



Kirkeoppvarming og inneklima

Bevaringsmiljø, energibruk og
forsvarlig oppvarming i kirkebygg



kirkebygg.no

Kirkeoppvarming og inneklima

Bevaringsmiljø, energibruk og
forsvarlig oppvarming i kirkebygg

I kirkebygg.no serien er pr. november 2009 utgitt:

1. Brannvern i kirkebygg (2007)
2. Står kirkene for fall? (2007)
En tilstandsrapport for norske kirker 2005/2006
3. I soknets eie? (2007)
Opprydding i kirkelige eiendomsforhold
4. Stell og bevaring av kirkesølv (2008)
5. Klang og kvalitet (2008)
Innføring i investeringer og vedlikehold av orgler
6. Kirkeoppvarming og inneklima (2009)
Bevaringsmiljø, energibruk og forsvarlig oppvarming i kirkebygg

ISSN 1504-842x

November 2009

Opplag: 1000

Tekst: Jarle Bøyum, Bjørn Boysen og Helge Svendsen

Layout og design: Hilde Kristin Klunghaug

Bilder omslag: Vinje kyrkje, foto Arne M. Flatøy og Rørovn Larvik kirke, foto Ulf Christensen

Copyright © KA Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon

Trykk: Kursiv Media as



Forord

I Norge er det bygget kirker gjennom snart 1000 år. Norges kirker står sentralt i nordmenns bevissthet og representerer store og uerstattelige kulturverdier.

Frem til godt ut på 1800-tallet ble kirkene brukt uoppvarmet. Oppvarmingsmetodene har utviklet seg fra ovner for ved- og koksføring til elektrisitet, olje, gass og biobrensel. I senere tid har forskjellige typer varmepumper også blitt tatt i bruk i kirkene.

De siste 50 år har vi hatt en kontinuerlig økonomisk vekst i Norge. Frem til for noen få år siden lå prisen på elektrisitet på et svært lavt nivå, og det var lite fokus på kostnadene ved oppvarming av kirkene. I de fleste kirker ble det holdt en jevnt høy temperatur enten kirken var i bruk eller ikke. En slik praksis gir helt unødvendig høye energikostnader. I tillegg har det vist seg at en slik oppvarming i mange tilfelle fikk alvorlige konsekvenser for kirkens inventar som ble utsatt for tørkeskader. Men oppvarming av kirkene handler ikke bare om økonomi og bevaringsmiljø. Det er også et miljøspørsmål og handler om hvordan vi forvalter skaperverket.

KA har i samarbeid med andre fagmiljøer arbeidet i flere år med spørsmål om energibruk i kirkene. Sentrale problemstillinger har vært forholdet mellom energibruk, bevaringsmiljø og hvordan innetemperaturen i kirkebyggene styres.

Denne håndboken handler om bevaringsmiljø, oppvarmingsrutiner, varmeanlegg og hvordan vi kan tilpasse dette til bruken av kirken. I tillegg er det et eget kapittel om energibruk og oppvarming knyttet til orgler; - kirkenes største og mest kostbare inventar. Målgruppen for håndboken er de som har ansvar for den daglige driften av Norges kirkebygg.

Håndboken er skrevet av Jarle Bøyum, ingeniør, Helge Svendsen, rådgiver i KA og Bjørn Boysen, prof. ved Norges Musikkhøyskole. Anders Hovind, rådgiver i KA har også bidratt i utarbeidelsen av håndboken.

Oslo, november 2009

INNHold

Miljø, etikk og energibruk	7
Begreper	7
Oppvarming og oppvarmingssystemer	8
<i>Varmeoverføring</i>	<i>8</i>
1. Stråling	8
2. Ledning	8
3. Konveksjon	8
<i>Oppvarmingssystemer</i>	<i>9</i>
Elektriske rørovnere under benker	9
Elektriske benkvarmere	10
Varmefolie i tak og elektriske gjennomstrømningsovnere	10
Elektriske strålepaneler i tak	11
Elektriske varmekabler i gulv	11
Vannbåren varme	12
Varmeluftsystem	12
Gass strålevarmepaneler	12
Varmepumper	12
Oppvarmingskilder og orglene	13
<i>Ventilasjon</i>	<i>14</i>
Naturlig ventilasjon	14
Mekanisk ventilasjon	14
Balansert ventilasjon	14
<i>Varmetap</i>	<i>15</i>
U-verdi	15
Trekk	15
Kaldras	15
Luftfuktighet og oppvarming	16
Relativ fuktighet	16
Duggpunkt	17
Nivå på luftfuktighet	17
Bruk av luftfuktere	17
Muggsopp	18
Kirkebygg og inventar	19
Effektiv og energigivende oppvarming	20
Kirker som kulturminner – lover og forskrifter	20
Eiers og brukers ansvar	21
Bevaringsmiljø for kirkeinventar	21

Tregjenstander	22
Tekstiler	22
Energieffektiv og miljøvennlig oppvarming av kirkebygg.....	23
<i>Brukstilpasset oppvarming.....</i>	<i>23</i>
Installert effekt til oppvarming	23
Bevaringsmiljø	24
Komforttemperatur	24
<i>Kirkens bruksmønster.....</i>	<i>25</i>
<i>Strategi for energiplanlegging</i>	<i>26</i>
Fellesrådets har ansvar.....	26
Administrative tiltak.....	26
<i>Etablering av målstyrt energibruk.....</i>	<i>27</i>
<i>Styringssystemer</i>	<i>27</i>
<i>Oppvarming i det daglige og utskifting av varmesystemer.....</i>	<i>28</i>
Anbefalte nivåer for temperatur og relativ fuktighet.....	29
Hva bør en gjøre ved utskifting eller installasjon av nytt varmeanlegg?.....	30
Fredede, automatisk verneverdige og listeførte kirker	30
Kirker bygd etter 1850 som ikke er listeførte	31
Arbeidskirker/flerbrukskirker	31
<i>Energibruk</i>	<i>32</i>
Hva er normalt forbruk for en kirke?.....	32
Økonomisk gevinst av energieffektivisering	32
Investering i enøktiltak.....	32
Orgelvedlikehold og inneklima.....	34
Litt om orgelets konstruksjon.....	35
Flere instrumenter i ett	37
Påvirkninger fra temperatur eller luftfuktighet	37
<i>Noen råd om orgelvedlikehold og inneklima.....</i>	<i>38</i>
Oppvarming bør skje raskt	39
Kirkerommet må holde brukstemperatur i en periode før bruk.....	39
Full kontroll på innetemperaturen er avgjørende	40
Brukstemperatur må ikke være for høy.....	40
Oppvarming av organistens arbeidsplass	40
Nærvarme for organist.....	40
Kirkebyggdatabasens energimodul	41

VEDLEGG

Vedlegg 1	Valg av oppvarmingssystem i ulike kirkebygg.....	43
Vedlegg 2	Prosedyrer ved utskiftning av varmeanlegg og prosjektering av nybygg.....	44
Vedlegg 3	Sjekkliste for utført kartlegging av energibehov og valg av energibærere når oppvarmingssystem skal skiftes ut, eller ved prosjektering av nye bygg.....	45
Vedlegg 4	Registreringsskjema for byggfakta og el-anlegg og energi av kirkene i kirkelig fellesråd.....	46
Vedlegg 5	Energidata.....	47
Vedlegg 6	Egenkontroll for oversikt energibesparende tiltak.....	48
Vedlegg 7	Skjema for bygningsdata.....	50
Vedlegg 8	Plan for kompetanseutvikling i energiledelse.....	51

Miljø, etikk og energibruk

Gjennom FNs siste miljørapport er vi blitt bevisste på at klima og den globale oppvarmingen er et av vår tids hovedproblem. Fagfolks rapporter om hvordan vi påvirker klimaet skremmer. Samtidig må vi holde fast på at det ikke er for sent å gjøre noe, at det faktisk er mulig å redusere oppvarmingen av kloden vår. Den enkelte kirke og menighetsråd må ta miljøansvar.

Vi har alle et ansvar for å forvalte skaperverket slik at livet på jorda er sikret en framtid. Dette er også en oppgave for kirken. Etikk, økonomi og teknikk henger sammen. Kirkens Verdensråd har engasjert seg i «solidaritet med dem som er mest rammet i dag, fremtidige generasjoner og den levende jorden.» De har også en teologisk begrunnelse for sitt engasjement. I 2006 holdt dr. Jess Mugabe et foredrag for representanter for de land som er med i FNs klimaarbeide. Han sa bl.a.: «Vi tror at omsorg for livet på jorden er et åndelig spørsmål. Mennesker og andre arter har rett til liv uten å bli truet av menneskelig gjerrighet og destruktivitet.»

17. februar 2009 markerte man i Oslo starten på «Det kirkelige tiåret for Skaperverk og bærekraft». Kirkemøtet har både i 1996 og i 2008 gjort vedtak som både utfordrer og forplikter Den norske kirke til å bidra i arbeidet for en bærekraftig utvikling. Bak tiåret for «Skaperverk og bærekraft» står Norges Kristne Råd og Kirkens Nødhjelp.

Dette engasjementet stiller også krav til vårt forbruk, både som privatpersoner og som «kirke-eiere».

Begreper

Vi vil innledningsvis omtale en del begreper knyttet til oppvarming:

Med **energibruk** menes måten vi bruker energi til oppvarming og drift av elektrisk utstyr mv.

Energibærer er den energikilden som benyttes.

Inneklimaet er klimaet innomhus. Det vil være avhengig av faktorer som temperatur og luftfuktighet, men også bygningsmessige forhold og oppvarmingsteknikk har betydning for inneklimaet.

Bevaringsmiljø er de klimatiske forhold sett i relasjon til bevaring av interiør, inventar og kirkekunst.

Brukermiljøet er det klimaet som tilbys brukerne av kirken. Både for bevaringsmiljø og brukermiljø er ytterligere en faktor viktig – luftforurensning. Ofte dreier dette seg om støv som virvles opp avhengig av hvilken oppvarmingsmetode som benyttes.

Med **energieffektivitet** menes måten vi styrer energibruken på i forhold til bruken av det enkelte rom.

Oppvarming og oppvarmingssystemer

Varmeoverføring

Varmeenergi vil alltid gå fra varmt til kaldt. Dette kalles varmeoverføring. Et eksempel er det som skjer i et oppvarmet hus en kald vinterdag. Varmen lekker ut overalt hvor den finner veien. Gjennom vegger og tak, og fremfor alt gjennom vinduer og dører. For å bremse varmeoverføringen kan vi isolere mellom de to temperaturforskjellene med klær vi har på oss, eller isolasjon av yttervegger og tak i et hus.

Varme overføres på 3 forskjellige måter:

1. Stråling

Alle varmekilder avgir strålevarme. Temperaturen på varmekilden avgjør hvor sterk varmestralingen er og hvor langt den når ut fra varmekilden. Tenk deg et bål en kald kveld. Man blir varm på den siden som vender mot bålet, mens den andre siden er kald.

2. Ledning

Oppvarming ved varmeledning skjer ved overføring av varme fra varmekilden enten gjennom varmekildens materiale eller gjennom det materiale som varmekilden er omgitt av slik som i varmekabler eller varmerør innstøpt i gulv.

