

Sluttrapport

for samarbeidsprosjektet

Kirkeoppvarming – **M**iljøriktig og **E**nergieffektiv



Februar 2005

Innhold

	<u>Side</u>
Oppsummering	3
Samarbeid	3
Resultater av kartlegging	3
Brukstilpasset temperatur	3
Retningslinjer for oppvarming og brukermiljø	3
Oppvarmingssystemer	4
Noen praktiske råd	4
Styringssystemer.	4
Økonomi	4
Veien videre	4
Bakgrunn for prosjektet	5
Prosjektets målsetting.	6
Organisering og finansiering	7
Gjennomføring og oppnådde resultater	7
Kartlegge status for oppvarming/ energibruk og innemiljø i norske kirker	8
Behandling av innkommene svar	8
Resultater fra undersøkelsen	8
Oppvarming og energi	9
Oppsummering fra undersøkelsen	11
Forsøkskirker	11
Utvelgelse	12
Oppfølging og dokumentasjon	12
Resultater og oppnådde erfaringer	13
Innvendige skader	14
Brukstilpasset oppvarming	14
Erfaringstall for nødvendig effektbehov	15
Bruk av luftfukter	16
Erfaring med flere typer oppvarming	16
Normtall for energibruk ved brukstilpasset oppvarming	16
Utprøvd og etablert arbeidsmetodikk	17
Anbefaling til videre arbeid	17
Bevaringsmiljø	18
Forholdet temperatur- relativ fuktighet	18
Krav til relativ luftfuktighet	18
Relativ fuktighet og kirkeinteriør	19
Bruk av luftfuktere	19
Hvordan bedre inneklimate	19
Kontrollert oppvarming	19
Praktiske råd om oppvarmingsrutiner	20
Orgelets krav til inneklimate	20
Undersøkelse av inneklimate for seks orgler	20
Kirkenettverk	21
Formidling av informasjon	22
Internasjonale kontakter/ samarbeid	23
Etablering av finansieringsordning for rehabilitering av varmeanlegg	23

Oppsummering.

Samarbeid

Med deltakelse fra både kirkelige fellesråd, Kirkerådet (KR), Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon (KA), Riksantikvaren (RA) og Kirkekonsulenten har prosjektet ført til en langt sterkere forståelse for de forskjellige aktørers roller og interesser når det gjelder drift og bevaring av kirkebygg. Det er i alles interesse at det positive samarbeid som er oppnådd utvikles videre, noe som det legges opp til i videreføringen av de erfaringer som er gjort i prosjektet. Se under avsnittet "veien videre" side 4 og 5.

Resultater av kartlegging

Gjennom prosjektet er det avdekket et betydelig potensial for energieffektivisering i drift av landets ca. 1800 kirkebygg. I følge innsamlede data har disse bygg et årlig energiforbruk på ca. 150 mill. kWh.

Med den kompetanse og erfaring som er oppnådd gjennom prosjektet er det ved å drive opplæring basert på erfaring fra kirkenettverksmodellen fullt mulig å spare ca. 15 mill. kWh/år.

Dersom det i tillegg blir fortatt investering i energieffektiviserende tiltak vil den årlige besparelsen kunne bli på ca. 60- 80 mill. kWh/år.

Det er også avdekket betydelige skader på interiør og inventar som i stor grad skyldes dårlige varmesystemer og liten kunnskap om oppvarming og dens påvirkning av inneklima.

Brukstilpasset temperatur

I mange kirker er det liten eller ingen forskjell på bruk- og hviletemperatur noe som selvsagt resulterer i for stort energiforbruk og dårlig inneklima.

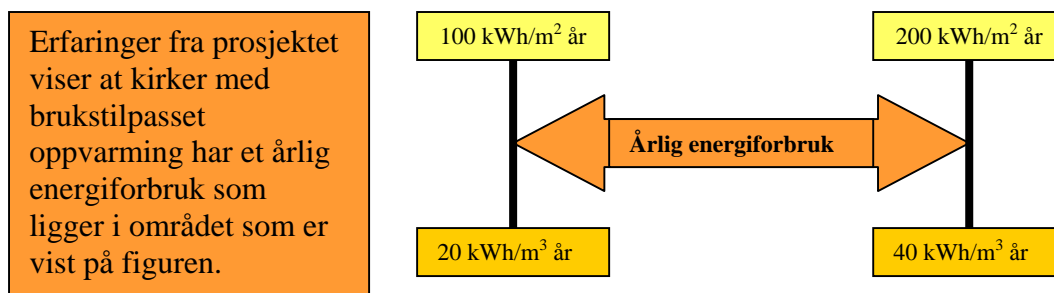
Ved å gå over til mer brukstilpasset oppvarming har en oppnådd betydelig reduksjon av energiforbruket (kostnadene) dessuten er det oppnådd et langt bedre bevaringsmiljø (inneklima) med denne oppvarmingsmetoden.

Med brukstilpasset oppvarming menes så lav hviletemperatur som mulig 5-10 °C når rommet ikke er i bruk, og heving av temperaturen til brukstemperatur 16-19 °C når rommet er i bruk.

Det som en imidlertid må være oppmerksom på er om varmeanlegget har kapasitet til å øke temperaturen fra hviletemperatur til brukstemperatur ved varierende utetemperatur.

Retningslinjer for oppvarming og brukermiljø.

Brukermiljø tilpasset type aktivitet	Bevaringsmiljø oppvarming og luftfuktighet
Gudstjenester og kirkelige handlinger og konserter 16-19 °C	Korte oppvarmingstider og lange hvileperioder Lav hvile- temperatur 5-10 °C Jevn luftfuktighet ca. 50% RF



Oppvarmingssystemer

Når det gjelder valg av oppvarmingssystemer kan det ikke gis en generell regel for dette, men det er fullt mulig å gi noen anbefalinger.

Det første som må gjøres er å foreta en beregning av varmebehovet for det aktuelle bygg slik at en ut fra dette kan dimensjonere varmeanlegget.

Når det gjelder valg og plassering av utstyr er det viktig å samarbeide med vernemyndigheter og representanter for brukerne av kirkene.

Noen praktiske råd.

- Installering av nytt oppvarmingssystem basert på strålevarme og soneoppvarming med funksjonelt styringssystem, kan både redusere skader og være god økonomi. Slik oppvarming kan gi komfort samtidig som den er miljøvennlig.
- Plassering av varmepanel/ varmeovner må gjøres på en måte som tar vare på kirkerommets estetikk. Dessuten bør disse plasseres nærmest mulig de personene som oppholder seg i kirken.
- Tilstrekkelig dimensjonert varmeanlegg for å øke temperaturen fra hviletemperatur (5-10 °C) til brukstemperatur (16-19 °C). Erfaringen fra prosjektet viser at installert varmeeffekt bør ligge i området 30- 40W /m³.
Det er viktig å merke seg at for kirker er rommets volum er et mer riktig parameter enn rommets areal.

Brukervennlige styringssystemer.

Det finnes i dag flere systemer på markedet.

Enkelte av disse er i praksis fjernstyring av et ur, basert på den enkeltes erfaring av hvor lang oppvarmingstiden er ved varierende utetemperatur.

Andre er mer avanserte og beregner selv den nødvendige oppvarmingstiden når man legger inn den tidsperiode som kirken skal være i bruk og ønsket brukstemperatur.

De fleste systemer har mulighet for å fjernstyre varmeanleggene enten via Internett eller GSM. I tillegg er det for de fleste anlegg fullt mulig å legge inn tilleggsfunksjoner, slik som overføring av forskjellige alarmer etc.

Gjennom prosjektet er vi med på utprøving av et styringssystemer i tre forskjellige bygg. Denne utprøvingen vil bli gjennomført i inneværende fyringssesong. Resultatet vil bli lagt ut på KA's hjemmeside.

Det som er viktig å merke seg er at det er flere aktuelle systemer som bør vurderes før en går til anskaffelse av styringssystem.

Prosjektets økonomi

Prosjektets økonomi har til tider vært meget anstrengt på grunn av usikker finansiering.

Derfor måtte aktivitetene til tider trappes vesentlig ned i forhold til den opprinnelige planen.

Dette skyldes i stor grad at staten i prosjektperioden la om sine støtteordninger. Statens tilskudd fra OED til energiøkonomisering ble flyttet fra NVE til et nyopprettet Enova. Endringen førte til at denne type prosjekter for utredning og uttesting av metoder skulle tilpasses Enova's programmer for tilskudd. Dette førte til betydelig merarbeid. I tillegg måtte finansiering fra andre og egeninnsats i prosjektperioden økes betydelig ut over det som var forutsatt ved oppstart av prosjektet.

Veien videre.

De som står bak prosjektet er opptatt av, og ser nødvendigheten av å videreføre de erfaringer og den kompetanse som er oppnådd gjennom prosjektet.

Det er meget viktig at resultatene fra prosjektet blir tilgjengelig for flest mulig av de som har ansvar for drift av landets kirkebygg.

