): 30

Egendefinert tykkelse (mm): 11

Opplyst

- Innendørs
- Utendørs
- Gitt utv. varmeovergangskoeff. (W/m²K)

Opplysttemp. (°C):

Innendørs: 20

Utendørs: 750

CO2-utslipp (g/kWh):

0,8

750

NOK

Beregne energibruk

Drifttid (h/år): 8760

Energipris pr kWh: 0,8

CO2-utslipp (g/kWh): 750

Valut: NOK

Vindtetthet, fester og ransere

Veg til byggetype: "Energisone"

Egendefinert "egendefinert type"

Ekv. arengjelle (m²): 1

Antall ransere: 1

Dimensjoner

Diamentr. rørkanal (mm): 15

Langste rørkanal (mm): 70,4

Høyde kanaloverflate (mm): 200

Falshøyde (mm): 10

Bredde kanal (mm): 200

Emissivitet isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

Glava Reflex Cimpox Section ALU2

Isolasjonstykkel (mm): 30

Egendefinert tykkelse (mm): 11

Opplyst

- Innendørs
- Utendørs
- Gitt utv. varmeovergangskoeff. (W/m²K)

Opplysttemp. (°C):

Innendørs: 20

Utendørs: 750

CO2-utslipp (g/kWh):

0,8

750

NOK

Beregne energibruk

Drifttid (h/år): 8760

Energipris pr kWh: 0,8

CO2-utslipp (g/kWh): 750

Valut: NOK

Vindtetthet, fester og ransere

Veg til byggetype: "Energisone"

Egendefinert "egendefinert type"

Ekv. arengjelle (m²): 1

Antall ransere: 1

Resultater

Overflatetemperatur	19,3 °C
Varmetap	2,8 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	11,9 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	3,50 W/m²K
Totalt varmetap	197 W
Varmetap isolert	12,4 W/m
Nærvendig merkelig isolering	16,59 m²
Totalt varmetap isolert	876 W
Uv-veid	0,12 W/m²K
Arlig energibruk	1728 kWh
Arlig energibruk isolert	7678 kWh
Arlig energikostnad	1332 NOK
Arlig energikostnad isolert	6142 NOK
Arlig CO2-utslipp	1298 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	5758 kg

Resultater

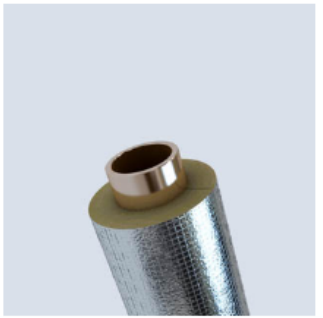
Overflatetemperatur	23,9 °C
Varmetap	8,1 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	34,2 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	4,29 W/m²K
Totalt varmetap	627 W
Varmetap isolert	41,9 W/m
Nærvendig merkelig isolering	16,59 m²
Totalt varmetap isolert	2950 W
Uv-veid	0,13 W/m²K
Arlig energibruk	4988 kWh
Arlig energibruk isolert	25846 kWh
Arlig energikostnad	3974 NOK
Arlig energikostnad isolert	26576 NOK
Arlig CO2-utslipp	3728 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	19384 kg



Varmetap 2

Isodim®
Teknisk isolasjon

Profilbildevisning (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Røstingulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert flate
- Innv. isolert flate

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emaljevakkert

Beregningsekstranum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nøkk. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Maks. overflatetemperatur (°C): 80
- Nærliggende isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nøkk. isolasjonstykkel NS-EN 12281DS 452
- Spinnulær energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12281DS 452)
- Isolasjonstykkel (1-6): 4

Dimensjoner

Diаметer rørbulv (mm): 22

Diаметer rørbulv (mm): 49.9

Heiðe karaktellværdi (mm): 200

Flateareal (m²): 10

Flateareal (m²): 10

Isolasjon lag 1

Glasfiber Cimpoo Section AL2

Isolasjonstykkel (mm): 30

Egendefinert tykkelse (mm): 11

Isolasjon lag 2

GLAVEX Fria

Isolasjonstykkel (mm): 6

Egendefinert tykkelse (mm): 6

Isolasjon lag 3

GLAVEX Fria

Isolasjonstykkel (mm): 6

Egendefinert tykkelse (mm): 6

Utsørris oppheng

Trangsværdi for oppheng beregnet etter tabell A.1 (ISO 12241)

Utsørris (mm): 6

Egendefinert opphengstypa: -

Utsørris oppheng

Trangsværdi for oppheng beregnet etter tabell A.1 (ISO 12241)

Utsørris (mm): 6

Egendefinert opphengstypa: -

Antall enheter: 1

Utsørris oppheng

Trangsværdi for oppheng beregnet etter tabell A.1 (ISO 12241)

Utsørris (mm): 6

Egendefinert opphengstypa: -

Antall enheter: 1

Resultater

Overflatetemperatur: 19.7 °C

Varmetap: 3.4 W/m

Varmetap pr. m² utv. overflate: 13.1 W/m²

Utværdig varmeovergangskoeffisient: 3.51 W/m²K

Totalt varmetap: 168 W

Varmetap utisørris: 17.1 W/m

Nærliggende energisparing: 12.85 m³

Totalt varmetap utisørris: 851 W

U_v-verdi: 0.14 W/m²K

Arbeidseffektivitet: 47% W/m

Arbeidseffektivitet utisørris: 7.458 W/m

Arbeidseffektivitet: 1180 NOK

Arbeidseffektivitet utisørris: 5967 NOK

Arbeidseffektivitet: 1106 kg

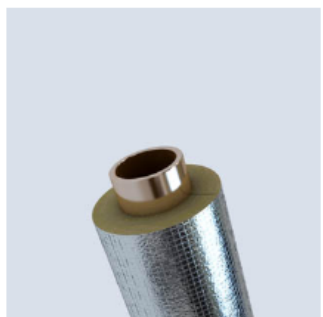
Arbeidseffektivitet utisørris: 5594 kg



Varmetap 2

Isodim®
Teknisk isolasjon

Profilbildevisning (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Røstingulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert flate
- Innv. isolert flate

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emaljevakkert

Beregningsekstranum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nøkk. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Maks. overflatetemperatur (°C): 80
- Nærliggende isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nøkk. isolasjonstykkel NS-EN 12281DS 452
- Spinnulær energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12281DS 452)
- Isolasjonstykkel (1-6): 4

Dimensjoner

Diаметer rørbulv (mm): 22

Diаметer rørbulv (mm): 49.9

Heiðe karaktellværdi (mm): 200

Flateareal (m²): 10

Flateareal (m²): 10

Isolasjon lag 1

Glasfiber Cimpoo Section AL2

Isolasjonstykkel (mm): 30

Egendefinert tykkelse (mm): 11

Isolasjon lag 2

GLAVEX Fria

Isolasjonstykkel (mm): 6

Egendefinert tykkelse (mm): 6

Isolasjon lag 3

GLAVEX Fria

Isolasjonstykkel (mm): 6

Egendefinert tykkelse (mm): 6

Utsørris oppheng

Trangsværdi for oppheng beregnet etter tabell A.1 (ISO 12241)

Utsørris (mm): 6

Egendefinert opphengstypa: -

Utsørris oppheng

Trangsværdi for oppheng beregnet etter tabell A.1 (ISO 12241)

Utsørris (mm): 6

Egendefinert opphengstypa: -

Antall enheter: 1

Utsørris oppheng

Trangsværdi for oppheng beregnet etter tabell A.1 (ISO 12241)

Utsørris (mm): 6

Egendefinert opphengstypa: -

Antall enheter: 1

Resultater

Overflatetemperatur: 24.7 °C

Varmetap: 9.7 W/m

Varmetap pr. m² utv. overflate: 37.7 W/m²

Utværdig varmeovergangskoeffisient: 4.30 W/m²K

Totalt varmetap: 485 W

Varmetap utisørris: 57.4 W/m

Nærliggende energisparing: 12.85 m³

Totalt varmetap utisørris: 2964 W

U_v-verdi: 0.15 W/m²K

Arbeidseffektivitet: 42% W/m

Arbeidseffektivitet utisørris: 2085 W/m

Arbeidseffektivitet: 3400 NOK

Arbeidseffektivitet utisørris: 2008 NOK

Arbeidseffektivitet: 3187 kg

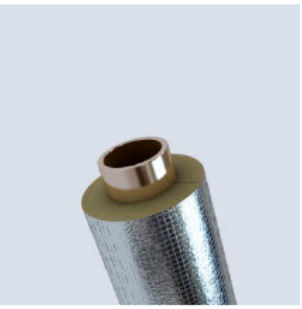
Arbeidseffektivitet utisørris: 18814 kg



Varmetap

Isodim®
Tænk Isolation

Produktinformation (navn, referens, prisen):



Beregningstype

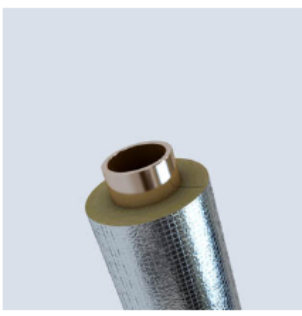
- Rør
- Sylinder kanal
- Rektangulær kanal
- Inv. isoleret kanal
- Udv. isoleret kanal
- Inv. isoleret flade
- Udv. isoleret flade

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Klæbning (overflade isolation)

Aluminiumskive Egendefineret emaljevædt 0,05



Beregningstypen

- Varmetap for en gitt isolationsdybde
- Maks. isolationsdybde ved gitt overfladetemperatur
- Maks. overfladetemperatur (T_{ci})
- Nærberegning isolationsdybde ved gitt varmetap
- Maks. tilladt varmetap (W/m²)
- Maks. isolationsdybde (NS-EN 1228/DIS 452)
- Gitt isolationsklasse (NS-EN 1228/DIS 452)
- Gitt isolationsklasse (1-5)

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Klæbning (overflade isolation)

Aluminiumskive Egendefineret emaljevædt 0,05

Dimensioner

Diameter (nominel) [mm]: Højeke karakteriserende [mm]:

Længde (nominel) [m]: Faldetallet [m²]: Emaljevædt isoleret:

Dimensioner

Diameter (nominel) [mm]: Højeke karakteriserende [mm]:

Længde (nominel) [m]: Faldetallet [m²]: Emaljevædt isoleret:

Isolation No 1

GLAWAFLEX Plus Egendefineret tykkelse [mm]: Egendefineret tykkelse [mm]:

Oplysninger

- Indendørs
- Udendørs
- Gilt til væksteningsregulativ [W/m²]:

Særlige energibøger

Dinvald [hånd]: Energipris pr kWh: CO₂-udslip [g/kWh]: Værdi:

Isolation No 1

GLAWAFLEX Plus Egendefineret tykkelse [mm]: Egendefineret tykkelse [mm]:

Oplysninger

- Indendørs
- Udendørs
- Gilt til væksteningsregulativ [W/m²]:

Særlige energibøger

Dinvald [hånd]: Energipris pr kWh: CO₂-udslip [g/kWh]: Værdi:

Isolation No 2

GLAWAFLEX Plus Egendefineret tykkelse [mm]: Egendefineret tykkelse [mm]:

Udendørs oplysninger

Tragteoplysninger for oplysning beregnet efter tabel A i ISO 12241

Væg tilbagelægning: Egendefineret Egendefineret tykkelse [mm]: Antal enheder:

Isolation No 2

GLAWAFLEX Plus Egendefineret tykkelse [mm]: Egendefineret tykkelse [mm]:

Udendørs oplysninger

Tragteoplysninger for oplysning beregnet efter tabel A i ISO 12241

Væg tilbagelægning: Egendefineret Egendefineret tykkelse [mm]: Antal enheder:

Resultater

Overfladetemperatur: °C

Varmetap: W/m

Varmetap pr. m² uk. overflade: W/m²

Udendørs væksteningsregulativ: W/m²K

Totale varmetap: W

Varmetap isoleret: W/m

Nærberegning med gitt isolering: m²

Totale varmetap isoleret: W

U-værdi: W/m²K

Årlig energibruk: kWh

Årlig energibruk isoleret: kWh

Årlig energikonstant: NOK

Årlig energikonstant isoleret: NOK

Årlig CO₂-udslip: kg

Årlig CO₂-udslip isoleret: kg

Resultater

Overfladetemperatur: °C

Varmetap: W/m

Varmetap pr. m² uk. overflade: W/m²

Udendørs væksteningsregulativ: W/m²K

Totale varmetap: W

Varmetap isoleret: W/m

Nærberegning med gitt isolering: m²

Totale varmetap isoleret: W

U-værdi: W/m²K

Årlig energibruk: kWh

Årlig energibruk isoleret: kWh

Årlig energikonstant: NOK

Årlig energikonstant isoleret: NOK

Årlig CO₂-udslip: kg

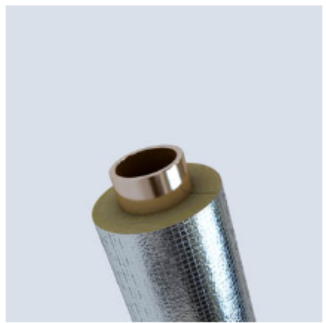
Årlig CO₂-udslip isoleret: kg



Varmetap

Isodim®
Towtek Isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Uttv. isolert kanal
- Innv. isolert felle
- Uttv. isolert felle

Oversiktning

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emaljesvart: 0,05

Beregningsergebnis

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelise
- Nedre isolasjonstykkelise ved gitt overflateemp.
- Maks. overflateemp. (T_{ci}): 30
- Nedre isolasjonstykkelise ved gitt varmefap
- Maks. stat. varmefap (P_{stat}): 10
- Nedre isolasjonstykkelise N5-EN 1282BDS 43Z
- Splittelstør. energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkelise N5-EN 1282BDS 43Z)
- Gitt isolasjonstykkelise (N5-EN 1282BDS 43Z)
- Isolasjonstykkelise (t-ef): 4

Dimensjoner

Diameter retningsnavn [mm]: 40

Langde retningsnavn [m]: 181,1

Høyde karavloventile [mm]: 200

Flatsesatt [mm]: 10

Emaljesvart isolasjon: 0,5

Isolasjon lag 1

GLAVA FLEX F1818

Isolasjonstykkelise [mm]: 30

Egendefinert tykkelise [mm]: 11

Opplysning

- Innvendig
- Utvendig
- Vindretning [mm]: 3
- Gitt utk. varmefapengspall (N5-EN): 5

Serregne energibruk

Direkt. forluf: 8750

Empirigrp. pr kWh: 0,8

CO₂-utslipp [g/kWh]: 750

Verdi: NOK

Utsicerte oppning

Tilleggsvarmetap for oppning beregnet etter tabell A.11 ISO 12241

Egendefinert

Ekv. arengnde [m²]: 1

Antall ender: 1

Verdi

20,2 °C

4,7 W/m

15,0 W/m²

3,47 W/m²

853 W

28,0 W/m

56,89 m²

5073 W

0,20 W/m²

7589 kWh

44442 kWh

5975 NOK

35554 NOK

5602 kg

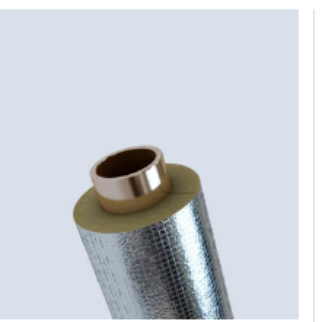
33332 kg



Varmetap

Isodim®
Towtek Isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Uttv. isolert felle
- Innv. isolert felle

Oversiktning

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emaljesvart: 0,05

Beregningsergebnis

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelise
- Nedre isolasjonstykkelise ved gitt overflateemp.
- Maks. overflateemp. (T_{ci}): 30
- Nedre isolasjonstykkelise ved gitt varmefap
- Maks. stat. varmefap (P_{stat}): 10
- Nedre isolasjonstykkelise N5-EN 1282BDS 43Z
- Splittelstør. energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkelise N5-EN 1282BDS 43Z)
- Gitt isolasjonstykkelise (N5-EN 1282BDS 43Z)
- Isolasjonstykkelise (t-ef): 4

Dimensjoner

Diameter retningsnavn [mm]: 40

Langde retningsnavn [m]: 181,1

Høyde karavloventile [mm]: 200

Flatsesatt [mm]: 10

Emaljesvart isolasjon: 0,5

Isolasjon lag 1

GLAVA FLEX F1818

Isolasjonstykkelise [mm]: 30

Egendefinert tykkelise [mm]: 11

Opplysning

- Innvendig
- Utvendig
- Vindretning [mm]: 3
- Gitt utk. varmefapengspall (N5-EN): 5

Serregne energibruk

Direkt. forluf: 8750

Empirigrp. pr kWh: 0,8

CO₂-utslipp [g/kWh]: 750

Verdi: NOK

Utsicerte oppning

Tilleggsvarmetap for oppning beregnet etter tabell A.11 ISO 12241

Egendefinert

Ekv. arengnde [m²]: 1

Antall ender: 1

Verdi

26,2 °C

13,6 W/m

43,3 W/m²

4,26 W/m²

2466 W

94,1 W/m

56,89 m²

17040 W

0,21 W/m²

21600 kWh

149257 kWh

17280 NOK

119414 NOK

16200 kg

111950 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

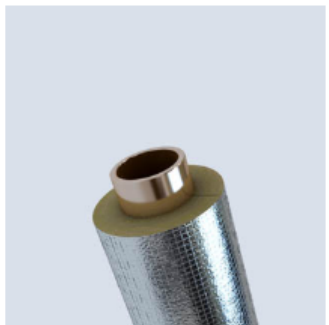


Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sylinder kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert flate
- Utv. isolert flate