3. Konveksjon

Ved denne metoden overføres varmen ved at luften varmes opp og strømmer ut i rommet. Dette kan skje ved at varmekilden er plassert i et eget rom og luften fordeles ut i rommet gjennom et kanalsystem. Gjennomstrømningsovn eller konvektorovner har varmeelementer med relativ høy overflatetemperatur. Luften trekkes inn i ovnen og slippes ut på toppen. Disse ovnene transporterer også støv som gjerne legger seg som belegg på veggen.

Oppvarmingssystemer

Elektriske rørovnere under benker

90 % av norske kirker varmes opp med elektrisitet. De fleste har rørovnere under benkene. Dette var det vanligste utstyret til oppvarming av kirker på 1950-tallet.

Rørovnene har vist seg å være både driftsikre og funksjonelle. Fordelen med denne type ovner er at de gir god komfortvarme da de er plassert nær der folk sitter. Dessuten har de god ytelse (kw). I forbindelse med KAs kirkekontroll av norske kirkers el-anlegg, ble det avdekket svært høy overflatetemperatur på rørovnene. I de tilfellene hvor det er en uakseptabel høy temperatur på ovnene bør de skiftes. Som et strakstiltak bør det monteres skjerming over ovnene. Noen steder har man slått av ovnene rett før kirkebesøkende kommer. Da reduseres overflatetemperaturen – og man sparer strøm. Uansett bør informasjon om varme rørovnere plasseres på et lett synlig sted.



Rørovn under benk, foto Ulf Christensen

Eksempler på skjermer:



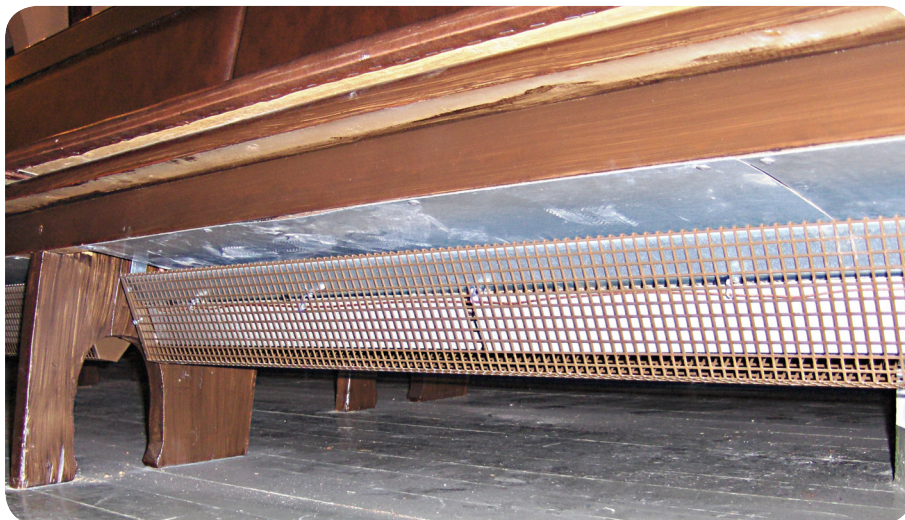
Handelsvare



Lokal variant

Elektriske benkvarmere

I mange kirker som har skiftet ut rørovnene er det blitt installert benkvarmere montert oppunder benkene. Fordelen med disse er at de har god strålingseffekt og gir god nærvarme i benkområdet. Ulempen er at de ikke kan brukes i de rommene som har stoler.



Moderne benkvarmer, foto Helge Svendsen

Dette er moderne ovner som passer i de kirkene som har fastmonterte benker.

Varmefolie i tak og elektriske gjennomstrømningsovner

Denne kombinasjon ble mye brukt fra ca. tidlig på sekstitallet og framover til i dag. Tidligere var det kun Eswa varmemefolie som var på markedet. Nå finnes det noen flere fabrikat som er tilgjengelig. I kirker hvor denne type varmeelementer er installert er de plassert i taket, og varmeavgivelsen skjer i første rekke i form av varmestråling.

Fordelen med varmemefolie er at de kan skjules enten over himlingen eller under tregulvet. Ulempen med varmemefolie i tak er blant annet at det gir en følelse av å være «tung i hodet» og denne løsningen må derfor velges med varsomhet. Det er dessverre dårlig erfaring med varmeelementene, da det over tid har oppstått mye feil på disse. Mislykkede forsøk på reparasjon ender med frakobling.

Når det gjelder bruk av gjennomstrømningsovner er fordelen at de kan plasseres under vinduer og dermed redusere trekk fra kaldras. De kan også fås i forskjellige farger som passer inn i rommet.



Gjennomstrømningsovn, foto Helge Svendsen

Ulempen med gjennomstrømningsovnene, er at det virvler opp støv som legger seg som et sort belegg på veggen over ovnene – noe som er svært uheldig.

Elektriske strålepaneler i tak

Denne type varmeanlegg kan være et brukbart alternativ i rom hvor det ikke er fastmonterte benker.

Ulempen er at når varmen reguleres fører den med seg en «knitrelyd» som kan virke forstyrrende under for eksempel kirkelige handlinger. I tillegg kan det virke ubehagelig med strålevarme som treffer folk i hodet. Derfor må det ved prosjektering tas hensyn til takhøyde og plassering i forhold til sitteplassene i kirken. Ved valg av strålepaneler må det legges stor vekt på kirkerommets egenart og estetiske verdi.

Elektriske varmekabler i gulv

Det har i mange år blitt installert varmeanlegg med innstøpte varmekabler i gulv. Fordelen er at dette gir en god komfortvarme for kirkebesøkende, og gjør møbleringen av rommet fleksibelt. Benker kan flyttes og stoler kan erstatte benker.

Ulempen er at det er vanskelig å drive brukstilpasset oppvarming. Betonggulvet virker som et magasin som gjør at det tar lang tid å regulere romtemperaturen opp eller ned alt ettersom behovet for varme i rommet endrer seg.

Vannbåren varme

Fordelen med et slikt anlegg er muligheten for å benytte alternative energibærere. Det vanlige er at vannet varmes opp ved hjelp av en fyrkjele som bruker olje, elektrisitet, gass eller biobrensel som energibærere. I mange tettbygde strøk er fjernvarmenett etablert som ett alternativ. Varmen distribueres i rommet på samme måte som vannbåren varme fra fyrkjele og har de samme fordeler og ulemper som vannbåren varme fra fyrkjele. I tillegg kommer en miljøgevinst, og i mange tilfeller reduserer man utgiftene.

I eldre kirker blir oftest varmen fordelt i kirkerommet med konvensjonelle radiatorer. I andre kirker, særlig i nyere arbeidskirker, blir varmen fordelt rundt i bygget i rør som legges i gulvet. Ulempen med et slikt anlegg er tregheten med å regulere temperaturen i rommet raskt opp og ned.

Varmluftsystem

Fordelen med et slikt anlegg er at man kan benytte alternative energibærere. Varmen fra et slikt anlegg distribueres via kanaler ut i de forskjellige rommene. Varmekilden er ofte en fyrkjele med samme energibærere som fyrkjeler nevnt ovenfor. Fyrkjelen er gjerne plassert i et egnet fyrrom. Varmen distribueres via kanaler som vanligvis ligger under gulv.

Ulempen er støv som virvles opp av luftsirkulasjon som oppstår i rommet. Dessuten er et slikt anlegg tregt til å regulere temperaturen i rommet raskt opp og ned.

Gass strålevarmepaneler

Dette oppvarmingssystemet har vært i bruk noen år, men er lite utbredt. Fordelen med gass strålevarme er rask oppvarming til brukstemperatur. Ulempen med et slikt anlegg i et kirkerom er det estetiske. Varmepanelene som er på markedet er svært lite egnet. Det viser seg at over tid blir panelenes overflate svært misfarget. I tillegg oppstår det en «knitrelyd» på samme måte som med elektrisk strålevarmepanel. Rørene som distribuerer gassen til panelene er lite pene og passer dårlig inn i kirkerommet.

Varmepumper

Det er i dag hovedsaklig to typer varmepumper på markedet:

- Luft til luft.
- Luft til vann.
- Vann til vann (grunnvannsboring).

Fordelen med varmepumper er reduksjon av energiforbruket. Dette er

systemer som utnytter varmen som finnes i luft og vann og sprer denne varmen via inneluft eller vanntransportsystemer som radiatorer eller rør i gulv. Dette er foreløpig mest på prøvestadiet i kirker, men forsøkene viser at dette er gode supplementer til eksisterende varmeanlegg.

Systemet med varmepumper med grunnvannsboring er det gjort få forsøk med. Det krever et effektivt transportsystem, og kan være et miljøvennlig alternativ i de kirker som allerede har vannbårne varmeanlegg. Det er imidlertid viktig å foreta en grundig prosjektering og kostnadsanalyse før en setter i gang. Plasseringen av et slikt anlegg inne i kirken og å samordne styringen av varmepumpene med eksisterende varmeanlegg kan være en utfordring. Blant annet kan det være vanskelig å få justert arbeidstemperaturen ned til under ca. 15-16 °C.

Resultatet av et prøveprosjekt med luft til luft system, er presentert på KAs hjemmeside.

Utedel med varmepumpe og skjerming av innedelen som er tilpasset kirken, foto Helge Svendsen



Oppvarmingskilder og orglene

Når orgelet skal brukes er det viktig at temperaturforholdene er mest mulig stabile i og rundt orgelet. Slik kan orgelet holde riktig stemming. Dette tilsier at strålingsvarme fra taket aldri må anbringes slik at orgelet utsettes for varmestråling. Dette vil gjøre det umulig å holde orgelet stemt i fyringssesongen, og kan i verste fall føre til tørkeskader på instrumentet. Ved installering av nye orgler i kirker med slik varme, har det ofte vært nødvendig å koble ut de delene av varmeelementene som bestråler orgelet. I enkelte tilfeller har dette ført til at kirkerommet ikke lenger blir tilført tilstrekkelig varme.

Det er videre viktig å være klar over at et orgel ikke kan innstalleres på et areal med gulvvarme. Slik varme må derfor unngås i områder der det kan bli aktuelt å anbringe et orgel.

Ventilasjon

I de fleste gamle kirker er det kun naturlig ventilasjon gjennom dører, vinduer og uttetheter i bygget. I nyere arbeidskirker med rom for flere aktiviteter, slik som kontorlokaler, klubbrom, barnehager etc. er det som regel installert mekanisk ventilasjonsanlegg. De vanligste formene for ventilasjon er:

Naturlig ventilasjon

Ved naturlig ventilasjon skjer luftskiftet gjennom ventiler, enten klaffeventiler et stykke opp på veggen, eller spalteventiler under eller i overkant av vinduer og gjerne over varmekilder. Avtrekk skjer gjennom ventillkanal over tak, gjennom ovns- eller peispipe og uten bruk av vifte. I tillegg skjer luftskiftet gjennom lekkasje pga. uttetheter i bygningen og ved at man går ut og inn gjennom dører, samt ved ekstra lufting gjennom vinduer.