På denne bakgrunn satses det nå på å etablere ”kirkenettverk” rundt i landet. Disse nettverkene har opplæring i energiledelse og utarbeidelse av tiltaksplaner for energieffektivisering som viktige aktiviteter.

Ved å forankre dette arbeidet i alle ledd i organisasjonen hvor både kirkeverger og kirketjener deltar viser erfaringen fra prosjektet at det kan oppnås svært gode resultater.

Gjennom denne type nettverk er det mulig å oppnå store reduksjoner i energiforbruket og økonomiske innsparinger, samtidig som behovet for renovering av interiør og kunst over tid reduseres.

Det er meget viktig at disse nettverkene blir solid forankret i det nettverket som Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon har blant kirkelige fellesråd og kirkeverger.

I dette arbeidet vil Kirkebyggdatabasen med dens Energimodul være et godt hjelpemiddel.

I tillegg til behovet for å drive opplæring i energiledelse og inneklima har prosjektet avdekket et stort behov for rådgivning i disse spørsmål.

Satsingen videre bør konsentreres om opplæring gjennom kirkenettverk og generell rådgivning i energispørsmål og forhold rundt inneklima.

Denne kompetansen er KA i ferd med å bygge opp i samarbeid med KKD og RA.

Det som avgjør om det skal lykkes å løse disse oppgavene er at det etableres en forutsigbar finansiering av denne satsingen.

Bakgrunn for prosjektet

Utfordringer og problemer knyttet til oppvarming av og inneklima i våre kirker er det ingen som kjenner bedre enn de lokale kirkelige fellesråd og deres daglige ledere.

Men fagkunnskapen er ofte begrenset og informasjon om muligheter for forandring er mangelfull. Dessuten er de finansielle ressursene for å forta forbedringer de fleste steder svært begrenset.

Gjennom et stort og flerårig samarbeidsprosjekt ønsket Kirkerådet (KR), Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon (KA), Riksantikvaren (RA) og Kirkekonsulenten å bidra til forbedringer på dette feltet. Prosjektet ”Kirkeoppvarming, Miljøriktig og Energieffektiv” startet opp i 2000, og er et nasjonalt samarbeid som skal komme den lokale kirkeeier til gode. Med den bredde de som står bak prosjektet representerer understreker dette et sterkt ønske om å bidra til effektiv energibruk og et godt inneklima/ bevaringsmiljø i landets kirkebygg.

Våre kirkebygg representerer uerstattelige kulturhistoriske verdier i det norske samfunn.

I tillegg til å være kulturhistoriske ”fyrtårn” skal kirkebyggene også være tjenelige ”brukshus” for menighet og ansatte som har sin arbeidsplass der. Opp gjennom tidene har det vært ulikt syn på hvordan en kunne oppnå tilfredstillende bevaringsklima for interiør og kirkekunst, samtidig som menighet og ansattes krav til brukstemperatur kunne ivaretas.

Derfor er det viktig at bruker- og interessegrupper sammen kan finne fram til tjenelige retningslinjer. Noe dette prosjektet har bidratt til.

Kirkens engasjement i forhold til den globale klimasituasjonen og miljøspørsmål var også en viktig årsak til at prosjektet ble startet. På Kirkemøte i 1996. ble alle landets menigheter oppfordret til å være bevisst i miljøspørsmål. Dette ble konkretisert under behandling av sak om “Forbruk og rettferd”.

I Norge finnes det ca. 1800 kirkebygg. Disse bygningene representerer til sammen betydelige arealer og volumer.

Kirkens økonomiske situasjon mange steder i Norge tilsier at de ansvarlige fellestilsyn må være svært kostnadsbevisste. Basert på innsamlede data om årlig energiforbruk er det totale energiforbruk for landets kirker på ca. 150 mill. kWh/år.

Med de oppvarmingssystemer og rutiner som i stor grad benyttes rundt i landet er potensialet for å effektivisere energibruken meget god (anslått til ca 40-60%). Noe som vil slå positivt ut i form av reduserte utgifter for det enkelte kirkelige fellestilsyn.

Dårlige oppvarmingsrutiner og gamle anlegg har ført til et "dårlig" inneklima som igjen har resultert i store skader på interiør og kirkekunst. Disse skadene er det svært kostnadskrevenne å utbedre, dersom det i det hele tatt lar seg gjøre.

Energieffektivisering som medfører et bedre inneklima er et meget godt tiltak for å bedre den lokale kirkes økonomi. Dette var også en viktig grunn for å starte dette prosjektet hvor en satte fokus på energieffektiv og miljøriktig kirkeoppvarming.

Disse forskjellige hensyn til bruk, bevaring, økologi og økonomi krever en felles innsats og en samhandling av forskjellige aktører om energieffektiv og miljøriktig kirkeoppvarming i Norge.

Eksempler på tradisjonelle og nye varmeovner.



Gamle tradisjonelle rørovnere



Moderne benkvarmere

Prosjektets målsetting

Med utgangspunkt i den ovennevnte utfordringen har prosjektets hovedmål vært følgende:

- Samle og utvikle kunnskap om kirkens inneklima og oppvarming som tar hensyn til brukere, inventar/ kirkekunst, bygninger og det ytre miljø.
- Utvikle metoder for kartlegging av energibruk og inneklima basert på den enkelte kirkes bruk. Ved siden av de økonomiske og økologiske gevinster var en del av prosjektets målsetting å bidra til større kunnskaper og økt bevissthet om energieffektiv og miljøriktig kirkeoppvarming.
- Et ledd i dette har vært utvikling av et opplegg for opplæring i miljø- og energiledelse av de som har drifts – og vedlikeholdsansvar for landets kirkebygg (kirkeverger og kirketjenere).
- Formidle kunnskap om de resultater som er oppnådd underveis i prosjektet.
- Bidra til etablering av finansieringsordninger til riktig rehabilitering av oppvarmingssystemer.

Prosjektets hovedaktiviteter.

For å nå prosjektets målsettinger ble følgende aktiviteter prioritert:

- Kartlegge status for bruk, inneklima og energibruk i norske kirker.
- Dokumentere i forsøkskirker erfaringer med dagens og nyere oppvarming og endret bruk.
- Fastlegge miljøkrav for brukere, bevaring og det ytre miljø.

- Drive kirkenettverk for flerfaglig samarbeid og heving av kompetansen lokalt og regionalt.
- Etablere en økonomisk interessant finansiering for raskere realisering av nødvendige investeringer for mer energieffektiv og miljøriktig drift av våre kirkebygg.

Organisering av prosjektet.

Prosjektet ble organisert med en styringsgruppe, en prosjektgruppe og en prosjektleder.

Styringsgruppens sammensetning:

Leder Frank Grimstad fra Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon
Harald Ibenholt fra Riksantikvaren
Jan Oluf Skonnord fra Kirkerådet

Prosjektgruppens sammensetning:

Arne Sæther Kirkekonsulent
Brita Nyquist fra Riksantikvaren
Hans Jürgen Schorre fra Kirkerådet
Ingar Samset fra Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon

Seksjonsleder i Kirkerådet Hans Jürgen Schorre var prosjektleder fram til mai 2002.

Da overtok Helge K. Svendsen den gang kirkeverge i Horten (nå rådgiver i KA) som prosjektleder i 30% stilling. Fra samme tid overtok Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon sekretariat funksjon for prosjektet som til da hadde ligget i Kirkerådet.

Det er kjøpt ekstern bistand fra firma Miljø og Ressurs Drift ved Ulf Christensen. Dette samarbeidet har vært meget nyttig og helt nødvendig for de resultater som er oppnådd.

Sluttrapporten er ført i pennen av prosjektleder med bidrag fra: Brita Nyquist, Arne Sæther, Stein Johannes Kolnes og Ulf Christensen.

Finansiering

Hovedbidragsytere har vært KKD, NVE/ Enova og OVF.

I tillegg har de som står bak prosjektet støttet med både betydelig egeninnsats og pengebeløp.

Gjennomføring og oppnådde resultater

Kartlegging av status for oppvarming/ energibruk og inn klima i norske kirker.

For å kartlegge situasjonen i landets kirker ble det i samarbeid med datafirma (Capture Data AS) utarbeidet et fire siders registreringskjema som skulle kunne leses optisk for videre bearbeiding.



Dette ble sendt ut til alle landets kirkelige fellesråd hvor det ble bedt om opplysninger fra samtlige kirkebygg i Norge.

Hensikten med undersøkelsen var å skaffe tilveie flest mulige opplysninger om landets kirkebygg. Disse opplysningene ble så brukt i det videre arbeidet i prosjektet. I tillegg til å bli brukt i prosjektet er dette nyttig informasjon for oppbyggingen av Kirkebyggdatabasen (i samarbeide med KKD) som nå er under etablering.

Innholdet i spørreskjema

Spørreskjemaet på 4 A4-sider gjenspeiler da også med sine over 100 spørsmål et svært ambisiøst kartleggingsprosjekt. Her skulle

både nødvendige grunndata til SSBs energistatistikk være med, ved siden av bl.a. Riksantikvarens ønske om å få gode grunnlagsdata over kjente fukt- og tørkeskader

Hensikten med undersøkelsen ble formulert slik.

