

# Energiøkonomisk isolering av VVS-anlegg

Når det gjelder enøk-råd fra energiselskaper ser man dessverre at de altfor ofte er ensidig opptatt av de omkringliggende faktorer i stedet for å gå rett på kilden. For en enebolig fra 70-årene kan man for eksempel ved å legge ut 200 mm ekstra isolasjon på kaldtloftet spare 4000 kWh/år. Dette tilsvarer ca. 3000 kr/fyringssesong med en energipris på 80 øre/kWh. På et varmeanlegg er det også viktig først å isolere rørene bedre før man vurderer andre tiltak som varmpumper etc. for å spare energi. Det er god energiøkonomi å sørge for at varmen ikke legges igjen på veien (tørstrekket) men kommer frem til konvektorene som skal regulere riktig varme i hvert enkelt kontor/rom.

## Varmedningstall

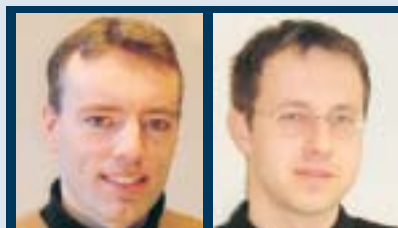
Varmedningstallet,  $\lambda$  (lambda) er et mål på hvor godt et fast materiale leder varme. Et godt isolerende materiale skal ha lav  $\lambda$ -verdi. Hvor mye varme som strømmer gjennom isolasjonen er avhengig av varmedningstallet, isolasjonstykkelsen og temperaturforskjellen. Denne verdien forandrer seg ved svingninger i temperatur og fuktighet. Fuktighet skal ikke trenge inn i isolasjonsmaterialet. Fuktig isolasjon bør skiftes ut snarest. Denne oppfyller ikke det opprinnelige kravet til varmeisolering. Fuktig isolasjon gir økt varmetap og kan føre til skader på annet utstyr og materiale hvis det ikke får anledning til å tørke ut.

Materialets evne til varmeisolering uttrykkes altså som  $\lambda$ -verdi [W/mK]. Teoretisk fremstilt vil varmekonduktiviteten være den varmemengde (W) pr. tidsenhet som ved stasjonære forhold går gjennom 1 m<sup>2</sup> av et materiale med tykkelse 1 meter når temperaturforskjellen mellom kald og varm side er 1 K (Kelvin).

Ved beregning av varmetap fra et isolert objekt må det derfor benyttes  $\lambda$ -verdi for den aktuelle temperatur da  $\lambda$ -verdien vil endre seg med middeltemperaturen. I produktdatablader står derfor  $\lambda$ -verdi oppgitt for hele temperaturintervallet der produktet kan anvendes. Temperaturen oppgis

*Industrien, tiltakshaver og samfunnet kan spare store mengder energi blant annet ved å isolere VVS-anlegget.*

*Hvert eneste år har prosessindustrien store varmetap på grunn av mangler ved rør-isolasjon som tilsvarer flere hundretusen tonn olje.*



av ingeniør Henrik Stene og siv. ing. Daniel Urvalek, Glava AS

Henrik Stene (36) er utdannet maskiningeniør, VVS fra Høgskolen i Oslo (1990). I tillegg er han utdannet beriftsøkonom og eksportingeniør. Han er ansatt som teknisk rådgiver – ingeniør industri/VVS hos Glava AS.

Daniel Urvalek er utdannet sivilingeniør i integrert bygningsteknologi (1997) fra Høgskolen i Narvik og bygg- og anleggsingeniør fra Høgskolen i Telemark. Han er ansatt som produsentsjef for industri/VVS i Glava AS.

som middeltemperatur ( $t_m$ ) i isolasjonssjiktet. Denne finnes ved å regne ut gjennomsnittet av medietemperatur og omgivelsestemperatur.

## Forskriftskrav

I 1997 kom ny teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. Noe av målsettingen var å få bedre bygninger samt redusere driftskostnadene gjennom hele byggets levetid ved blant annet å redusere energiforbruket.