Oppsettning

- Horisontal
- Vertikal

Misling (overflate isolasjon)

Aluminiumoxide Egendefinert emissivitet: 0,05

Beregningstrinnum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Rør, isolasjonstykkel ved gitt overflateopp. Maks. overflatetemperatur (°C): 30
- Nedre avgrensning isolasjonstykkel ved gitt varmetap. Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nedre avgrensning isolasjonstykkel ved gitt varmetap. Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nødvendig isolasjonstykkel NS-EN 12282/DS 432
- Sprinkler energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12282/DS 432) isolasjonstykkel (t-δ): 4



Beregningstype

- Rør
- Sylinder kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert flate
- Utv. isolert flate

Oppsettning

- Horisontal
- Vertikal

Misling (overflate isolasjon)

Aluminiumoxide Egendefinert emissivitet: 0,05

Beregningstrinnum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Rør, isolasjonstykkel ved gitt overflateopp. Maks. overflatetemperatur (°C): 30
- Nedre avgrensning isolasjonstykkel ved gitt varmetap. Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nedre avgrensning isolasjonstykkel ved gitt varmetap. Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nødvendig isolasjonstykkel NS-EN 12282/DS 432
- Sprinkler energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12282/DS 432) isolasjonstykkel (t-δ): 4

Dimensjoner

Diameter rørkanal [mm]: 50
 Lengde rørkanal [m]: 229,8
 Flateareal [m²]: 11,0

Isolasjon lag 1

Giava Firexal Cimproq Section ALU2
 Isolasjonstykkel [mm]: 30
 Egendefinert tykkelse [mm]: 11

Isolasjon lag 2

GLWA/FLEX-Flata
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Isolasjon lag 3

GLWA/FLEX-Flata
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Utsørgte oppsettning

Tilleggskomponenter for oppsettning beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Utsørgte oppsettning

Driftstid [hr/d]: 8760
 Energitap pr kWh: 0,8
 CO2-utslipp [g/kWh]: 760
 Vakuul: NOKK

Ventiler, fester og render

Vegv tilleggsdel: Festsensor
 Eks. rørlengde [m]: 1
 Antall enheter: 1

Resultater

Overflatetemperatur	20,5 °C
Varmetap	5,4 W/m
Varmetap pr. m² utk. overflate	15,5 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeffisient	3,44 W/m²K
Totalt varmetap	1242 W
Varmetap isolert	33,8 W/m
Nødvendig mengde isolering	79,41 m³
Totalt varmetap isolert	7756 W
U _v -verdi	0,23 W/mK
Arig energiinnskutt	1888 kWh
Arig energiinnskutt isolert	67944 kWh
Arig energiinnskutt	8707 NOK
Arig energiinnskutt isolert	54395 NOK
Arig CO2-utslipp	8162 kg
Arig CO2-utslipp isolert	50056 kg

Dimensjoner

Diameter rørkanal [mm]: 50
 Lengde rørkanal [m]: 229,8
 Flateareal [m²]: 11,0

Isolasjon lag 1

Giava Firexal Cimproq Section ALU2
 Isolasjonstykkel [mm]: 30
 Egendefinert tykkelse [mm]: 11

Isolasjon lag 2

GLWA/FLEX-Flata
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Isolasjon lag 3

GLWA/FLEX-Flata
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Utsørgte oppsettning

Tilleggskomponenter for oppsettning beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Utsørgte oppsettning

Driftstid [hr/d]: 8760
 Energitap pr kWh: 0,8
 CO2-utslipp [g/kWh]: 760
 Vakuul: NOKK

Ventiler, fester og render

Vegv tilleggsdel: Festsensor
 Eks. rørlengde [m]: 1
 Antall enheter: 1

Resultater

Overflatetemperatur	26,8 °C
Varmetap	15,7 W/m
Varmetap pr. m² utk. overflate	45,3 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeffisient	4,22 W/m²K
Totalt varmetap	3698 W
Varmetap isolert	113,3 W/m
Nødvendig mengde isolering	79,41 m³
Totalt varmetap isolert	26095 W
U _v -verdi	0,24 W/mK
Arig energiinnskutt	31523 kWh
Arig energiinnskutt isolert	228076 kWh
Arig energiinnskutt	26218 NOK
Arig energiinnskutt isolert	182462 NOK
Arig CO2-utslipp	23642 kg
Arig CO2-utslipp isolert	171098 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Profilinformasjon (navn, referans, persoll):

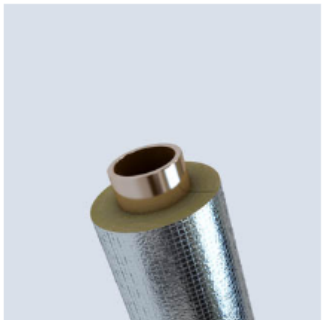
Beregningstype

- Rør
 - Sirkulær kanal
 - Rektangulær kanal
 - Innv. isolert kanal
 - Utv. isolert flate
 - Innv. isolert flate
- Orientering**
- Horisontal
 - Vertikal
- Beregningsterm**
- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
 - Nedre isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
 - Nedre overflatetemperatur (T_{ci})
 - Nedvendig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
 - Maks. stillt varmetap (W/m²)
 - Nedre isolasjonstykkel NSE-EN 1228/D5 4/2
 - Spillfaktor energi (0-1)
 - Gitt isolasjonstykkel (NSE-EN 1228/D5 4/2)
 - Gitt isolasjonstykkel (I-E)

Klassing (overflate isolasjon)

Aluminiumstole

Egendefinert emissivitet:



Dimensjoner

Dimensjon rørvinkel (mm):

Langsgre rørvinkel (mm):

Hevde kanaloverflate (mm):

Faltetavle (mm):

Bredde kanal (mm):

Emissivitet utsidst:

Isolasjon lag 1

Glava Rørsett Cimpro Section ALUZ

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Opplysning

Intensjons Omgivelsestemp. (T_{ci}):

Utendørs Vindhastighet (m/s):

Gitt utv. varmeovergangstal (W/m²K):

Beregne energibruk

Direktid (h:mf):

Energigrp pr. kWh:

CO₂-utslipp (g/kWh):

Verdi:

Utsigtsåpning

Tilleggsmedde for åpning beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsuldr:

Egendefinert <egendefinert type>

Ekv. arengode (m²):

Antal ender:

Resultat

Verdi

Overflatetemperatur	28.0 °C
Varmetap	21.6 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	49.1 W/m²
Utvendig varmeovergangstall	4.09 W/m²K
Totalt varmetap	3140 W
Varmetap utsidst	167.9 W/m
Nærvendig mengde isolering	63.95 m²
Totalt varmetap utsidst	24420 W
U _v -verdi	0.34 W/m²K
Artig energibruk	27758 kWh
Artig energibruk utsidst	213915 kWh
Artig energikostnad	22006 NOK
Artig energikostnad utsidst	171132 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	20631 kg
Artig CO ₂ -utslipp utsidst	160436 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Profilinformasjon (navn, referans, persoll):

Beregningstype

- Rør
 - Sirkulær kanal
 - Rektangulær kanal
 - Innv. isolert kanal
 - Utv. isolert flate
 - Innv. isolert flate
- Orientering**
- Horisontal
 - Vertikal
- Beregningsterm**
- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
 - Nedre isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
 - Nedre overflatetemperatur (T_{ci})
 - Nedvendig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
 - Maks. stillt varmetap (W/m²)
 - Nedre isolasjonstykkel NSE-EN 1228/D5 4/2
 - Spillfaktor energi (0-1)
 - Gitt isolasjonstykkel (NSE-EN 1228/D5 4/2)
 - Gitt isolasjonstykkel (I-E)

Klassing (overflate isolasjon)

Aluminiumstole

Egendefinert emissivitet:



Dimensjoner

Dimensjon rørvinkel (mm):

Langsgre rørvinkel (mm):

Hevde kanaloverflate (mm):

Faltetavle (mm):

Bredde kanal (mm):

Emissivitet utsidst:

Isolasjon lag 1

Glava Rørsett Cimpro Section ALUZ

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Opplysning

Intensjons Omgivelsestemp. (T_{ci}):

Utendørs Vindhastighet (m/s):

Gitt utv. varmeovergangstal (W/m²K):

Beregne energibruk

Direktid (h:mf):

Energigrp pr. kWh:

CO₂-utslipp (g/kWh):

Verdi:

Utsigtsåpning

Tilleggsmedde for åpning beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsuldr:

Egendefinert <egendefinert type>

Ekv. arengode (m²):

Antal ender:

Resultat

Verdi

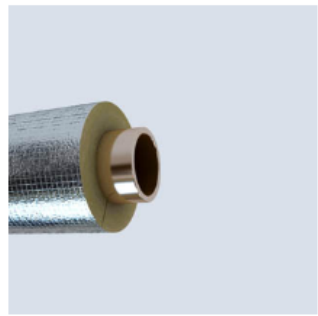
Overflatetemperatur	21.0 °C
Varmetap	7.4 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	16.9 W/m²
Utvendig varmeovergangstall	3.34 W/m²K
Totalt varmetap	1078 W
Varmetap utsidst	50.1 W/m
Nærvendig mengde isolering	63.95 m²
Totalt varmetap utsidst	7283 W
U _v -verdi	0.31 W/m²K
Artig energibruk	6349 kWh
Artig energibruk utsidst	63800 kWh
Artig energikostnad	7556 NOK
Artig energikostnad utsidst	51040 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	7084 kg
Artig CO ₂ -utslipp utsidst	47850 kg



Varmetap

Isodim®
Tømrsk isolation

Projektforsøgsmåling (navn, referens, person):



Beregningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert flade
- Innv. isolert flade

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflade isolation)

- Aluminiumskive
- Egendefineret emaljeskive: 0,05

Beregningstrinnum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overfladetem.
- Nettv. overfladetemperatur (°C): 80
- Nettvedv. isolasjonstykkel ved gitt varmestap
- Nettv. stillt varmestap (W/m): 10
- Nettv. isolasjonstykkel (NS-EN 12281DS 452)
- Splittfor energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12281DS 452)
- Isolasjonstykkel (t-δ): 4

Dimensjoner

Diаметer rørrøret (mm): 40
 Lengde rørrøret (m): 680
 Høyde kledningoverflate (mm): 200
 Flateareal (m²): 10
 Brodder kanal (mm): 200
 Emaljeskive isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

Glava Flexal Composite Section ALU-Z
 Isolasjonstykkel (mm): 30
 Egendefineret tykkelse (mm): 11
 Opplysnings
 Opplysningsstemperatur (°C):
 Utemiddels Vindhastighet (m/s):
 Gitt uk. varmestap (W/m²):
 Nettv. isolasjonstykkel (mm): 9

Isolasjon lag 2

GLAVAFLEX Flats
 Isolasjonstykkel (mm): 6
 Egendefineret tykkelse (mm): 6
 Dinnid (mm): 8760
 Energipris pr kWh: 0,8
 CO2-utslipp (g/kWh): 790
 NOK: NOK

Isolasjon lag 3

GLAVAFLEX Flats
 Isolasjonstykkel (mm): 6
 Egendefineret tykkelse (mm): 6
 Utsicte oppheng
 Tilgjengelig for oppheng benyttet etter tabell A.1 i ISO 12241
 Vegg tilgjengelig: Furu
 Egendefineret opphengstypen: 1
 Eks. referanse (m): 1
 Ansl. enheter: 1

Resultater

Verdi

Overfladetemperatur	25,3 °C
Varmestap	3,5 W/m²
Varmetap pr. m² utk. overflate	11,2 W/m²
Utvendig varmestap	3,45 W/m²K
Totalt varmestap	2048 W
Varmetap isolert	21,0 W/m
Nettoverv. mengde isolering	182,21 m²
Totalt varmestap isolert	12186 W
U_t-verdi	0,20 W/m²K
Arlig energibruk	17943 kWh
Arlig energibruk isolert	106871 kWh
Arlig energikostnad	14355 NOK
Arlig energikostnad isolert	85256 NOK
Arlig CO2-utslipp	13457 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	79928 kg



Varmetap

Isodim®
Tømrsk isolation

Projektforsøgsmåling (navn, referens, person):



Beregningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert flade
- Innv. isolert flade

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflade isolation)

- Aluminiumskive
- Egendefineret emaljeskive: 0,05

Beregningstrinnum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overfladetem.
- Nettv. overfladetemperatur (°C): 50
- Nettvedv. isolasjonstykkel ved gitt varmestap
- Nettv. stillt varmestap (W/m): 10
- Nettv. isolasjonstykkel (NS-EN 12281DS 452)
- Splittfor energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12281DS 452)
- Isolasjonstykkel (t-δ): 4

Dimensjoner

Diаметer rørrøret (mm): 40
 Lengde rørrøret (m): 680
 Høyde kledningoverflate (mm): 200
 Flateareal (m²): 10
 Brodder kanal (mm): 200
 Emaljeskive isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

Glava Flexal Composite Section ALU-Z
 Isolasjonstykkel (mm): 30
 Egendefineret tykkelse (mm): 11
 Opplysnings
 Opplysningsstemperatur (°C):
 Utemiddels Vindhastighet (m/s):
 Gitt uk. varmestap (W/m²):
 Nettv. isolasjonstykkel (mm): 9

Isolasjon lag 2

GLAVAFLEX Flats
 Isolasjonstykkel (mm): 6
 Egendefineret tykkelse (mm): 6
 Dinnid (mm): 8760
 Energipris pr kWh: 0,8
 CO2-utslipp (g/kWh): 790
 NOK: NOK

Isolasjon lag 3

GLAVAFLEX Flats
 Isolasjonstykkel (mm): 6
 Egendefineret tykkelse (mm): 6
 Utsicte oppheng
 Tilgjengelig for oppheng benyttet etter tabell A.1 i ISO 12241
 Vegg tilgjengelig: Furu
 Egendefineret opphengstypen: 1
 Eks. referanse (m): 1
 Ansl. enheter: 1

Resultater

Verdi

Overfladetemperatur	31,1 °C
Varmestap	12,5 W/m²
Varmetap pr. m² utk. overflate	39,7 W/m²
Utvendig varmestap	4,38 W/m²K
Totalt varmestap	7227 W
Varmetap isolert	87,7 W/m
Nettoverv. mengde isolering	182,21 m²
Totalt varmestap isolert	50892 W
U_t-verdi	0,21 W/m²K
Arlig energibruk	63113 kWh
Arlig energibruk isolert	445811 kWh
Arlig energikostnad	50650 NOK
Arlig energikostnad isolert	366649 NOK
Arlig CO2-utslipp	47485 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	33458 kg

10.3 Vedlegg 3 – Simulering varmetap 5 rørssystem – Lavtemp i Isodim

GLAVA
ISOLASJON

Varmetap

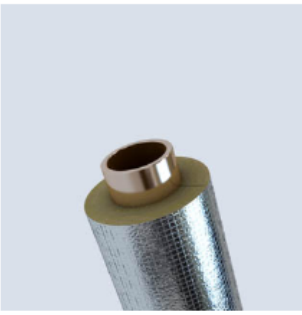
Isodim®
Teknisk isolasjon

GLAVA
ISOLASJON

Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referans, person):



Beregningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert flate
- Innv. isolert flate

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumbelegg
- Egendefinert emaljevær:

Prosjektinformasjon (navn, referans, person):



Beregningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert flate
- Innv. isolert flate

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumbelegg
- Egendefinert emaljevær:

Dimensjoner

Diаметer rørbakke (mm): Høyde kanaloverflate (mm):

Langs rørbakke (m): Flateareal (m²):

Isolasjon lag 1

Glava Rexcell Cimpro Section AL2: Oppsett: Innvendig Oppsetttemper. (°C):

Isolasjonstykkel (mm): Utvendig Vindstetthet (m³/m²):

Egendefinert tykkelse (mm): Gitt uk. varmeveiringskoeff. (W/m²K):

Isolasjon lag 2

GLVA/FLEX Flute: **Beregne energitap**

Isolasjonstykkel (mm): Dimensjon (mm):

Egendefinert tykkelse (mm): Energipris pr kWh:

Valut: CO2-utslipp (g/kWh):

Utslettis opplegg

Utslettis opplegg for oppheng beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Veg tilgjengelyst: Egendefinert

Utslettis opplegg: Egendefinert

Ekv. veggtykkelse (m): Egendefinert

Antall enheter: Egendefinert

Dimensjoner

Diаметer rørbakke (mm): Høyde kanaloverflate (mm):

Langs rørbakke (m): Flateareal (m²):

Isolasjon lag 1

Glava Rexcell Cimpro Section AL2: Oppsett: Innvendig Oppsetttemper. (°C):

Isolasjonstykkel (mm): Utvendig Vindstetthet (m³/m²):

Egendefinert tykkelse (mm): Gitt uk. varmeveiringskoeff. (W/m²K):

Isolasjon lag 2

GLVA/FLEX Flute: **Beregne energitap**

Isolasjonstykkel (mm): Dimensjon (mm):

Egendefinert tykkelse (mm): Energipris pr kWh:

Valut: CO2-utslipp (g/kWh):

Utslettis opplegg

Utslettis opplegg for oppheng beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Veg tilgjengelyst: Egendefinert