Kartlegge status for oppvarming/ energibruk og innemiljø i norske kirker

- Oppsummere erfaringer/ resultater fra tidligere undersøkelser (Kirkekonsulenten og FDV-prosjekt i Møre bispedømme)
- Utarbeide skriftlig spørreskjema for innsamling av nye og supplerende opplysninger av driftsstatus i dag
- Gjennomføring av spørreundersøkelse for alle norske kirker som omfatter 1900 kirker og gudstjenestehus
 - i begynnelsen av prosjektet
 - ved avslutning av prosjektet

Behandling av innkommene svar fra undersøkelsen.

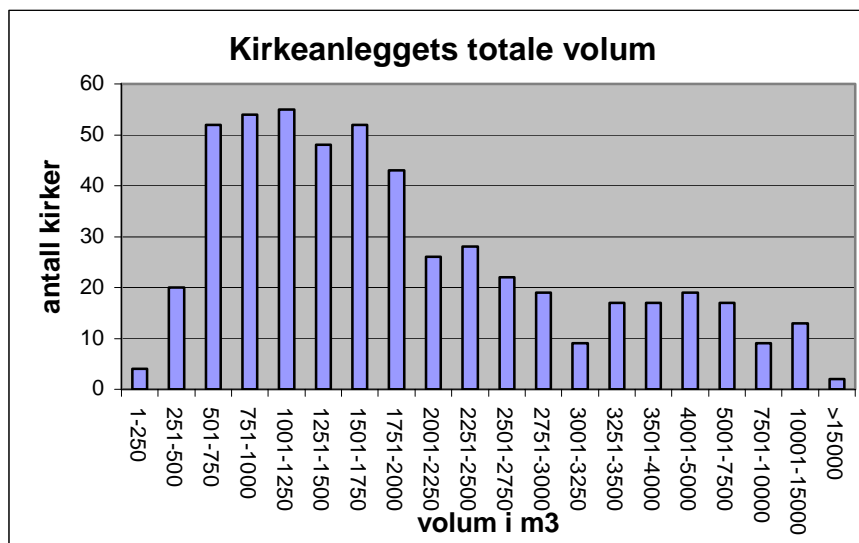
Det ble levert inn besvarelse fra 239 kirkelige fellesråd (av 435). De 814 kirkebygg som ble registrert utgjør ca. halvparten av landets kirkebygg. Fordeling av alder på kirkene i prosjektet er meget lik den vi har for alle nåværende kirker i Norge. Dette gjør at undersøkelsen må kunne sies å være representativ for landets kirkebygg.

Det må imidlertid bemerkes at kirkene i Oslo, Bergen og Trondheim dessverre ikke er med i undersøkelsen, men ellers er svarene godt fordelt fra de forskjellige bispedømmene.

Svarene er behandlet og analysert i en egen rapport hvor ”kortversjon” vedlegges. Hovedrapporten fra undersøkelsen kan fås ved henvendelse til Kirkekonsulenten eller Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon.

Noen resultater fra undersøkelsen om kirkenes volum

Etter 1950 blir kirkens bruttoareal vesentlig større. Kirkebygget er ikke lenger bare et kirkerom med betjeningsrom, men det har blitt et kirkesenter (arbeidskirke) med også andre aktivitetsrom.



Rapporterte svar om inneklima og skader på interiør og inventar.

Aldersgruppene 1700-1749 og 1850-1899 har forholdsvis mange tørkeskader i himling. Halvparten av 1700-1749-kirkene er i Hamar bispedømme (innland). Nyere kirker har mindre tørkeskader. Kirker med lav brukstemperatur (18) har flere skader enn høyere brukstemperatur! Trekk!

Det er særlig kirker fra de siste 100 år der det rapporteres om fuktskader i himling. Årsaken er først og fremst taklekkasje. Relativt sett er det mest fuktskader i Stavanger, Borg, Møre og Bjørgvin bispedømmer.

Undersøkelsen viser at det er en klar sammenheng mellom at man føler at temperaturen er for lav og at det er kald trekk.

I kirker med tykke vegger (stein, tegl og betong) klager man mer på trekk og lav temperatur. Det er flere tørkeskader i trekirker enn i murkirker. Det gjelder både på himling, orgel og kunst/inventar.

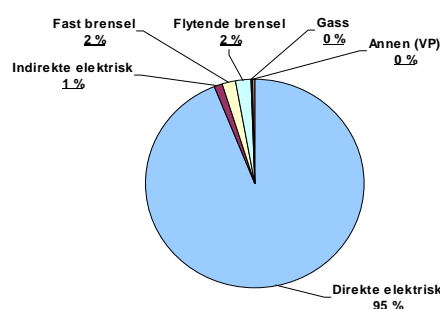
Når vi legger sammen tørkeskadene for himling, orgel og inventar/kunst får vi et bedre inntrykk av omfanget.

Fordeling av energikilder til oppvarming

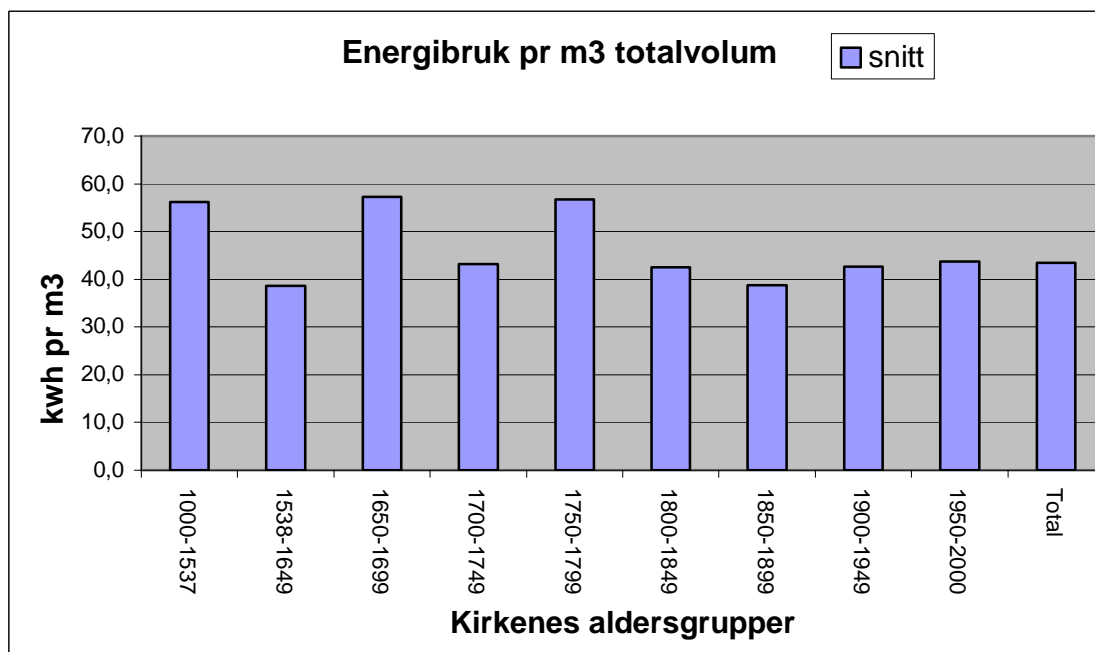
En gjennomgang av svarene gav dette bilde

95% oppgir at det brukes elektrisk kraft som varmekilde. Gjennomsnittlig energibruk for årene 1998/1999 var 80.374 kWh pr. kirke. Det er stor variasjon i energibruken mellom de enkelte kirker fra 2.345 kWh/år og til 552.943 kWh/år.

Kirkenes oppvarming etter hoved-energi kilde



Kirkenes spesifikke energibruk fordelt etter byggeår er vist i diagrammet



Oversikten på forrige side viser at energibruken varierer i gjennomsnitt mellom 40-60 kWh/m³ år for de forskjellige kirkenes aldersgrupper (byggeår). Erfaringsvis oppnås det best sammenligning mellom forskjellige kirker ved bruk av spesifikke energibrukstall basert på bygningsvolum. Ovennevnte energibrukstall er basert på kirkenes bruk og oppvarming i 1998 og 1999.

Energibruk i kirker med forskjellige veggmaterialer

Materialer	kWh pr m2 kirkerom	kWh pr m3 kirkerom	kWh pr m2 totalt	kWh pr m3 totalt
	snitt	snitt	snitt	snitt
Naturstein	409	59,5	294	53,4
Teglstein massiv	437	65,4	253	45,1
Teglstein hulmur	562	85,9	234	43,5
Betong	469	64,9	191	39,7
Lettbetong	421	82,8	174	47,1
Laftet (alle)	294	48,7	214	41,3
Laft med kledning utvendig	290		213	40,8
Laft med kledning ute og inne	290		206	39,7
Eldre bindingsverk	309	57,4	216	44,0
Nyere bindingsverk	262	55,5	172	40,4
Gjennomsnitt	339	55,4	223	43,5

Den gjennomsnittlige spesifikke energibruken er i tabellen er beregnet ut i fra brutto areal og volum både for hele kirkeanlegget og for kirkerommet alene. Kirkenes energibruk er stort sett oppgitt for hele kirkeanlegget samlet. Det er derfor mest riktig og hensiktsmessig å benytte den spesifikke energibruken for hele kirkeanlegget ved sammenligning mellom kirkebygg. Den gjennomsnittlige spesifikke energibruken for de undersøkte kirker ble **223 kWh/m²** og **44 kWh/m³ år**.