Når det gjelder Energibruk i Teknisk Forskrift til plan- og bygningsloven 1997 står det under kap. VIII Miljø og helse §8-2 Energibruk:

*"Byggverk med installasjoner skal utføres slik at det fremmer lavt energi- og effektbehov som ikke overskrider de rammer som er satt i dette kapittel. Energibruk og effektbehov skal være slik at krav til forsvarlig innemiljø sikres."*

En bygnings krav til energiforbruk kan tilfredsstilles på tre ulike måter:

**U-verdier.** Forskriftene stiller krav til U-verdi (hvor stor varmegjennomgang som er tillatt) for tak, vegger, gulv og vindu.

**Varmetapsramme.** Omfordeling av varmetapet slik at det samlede energitapet for bygget ikke øker.

Tabell 1.

Materiale	$\lambda$ 10°C [W/mK]
Kobber	385
Stål 55	
Skumplast	0,055
Cellegummi	0,037
Mineralull plate A37	0,037

Tabell 1 viser varmedningstallet for mineralull og cellegummi-isolasjon sammenlignet med andre materialer ved en middeltemperatur på  $t_m = 10^\circ\text{C}$ .

**Energiramme.** En omfattende energiberegning hvor man tar hensyn til alle varmetap og varmetilskudd som eksisterer for den aktuelle bygning, slik at man finner energiforbruket.

Fra veiledningen REN til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997 henter vi følgende:

*"Energibestemmelser er gitt uavhengig av stedets klima. Det kan derfor hende at bestemmelsene fører til over- eller underdimensjonering sett i forhold til det økonomiske optimale. Det anbefales imidlertid at bygninger i de kaldeste strøkene varmeisolerers utover forskriftkravene da det etter all sannsynlighet er privatøkonomisk lønnsomt."*



Videre står det under §9-31 Utførelse av ventilasjonsanlegg:

*"I alle bygninger med mekanisk ventilasjon bør varmegjenvinning vurderes. Anlegget skal for øvrig gjøres så effekt- og energiøkonomisk som mulig så lenge det ikke går ut over et forsvarlig innemiljø."*

Når det gjelder VVS anlegg stilles det ingen konkrete krav til varmetap. Under Kap IX Installasjoner i TF '97 står det:

*"Installasjoner skal være utført slik at god energiøkonomi fremmes, jf. også bestemmelsene i §§8-2 tom 8-23.*

Videre står det under §5-17 at:

*"Rør- og lagringsopplegg for varmebærende medium og varmt forbruksvann i nye bygninger unntatt industribygninger skal isoleres på en økonomisk forsvarlig måte. Denne bestemmelsen gjelder også for anlegg tilknyttet fjernvarme....."*

Temperatur i rør	70°C
Omgivelsestemperatur	20°C
Rørdimensjon	18-140 mm
Total rørlengde	714 meter
Driftstid	8 mnd/år
Energipris	50 øre/kWh
Varmetapskostnad uisolert	92.000,-
Varmetapskostnad isolert (20-60mm Glava rørskål)	11.000,-
Totalt kostnad for isolering	80.000,-
<b>Besparelse</b>	<b>81.000,- pr. år</b>

I eksempel 1 vises de økonomiske konsekvensene hos Casco Nobel Inks AB i Trelleborg hvor man ønsket å se nærmere på hvilke økonomiske gevinster rørisoleringen ville få for tiltakshaver ved å isolere rørene med rørskål av mineralull. Allerede etter ett år var investeringen betalt.



Bilde 1. Sugerør er isolert med cellegummi helt frem til kompressoren for å unngå isdannelse og effekttap.

## Isolering av kuldeanlegg

Isolasjon på kjøle- og kulde-rør har to viktige funksjoner: *kondensisolering*: hindre dannelse av kondensvann, rim og is.

*kjøleisolering*: hindre oppvarming av rørstrek mellom fordampere og kompressor.

Varmelekkasje inn i rørstrek mellom fordampere og kompressor fører til økt energibruk i kompressor, redusert kuldeytelse på grunn av redusert sirkulert kuldemedium og høy trykkørstemperatur. Ved bruk av riktig isolasjonstykkel på cellegummi vil man forhindre uønsket høy sugerørstemperatur i kuldemaskinen. Samtidig forhindrer man koksing av oljer og dannelse av etsende syrer på grunn av lavere trykkørstemperatur.

Ved dimensjonering av isolasjonstykkel må det derfor beregnes både nødvendig kondensisolering og økonomisk kjøleisoleringstykkel. Som regel viser det seg at økonomisk isolasjonstykkel for å hindre for høyt kuldetap vil være dimensjonerende.

