

EFP - 86
ENERGIBESPARELSER
I KIRKER

MEDDELELSE NR. 210 JUNI 1990
LABORATORIET FOR VARMEISOLERING
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

Forord

Under energiministeriets energiforskningsprogram 86, området vedrørende energianvendelse i bygninger, er der af Laboratoriet for Varmeisolering, DTH, efter aftale med kirkeministeriet udført et projekt kaldet "Energibesparelser i kirker". Nærværende rapport redegør for forløbet og resultatet af projektet.

Det overordnede formål med projektet har været at udvikle en metode til at finde frem til kirker, der af den ene eller anden grund tilsyneladende har et "overforbrug" af varme under hensyntagen til kirkens størrelse og brugsmønstre.

Til dette formål er der udviklet en matematisk model til bestemmelse af en kirkes "normalforbrug". Ved at sammenligne de enkelte kirkers faktiske forbrug med "normalforbruget" beregnet for de pågældende kirker, skulle det være muligt at udpege de kirker, der tilsyneladende har et "overforbrug" af varme.

Den opstillede varmemeforbrugsmodel er bl.a. baseret på oplysninger indhentet gennem udsendelse af et omfattende spørgeskema til alle landets kirker (ca. 2250).

Jeg vil gerne benytte lejligheden til at takke de personer, der har udfyldt de ca 1400 skemaer, som er modtaget i udfyldt stand. Endvidere vil jeg gerne takke civ.ing. E. Troelsgård, E. Troelsgård A/S, der har været konsulent i forbindelse med udformningen af spørgeskema og vurdering af analyseresultaterne, samt civ.ing. lic. techn. Birgitte Troelsgård, OAC consult as, der har medvirket som konsulent i forbindelse med dataindsamling og den statistiske analyse og har udarbejdet denne rapport.

Lyngby, juni 1990
Vagn Korsgaard
Professor, Kirkeministeriets varmekonsulent
Laboratoriet for Varmeisolering
Danmarks Tekniske Højskole

Indholdsfortegnelse	Side
Forord	1
1. Indledning	3
1.1 Resume	4
1.2 English summary	5
2. Indsamling af informationer	6
2.1 Spørgeskemaer	6
2.2 Registrering af informationer	6
3. Indledende undersøgelser af informationer	8
3.1 Formål	8
3.2 Regressionsanalyser	8
3.3 En heuristisk model	9
3.4 En simuleret model	10
4. Resultater af de indledende analyser	13
4.1 Regressionsanalyser	13
4.2 Afprøvning af de 2 foreslåede modeller	16
4.3 En modificeret model	18
4.4 Konklusion	19
5. Resultater	21
5.1 Primære resultater	21
5.2 Sekundære resultater	23
6. Anvisninger til nedbringning af energiforbruget	26
Bilag A Spørgeskema	28
Bilag B Oversigter over datamateriale	36

1. Indledning

I denne rapport redegøres for forløb og resultater af projektet: EFP-86 Energibesparelser i kirker.

Projektets baggrund og formål

Fra nogle provstiudvalg foreligger der oplysninger om, at udgifterne til opvarmning af typiske landsbykirker, hvoraf der findes ca 1800, kan variere med en faktor 2-3 for kirker, der bygningsmæssigt og brugsmæssigt må antages at være nogenlunde ens. Forskelle i varmeanlægstype kan kun forklare en mindre del af disse variationer. Projektets formål er derfor gennem opstilling af en model for en kirkes "normale" energiforbrug at finde frem til de kirker, der formodes at have et væsentligt "overforbrug" af energi til opvarmning. Desuden ønskes anvisninger på, hvorledes dette overforbrug kan nedbringes uden væsentlige investeringer.

Projektforløb

Projektet er udført i perioden juni 1986 til maj 1990. I den første del af projektet er der især arbejdet med planlægning og udførelse af dataindsamling, hvor der er udsendt spørgeskemaer til alle Danmarks kirker.

Efter indsamlingen af spørgeskemaer blev i første omgang registreret oplysningerne fra knap 100 typiske landsbykirker. Besvarelserne fra disse kirker er herefter benyttet som grundlag for en række analyser og afprøvning af modeller for at finde frem til den bedste metode til udpegning af kirker med for stort energiforbrug.

I projektets sidste del er de resterende kirker registreret og analyseret, og kirkerne med et formodet overforbrug er udpeget. Der er desuden udarbejdet en række oversigter over kirkebygninger, brugsmønstre og varmeanlæg på basis af de besvarede spørgeskemaer.

Rapportens opbygning

I denne indledning er anført baggrund, formål og forløb for projektet samt et resume. Planlægning, indsamling og registrering af oplysninger fra kirkerne er beskrevet i afsnit 2. I forbindelse med valg af en metode til brug ved udpegning af kirker med et formodet overforbrug af energi til opvarmning, har 2 metoder til fastlæggelse af en kirkes "normalforbrug" været diskuteret. De 2 modeller er beskrevet i afsnit 3, hvor også andre indledende undersøgelser er omtalt. Modellerne er afprøvet på nogle udvalgte kirker, og resultaterne heraf samt af de øvrige indledende analyser er beskrevet i afsnit 4. Som konklusion på de indledende undersøgelser beskrives en model, der kan benyttes til udpegning af de ønskede kirker. I afsnit 5 er anført resultaterne ved anvendelsen af denne

model på de resterende kirker, ligesom der er anført en række oversigter over datamaterialet. Rapporten afsluttes i afsnit 6 med nogle anvisninger på, hvorledes overforbrugene kan nedbringes uden væsentlige investeringer.

Spørgeskemaet er vist i bilag A, mens bilag B indeholder en række oversigter over datamaterialet i tabelform.

1.1 Resume

Formålet med dette projekt har været at undersøge mulighederne for at nedbringe energiforbruget til opvarmning af kirker, herunder dels at opstille en model for en kirkes "normale" energiforbrug, og dels at udpege de kirker, hvis energiforbrug bør undersøges nærmere.

De nødvendige informationer om Danmarks kirker - kirkebygningerne, brugsmønstrene samt varmeanlæg og energiforbrug - er tilvejebragt gennem spørgeskemaer, der er udsendt til samtlige kirker. Ca 2/3 af kirkerne har returneret skemaerne i udfyldt stand, men i en del af skemaerne har der desværre manglet væsentlige oplysninger for dette projekt. Alt i alt er 868 kirker undersøgt her i projektet.

Oplysningerne fra de brugbare skemaer er registreret på edb, og der er udført en del forskellige undersøgelser af energiforbruget i relation til bygninger, brugsmønstre og varmeanlæg på 100 udvalgte kirker. På basis af disse indledende undersøgelser er der fundet frem til en model for en kirkes "normale" energiforbrug, der kan benyttes til udpegning af de kirker, der bør undersøges nærmere. Denne model er dernæst benyttet på alle mulige blandt de 868 kirker, og der er fundet 205 kirker, der har et faktisk energiforbrug på mere end 50% over det beregnede "normalforbrug". Heraf har de 81 kirker et forbrug på mere end det dobbelte af det beregnede forbrug. Der kan ikke i dette projekt gives specifikke råd til de enkelte kirker, men der er i afsnit 6 anført nogle generelle anvisninger til nedbringning af energiforbruget.

Den model, der er benyttet til beregning af de "normale" energiforbrug, er dannet på basis af de nævnte undersøgelser. Modellen er fremkommet som en kombination af 2 foreslåede modeller - en heuristisk model og en model, der er dannet på basis af en lang række simuleringer. I begge modeller beregnes energiforbruget som et normal-energiforbrug for en standard kirke, der ved brug af faktorer korrigeres for kirkebygningens størrelse og stand, for benyttelsestiden og temperaturkravene samt for varmeanlæggets effekt. Udover forsøg med disse modeller og forskellige varianter heraf, er der udført nogle regressionsanalyser. Modellerne og undersøgelserne er nærmere beskrevet i afsnit 4.

Udover de ovennævnte primære resultater er der i rapporten angivet en række oversigter over dele af datamaterialet. Men der findes yderligere en lang række informationer, der på et senere tidspunkt forhåbentlig kan blive nærmere undersøgt.

1.2 English summary

The Danish Ministry of Energy has sponsored a project called "Energy savings in churches".

The objective of the project was to find those churches which have a significantly larger energy consumption for space heating than be expected, their sizes and use taken into consideration.

These churches will be investigated more closely to find the reasons for the higher heat consumption. Remedies will be carried out if possible, to reduce the heat consumption to "normal".

The project takes primarily aim at typical medieval village churches which are usually heated only once or twice a week.

The necessary information has been collected by sending out questionnaires to all churches, app. 2250. Filled in questionnaires were received from 1400. 868 of these were complete and the information was registered on computer.

By carrying out a regression analysis on the information a heuristic computer model was set up for the "normal" yearly heat consumption.

Parallel with this a dynamic thermal model was set up. Combining the two models, a third model was developed which will be used to point out those churches which have a heat consumption significantly larger than "normal". Using this model 81 churches out of the 868 were found to have a heat consumption more than twice the "normal".