Mekanisk ventilasjon

Den naturlige ventilasjonen suppleres ofte med mekanisk avtrekksvifte, enten innebygget kanalsystem med utlufting på tak eller yttervegg og dessuten mekanisk avtrekk, punktavtrekk, for kjøkken og evt. våtrom.

Balansert ventilasjon

Hovedprinsippet for balansert ventilasjon er at det er både mekanisk innblåsning gjennom et kanalsystem til alle rom gjennom kanalåpninger/ventiler, og mekanisk avtrekk fra alle rom. I noen rom skjer avtrekket gjennom spalter (f.eks. under dørene) til rom med aktivt avtrekk. Ventilasjonssystemet sørger for at det er balanse mellom tilluft og fraluft. Vanligvis kan slike anlegg reguleres av brukeren etter behov med tre forskjellige trinn. Utkifting av all luft skal skje i løpet av en 1/2 time og i visse tilfelle 3-5 ganger pr time. Anleggene bør være forsynt med et aggregat for oppvarming av friskluften (varmeveksler, varmegjenvinning) og med forvarming på særlig kalde dager.

Det er fastsatte regler for utskifting av luft i de forskjellige rom. Tabellen nedenfor viser behovene og er hentet fra hjemmesiden til «innneklima.com».

- Personbelastningen: minst 7 liter pr sekund og person (7 l/s person).
- Forurensninger fra bygg, interiør, installasjoner: 0,7 - 2,0 liter pr m² brutto gulvareal.
- Aktiviteter, arbeid, kjøkken, bad og våtrom, toalett, hobby, andre prosesser: (3 l/s m²).
- Forurensende prosesser bør innkapsles eller lukkes i spesialrom og forsynes med eget avtrekk.

Alle nye anlegg bør ha varmegjenvinning, og ved rehabilitering av eksisterende anlegg bør det, dersom det er pratisk mulig, installeres varmegjenvinning. Dette er god energiforvaltning.

Ventilasjonsanlegget bør kunne styres individuelt for hvert enkelt rom ut fra hvordan rommene brukes. En samordning av styringen for ventilasjonsanlegg og kirkens øvrige varmesystem er helt avgjørende for å få til energieffektiv drift av bygget.

Varmetap

Temperaturforskjellen mellom inne og ute, gjør at alle yttervegger vil lekke varme ut samtidig som det kommer kald luft inn gjennom åpne dører og små eller større utettheter ved vinduer, dører og liknende.

U-verdi

Isolasjonsevnen av en konstruksjon – f.eks. yttervegg, tak mot kaldt loft etc. – angis som U-verdi, også kalt varmegjennomgangskoeffisient. U-verdien angir hvor stor varmemengde som strømmer gjennom 1 m² av konstruksjonen i løpet av en time, når temperaturforskjellen mellom den innvendige og utvendige siden er 1 °C. Jo mindre varmegjennomgangs-koeffisienten er, desto bedre isolerer konstruksjonen. U-verdien betegnes: W/m²K.

Trekk

Utettheter gir trekk og en opplevelse av lav komforttemperatur. Utettheter gir også varmetap. En enkel metode til å identifisere utetthet på, er å se på et brennende stearinlys i rommet. Blafring tyder på at det er luftlekkasje i nærheten av stearinlyset.

En mer avansert metode er termografering. KA anbefaler at det gjennomføres termografering av bygningen for å få avdekket hvor lekkasjene er, slik at eventuelle skader eller manglende isolasjon kan utbedres. I store kirkerom er det en utfordring å få til en temperatur som alle vil oppleve som komfortabel. En varmekilde plassert nær der folk oppholder seg vil gi dem en opplevelse av god varmekomfort.

Kaldras

Kaldras er en form for uønsket luftstrømning forårsaket av temperaturforskjeller som oppstår på en loddrett flate - for eksempel en dårlig isolert yttervegg eller et dårlig isolert eller utett vindu. Luften rett utenfor flaten blir avkjølt og dermed tung. Dette medfører at den vil strømme ned langs den kalde flaten. Ethvert varmetap gjennom en flate i et oppvarmet

beboelses- eller oppholdsrom vil forårsake kulderas. Når kulderaset treffer gulvet vil det bre seg utover i rommet som en kald luftstrøm ved gulvet. Vanligvis kan kulderas dempes ved å plassere en varmekilde under den kalde flaten – for eksempel en radiator eller en panelovn. Det optimale er selvsagt å fjerne årsaken ved å montere tetningslister eller aller helst skifte vinduer og tette luftlekkasjer og eventuelt etterisolere.

Luftfuktighet og oppvarming

Relativ fuktighet

Luften vi har rundt oss vil alltid inneholde en del vann. Mengden, den relative fuktigheten (RF), måles vanligvis i prosent. Dette målet er et uttrykk for luftens evne til å oppta vann og denne evnen varierer med temperaturen slik at jo varmere det er, desto mer vann kan luften ta til seg. Ved 100 % RF er luften mettet og kan ikke ta opp mer vann. For hver grad en gitt mengde luft med konstant vanninnhold varmes opp, synker RF grovt sett med 2-3 %. F.eks. vil luft som ved 10 °C holder 50 % RF bare ha en RF på rundt 25 % ved 20 °C. Av dette følger at mens den relative fuktigheten vil være tilnærmet lik ute og inne på en varm sommerdag, vil det kunne være svært stor forskjell i den relative fuktigheten utendørs og i et oppvarmet kirkerom på en kald vinterdag.

UTE		INNE	
Temperatur	Relativ fuktighet	Temperatur	Relativ fuktighet
- 10 °C	70 - 100 %	23 °C	10 - 17 %
		18 °C	16 - 25 %
		10 °C	25 - 40 %
		5 °C	40 - 60 %

Luftfuktigheten varierer med temperaturen ute og inne: (ill)

Duggpunkt

Når luft med et gitt vanddampinnhold avkjøles, vil den relative luftfuktigheten stige. Forsetter avkjølingen stiger luftfuktigheten til den når 100 % og vannet i luften kondenserer til vanndråper (kondens). Temperaturen her kalles duggpunkttemperaturen eller bare duggpunktet.

Nivå på luftfuktighet

Gjennom et år vil det være svært store svingninger i luftfuktigheten innendørs. I en fuktig og varm periode på sommertid kan relativ fuktighet (RF) innendørs komme opp i 90 % og mer. Et så fuktig innneklima kan ha en midlertidig negativ innvirkning på kirketekstiler. Orglets funksjon vil også kunne bli påvirket, men det vil sjelden kunne føre til skader. Så snart fuktigheten kommer ned på et normalt nivå vil eventuelle problemer med orglet forsvinne.

En konstant RF over 70 % gjennom lengre tid, vil imidlertid kunne gi skader både på treverk, metall og tekstiler. Derfor kan det i enkelte deler av landet være behov for en forsiktig og kontrollert oppvarming av kirkene, også utenom den vanlige fyringssesongen.

Det er få holdepunkt for å anbefale en absolutt nedre grense for relativ luftfuktighet. En brukbar tommelfingerregel må være at man unngår lengre perioder med luftfuktighet ned mot, eller under, 30 % RF. Der det er orgler fra midten av 1900-tallet, og eldre, bør man søke å holde fuktigheten høyere, eventuelt gjennom et restriktivt oppvarmingsregime.

Bruk av luftfuktere

Da man på 1950-tallet ble oppmerksom på farene for tørkeskader, ble mange kirker utstyrt med befukningsanlegg. Disse ble ofte dimensjonert for å holde en konstant RF i hele kirkerommet på ca 50 % som ble ansett å være ideelt. Dermed trodde man problemet med uttørking av orglene var løst. Imidlertid viste det seg raskt at det ikke var uproblematisk å tilføre store mengder vann til inneluften i en eldre kirke i kalde vinterperioder. Et sted måtte alt vannet havne, og det viste seg å være i kirkebyggets vegger, gulv og tak. Resultatet ble i noen tilfelle omfattende råteskader på trekonstruksjoner og frostsprengning i murverk. Bruk av befuktere for å holde en konstant og ideell relativ luftfuktighet i eldre kirkebygg er derfor ikke å anbefale. Imidlertid finnes det tilfelle der en moderat bruk av befuktning lokalt rundt orglet har vist seg å være gunstig for et orgels funksjon. Dette gjelder særlig i kirker der temperaturen av en eller annen grunn må holdes konstant på brukstemperatur over lengre tid. Men hensikten med bruk av befuktere i eldre kirker bør uansett ikke være å løfte RF i hele rommet til

noen ideell norm, men å kompensere for den mest ekstreme tørken i særlig utsatte perioder.

Muggsopp

Muggsopp vokser raskt. Fire grunnleggende forhold må være oppfylt samtidig for at dette skal kunne skje¹:

1. Fuktbelastningen må være tilstrekkelig høy. Optimalt fuktighet for soppen, er 100 % RF. Aktivitet avtar ned mot ca. 80 % RF.²
2. Temperaturen må være tilstrekkelig høy. Optimal temperatur er gjerne rundt 20-25 °C, eventuelt opp mot 30-35 °C for enkelte arter. Blir det varmere stanser veksten. Det må være over ca. 5 °C for at vekst skal skje, mens den stanser helt opp ved lavere temperaturer.
3. Næringstilgangen må være god. Muggsopp lever først og fremst av lett tilgjengelige næringsstoffer i vedcellene, sekundært kan også cellulosen brytes ned. Andre næringsstoffer, som bindemidler i maling og lakk og lim i finérplater, kan også fungere som næringskilde.
4. De tre første faktorene må være tilstede tilstrekkelig lenge for at vekst skal oppstå. Ved normale vannskader, pleier det å skje en begynnende vekst i løpet av ca. en uke. Ved mer optimale forhold, som ved tretørking i sagbruk, kan det oppstå omfattende skader i løpet av bare ett døgn. Når forholdene ikke ligger så godt til rette, kan det gå mange måneder.

¹ Kilde Mycoteam

² I fagmiljøene er det ulike oppfatninger om når muggsoppens aktivitet avtar. Derfor bør det ikke opereres med absolutte grenseverdier da aktiviteten faktisk kan foregå helt ned mot 60% RF.

Kirkebygg og inventar

Norske menigheter har et stort ansvar som forvaltere av de kulturverdier som Norges kirkebygg representerer. I Norge finnes det ca 1650 kirker. I 2001 brukte 90 % av disse kirkene elektrisitet til oppvarming.

Byggeperiode og bygningsmateriale for kirkene fordeler seg slik:

Type kirke	Byggeperiode	Antall
Murkirker	Før 1537	159
Trekirker	Før 1537	32
Murkirker	1537 - 1649	0
Trekirker	1537 - 1649	20
Murkirker	1650 - 1850	23
Trekirker	1650 - 1850	290
Murkirker	Etter 1850	371
Trekirker	Etter 1850	724



Eidanger kirke, foto Helge Svendsen

Størrelsen på kirkene varierer fra de store katedraller til de små bygdekirker, og bruken av kirkene er forskjellig – i noen er det aktivitet hele uken, mens andre brukes sjeldnere.

I fyringssesongen har brukerne forskjellige ønsker om hva brukstemperaturen skal være. Noen arbeider i kirken mange timer hver dag, mens andre kun er i kirken kortere tid for å delta i gudstjeneste og andre kirkelige handlinger, gjerne med ytterklærne på.