Undersøkelsen ga også muligheter for å se hvordan energibruken varierer mellom forskjellige bygningskonstruksjoner og veggmaterialer. Erfaringstallene er basert på dagens oppvarmingsrutiner og på en viss usikkerhet i oppmåling og beregning av kirkenes areal og volum. Dette gjør at man må bruke ovennevnte tall med forsiktighet direkte sammenligning mellom kirker.

Likevel viser oversikten at energibruken er høyest for de massive bygningskonstruksjoner med yttervegger av naturstein, teglstein og tømmer uten isolasjon (43-53 kWh/m³ år). Den spesifikke energibruken er lavest i bygningskonstruksjoner med hulrom fylt med luft eller isolasjonsmaterialer (34-37 kWh/m³ år). Resultatet er vist i tabellen ovenfor.

Oppvarming

Type

De fleste kirker blir elektrisk oppvarmet. Oppvarmingen besørger av elektriske rørovnere som utgjør 72,4 %, panelovner 12,1 %, varmemefolie i himling og benk 8 %, varmluft 2,8 %, vannbåren varme 2,6 % og fast brensel/parafin 1,1 %.

Styring

39% har svart at varmeanlegget styres manuelt, 19 % styres med tidsbryter, og hele 82% har oppgitt termostatstyring. Dette betyr at noen må ha krysset av for flere muligheter. Likevel viser resultatet tydelig at de fleste kirker blir manuelt styrt med hensyn til start og stopp av oppvarmingen.

Varmeanleggets tilstand

26 % svarte at varmeanleggets tilstand er god, 62 % svarte tilfredsstillende, og 12% svarte dårlig.

Varmeanleggets alder

Undersøkelsen viste også at det finnes varmeanlegg fra 1920-tallet, men at hele 56% er installert på 1950-60-tallet og 38% er installert de siste 30 årene.

Varmeanleggets effekt

Installert effekt til oppvarming varierer ganske mye og fordeler seg med 6% mellom 0-50W/m² totalareal kirke 35% mellom 50- 100W/m², 37% mellom 100-150W/m², 13% mellom 150-200W/m² og 8% av kirkene over 200W/m².

Basert på erfaringene fra forsøkskirkene (se side 16) indikerer denne undersøkelsen at de fleste kirker har for lav installert effekt til å oppnå ønsket brukstemperatur inne i kalde vinterperioder.

Oppsummering av resultatene fra spørreundersøkelsen.

Med den bredde en har fått i besvarelsene fra 239 kirkelige fellelråd som omfatter 814 bygg gir dette en god beskrivelse av tilstanden til Norske kirkebygg. Undersøkelsens resultater kan kort oppsummeres med følgende stikkord.

- Over 95 % av kirkene er elektrisk oppvarmet.
- Mest rørovner under benker og panelovner langs vegger.
- Lav varmeeffekt - langsom og lite brukstilpasset oppvarming.
- Oftest manuell styring med enkel regulering av temperatur.
- Ut fra relativt lav brukstid er energibruken høy.
- Stort potensial for å redusere energibruken.
- 20-30% av kirkene har oppgitt omfattende ”tørkeskader”.

Undersøkelsen viser at det er et stort potensial for energieffektivisering og bedring av inneklimate/bevaringsmiljø.

Mange kirker har relativt høyt energiforbruk og dårlig styringssystem av sine varmelegger. Dårlig styring av varmelegget og for høy hviletemperatur har gitt store tørkeskader i svært mange kirker. En viktig faktor som gjør det vanskelig å få så riktig hvile- og brukstemperatur som mulig er dimensjoneringen av varmelegget. Dette er i svært mange tilfeller underdimensjonert slik at det er vanskelig å operere med den ønskede differanse mellom hvile- og brukstemperatur. Dette er blitt dokumentert gjennom utførte inneklimatemålinger i forsøkskirkene og gjennom aktiv oppfølging av en del kirker i kirkenettverkene, se omtalen i etterfølgende kapitler.

En aktiv og nyttig bruk av rapporten kan for den enkelte kirkeverge være å sammenligne ”sine” kirker med dataene en finner for tilsvarende kirker i rapporten. Slik kan den enkelte kirkeverge få en ”pekepinn” på hvordan han drifter de kirkebygg han har ansvar for.

Når det gjelder øvrige opplysninger som kom fram i undersøkelsen vises det til vedlagte analyse i ”kortversjon”. En mer utførlig ”langversjon” kan fås ved henvendelse til Kirkekonsulenten eller Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon.

Forsøkskirker

Resultatene og erfaringene fra ovennevnte spørreundersøkelse sammen med direkte kontakt med mange kirkelige fellelråd og kirkeverger viser at kunnskapen innen dette fagområde var mangelfull. I et forsøk på å fremskaffe praktiske erfaringer og kunnskap om riktig miljømessig og energieffektiv drift av kirkebygg ble prosjektets hovedaktivitet med forsøkskirker gjennomført. Målet med forsøkskirkene var å få svar på følgende sentrale spørsmål:

- Hvordan brukes og varmes kirkene opp?
- Hva påvirker kirkenes energibruk og inneklimate?
- Hvilken type oppvarming og drift er akseptabelt?
- Hva kan gjøres for å oppnå energieffektiv og miljøriktig drift av våre kirkebygg?
- Hvilke barrierer hindrer en effektiv realisering?

Det har tidligere ikke vært gjennomført praktisk kartlegging av et slikt omfang for å besvare ovennevnte spørsmål i norske kirker.

Utvelgelse av forsøkskirkene

16 forsøkskirker ut i fra alder, størrelse, bygningskonstruksjon, oppvarming, bruksmønster og ytre klima ble valgt ut, som vist nedenfor.



16 forsøkskirker ble valgt ut

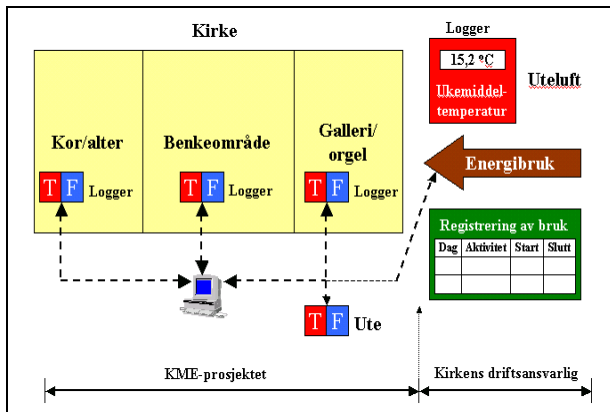


Kirkens navn	Bispedømme	Klima	Alder	Areal (m2)	Bygn.matr.	Type oppvarming
Ullern krk	Hamar	Innenlands	1868	350	Mur/tegl	El-strålevarme i benker
Hamar domkrk	- " -	- " -	1866	510	Mur/tegl	El-gulvvarme
Veldre krk	- " -	- " -	2000	780	Tre/bindingsv.	Vannvarme (el.kjel+VP)
Øyer krk	- " -	- " -	1725	340	Tømmer/utv. panel	El-strålevarme benk/organist
Raufoss krk	- " -	- " -	1939	428	Mur/tegl	El-luftgj.strømn.ovn på vegg
Tingvoll krk	Møre	Kyst/innenl.	1200	250	Stein/mur	Vannvarme (oljekjel+VP)
Halsa krk	- " -	- " -	1724	269	Tømmer/utv. panel	El -> Vannvarme/biobrensel
Vike kpl	- " -	Kyst	1970	299	Mur/lettbetong	El.-Eswa - tak i kirkerom
Narvik krk	S.Hålogaland	- " -	1925	1.160	Stein/mur/betong	El-rørovner under benker
Saltstraumen krk	- " - " -	- " -	1890	386	Tømmer/panel u/i	El.-> Gass-strålevarme
Sørnes krk	Stavanger	- " -	1977	1.425	Mur/tegl	Gass-strålevarme/el-luftvarme
Julebygda kap.	- " -	- " -	1957	350	Stein/mur/tre	Gass-strålevarme/el-panelovn
Stord krk	Bjørgvin	- " -	1854	500	Pusset tegl	Gass-strålevarme/el.panelovn
Prestebakke krk	Borg	Kyst/innenl.	1793	238	Tømmer/utv. panel	El-rørovner under benker
Kråkstad krk	- " -	- " -	1150	260	Stein/mur	El-rørovner under benker
Kroer kirke	- " -	- " -	1925	113	Tømmer/utv. panel	El-rørovner/panelovner
Eidsberg kirke	- " -	- " -	1250	508	Stein/tegl/mur	El-rørovner/panelovner