2. Indsamling af informationer

Da formålet med projektet er at undersøge kirkers - og især typiske landsbykirkers - energiforbrug til opvarmning, for derved at udpege en række kirker, der formodes at bruge unødigt megen energi, er det nødvendigt at være i besiddelse af mange informationer om kirkerne. Det blev valgt at skaffe de nødvendige oplysninger ved en spørgeskema indsamling fra så vidt muligt samtlige Danmarks kirker.

2.1 Spørgeskemaer

Spørgeskemaet indeholder en lang række spørgsmål ikke kun om kirkernes energiforbrug, men også om selve kirkebygningerne og eventuelt andre opvarmede bygninger, om varmeanlæggene og styringen heraf samt om kirkernes benyttelse. En del af disse oplysninger er nødvendige for at kunne pege på nogle kirker, der bør undersøges nærmere, og en del er nødvendige for at kunne give nogle retningslinier for at reducere energiforbruget.

Da det første gennemarbejdede skemaudkast var klart, blev det sendt til udtalelse bl.a. hos National museets 2. afdeling. Det resulterede dels i en række kommentarer til skemaets indhold og form, og dels i et ønske om nogle ekstra spørgsmål, der ikke var af direkte betydning for dette projekt, men som var nyttige i andre henseender. Da nu muligheden var der for at få disse oplysninger, blev spørgsmålene indarbejdet i skemaet.

Spørgeskemaet blev herefter udsendt til 6 forskellige kirker dels for at få afprøvet spørgsmålene på en række forskellige kirketyper, og dels for at få kommentarer til udformningen af skemaet. Efter endnu nogle mindre ændringer forelå det endelige skema, der er vist i bilag A.

Kirkeministeriet har forestået udsendelse og mangfoldiggørelsen af skemaerne. De er udsendt til samtlige provstiudvalg i landet, der så har videresendt dem til alle kirker indenfor deres områder.

2.2 Registrering af informationer

Af de ca 2250 udsendte skemaer er omkring 65 % (1400 skemaer) indsendt i udfyldt stand, mens de øvrige ikke er returneret. I de fleste sogne har menighedsrådet stået for udfyldelsen af skemaerne, mens kirketjeneren, kirkeværgen eller sognepræsten har udfyldt de resterende. Projektet er generelt set blevet mødt med stor interesse, ligesom resultatet imødeses med spænding.

De returnerede spørgeskemaer er sorteret efter stift, og hvert skema er tildelt et eentydigt løbenummer. Til brug for den videre behandling af oplysningerne blev der opbygget en database med de relevante informationer fra skemaerne. Som databaseprogram valgtes FOCUS, der udover standard database- og

rapportskrivningsfunktioner også indeholder faciliteter til en række statistiske analyser.

I forbindelse med selve indtastningen af oplysningerne er der udført nogle check for at sikre mod indtastningsfejl, ligesom der inden den egentlige behandling af informationerne er udført nogle grundlæggende check af datamaterialet.

Til brug for de videre analyser er der foretaget en række beregninger, hvoraf kan nævnes:

- beregning af overfladearealer (gulv, vægge, loft) dels for selve kirkerummene og dels for de øvrige rum
- beregning af rumfang - igen for de forskellige områder af kirken
- beregning af gennemsnitlig årligt energiforbrug og herunder omregning af energiforbrug ved forskellige opvarmningstyper til kwh og omregning af beløb brugt til opvarmning til kwh.

Efter registrering og udførelsen af de nødvendige beregninger er datamaterialet klar til det egentlige formål: at udpege de kirker, der bør undersøges nærmere med henblik på en reduktion af deres energiforbrug. Men datamaterialet indeholder flere oplysninger af interesse, og der er derfor udført en række supplerende beregninger, der giver en oversigt over datamaterialet. Disse resultater er anført i delafsnit 5.2 .

3. Indledende undersøgelser af informationerne

Da der ikke foreligger en fast defineret metode til udpegning af kirker med et formodet overforbrug af energi, må der i projektet forsøges med lidt forskellige tiltag. Det er valgt at lave sådanne forsøg på 100 tilfældigt udvalgte landsbykirker, og på basis af resultaterne heraf at bestemme den model, der skal benyttes på de resterende kirker.

3.1 Formål

For at kunne udpege kirker med et overforbrug, må man have en fornemmelse af en kirkes nødvendige energiforbrug. Der findes mange metoder at definere dette normale energiforbrug på. Som eksempel kan nævnes:

- sammenligning af de opgivne energiforbrug med et målt energiforbrug fra normerede prøveopvarmninger for lignende kirker
- beregning af gennemsnitligt energiforbrug for nogenlunde ens kirker
- benyttelse af forskellige modeller for kirkers energiforbrug til beregning af den enkelte kirkes normalforbrug

De to førstnævnte metoder har den fordel, at de er rimeligt simple, og at der for den førstes vedkommende eksisterer energimålinger foretaget under kontrollerede forhold. Problemerne med disse metoder er at finde lignende kirker - hvordan afgøres det om 2 kirker er ens i varmekonsummets henseende ?

Den sidstnævnte metode bygger ikke på en "gruppering" af kirker efter type. I stedet forsøges der opstillet modeller, der udfra fra en række oplysninger om kirken og dens brug kan beregne et forventet normalt energiforbrug. Der findes en lang række metoder til opstilling af sådanne modeller, og der forskes en hel del indenfor dette område i dag. Der har ikke indenfor rammerne af dette projekt været mulighed for at udvikle og gennemprøve nye generelle modeller til bestemmelse af kirkers energiforbrug. Der er derfor dels opstillet en relativt simpel, heuristisk model for en kirkes energiforbrug og dels benyttet resultaterne fra et andet EFP-forskningsprojekt, hvori der på basis af en række simuleringer er udviklet modeller for energiforbruget ved diskontinuert opvarmning af store rum (kirker m.m.). De to modeller er omtalt i delafsnit 3.3 og 3.4. Inden disse modeller beskrives, er der i delafsnit 3.2 redegjort for nogle regressionsanalyser, der kan udføres for at få et overblik over datamaterialet.

3.2 Regressionsanalyser

Hvis der kan opstilles en model, hvor kirkens energibehov (den afhængige variabel) kan bestemmes ved en lineær funktion af en række andre (uafhængige) variable som f.eks. rumfang, brugstid m.m., kan koefficienterne i en sådan

model estimeres ved udførelsen af en lineær regressionsanalyse. Der er i projektet udført nogle regressioner dels for at undersøge, hvor godt energiforbruget kan beskrives ved en lineær afhængighed af nogle parametre som f.eks. rumfanget af kirken, og dels for at undersøge hvilke blandt en række parametre, der er vigtigst ved beskrivelsen af energiforbruget.

Som mulige uafhængige variable kan det være relevant at undersøge:

- Bygningsvariable:
 - rumfang af kirkerum
 - overflade af kirkerum
 - rumfanget af rum udenfor selve kirkerummet
 - rumfang af øvrige bygninger adskilt fra kirken
 - hvælv / trælofter og isolering
 - vinduesareal
- Brugsvariable
 - antal årlige opvarmninger
 - temperaturen under kirkelige handlinger
 - temperaturen udenfor brugstiden
- Varmeanlægsvariable
 - opvarmningsperiodens længde (effekt)
- Øvrige variable
 - Eventuelt udvalgte parametre fra de to modeller beskrevet i delafsnit 3.3 og 3.4.

3.3 En heuristisk model

Denne model er foreslået som et udgangspunkt for det videre arbejde af Civ. ing. E. Troelsgård på basis af erfaringer opnået bl.a. gennem arbejdet med projektering og renovering af varmeanlæg i kirker. Modellen er således rent heuristisk og er opbygget omkring et skønnet normalforbrug (Q_0), der derefter korrigeres for kirkens størrelse (STRFAK), for bygningstype (BYGFAK), for kirkens anvendelse (ANVFAK) og endelig for opvarmningstiden (TIDFAK).

$$Q_1 = Q_0 \times \text{STRFAK} \times \text{BYGFAK} \times \text{ANVFAK} \times \text{TIDFAK} \text{ kwh/år}$$

Her er Q_0 energiforbruget for en "normalkirke" defineret ved:

- Volumen (V) af de opvarmede rum ca 600-800 m³
- Effekt 60w/m³
- 50 opvarmninger pr. år
- Opvarmningstid ved fuld effekt 10 timer som gennemsnit over året