Utslettis opplegg: Egendefinert

Ekv. veggtykkelse (m): Egendefinert

Antall enheter: Egendefinert

Resultater

Overflate temperatur	22.9 °C
Varmetap	7.2 W/m
Varmetap pr. m² uk. overflate	281.1 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeff.	4.06 W/m²K
Totalt varmetap	84.3 W
Varmetap isolert	41.0 W/m
Nåværende mengde isolering	30.01 m²
Totalt varmetap isolert	4777 W
U _v -verdi	0.15 W/m²K
Årlig energitap	7385 kWh
Årlig energitap isolert	41846 kWh
Årlig energikostnad	5908 NOK
Årlig CO2-utslipp	33477 NOK
Årlig CO2-utslipp isolert	5539 kg
Årlig CO2-utslipp isolert	31380 kg

Resultater

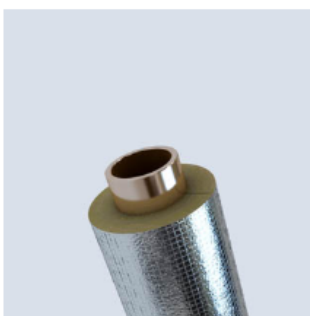
Overflate temperatur	21.7 °C
Varmetap	9.3 W/m
Varmetap pr. m² uk. overflate	31.3 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeff.	4.04 W/m²K
Totalt varmetap	1901 W
Varmetap isolert	60.2 W/m
Nåværende mengde isolering	60.68 m²
Totalt varmetap isolert	12231 W
U _v -verdi	0.19 W/m²K
Årlig energitap	8068 kWh
Årlig energitap isolert	107145 kWh
Årlig energikostnad	13319 NOK
Årlig CO2-utslipp	83716 NOK
Årlig CO2-utslipp	12487 kg
Årlig CO2-utslipp isolert	80319 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk Isolation

Projektføringsinformation (navn, referens, person):



Beregningstype

- Rør
- Stryker kanal
- Rødningsrør kanal
- Rør i isolert kanal
- Udv. isolert kanal
- Udv. isolert fald
- Rør i isolert fald

Omfangning

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overlappende isolasjon)

Aluminiumskoble

Egendefinert emaljelaget: 0,05

Dimensjoner

Diаметer røret/kanal [mm]: Høyde karaktorverndia [mm]:

Lengde røret/kanal [m]: Faltløvsal [m]: Brekke kanal [mm]:

Emaljelaget isolert:

Isolasjon lag 1

Glava Refrasil Composite Section ALUZ: Innendørs Opplysningsstempe [°C]: Medeltemperatur [°C]:

Isolasjonstykkelse [mm]: Utendørs Vindretning [mm]: Luftmotstand [mm]:

Egendefinert tykkelse [mm]: Gitt eks. varmeovergangskoeff. [W/m²K]:

Isolasjon lag 2

GLAVAFLEX Faltla: Beregnet energibehov

Isolasjonstykkelse [mm]: Densitet [kg/m³]:

Egendefinert tykkelse [mm]: Energitrans. pr. kWh: Lagg til utstyr:

Valgte: CO2-utslipp [kg/kWh]: Siste utstyr:

Utsærts opplegg:

Titeloppsett for opplegg beregnet eller tabel A.1 ISO 12241

Veg tilleggsutstyr: Egendefinert Egendefinert

Ekv. areal [m²]: Egendefinert Egendefinert

Antal enheter: Egendefinert Egendefinert

Resultater

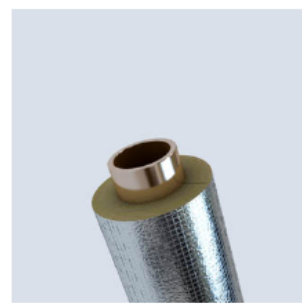
	Verdi
Overflatestemperatur	24.0 °C
Varmetap	10.1 W/m
Varmetap pr. m² eks. overflate	32.2 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	4.02 W/m²K
Totalt varmetap	2170 W
Varmetap isolert	67.2 W
Nærværende mengde isolering	67.22 m³
Totalt varmetap isolert	14404 W
U _e -verdi	0.21 W/mK
Arlig energibehov	19807 kWh
Arlig energibehov isolert	126176 kWh
Arlig energibehov eks.	15306 NOK
Arlig energibehov eks. isolert	100840 NOK
Arlig CO2-utslipp	14255 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	94632 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk Isolation

Projektføringsinformation (navn, referens, person):



Beregningstype

- Rør
- Stryker kanal
- Rødningsrør kanal
- Rør i isolert kanal
- Udv. isolert kanal
- Udv. isolert fald
- Rør i isolert fald

Omfangning

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overlappende isolasjon)

Aluminiumskoble

Egendefinert emaljelaget: 0,05

Dimensjoner

Diаметer røret/kanal [mm]: Høyde karaktorverndia [mm]:

Lengde røret/kanal [m]: Faltløvsal [m]: Brekke kanal [mm]:

Emaljelaget isolert:

Isolasjon lag 1

Glava Refrasil Composite Section ALUZ: Innendørs Opplysningsstempe [°C]: Medeltemperatur [°C]:

Isolasjonstykkelse [mm]: Utendørs Vindretning [mm]: Luftmotstand [mm]:

Egendefinert tykkelse [mm]: Gitt eks. varmeovergangskoeff. [W/m²K]:

Isolasjon lag 2

GLAVAFLEX Faltla: Beregnet energibehov

Isolasjonstykkelse [mm]: Densitet [kg/m³]:

Egendefinert tykkelse [mm]: Energitrans. pr. kWh: Lagg til utstyr:

Valgte: CO2-utslipp [kg/kWh]: Siste utstyr:

Utsærts opplegg:

Titeloppsett for opplegg beregnet eller tabel A.1 ISO 12241

Veg tilleggsutstyr: Egendefinert Egendefinert

Ekv. areal [m²]: Egendefinert Egendefinert

Antal enheter: Egendefinert Egendefinert

Resultater

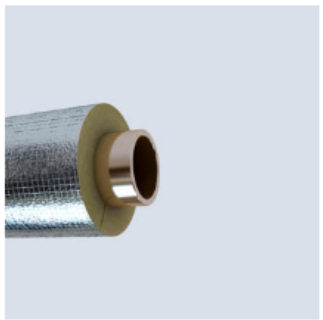
	Verdi
Overflatestemperatur	24.5 °C
Varmetap	11.6 W/m
Varmetap pr. m² eks. overflate	33.7 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	3.89 W/m²K
Totalt varmetap	2366 W
Varmetap isolert	86.9 W/m
Nærværende mengde isolering	70.26 m³
Totalt varmetap isolert	16482 W
U _e -verdi	0.24 W/mK
Arlig energibehov	20729 kWh
Arlig energibehov isolert	144124 kWh
Arlig energibehov eks.	16383 NOK
Arlig energibehov eks. isolert	115299 NOK
Arlig CO2-utslipp	15547 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	108093 kg



Varmetap

Isodim®
Tehnik Isolation

Produktionsinformation (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sylinder kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert flate
- Innv. isolert talle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Isolering (overflate isolasjon)

Aluminiumstokke Egendefinert emaljesvakt: 0,05

Beregningstrinnum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelise
- Maks. isolasjonstykkelise ved gitt overflateemp.
- Maks. overflatestemperatur (T_o): 30
- Nedreverdig isolasjonstykkelise ved gitt varmefap
- Maks. tillatt varmefap (W/m²): 10
- Maks. isolasjonstykkelise NS-EN 12282/DS 452
- Spillfaktor energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkelise (NS-EN 12282/DS 452)
- Isolasjonstykkelise (1-6): 4

Dimensjoner

Diameter rørr kanal [mm]: 22
 Høyde kanaloverflate [mm]: 200
 Lengde rørr kanal [m]: 980
 Flateareal [m²]: 10
 Brekke kanal [mm]: 200
 Emaljesvakt isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

GLAWA EX-Flex Folia Egendefinert tykkelse [mm]: 30
 Egendefinert tykkelse [mm]: 11

Opplysnings

- Innendørs
- Utendørs
- Gitt luk. varmeveirerengstall (W/m²K): 5

Beregne energibruk

Drifttid [t/år]: 8760
 Energigruppr pr kWh: 0,8
 CO₂-utslipp [g/kWh]: 750
 Valuta: NOK

Utslepp av oppvarmingsenergi

Tilleggsvarmetap for oppvarmingsenergi etter tabel A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsutslipp: Ferskvann
 Egendefinert

Utslepp av energi [t/år]: 1
 Utslepp av CO₂ [kg/år]: 1
 Antall enheter: 1

Resultater

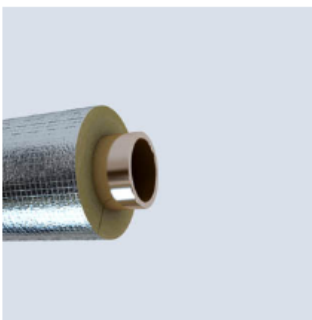
	Verdi
Overflatestemperatur	27,9 °C
Varmetap	6,4 W/m ²
Varmetap pr. m ² lukk. overflate	24,3 W/m ²
Utvendig varmeveirerengstall	4,15 W/m ² K
Totall varmefap	37,4 W
Varmetap utsløst	36,8 W/m
Nedreverdig meredig isolering	149,41 m ²
Totall varmefap utsløst	21364 W
U _t -verdi	0,15 W/m ² K
Arlig energibruk	32336 kWh
Arlig energibruk utsløst	187145 kWh
Arlig energiintensitet	26029 NOK
Arlig energiintensitet utsløst	149716 NOK
Arlig CO ₂ -utslipp	24402 kg
Arlig CO ₂ -utslipp utsløst	140356 kg



Varmetap

Isodim®
Tehnik Isolation

Produktionsinformation (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sylinder kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert flate
- Innv. isolert talle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Isolering (overflate isolasjon)

Aluminiumstokke Egendefinert emaljesvakt: 0,05

Beregningstrinnum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelise
- Maks. isolasjonstykkelise ved gitt overflateemp.
- Maks. overflatestemperatur (T_o): 30
- Nedreverdig isolasjonstykkelise ved gitt varmefap
- Maks. tillatt varmefap (W/m²): 10
- Maks. isolasjonstykkelise NS-EN 12282/DS 452
- Spillfaktor energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkelise (NS-EN 12282/DS 452)
- Isolasjonstykkelise (1-6): 4

Dimensjoner

Diameter rørr kanal [mm]: 15
 Høyde kanaloverflate [mm]: 200
 Lengde rørr kanal [m]: 980
 Flateareal [m²]: 10
 Brekke kanal [mm]: 200
 Emaljesvakt isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

GLAWA EX-Flex Folia Egendefinert tykkelse [mm]: 30
 Egendefinert tykkelse [mm]: 11

Opplysnings

- Innendørs
- Utendørs
- Gitt luk. varmeveirerengstall (W/m²K): 5

Beregne energibruk

Drifttid [t/år]: 8760
 Energigruppr pr kWh: 0,8
 CO₂-utslipp [g/kWh]: 750
 Valuta: NOK

Utslepp av oppvarmingsenergi

Tilleggsvarmetap for oppvarmingsenergi etter tabel A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsutslipp: Ferskvann
 Egendefinert

Utslepp av energi [t/år]: 1
 Utslepp av CO₂ [kg/år]: 1
 Antall enheter: 1

Resultater

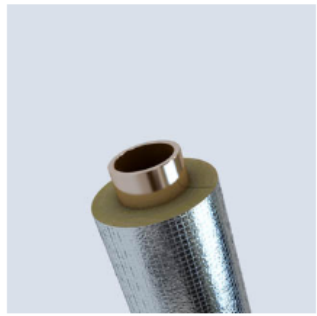
	Verdi
Overflatestemperatur	27,4 °C
Varmetap	5,3 W/m ²
Varmetap pr. m ² lukk. overflate	22,9 W/m ²
Utvendig varmeveirerengstall	4,14 W/m ² K
Totall varmefap	3079 W
Varmetap utsløst	26,9 W/m
Nedreverdig meredig isolering	136,66 m ²
Totall varmefap utsløst	15603 W
U _t -verdi	0,12 W/m ² K
Arlig energibruk	26688 kWh
Arlig energibruk utsløst	136678 kWh
Arlig energiintensitet	21573 NOK
Arlig energiintensitet utsløst	109342 NOK
Arlig CO ₂ -utslipp	20227 kg
Arlig CO ₂ -utslipp utsløst	102509 kg



Varmetap

Isodim®
Tennish isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstypen

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Nærværende isolasjonstypen ved gitt varmestemp.
- Innv. isolert flate
- Innv. isolert kule
- Innv. isolert tube

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflata isolasjon)

Aluminiumfolie Egendefinert emaljevakt: 0,05

Dimensjoner

Dimensjon radial (mm): 15
 Diameter kanal (mm): 70,4
 Lengde kanal (mm): 200
 Høyde kanaloverflate (mm): 10
 Flateareal (m²): 0,5

Isolasjon lag 1

Glava Tennish Cirmpipe Section Auz: 30
 Isolasjonstypen (mm): 11
 Egendefinert tykkelse (mm):

Omgivelse

Innendørs: Omgivelsestemp. (T_{ci}): 16
 Utenendørs: Vindhastighet (mm/s): 2
 Gitt utv. varmeovergangstall (W/m²K): 5

Beregne energibruk

Drivtid (h/år): 6750
 Energitap pr kWh: 0,8
 CO2-utslipp (g/kWh): 720
 Vaku: NOKK

Værlister, fender og verneiser

Veg til byggested: Fenscor
 Tilgjengelig for oppføring beropget eller tabel A.11 ISO 12241
 Ekv. retnings (m): 1
 Ekv. ender: 1

Resultater

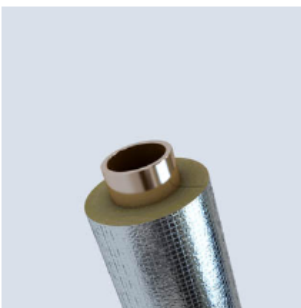
	Verdi
Overflatemperatur	18,1 °C
Varmetap	1,6 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	6,8 W/m²
Utvendig varmeovergangstall	3,14 W/m²K
Totalt varmetap	112 W
Varmedep utsløkt	6,5 W/m
Nærværende mengde isolering	16,59 m³
Totalt varmedep utsløkt	426 W
U _v -verdi	0,11 W/mK
Årlig energibruk	888 kWh
Årlig energibruk utsløkt	4010 kWh
Årlig energioverfor	788 NOKK
Årlig energioverfor utsløkt	3208 NOKK
Årlig CO2-utslipp	739 kg
Årlig CO2-utslipp utsløkt	3088 kg



Varmetap

Isodim®
Tennish isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstypen

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Nærværende isolasjonstypen ved gitt varmestemp.
- Innv. isolert flate
- Innv. isolert kule
- Innv. isolert tube

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflata isolasjon)

Aluminiumfolie Egendefinert emaljevakt: 0,05

Dimensjoner

Dimensjon radial (mm): 15
 Diameter kanal (mm): 70,4
 Lengde kanal (mm): 200
 Høyde kanaloverflate (mm): 10
 Flateareal (m²): 0,5

Isolasjon lag 1

Glava Tennish Cirmpipe Section Auz: 30
 Isolasjonstypen (mm): 11
 Egendefinert tykkelse (mm):

Omgivelse

Innendørs: Omgivelsestemp. (T_{ci}): 16
 Utenendørs: Vindhastighet (mm/s): 2
 Gitt utv. varmeovergangstall (W/m²K): 5

Beregne energibruk

Drivtid (h/år): 6750
 Energitap pr kWh: 0,8
 CO2-utslipp (g/kWh): 720
 Vaku: NOKK

Værlister, fender og verneiser

Veg til byggested: Fenscor
 Tilgjengelig for oppføring beropget eller tabel A.11 ISO 12241
 Ekv. retnings (m): 1
 Ekv. ender: 1

Resultater

	Verdi
Overflatemperatur	19,3 °C
Varmetap	2,8 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	11,9 W/m²
Utvendig varmeovergangstall	3,50 W/m²K
Totalt varmetap	197 W
Varmedep utsløkt	12,4 W/m
Nærværende mengde isolering	16,59 m³
Totalt varmedep utsløkt	576 W
U _v -verdi	0,12 W/mK
Årlig energibruk	1728 kWh
Årlig energibruk utsløkt	7678 kWh
Årlig energioverfor	1382 NOKK
Årlig energioverfor utsløkt	6142 NOKK
Årlig CO2-utslipp	1296 kg
Årlig CO2-utslipp utsløkt	5798 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk Isolation

Projektforklaring (navn, referense, person):

Beregningstype

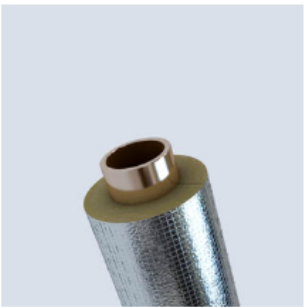
- Rør
- Struktur kanal
- Rødningsrør kanal
- Invv. isolert kanal
- Invv. isolert fald
- Invv. isolert fald
- Invv. isolert fald

Orientering

- Horisontal
- Vertikal
- Isolationsklasse (1-4):

Kledning (overflade isolation)

- Aluminiumblek
- Egendefineret emaljevækt



Dimensioner

Diameter rørdiameter [mm]: Højde kanaloverflade [mm]:
 Længde rørdiameter [m]: Faldetallet [m%]: Emaljevækt isoleret:

Isolation lag 1

Glava Special Cimpox Section ALUZ Omgivelses Imidlertid Omgivelsestemp. [°C]:
 Isolationsdykkelse [mm]: Underens Vindhastighed [m/s]:
 Egendefineret tykkelse [mm]: Går ikke sammen med omgivelser [W/m²K]:

Isolation lag 2

GLAVIA EX Folia Beregnes energiboks Dimsid [mm]:
 Isolationsdykkelse [mm]: Energitrans pr kWh:
 Egendefineret tykkelse [mm]: CO2-udslip [g/kWh]:
 Valuta:

Isolation lag 3

GLAVIA EX Folia Udsætte opbygning Væg tilgængelighed:
 Isolationsdykkelse [mm]: Tilbageværdi for opbygning beregnet efter tabel A.1 i ISO 12241 Egendefineret
 Egendefineret tykkelse [mm]: Eks. aret [m²]: Antal enheder:

Resultater

Værdi

Overfladetemperatur	18.4 °C
Varmetap	2.2 W/m
Varmetap pr. m² ulk overflade	7.9 W/m²
Uværdig varmeovergangstal	3.14 W/mK
Totalt varmetap	12.4 W
Varmetap isoleret	10.9 W/m
Nærværdig energifor isolation	15.76 m³
Totalt varmetap isoleret	622 W
U _v -værdi	0.16 W/mK
Årlig energiforbrug	1089 kWh
Årlig energiforbrug isoleret	5447 kWh
Årlig energiforbrug	871 NOK
Årlig energiforbrug isoleret	4388 NOK
Årlig CO2-udslip	817 kg
Årlig CO2-udslip isoleret	4085 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk Isolation

Projektforklaring (navn, referense, person):

Beregningstype

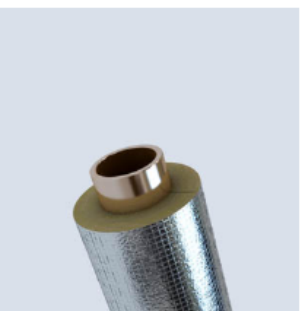
- Rør
- Struktur kanal
- Rødningsrør kanal
- Invv. isolert kanal
- Invv. isolert fald
- Invv. isolert fald
- Invv. isolert fald

Orientering

- Horisontal
- Vertikal
- Isolationsklasse (1-4):

Kledning (overflade isolation)

- Aluminiumblek
- Egendefineret emaljevækt



Dimensioner

Diameter rørdiameter [mm]: Højde kanaloverflade [mm]:
 Længde rørdiameter [m]: Faldetallet [m%]: Emaljevækt isoleret:

Isolation lag 1

Glava Special Cimpox Section ALUZ Omgivelses Imidlertid Omgivelsestemp. [°C]:
 Isolationsdykkelse [mm]: Underens Vindhastighed [m/s]:
 Egendefineret tykkelse [mm]: Går ikke sammen med omgivelser [W/m²K]:

Isolation lag 2

GLAVIA EX Folia Beregnes energiboks Dimsid [mm]:
 Isolationsdykkelse [mm]: Energitrans pr kWh:
 Egendefineret tykkelse [mm]: CO2-udslip [g/kWh]:
 Valuta:

Isolation lag 3

GLAVIA EX Folia Udsætte opbygning Væg tilgængelighed:
 Isolationsdykkelse [mm]: Tilbageværdi for opbygning beregnet efter tabel A.1 i ISO 12241 Egendefineret
 Egendefineret tykkelse [mm]: Eks. aret [m²]: Antal enheder:

Resultater

Værdi

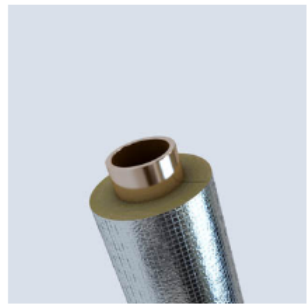
Overfladetemperatur	15.9 °C
Varmetap	3.8 W/m
Varmetap pr. m² ulk overflade	13.9 W/m²
Uværdig varmeovergangstal	3.50 W/mK
Totalt varmetap	219 W
Varmetap isoleret	20.8 W/m
Nærværdig energifor isolation	15.76 m³
Totalt varmetap isoleret	1187 W
U _v -værdi	0.16 W/mK
Årlig energiforbrug	1915 kWh
Årlig energiforbrug isoleret	10400 kWh
Årlig energiforbrug	1532 NOK
Årlig energiforbrug isoleret	8320 NOK
Årlig CO2-udslip	1436 kg
Årlig CO2-udslip isoleret	7800 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstypa

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert flate
- Innv. isolert tårn

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Klassing (overflate isolasjon)

Aluminiumklasse:

Egendefinert emissivitet:

Beregningsterm

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp. Maks. overflatetemperatur (°C):
- Nettverdig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap Maks. tillatt varmetap (W/m²):
- Nettv. isolasjonstykkel NEN-EN 12321 DS 432
- Spillfaktor energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NEN-EN 12321 DS 432)
- Gitt isolasjonstykkel (1-6):

Dimensjoner

Diаметer ertubul (mm):

Langde rertubul (m):

Faktor:

Isolasjon kg 1

GLAVA REFLEX Folia

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Opplysning

- Innvendig
- Utvendig
- Gitt uk. varmeovergangskoeff. (W/m²K):

Beregnet energitap

Drivkraft (Pa):

Energitap pr. kWh:

CO2-utslipp (g/kWh):

Valuta:

Utslektets oppring

Tilleggsvarenetap for oppringing beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Veg til byggetilf.:

Egendefinert:

Exv. rengjøde (m):

Antall enheter:

Resultater

Overflatetemperatur:

Varmetap:

Varmetap pr. m² uk. overflate:

Utvendig varmeovergangskoeff.:

Totalt varmetap:

Varmetap utsløkt:

Nettoverdig mengde isolering:

Totalt varmetap utsløkt:

U_v-verdi:

Arbeidseffektivitet:

Arbeidseffektivitet utsløkt:

Arbeidseffektivitet:

Arbeidseffektivitet utsløkt:

Arbeid CO2-utslipp:

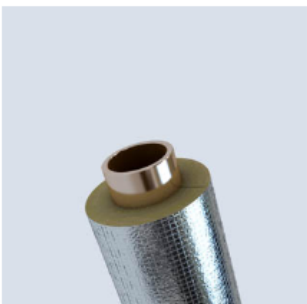
Arbeid CO2-utslipp utsløkt:



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstypa

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert flate
- Innv. isolert tårn

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Klassing (overflate isolasjon)

Aluminiumklasse:

Egendefinert emissivitet:

Beregningsterm

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp. Maks. overflatetemperatur (°C):
- Nettverdig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap Maks. tillatt varmetap (W/m²):
- Nettv. isolasjonstykkel NEN-EN 12321 DS 432
- Spillfaktor energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NEN-EN 12321 DS 432)
- Gitt isolasjonstykkel (1-6):

Dimensjoner

Diаметer ertubul (mm):

Langde rertubul (m):

Faktor:

Isolasjon kg 1

GLAVA REFLEX Folia

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Opplysning

- Innvendig
- Utvendig
- Gitt uk. varmeovergangskoeff. (W/m²K):

Beregnet energitap

Drivkraft (Pa):

Energitap pr. kWh:

CO2-utslipp (g/kWh):

Valuta:

Utslektets oppring

Tilleggsvarenetap for oppringing beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Veg til byggetilf.:

Egendefinert:

Exv. rengjøde (m):

Antall enheter:

Resultater

Overflatetemperatur:

Varmetap:

Varmetap pr. m² uk. overflate:

Utvendig varmeovergangskoeff.:

Totalt varmetap:

Varmetap utsløkt:

Nettoverdig mengde isolering:

Totalt varmetap utsløkt:

U_v-verdi:

Arbeidseffektivitet:

Arbeidseffektivitet utsløkt:

Arbeidseffektivitet:

Arbeidseffektivitet utsløkt:

Arbeid CO2-utslipp:

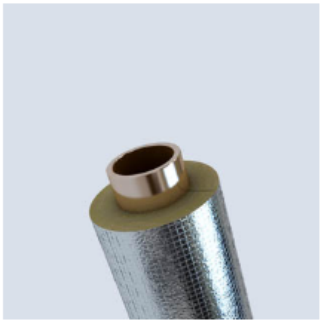
Arbeid CO2-utslipp utsløkt:



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstypa

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Innv. isolert felle
- Innv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emaljesvakt: 0,05

Beregningstilkenn

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nedre isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nedre overflateemp. (°C): 30
- Nedre isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nedre isolasjonstykkel N(SEN 1282BDS 452)
- Spillfaktor energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (N(SEN 1282BDS 452))
- Isolasjonstykkel (t-ef): 4

Dimensjoner

Diameter rørkanal (mm): 40

Heiye kanaloverflate (mm): 200

Langde rørkanal (m): 181,1

Faltelast (mm): 10

Isolasjon lag 1

GLAVIA Flex Fibra

Isolasjonstykkel (mm): 30

Egendefinert tykkelse (mm): 11

Opplysnings

- Innleders
- Utleiders
- Gitt uk. varmeovergangstall (W/m²K):

Beregne energitap

Driftstid (h/år): 8760

Energipris pr kWh: 0,8

CO2-utslipp (g/kWh): 750

Valuta: NOK

Utslechts opening

Tilleggsmåttid for opening beregnet etter tabell A.11 ISO 12241

Veg tilleggsutdyr

- Egendefinert
- Eks. antagelse (m): 1
- Antall enheter: 1

Veg tilleggsutdyr

Finansier: Egendefinert

Finansieringstype: Eks. antagelse (m): 1

Antall enheter: 1

Resultater

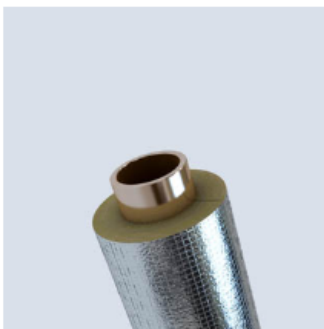
	Verdi
Overflatetemperatur	18,7 °C
Varmetap	2,7 W/m
Varmetap pr. m² uk. overflate	8,5 W/m²
Utvendig varmeovergangstall	3,13 W/m²K
Totalt varmetap	482 W
Varmetap isolert	14,7 W/m
Nødvendig mengde isolering	56,89 m²
Totalt varmetap isolert	2662 W
U _v -verdi	0,19 W/m²K
Arig energibruk	4218 kWh
Arig energibruk isolert	23315 kWh
Arig energiintensitet	3375 NOK
Arig energiintensitet isolert	18652 NOK
Arig CO2-utslipp	3164 kg
Arig CO2-utslipp isolert	17486 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstypa

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Innv. isolert felle
- Innv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emaljesvakt: 0,05

Beregningstilkenn

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nedre isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nedre overflateemp. (°C): 30
- Nedre isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nedre isolasjonstykkel N(SEN 1282BDS 452)
- Spillfaktor energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (N(SEN 1282BDS 452))
- Isolasjonstykkel (t-ef): 4

Dimensjoner

Diameter rørkanal (mm): 40

Heiye kanaloverflate (mm): 200

Langde rørkanal (m): 181,1

Faltelast (mm): 10

Isolasjon lag 1

GLAVIA Flex Fibra

Isolasjonstykkel (mm): 30

Egendefinert tykkelse (mm): 11

Opplysnings

- Innleders
- Utleiders
- Gitt uk. varmeovergangstall (W/m²K):

Beregne energitap

Driftstid (h/år): 8760

Energipris pr kWh: 0,8

CO2-utslipp (g/kWh): 750

Valuta: NOK

Utslechts opening

Tilleggsmåttid for opening beregnet etter tabell A.11 ISO 12241

Veg tilleggsutdyr

- Egendefinert
- Eks. antagelse (m): 1
- Antall enheter: 1

Veg tilleggsutdyr

Finansier: Egendefinert

Finansieringstype: Eks. antagelse (m): 1

Antall enheter: 1

Resultater

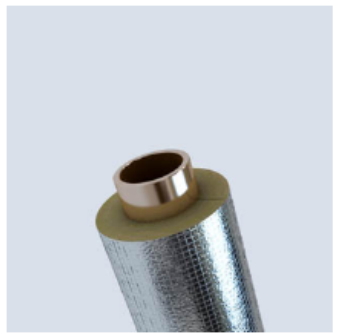
	Verdi
Overflatetemperatur	20,2 °C
Varmetap	4,7 W/m
Varmetap pr. m² uk. overflate	15,0 W/m²
Utvendig varmeovergangstall	3,47 W/m²K
Totalt varmetap	853 W
Varmetap isolert	28,0 W/m
Nødvendig mengde isolering	56,89 m²
Totalt varmetap isolert	9073 W
U _v -verdi	0,20 W/m²K
Arig energibruk	7469 kWh
Arig energibruk isolert	4442 kWh
Arig energiintensitet	5975 NOK
Arig energiintensitet isolert	36554 NOK
Arig CO2-utslipp	5602 kg
Arig CO2-utslipp isolert	3332 kg



Varmetap

Isodim®
Tehnik Isolation

Projektförskning (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Hmv. Isoleret kanal
- Udv. Isoleret fald
- Hmv. Isoleret fald

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Beregningsekriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelise
- Nødv. isolasjonstykkelise ved gitt overflate-temp.
- Maks. overflate-temperatur (T_{CF}):
- Nødvendig isolasjonstykkelise ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m):
- Nødv. isolasjonstykkelise NSE-EN 12828/D5 452
- Splitfaktor energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkelise NSE-EN 12828/D5 452
- Isolasjonstykkelise (t-d):

Kledning (overflate isolasjon)

Aluminiumfolic

Egendefinert emne/svakt:

Dimensjoner

Diometer rørfkanal [mm]: Høyde karnelloverflate [mm]:

Lengde rørfkanal [m]: Faltbredder [m]: Emne/svakt isolert:

Isolasjon lag 1

Gittav Rørskall Cimopac Section ALU2

Isolasjonstykkelise [mm]:

Egendefinert tykkelse [mm]:

Omgielse

Innendørs

Utendørs

Gitt utk. varmeovergangstall [W/m²K]:

Beregnet energibruk

Driftstid [h/år]:

Energigrad pr kWh:

CO₂-utslipp [g/kWh]:

Valuta:

Utslepps opplysn.

Tilleggsmessige for opplysn. benyttet etter tabel 4.1 i ISO 12241

Veg tilleggsstyr:

Egendefinert:

Ekv. retnings [m]:

Antall enheter:

Resultater

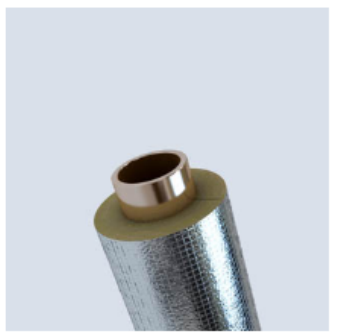
Overflate-temperatur	18.8 °C	Verdi
Varmetap	3.1 W/m	
Varmetap pr. m ² utk. overflate	8.8 W/m ²	
Utvendig varmeovergangstall	3.10 W/m ² K	
Totalt varmetap	701 W	
Varmetap isolert	17.7 W/m	
Nødvendig mengde isolering	79.41 m ³	
Totalt varmetap isolert	4073 W	
U _v -verdi	0.23 W/m ² K	
Arlig energibruk	8182 kWh	
Arlig energibruk isolert	35683 kWh	
Arlig energikostnad	4913 NOK	
Arlig energikostnad isolert	28548 NOK	
Arlig CO ₂ -utslipp	4506 kg	
Arlig CO ₂ -utslipp isolert	26782 kg	



Varmetap

Isodim®
Tehnik Isolation

Projektförskning (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Hmv. Isoleret kanal
- Udv. Isoleret fald
- Hmv. Isoleret fald

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Beregningsekriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelise
- Nødv. isolasjonstykkelise ved gitt overflate-temp.
- Maks. overflate-temperatur (T_{CF}):
- Nødvendig isolasjonstykkelise ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m):
- Nødv. isolasjonstykkelise NSE-EN 12828/D5 452
- Splitfaktor energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkelise NSE-EN 12828/D5 452
- Isolasjonstykkelise (t-d):

Kledning (overflate isolasjon)

Aluminiumfolic

Egendefinert emne/svakt:

Dimensjoner

Diometer rørfkanal [mm]: Høyde karnelloverflate [mm]:

Lengde rørfkanal [m]: Faltbredder [m]: Emne/svakt isolert:

Isolasjon lag 1

Gittav Rørskall Cimopac Section ALU2

Isolasjonstykkelise [mm]:

Egendefinert tykkelse [mm]:

Omgielse

Innendørs

Utendørs

Gitt utk. varmeovergangstall [W/m²K]:

Beregnet energibruk

Driftstid [h/år]:

Energigrad pr kWh:

CO₂-utslipp [g/kWh]:

Valuta:

Utslepps opplysn.