Effektiv og energivennlig oppvarming

I svært mange av Norges kirker har det vært et forholdsvis høyt forbruk av energi fordi man har prioritert en høy komforttemperatur for de besøkende. Dette gir et dårlig bevaringsmiljø og har medført til dels betydelige tørkeskader på interiør og kunstverk.

I Norge kommer mesteparten av den elektrisitet vi bruker fra vannkraftverk. Vi vet imidlertid at dette ikke dekker fremtidig behov for elektrisitet. Allerede i dag importeres det elektrisitet som produseres av blant annet kullkraftverk på kontinentet. Produksjon av en Kwh i et kullkraftverk slipper ut 0,8 - 1 kg CO².

Redusert bruk av elektrisitet til oppvarming i norske kirkebygg gir mulighet til eksport av ren vannkraft til erstatning for elektrisitet produsert med forurensende energikilder. På den måten kan vi bidra til å redusere den globale oppvarmingen som utslipp av CO² forårsaker.

En gjennomsnitts kirke bruker ca. 90.000 Kwh pr år, dersom energiforbruket reduseres med 20 %, gir det en reduksjon av CO² utslipp på ca. 18 tonn pr år. I tillegg reduseres kostnadene til kjøp av energi med ca. kr 14.400 pr år med en pris på kr 0,80 /kwh.

Vi må alle tenke globalt og handle lokalt!

Kirker som kulturminner – lover og forskrifter

De som har ansvar for forvaltningen av en kirke, må forholde seg til de lover og forskrifter som til en hver tid gjelder. Kirkeloven sier blant annet at biskopen må godkjenne alle bygnings- og interiørmessige endringer i kirkebygg. I medhold av kulturminneloven og kirkeloven har Miljøverndepartementet og Kirkedepartementet utarbeidet et felles rundskriv om forvaltning av kirke, kirkegård og kirkens omgivelser som kulturminne og kulturmiljø

(T-3/2000). Rundskrivet innebærer bl.a. at Riksantikvaren må involveres i alle bygnings- og interiørmessige endringer i fredede og vernevernige kirker. Alle tiltak i disse kirkene må gjennomføres på en antikvarisk forsvarlig måte.

Eiers og brukers ansvar

For alle bygninger er det til en hver tid eier av bygget som er hovedansvarlig for drift og vedlikehold. De fleste kirkebygg i Norge eies av det enkelte sokn og forvaltes av kirkelig fellesråd. Kirkelig fellesråd er dermed ansvarlig for at organisatoriske, bygningsmessige og tekniske krav til drift og vedlikehold etterleves.

Alle endringer av el-anlegget skal selvsagt utføres av autorisert installatør. Denne har igjen ansvar for å sende melding til det lokale el-tilsyn om arbeidet som skal gjøres, og rapportere når det er utført. Periodisk kontroll av el-anlegg, herunder varmanlegg, skal utføres og inngå i den enkelte virksomhets håndbok for internkontroll.

Brukere av et bygg har også et ansvar. De skal se til at eiers retningslinjer følges, og innrette sin virksomhet etter de lover, forskrifter og regler som til enhver tid gjelder. Bruken av kirkebygget styres av menighetsråd og prest i samarbeid med kirkelig fellesråd.

Bevaringsmiljø for kirkeinventar

De fleste kirker er utsmykket med uerstattelig kirkekunst, en kulturarv som kirken har ansvaret for å ta vare på for framtidige generasjoner. Opp gjennom tidene har det vært lite fokus på hva som er et godt bevaringsmiljø for interiør og kirkekunst. Ufornuftig oppvarming har påført interiør og kirkekunsten store skade. Erfaringen viser at da man gikk over til elektrisk oppvarming og klarte å holde hele kirkerommet varmt over lengre tid, ble konserveringstilstanden for kirkekunst, veggdekor og interiør, særlig malte gjenstander, betydelig forverret og førte til store skader. Disse skadene er svært kostnadskrevende å utbedre, dersom det i det hele tatt lar seg gjøre.

Undersøkelser gjort både av Riksantikvar og KA, har avdekket til dels store tørkeskader på bygningene, interiøret og kunstgjenstandene inne i kirkene på grunn av høy temperatur og lav relativ fuktighet. Der det er avdekket fuktskader i himling, kan det oftest identifiseres som et resultat av dårlig vedlikehold av tak, dvs. taklekkasje. De to materialtypene som i størst grad påvirkes av inneklimaet er tre og tekstiler.

Tregjenstander

Tre er et på mange måter enestående materiale. Det forener styrke med lav vekt samtidig som det er lett å bearbeide. Dets egenskaper endres lite selv over svært lange tidsrom. Det er lite påvirkelig for skiftende temperaturer, mens det uansett alder vil reagere på fuktigheten i luften. Er luftfuktigheten høy, absorberer treet mer vann og utvider seg, mens det vil trekke seg sammen når fuktigheten synker. Vi sier at det er et «hygroskopisk» materiale. Hvor store bevegelser det blir, avhenger bl.a. av treslag. Porøse lette treslag som furu og gran beveger seg mer enn tyngre og massive som eik og mahogni. Bevegelsen i treet går hovedsakelig på tvers av vekstretningen mens det knapt vil være noen endringer i lengderetningen.

Overflatebehandling av treverk med maling, lakk eller olje vil i varierende grad forsinke påvirkningen på materialet av endringer i luftfuktighet, men kan ikke eliminere den. Over tid vil virkningen være den samme.

Endring i trematerialer skjer relativt sakte både ved uttørking og oppfukting. Korte perioder med brukstemperatur og lav luftfuktighet påvirker dette i liten grad.

Det er vanlig å regne en RF på 40-50 % som ideelt for oppbevaring av tregjenstander. Av hensyn til de mange musikkinstrumenter som er helt eller delvis av tre, er luftfuktigheten i moderne bygg for musikkformål, som f.eks. Norges musikkhøgskole og Oslo konserthus, kontinuerlig regulert gjennom ventilasjonen til 45 (+- 5)% RF.

Tekstiler

Også kirketekstiler vil kunne ta skade av dårlig inneklima. Dersom RF over tid blir liggende på 70% eller mer øker risikoen for at kirketekstiler blir rammet av muggangrep. Ved høy RF er det også gode betingelser for skadeinsekter på tekstilene. Blir RF over tid liggende på 30% eller mindre, øker faren for uttørking av materialet, som lett vil bli mer sprøtt og sårbart. Dette øker risikoen for at kirketekstilene får varige skader selv ved forsiktig bruk. Ved oppheng av kunstgjenstander på yttervegg, bør det være en luftspalte på ca. 2 cm mellom vegg og gjenstanden. Dette er for å unngå at det dannes kondens på den overflaten av gjenstanden som vender mot ytterveggen.

Energieffektiv og miljøvennlig oppvarming av kirkebygg

Det er mulig å få til betydelig reduksjon av energibruk og en bedring av innneklima og bevaringsmiljø uten å foreta kostbare investeringer. Det skjer ved aktiv oppfølging av kirkens bruk, energibruk og innneklima.

Energieffektivitet handler om effektiv utnyttelse av energi. I vår sammenheng dreier det seg primært om kirkebyggene, men det omfatter også driftsbygg og administrasjonsbygg. Mange steder vil det være naturlig å inngå et samarbeid med kommunen på dette området. Ca. 90 % av energibruken i kirker går til oppvarming. Derfor vil det være spesielt mye å oppnå ved å sette fokus på oppvarmingsrutinene i den enkelte kirke.

Brukstilpasset oppvarming

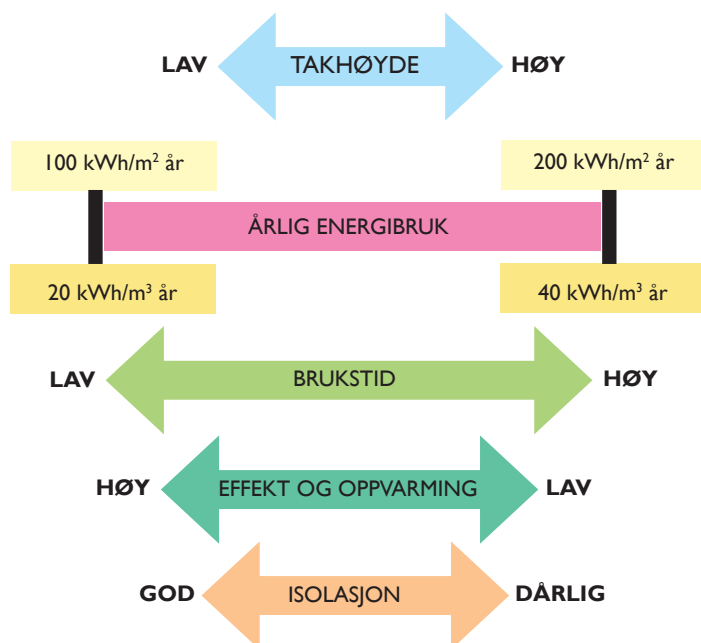
Det må bestemmes hvilken temperatur kirken skal ha når den ikke er i bruk (hviletemperatur), og hvilken temperatur kirken skal ha når den er i bruk (brukstemperatur).

Nivået både på hviletemperatur og brukstemperatur må tilpasses bruken av kirkebygget. Dette bør være kirkevergens ansvar i samspill med kirketjener, menighetsråd og andre brukere av kirken. Et viktig kriterium for å få til god brukstemperatur, samtidig som energieffektivisering skal vektlegges, er varmeanleggets kapasitet. Det vil si at antallet kilowatt varmeanlegget yter bestemmer hvor lang tid det tar og dermed hvor mye energi som trengs for å løfte temperaturen fra hviletemperatur til brukstemperatur.

Dette bør testes ut i de forskjellige årstider. På den måten får man god oversikt over varmeanleggets kapasitet, slik at oppvarmingstiden kan fastsettes. Det finnes også såkalte «intelligente styringssystemer» som det anbefales å bruke.

Installert effekt til oppvarming

Illustrasjonen på neste side anslår hvor mye installert effekt et varmeanlegg bør ha for å drive brukstilpasset oppvarming. Sjekk på hvilken side «din kirke» passer, og dette vil gi en pekepinn på hvilken kapasitet (Kilowatt) varmeanlegget bør ha.



Bevaringsmiljø

Kravet til brukstemperatur og kravet til temperaturnivået for et godt bevaringsmiljø er ofte forskjellig.

Utfordringen blir å gi brukerne av kirkebygget og de ansatte som styrer temperaturen kunnskap om temperaturstyring slik at det tas hensyn til både brukere og et godt bevaringsmiljø. Samtidig skal temperaturstyringen være både energieffektiv og energisparende. Dialog mellom brukerne og de ansatte blir sentralt i dette arbeidet.

Komforttemperatur

Den enkelte persons krav til innetemperatur (komforttemperatur), er i dag langt høyere enn det den var den gang vedfyring var dominerende i Norge. Dette gjelder også for våre kirkebygg. Når det gjelder den enkeltes opplevelse av komforttemperatur påvirkes dette blant annet av:

- Den enkeltes persons bekledning.
- Differansen mellom ute og innetemperatur.
- Kaldras (trekk) fra vegger, dører og vinduer og annet.
- Plassering av varmekilder.
- Luftfuktigheten.