De angivne forudsætninger giver:

$$Q_0 = 10 \times 50 \times 60 \times V = 30 \times V \text{ kwh/år}$$

STRFAK =	1.2	hvis V er mindre end	400 m ³
	1.1	hvis V er mellem 400 og 600	600 m ³
	1.0	hvis V er mellem 600 og 800	800 m ³
	0.9	hvis V er mellem 800 og 1000	1000 m ³
	0.8	hvis V er mellem 1000 og 1200	1200 m ³
	0.7	hvis V er mellem 1200 og 1400	1200 m ³
	0.6	hvis V er mellem 1400 og 1600	1600 m ³
	0.5	hvis V er større end	1600 m ³
BYGFAK =	1.2	hvis kirken har hvælv og utætte vinduer	
	1.1	hvis kirken har hvælv og almindelige vinduer	
	1.0	hvis kirken har hvælv og tætte vinduer	
	0.8	hvis kirken har fladt, uisolaret loft	
	0.7	hvis kirken har fladt, isoleret loft.	
ANVFAK =		antal opvarmninger pr. år / 50	hvis antal opvarmninger er mindre end 50 og kirken opvarmes diskontinuert
	1.0	hvis antal opvarmninger er ca 50 pr. år og kirken opvarmes diskontinuert	
	1.2	hvis kirken opvarmes diskontinuert og der er 8°C imellem opvarmningerne	
	1.4	hvis kirken opvarmes diskontinuert og der er 12°C imellem opvarmningerne	
	2.0	hvis kirken er konstant opvarmet til ca 18°C	
TIDFAK =	0.8	hvis opvarmningstiden er 5 timer eller mindre	
	0.9	hvis opvarmningstiden er mellem 6 og 11 timer	
	1.0	hvis opvarmningstiden er mellem 12 og 17 timer	
	1.2	hvis opvarmningstiden er 18 timer eller mere	

3.4 En simuleret model

Denne model er fremkommet gennem et projekt udført på Laboratoriet for Varmeisolering, rapport nr. 89-7: "Bestemmelse af den økonomisk optimale effekt for varmeanlæg til diskontinuert opvarmede lokaler". I projektet er der gennem en række simuleringer på modeller for kirker og lignende bygninger opstillet en beregningsmetode til bestemmelse af den pengeøkonomisk optimale effekt. Metoden bygger i høj grad på aflæsning af monogrammer eller opslag i tabeller, der er angivet i rapporten.

I nævnte projekt er der undersøgt en række situationer og forskellige bygningstyper, men i det følgende er kun gengivet den del af beregningsmetoden, der er benyttet i forbindelse med nærværende projekt. I projektet er opstillet 2

modeller, en for isolerede bygninger og en for ikke isolerede bygninger. Det er valgt i denne forbindelse at anvende modellen for de ikke isolerede bygninger.

Modellen kan ligesom den foregående udtrykkes ved et normalforbrug korri-
geret for kirkens geometri (FGEO), kirkens benyttelse (FBRUG), temperaturen i
kirken under de kirkelige handlinger (FTEMP) samt kirkens varmeanlæg (FEFF):

$$Q_2 = Q_0 \times \text{FGEO} \times \text{FBRUG} \times \text{FTEMP} \times \text{FEFF kwh/år}$$

De enkelte variable fastsættes således:

$$Q_0 = 32340 \text{ kwh/år - for en reference-kirke}$$

$$\text{FGEO} = 0.08 \times f_{\text{vent}} + 0.05 \times f_{\text{vin}} + 0.23 \times f_{\text{væg}} + 0.51 \times f_{\text{loft}} + 0.13 \times f_{\text{gulv}}$$

hvor

$$\begin{aligned} f_{\text{vent}} &= 0.34 \times \text{luftskifte} \times V / (0.34 \times 0.2 \times 800) \\ V &\text{ er kirkens volumen} \\ f_{\text{vin}} &= \text{vinduesareal} \times U\text{-værdi} / (5 \times 7) \\ f_{\text{væg}} &= \text{vægareal} \times U\text{-værdi} / (300 \times 0.553) \\ f_{\text{loft}} &= \text{loftareal} \times U\text{-værdi} / (200 \times 1.818) \\ f_{\text{gulv}} &= \text{gulvareal} \times U\text{-værdi} / (160 \times 0.566) \end{aligned}$$

Faktorerne er således bestemt ud fra areal og U-værdi og derefter normeret. Da luftskifte og U-værdier ikke er kendt for kirkerne i dette projekt, er de ovenfor nævnte normværdier benyttet overalt.

FBRUG bestemmes ud fra et monogram anført i rapport nr. 89-7, og er her tilnærmet med nedenstående værdier, idet det ved aflæsning af monogrammet er forudsat, at brugstiden er ca 2 timer pr. opvarmning:

0.92	for mellem 0 og 39 opvarmninger pr. år
0.97	for mellem 40 og 78 opvarmninger pr. år
1.04	for mellem 79 og 117 opvarmninger pr. år
1.10	for mellem 118 og 156 opvarmninger pr. år
1.17	for mellem 157 og 195 opvarmninger pr. år
1.25	for mere end 196 opvarmninger pr. år

FTEMP bestemmes ligeledes ud fra et monogram og er her tilnærmet med nedenstående værdier, idet det antages at kirkerummets temperatur svarer til lufttemperaturen i rummet:

0.92	for en temperatur på højst 16 °C under de kirkelige handlinger
0.96	for en temperatur på 17 °C under de kirkelige handlinger
1.00	for en temperatur på 18 °C under de kirkelige handlinger
1.08	for en temperatur på 19 °C under de kirkelige handlinger
1.19	for en temperatur på 20 °C eller mere under de kirkelige handlinger

FEFF kan ifølge rapport nr. 89-7 bestemmes ud fra formlen:

$$0.97 \times 3.83 \times e^{-(74 \times Q_{\text{eff}}/V)}$$

Det er her tilnærmet med de nedenstående værdier:

- | | |
|------|--|
| 1.33 | hvis Q_{eff}/V er mellem 0.030 og 0.035 |
| 1.22 | hvis Q_{eff}/V er mellem 0.035 og 0.040 |
| 1.13 | hvis Q_{eff}/V er mellem 0.040 og 0.055 |
| 1.07 | hvis Q_{eff}/V er mellem 0.045 og 0.050 |
| 1.02 | hvis Q_{eff}/V er mellem 0.050 og 0.060 |
| 1.00 | hvis Q_{eff}/V er større end 0.060. |

4. Resultater af de indledende analyser

Som nævnt tidligere er der for ca 100 kirker udført en række forskellige undersøgelser omfattende bl.a. regressionsanalyser og forsøg med de to foreslåede modeller både i deres oprindelige form og i forskellige variationer. På basis af disse forsøg skal det besluttet hvilken model, der skal benyttes til udpegning af de ønskede kirker.

For de udvalgte kirker er stort set alle oplysningerne i spørgeskemaet indtastet. Kirkerne er alle fra Roskilde stift og er tilfældigt udvalgt herfra. Dog er udeladt kirker, hvor der har været foretaget væsentlige ændringer ved bygning eller varmeanlæg i den undersøgte 5-års periode (1982-1987).

Ved den første analyse er der udelukkende medtaget typiske landsbykirker. De konkrete udvælgelseskriterier har været:

- primært opførelsetidspunkt før 1850 (gælder for 76 % totalt set)
- rumfanget af selve kirkerummet højst 2000 m³
- arealet af bygninger adskilt fra kirken højst 50 m²
- rumfanget af selve kirkerummet mindst dobbelt så stort som rumfanget af øvrige kirkerum plus rumfanget af øvrige bygninger adskilt fra kirken.

Ca 8% af spørgeskemaerne, der vedrører de udvalgte ca 100 kirker, har ingen eller mangelfulde oplysninger om kirkens størrelse, så det er umuligt at beregne rumfanget. Endvidere mangler der i en række skemaer oplysninger om energiforbrugene.

4.1 Regressionsanalyser

Som uafhængige variable er medtaget de i delafsnit 3.2 nævnte bygnings-, brugs- og varmeanlægsvariable. Endvidere er medtaget parametren FGEO fra den simulerede model.

Ved den benyttede form for regressionsanalyse findes den parameter, der alene kan forklare mest muligt af den afhængige variable - her energiforbruget. Derefter bestemmes den variabel, der sammen med den først fundne kan forklare mest. Hvis der er 2 variable, der begge har betydning for den samme andel af energiforbrugets størrelse - f.eks. rumfang og overfladeareal, og den ene af variablene er medtaget i modellen, vil den anden variabel derfor ikke komme med - selv om den objektivt betragtet har betydning for energiforbrugets størrelse.

De nedenfor anførte resultater er derfor nært knyttet til den udførte regressionsanalyse og kan således ikke direkte overføres til andre situationer. De afhænger af hvilke parametre, der undersøges, og i hvilken rækkefølge, de medtages i modellen, og er der to eller flere variable, der er kraftigt korrelerede, vil som oftest kun den ene af disse variable blive medtaget i modellen. For specielt at undersøge korrelerede variable er der udført nogle regressionsanalyser, hvor visse variable er udelukket fra medtagelse i modellen, for derefter at undersøge de resterende variable.

Det viser sig som ventet, at den absolut væsentligste variabel er rumfanget af selve kirkerummet. For de udvalgte kirker kan rumfanget alene forklare ca 43% af variationerne i energiforbrugene ved modellen:

$$\text{Energiforbrug (kwh/år)} = 4300 + 32 \times \text{rumfang (m}^3\text{)}$$

Ved benyttelse af enten overfladearealet eller FGEO som variabel i stedet for rumfanget fås lidt dårligere bestemmelser af energiforbruget. At rumfanget isoleret betragtet er mere betydende for det faktiske energiforbrug end overfladearealet hænger sammen med, at de store kirker ikke er medtaget i denne indledende undersøgelse. Hvis de medtages, vil overfladearealet kunne forklare en større del af det samlede faktiske energiforbrug.