Tilleggsmessige for opplysn. benyttet etter tabel 4.1 i ISO 12241

Veg tilleggsstyr:

Egendefinert:

Ekv. retnings [m]:

Antall enheter:

Resultater

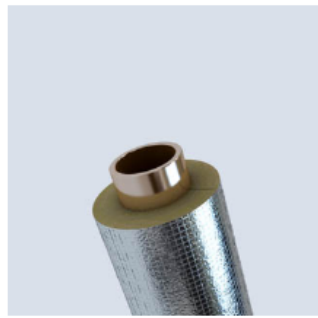
Overflate-temperatur	20.5 °C	Verdi
Varmetap	5.4 W/m	
Varmetap pr. m ² utk. overflate	15.6 W/m ²	
Utvendig varmeovergangstall	3.44 W/m ² K	
Totalt varmetap	1242 W	
Varmetap isolert	33.8 W/m	
Nødvendig mengde isolering	79.41 m ³	
Totalt varmetap isolert	7756 W	
U _v -verdi	0.23 W/m ² K	
Arlig energibruk	10888 kWh	
Arlig energibruk isolert	67944 kWh	
Arlig energikostnad	8707 NOK	
Arlig energikostnad isolert	54355 NOK	
Arlig CO ₂ -utslipp	8162 kg	
Arlig CO ₂ -utslipp isolert	50958 kg	



Varmetap

Isodim®
Tehnicki Isolacija

Projektinformacija (Ime, referenca, person):



Beregningstyp

- Rør
- Stryker kanal
- Rektangulær kanal
- Rønt isolert kanal
- Rør isolert flise
- Udv. isolert flise
- Rør isolert flise

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overordt isolasjon)

- Aluminiumsblek
- Egendefinert emaljevakt

Beregningkriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettø, isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettø, overflateemp. (°C)
- Nettø ved varmetap (W/m²)
- Nettø, isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettø, isolasjonstykkel NSE-EN 12281DS 4Z2
- Splittet energi (kWh)
- Gitt isolasjonstykkel (NSE-EN 12281DS 4Z2)
- Isolasjonstykkel (t-δ)

Resultater:

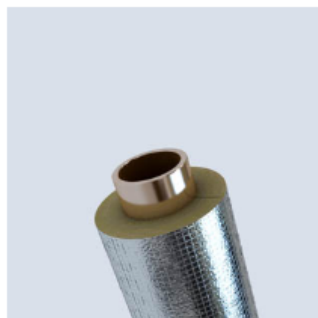
Overflatetemperatur	19,0 °C
Varmetap	3,6 W/m
Varmetap pr. m² utk. overflate	9,2 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeffisient	3,06 W/m²K
Totalt varmetap	1080 W
Nærløst vedtatt isolasjon	22,1 W/m
Totalt varmetap isolert	117,14 m²
U _t -verdi	0,26 W/mK
Artig energibruk	868,1 kWh
Artig energibruk isolert	57790 kWh
Artig energioverført	7571 NOK
Artig energioverført isolert	46232 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	7098 kg
Artig CO ₂ -utslipp isolert	43342 kg



Varmetap

Isodim®
Tehnicki Isolacija

Projektinformacija (Ime, referenca, person):



Beregningstyp

- Rør
- Stryker kanal
- Rektangulær kanal
- Rønt isolert kanal
- Udv. isolert flise
- Rør isolert flise

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overordt isolasjon)

- Aluminiumsblek
- Egendefinert emaljevakt

Beregningkriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettø, isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettø, overflateemp. (°C)
- Nettø ved varmetap (W/m²)
- Nettø, isolasjonstykkel NSE-EN 12281DS 4Z2
- Splittet energi (kWh)
- Gitt isolasjonstykkel (NSE-EN 12281DS 4Z2)
- Isolasjonstykkel (t-δ)

Resultater:

Overflatetemperatur	20,8 °C
Varmetap	6,4 W/m
Varmetap pr. m² utk. overflate	16,4 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeffisient	3,39 W/m²K
Totalt varmetap	1916 W
Nærløst vedtatt isolasjon	42,1 W/m
Totalt varmetap isolert	117,14 m²
U _t -verdi	0,27 W/mK
Artig energibruk	16785 kWh
Artig energibruk isolert	105899 kWh
Artig energioverført	13428 NOK
Artig energioverført isolert	87919 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	12589 kg
Artig CO ₂ -utslipp isolert	82424 kg

Dimensjoner

Dimensjon rørradius [mm]: 66

Langde rørradius [m]: 298,3

Flateareal [m²]: 10

Isolasjon lag 1

Glava Bernal Composite Section ALUZ: 30

Isolasjonstykkel [mm]: 11

Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Isolasjon lag 2

GLAVEX Flata: 6

Isolasjonstykkel [mm]: 6

Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Isolasjon lag 3

GLAVEX Flata: 6

Isolasjonstykkel [mm]: 6

Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Utslettis oppheng

Thiggavarmetap for oppheng beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Utslettis oppheng: 8760

Dimensjon flate: 0,8

Energipr. pr. kWh: 750

CO₂-utslipp [kg/kWh]: NOK

Valuta: NOK

Veier, fester og randver

Veig til oppheng: Fester og oppheng

Egendefinert opphengstyp: Ekst. randver [m]: 1

Antall randver: 1

Resultater

Verdi

Overflatetemperatur	19,0 °C
Varmetap	3,6 W/m
Varmetap pr. m² utk. overflate	9,2 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeffisient	3,06 W/m²K
Totalt varmetap	1080 W
Nærløst vedtatt isolasjon	22,1 W/m
Totalt varmetap isolert	117,14 m²
U _t -verdi	0,26 W/mK
Artig energibruk	868,1 kWh
Artig energibruk isolert	57790 kWh
Artig energioverført	7571 NOK
Artig energioverført isolert	46232 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	7098 kg
Artig CO ₂ -utslipp isolert	43342 kg

Dimensjoner

Dimensjon rørradius [mm]: 66

Langde rørradius [m]: 298,3

Flateareal [m²]: 10

Isolasjon lag 1

Glava Bernal Composite Section ALUZ: 30

Isolasjonstykkel [mm]: 11

Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Isolasjon lag 2

GLAVEX Flata: 6

Isolasjonstykkel [mm]: 6

Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Isolasjon lag 3

GLAVEX Flata: 6

Isolasjonstykkel [mm]: 6

Egendefinert tykkelse [mm]: 6

Utslettis oppheng

Thiggavarmetap for oppheng beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Utslettis oppheng: 8760

Dimensjon flate: 0,8

Energipr. pr. kWh: 750

CO₂-utslipp [kg/kWh]: NOK

Valuta: NOK

Veier, fester og randver

Veig til oppheng: Fester og oppheng

Egendefinert opphengstyp: Ekst. randver [m]: 1

Antall randver: 1

Resultater

Verdi

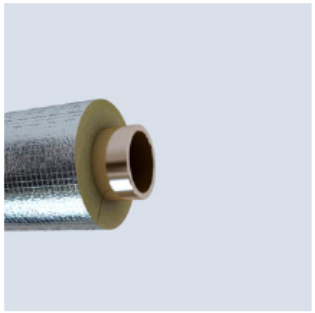
Overflatetemperatur	20,8 °C
Varmetap	6,4 W/m
Varmetap pr. m² utk. overflate	16,4 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeffisient	3,39 W/m²K
Totalt varmetap	1916 W
Nærløst vedtatt isolasjon	42,1 W/m
Totalt varmetap isolert	117,14 m²
U _t -verdi	0,27 W/mK
Artig energibruk	16785 kWh
Artig energibruk isolert	105899 kWh
Artig energioverført	13428 NOK
Artig energioverført isolert	87919 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	12589 kg
Artig CO ₂ -utslipp isolert	82424 kg



Varmetap

Isodim®
Tjuekøl, Isodimpen

Projektinformation (navn, reference, person):



Beregningstype

- Rør
- Stryker kanal
- Rektangulær kanal
- Irm, isolert kanal
- Udv. isolert tube
- Irm, isolert tube

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflade isolasjon)

Aluminiumoxide
Egendefinert emissivitet: 0,05

Beregningsergebnis

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. overflateemp. (T_o): 30
- Nettverdig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. stillt varmetap (W/m): 10
- Nettv. isolasjonstykkel NS-EN 12828/D5 432
- Splittet energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12828/D5 432)
- Isolasjonstykkel (t-E): 4

Dimensjoner

Diameter rørbuend (mm): 40
Lengde rørbuend (mm): 950
Høyde kanaloverflate (mm): 200
Falselengde (mm): 10
Brede kanal (mm): 200
Emissivitet isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

Gittv. Renset Cimpor Section ALUZ
Isolasjonstykkel (mm): 30
Egendefinert tykkelse (mm): 11
Omgivelses Omgivelseemp. (T_o): 22
Innendørs Innendørs Vindkastighet (mm): 2
Utdendørs Utdendørs Vindkastighet (mm): 3
Gitt ukv. varmeovergangstall (W/m²K): 5

Isolasjon lag 2

GLUW/FLEX Pritis
Isolasjonstykkel (mm): 6
Egendefinert tykkelse (mm): 6
Dritted (mm): 8760
Energigrp. pr. kWh: 0,8
CO₂-utslipp (g/kWh): 750
Valide: NOK

Isolasjon lag 3

GLUW/FLEX Pritis
Isolasjonstykkel (mm): 6
Egendefinert tykkelse (mm): 6
Utsættelse oppning Tilleggsvarede for oppheng bengetet eller tittel A.1 ISO 12241

Ventiler, fester og rander

Veg. tilleggsutv.: Emissivitet
Egendefinert
Ekv. arengde (m²): 1
Antal enheter: 1

Resultater

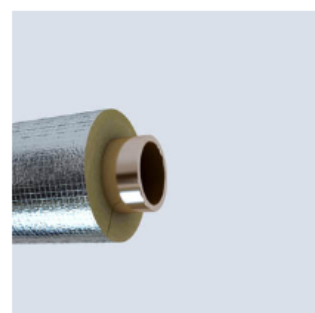
	Verdi
Overflatetemperatur	23,6 °C
Varmetap	1,5 W/m
Varmetap pr. m ² ukv. overflate	4,8 W/m ²
Utvendig varmeovergangstall	2,94 W/m ² K
Totalt varmetap	873 W
Varmetap isolert	8,0 W/m
Nettverdig arengde isolering	182,21 m ²
Totalt varmetap isolert	4665 W
U _v -verdi	0,19 W/m ² K
Artig energibruk	77948 kWh
Artig energibruk isolert	4086 kWh
Artig energikostnad	6132 NOK
Artig energikostnad isolert	32691 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	5748 kg
Artig CO ₂ -utslipp isolert	30648 kg



Varmetap

Isodim®
Tjuekøl, Isodimpen

Projektinformation (navn, reference, person):



Beregningstype

- Rør
- Stryker kanal
- Rektangulær kanal
- Irm, isolert kanal
- Udv. isolert tube
- Irm, isolert tube

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflade isolasjon)

Aluminiumoxide
Egendefinert emissivitet: 0,05

Beregningsergebnis

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. overflateemp. (T_o): 30
- Nettverdig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. stillt varmetap (W/m): 10
- Nettv. isolasjonstykkel NS-EN 12828/D5 432
- Splittet energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12828/D5 432)
- Isolasjonstykkel (t-E): 4

Dimensjoner

Diameter rørbuend (mm): 40
Lengde rørbuend (mm): 950
Høyde kanaloverflate (mm): 200
Falselengde (mm): 10
Brede kanal (mm): 200
Emissivitet isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

Gittv. Renset Cimpor Section ALUZ
Isolasjonstykkel (mm): 30
Egendefinert tykkelse (mm): 11
Omgivelses Omgivelseemp. (T_o): 22
Innendørs Innendørs Vindkastighet (mm): 2
Utdendørs Utdendørs Vindkastighet (mm): 3
Gitt ukv. varmeovergangstall (W/m²K): 5

Isolasjon lag 2

GLUW/FLEX Pritis
Isolasjonstykkel (mm): 6
Egendefinert tykkelse (mm): 6
Dritted (mm): 8760
Energigrp. pr. kWh: 0,8
CO₂-utslipp (g/kWh): 750
Valide: NOK

Isolasjon lag 3

GLUW/FLEX Pritis
Isolasjonstykkel (mm): 6
Egendefinert tykkelse (mm): 6
Utsættelse oppning Tilleggsvarede for oppheng bengetet eller tittel A.1 ISO 12241

Ventiler, fester og rander

Veg. tilleggsutv.: Emissivitet
Egendefinert
Ekv. arengde (m²): 1
Antal enheter: 1

Resultater

	Verdi
Overflatetemperatur	23,3 °C
Varmetap	3,5 W/m
Varmetap pr. m ² ukv. overflate	11,2 W/m ²
Utvendig varmeovergangstall	3,45 W/m ² K
Totalt varmetap	2048 W
Varmetap isolert	21,0 W/m
Nettverdig arengde isolering	182,21 m ²
Totalt varmetap isolert	42166 W
U _v -verdi	0,20 W/m ² K
Artig energibruk	17948 kWh
Artig energibruk isolert	10571 kWh
Artig energikostnad	14305 NOK
Artig energikostnad isolert	85236 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	13457 kg
Artig CO ₂ -utslipp isolert	75928 kg

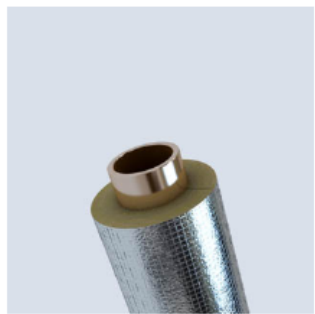
10.4 Vedlegg 4 – Simulering varmetap 5rørssystem – Høytemp i Isodim



Varmetap

Isodim®
Tettest isolasjon

Produktinformasjon (navn, referanse, persent):



Brenningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Rinn, isobort kanal
- Ulv, isobort felle
- Rinn, isobort felle

Orangering

- Horisontal
- Vertikal

Brenningseffektivitet

- Vermdapp for en gitt isolasjonstykkel
- Nedre, isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Masse, overflate-temperatur (°C):
- Nedre, isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Masse, flatt varmetap (W/m²):
- Nedre, isolasjonstykkel NS-EN 12282/DS 432
- Splitter energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12282/DS 432)
- Isolasjonstykkel (1-6):

Kledning (overflate isolasjon)

Aluminiumfolie

Egendefinert emaljesvakt:

Dimensjoner

Dimensjon rørradiell (mm): Høyde kanaloverflate (mm):

Langse rørradiell (mm): Faltbredd (mm):

Isolasjon lag 1

Glava Tettest Chimpos Section ALZ

Isolasjonstykkel (mm): 30 30 30

Egendefinert tykkelse (mm): 11 11 11

Oppgavetyp

Orngvelsetemp. (°C): 16 16 16

Uterens: Uterens

Vindretning (mm): 2 2 2

Gitt ulk, varmeovergangstall (W/m²K): 5 5 5

Beregne energibruk

Densitet (kg/m³): 8750 8750 8750

Emnerpris pr. kWh: 0.8 0.8 0.8

CO2-utslipp (g/kWh): 750 750 750

Valuta: NOK NOK NOK

Utseneste oppheng

Tilleggsinformasjon for oppheng beregnet etter tabell A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsuldyr: Ferscosar

Egendefinert: Egendefinert

Ekv. arefengde (m²): 1 1 1

Antall enheter: 1 1 1

Resultater

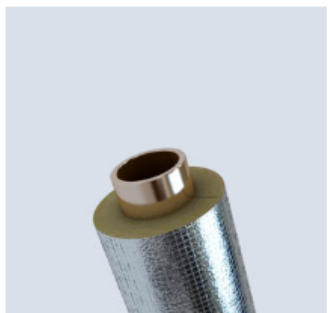
Overflate-temperatur	22.7 °C
Varmedapp	9.3 W/m
Varmedapp pr. m² ulk, overflate	31.3 W/m²
Utvendig varmeovergangstall	4.04 W/m²K
Totalt varmedapp	150.1 W
Varmedapp utisolert	60.2 W/m
Nedre, isolasjonstykkel isolering	60.86 m²
Totalt varmedapp utisolert	1223.1 W
U _L -verdi	0.19 W/m²K
Arig energibruk	107.145 kWh
Arig energiisolert	133.19 NOK
Arig energiisolert utisolert	85.716 NOK
Arig CO2-utslipp	124.87 kg
Arig CO2-utslipp utisolert	803.99 kg



Varmetap

Isodim®
Tettest isolasjon

Produktinformasjon (navn, referanse, persent):



Brenningstype

- Rør
- Struktur kanal
- Rektangulær kanal
- Rinn, isobort kanal
- Ulv, isobort felle
- Rinn, isobort felle

Orangering

- Horisontal
- Vertikal

Brenningseffektivitet

- Vermdapp for en gitt isolasjonstykkel
- Nedre, isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Masse, overflate-temperatur (°C):
- Nedre, isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Masse, flatt varmetap (W/m²):
- Nedre, isolasjonstykkel NS-EN 12282/DS 432
- Splitter energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 12282/DS 432)
- Isolasjonstykkel (1-6):

Kledning (overflate isolasjon)

Aluminiumfolie

Egendefinert emaljesvakt:

Dimensjoner

Dimensjon rørradiell (mm): Høyde kanaloverflate (mm):

Langse rørradiell (mm): Faltbredd (mm):

Isolasjon lag 1

Glava Tettest Chimpos Section ALZ

Isolasjonstykkel (mm): 30 30 30

Egendefinert tykkelse (mm): 11 11 11

Oppgavetyp

Orngvelsetemp. (°C): 16 16 16

Uterens: Uterens

Vindretning (mm): 2 2 2

Gitt ulk, varmeovergangstall (W/m²K): 5 5 5

Beregne energibruk

Densitet (kg/m³): 8750 8750 8750

Emnerpris pr. kWh: 0.8 0.8 0.8

CO2-utslipp (g/kWh): 750 750 750

Valuta: NOK NOK NOK

Utseneste oppheng

Tilleggsinformasjon for oppheng beregnet etter tabell A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsuldyr: Ferscosar