### Besparelser

Det er påkrevet å isolere mot varmetap

og gjøre anlegget økonomisk gunstig, slik at summen av de årlige utgifter til fyring, vedlikehold, renter og avskrivninger blir optimalisert.

### Eksempel 1.

Ved å ta hensyn til parametere som varmetap, energipris, inflasjon, realrente og avskrivningstid vil det mest optimale isolasjonsprodukt og tykkelse blir beregnet. Det viser seg da som vist på figur 1 at selv om byggekostnaden øker vil totalt kostnaden (livsløpskostnaden) bli lavere som et resultat av at man får reduserte energikostnader i hele byggets levetid. Dessverre ser vi at det er tiltakshavere som ignorerer dette fordi deres hensikter er å sette opp et bygg rimeligst mulig uten å ta hensyn til oppvarmingsbehovet i de tilfeller hvor bygget skal leies bort og leietaker betaler energikostnadene. Det er derfor viktig at det kommer nasjonale standarder som setter konkrete krav til maks. tillatt varmetap også på VVS-tekniske anlegg. I Norge finnes det ingen konkrete krav til isolering av tekniske anlegg. I Danmark er det en Dansk Standard, DS 452, som setter krav til maksimalt tillatt varmetap for rør,

kanaler og plane flater.

Velkjente ProgramByggerne ANS har blant annet utviklet beregningsprogrammet GTI for Glava AS som er beregningsprogrammet for isolering av VVS-teknisk utstyr. Programmet er i første rekke myntet på konsulenter og andre som gir råd innen VVS- og kuldeteknikk. Isolering har ofte blitt stemonerlig behandlet, man velger gjerne en dimensjonering ut fra gammel vane og praksis. Under beregningsmodulen "varmetap" har man derimot anledning til å utføre en beregning basert på maksimalt tillatt varmetap i henhold til nettopp DS 452 (som omtalt ovenfor). Denne beregningen er rask, enkel og gir en god pekepinn på riktig økonomisk isolasjonstykkelse.

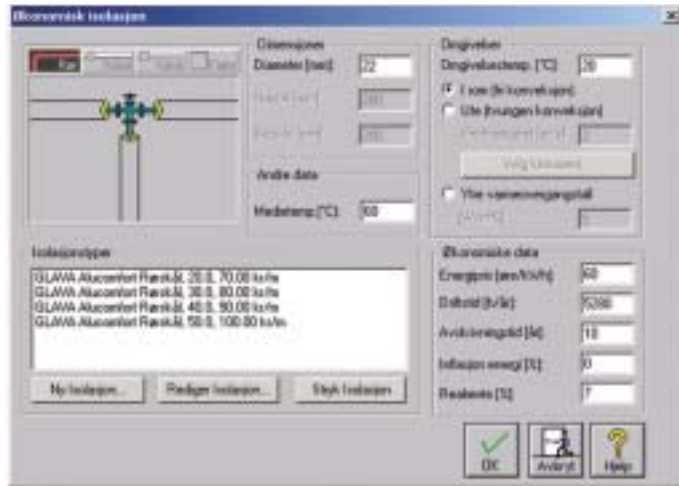
For å ta en nøyaktig økonomisk vurdering av riktig valg av isolasjonstykkelse er det nødvendig å ta en mer omfattende beregning der man tar hensyn til alle faktorer som påvirker økonomien. Det betyr at man må ta hensyn til både kostnad ferdig isolert, varmetap, energipris, inflasjon, realrente og avskrivningstid. Beregning 1 og 2 er utført i GTI og her er budsjettpriser for forskjellige isola-

sjonstykkelser inklusiv monteringskostnader lagt inn manuelt. Ved å ta hensyn til ovennevnte faktorer vil totalkostnaden pr. meter over 10 år være lavest for isolasjonstykkelse 40 mm, hhv. 50 mm. Vi opplever at disse beregningene viser nødvendigheten av å bruke isolasjonstykkelser som er langt større enn de som beskrives og benyttes i dag.