Den næstvigtigste variabel er det totale årlige antal opvarmninger, der øger forklaringsgraden med 7% til 50%. Som nr. 3 kommer opvarmningsperiodens længde, der bl.a. er et udtryk for varmeanlæggets effekt (53%).

Herefter kommer rumfanget af øvrige bygninger adskilt fra kirken (55%), temperaturen udenfor brugstiden (57%) og endelig rumfanget af rum udover selve kirkerummet (58%).

Det viser sig, at vinduesarealet er næsten uden betydning i denne situation, hvilket formodentlig skyldes, at det i de undersøgte typiske landsbykirker er ret lille, og ikke varierer ret meget fra kirke til kirke.

Endelig viser det sig, at temperaturen under de kirkelige handlinger har en meget ringe betydning, hvilket formodentlig skyldes flere forhold. Især er det vigtigt at bemærke, at temperaturen delvis forklares gennem opvarmningsperiodens længde, og derudover er det dels så kort tid, at denne temperatur opretholdes, og dels er der meget små forskelle i den ønskede rumtemperatur i kirkerne.

Det ville som tidligere nævnt være interessant at få undersøgt lofternes betydning for energiforbruget. Det er forsøgt at udføre regressionsanalyser svarende til de ovenfor nævnte på materialet opdelt efter kirker med hvælv/trælofter og isolerede/uisolerede lofter. Men der er for få kirker i forhold til den store spredning på de faktiske energiforbrug til, at resultaterne er brugbare.

Der er derfor udført de tilsvarende regressionsanalyser på det totale data-materiale, men også her er usikkerhederne store. Ved opdeling af kirkerne efter hvælv/trælofter og isolerede loft/uisolerede lofter er det stort set de samme variable, der er mest forklarende for energiforbrugets størrelse, men ved estimation af parametrene i regressionsligningerne:

$$\text{Energiforbrug (kwh/år)} = a + b \times \text{rumfang (m}^3\text{)}$$

$$\text{Energiforbrug (kwh/år)} = a + b \times \text{overfladeareal (m}^2\text{)}$$

fås meget usikre og varierende parametre for de enkelte modeller. Der er for få kirker i hver gruppe, og ved at slå nogle af disse grupper sammen, fås for store spredninger på de faktiske energiforbrug.

Efter udførelsen af de ovennævnte regressionsanalyser kan det konkluderes, at for de undersøgte kirker gælder det:

- at rumfanget er en meget vigtig parameter, og betyder mere end overfladearealet for kirkens energiforbrug i denne undersøgelse, hvis kun een af disse parametre skal tages i betragtning. Det skal dog understreges, at dette forhold ændres, hvis også de meget store kirker inddrages i undersøgelsen
- at det totale antal opvarmninger og opvarmningsperiodens længde er vigtige parametre
- at temperaturen under de kirkelige handlinger ikke er væsentlig som selvstændig variabel i en lineær model, da den i høj grad forklares gennem opvarmnings periodens længde. Derimod bør temperaturen udenfor brugstiden medtages som variabel i en model
- at rumfanget af kirkens øvrige rum samt af bygninger adskilt fra kirken (selvfølgelig) har en væsentlig indflydelse på energiforbruget
- at materialet ikke kan benyttes til undersøgelse af kirkelofternes indflydelse på energiforbruget.

Det viser sig endvidere, at selv om de fleste af de forhold, der forventes at have indflydelse på energiforbruget, medtages i regressionsmodellen, kan kun knap 60% af variationerne i energiforbruget forklares. Det skyldes flere forhold:

- den virkelige sammenhæng mellem parametrene er formodentlig ikke lineær

- den opstillede model er statisk. Det har ikke så stor betydning når det årlige energiforbrug betragtes, men er af afgørende betydning ved undersøgelse af energiforbruget i kortere perioder
- en række kirker har formodentlig et overforbrug, og det er selvsagt meget vanskeligere at opstille en model, der passer på alle kirkers faktiske energiforbrug end det ville være at opstille en model for kirkernes nødvendige energibehov
- sidst men ikke mindst er der meget stor usikkerhed på de enkelte parametre, da der er undersøgt forholdsvis få kirker.

Det sidste punkt er vigtigt. En række af de væsentlige forhold for energiforbruget er vanskelige at definere. Hvordan skal brugsmønstret eller driften af varmeanlægget f.eks. udtrykkes matematisk? Det giver problemer ved opstilling af en matematisk model for energiforbruget. Der er ligeledes foretaget en lang række skøn og tilnærmelser ved formulering og udfyldelse af spørgeskemaet, der bevirker, at det aldrig på basis af dette materiale vil være muligt at bestemme en eksakt model for energiforbruget.

Men formålet med projektet er jo også at udpege de kirker, der formodes at have et unødigt overforbrug, og hertil er datamaterialet velegnet. Men uafhængig af den valgte behandling må man derfor altid regne med en stor usikkerhed og variation i resultaterne - og huske at resultaterne ikke uden videre er brugbare i andre sammenhænge.

4.2 Afprøvning af de to foreslåede modeller

De to modeller - den heuristiske og den simulerede - er begge programmeret, hvorefter det forventede normale energiforbrug for de udvalgte kirker kan beregnes.

I forbindelse med omsætningen af de beskrevne modeller til en matematisk formel, hvor de adspurgte oplysninger indgår, er der foretaget nogle tilnærmelser. For den heuristiske formels vedkommende er der især tale om fortolkning af modellen i relation til spørgeskemaets spørgsmål og svar.

For den simulerede models vedkommende er der foretaget lidt flere tilnærmelser og forenklinger. Der indgår i faktoren FGEO en række størrelser, der ikke er spurgt direkte om i skemaet. Det gælder U-værdier for de enkelte bygningsdele, loftareal (kun et problem ved hvælv) og luftskifte samt brugstid pr. gang og varmeanlæggets effekt. Nogle af disse størrelser kunne være medtaget i skemaet, mens andre ville være af tvivlsom værdi. Det gælder f.eks. varmeanlæggets effekt, hvor mange anlæg har flere effekttrin, der ikke altid benyttes i overensstemmelse med de oprindelige intentioner, ligesom der kan være forhold som f.eks. mere eller mindre tilstoppede støvfiltre. Herudover skal en

række af modellens koefficienter bestemmes ved aflæsning af kurverækker, hvilket er svært at programmere. Kurverne er derfor tilnærmet med 3-6 værdier for givne intervaller af parametrene.

Ved den første afprøvning af modellerne viste der sig meget store afvigelser både mellem de to modeller og mellem modellerne og det anførte energiforbrug. Og det var ikke nogen helt klar systematik i afvigelserne. Det var således klart, at der måtte lidt justeringer til før modellerne eventuelt kunne benyttes til dette formål.

Den heuristiske model

Hovedparten af de ved denne model beregnede energiforbrug var lavere end både de faktiske forbrug og forbrugene beregnet ved den simulerede model. Der var dog en række undtagelser. Ved nærmere undersøgelser viste det sig, at det især var for store kirker, at der beregnes for lave forbrug. Det førte til en ændring af de oprindeligt skønnede værdier af størrelsesfaktoren STRFAK, så den blev øget for store kirker. I stedet for de i delafsnit 3.3 anførte værdier benyttes nu de følgende værdier med uændrede intervaller: 1.2, 1.1, 1.0, 0.9, 0.85, 0.8, 0.75 og 0.7.

Med denne tilretning opnås et samlet energiforbrug for de udvalgte kirker på ca 75% af det angivne forbrug. En stor del af denne forskel kan godt skyldes overforbrug.

Der er desuden udført andre analyser og ændringer i modellen, men ingen af dem har haft en effekt, der begrundes, at de skal indføres i modellen.

Den simulerede model

De fleste med denne model beregnede forbrug var større end forbrugene beregnet efter den heuristiske model. Der var ikke nogen klar tendens til, i hvilke tilfælde modellen beregnede for store og i hvilke tilfælde den beregnede for små energiforbrug. Der var i det hele taget en noget større variation i de beregnede forbrug end i forbrugene beregnet efter den heuristiske model. En af årsagerne til denne forskel kan være, at der overalt for U-værdierne er benyttet standardværdier svarende til uisolerede rum (side 11). Hvis hele eller dele af kirkebygningen er isoleret, vil modellen derfor beregne for høje energiforbrug.

Der er udført en række beregninger, hvor forudsætningerne forsøgsvis er ændret for at undersøge deres virkning. Det viste sig, at faktorer som luftskifte og U-værdier ikke ændrer modellens resultater ret meget, når de antagne værdier ændres indenfor det formodede område. Det har som forventet en større virkning at benytte forskellige, skønnede U-værdier for kirker med uisolerede og isolerede lofter.