Egendefinert: Egendefinert

Ekv. arefengde (m²): 1 1 1

Antall enheter: 1 1 1

Resultater

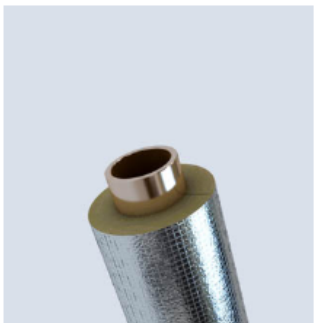
Overflate-temperatur	22.9 °C
Varmedapp	7.2 W/m
Varmedapp pr. m² ulk, overflate	28.1 W/m²
Utvendig varmeovergangstall	4.05 W/m²K
Totalt varmedapp	84.3 W
Varmedapp utisolert	41.0 W/m
Nedre, isolasjonstykkel isolering	30.01 m²
Totalt varmedapp utisolert	477.7 W
U _L -verdi	0.15 W/m²K
Arig energibruk	7389 kWh
Arig energiisolert	4184.8 kWh
Arig energiisolert utisolert	5008 NOK
Arig CO2-utslipp	334.77 NOK
Arig CO2-utslipp utisolert	55.99 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sylinder kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert flate
- Vertikal

Beregningsekstranum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmeforl.
- Nettv. isolasjonstykkel NSE-EN 12828 DS 452
- Spiralføring energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NSE-EN 12828 DS 452)
- Isolasjonstykkel (t-ef):

Måling overflate isolasjon

Aluminiumfolie Egendefinert emaljevakt: 0,05

Dimensjoner

Diаметer rørkanal [mm]: 40
 Lengde rørkanal [m]: 214,3
 Høyde kanaloverflate [mm]: 200
 Flateareal [m²]: 10
 Emisjonsvinkel isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

GLAVA Flexi Climpro Section ALU2
 Isolasjonstykkel [mm]: 30
 Egendefinert tykkelse [mm]: 11
 Omgjvelse: Omgjvelsestemp. [°C]: 16
 Innendørs Vindretning [m/s]: 2
 Utendørs Vindretning [m/s]: 5
 Gitt utv. varmeovergangskoeff. [W/m²K]: 9

Isolasjon lag 2

GLAVA FLEX Flute
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6
 Beregnet energibruk: Dimensj. [m³]: 8760
 Energipris pr kWh: 0,8
 CO2-utslipp [g/kWh]: 750
 NOK: NOK

Isolasjon lag 3

GLAVA FLEX Flute
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6
 Utsjette opplegg: Tilleggsmåling for opplegg beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241
 Vag tilleggsutstyr: Egendefinert
 Eks. referanse [m]: 1
 Antall enheter: 1

Resultater

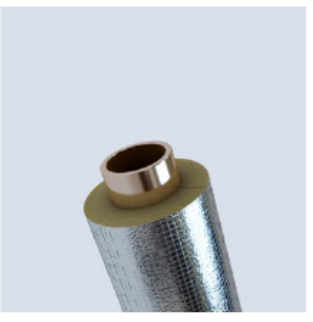
Overflatestemperatur	24,0 °C
Varmetap	10,1 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	32,2 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	4,02 W/m²K
Totalt varmeforl.	2170 W
Varmetap isolert	67,2 W/m
Nærværdig mengde isolering	67,32 m³
Totalt varmeforl. isolert	14404 W
U _t -verdi	0,21 W/m²K
Arlig energibruk	19007 kWh
Arlig energikostnad	128178 kWh
Arlig energikostnad	15208 NOK
Arlig energikostnad isolert	100540 NOK
Arlig CO2-utslipp	14255 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	54832 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sylinder kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert flate
- Vertikal

Beregningsekstranum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflate-temp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmeforl.
- Nettv. isolasjonstykkel NSE-EN 12828 DS 452
- Spiralføring energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NSE-EN 12828 DS 452)
- Isolasjonstykkel (t-ef):

Måling overflate isolasjon

Aluminiumfolie Egendefinert emaljevakt: 0,05

Dimensjoner

Diаметer rørkanal [mm]: 50
 Lengde rørkanal [m]: 203,3
 Høyde kanaloverflate [mm]: 200
 Flateareal [m²]: 10
 Emisjonsvinkel isolert: 0,5

Isolasjon lag 1

GLAVA Flexi Climpro Section ALU2
 Isolasjonstykkel [mm]: 30
 Egendefinert tykkelse [mm]: 11
 Omgjvelse: Omgjvelsestemp. [°C]: 16
 Innendørs Vindretning [m/s]: 2
 Utendørs Vindretning [m/s]: 5
 Gitt utv. varmeovergangskoeff. [W/m²K]: 9

Isolasjon lag 2

GLAVA FLEX Flute
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6
 Beregnet energibruk: Dimensj. [m³]: 8760
 Energipris pr kWh: 0,8
 CO2-utslipp [g/kWh]: 750
 NOK: NOK

Isolasjon lag 3

GLAVA FLEX Flute
 Isolasjonstykkel [mm]: 6
 Egendefinert tykkelse [mm]: 6
 Utsjette opplegg: Tilleggsmåling for opplegg beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241
 Vag tilleggsutstyr: Egendefinert
 Eks. referanse [m]: 1
 Antall enheter: 1

Resultater

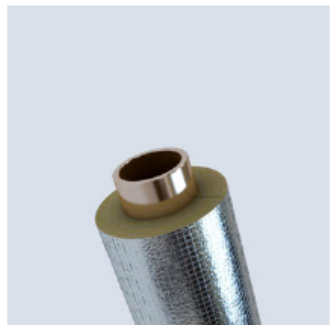
Overflatestemperatur	24,5 °C
Varmetap	11,6 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	33,7 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	3,99 W/m²K
Totalt varmeforl.	2366 W
Varmetap isolert	80,9 W/m
Nærværdig mengde isolering	70,26 m³
Totalt varmeforl. isolert	16452 W
U _t -verdi	0,24 W/m²K
Arlig energibruk	20729 kWh
Arlig energikostnad	144124 kWh
Arlig energikostnad	16583 NOK
Arlig energikostnad isolert	115259 NOK
Arlig CO2-utslipp	15247 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	108093 kg



Varmetap

Isodim®
Tetnisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Brenningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Uttv. isolert flate
- Innv. isolert flate
- Horisontal
- Vertikal

Brenningsterm

- Varmetap for en gitt isolasjonstykke
- Nettv. isolasjonstykke ved gitt overflateemp.
- Nettv. overflatetemperatur (°C):
- Nettv. isolasjonstykke ved gitt varmetap
- Nettv. flate varmetap (W/m²):
- Nettv. isolasjonstykke NS-EN 1282BDS 452
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykke (NS-EN 1282BDS 452)
- Isolasjonstykke (1-5):

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emissivitet:

Dimensjoner

Dimensjon rektn. kanal (mm): Høyde kanaloverflate (mm): Brekke kanal (mm): Emissivitet isolert:

Langsve rektn. kanal (mm): Flateareal (m²): Emissivitet isolert:

Isolasjon lag 1

Glava Refrakt. Cimporox Section ALU2: Innendørs Utendørs Vindstøtdicht (mm): Gitt uk. varmeovergangskoeff. (W/m²K):

Isolasjon lag 2

GLAVAFLEX Flute: Innendørs Utendørs Vindstøtdicht (mm): Gitt uk. varmeovergangskoeff. (W/m²K):

Isolasjon lag 3

GLAVAFLEX Flute: Innendørs Utendørs Vindstøtdicht (mm): Gitt uk. varmeovergangskoeff. (W/m²K):

Ulcoversikt oppsett

Tilleggsvarmetap for oppheng beregnet etter tabell A.1 i ISO 12241

Vegb tilleggsulstyr:

Egendefinert:

Ekv. retning (m): Antall enheter:

Resultater

	Verdi
Overflatestemperatur	19.7 °C
Varmetap	3.4 W/m
Varmetap pr. m² Uttv. overflate	13.1 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	3.51 W/m²K
Totalt varmetap	168 W
Varmetap isolert	17.1 W/m
Nærvendig mengde isolering	12.85 m³
Totalt varmetap isolert	851 W
U _t -verdi	0.14 W/m²K
Artig energi bruk	1475 kWh
Artig energi bruk isolert	7458 kWh
Artig energioverstat	1180 NOK
Artig energioverstat isolert	5957 NOK
Artig CO2-utslipp	1106 kg
Artig CO2-utslipp isolert	5594 kg



Varmetap

Isodim®
Tetnisk isolasjon

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Brenningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Uttv. isolert flate
- Innv. isolert flate
- Horisontal
- Vertikal

Brenningsterm

- Varmetap for en gitt isolasjonstykke
- Nettv. isolasjonstykke ved gitt overflateemp.
- Nettv. overflatetemperatur (°C):
- Nettv. isolasjonstykke ved gitt varmetap
- Nettv. flate varmetap (W/m²):
- Nettv. isolasjonstykke NS-EN 1282BDS 452
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykke (NS-EN 1282BDS 452)
- Isolasjonstykke (1-5):

Kledning (overflate isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emissivitet:

Dimensjoner

Dimensjon rektn. kanal (mm): Høyde kanaloverflate (mm): Brekke kanal (mm): Emissivitet isolert:

Langsve rektn. kanal (mm): Flateareal (m²): Emissivitet isolert:

Isolasjon lag 1

Glava Refrakt. Cimporox Section ALU2: Innendørs Utendørs Vindstøtdicht (mm): Gitt uk. varmeovergangskoeff. (W/m²K):

Isolasjon lag 2

GLAVAFLEX Flute: Innendørs Utendørs Vindstøtdicht (mm): Gitt uk. varmeovergangskoeff. (W/m²K):

Isolasjon lag 3

GLAVAFLEX Flute: Innendørs Utendørs Vindstøtdicht (mm): Gitt uk. varmeovergangskoeff. (W/m²K):

Ulcoversikt oppsett

Tilleggsvarmetap for oppheng beregnet etter tabell A.1 i ISO 12241

Vegb tilleggsulstyr:

Egendefinert:

Ekv. retning (m): Antall enheter:

Resultater

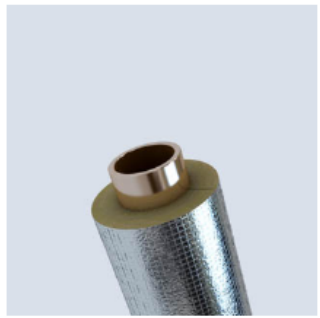
	Verdi
Overflatestemperatur	24.7 °C
Varmetap	9.7 W/m
Varmetap pr. m² Uttv. overflate	37.7 W/m²
Utvendig varmeovergangskoeff.	4.30 W/m²K
Totalt varmetap	455 W
Varmetap isolert	57.4 W/m
Nærvendig mengde isolering	12.85 m³
Totalt varmetap isolert	2554 W
U _t -verdi	0.15 W/m²K
Artig energi bruk	2508 kWh
Artig energi bruk isolert	3400 NOK
Artig energioverstat	2008 NOK
Artig energioverstat isolert	3187 kg
Artig CO2-utslipp	1814 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk Isolation

Produktinformation (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Inv. isoleret kanal
- Udv. isoleret flade
- Inv. isoleret flade

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overlappende isolation)

Aluminiumskala:

Egendefineret emne/værd:

Beregningsergebnis

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelise
- Nødv. isolasjonstykkelise ved gitt overflateemp.
- Maks. overflatestemperatur (°C):
- Nedre avgitt varmeenergi ved gitt varmetap
- Maks. stillt varmetap [W/m²]:
- Nødv. isolasjonstykkelise NEN EN 1228/BD5 432
- Sprøkkel energi [kWh-1]:
- Gitt isolasjonstykkelise (NEN EN 1228/BD5 432)
- Isolasjonstykkelise (k-ef):

Dimensjoner

Dimensjon radial (mm): Høyde kanaloverflate (mm):

Langse radius (mm): Feltselvs (mm): Brede kanal (mm):

Isolasjon lag 1

Glava Refrall Cirpox Section AL2: Medeltemperatur (°C):

Isolasjonstykkelise (mm): Utenoms: Utmengde (mm):

Egendefineret tykkelse (mm): Gitt uk. varmeveiringskoeff. (W/m²K):

Ønskelige energibruk

Dimensjon (høyt): Energitap pr kWh:

Isolasjonstykkelise (mm): CO2-utslipp (g/kWh):

Egendefineret tykkelse (mm): NOK:

Værdi:

Utsøkte oppheng

Tilgjengelig oppheng beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsstyr: Feltselvs:

Egendefineret: Egendefineret tykkelse:

Ekv. utengde (mm):

Antall enheter:

Resultater

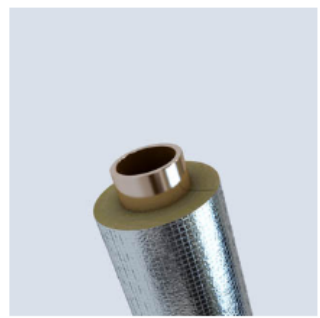
	Verdi
Overflatestemperatur	19,9 °C
Varmetap	3,8 W/m
Varmetap pr. m² ukv. overflate	13,9 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeff. (h)	3,50 W/m²K
Totalt varmetap	219 W
Varmetap isolert	20,8 W/m
Nødvendig energipåseiling	15,76 m³
Totalt varmetap isolert	1197 W
U _v -verdi	0,16 W/m²K
Arlig energibruk	1915 kWh
Arlig energibruk isolert	1040 kWh
Arlig energikostnad	1532 NOK
Arlig energikostnad isolert	8320 NOK
Arlig CO2-utslipp	1436 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	7600 kg



Varmetap

Isodim®
Teknisk Isolation

Produktinformation (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Inv. isoleret kanal
- Udv. isoleret flade
- Inv. isoleret flade

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overlappende isolation)

Aluminiumskala:

Egendefineret emne/værd:

Beregningsergebnis

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelise
- Nødv. isolasjonstykkelise ved gitt overflateemp.
- Maks. overflatestemperatur (°C):
- Nedre avgitt varmeenergi ved gitt varmetap
- Maks. stillt varmetap [W/m²]:
- Nødv. isolasjonstykkelise NEN EN 1228/BD5 432
- Sprøkkel energi [kWh-1]:
- Gitt isolasjonstykkelise (NEN EN 1228/BD5 432)
- Isolasjonstykkelise (k-ef):

Dimensjoner

Dimensjon radial (mm): Høyde kanaloverflate (mm):

Langse radius (mm): Feltselvs (mm): Brede kanal (mm):

Isolasjon lag 1

Glava Refrall Cirpox Section AL2: Medeltemperatur (°C):

Isolasjonstykkelise (mm): Utenoms: Utmengde (mm):

Egendefineret tykkelse (mm): Gitt uk. varmeveiringskoeff. (W/m²K):

Ønskelige energibruk

Dimensjon (høyt): Energitap pr kWh:

Isolasjonstykkelise (mm): CO2-utslipp (g/kWh):

Egendefineret tykkelse (mm): NOK:

Værdi:

Utsøkte oppheng

Tilgjengelig oppheng beregnet etter tabel A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsstyr: Feltselvs:

Egendefineret: Egendefineret tykkelse:

Ekv. utengde (mm):

Antall enheter:

Resultater

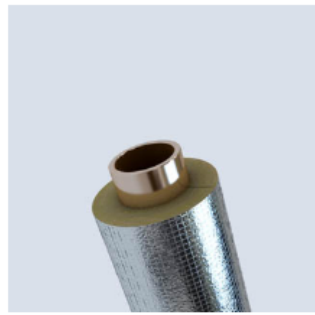
	Verdi
Overflatestemperatur	23,3 °C
Varmetap	11,1 W/m
Varmetap pr. m² ukv. overflate	40,0 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeff. (h)	4,29 W/m²K
Totalt varmetap	631 W
Varmetap isolert	70,0 W/m
Nødvendig energipåseiling	15,76 m³
Totalt varmetap isolert	3921 W
U _v -verdi	0,17 W/m²K
Arlig energibruk	3459 kWh
Arlig energibruk isolert	3459 kWh
Arlig energikostnad	4119 NOK
Arlig energikostnad isolert	27967 NOK
Arlig CO2-utslipp	4143 kg
Arlig CO2-utslipp isolert	26219 kg



Varmetap

Isodim®
Tænk isolasjon

Projektfleksjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert talle
- Utv. isolert talle

Omdefinering

- Horisontal
- Vertikal

Klipping overflate isolasjon

Automatisk

Egendefinert emne/val: 0,05

Beregningkriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. overflatetemperatur (T_{cl})
- Nettv. overflatetemperatur (T_{cl})
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. start varmetap (W/m²)
- Nettv. isolasjonstykkel NS-EN 1228/D5 4:2
- Splittbet. energi (kWh-1)
- Gitt isolasjonstykkel NS-EN 1228/D5 4:2)
- Isolasjonstykkel (t-ef)

Dimensjoner

Diometer arknavn (mm):

Langs arknavn (mm):

Diometer arknavn (mm):

Langs arknavn (mm):

Diometer arknavn (mm):

Langs arknavn (mm):