Dette er momenter som må vurderes når man skal dimensjonere varme-anlegg i den enkelte kirke.

Kirkens bruksmønster

Som nevnt innledningsvis, er det stor variasjon i bruksmønsteret for norske kirker. For å oppnå en effektiv energiprofil, kreves kunnskap om hvordan den enkelte kirke brukes gjennom uken, måneden og året.

Ved å samle ukens aktiviteter på færrest mulig dager vil det bli lengre perioder med hviletemperatur, noe som vil gi et bedre bevaringsmiljø og mindre energibruk.

Enkelte kirkeverger har i samarbeid med øvrige ansatte i menigheten fått dette til, noe som har redusert energiforbruk med 30-40 %. Dersom dette også er i samsvar med det behov man har for bruken av kirken, så er det bra.

Når det gjelder arbeidskirker og flerbrukskirker kan man drøfte tematikken med brukerne, og eventuelt lage en plan for hvilke rom som brukes til hvilke tider. En slik samordnet bruksplan for hele kirkebygget kan så benyttes som grunnlag for en differensiert temperaturstyring.

KA har gjennomført prosjekter med ulike kirkebygg der det er foretatt undersøkelse av bruksmønster, energibruk, bevaringsmiljø og energistyring.

Forsøket fra to av forsøkskirkene i samme klimasone med tilnærmet likt bruksmønster, viser klart at brukstilpasset oppvarming er mest energi-effektiv og miljøvennlig. Forsøket ble utført i perioden februar - april 2002. Resultatet kan sammenfattes slik:

Trekirke	Kirke med brukstilpasset oppvarming	Kirke med jevn innetemperatur
Areal	113 m ²	254 m ²
Varmekilde	El-rørovn, Panelovner	El-rørovn, Panelovner
Bruktid pr. uke	0,8 timer	2,1 timer
Energiforbruk:		
kWh/m ² år	155	366
kWh/m ³ år	24	85
Installert effekt	34 W/m ³	24 W/m ³
Midlere luftfuktighet i måleperioden (RF):		
I kirkerommet	55 %	29 %

Ved å sammenligne disse to kirkene ser en klart mulighetene som ligger i

brukstilpasset oppvarming. Ved å senke temperaturen når kirken ikke er i bruk kan energiforbruket reduseres betydelig og det skapes et godt bevaringsmiljø. Samtidig økes temperaturen for å gi et godt bruksmiljø når den er i bruk.

Strategi for energiplanlegging

Alle kirkelige fellesråd bør ha som overordnet målsetting å få på plass en miljø- og energiplan for fellesrådets virksomheter.

Som nevnt er det de kirkelige fellesråd som har det totale ansvar for driften av kirkene. Derfor skal en miljø- og energiplan behandles og vedtas av fellesrådet. En slik plan må gjenspeiles i budsjettene ved at det er satt av midler til enøktiltak. På den måten kan kirken være med å ta ansvar i miljøspørsmål.

Fellesrådets har ansvar

for å utarbeide overordnet strategi og mål for:

- Reduksjon av energiforbruk uten investering i enøktiltak.
- Reduksjon av energiforbruk etter investering i enøktiltak.
- Omlegging fra forurensende energibærere til fornybar energi.
- Avsette midler til enøktiltak på de årlige investeringsbudsjett.

Administrative tiltak

- Gjennomføre analyse og strategi for den totale bruk av kirkebygget. Dette gjøres i nært samarbeid med ansatte og øvrige brukere av kirken. Resultatet av dette legges fram for fellesrådet til behandling etter høring i de enkelte menigheter.

- Kartlegge energiforbruket i den enkelte kirke og bruken av de forskjellige rom.

- Gjennomføre en planmessig opplæring av ansatte i energiledelse, bevaringsmiljø og inneklima. (Se forslag til plan for opplæring i vedlegg 4.)

Dette betyr at alle ansatte i kirken må få:

- Innføring i hvordan innetemperaturen påvirker luftfuktigheten.
- Kunnskap om brukstilpasset oppvarming.
- Energibruk og det ytre, globale miljø.

Driftsledere, menighetsforvaltere og kirketjenere må få:

- Opplæring i energiledelse, styring av varmeanlegg.
- Registrering av kirkens energibruk, inneklima og kirkens bruk.

- Bruk av Kirkebyggdatabasens energimodul for registrering og analyse av energibruk og inneklima.
- Utarbeide tiltaksplaner for energieffektivisering og enøktiltak for alle bygg som fellesrådet har driftsansvar for, som legges fram for fellesrådet til behandling.
- Rapportere til fellesrådet energiforbruk for den enkelte kirke og samlet for alle kirker og bygninger som fellesrådet har driftsansvar for.
- Utarbeide budsjettforslag til gjennomføring av enøktiltak.

Etablering av målstyrt energibruk

Skal det lykkes å gjennomføre brukstilpasset oppvarming av kirkene i Norge, må dette være forankret i den enkelte organisasjon, inkludert kirkens brukere. Temaene man tar opp vil være forskjellig for de ulike målgruppene, men mye kan skje felles. Samlinger der ansatte og brukere er til stede sammen kan legge grunnlag for den dialog som er nødvendig for å oppnå gode resultater. Likevel er det de ansatte som får det daglige ansvaret, bl.a. gjennom bruk av de styringssystemer og oppvarmingskilder som finnes i bygget og dermed spesialopplæring i disse. De ansatte bør også få opplæring i bruk av Kirkebyggdatabasens energimodul (se siste del av håndboken).

Styringssystemer

Styringssystemer skal være enkle å betjene med god oversikt over temperaturen i kirken. Det finnes mange forskjellige systemer for styring av varme, ventilasjon og annet i kirker og andre bygninger. Mange av disse har mulighet for fjernstyring enten via internett eller mobiltelefon.

Enkelte av styringssystemene er i praksis fjernstyring av et ur. Oppvarmingstiden settes manuelt basert på erfaring av hvor lang oppvarmingstiden er for den enkelte kirke ved varierende utetemperatur.

De mer avanserte systemene beregner selv den nødvendige oppvarmingstiden når man har lagt inn tidsperioden kirkebygget, eller deler av det, skal brukes.

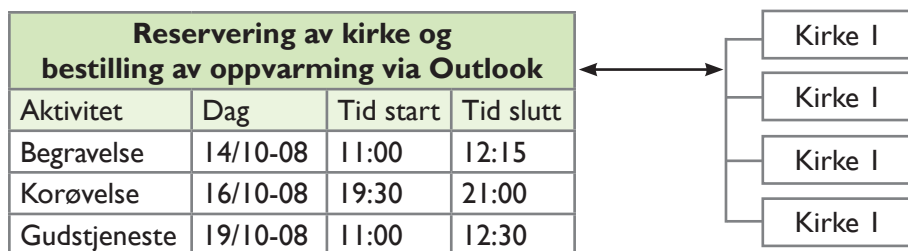
Systemet bør kunne gi tilbakemelding om at anlegget er i drift og angi den reelle temperatur i rommet. I tillegg bør det kunne tas ut rapporter med historiske data for temperatur og inneklima.

Flere av denne type styringssystemer kan koples opp mot et sentralt bookingsystem og fjernstyres av den som har ansvar for booking av aktiviteter i den enkelte kirke.

I tillegg er det for de fleste anlegg fullt mulig å legge inn tilleggsfunksjoner, som styring av ventilasjonsanlegg, overføring av alarmer og lysstyring med mer.

Et effektivt styringssystem må kunne styre de forskjellige sonene av varmeanlegget i kirkerommet og i andre rom som krever oppvarming. Dette er nødvendig for å få til energieffektiv oppvarming og et godt bevaringsmiljø samt god varmekomfort for brukerne.

I noen kirker i Drammen har man tatt i bruk varmestyring med sentral og lokal styring via epostleseren Outlook. Det gir også tilbakemelding om kirkens temperatur og inneklima. Skjematisk fungerer innstillingen slik:



Riktig bruk av et slikt styringssystem har vist seg å være et godt hjelpemiddel til å drifte kirkene energieffektivt og miljøriktig.

Et godt styringssystem må være betjeningsvennlig og gi gode tilbakemeldinger om

- Er varmen på?
- Aktuell temperatur og relativ fuktighet.
- Historiske data om temperatur, relativ fuktighet og oppvarmingstider etc.

Oppvarming i det daglige og utskifting av varmesystemer

Tidligere har vi drøftet forholdet mellom brukstilpasset oppvarming kontra bevaringsmiljø og målet om redusert energiforbruk. Vi har også vært innom behovet for en gjennomdrøfting av den enkelte kirkes driftsmønster, der både de ansatte og brukerne er med på drøftingene. Med bakgrunn i erfaringer fra KAs energiprosjekter kan følgende oppvarmingsrutiner anbefales:

Anbefalte nivåer for temperatur og relativ fuktighet

Brukermiljøtilpasset aktivitet	Bevaringsmiljø, oppbevaring og luftfuktighet
Gudstjenester, kirkelige handlinger og konserter 17-20 °C	Korte oppvarmingstider og lange hvileperioder Lav hviletemperatur 5-10 °C Jevn luftfuktighet ca. 50% RF +/- 10%

- For kirker som brukes mindre enn to ganger i uka, anbefales det å holde hviletemperaturen på 5-10 °C. Skal kirken brukes til øving for organisten kan ikke en temperatur under 10 grader anbefales – selv ikke med lokal oppvarming rundt organistens arbeidsplass. Tiden det tar å komme opp til brukstemperatur fra denne hviletemperaturen, vil selvsagt variere fra bygg til bygg. Derfor bør det gjennomføres noen tester, gjerne ved ulik utetemperatur, for å finne ut hvor lang oppvarmingstid man trenger for å nå brukstemperaturen man har valgt. Oppvarmingstiden bør være så kort som mulig, noe som igjen betyr at det må være installert varmekilder med tilstrekkelig effekt. Oppvarmingstiden bør ligge i området 6-12 timer. Mange kirkebygg har varmekilder med for lav effekt. Dette gir lang oppvarmingstid og høyt energiforbruk. Brukstemperaturen for den enkelte kirke må avklares lokalt, men den bør ligge i området 17-20 °C. Varmeanlegget bør være inndelt med flere soner i kirkerommet. Dette er meget viktig for å få til en energieffektiv oppvarming, som også gir god varmekomfort for de tilstedeværende i kirken. I kirker hvor andre rom enn kirkerommet krever oppvarming må varmeanlegg og varmestyringen kunne styres separat.
- For kirker som er i bruk flere ganger i uka, er det i de fleste tilfeller fast kirketjener tilknyttet kirken. Da ligger det bedre til rette for manuell styring, men likevel anbefales såkalt ”intelligente” styringssystemer som styres via booking av arrangementer fra kirkekontoret, eller lokalt i den enkelte kirke.
- For moderne arbeidskirker der det er både kontorer og f.eks. barnehager, stilles det helt andre krav. Et varmesystem som er dimensjonert og seksjonert riktig, er nesten en forutsetning for å oppnå en energieffektiv drift av bygget. Seksjoneringen gjør at det kan være separat styring av varmeanleggene i de forskjellige rommene. Brukstemperaturen vil også ha andre grenseverdier enn i for eksempel kirkerommet.