Derimod har loftarealets størrelse stor indflydelse på resultatet, idet tagkonstruktionen betragtes som værende uisoleret, og derfor indgår med stor vægt i faktoren FGEO. Da en stor del af kirkerne har hvælv, er omregningsfaktoren mellem gulvareal og loftareal i rum med hvælv således af stor betydning. Ved nøjere undersøgelser blev denne omregningsfaktor nedsat fra 2.2 til 1.8.

I de første beregninger fastsattes værdien af FEFF, der ikke er oplyst, til 1.0, men da varmeanlæggets effekt i høj grad kommer til udtryk i opvarmningstidens længde, blev det valgt at tilnærme FEFF med faktoren TIDFAK fra den heuristiske model. Ved disse 2 ændringer blev det samlede forbrug reduceret til ca 75% af det angivne forbrug.

4.3 En modificeret model

Efter de nævnte tilretninger bliver det samlede energiforbrug for de udvalgte kirker for begge modeller vedkommende ca 75% af det angivne energiforbrug, men der er store forskelle modellerne imellem.

Modellerne er opbygget analogt med et standardforbrug, der modificeres til den aktuelle kirke ved korrektion for en række faktorer.

Selve kirkens bygningsmæssige forhold udtrykkes i den heuristiske model ved en størrelsesfaktor STRFAK, der afhænger af kirkens rumfang, og en bygningsfaktor BYGFAK, der afhænger dels af loftets type og isolering og dels af vinduernes tæthed. I den simulerede model udtrykkes det i faktoren FGEO, der beregnes ud fra en lang række oplysninger.

Kirkens brugsmønster udtrykkes i den heuristiske model ved anvendelsesfaktoren ANVFAK, der primært afhænger af det totale antal årlige opvarmninger og temperaturen i kirken udenfor brugstiden. I den simulerede model udtrykkes det i to faktorer: en brugsfaktor FBRUG, der afhænger af det totale antal årlige opvarmninger, og en temperaturfaktor FTEMP, der afhænger af temperaturen under de kirkelige handlinger samt brugstiden, der ikke kendes, men må skønnes.

Endelig kommer varmeanlæggets effekt i den heuristiske model til udtryk ved tidsfaktoren TIDFAK, der afhænger af opvarmningsperiodens længde, og i den simulerede model ved effektfaktoren FEFF, der afhænger direkte af effekten. Men effekten kendes ikke.

På basis af afprøvningerne af de to modeller, af resultaterne af regressionsanalyserne, af de tilgængelige informationer samt af nogle forsøg med forskellige modeller, er der opstillet en 3. model, hvor de to oprindelige er kombineret som anført nedenfor:

$$Q_3 = \text{TIDFAK} \times \text{ANVFAK} \times \text{FGEO} \times 21210 \text{ kwh/år}$$

I denne model er kirkens bygningsmæssige forhold udtrykt ved faktoren FGEO fra den simulerede model, da den tager hensyn til flere forhold end de tilsvarende faktorer i den heuristiske model. Normalforbruget for en standardkirke er derfor ligeledes valgt til den værdi, det har i den simulerede model. Kirkens brugsmønster er derimod udtrykt ved faktoren ANVFAK fra den heuristiske model, da den inddrager temperaturen udenfor brugstiden i stedet for temperaturen under de kirkelige handlinger, der i regressionsanalyserne viste sig at have meget ringe effekt, når temperaturen udenfor brugstiden samt opvarmningsperiodens længde var inddraget. Varmeanlæggets effekt udtrykkes ved faktoren TIDFAK, idet selve effekten ikke kendes og opvarmningsperiodens længde derfor er den eneste mulighed for at udtrykke effekten.

Ved benyttelse af denne model opnås beregnede energiforbrug, der totalt set ligger på godt 80% af de angivne forbrug, og samtidig opnås lidt mindre variationer end med de to øvrige modeller.

I de hidtidige undersøgelser er alene medtaget typiske landsbykirker. Hvis modellen benyttes på alle kirker, hvor de tilstrækkelige informationer er tilstede, vil en række af de øvrige kirker blive udpeget som havende et unødigt stort energiforbrug, da de udover selve kirkerummet, der er medtaget i modellen, opvarmer andre rum eller bygninger. For også at kunne behandle disse kirker uden at de automatisk vil blive peget ud, er modellen korrigeret ved at gange med faktoren

$$\frac{\text{rumfang} + 0.5 \times (\text{rumfang udenf. kirkerum} + \text{rumfang af øvrige bygninger})}{\text{rumfang}}$$

Herved korrigeres det beregnede forbrug med en faktor, der afhænger af det totale rumfang - dog således at rummene udenfor det opvarmede kirkerum kun tæller halvt så meget som selve kirkerummet. Ved at medtage sådanne "atypiske" kirker fås forholdsmæssigt større variationer i datamaterialet, men ulempen herved skønnes at være mindre end fordelene ved at kunne behandle de flere kirker.

4.4 Konklusion

De indledende undersøgelser har således resulteret i dels nogle tilretninger i de to oprindeligt foreslåede modeller og deres benyttelse i denne sammenhæng, og dels i et forslag til en 3. model, der formodes at være bedst egnet til denne opgaves formål. Modellen er som nævnt fremkommet ved en kombination af de to andre modeller, der principielt er ens opbygget, og derfor kan kombineres.

Ved kombinationen er det forsøgt at tage det i denne situation bedste fra hver af modellerne. Det vil konkret betyde, at kirkebygningens indflydelse på energiforbruget udtrykkes ved den beregnede faktor FGEO fra den simulerede model, hvor der tages hensyn til en række forskellige forhold. Derimod medtages indflydelsen af varmeanlægget og kirkens benyttelse ved faktorerne TID-FAK og ANVFAK fra den heuristiske model, da der i den simulerede model indgår flere forhold, der ikke er kendt i denne situation. Endelig er modellen udvidet med en faktor, der tager højde for, at rumfangsfordelingen mellem de opvarmede rum (der medtages i modellen) og de ikke opvarmede rum samt øvrige tilknyttede bygninger varierer mellem kirkerne.

Det skal understreges, at denne model ikke er en generel model til bestemmelse af energiforbruget for en vilkårlig kirke, men er udarbejdet med det specielle formål, at kunne benyttes til udpegning af kirker, der formodes at have et overforbrug af energi til opvarmning.

Når modellen skal benyttes til at udpege de kirker, der bør gennemgå en nærmere undersøgelse af deres energiforhold, skal der fastsættes et udpegningskriterium. Modellen er selvfølgelig uafhængig af det valgte kriterium, men da dette projekts egentlige formål er at udpege sådanne kirker, skal kriteriet fastlægges.

Det er her valgt at pege på de kirker, der har et registreret energiforbrug på mere end 50% over det energiforbrug, der er beregnet ifølge model 3 beskrevet ovenfor. Når der tillades et "overforbrug" på 50% før en kirke udpeges, skyldes det, at der som nævnt er store usikkerheder i den ovennævnte model og i datagrundlaget.

5. Resultater

I dette afsnit er anført resultaterne fra undersøgelserne af samtlige indtastede skemaer. Da undersøgelsen foreløbig er koncentreret til "landsbykirker", er der kun indtastet skemaer for kirker med primært opførelsestidspunkt før 1850. Der er desuden ved indtastningen stillet krav om at alle kritiske spørgsmål var besvaret. Skemaer med manglende oplysninger om alder, energiforbrug og størrelse er derfor ikke indtastet - ligeså skemaer for de kirker, der har haft væsentlige ændringer i varmeanlægget indenfor de seneste 5 år. Disse krav opfyldes af besvarelsene fra 868 kirker.

I delafsnit 5.1 er anført resultaterne af anvendelsen af modellerne på kirkerne, ligesom resultatet af udvælgelsesproceduren er anført. I delafsnit 5.2 er anført en række oplysninger om de undersøgte kirkers bygning, brug, varmeanlæg og energiforbrug.

5.1 Primære resultater

Af de 868 kirker, der opfylder de ovennævnte udvælgelseskriterier, er der 807, hvor alle ønskede oplysninger er til stede. Ved undersøgelse af disse viser sig samme tendens som ved de indledende undersøgelser. Det samlede beregnede energiforbrug ved både den heuristiske model og den simulerede model udgør ca 73% af det faktiske energiforbrug (mod 75% i de indledende undersøgelser). Energiforbruget beregnet ved model 3 udgør ca 80% af det faktiske energiforbrug - præcis som i de indledende undersøgelser.

Det viser sig ligeledes, at model 3 er den af de 3 modeller, der totalt set afviger mindst fra de faktiske energiforbrug, idet kvadratafgivelsessummen her er ca 80% af kvadratafgivelsessummen for de to oprindelige modeller, der er nogenlunde ens.