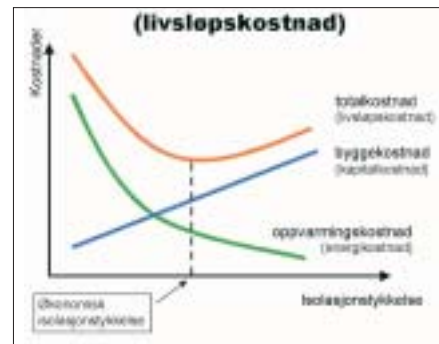
### Norsk standard

Når det gjelder standarder om termisk isolering kan Thor Lexow ved Norges byggstandardiseringsråd (NBR) informere om en ny kommende standard som beskriver dimensjoneringskriterier for vannbaserte varmelegg. Standardforslaget heter prEN 12828 "Varmesystemer i bygninger - Utforming av vannbaserte varmesystemer".

Standarden forventes å bli tatt i år og vil inneholde tabeller med anbefalte isolasjonstykkelser under forskjel-



Inndata for beregning av økonomisk isolasjonstykkelse.



lige driftsforhold (temperaturer, hvor stor andel som kan nyttiggjøres i bygningen og driftstid). Isolasjonsdelen av standarden deler opp teknisk utstyr i seks isolasjonsklasser med hensyn på krav til maksimalt varmetap pr. overflate og temperaturdifferanse. Bakgrunnen for standarden er å ha felles kriterier i Europa for dimensjonering av varmeanlegg. På isolasjonssiden setter den krav til varmeisolering for å redusere varmetap, sikre at man unngår personska- de ved for høye overflatetemperaturer og dimensjonering for å hindre fare for frostsprengning. Standarden vil bli utgitt som Norsk Standard senest seks måneder etter at den foreligger som Europeisk standard. NBR vil prioritere å oversette standarden til norsk.

For å beregne varmetap fra tekniske installasjoner i bygninger kan man benytte NS-EN ISO 12241 "Varmeisolasjon for byg- ningsutstyr og industrianlegg - Beregningsregler". Denne standarden fra 1998 gir regler for å hvordan man bereg- ner varmetap fra teknisk utstyr og frysing av vann i rør.

### Konklusjon

Den beste energien er den som ikke ble produsert. Den som ble igjen som urørt

Isolasjonstykkelse/pris	energikostnad	investeringskostnad	totalkostnad
Ingen isolasjon (emissivitet=0.5)	107.83 kr/m	0.00 kr/m	107.83 kr/m
GLAVA Alucomfort Rørskål, 20.0, 70.00 kr/m	24.04 kr/m	9.97 kr/m	34.01 kr/m
GLAVA Alucomfort Rørskål, 30.0, 80.00 kr/m	20.08 kr/m	11.39 kr/m	31.47 kr/m
GLAVA Alucomfort Rørskål, 40.0, 90.00 kr/m	17.72 kr/m	12.81 kr/m	30.54 kr/m
GLAVA Alucomfort Rørskål, 50.0, 100.00 kr/m	16.42 kr/m	14.24 kr/m	30.66 kr/m

**Figur 1.**

Resultat av beregningen for rørdimensjon Ø22mm: Beregning 1 viser at for et 22 mm rør vil 40 mm isolasjonstykkelse være den beste økonomiske isolasjonstykkelsen over et 10 års perspektiv.

Isolasjonstykkelse/pris	energikostnad	investeringskostnad	totalkostnad
Ingen isolasjon (emissivitet=0.5)	301.43 kr/m	0.00 kr/m	301.43 kr/m
GLAVA Alucomfort Rørskål, 30.0, 110.00 kr/m	43.42 kr/m	15.66 kr/m	59.08 kr/m
GLAVA Alucomfort Rørskål, 40.0, 130.00 kr/m	36.59 kr/m	18.51 kr/m	55.09 kr/m
GLAVA Alucomfort Rørskål, 50.0, 150.00 kr/m	32.06 kr/m	21.36 kr/m	53.42 kr/m
GLAVA Alucomfort Rørskål, 60.0, 175.00 kr/m	29.14 kr/m	24.92 kr/m	54.06 kr/m

**Figur 2.**

Resultat av beregningen for rørdimensjon Ø76mm: Beregning 2 viser at for et 76 mm rør vil 50 mm isolasjonstykkelse være den beste økonomiske isolasjonstykkelsen over et 10 års perspektiv.

natur og brusende fossefall. Derfor er varmeisolasjonsprodukter et av samfunnets beste miljøinvesteringer. Isolering reduserer energiforbruket, sparer miljøet og øker

komforten. Det er bedre med 1 kWh spart enn 1 kWh brukt.

Riktig isolering er miljøvern i praksis!