Bygget bør gjennomgås og lekkasjer kartlegges. Man bør også vurdere etterisolering. Kartlegging av lekkasjer og behov for etterisolering, skjer best ved at bygningen termograferes.

Hva bør en gjøre ved utskifting eller installasjon av nytt varmeanlegg?

- Få en beregning av varmebehovet for det enkelte rom.
- Sørg for en fornuftig soneinndeling av varmeanlegget.
- Velg et egnet styringssystem ut fra lokale behov.
- Foreta uttesting av anlegget etter montering for å sikre at det tilfredsstiller de krav som ble lagt til grunn for anskaffelsen.
- Sørg for nødvendig godkjenning av anlegget av biskop og riksantikvar.

Fredede, automatisk verneverdige og listeførte kirker

Kirkene i disse kategoriene er ofte utstyrt med rørovner under benkene. I noen kirker er det i tillegg plassert rørovner eller også gjennomstrømningsovner langs veggene og på galleri. Det er også varmekabel i gulv i noen få kirker. Luft til luft varmepumper kan være vanskelig å få tilpasset denne type kirker, men det gjøres forsøk, og man er i dialog med Riksantikvaren om dette.

Elektriske strålevarmepanel under tak vil det være vanskelig å anbefale av estetiske hensyn. Det samme gjelder for gasstrålepanel under tak. Likevel er dette alternativ som bør kunne vurderes hvis benker er byttet ut med stoler. Utfordringen ligger i at oppheng og plassering samt framføring av rør og kabler, skal tilpasses kirkerommet.

Benkvarmere som er montert under benkene er en god løsning som også Riksantikvaren anbefaler. Denne løsningen passer der hvor det er faste benker, selv om det er utviklet koblingssystemer som gjør det enkelt å flytte noen benker for å gi plass til for eksempel et kor.

Dersom det er vannbåren varme fra tidligere og anlegget skal fornyes, kan det vurderes å bruke de eksisterende radiatorene, eventuelt skifte dem med nye ribberørskonvektorer under benkene. De kan også suppleres med radiatorer langs veggene. Benyttes vann fra det lokale fjernvarmenettet, kan valg av varmeutstyr også gjøres som beskrevet ovenfor. Det er også mulig å supplere et slikt anlegg med luft til vann varmepumpe som kobles på med varmeanlegget, og medfører ikke noen innedel montert i kirken.

Med varmtvann som oppvarming kan det imidlertid være vanskelig å oppnå

så hurtig økning av temperaturen fra hviletemperatur til brukstemperatur som ønskelig. En god samordning av styringen av de forskjellige varmesystemene er helt avgjørende for å oppnå et godt resultat

Foto, Ulf Christensen



Radiatorer langs vegg og bak benk under galleri



Konvektor under benk

Bildene viser del av varmeanlegget i Vår Frue i Trondheim etter installasjon av fjernvarmeanlegg.

Kirker bygd etter 1850 som ikke er listeførte

I disse kirkene står en noe friere ved valg av utstyr, men som eier er det god grunn til å legge de samme kvalitetskriteriene til grunn som for eldre kirker; energieffektivitet, miljøvennlighet, kapasitet, økonomi og estetikk. Derfor er de løsninger som er nevnt for kirkene ovenfor, gjeldende også for ikke listeførte kirker bygd etter 1850.

Arbeidskirker/flerbrukskirker

I svært mange arbeidskirker er varmeanlegget en kombinasjon av varmekabel innstøpt i gulv og gjennomstrømningsovn, eventuelt varmefolie i tak.

Vannbåren varme kombinert med sentralfyringsanlegg basert på olje eller elektrisitet, kan i dag bygges om, slik at det kan benyttes gass- eller biobrensel-fyring som energibærer. En del steder kan også fyrkjelen erstattes med varme fra det lokale fjernvarmenettet.

Det kan også monteres luft til vann varmepumper og eventuelt varmeveksler basert på grunnvann. Varmeveksler basert på grunnvann, er en miljøvennlig metode, men med høye anleggsinvesteringer.

Vannbåren varme i den ene eller andre formen, er miljøvennlig løsninger, men krever god planlegging. Ofte må det også installeres tilleggsvarme for å få til brukstilpasset oppvarming. Der det er vannbåren varme i bygningen, og

det ligger til rette for det bør det forsøkes å få til et samarbeid med andre byggeiere eller kommunen om å etablere lokal nærvarmesentral. Slike tiltak kan det søkes om støtte til fra Enova.

Energibruk

Energibruken i den enkelte kirke vil være avhengig av en rekke bygningsmessige og driftsmessige forhold. Stor takhøyde og lang brukstid (oppvarmingsperiode) vil øke energibruken, mens god isolasjon og tettere bygningskonstruksjoner vil bidra til senking av energibruken. Tilstrekkelig installert effekt til oppvarming er nødvendig for å kunne gjennomføre brukstilpasset oppvarming med lavt energibruk og bedre inneklima/bevaringsmiljø som resultat.

Med bakgrunn i innsamlede data og analyser har det vært mulig å utarbeide veiledende normtall som viser årlig energibehov ved brukstilpasset oppvarming.

Hva er normalt forbruk for en kirke?

Ved å velge den siden på figuren som passer for «din» kirke, gir figuren deg en pekepinn på hva som er et normalt årsforbruk. Fremstillingen viser at kirker med brukstilpasset oppvarming normalt vil oppnå en årlig energibruk som ligger mellom 100-200 kWh/m² år eller mellom 20-40 kWh/m³ år.

Økonomisk gevinst av energieffektivisering

I kirker hvor det er satt fokus på effektiv energibruk kombinert med bruk av Kirkebyggdatabasens energimodul har en greid å redusere energiforbruket med opptil 45 %. Dette har skjedd uten at det er foretatt investering i enøktiltak. I en gjennomsnittlig kirke vil dette redusere energikostnader på ca. 20 - 30 000 kr i året.

Investering i enøktiltak

Betydelig reduksjon i energiforbruket kan ofte oppnås gjennom større investeringer i styringssystem, oppvarmingssystem eller bedre isolasjon. Med utgangspunkt i at en gjennomsnittlig kirke 90 000 Kwh pr år kan en sette opp en tabell for vurdering av lønnsomheten av investering i enøktiltak. Det legges til grunn at tiltakene reduserer energiforbruket med fra 10 % til 50 % pr år.

I følgende oversikt er det lagt til grunn en strømpris på kr 0,80 /Kwh. Der som strømprisen blir høyere vil dette slå positivt ut for lønnsomheten for tiltaket. Dette enkle regnestykket viser at det er mulig å oppnå både økonomisk gevinst og å bidra til et bedre globalt miljø.

Begrenset årsforbruk	Kullkraft produksjon	Årsforbruk Kwh	Kostnad år	Investering		
90 000 Kwh	1 Kwh gir 0,9 kg CO2	90 000	63 000	kr 100 000	kr 200 000	kr 300 000
Prosentvis reduksjon	Reduksjon	Reduksjon	Reduksjon	Investering inntjent på år		
Pr år	CO2	Kwh	Kr	År	År	År
10 %	8 100	9 000	7 200	14	28	42
20 %	16 200	18 000	14 400	7	14	21
30 %	24 300	27 000	21 600	5	9	14
40 %	32 400	36 000	28 800	4	7	10
50 %	40 500	45 000	36 000	3	6	8

Orgelvedlikehold og inneklima



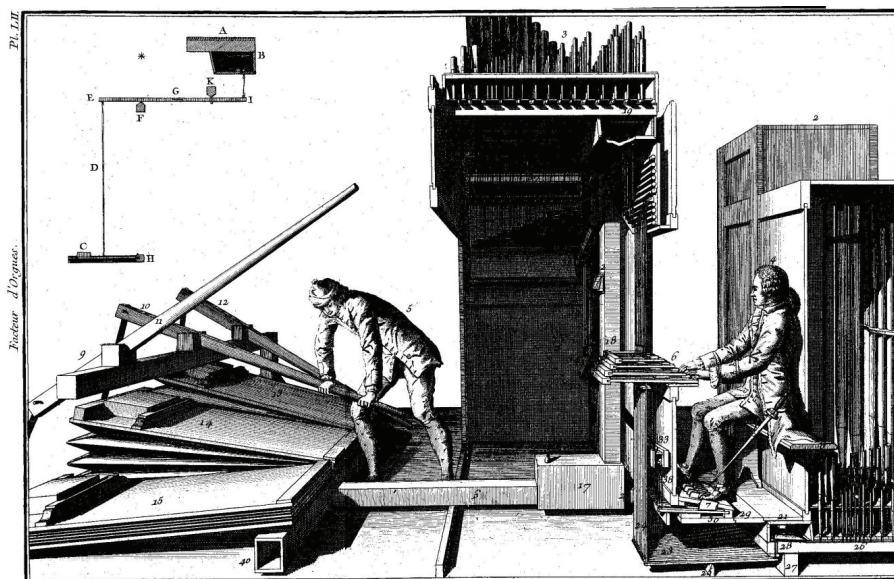
Kongsberg kirkes orgel, bygget av Gottfried Heinrich Gloger i 1765, foto Bjørn Bøysen.

I praktisk talt alle våre kirker er orgelet det største og mest kostbare stykke inventar. I langt de fleste tilfellene er orglene unike i den forstand at de er formgitt, konstruert og fremstilt ene og alene for det kirkerommet det står i. Et pipeorgel er produsert med sikte på en lang funksjonstid og selv om de færreste orgler oppnår en så høy alder, finnes det mange instrumenter i daglig bruk som fungerer utmerket etter 100 år eller mer. Dette og den høye anskaffelsesverdien tilsier at det må legges stor vekt på at våre orgler blir behandlet på best mulig måte.

Et orgel er fremfor alt fremstilt av trematerialer og mer enn 85 % av arbeidet på et orgel er å regne som rent snekkerarbeid. Det som generelt er godt for bevaring av trevirke er også godt for bevaring av et orgel.

Litt om orgelets konstruksjon

Et orgel består grovt regnet av fem bestanddeler; piper, vindlader, vindforsyning, spille- og registertraktur, orgelhus og fasade. De første fire er avgjørende for et orgels funksjon og vil bli behandlet nedenfor.



Tegningen viser et orgel med vindforsyningen i form av flere kilebelger til venstre. Pipene som står på vindlader i to avdelinger, over og bak organisten. Øverst i venstre hjørne avbildning av en enkel trakturforbindelse mellom tangent (C) og vindlade (A).

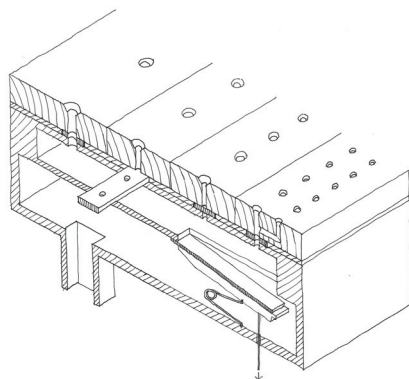
Pipene er selve lydkildene i et orgel. De er som regel laget av såkalt orgelmetall, en legering av tinn og bly som spenner fra praktisk talt rent tinn (90 % eller mer) til et materiale som i hovedsak består av bly. I de fleste orgler vil en del piper også være av tre. Vanligste treslag er eik, furu og mahogni.