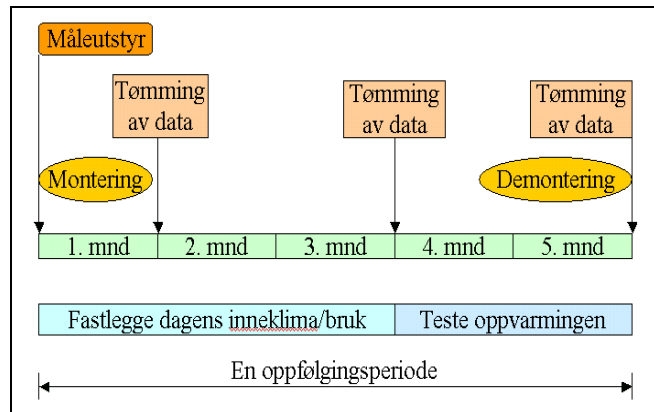
Ved utvelgelsen ble det også lagt vekt på å velge ut kirker som enten har installert nyere oppvarming eller har forsøkt å endre til et mer miljøriktig bruksmønster.

Oppfølging og dokumentasjon

Aktiv oppfølging ble igangsatt for å dokumentere inneklimate og energimessige forhold i forsøkskirken både i den kaldere og varmere årstid. Ved oppstart ble kirkeverger og kirketjenere som kirkenes driftsansvarlig orientert om hensikten med aktiv oppfølging. De fikk også en grundig innføring i de arbeidsoppgaver og rutiner som skulle utføres. Arbeidet bestod i daglig registrering av kirkens bruk og ukentlig registrering av energibruken. Parallelt ble det satt i gang målinger av temperatur og luftfuktighet i kirkenes viktigste brukerområder, samt temperatur og luftfuktighet ute og energiforbruk til oppvarming. Disse målingene var viktige referanser i prosjektets videre arbeid, se plansen på neste side.



Aktiviteter og ansvar for aktiv oppfølging



Vanlig periode for aktiv oppfølging og målinger

For å sikre kvalitetsmessig god dokumentasjon av erfaringer og resultater ble oppfølgingen av forsøskirkene gjennomført over 4-5 måneder. Oppfølgingen i de 2-3 første måneder ble utført for å fastlegge hvordan kirkens oppvarming og bevaringsmiljø er under dagens drift. De neste 1-2 månedene ble det utført testing av oppvarmingens anlegges kapasitet og oppvarmingshastighet. Dette var viktig for å vurdere muligheter til forbedringer til mer effektiv energibruk og riktigere bevarings- og brukermiljø, se plansjen til høyre ovenfor.

For å oppnå god oversikt over de inneklimateiske forholdene i kirkene ble det plassert dataloggere for kontinuerlig måling av temperatur og luftfuktighet i kirkenes kor, benkeområde og på galleri, se eksempel på plassering på plantegning ovenfor.

I tillegg ble energiforbruket til oppvarming målt med dataloggere som vist ovenfor. Det ble i tillegg utført øyeblikksmålinger av fuktigheten både i bygningskonstruksjon og interiør. Dette for nærmere å fastlegge hvor raskt uttørringen og oppfuktningen i de forskjellige materialer skjer under varierende inneklimateiske forhold.

Oppnådde resultater og erfaringer

Ut i fra den aktive oppfølgingen og de utførte målinger i forsøskirkene ble det generert en rekke interessante og nyttige resultater og praktiske erfaringer. I tillegg fikk de driftsansvar for forsøskirkene større forståelse og praktiske erfaringer med hva som må til for å oppnå miljøriktig og energieffektiv drift av den enkelte kirke.

Skader på innvendig bygning, interiør og kirkekunst

Under gjennomførte befaringene ble det påvist skader som sprekker i materialer og avflassing av forskjellige typer overflatebehandling på bygningsdeler, interiør og kirkekunst i de fleste av forsøskirkene. Typiske eksempler på skader er vist på fotos nedenfor.



Sprekk søyle under galleri



Sprekk i prekestol



Avflassing på altertavle



Sprekk i altermaleri

Skadene er i enkelte kirker av så stort omfang at de vil kreve omfattende restaurerings- arbeider. I en del tilfeller er skadene så store at de ikke lar seg reparere eller settes tilbake i sin tidligere stand. Skadene har stort sett oppstått under lengre perioder med lav luftfuktighet. I de fleste tilfeller skyldes dette ukritisk oppvarming ved høy innetemperatur enten kontinuerlig eller unødvendig lange perioder også når kirken ikke er i bruk.

Brukstilpasset oppvarming med lav hviletemperatur gir store fordeler

Aktiv oppfølging av to kirker med relativt lik bygningskonstruksjon, oppvarming og bruk er sammenlignet, da de gjennomfører forskjellige oppvarmingsrutiner.

Prestebakke kirke Kontinuerlig oppvarmet



Dette er to kirker hvor det praktiseres forskjellige oppvarmingsrutiner

Kroer kirke Oppvarmet etter bruk



- Tømmer/ trekirke oppført 1793
- Oppvarmet areal 254 m²/volum 1.100 m³
- El-rørovnner/panelovner
- Brukstilid 2,1 timer/uke

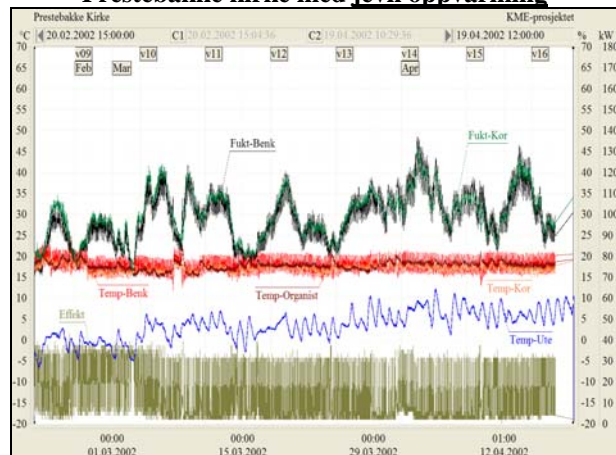
Varmeeffekt
24 kW m ³
Energiforbruk
366 kWh m ² /år
85 kWh m ³ /år

- Tømmer/ trekirke oppført 1925
- Oppvarmet areal 113 m²/volum 715 m³
- El-rørovnner/panelovner
- Brukstilid 0,8 timer/uke

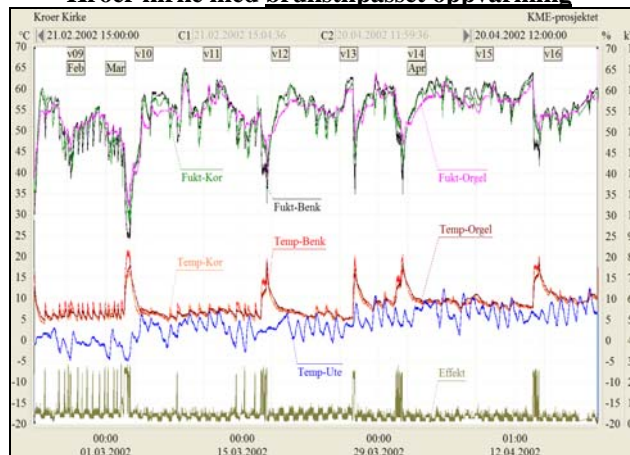
Varmeeffekt
34 kW m ³
Energiforbruk
155 kWh m ² /år
24 kWh m ³ /år

Den ene benytter brukstilpasset oppvarming med lav hviletemperatur og den andre har relativt konstant temperatur gjennom hele vinterhalvåret, som vist diagrammene nedenfor.

Prestebakke kirke med jevn oppvarming



Kroer kirke med brukstilpasset oppvarming



Oppnådde gjennomsnittsverdier i hele måleperioden:		Oppnådde gjennomsnittsverdier i hele måleperioden:	
Temperatur, kor	17,3°C	Luftfuktighet, kor	30,0 %RF
benker	18,0°C	benker	29,0 %RF
organist	17,8°C	organist	30,3 %RF
Temperatur, kor	7,9°C	Luftfuktighet, kor	54,5% RF
benker	8,1°C	benker	54,9 %RF
organist	8,2°C	organist	54,8 %RF

Resultatet fra målingene viser at jevn temperatur nær opptil til brukstemperaturer på 17-18°C gir gjennomsnittlig luftfuktighet rundt 30 %RF. Derimot gir brukstilpasset oppvarming med lave hviletemperaturer ned mot 5-7°C i lange perioder en midlere temperatur i denne vinterperioden på rundt 8°C som igjen resulterer i en gjennomsnittlig luftfuktighet på 55 %RF.