Isolasjon lag 1

GLAVA FLEX Flute

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Isolasjon lag 2

GLAVA FLEX Flute

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Isolasjon lag 3

GLAVA FLEX Flute

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Utsættelse oppning

Tilgjengelig for oppføring benyttet etter tabel A.1 i ISO 12241

Egendefinert

Velg tilgjengelig:

Egendefinert Egendefinert type:

Enk. arengde (m²):

Antal enheter:

Resultater

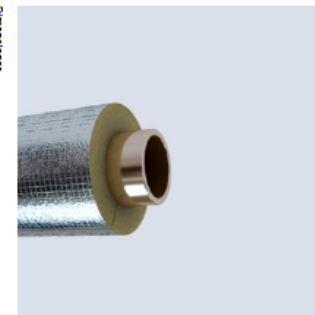
	Verdi
Overflatetemperatur	20,2 °C
Varmetap	4,7 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	15,0 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeffisient	3,47 W/m²K
Totalt varmetap	853 W
Varmetap isolert	28,0 W/m
Nettoverlig mengde isolering	56,89 m³
Totalt varmetap isolert	5073 W
Utv.veird	0,20 W/mK
Årlig energibruk	7489 kWh
Årlig energibruk isolert	44442 kWh
Årlig energikostnad	9975 NOK
Årlig energikostnad isolert	35554 NOK
Årlig CO2-utslipp	5602 kg
Årlig CO2-utslipp isolert	33332 kg



Varmetap

Isodim®
Tænk isolasjon

Projektfleksjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert talle
- Utv. isolert talle

Omdefinering

- Horisontal
- Vertikal

Klipping overflate isolasjon

Automatisk

Egendefinert emne/val: 0,05

Beregningkriterium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. overflatetemperatur (T_{cl})
- Nettv. overflatetemperatur (T_{cl})
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. start varmetap (W/m²)
- Nettv. isolasjonstykkel NS-EN 1228/D5 4:2
- Splittbet. energi (kWh-1)
- Gitt isolasjonstykkel NS-EN 1228/D5 4:2)
- Isolasjonstykkel (t-ef)

Dimensjoner

Diometer arknavn (mm):

Langs arknavn (mm):

Diometer arknavn (mm):

Langs arknavn (mm):

Diometer arknavn (mm):

Langs arknavn (mm):

Isolasjon lag 1

GLAVA FLEX Flute

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Isolasjon lag 2

GLAVA FLEX Flute

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Isolasjon lag 3

GLAVA FLEX Flute

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Utsættelse oppning

Tilgjengelig for oppføring benyttet etter tabel A.1 i ISO 12241

Egendefinert

Velg tilgjengelig:

Egendefinert Egendefinert type:

Enk. arengde (m²):

Antal enheter:

Resultater

	Verdi
Overflatetemperatur	25,3 °C
Varmetap	3,5 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	11,2 W/m²
Utvendig varmeveiringskoeffisient	3,45 W/m²K
Totalt varmetap	2048 W
Varmetap isolert	21,0 W/m
Nettoverlig mengde isolering	18,21 m³
Totalt varmetap isolert	12166 W
Utv.veird	0,20 W/mK
Årlig energibruk	17843 kWh
Årlig energibruk isolert	106571 kWh
Årlig energikostnad	14355 NOK
Årlig energikostnad isolert	82256 NOK
Årlig CO2-utslipp	13457 kg
Årlig CO2-utslipp isolert	79238 kg

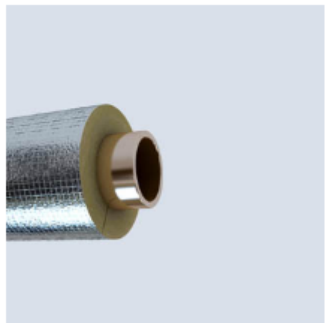


Varmetap



Projektiinformatsioon (nagu, referents, persoon):

Projektiinformatsioon (nagu, referents, persoon):



Beregningstüüp

- Rar
- Sirkular kanal
- Rektangular kanal
- Innu isolert kanal
- Ühv. isolert tüüa
- Innu isolert tüüa

Orientierung

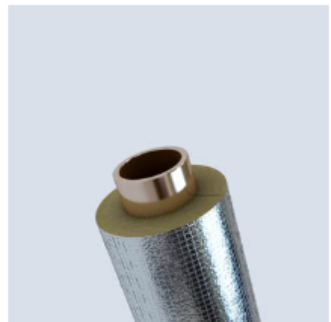
- Vertikal
- Horisontaal

Kiirguse (overfalls) isolatsioon

Alumiiniumkate Eegendihart emassaivast: 0,05

Beregningekriteerium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkeelse
- Nøkk. isolasjonstykkeelse ved gitt overflate-temp.
- Maks. overflatestemperatur (T_o): 30
- Nærberegning isolasjonstykkeelse ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nøkk. isolasjonstykkeelse NEN-EN 12282:DS 452
- Spinnlakert energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkeelse NEN-EN 12282:DS 452
- Isolasjonstykkeelse (t=δ): 4



Beregningstüüp

- Rar
- Sirkular kanal
- Rektangular kanal
- Innu isolert kanal
- Ühv. isolert tüüa
- Innu isolert tüüa

Orientierung

- Vertikal
- Horisontaal

Kiirguse (overfalls) isolatsioon

Alumiiniumkate Eegendihart emassaivast: 0,05

Beregningekriteerium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkeelse
- Nøkk. isolasjonstykkeelse ved gitt overflate-temp.
- Maks. overflatestemperatur (T_o): 30
- Nærberegning isolasjonstykkeelse ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²): 10
- Nøkk. isolasjonstykkeelse NEN-EN 12282:DS 452
- Spinnlakert energi (0-1): 1
- Gitt isolasjonstykkeelse NEN-EN 12282:DS 452
- Isolasjonstykkeelse (t=δ): 4



Varmetap



Projektiinformatsioon (nagu, referents, persoon):

Projektiinformatsioon (nagu, referents, persoon):

Dimensioner

Diameter rørbakke (mm): 40 Høyde kanaloverflate (mm): 200

Lengde rørbakke (m): 80 Faltelengde (m): 10

Isolasjon lag 1

Gittav-REX Prime: 30

Isolasjonstykkeelse (mm): 6

Eegendihart tykkelse (mm): 6

Oppsett

- Innersides
- Utersides
- Gitt uk. varmeovergangstall (W/m²K):

Beregne energitap

Dirtid (hr): 8760

Energipris pr kWh: 0,8

CO₂-utslipp (g/kWh): 750

Valg: NOK

Utsleppets oppheng

Tilleggsmengde for oppheng berøgnings eller tabel A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsuldyr: Eegendihart Eegendihart type- Ekv. antengde (m): 1

Ventiler, fester og trærder

Brudee kanal (mm): 200

Emballert utsløst: 0,5

Middeltemperatur (T_c): 80

Lufthengde (m): 2

Lag i lufte: 3

Valg: Stål uldyr

Resultater

Verdi

Overflatestemperatur	31,1 °C
Varmetap	12,5 W/m ²
Varmetap pr. m ² utv. overflate	39,7 W/m ²
Utvalgte varmeovergangstall	4,38 W/m ² K
Totalt varmetap	7227 W
Varmetap utsløst	87,7 W/m
Nærberegning energitap isolering	182,21 m ²
Totalt varmetap utsløst	50892 W
U-verdi	0,21 W/m ² K
Arig energiinnskudd	63313 kWh
Arig energiinnskudd utsløst	449811 kWh
Arig energiinnskudd	59550 NOK
Arig energiinnskudd utsløst	356549 NOK
Arig CO ₂ -utslipp	47485 kg
Arig CO ₂ -utslipp utsløst	334358 kg

Dimensioner

Diameter rørbakke (mm): 40 Høyde kanaloverflate (mm): 200

Lengde rørbakke (m): 181,1 Faltelengde (m): 10

Isolasjon lag 1

Gittav-REX Prime: 30

Isolasjonstykkeelse (mm): 6

Eegendihart tykkelse (mm): 6

Oppsett

- Innersides
- Utersides
- Gitt uk. varmeovergangstall (W/m²K):

Beregne energitap

Dirtid (hr): 8760

Energipris pr kWh: 0,8

CO₂-utslipp (g/kWh): 750

Valg: NOK

Utsleppets oppheng

Tilleggsmengde for oppheng berøgnings eller tabel A.1 i ISO 12241

Veg tilleggsuldyr: Eegendihart Eegendihart type- Ekv. antengde (m): 1

Ventiler, fester og trærder

Brudee kanal (mm): 200

Emballert utsløst: 0,5

Middeltemperatur (T_c): 80

Lufthengde (m): 2

Lag i lufte: 3

Valg: Stål uldyr

Resultater

Verdi

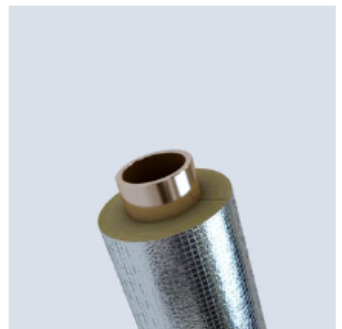
Overflatestemperatur	26,2 °C
Varmetap	13,6 W/m ²
Varmetap pr. m ² utv. overflate	43,3 W/m ²
Utvalgte varmeovergangstall	4,26 W/m ² K
Totalt varmetap	2465 W
Varmetap utsløst	94,1 W/m
Nærberegning energitap isolering	56,89 m ²
Totalt varmetap utsløst	17040 W
U-verdi	0,21 W/m ² K
Arig energiinnskudd	63313 kWh
Arig energiinnskudd utsløst	149287 kWh
Arig energiinnskudd	17280 NOK
Arig energiinnskudd utsløst	119414 NOK
Arig CO ₂ -utslipp	16200 kg
Arig CO ₂ -utslipp utsløst	111950 kg



Varmetap

Isodim®
Tøsnøsk isolasjon

Protektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstyppe

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Invn. isolert kanal
- Utv. isolert felle
- Invn. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Klassing (overflate isolasjon)

Aluminiumsiste

Egendefinert emissivitet:

Beregningstermium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp. Maks. overflatetemp (T_o):
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap Maks. tillat varmetap (W/m²):
- Nettv. isolasjonstykkel NEN EN 1228/DS 427
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel NEN EN 1228/DS 427
- Isolasjonstykkel (t-ef):

Dimensjoner

Dimensjon enhet (mm): Høyde karaktorverfelle (mm):

Langsida rekassal (mm): Flatskassal (mm):

Isolasjon lag 1

GLAVA Rexsol Climpex Section ALU2

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Oppveiste

Omregningsstempe (T_o):

Uterensers Vindretning (mm):

Gitt utv. varmeovergangstall (W/m²K):

Beregne energibruk

Dimensjon (mm):

Energigrp pr kWh:

CO₂-utslipp (g/kWh):

Valkula:

Utsørite oppning

Tilleggsmetode for opplysning beregnet etter tabel A.1 ISO 12241

Veg tilleggsutdyr:

Egendefinert egendefinert type:

Ekv. arefengde (m²):

Antall enheder:

Resultater

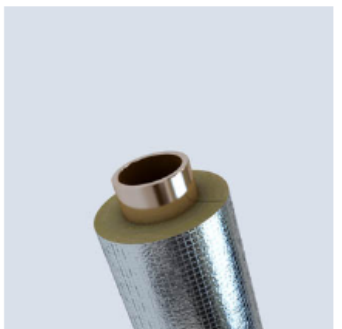
Overflatestemperatur	20.5 °C
Varmetap	5.4 W/m
Varmetap pr. m ² utv. overflate	15.6 W/m ²
Utvendig varmeovergangstall	3.44 W/m ² K
Totalt varmetap	2655 W
Varmetap isolert	33.8 W/m
Nærvendig mengde isolering	182.50 m ²
Totalt varmetap isolert	17824 W
U _t -verdi	0.23 W/m ² K
Artig energibruk	25011 kWh
Artig energibruk isolert	156141 kWh
Artig energikostnad	20009 NOK
Artig energikostnad isolert	124913 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	187798 kg
Artig CO ₂ -utslipp isolert	117108 kg



Varmetap

Isodim®
Tøsnøsk isolasjon

Protektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstyppe

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Invn. isolert kanal
- Utv. isolert felle
- Invn. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Klassing (overflate isolasjon)

Aluminiumsiste

Egendefinert emissivitet:

Beregningstermium

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp. Maks. overflatetemp (T_o):
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt varmetap Maks. tillat varmetap (W/m²):
- Nettv. isolasjonstykkel NEN EN 1228/DS 427
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel NEN EN 1228/DS 427
- Isolasjonstykkel (t-ef):

Dimensjoner

Dimensjon enhet (mm): Høyde karaktorverfelle (mm):

Langsida rekassal (mm): Flatskassal (mm):

Isolasjon lag 1

GLAVA Rexsol Climpex Section ALU2

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Oppveiste

Omregningsstempe (T_o):

Uterensers Vindretning (mm):

Gitt utv. varmeovergangstall (W/m²K):

Beregne energibruk

Dimensjon (mm):

Energigrp pr kWh:

CO₂-utslipp (g/kWh):

Valkula:

Utsørite oppning

Tilleggsmetode for opplysning beregnet etter tabel A.1 ISO 12241

Veg tilleggsutdyr:

Egendefinert egendefinert type:

Ekv. arefengde (m²):

Antall enheder:

Resultater

Overflatestemperatur	26.8 °C
Varmetap	15.7 W/m
Varmetap pr. m ² utv. overflate	45.3 W/m ²
Utvendig varmeovergangstall	4.22 W/m ² K
Totalt varmetap	8270 W
Varmetap isolert	113.3 W/m
Nærvendig mengde isolering	182.50 m ²
Totalt varmetap isolert	69634 W
U _t -verdi	0.24 W/m ² K
Artig energibruk	72442 kWh
Artig energibruk isolert	524142 kWh
Artig energikostnad	67564 NOK
Artig energikostnad isolert	415314 NOK
Artig CO ₂ -utslipp	54332 kg
Artig CO ₂ -utslipp isolert	353107 kg

10.5 Vedlegg 5 - Kostnadsberegninger av distribusjonssystem

Materialkostnader indirekte 3 rørssystem (referanseanlegg)						
Enhet	Antall (meter/stk)	Kostnad isolasjon	Kostnad pr m rør	Arbeidstid	Sum kostnad	
DN 80	290,8	159	1056	608	530128,4 kr	
DN 65	305,8	159	817	572	473378,4 kr	
DN 50	459,6	159	305	322	361245,6 kr	
DN 40	362,2	159	250	250	238689,8 kr	
DN 28	114	159	250	229	72732 kr	
DN 22	99,8	159	218	215	59081,6 kr	
DN 15	140,8	159	200	215	80819,2 kr	
Sum distribusjonsnett	1773				1816075 kr	

Materialkostnader direkte 3 rørssystem						
Enhet	Antall (meter/stk)	Kostnad isolasjon	Kostnad pr m rør	Arbeidstid	Sum kostnad	
DN 50	1056,2	159	305	322	830173,2 kr	
DN 40	362,2	159	250	250	238689,8 kr	
DN 28	114	159	250	229	72732 kr	
DN 22	99,8	159	218	215	59081,6 kr	
DN 18	140,8	159	200	215	80819,2 kr	
Sum distribusjonsnett	1773				1281495,8 kr	

Materialkostnader Lavtemperatur - 5 rørssystem						
Enhet	Antall (meter/stk)	Kostnad isolasjon	Kostnad pr m rør	Arbeidstid	Sum kostnad	
DN 65 varmekrets	596,6	159	817	572	923536,8 kr	
DN 50 Varmekrets	459,6	159	305	322	361245,6 kr	
DN 40 Varmekrets	362,2	159	250	250	238689,8 kr	
DN 28 Varmekrets	114	159	250	229	72732 kr	
DN 22 Varmekrets	99,8	159	218	215	59081,6 kr	
DN 15 Varmekrets	140,8	159	200	215	80819,2 kr	
DN 50 Tappevannskrets	203,3	159	305	322	159793,8 kr	
DN 40 Tappevannskrets	214,3	159	250	250	141223,7 kr	
DN 35 Tappevannskrets	203,3	159	250	229	129705,4 kr	
DN 22 Tappevannskrets	116,5	159	218	215	68968 kr	
DN 15 Sirkulasjonsledning	737,4	159	200	215	423267,6 kr	
Sum distribusjonsnett	3247,8				2659063,5 kr	

Materialkostnader høytemperatur - 5 rørssystem						
Enhet	Antall (meter/stk)	Kostnad isolasjon	Kostnad pr m rør	Arbeidstid	Sum kostnad	
DN 50 Varmekrets	1056,2	159	305	322	830173,2 kr	
DN 40 Varmekrets	362,2	159	250	250	238689,8 kr	
DN 28 Varmekrets	114	159	250	229	72732 kr	
DN 22 Varmekrets	99,8	159	218	215	59081,6 kr	
DN 15 Varmekrets	140,8	159	200	215	80819,2 kr	
DN 50 Tappevannskrets	203,3	159	305	322	159793,8 kr	
DN 40 Tappevannskrets	214,3	159	250	250	141223,7 kr	
DN 35 Tappevannskrets	203,3	159	250	229	129705,4 kr	
DN 22 Tappevannskrets	116,5	159	218	215	68968 kr	
DN 15 Sirkulasjonsledning	737,4	159	200	215	423267,6 kr	
Sum distribusjonsnett	3247,8				2204454,3 kr	