Det finnes to ulike pipekonstruksjoner - labialpiper som har en konstruksjon tilsvarende blokkfløytens - og tungepiper der lyden dannes ved at luften setter en tunge i vibrasjon. Labialpipene vil alltid være i stort flertall.

Pipene inndeles i stemmer. Hver stemme består av ett sett piper med lik klang – oftest med én pipe for hver tone eller tangent. Det vil si at hvis det er 56 tangenter i manual (for hendene) vil en stemme bestå av 56 piper.

Pipene står på vindladene og det er disse som fordeler luft til riktige piper. Vindladene er kompliserte konstruksjoner som både inneholder de ventil-

er som slipper luft til de enkelte pipene samt de innretninger som gjør det mulig å sjalte enkelte stemmer inn og ut. Vindladene blir ofte betegnet som orgelets hjerte og er i sin helhet fremstilt i tre. Det er denne delen av orgelet som stiller de største håndverksmessige krav til utførelse, og det er denne delen som vil være mest sårbar for klimatiske påvirkninger. Et orgels funksjon er fullstendig avhengig av at vindladen fungerer 100 %. Når et orgel blir tørkeskadet vil det praktisk talt alltid være vindladene som får de vesentligste og største skadene.



Slayfevindlade, tegning Arne Sæther

Vindforsyningen skal levere luft til pipene med et stabilt trykk. Selve trykkluften blir i våre dager alltid fremstilt av en elektrisk sentrifugalvifte. I tillegg kommer kanalene som fører luften frem til vindladene samt innretninger av ulik konstruksjon til å lagre luften og regulere trykket.

Spille- og registertraktur er de delene som setter organisten i kontakt med pipene. Spilletrakturen forbinder ventilene som slipper luft inn i pipene med tangentene, og registertrakturen gjør det mulig å sette de ulike stemmene inn og ut av funksjon. Disse forbindelsene har frem til midten av 1800-tallet vært utført rent mekanisk, men fra da av dukker det opp alternativer. Først kom ulike utnyttelser av lufttrykk, pneumatikk, og på 1900-tallet også elektriske og etter hvert elektroniske forbindelser. Det normale i dag er at spilletrakturen utføres rent mekanisk, mens registertrakturen, særlig i større instrumenter, ofte inneholder elektriske og/eller elektroniske komponenter.

Viser forøvrig til boka «Klang og kvalitet - Innføring i investeringer og vedlikehold av orgler» utgitt av KA i 2008. Boka gir en mer utfyllende informasjon om orgelets utforming og konstruksjon.

Flere instrumenter i ett

Noe av det første en legmann vil legge merke til er at et orgel oftest har flere klaviaturer. To eller flere for hendene (manualer) og ett for bena (pedal). Hvert klaviatur betjener et sett stemmer som utgjør et samlet hele. Oftest utgjør disse settene fysisk separate enheter, plassert på ulike steder i orgelet. F. eks. har det i ulike perioder av orgelhistorien vært vanlig å plassere en del av orgelet som en separat enhet, et ryggpositiv, foran hoveddelen av orgelet og innebygget i galleribrystningen.



Orgelet i Bavokerk i Harlem fra 1738.

Bavokerkorgelet har tre manualer og pedal og fasaden gjenspeiler dette. Nærmest - ryggpositivet som utgjør en separat del av instrumentet og spilles fra første (nederste) manual. På begge sider pedalet med de lengste pipene. Øverst oververket som spilles fra tredje (øverste) manual, og under dette hovedverket som spilles fra andre manual.

Påvirkninger fra temperatur eller luftfuktighet

Luftfuktighet og temperatur er helt avgjørende for et orgels funksjon. Regelmessig oppvarming av våre kirker med sentralfyring eller elektriske varmeelementer ble først vanlig i tiden etter 2. verdenskrig. Før dette var det vanlig å varme opp kirkene gjennom en kortvarig sprengfyring i

tiden frem til brukstidspunktet mens de for øvrig ikke ble oppvarmet. Den nye formen for oppvarming førte til at en rekke eldre orgler fikk store tørkeskader fordi de ble utsatt for klimatiske påkjenninger de ikke var konstruert for. En kald vinter i innlandsklima kan luftfuktigheten inne raskt komme ned mot 20-15 % dersom innetemperaturen blir 20 °C eller varmere. Konstruksjoner som hadde bevist sin holdbarhet og slitestyrke gjennom flere århundre, klarte ikke den uttørkingen en langvarig oppvarming førte med seg. For skandinaviske orgelbyggere ble det en utfordring å tilpasse nye orgler til endrede klimatiske betingelser og etter hvert som kirkeoppvarming også ble vanlig over store deler av Nord-Europa ble også orgelbyggere på kontinentet nødt til å tilpasse sine konstruksjoner til en ny realitet. Som et resultat av dette kan man i dag regne med at nybygde instrumenter vil tåle tørr luft over lengre tid langt bedre enn orgler bygget før krigen.

Ved siden av at lufttemperaturen påvirker den relative luftfuktigheten, påvirkes tonehøyden i et orgel av temperaturen. Jo høyere temperatur, dess høyere blir tonehøyden. Påvirkningen er ulik for ulike typer registre. Alle labialpiper påvirkes proporsjonalt slik at stemmingen mellom pipene innbyrdes ikke blir endret om temperaturen endrer seg. Men en viktig forutsetning er at alle piper har samme temperatur. Om de ulike delene i orgelet får varierende og ulik temperatur, vil det ikke være mulig å få orgelets ulike deler til å stemme sammen.

Tungepipene påvirkes på en annen måte av temperaturendringer enn labialpipene, og i utakt med disse. Ved selv små endringer i temperatur vil tungepipene derfor bli ustemt i forhold til labialpipene. Tungepiper er bygget for å kunne stemmes ofte, og det er i våre dager en forutsetning at en organist skal være i stand til å stemme disse selv. Stemming av labialpiper derimot er arbeid for en fagmann og skal uansett ikke foretas for ofte fordi slik stemming medfører en betydelig slitasje på den enkelte pipe.

Noen råd om orgelvedlikehold og inneklima

På oppdrag fra Riksantikvaren og KA har det i senere år vært gjennomført en studie i en del kirker om orglers driftsforhold der oppvarmingsmetoder og inneklima har vært sammenholdt med orglenes funksjon. Studien gir holdepunkter for å kunne gi noen anbefalinger om oppvarming av våre kirker i vinterhalvåret. Man har i studien både forsøkt å kartlegge forhold som kan være skadelig for instrumentene og forhold som kan gi forbigående forstyrrelser av funksjon. Rådene nedfor bygger på de funn som er gjort.

Oppvarming bør skje raskt

Det har vært en utbredt oppfatning at en rask oppvarming vil være skadelig for orglene. Også fra kompetent orgelbyggerhold har det vært hevdet at tidligere tiders sprengfyring var uheldig for instrumentene. De funn man har gjort i den tidligere nevnte studien og andre erfaringer gir ingen indikasjoner på at dette stemmer. Fuktigheten i treverk reagerer forholdsvis langsomt på endringer i luftfuktigheten. For å unngå tørkeskader er det følgelig viktig at tiden treet eksponeres for tørr luft er så kort som mulig. En langvarig og langsom oppvarming gir treet langt bedre anledning til å avgi fuktighet enn når temperaturen heves raskt ved en effektiv oppvarming og deretter senkes så snart rommet ikke lenger er i bruk. For å sikre en best mulig bevaring av orglene, anbefales derfor en brukstilpasset oppvarming der kirken varmes raskt opp før bruk og hviletemperaturen settes forholdsvis lavt.

Kirkerommet må holde brukstemperatur i en periode før bruk

For orgelets funksjon kan imidlertid en rask oppvarming skape problemer. Særlig gjelder dette stemmingen idet det ved rask oppvarming vil ta tid før alle deler av instrumentet har fått samme temperatur. Også for enkelte mekaniske funksjoner er det viktig at orgelet er jevnt oppvarmet. Målinger av temperaturforholdene i et antall orgler som har vært utsatt for rask oppvarming, viser at det er høyst ulikt hvor lang tid det går fra brukstemperaturen er oppnådd i kirkerommet til alle deler av orgelet har fått en jevn temperatur. I enkelte tilfeller har man konstatert at det p.g.a. av orgelets plassering og oppbygging er tilnærmet umulig å oppnå helt homogene temperaturforhold mens kirken er oppvarmet. I slike tilfeller vil man måtte akseptere at et orgel stemmer noe dårligere på vintertid. Det kan noen steder være grunn til å vurdere tiltak som ekstra isolering mot kalde yttervegger og trekk - eller mest ekstremt: Å flytte orgelet vekk fra områder med særlig ustabile temperaturforhold.

Generelt kan det slås fast at en kirke bør ha holdt brukstemperaturen i noen tid før bruk. Hvor lenge vil være avhengig av lokale forhold og må bestemmes ut fra erfaringer. Svell-luker skal selvfølgelig alltid stå åpne når et orgel ikke er i bruk, og i mange tilfelle vil enkle tiltak som å la dører eller luker i orgelhuset stå åpne under oppvarmingen, kunne påskynde utjevningen av temperaturen i de ulike delene av orgelet. Det har også vært gjort forsøk med anbringelse av svake termostattyrt varmeelementer inne i orgelet for å påskynde oppvarming av orgelets indre. Dette er ennå på forsøksstadiet, men vil antakelig kunne være en vei å gå for å sikre en best mulig orgelfunksjon i vinterhalvåret. En kvalifisert orgelbygger vil kunne gi råd.

Full kontroll på innetemperaturen er avgjørende

Mange av de tilfeller der orgler har fått alvorlige tørkeskader kan føres tilbake til situasjoner der kontrollen med temperaturen har vært dårlig og der temperaturen ved værromslag har steget til nivåer langt over brukstemperatur, for så å bli liggende der i en periode. Stor oppmerksomhet på dette og effektiv styring av varmen er god forebygging av skader.

Brukstemperatur må ikke være for høy

Det er viktig å ha klart for seg at enhver økning av temperaturen har konsekvenser for luftfuktigheten. Enhver temperaturheving gir lavere luftfuktighet. Det er derfor ikke likegyldig for orgelet om brukstemperaturen settes til 18 °C, 20 °C eller 22 °C. Forskjellen i relativ luftfuktighet kan bli minst 10 % mellom disse alternativene og dette kan fort representere forskjellen mellom skade eller ikke på orgelet. Ikke bare er det god fyringsøkonomi å snarere velge en brukstemperatur under enn over 20 °C, det kan også være vesentlig for å forebygge kostbare skader.

Oppvarming av organistens arbeidsplass

Å oppnå akseptabel arbeidstemperatur på organistens arbeidsplass er en utfordring. Det er imidlertid viktig at varmeanlegget er delt opp i soner slik at organisten arbeidsplass er en egen varmesone. Dette gjør det enklere å praktisere brukstilpasset oppvarming med lav temperatur i øvrige deler av kirkerommet.