Men der er for nogle kirkers vedkommende tale om meget store forskelle mellem de faktiske og de beregnede energiforbrug. Den gennemsnitlige afvigelse, der er på ca 7000 kwh/år dækker over meget store variationer. Det skyldes 3 forhold:

- For det første er der som nævnt en del faktorer, der ikke tages højde for i de benyttede modeller, hvorfor man må forvente store afvigelser mellem de beregnede og de faktiske forbrug.
- For det andet skyldes det, at mange kirker reelt har et andet energiforbrug end forventet - nogle har et stort overforbrug mens andre sparer på energien.
- For det tredje har det også lidt betydning, at en hel del af de "faktiske energiforbrug" er beregnet enten på basis af beløbsangivelser eller ud fra energiangevnelser i andre enheder end kwh. Der er således foretaget nogle omregninger baseret på bl.a. energipriser og omregning mellem

kwh og liter olie, ligesom det for en hel del kirker med elopvarmning har været nødvendigt at skønne, hvor stor en del af elregningen, der har været benyttet til belysning m.m.

Modellerne er benyttet til udpegning af de kirker, der formodes at have et overforbrug af energi, idet det faktiske energiforbrug er mere end 50 % større end det beregnede normalforbrug. Ved undersøgelse af hvilke kirker, der vil blive udpeget, hvis henholdsvis den heuristiskemodel, den simulerede model eller den foreslåede model bliver brugt, viser det sig, at noget over halvdelen af de kirker, der udpeges af mindst een af modellerne, faktisk udpeges af alle 3 modeller. Det viser sig ligeledes som forventet, at der udpeges flere kirker ved de to oprindelige modeller end ved den foreslåede model, da de to oprindelige modeller totalt set beregner et lavere energiforbrug end den foreslåede model. Endelig viser det sig, at hvis der i beregningen af FGEO tages hensyn til en eventuel isolering af lofterne, vil der som ventet blive udpeget et større antal kirker, da de beregnede energiforbrug bliver mindre for kirker med isolerede lofter.

Ved benyttelse af den foreslåede model til udpegning af de kirker, hvis energiforhold bør undersøges nærmere, udpeges 205 kirker, der alle har et registreret aktuelt energiforbrug, der overstiger det beregnede energiforbrug med mere end 50%.

Af disse 205 kirker har 81 kirker et registreret energiforbrug, der er mere end dobbelt så stort som det beregnede normalforbrug.

Der har desværre ikke i dette projekt været mulighed for nærmere at undersøge de udpegede kirker, men der er udarbejdet en oversigt over de udpegede kirkers fordeling på varmeanlæg, energikilde, styring m.m. Disse oversigter er vist sidst i bilag B.

Ved sammenligning mellem disse oversigter og de tilsvarende oversigter for det totale datamateriale viser der sig kun få markante forskelle. Ved undersøgelse af kirkernes fordeling efter størrelse ses en mindre gennemsnitsstørrelse blandt de udpegede kirker, da de få meget store kirker ikke er udpeget. Der er en tendens til, at der blandt de udpegede kirker er en lille overvægt blandt de mellemstore kirker.

Den største forskel findes ved betragtning af varmeanlæg og energikilde. Blandt de udpegede kirker er kun 12% opvarmet med elradiatorer mod 20% ved undersøgelse af de 868 kirker. Til gengæld er andelen af de luftopvarmede kirker noget højere blandt de udpegede kirker (48% mod 36%), og her er det især anlæggene med vandvarmeblade der udgør en større del. Ved undersøgelse af energikilderne bemærkes også forskelle, idet elopvarmningen blandt de udpegede kirker udgør 34% mod 43 % blandt de 868 kirker, mens andelen af

de olieopvarmede kirker er tilsvarende større. Der er selvfølgelig en kraftig sammenhæng mellem fordelingerne på energikilde og varmeanlæg.

Der er ikke nogen synderlig forskel på styringen af anlæggene i de udpegede kirker i forhold til de resterende kirker, ligesom de heller ikke udmærker sig med hensyn til betjeningsvejledning og rutiner for vedligeholdelse af anlæggene. Der er tværtimod lidt flere kirker blandt de udpegede, der har sådanne vejledninger.

Alt i alt må det konkluderes, at der ikke på basis af disse oversigter kan påpeges en markant forskel på de udpegede kirker i forhold til resten. Den største forskel findes indenfor områderne varmeanlæg og energikilde.

5.2 Sekundære resultater

I bilag B er vist en række tabeller og oversigter, der er udarbejdet for at kunne give et overblik over de kirker, der indgår i undersøgelsen. De viste tabeller er kommenteret nedenfor.

Af de ca 2250 udsendte skemaer er der returneret 1400 svarende til en svarprocent på ca 62%. Desværre var en del af skemaerne så mangelfyldt udfyldte, at de ikke kunne benyttes (10 skemaer uden identifikation, 101 skemaer uden rumfang, energioplysninger eller helt udfyldte). Endelig er der i 210 af kirkerne foretaget væsentlige ændringer indenfor de seneste 5 år, hvorfor det må formodes ikke at være relevant at undersøge disse kirker.

Blandt de resterende 1079 er det valgt i denne undersøgelse at se bort fra de nyere kirker, hvorfor ialt 868 kirker - svarende til ca 40% af samtlige kirker - er med i denne undersøgelse.

Ved indledende undersøgelser af samtlige indsendte, identificerbare skemaer (1390) viser det sig, at ca 75% af alle kirker er bygget før 1850 mens der er bygget henholdsvis 7%, 9% og 6% i perioderne 1850-1899, 1900-1949 og efter 1950. Blandt samtlige kirker er der i ca 25% foretaget ændringer af væsentlig betydning for energiforbruget i perioden 1982-1987.

I de følgende oversigter er kun medtaget de 868 behandlede kirker.

Bygningstype

Kirkernes størrelse varierer selvfølgelig meget - f.eks. kan det nævnes at rumfanget af selve kirkerumme varierer mellem 112 og 71200 m³. Den gennemsnitlige størrelse er på ca 1500m³ og godt halvdelen af kirkerne har et rumfang på mellem 400 og 1000m³. Den gennemsnitlige størrelse af rum adskilt fra selve kirkerummet er ca 140m³. Ca 1/4 af kirkerne opvarmer andre tilknyttede bygninger. Størstedelen af disse bygninger er små - 40% er mindre end 20m³.

Godt halvdelen af de undersøgte kirker har hvælv i hovedskibet (51%), og hele 39% af kirkerne har isoleret loft i hovedskibet. 12% af kirkerne med hvælv har isoleret loft.

Vinduernes stand er middel i 2/3 af kirkerne, mens den i de resterende er nogenlunde jævnt fordelt på god og dårlig med en lille overvægt på den gode stand. Der er ikke nogen klar sammenhæng mellem vinduernes stand og deres størrelse. 36% har et vinduesareal på under 10m² mens 43 har et areal på 10-20m². Knap 2% har et areal på over 100m².

Benyttelse

Kirkerne opvarmes i gennemsnit 75 gange årligt - heraf ca 2/3 som faste opvarmninger og 1/3 som yderligere opvarmninger. Disse tal dækker over variationer fra 14 til 372 (det er der anført i skemaet) totalt antal årlige opvarmninger. De faste opvarmninger varierer mellem 0 og 220 og de yderligere opvarmninger mellem 0 og 300.

Temperaturen under de kirkelige handlinger er i gennemsnit 18°C. Af de 838, der har besvaret dette spørgsmål, er der 751 af kirkerne (87%), der har temperaturer mellem 18 og 21°C. 8 kirker (1%) har en temperatur på under 16°C mens 235 kirker (27%) har en temperatur på over 19°C, heraf har de 5 kirker en temperatur på over 21°C.

58% af kirkerne er opvarmet udenfor brugstiden. Gennemsnitstemperaturen er 10°C, og 57% af de opvarmede kirker opvarmes til mellem 6 og 10°C udenfor brugstiden. Kun 1 kirke er opvarmet til over 19°C udenfor brugstiden. Det ses således, at over halvdelen af kirkerne opvarmes udenfor brugstiden, men temperaturen skal forholdsvis langt ned før opvarmningen påbegyndes. De fleste kirker opvarmes heller ikke til organistøvetid.

Varmeanlæg, energikilde og energiforbrug

Blandt de 751 kirker, der har anført typen af varmeanlægget, er der 30%, der har radiatoranlæg med vand, knap 20%, der har elradiatorer og ganske få, der har dampradiatorer. Blandt strålevarmeanlæggene er der ingen kakkelovne, 10% rørovn og ganske få strålepaneler og gulvvarmeanlæg. Ca 36% har luftvarmeanlæg - 16% med vandvarmefflade og 13% med elvarmefflade. Fordelingen på anlægstype for luftvarmeanlæggene er lidt usikker, da afkrydsningen i en del af besvarelsene er placeret udenfor de markerede felter.

Blandt de godt 800 kirker, der har givet oplysninger om styringen, har 36% markeret en manuel styring, 66% har en form for rumtemperaturstyring (f.eks. termostat), 15% har urstyring af opvarmningstid og 1% har anden form for styring. Når det tilsammen giver mere end 100% skyldes det, at nogle kirker har flere former for styring.