Dette viser at i kirker med relativt liten bruk og riktig brukstilpasset oppvarming med lav hviletemperatur vil det kunne oppnås en midlere luftfuktighet nær 50 %RF i normale vinterperioder.

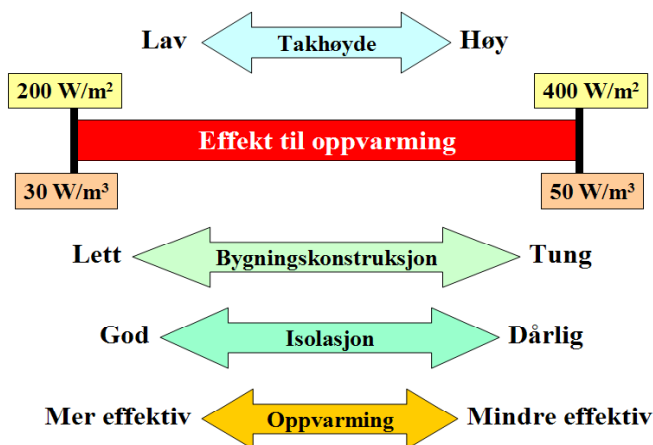
I kirken med jevn oppvarming med lav luftfuktighet i vinterhalvåret var omfanget av skadene store. I kirken med brukstilpasset oppvarming med lav hviletemperatur og høy midlere luftfuktighet ble det påvist små til ubetydelige såkalte tørkeskader.

Dette bekrefter at brukstilpasset oppvarming med lav hviletemperatur er betydelig bedre bevaringsmessig enn jevn oppvarming med høy temperatur.

Dette viser også at energibruken i kirken med brukstilpasset oppvarming med lav hviletemperatur og liten bruk er 60-70% lavere enn i kirken med kontinuerlig oppvarming.

Erfaringstall for brukstilpasset oppvarming og nødvendig effektbehov

Gjennom den aktive oppfølgingen og uttestingen av forsøkskirkenes oppvarming har det så langt vært mulig å anslå foreløpige erfaringstall for nødvendig effektbehov for å kunne gjennomføre effektiv brukstilpasset oppvarming i kirkerom i kalde vinterperioder som vist nedenfor.



Foreløpige erfaringstall for effektiv brukstilpasset oppvarming av kirkerom

Oversikten viser at spesifikk tilgjengelig effekt til oppvarming bør ligge mellom 200-300 W/m² oppvarmet areal eller mellom 30-50 W/m³ oppvarmet volum for å kunne gjennomføre effektiv brukstilpasset oppvarming i kirkerom. Videre vil nærmere fastlegging av nødvendig effekt til brukstilpasset oppvarming være avhengig av det enkelte kirkeroms takhøyde, bygningskonstruksjon og isolasjon. Hvor effektivt kirkens oppvarmingssystem er til å fordele og levere varmen til rett sted og til rett tid er også avgjørende.

De fleste av landets kirker har i dag ikke tilstrekkelig tilgjengelig effekt for å kunne gjennomføre brukstilpasset oppvarming i kalde vinterperioder. Riktignok vil mange kirker kunne gjennomføre brukstilpasset oppvarming om våren og høsten og i de mildere perioder om vinteren.

Separate luftfuktere har ofte begrenset kapasitet og rekkevidde

Flere av forsøkskirkene var utstyrt med separate luftfuktere ofte plassert nær orgel. Flere forskjellige typer var i bruk, som vist på bildet under avsnitt bevaringsmiljø luftfukter.

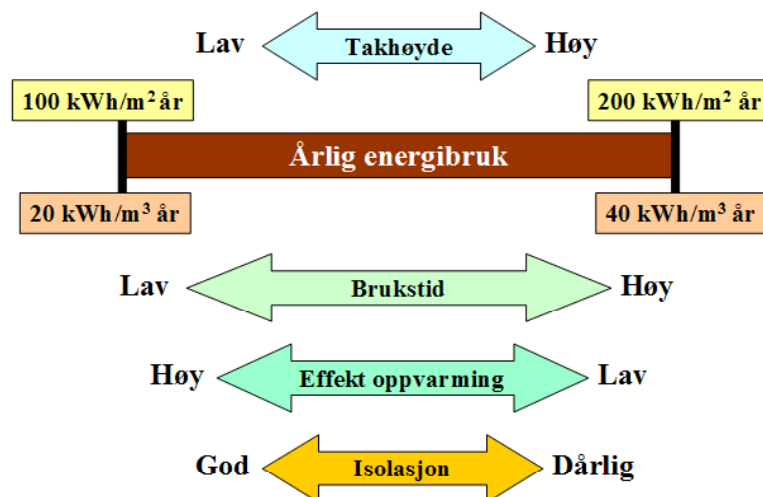
Målingene viser med all tydelighet at de fleste luftfuktere har begrenset kapasitet og rekkevidde. Derimot har det oppstått lokale og betydelige fuktskader ved ukritisk bruk av luftfukting i mange kirker.

Erfaringer med flere typer oppvarming

Gjennom forsøkskirkene er det også oppnådd verdifulle driftserfaringer med forskjellige typer oppvarming med hensyn til funksjonalitet og termisk komfort. Flere systemer, produkter og oppvarmingsmønster er testet og dokumentert gjennom oppfølging og målinger over tid. Behovet for tilstrekkelig installert effekt resulterer i begrensninger i valget av produkter og systemer for oppnåelse av brukstilpasset oppvarming gjennom hele fyringssesongen. Kombinasjoner med generell oppvarming og nærvarme har i en del tilfeller gitt god termisk komfort. Erfaringene i prosjektet viser at varmekildene plassert under faste benker supplert med flyttbare varmeprodukter til bruk som nærvarme gir størst effekt og god komfort. Høytemperatur strålevarme (såkalt rød infravarme) avgir høy varmeeffekt og kan være aktuell i kirker med store takhøyder og volum. Plassering av denne type strålepaneler (med stort sett industridesign) må utføres med stor forsiktighet med hensyn til estetiske og arkitektoniske forhold. Vannbåren oppvarming er stort sett ikke aktuelt i kirker med relativt liten bruk på grunn av lav avgitt varmeeffekt og høye anskaffelses- og driftskostnader. Dette kan imidlertid være aktuelt i moderne arbeidskirker.

Normtall for energibruk ved brukstilpasset oppvarming

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



Fremstillingen ovenfor viser at kirker med brukstilpasset oppvarming vil normalt oppnå en årlig energibruk som ligger mellom 100-200 kWh/m² år eller mellom 20-40 kWh/m³ år.

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 lav energibruk som resultat.

Godt utprøvd og etablert arbeidsmetodikk

Gjennom et grundig og metodisk arbeid i forsøkskirkene fikk en oversikt over de viktigste forhold som har betydning for kirkebyggenes energibruk og inn klima. Som en del av arbeidet i prosjektet ble det utviklet og utprøvd metoder og rutiner som vil være meget nyttige i arbeidet med å få til en mer energieffektiv og miljøriktig oppvarming av kirker. Disse metoder og rutiner er det viktig å videreføre.

Dette er blant annet:

- Praktisk verktøy for aktiv oppfølging av kirkenes bruk og energibruk.
- Effektiv analysemetode og presentasjonsverktøy for raskere realisering av tiltak.

Anbefalinger til videre arbeid

Gjennom det praktiske arbeidet i forsøkskirkene er det dokumentert på en meget grundig faglig måte at mer brukstilpasset oppvarming vil bidra til kostnadseffektiv og miljøriktig drift av landets kirker.

Dagens situasjon tilsier imidlertid at dette kan bli vanskelig å få realisert i en stor del av våre kirker ut i fra følgende forhold.

- Praktisk kunnskap om energieffektiv og miljøriktig drift er liten eller mangelfull blant kirkens ansvarlige for drift og vedlikehold.
- Lav installert effekt til oppvarming og lite brukervennlig varmestyring gir begrensninger i praktisk gjennomføring.
- Over 95 % av våre kirker er elektrisk oppvarmet. Høyere effekt til oppvarming vil ofte føre til økte energikostnader gjennom omlegging og avregning etter maksimaleffekt.
- Stor usikkerhet og uenighet om inn klimaets betydning og innvirkning på orglenes drift og bevaring.

For å eliminere eller fjerne ovennevnte hindringer er det behov å tilrettelegge for følgende:

- **Forankring av kunnskap og kompetanse lokalt gjennom praktisk opplæring over tid**
- **Utvikling og utprøving av nye effektive varmeløsninger og enkel varmestyring**
- **Etablering av en "Kirketariff" for å fremme bruken av brukstilpasset oppvarming**
- **Bedre kunnskap med klare retningslinjer for riktig inn klima for drift av orgler**

Dette er viktige oppgaver som må løses så raskt som mulig. dersom vi skal drive oppvarming av kirkebygg på en energieffektiv og miljøriktig måte som tar tilstrekkelig hensyn til inn klima. Noen av disse tiltakene er allerede satt i gang.