Her vises noen eksempler på det som finnes på markedet.

Nærvarme for organist

Foto, Ulf Christensen



Kombinert lampe for lys og varme til tangenter
300 W (type UEPV).



Varmeplate på vegg bak organist
750 W (type Mov med veggbraketter).

Kirkebyggdatabasens energimodul

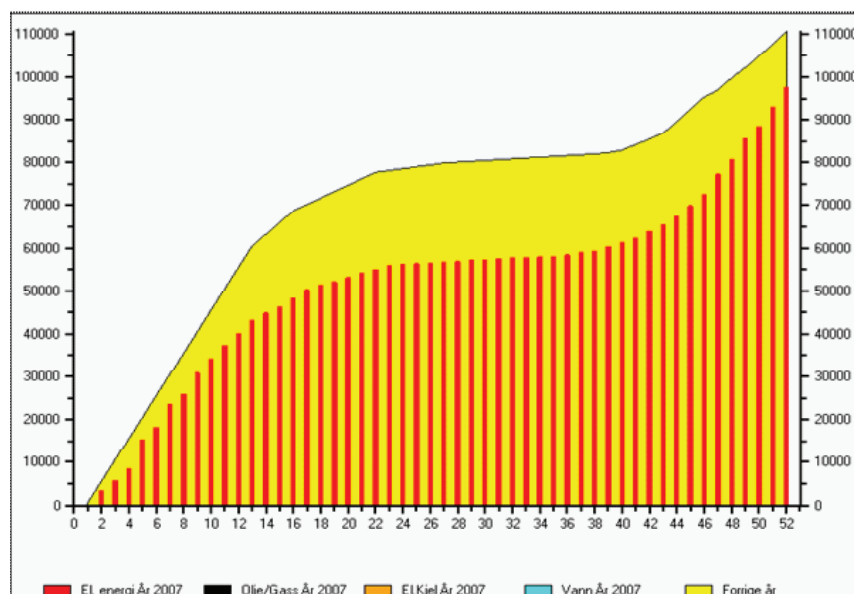
Kirkebyggdatabasen er et nettbasert system til bruk for lokale kirkeforvaltere. Det inneholder mellom annet eiendoms- og bygningsdata, forsikringsdata, arkiv for bygningstegninger, system for inventarlistar med bilde-dokumentasjon. Kirkebyggdatabasen har en egen energimodul som er utviklet spesielt som registrerings- og analyseverktøy i arbeidet med kirkeoppvarming og inneklima. Ved å bruke energimodulen har den enkelte kirkeverge god mulighet til å optimalisere energibruken i kirken, samtidig som kirken får et bedre bevaringsmiljø.

For å få til en energieffektiv drift av kirkebyggene er det viktig med aktiv oppfølging og registrering av:

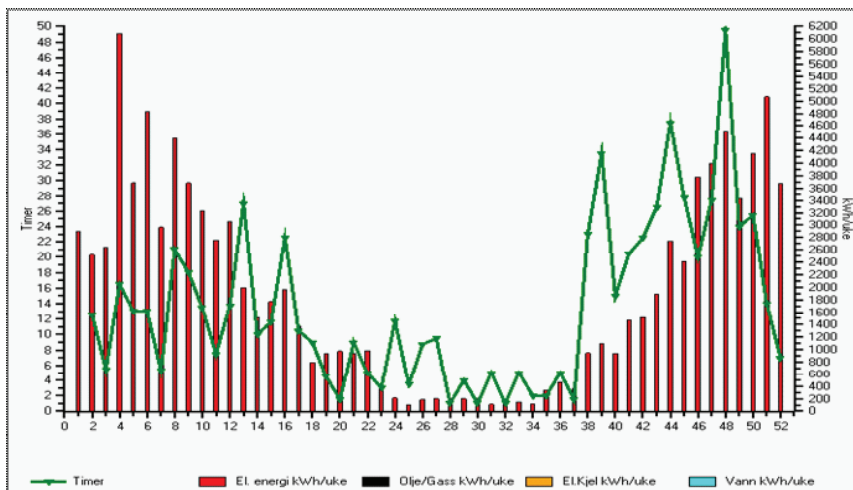
- Kirkens daglige bruk.
- Ukentlig energiforbruk.
- Kirkens inneklima (temperatur og RF).

Dette registreres ukentlig manuelt i energimodulen, mens ukens middeltemperatur (ute) overføres automatisk fra metrologiske institutt. Rapportene som kan tas ut fra systemet vil være gode styringsverktøy for målrettet og miljøriktig energibruk. Man kan ta ut en rekke rapporter som gir god mulighet til å foreta analyser av inneklima, energiforbruk og bruk av kirken.

To eksempler:



Rapport fra kirkebyggdatabasens energimodul: Akkumulert forbruk



Rapport fra kirkebygdatabasens energimodul: Ukens energiforbruk og kirkens brukstid

Dette er eksempler på hvordan Kirkebyggdatabasens energimodul kan brukes som et administrativt styringsverktøy for å drifte den enkelte kirke mer energieffektivt og miljøvennlig. Databasen er et meget nyttig verktøy som den enkelte kirkeverge bør ta i bruk. Det er ingen kostnad forbundet med å bruke dette, bortsett fra den tiden som brukes til avlesning av målerdata og innlegging av disse i databasen. Det anbefales å gjøre dette til en ukentlig rutine i arbeidet med å drifte «sine» kirker.

Vedlegg I.

Forslag til valg av oppvarmingssystem i ulike kirkebygg

Type oppvarmingsutstyr	Middel-aldrede og fredede		Vernet og listeført		Bygd etter 1850		Arbeidskirker	
	OK	Nei	OK	Nei	OK	Nei	OK	Nei
Benkvarmere								
Eswa								
Varmekabel i gulv								
Luft til luft varmepumpe								

Vedlegg 2.

Forslag til prosedyrer ved utskiftning av varmeanlegg og prosjektering av nybygg

Aktivitet	Dato	Utført	Gjenstår	Kommentarer
Kartlegge/beregne kirkens bruk (bruksmønster)				
Kartlegge kirkens energibruk				
Kartlegge kirkens inneklima				
Beregne energibehov til oppvarming				
Beregne energibehov til lys etc.				
Beregne det totale energibehovet				
Innhente budsjettpris				
Velge varmesystem				
Velge styringssystem				
Utarbeide kontraktsunderlag				
Innhente pris på arbeidene i henhold til lov om offentlig anskaffelse				
Kvalitetssikre tilbudene				
Inngå kontrakt				
Følge opp og kvalitetssikre gjennomføring av arbeidene				
Uttesting av anlegget				
Oppfølging av anleggets funksjoner i forhold til bestillingen				
Årsbesiktigelse				
Utbedre "mangler" i henhold til liste innen (dato).....				

Vedlegg 3.

Sjekkliste for utført kartlegging av energibehov og valg av energibærere når oppvarmingssystem skal skiftes ut, eller ved prosjektering av nye bygg

KIRKENS NAVN:			
Kryss av for kirkens status:			
Fredet:	Vernet:	Listeført:	Annet:
KARTLEGGING AV:		SJEKKET (kryss av)	FRITEKST
Kirkens bruk/bruksmønster			
Bemanning/fast kirketjener			
Bemanning/frivillig kirketjener			
Oppvarmet areal kirkerom			
Oppvarmet volum kirkerom			
Oppvarmet areal kontorer			
Oppvarmet areal møterom			
Energibehov oppvarming			
Energibehov til annet			
Energikilde El/gass			
Energikilde gass			
Energikilde vannbåren, kjele/fjernvarme			
Valg av utstyr for varmedistribusjon			
Styringssystem			
Muligheter for seksjonering av varmeanlegg			
Beregnet/vurdert driftskostnader			
Beregnet/vurdert vedlikeholdskostnader			
Utført av:			Dato:

Vedlegg 5.

Energidata

Rom:	Oppvarmet		Anslått brukstid timer/uke	Installert effekt KW			Type el-oppvarmings utstyr			Annet		
	areal m ²	volum m ³		Varme	Lys	Annet	Ovner under benk	Panel-ovner	Varme-kabel	Sentr. Fyr olje -el	Gass	Fjern-varme
Kirkerom												
Sakristi												
Våpenhus												
Ventilasjon												
Teletiner												
Møterom												
Annet												
SUM												
Andre kommentarer:												
Tiltak kan utføres av:												
Utfylt av:			Sted: :				Dato:					

Alle areal skal oppgis i m².
 Volum oppgis i m³.
 Effekt oppgis i kilowatt (kw).

I de fleste tilfeller kan dette leses av på utstyret.
 Når det gjelder lys kan en f.eks. telle lyspærer og slik finne effekten..

VEGG- OG GULVKONSTRUKSJON							ISOLASJON						
	Areal	Tykkelse	Stein	Betong	Mur	Tømmer + k	Tre	Tykkelse	Mineralull	Leire	Flis	Annet	Uisolert
VÅPENHUS													
Yttervegg													
Innervegg													
Gulv													
Tak													
ANNET													
Yttervegg													
Innervegg													
Gulv													
Tak													
Andre kommentarer:													
Utført av:					Sted:					Dato:			

Vedlegg 7.

Bygningsdata

Skjema for kartlegging av byggets konstruksjon og isolasjon

ROM:	OK	TILTAK	TIDS- FRIST	UTFØRT DATO
Gulv				
Tak				
Vegger				
Dører				
Vinduer				
Varmeanlegg				
Varmestyring				
Ventilasjon				
Belysning				
Andre kommentarer:				
Utført av:		Sted, dato:		

Vedlegg 8.

Forslag til plan for kompetanseutvikling i energiledelse



Registrere daglige aktiviteter og bruk av kirkens rom.

Ukentlig oppfølging og registrering av energiforbruk, innetemperatur og innklima.



kirkebygg.no

KIRKEOPPVARMING OG INNEKLIMA

Det er mulig å redusere energibruken i de fleste kirker betydelig ved bedre styring og planlegging. Investeringer kan gi ytterligere energisparing. Slik kan energikostnadene reduseres og oppvarmingen være mer miljøriktig. Mange kirker har en jevnt høy temperatur enten kirken brukes eller ikke. Dette gir dårlig bevaringsmiljø som medfører tørkeskader på kirkens inventar. Bedre kirkeoppvarming kan derfor sikre et godt inneklima for kirkekunst, orgler og annet inventar.

Denne håndboka gir en innføring i sentrale områder innenfor kirkeoppvarming og inneklima. Begreper som luftfuktighet, varmetap og brukstilpasset oppvarming blir forklart, og det gis råd om valg av oppvarmingssystemer, energistyring og energiplanlegging. Det legges særlig vekt på utvikling av et godt inneklima som kan bidra til å bevare kirkenes uerstattelige kulturverdier. Et eget kapittel omhandler orgelvedlikehold og godt inneklima for orgler.



KA Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon

KA Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon
Postboks 1034 Sentrum, 0104 Oslo
Kontor: Rådhusgt. 1-3, 0151 Oslo

Telefon: 23 08 14 00
Faks: 23 08 14 09

E-post: ka@ka.no
Nett: www.ka.no
ISSN 1504-842x