Opvarmningsperiodens længde varierer selvfølgelig meget afhængig af kirkens benyttelse og varmeanlæggets type. 770 kirker har udfyldt dette punkt, og de har en gennemsnitlig opvarmningstid på ca 16 timer. Den korteste er på 1 time og den længste på 407 timer, og de ligger spredt næsten jævnt ud i den nederste del af intervallet. Der er ca 10%, der har en opvarmningsperiode på over 29 timer, og 5% har mellem 1 og 2 timer.

Det oplyses i skemaerne, at der i knap halvdelen af kirkerne foreligger betjeningsvejledning for varmeanlægget og ligeså for knap halvdelen forefindes faste rutiner omkring service og vedligeholdelse af anlægget.

Der er generelt stor tilfredshed med anlæggenes funktion. Blandt besvarelser af dette punkt synes 89% at deres varmeanlæg fungerer tilfredsstillende, mens 11% mener, at der er problemer med anlæggene.

Kirkernes energikilder er stort set koncentreret omkring olie (46%) og el (43%). Herudover er der ca 10%, der benytter fjernvarme og 0.5%, der benytter gas.

I bilag B er endvidere vist nogle oversigter over det faktiske energiforbrug pr. m³ for de 807 kirker, hvor der er anført både energiforbrug og rumfang. Først og fremmest viser det sig, at der som ventet er meget stor spredning på de faktiske forbrug. Desuden viser det sig, at energiforbruget pr. m³ som ventet har en faldende tendens jo større kirkerne er.

Energiforbruget er ligeledes beregnet for kirker med samme type varmeanlæg. Antallet af kirker med de enkelte typer anlæg er meget forskelligt, og der viser sig kun så små forskelle i energiforbrug, at der ikke kan siges noget generelt om de forskellige typer varmeanlægs energiforbrug. Ved opdeling efter energikilde er der en tendens til, at kirkerne opvarmet med fjernvarme har et større energiforbrug end kirker opvarmet med olie og el.

6. Anvisninger til nedbringning af energiforbruget

I forbindelse med dette projekt er udpeget en række kirker, der formodes at have et unødigt højt energiforbrug.

Nedenfor er anført nogle af de erfaringsmæssigt hyppigst forekommende årsager til et for højt energiforbrug, og en gennemgang af disse punkter kan være en hjælp til at fremsætte forslag til nedbringelse af kirkernes energiforbrug. Årsagerne er nævnt i en vilkårlig rækkefølge.

1. For højt temperaturkrav imellem de kirkelige handlinger.

For landsbykirker og andre kirker med kun 1 - 2 opvarmninger i løbet af en uge bør varmeanlægget bruges diskontinuert, så kirken kun opvarmes i forbindelse med de kirkelige handlinger.

Hvis kirken af særlige grunde ønskes let opvarmet imellem de kirkelige handlinger bør det maksimale temperaturkrav her være 8 - 10 °C.

2. For højt temperaturkrav under de kirkelige handlinger.

Under normale omstændigheder bør den maksimale temperatur være 18°C.

3. For mange opvarmninger i ugens løb.

Opvarmningerne udover de kirkelige handlinger - f.eks. til organist-øvetid - bør planlægges i forbindelse med opvarmningerne til de kirkelige handlinger.

4. For lange opvarmningstider.

Opvarmningstiden før en kirkelig handling bør begrænses mest muligt. For korttidsanlæggene (de fleste el-varmeanlæg) kan opvarmningstiden f.eks. være 6-7 timer, mens den for langtidsanlæggene (de fleste radiatoranlæg og luftvarmeanlæg) kan være 12-15 timer.

For luftvarmeanlæg bør anlæggene køre med fuld varme og fuld luftmængde i opvarmningstiden for at muliggøre den projekterede opvarmningstid. Ligeledes bør radiatoranlæg køre med tilstrækkelig høj kedeltemperatur og fremløbstemperatur.

5. Manglende vedligeholdelse af varmeanlægget.

Kedel, skorsten og oliefyr skal være rensede og justerede til optimal drift. Luftvarmeanlæg skal have rensede støvfiltre og varmeblæser.

Automatik og justering skal efterses og justeres jævnligt (årligt!).

Herudover kan der være mange andre årsager, som må eftersøges ved en gennemgang af bygning, varmeanlæg og brugsmønster af en kompetent tekniker, før der kan gives anvisninger til nedbringelse af energiforbruget.

Men vigtigst af alt er det, at menighedsrådene beslutter en klar og præcis politik for kirkens opvarmning (hvor varmt skal der være under og mellem de kirkelige handlinger, hvornår skal der opvarmes og hvor længe) og gennem instruks og driftsvejledning foranlediger, at den følges.

BILAG A

I dette bilag vises det udsendte spørgeskema.

April 1987
BiT/SøP/d12-86

VEJLEDNING

i forbindelse med besvarelse af spørgeskemaet vedr. undersøgelse af energiforbruget i danske kirker 1982-86.

Udfyld såvidt muligt hele skemaet, da manglende oplysninger nedsætter værdien af undersøgelsen væsentligt.

For nogle kirkebygninger kan energiforbruget for kirken ikke konstateres direkte, f.eks. på grund af fælles måling eller fælles kedelanlæg for flere bygninger. Derfor indeholder spørgeskemaet rubrikker til brug for vurdering af energiforbruget for bygninger/rum, som iøvrigt er uden interesse for denne undersøgelse. Også disse rubrikker bedes udfyldt i videst muligt omfang for at gøre det muligt at korrigere herfor ved beregning af kirkens energiforbrug.

1. IDENTITET

1.2 Kirkens primære opførelsestidspunkt.

Der sættes kryds svarende til de væsentlige bygningsdele omkring kirkerummet.

2. OPVARMEDE RUM

2.1 Kirkebygningen

Vedr. plænsmål: Målene angives som indvendige mål. Ved uregulære former angives skønnede gennemsnitsmål.

Vedr. højder: For rum med skrå loftsflader angives middelhøjden.
For rum med hvælv angives højden til krydsningspunktet midt i hvælvet.
For tøndehvælv, halvkupler eller lignende angives højden til højeste punkt.

Vedr. gulve: For rum med både træ- og stengulve (f.eks. trægulve i stolestader og sten/tegl i gangarealer m.m.) sættes kryds i begge felter.

3. FORBRUG

Forbrug i kr. bedes angivet incl. moms.

YDERLIGERE SPØRGSMÅL

i forbindelse med skemaernes besvarelse kan rettes til civ.ing. Eduard Troelsgård, Overgaden Neden Vandet 49 B, 1414 København K, tlf. 01 543511.

INDSENDELSE

skal ske til Professor Vagn Korsgaard
Danmarks Teknisk Højskole
Bygning 118
2800 Lyngby

SENEST D. 29. MAJ 1987.

1. IDENTITET

1.1 Identifikation			
Kirkens navn:			
Sogn:			
Provsti:			
Stift:			
Kontaktperson vedr. skemaet:		Tlf.:	
1.2 Kirkens primære opførelsestidspunkt (se i vejledningen) (sæt ét kryds)			
Før 1850	1850-1899	1900-1949	1950-
1.3 Har der været ændringer i forhold vedrørende bygningen, isoleringen, varmeanlægget eller brugen af kirken siden 1982 ?			
		ja	nej
Hvis ja, angiv da årstal for den seneste ændring: _____			
- og beskriv kort ændringen: _____			

2. OPVARMEDE RUM
(se vejledningen)

2.1 Kirkebygningen	bredde m.	længde m	højde m	hvælv ja nej	gulve sten/tegl træ	Varmeisolering	
						loft ja nej	gulve ja nej
Kirkerummet							
- kor							
- skib							
- side/tværsskibe							
- tårnrum i forb. med kirkerum							
=====							
Rum adskilt fra kirkerummet							
- Tårnrum							
- Sakristi							
- Våbenhus							
- Andre opvarmede rum i kirkebygningen							

2.2 Andre opvarmede bygninger på samme varmeanlæg eller på samme varmemåler som kirkebygningen		
Anvendelse	Areal m ²	Lofthøjde m

2.3 Beskrivelse af eventuelle varmeisoleringer af kirkerummets lofter og gulve:	
Lofter:	
Gulve:	

2.4 Kirkerummets ydervægge		%
Tunge vægge (beton/tegl/sten)		
Lette vægge (træskeletvægge, glaspartier eller lign.)		
Beskrivelse af evt. lette vægge:	Ialt	100

2.5 Kirkerummets døre og vinduer mod det fri eller uopvarmede rum		Tæthed af vinduer og døre (sæt kryds)	God	
Vinduesareal m ²			Middel	
Antal lag glas			Dårlig	

2.6 Permanente åbninger i hvælv (sæt kryds)	Ja	Nej

3. VARMEANLÆGGET

Hvis der i kirkebygningen findes mere end én type varmeanlæg, besvares spørgsmål 3.1 - 3.4 for "hovedanlægget".