Mer utfyllende opplysninger fra forsøkskirkene er tilgjengelig i prosjektrapporten "Praktiske erfaringer og resultater for miljøriktig og energieffektiv drift – Oppfølging og dokumentasjon fra forsøkskirkene". Denne rapporten kan fås ved henvendelse til Kirkens Arbeidsgiverorganisasjon.

Bildene viser utsnitt av bevaringsverdig interiør fra fire forskjellige kirker



Bevaringsmiljø

Det er to typer slitasje våre kirker utsettes for; bruksslitasje og klimatisk slitasje. Bruksslitasjen er åpenlys. Den klimatiske slitasjen som skyldes temperatur, luftfuktighet og lys, er ikke så lett å se mens den pågår. Den blir først tydelig etter noe tid, og da er gjerne skadene store og alvorlige. Resultatene av lav og varierende luftfuktighet sees som sprekker i treverket og løs og avskallet maling. Lysslitasjen er tydeligst på tekstiler der den først synes som blekere farger, og senere ved at fibre går i oppløsning.

Forholdet temperatur – relativ fuktighet

Luftfuktigheten har stor betydning for bevaring av treverk og forskjellige andre materialer som er vanlige i interiør, inventar og kunstverk. Høy luftfuktighet kan føre til råte og sopp-skader, mens lav luftfuktighet fører til uttørring og nedbryting av treverk og maling.

Temperaturen er av stor betydning fordi den i stor grad styrer den relative fuktigheten. Generelt kan det sies at når temperaturen går opp, går den relative fuktigheten ned, og når temperaturen går ned, går den relative fuktigheten opp.

Relativ fuktighet (RF)

Den relative fuktigheten kan defineres som forholdet mellom den fuktighet luften inneholder (absolutt fuktighet) og den fuktighet den er i stand til å ta opp ved en bestemt temperatur (metningsfuktighet) og oppgis vanligvis i % RF. RF kan måles med forskjellige instrumenter. De måleinstrumentene som benyttes bør justeres fagmessig og jevnlig dersom slike målingene skal være korrekte.

For bevaring av treverk, er det av stor betydning at dette ikke blir utsatt for sterk uttørring.

Uttøringsprosessen blir som kjent styrt av luftfuktigheten.

Uttørringen oppstår fordi luften får en mye større evne til å ta opp fuktighet når den blir oppvarmet.

Når luftfuktigheten varierer, får malingen problemer med å følge disse bevegelsene i treverket, og kan til slutt skalle av.

Krav til relativ luftfuktighet

En stabil relativ fuktighet er det beste for de fleste objekter. Den ideelle RF for interiører med forskjellige materialer er vanligvis 50% +/- 5. Det er viktig å være klar over at RF over 65-70% kan gi gode vekstvilkår for mugg og kan få metall til å korrodere. RF under 40-45% kan gjøre materialer som for eksempel lær, pergament og naturlige limstoffer, sprø og skjøre.

Hva betyr den relative fuktigheten for kirkeinteriøret

Vekslinger i den relative fuktigheten fører til stadige justeringer i de hygroskopiske materialene. Hvor raskt justeringen skjer og hvor stor og hvorledes bevegelsen er, avhenger av materialtypen. Papir reagerer forholdsvis fort på endringer i den relative luftfuktigheten. Treverk krymper og sveller ikke like mye i alle retninger, men det gjør derimot maling.

Erfaringen viser at da den elektriske oppvarmingen kom og man klarte å varme opp hele kirkerommet over lengre tid, ble konserveringstilstanden for malt kirkekunst, veggdekor og bemalte gjenstander tydelig forverret.

Bruk av luftfukter

Riksantikvaren anbefalte frem til midten av 1980-tallet at man installerte luftfukter i kirker som ble varmet opp. Nå vet man imidlertid at bruk av luftfukter ikke gir de beste løsninger i denne type bygg. Derimot medfører denne type befuktning at det oppstår ”nye” problemer. Det største problemet er at befuktning kan skade bygningen.

Luftfukterne type 1 og 2 er av typen som baserer seg på fordampning. Type 3 og 4 er av typen som baserer seg på forstøvning



Luftfukter, type 1



Luftfukter, type 2



Luftfukter, type 3



Luftfukter, type 4

Ofte har den aktuelle luftfukter ikke kapasitet nok til å klimatisere hele kirkerommet. Det er trolig årsaken til at befuktning, etter det en vet, ikke allerede har forårsaket større bygningsmessige skader på kirkene. Nå fraråder Riksantikvaren generelt at det settes inn luftfukter.

Hvordan forbedre inneklimate

Gode oppvarmingsrutiner med forholdsvis lavt forbruk av energi er de beste virkemidlene for å bedre klimaet i kirken. Det vil si at man skal ha lavest mulig brukstemperatur (16-19 °C) og lav hviletemperatur (5-10 °C) når bygget ikke er i bruk.

Kontrollert oppvarming

Brukernes økende krav til varmekomfort står i sterk motsetning til gjenstandenes og delvis til bygningens krav. Klimaet i kirkebygg må derfor bli et kompromiss mellom de krav som brukerne, interiør og kunstgjenstander stiller.

I enkelte kirker er det prøvd ut varmesystemer (benkvarme som er montert opp under benkene) som gir lokal varme rundt menneskene når kirken er i bruk, mens kirkerommet for øvrig ikke varmes opp. Slik soneoppvarming er hovedsaklig basert på strålevarme.

Det er utviklet strålevarmearmaturer som kan innpasses i kirkeinteriøret på estetisk forsvarlig vis. Løsningen vil også kunne gi rask oppvarming dersom det er installert tilstrekkelig effekt. (watt /meter ovn). Dette gjør at oppvarmingsperioden kan gjøres så kort som mulig.

Brukstilpasset oppvarming har vist seg å være en meget energi- effektiv måte å varme opp kirkerommet på. Foruten å redusere det totale energiforbruket (kostnadene) oppnås et langt bedre bevaringsmiljø /inneklimate med denne oppvarmingsmetoden.

Praktiske råd om gode oppvarmingsrutiner

Generelt gis følgende råd for oppvarming av kirker for å oppnå et mest mulig stabilt inneklime som ligger så nær opp til det ønskelige.

- Lav hviletemperatur ca 5-10 °C gir bedre inneklime.
- Brukstemperaturen bør være 16-19 °C for å unngå store skader på bemalte gjenstander.
- Oppvarming bør skje i kortest mulig periode lang oppvarmingsperiode har negativ påvirkning for hygroskopiske og sårbare materiale.
- Oppvarmingssystem basert på strålevarme og soneoppvarming med funksjonelt styringssystem.

Orgelets krav til klima generell kommentar

De eldre orglenes konstruksjoner og materialbruk tåler i utgangspunktet ikke så store variasjoner i relativ luftfuktighet som elektrisk fyring kan forårsake i vintersesongen. Når instrumentene restaureres forsøker man imidlertid i noen grad å tilpasse dem til et moderne inneklime, så lenge dette kan oppnås ved enkle og skånsomme midler, og det kan det i blant. For øvrig er det fortsatt et åpent spørsmål nøyaktig hvor toleransegrensene til de eldre orglene går i forhold til variasjoner i relativ luftfuktighet (RF). Muligens er de videre enn antatt.

Fra det tidspunkt da elektrisk fyring ble vanlig i kirkene, begynte orgelbyggerne i Norden straks å tilpasse sine nye instrumenter det endrede inneklimate. Et moderne, nordisk-bygget orgel av normalt god kvalitet har derfor de siste tiårene vært godt tilpasset de endringer i RF som normalt forekommer i løpet av året. Det betyr at luftfuktigheten skal kunne variere innenfor temmelig vide rammer uten at dette verken skal føre til varige skader eller akutte funksjonsproblemer. Men for alle orgler gjelder likevel fortsatt at svært store variasjoner i RF kan skape tekniske funksjonsproblemer, selv om disse som regel vil være av forbigående karakter. De mest ekstreme vekslingene bør derfor være kortvarige, for at treverket ikke skal kunne reagere ved å krympe eller svulle.

Dersom romtemperaturen endrer seg i forhold til den temperaturen et orgel ble stemt ved, vil også instrumentets tonehøyde endre seg. Om alle pipene i orgelet ikke har oppnådd samme temperatur, for eksempel under oppvarming av kirkerommet, vil forskjellen i tonehøyde mellom orgellets forskjellige klangseksjoner – eller endatil innenfor den enkelte seksjon - medføre ustemthet. Dette problemet forsterkes hvis klangseksjonene plasseres på forskjellige høydenivå eller med stor dybdemessig avstand. Derfor kan man på grunn av byggestilen anta at etterkrigstidens orgelbyggere i større grad har forutsatt en stabil lufttemperatur enn en stabil luftfuktighet i kirkerommet.

Det kan således lett oppstå misforståelser omkring orgelbyggernes krav til forsvarlig temperatur for bevaring av orgelet. Det presiseres igjen at det er en stabil relativ fuktighet på et forsvarlig nivå som er det avgjørende for bevaringsforholdene. Derimot er en bestemt lufttemperatur avgjørende for stemmingen.