Materialkostnader sjakt - 3 rørssystem						
Enhet	Antall (meter/stk)	Kostnad isolasjon	Kostnad pr m rør	Arbeidstid	Sum kostnad	
DN 40	1160	159	250	250	764440 kr	
Sum distribusjonsnett	1160				764440 kr	

Materialkostnader sjakt - 5 rørssystem						
Enhet	Antall (meter/stk)	Kostnad isolasjon	Kostnad pr m rør	Arbeidstid	Sum kostnad	
DN 40 Varmekrets	1160	159	250	250	764440 kr	
DN 22 Tappevannskrets	580	159	218	215	343360	
DN 15 Tappevannskrets	580	159	200	215	332920	
Sum distribusjonsnett	2320				1440720 kr	

10.6 Vedlegg 6 - Økonomisk analyse

Økonomisk analyse:							Rente:	7%
							Enerpris:	1 kr/kWh
Tiltak nr.	Tiltak	Besparelse varmetap (kWh/år)	Investeringskostnad (kr)	Årlig besparelse (kr/år)	Nåverdi av besparelse over levetiden (kr)	Nåverdi (kr)	Innløstings-tid (år)	Energi-sparepris (kr/kWh)
0	Dagens tilstand (inkludert 3 nærsystem)							
1	Isolering av distribusjonsnett	77 245	80 000	77 245	958 536	878 536	1,1	kr 0,11
2	Installasjon av akkumulering	0	190 000	43 000	391 640	201 640	5,5	kr 0,49
3	Økning av isolasjonsdybde på DN50 - DN 80	28 889	198 750	28 889	263 119	64 369	9,7	kr 0,76
Sum	Tiltak 1 og 2	77 245	270 000	120 245	1 350 177	1 080 177	2,5	kr 0,25
Sum	Tiltak 2 og 3	28 889	388 750	71 889	654 759	266 009	7,0	kr 0,59
Sum	Tiltak 1, 2 og 3	106 134	468 750	149 134	1 613 295	1 144 545	3,7	kr 0,35
	realrente	0,07		Enerpris		1 kr/kWh		
	levetid isolasjon	30						
	levetid akkumulatortanker	15						
	levetid	30						
	Akkumulatortanker		15					
	Amortisefaktor	0,080586404	0,109794625					

10.7 Vedlegg 7 – Økning av isolasjonstykkelse fra 30 til 50 mm



Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert talle
- Innv. isolert talle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Beregningseffekt

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelse
- Nettv. isolasjonstykkelse ved gitt overflate-temp.
- Nettv. overflatestemperatur (T_{CF})
- Nettoverdig isolasjonstykkelse ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²)
- Nettv. isolasjonstykkelse NEN-EN 12281/D5 4/2
- Sprinkler energi (0-1)
- GRT isolasjonstlasse (NEN-EN 12281/D5 4/2)
- Isolasjonstlasse (1-6)

Måling (overflata isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emaljevakt

Dimensjoner

Diameter rørraksel [mm]: Høyde kanneloverflate [mm]:

Langde rørraksel [m]: Faltaksel [m]:

Langde rørraksel [m]: Faltaksel [m]:

Isolasjon lag 1

GLUWEX Flex Omgivelse-temp. (T_{CF}):

Isolasjonstykkelse [mm]: Utvidelse: Vindstøtthet [m/s]:

Egendefinert tykkelse [mm]: GRT utv. varmetapvergeffekt [W/m²]:

Isolasjon lag 2

GLUWEX Flex Dimensj. [mm]:

Isolasjonstykkelse [mm]: Energigrp. pr. W/m²:

Egendefinert tykkelse [mm]: CO2-utslipp [kg/W/m²]:

Valuta:

Isolasjon lag 3

GLUWEX Flex Vekt tilleggsutl. / Finseser:

Isolasjonstykkelse [mm]: Egendefinert: Egendefinert tykkelse:

Egendefinert tykkelse [mm]: Ekv. arengjeld [m²]: Antall enheder:

Utsættelse oppnebr

Tilleggsvarmetap for oppnebr beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Resultater

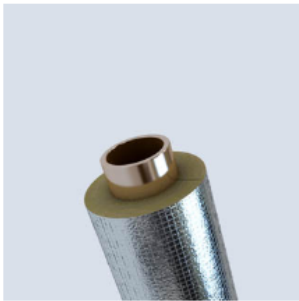
Verdi

Overflatestemperatur	24.0 °C
Varmetap	16.0 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	28.2 W/m²
Utvendig varmetapvergeffekt	3.52 W/m²
Totalt varmetap	2321 W
Varmetap utisolert	167.9 W/m
Nettoverdig mengde isolering	82.22 m³
Totalt varmetap utisolert	24420 W
U _t -verdi	0.25 W/m²K
Arlig energibruk	2029 kWh
Arlig energibruk utisolert	211315 kWh
Arlig energikostnad	16383 NOK
Arlig energikostnad utisolert	171132 NOK
Arlig CO2-utslipp	15247 kg
Arlig CO2-utslipp utisolert	160436 kg



Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):

Prosjektinformasjon (navn, referanse, person):



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert talle
- Innv. isolert talle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Beregningseffekt

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkelse
- Nettv. isolasjonstykkelse ved gitt overflate-temp.
- Nettv. overflatestemperatur (T_{CF})
- Nettoverdig isolasjonstykkelse ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²)
- Nettv. isolasjonstykkelse NEN-EN 12281/D5 4/2
- Sprinkler energi (0-1)
- GRT isolasjonstlasse (NEN-EN 12281/D5 4/2)
- Isolasjonstlasse (1-6)

Måling (overflata isolasjon)

- Aluminiumfolie
- Egendefinert emaljevakt

Dimensjoner

Diameter rørraksel [mm]: Høyde kanneloverflate [mm]:

Langde rørraksel [m]: Faltaksel [m]:

Langde rørraksel [m]: Faltaksel [m]:

Isolasjon lag 1

GLUWEX Flex Omgivelse-temp. (T_{CF}):

Isolasjonstykkelse [mm]: Utvidelse: Vindstøtthet [m/s]:

Egendefinert tykkelse [mm]: GRT utv. varmetapvergeffekt [W/m²]:

Isolasjon lag 2

GLUWEX Flex Dimensj. [mm]:

Isolasjonstykkelse [mm]: Energigrp. pr. W/m²:

Egendefinert tykkelse [mm]: CO2-utslipp [kg/W/m²]:

Valuta:

Isolasjon lag 3

GLUWEX Flex Vekt tilleggsutl. / Finseser:

Isolasjonstykkelse [mm]: Egendefinert: Egendefinert tykkelse:

Egendefinert tykkelse [mm]: Ekv. arengjeld [m²]: Antall enheder:

Utsættelse oppnebr

Tilleggsvarmetap for oppnebr beregnet etter tabel A.11 ISO 12241

Resultater

Verdi

Overflatestemperatur	19.4 °C
Varmetap	5.5 W/m
Varmetap pr. m² utv. overflate	9.8 W/m²
Utvendig varmetapvergeffekt	2.88 W/m²
Totalt varmetap	806 W
Varmetap utisolert	50.1 W/m
Nettoverdig mengde isolering	82.22 m³
Totalt varmetap utisolert	7283 W
U _t -verdi	0.23 W/m²K
Arlig energibruk	7059 kWh
Arlig energibruk utisolert	63800 kWh
Arlig energikostnad	6647 NOK
Arlig energikostnad utisolert	51040 NOK
Arlig CO2-utslipp	5254 kg
Arlig CO2-utslipp utisolert	47850 kg

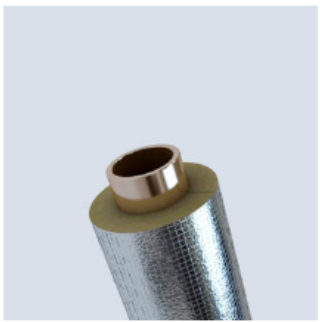


Varmetap

Isodim®
Tehnik Isolation

Produktinformation (navn, referens, persont):

Produktinformation (navn, referens, persont):



Beregningstype

- Rør
- Sylinder kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert felle
- Innv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

Aluminiumstole 0,05

Egendefinert emne/svakt:

Beregningsekstranum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Maks. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Maks. overflatetemperatur (T_o):
- Næsteverdig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²):
- Maks. isolasjonstykkel NS-EN 1228/DS 432
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 1228/DS 432)
- Isolasjonstilsetning (1-5):

Dimensjoner

Dimensjon rørradien [mm]: Høyde karaktorverfelle [mm]:

Lengde rørradien [m]: Falseløst [mm]:

Isolasjon lag 1

Gitt Ritzvald Gjengangs Section ALU-Z ▼

Isolasjonstykkel [mm]: ▼

Egendefinert tykkelse [mm]:

Omgivelse

- Innendørs
- Utendørs
- Gitt utv. varmeovergangstall (W/m²K):

Beregne energitap

Dimensjon rørradien [mm]: Eneenergipr. [kW/m]:

Isolasjonstykkel [mm]: CO2-utslipp [g/kWh]:

Egendefinert tykkelse [mm]: Valuta:

Utsjette opplegg

Tilleggsvarmetap for opplegg beregnet etter ISO 15117 (ISO 12241)

Vegv tilleggsutstyr: Fenselaar Egendefinert Evt. referanse [m]:

Antall enheter:

Ventiler, fensler og rødder

Medeltemperatur (T_c): Brokke kanal [mm]:

Lufthengde [m]: Emsviktet utsløst:

Resultater

Overflatetemperatur: °C

Varmetap: W/m

Varmetap pr. m² utv. overflate: W/m²

Utvendig varmeovergangstall: W/m²K

Totall varmetap: W

Varmetap utsløst: W/m

Næsteverdig mengde isolering: m²

Totall varmetap utsløst: W

U_v-verdi: W/mK

Arlig energitap: kWh

Arlig energitap utsløst: kWh

Arlig energitap indre: NOK

Arlig energitap utsløst: kg

Arlig CO2-utslipp: kg



Beregningstype

- Rør
- Sylinder kanal
- Rektangulær kanal
- Innv. isolert kanal
- Utv. isolert kanal
- Innv. isolert felle
- Innv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

Aluminiumstole 0,05

Egendefinert emne/svakt:

Beregningsekstranum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Maks. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Maks. overflatetemperatur (T_o):
- Næsteverdig isolasjonstykkel ved gitt varmetap
- Maks. tillatt varmetap (W/m²):
- Maks. isolasjonstykkel NS-EN 1228/DS 432
- Sprinkler energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NS-EN 1228/DS 432)
- Isolasjonstilsetning (1-5):

Dimensjoner

Dimensjon rørradien [mm]: Høyde karaktorverfelle [mm]:

Lengde rørradien [m]: Falseløst [mm]:

Isolasjon lag 1

Gitt Ritzvald Gjengangs Section ALU-Z ▼

Isolasjonstykkel [mm]: ▼

Egendefinert tykkelse [mm]:

Omgivelse

- Innendørs
- Utendørs
- Gitt utv. varmeovergangstall (W/m²K):

Beregne energitap

Dimensjon rørradien [mm]: Eneenergipr. [kW/m]:

Isolasjonstykkel [mm]: CO2-utslipp [g/kWh]:

Egendefinert tykkelse [mm]: Valuta:

Utsjette opplegg

Tilleggsvarmetap for opplegg beregnet etter ISO 15117 (ISO 12241)

Vegv tilleggsutstyr: Fenselaar Egendefinert Evt. referanse [m]:

Antall enheter:

Ventiler, fensler og rødder

Medeltemperatur (T_c): Brokke kanal [mm]:

Lufthengde [m]: Emsviktet utsløst:

Resultater

Overflatetemperatur: °C

Varmetap: W/m

Varmetap pr. m² utv. overflate: W/m²

Utvendig varmeovergangstall: W/m²K

Totall varmetap: W

Varmetap utsløst: W/m

Næsteverdig mengde isolering: m²

Totall varmetap utsløst: W

U_v-verdi: W/mK

Arlig energitap: kWh

Arlig energitap utsløst: kWh

Arlig energitap indre: NOK

Arlig energitap utsløst: NOK

Arlig CO2-utslipp: kg

Arlig CO2-utslipp utsløst: kg



Varmetap

Isodim®
Tehnik Isolation

Produktinformation (navn, referens, persont):

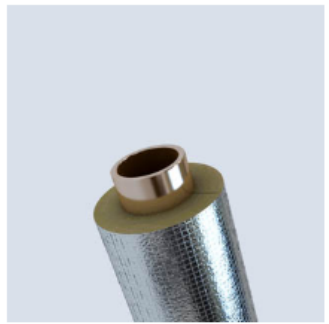
Produktinformation (navn, referens, persont):



Varmetap



Problemløsnings team, referans, person:



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Rinv. isolert kanal
- Urv. isolert felle
- Rinv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

Aluminiumskive 0,05

Egendefinert emaljefarv

Beregningstermum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp. Maks. overflatetemperatur (°C):
- Nettverdig isolasjonstykkel ved gitt varmeforl. Maks. stillt varmeforl (W/m²):
- Nettv. isolasjonstykkel NEN-EN 12828/D5 452 Spillfaktor energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NEN-EN 12828/D5 452) Isolasjonstykkel (t-δ):

Dimensjoner

Diаметer rørbulv (mm): Høyde karneivervalle (mm):

Langse rørbulv (mm): Falseleng (mm): Emaljefarv isolert:

Isolasjon lag 1

Glass Fiberl. Cimpox Section ALZ

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Omgivelse

Innendørs

Orgnvelsetemp. (°C): Medeltemperatur (°C):

Utendørs

Vindhastighet (m/s):

Gitt uk. varmeforlengrad (W/m²):

Beregne start/bruk

Driftstid (h/år):

Energipris pr kWh:

CO₂-utslipp (g/kWh):

Valuta:

Værling, fester og rørdør

Veg tilleggsstyr:

Egendefinert

Ekv. arengrad (m²):

Antal enheter:

Resultater

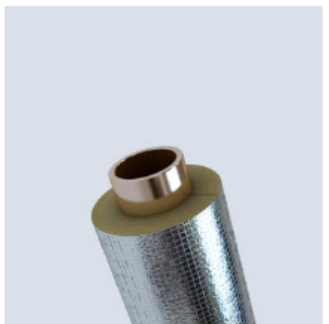
	Verdi
Overflatetemperatur	23,1 °C
Varmetap	12,0 W/m
Varmetap pr. m ² uk. overflate	25,4 W/m ²
Utvendig varmeforlengrad	3,56 W/m ² K
Totalt varmeforl	2749 W
Varmetap isolert	113,3 W/m
Nettverdig mengde isolering	108,29 m ²
Totalt varmeforl isolert	26386 W
U _v -verdi	0,19 W/m ² K
Årlig energibruk	2402 kWh
Årlig energibruk isolert	228078 kWh
Årlig energikostnad	19282 NOK
Årlig energikostnad isolert	182462 NOK
Årlig CO ₂ -utslipp	18059 kg
Årlig CO ₂ -utslipp isolert	171068 kg



Varmetap



Problemløsnings team, referans, person:



Beregningstype

- Rør
- Sirkulær kanal
- Rektangulær kanal
- Rinv. isolert kanal
- Urv. isolert felle
- Rinv. isolert felle

Orientering

- Horisontal
- Vertikal

Kledning (overflate isolasjon)

Aluminiumskive 0,05

Egendefinert emaljefarv

Beregningstermum

- Varmetap for en gitt isolasjonstykkel
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp.
- Nettv. isolasjonstykkel ved gitt overflateemp. Maks. overflatetemperatur (°C):
- Nettverdig isolasjonstykkel ved gitt varmeforl. Maks. stillt varmeforl (W/m²):
- Nettv. isolasjonstykkel NEN-EN 12828/D5 452 Spillfaktor energi (0-1):
- Gitt isolasjonstykkel (NEN-EN 12828/D5 452) Isolasjonstykkel (t-δ):

Dimensjoner

Diаметer rørbulv (mm): Høyde karneivervalle (mm):

Langse rørbulv (mm): Falseleng (mm): Emaljefarv isolert:

Isolasjon lag 1

Glass Fiberl. Cimpox Section ALZ

Isolasjonstykkel (mm):

Egendefinert tykkelse (mm):

Omgivelse

Innendørs

Orgnvelsetemp. (°C): Medeltemperatur (°C):

Utendørs

Vindhastighet (m/s):

Gitt uk. varmeforlengrad (W/m²):

Beregne start/bruk

Driftstid (h/år):

Energipris pr kWh:

CO₂-utslipp (g/kWh):

Valuta:

Værling, fester og rørdør

Veg tilleggsstyr:

Egendefinert

Ekv. arengrad (m²):

Antal enheter:

Resultater

	Verdi
Overflatetemperatur	19,0 °C
Varmetap	4,2 W/m
Varmetap pr. m ² uk. overflate	8,8 W/m ²
Utvendig varmeforlengrad	2,93 W/m ² K
Totalt varmeforl	957 W
Varmetap isolert	32,8 W/m
Nettverdig mengde isolering	108,29 m ²
Totalt varmeforl isolert	7756 W
U _v -verdi	0,17 W/m ² K
Årlig energibruk	8383 kWh
Årlig energibruk isolert	67944 kWh
Årlig energikostnad	6707 NOK
Årlig energikostnad isolert	54355 NOK
Årlig CO ₂ -utslipp	6287 kg
Årlig CO ₂ -utslipp isolert	50958 kg