Undersøkelse og registrering av inneklime for orgler i seks kikirer.

For å få mer klarhet i hvordan orglene påvirkes av svingningene i temperatur og inneklime (luftfuktighet) ble det sett i gang kartlegging og oppfølging av orgler i seks forskjellige kikirer.

Orgler i følgende kirker ble valgt ut:

Kirke	Byggeår	Type orgel	Oppvarming	Drift
Eidsberg kirke	2000	Mekaniske	Elektrisk	Delvis brukstilpasset
Kråkstad	2001		Elektrisk	Delvis brukstilpasset
Trømborg	1979		Elektrisk	Full brukstilpasset
Saltstraumen	1967		Gass-strålevarme	Full brukstilpasset
Kråkerøy	1964	Elektro -	Elektrisk	Kontinuerlig oppvarming
Horten	1914	pneumatiske	Elektrisk	Delvis brukstilpasset

Målingen og loggføring av driftsforhold ble utført over en periode på 6-7 måneder. Resultatet av registreringen viste at det var relativt få problemer i oppfølgingsperioden se tabell nedenfor.

Denne undersøkelsen kan ikke sies å være utfyllende, men den gir en indikasjon om at orglene i de fleste tilfeller ikke er så ømfintlige for temperatursvingninger som det tidligere har vært hevdet. Undersøkelsen ble presentert på en "temadag" med bred deltakelse fra de forskjellige fagmiljøer. Erfaring og resultater fra undersøkelsen vedlegges.

Antall aktiviteter og registrerte driftsproblemer

Kirke	Gjennomført med bruk av orgel	Registrerte driftsproblemer
Eidsberg kirke	25-30	2-3
Kråkstad	25-30	0-1
Trømborg	25-30	0
Saltstraumen	25-30	3-4
Kråkerøy	45-50	1-2
Horten	40-45	1-2

Oppsummering av oppnådde resultater

Den systematiske og aktive oppfølgingen av de orgler som har vært med i undersøkelsen ble testet under forskjellige og varierende inneklimateiske forhold. Dette gjør at de oppnådde resultater og erfaringer gir gode indikasjoner på hvordan kirkens inneklimate påvirker orglene. Følgende resultater og erfaringer er oppnådd samlet sett:

- Få driftsproblemer er registrert i orglene relatert til inneklimate.
- Mer brukstilpasset oppvarming som ble riktig utført gir god drift og bevaring av orglene.
- Nye orgler ser ut til å tåle større og vedvarende svingninger i temperatur og luftfuktighet. Hvordan dette på lengre sikt påvirker orglene vedlikeholdsmessig er et åpent spørsmål.
- Noen orgler tåler mer ugunstige inneklimateforhold enn andre.
- Gassvarme som gir fukttilførsel under bruk kan skape driftsproblemer i oppvarmingsfasen.
- Nærvarme ved organistplass bør baseres på strålevarme for å oppnå akseptabel komfort og arbeidsforhold.

Det må understrekes at det var kan to orgler som ble fulgt opp i en meget kald periode.

For å få et bredere grunnlag som kan belyse orglenes tilstand under varierende temperaturforhold på er det i forbindelse med kirkennettverket i Trondheimsregionen satt i gang registrering av driftsforholdene for fem orgler.

Denne undersøkelsen gjennomføres i samarbeid med Stein Johannes Kolnes.

Kirkenettverk

Høsten 2001 ble det som en del av KME- prosjektet startet opp et kirkenettverk i Borg bispedømme med deltakelse fra fellesrådene i Halden, Trøgstad, Sarpsborg, Ås, Ski, Fredrikstad, Eidsberg og Nesodden.

Dette prosjektet ble administrert av Enøksenteret i Østfold med betydelig økonomisk og faglig drahjelp fra KME- prosjektet.

Underveis i prosjektperioden er det startet opp et tilsvarende nettverk i Nord- Østerdal med følgende kirkelige fellesråd som deltakere: Røros, Os, Tolga, Folldal, Alvdal, Tynset, Stor-Elvdal og Rendalen.



Aktiviteten i kirkenettverket ble lagt merke til.

En oppgave i kirkenettverket er å drive aktiv oppfølging av kirkenes bruk og energibruk/energiledelse.

Motivering og opplæring av kirketjenere og kirkeverger i spørsmål knyttet til oppvarming og drift av kirkebygg har vært en viktig del av aktiviteten i nettverket.

Dette har i 2002 resultert i en samlet reduksjon i energibruken på rundt 320.000 kWh/år eller ca 9- 10 % for de deltagende kirker i Borg bispedømme. Dette uten at det er foretatt tiltak som krever store investeringer.

Dette viser at systematisk arbeid, økt kunnskap og motivasjon av kirkenes driftsansvarlige gir resultater i reduserte årlige energiforbruk og utgifter.

Dessuten gir brukstilpasset oppvarming av kirkene et bedre inneklima for interiør og inventar/kirkekunst.

Med bakgrunn i de positive resultater og erfaring som er oppnådd i kirkenettverk i Borg og Nord-Østerdal satser KA i samarbeid med KKD, Enova og RA på å etablere kirkenettverk rundt i landet. Det er etablert kirkenetteverkene i Nord- Østerdal og Trondheimsregionen. Til sammen er 15 kirkelige fellesråd med i disse to nettverkene. Disse nettverkene har opplæring i energiledelse og utarbeidelse av tiltaksplaner for energieffektivisering som viktige aktiviteter.

Ved å benytte den kompetanse og erfaring som er oppnådd gjennom KME- prosjektet er det med drift av denne type nettverk fullt mulig å oppnå store innsparinger i energikostnader. Samtidig vil behovet for renovering av interiør og kunst over tid reduseres.

Formidling av informasjon.

Prosjektledelsen er opptatt av at resultatene fra prosjektet blir best mulig tilgjengelig for de som har driftsansvar for landets kirkebygg. Som et ledd i å spre informasjon og kunnskap fra prosjektet er det utgitt to "Prosjektnytt", dessuten har KA's hjemmesider blitt benyttet.



Prosjekt -
nytt

I tillegg har det blitt informert på fagdager og andre samlinger for kirkeverger og andre ansatte i DNK. rundt i landet.

Prosjektet stod som meddarrangør av et dags- seminar på kirke 2002 hvor temaet var vedlikehold av kirkebygg og energieffektivisering og inneklima.

Prosjektet deltok og ble presentert på den nasjonale konferansen vedrørende forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av våre kirker ”*Kulturarv i fritt forfall*” som ble arrangert i Narvik i april 2004.

Alle rapporter og analyser som er foretatt i prosjektet vil bli tilgjengelig og kan fås ved henvendelse til KA. Dessuten vil de fleste rapporter og dokumenter bli lagt ut på KA's hjemmeside.

Etter de tilbakemeldinger som en får fra eiere og drivere av kirkebygg er det stort behov for rådgivning i de spørsmålene som det har vært arbeidet med i prosjektet.

Rådgivning i spørsmål som angår inneklima og oppvarming er, og blir en viktig oppgave i oppfølgingsarbeide etter at prosjektet er avsluttet.

Internasjonale kontakter.

Det er etablert kontakt med Etikk & energi som er en organisasjon i Sverige med kontor i Tanumshede. Denne organisasjonen er en samarbeidsorganisasjon for kirker, forsamlinger og pastorat. Organisasjonen arbeider for en mer energieffektiv, økonomisk og miljøvennlig forvaltning av kirkens eiendommer.

KME- prosjektet har hatt flere møter med representanter for Etikk &energi med utveksling av erfaringer i spørsmål om energieffektivisering, inneklima og miljø.

Prosjektleder har dessuten deltatt med presentasjon av KME- prosjektet og innlegg på en konferanse i Göteborg arrangert av Etikk & energi.

Det er avholdt møte med representanter for kirken i nord Tyskland hvor KME- prosjektet ble presentert.

Dessuten har arbeidet i KME- prosjektet blitt presentert på en EU- konferanse i Tallin.

Etablering av finansieringsordning for rehabilitering av varmeanlegg.

Som et ledd i forsøket på å få etablert en slik ordning har prosjektledelsen presentert prosjektet for politisk ledelse i Kultur og Kirke departementet, Miljøverndepartementet og Olje og Energidepartementet. Dessuten er gruppelederne i Kirke-, utdannings- og forskningskomiteen orientert.

Prosjektledelsen har også presentert prosjektet for ledelsen i Enova.

På konferansen i Narvik ”*Kulturarv i fritt forfall*” deltok prosjektledelsen i diskusjonen om fremtidige finansieringsordninger for vedlikehold av kirker.

Ved avslutningen av prosjektet er det gledelig å konstatere det fokus det er på kirkenes vedlikeholdssituasjon. Dette medførte blant annet at Stortinget bevilget 500 mill. kroner til rentekompensasjon for rehabilitering av kirkebygg.

Dette er en god start som må følges opp i fremtiden.