3.1 Anlægstype (sæt ét kryds)

Strålevarmeanlæg

1. | | Kakkellovne
2. | | Rørovn eller lignende i stolestader, evt. suppleret med el-ovne på vægge
3. | | Strålepaneler på stolestader m.v. (f.eks. ESWA)
4. | | Gulvvarmeanlæg

Radiatøranlæg

5. | | Dampanlæg
6. | | Vandanlæg
7. | | El-radiatorer

Luftvarmeanlæg

8. | | Kalorifere med naturlig cirkulation

Kalorifere med tvungen cirkulation (blæser)

9. | | - med direkte forbrænding (Termobloc-typen)
10. | | - med vand-varmevlade
11. | | - med el-varmevlade

Andet

12. | | Beskrivelse: _____
- _____
- _____

3.2 Energikilde i 1986 (sæt ét kryds)

1. | | Fast brændsel
2. | | Olie
3. | | Gas
4. | | Fjernvarme
5. | | El

3.3 Placering af evt. fyrrum

- I kirkebygningen
1. | | I kapel eller birum
 2. | | På loft
 3. | | I kælder
 4. | | I fyrkælder ved siden af kirkebygningen
- I anden bygning
5. | | Længde af "stikledning" i m.: _____

Transport (af varme) til kirkerummet ved hjælp af (sæt kryds)	Varmt vand	Varm luft
	-----	-----

3.4 Styring

Beskrivelse

- | | Manuel _____
- | | Urstyring af opvarmningstid _____
- | | Automatisk styring af rumtemperatur (f.eks. rumtermostat) _____
- | | Andet _____

3.5 Supplerende varmeanlæg

Nej	Ja	Type

Er der supplerende anlæg udover
"hovedanlægget" ?

3.6 Friskluftindtag

Ja	Nej

Er der mulighed for friskluftindtag i forbindelse
med luftvarme- eller ventilationsanlæg?

Bruges det?

3.7 Befugtningsanlæg

Ja	Nej

Er der installeret befugtningsanlæg i kirken ?

Bruges anlægget ?

Er der eller har der været konstateret fugtskade i
kirkerummet eller i tagrummet?

Hvilken relativ luftfugtighed tilstræbes ?

% RF

Beskrivelse af anlægget og eventuelle fugtskader: _____

5. FORBRUG
(se vejledningen)

5.1 Anlæg fyret med fast brændsel	Årsforbrug af						
	Fast brændsel				El til belysning m.m.		
	Type	Mængde	Enhed	Totalt			
		tons	m ³	beløb kr	kWh	Totalt beløb kr.	
1982							
1983							
1984							
1985							
1986							

5.2 Anlæg fyret med gas eller olie	Årsforbrug af					
	Olie		Gas		El til belysning m.m.	
	m ³	Totalt beløb i kr.	m ³	Totalt beløb i kr.	kWh	Totalt beløb i kr.
1982						
1983						
1984						
1985						
1986						

5.3 Fjernvarmeanlæg	Årsforbrug af					
	Varme				El til belysning m.m.	
	Mængde	Enhed	Fast	Totalt beløb		
		m ³	MWh	Gcal	afgift kr.	i kr.
1982						
1983						
1984						
1985						
1986						

5.4 El-anlæg	Årsforbrug af el til varme og belysning m.m.		
	kWh	Fast afgift i kr.	Totalt beløb i kr.
1982			
1983			
1984			
1985			
1986			

6. SÆRLIGE FORHOLD

6.1	Ja	Nej
Virker varmeanlægget tilfredsstillende ?		
- eller er der problemer med : Komfort (træk)		
Temperaturfordeling		
Fugt		
Udtørring		
Snavs		
Støj		
Styring		
Andet		
Beskrivelse: _____		

6.2 Bemærkninger iøvrigt		

Underskrift: _____ Dato: _____

BILAG B

I dette bilag er vist de tabeller, der danner grundlaget for delafsnit 5.2, hvor der er givet en række oversigter over datamaterialet.

Oversigt over mængden af ikke indtastede skemaer, og årsagen.

Indtastning	Antal	%
Indtastet	868	62.45
Byggeperiode	214	15.40
Energioplysninger	20	1.44
Ikke udfyldt	33	2.37
Rumfang	47	3.38
<u>Ændringer</u>	<u>208</u>	<u>14.96</u>
TOTAL	1390	100.00

Bygningstype

Oversigt over byggeperioder.

Byggeperiode	Antal	%
1. Før 1850	1055	75.91
2. 1850- 1899	90	6.47
3. 1900- 1949	129	9.28
4. Efter 1950	88	6.33
<u>Mangler</u>	<u>28</u>	<u>2.01</u>
TOTAL	1390	100.00

Oversigt over byggeperioder og ændringer i kirken.

Byggeperiode						
	1. Før 1850	2. 1850-1899	3. 1900-1949	4. Efter 1950	Mangler	TOTAL
Ændringer						
1. Ja	242	23	51	28	1	345
2. Nej	789	60	74	57	2	98
<u>Mangler</u>	<u>24</u>	<u>7</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>25</u>	<u>63</u>
TOTAL	1055	90	129	88	28	1390

Oversigt over rumfang i selve kirkerummet.

Rumfang i m ³	Antal	%	Gennemsnit	Minimum	Maximum
1. Mindre end 400	40	4.61	1,525.26	112.50	71,214.00
2. 400 - 600	145	16.71			
3. 600 - 800	174	20.04			
4. 800 - 1000	142	16.35			
5. 1000 - 1200	99	11.41			
6. 1200 - 1400	60	6.91			
7. 1400 - 1600	48	5.53			
8. 1600 - 1800	31	3.57			
9. 1800 - 2000	21	2.42			
10. 2000 - 2500	31	3.57			
11. 2500 - 3000	19	2.19			
12. 3000 - 3500	13	1.50			
13. Større end 3500	42	4.84			
<u>Mangler</u>	<u>3</u>	<u>0.35</u>			
TOTAL	868	100.00			

Bygningstype, fortsat

Oversigt over rumfang udenfor selve kirkerummet.

Rumfang	Antal	%	Gennemsnit	Minimum	Maximum
1. Mindre end 400	681	78.46	141.72	4.61	11,062.30
2. 400 - 600	12	1.37			
3. 600 - 800	4	0.46			
4. 800 - 1000	3	0.35			
5. 1000 - 1200	2	0.23			
6. 1200 - 1400	2	0.23			
7. 1400 - 1600	2	0.23			
8. 1600 - 1800	1	0.12			
10. 2000 - 2500	2	0.23			
13. Større end 3500	1	0.12			
<u>Mangler</u>	<u>158</u>	<u>18.20</u>			
TOTAL	868	100.00			

Oversigt over rumfang i andre tilknyttede bygninger.

Rumfang	Antal	%	Gennemsnit	Minimum	Maximum
1. Mindre end 20	97	11.17	113.75	2.30	9,000.00
2. 20 - 40	60	6.91			
3. 40 - 60	33	3.80			
4. 60 - 80	9	1.04			
5. 80 - 100	10	1.15			
6. 100 - 150	10	1.15			
7. 150 - 200	6	0.69			
8. 200 - 250	6	0.69			
9. 250 - 300	1	0.12			
10. 300 - 400	3	0.35			
11. 400 - 500	4	0.46			
13. Større end 500	9	1.04			
<u>Mangler</u>	<u>620</u>	<u>71.43</u>			
TOTAL	868	100.00			

Oversigt over hvælv og loftisolering.

Loftiso- lering	Hvælv			Ialt	%
	Ja	Nej	Mangler		
Ja	51	260	31	342	39.40
Nej	365	71	17	453	52.19
<u>Mangler</u>	<u>26</u>	<u>19</u>	<u>28</u>	<u>73</u>	<u>8.41</u>
Ialt	442	350	76	868	100.00
%	50.92	40.32	8.76	100.00	

Oversigt over vinduesareal og tæthed.

Vinduesareal	Tæthed			Mangler	TOTAL
	1. God	2. Middel	3. Dårlig		
1. Mindre end 10	57	202	29	3	291
2. 10 - 20	76	215	53	1	345
3. 20 - 30	18	53	16	0	87
4. 30 - 40	3	20	7	0	30
5. 40 - 50	1	9	1	0	11
6. 50 - 75	3	4	3	0	10
7. 75 - 100	0	3	4	1	8
8. Større end 100	3	10	3	0	16
<u>Mangler</u>	<u>14</u>	<u>41</u>	<u>6</u>	<u>9</u>	<u>70</u>
TOTAL	175	557	122	14	868

Benyttelse

Oversigt over antal opvarmninger pr. år.

Antal opvarmninger	Antal	%		Gennemsnit	Minimum	Maximum
1. 0 - 20	2	0.23	Total	75	14	372
2. 20 - 40	51	5.88	Faste	52	0	220
3. 40 - 60	191	22.00	Yderligere	22	0	300
4. 60 - 80	255	29.38				
5. 80 - 100	181	20.85				
6. Over 100	123	14.17				
<u>Mangler</u>	<u>65</u>	<u>7.49</u>				
TOTAL	868	100.00				

Oversigt over opvarmning til organisten.

Opvarmning	Antal	%
1. Helt opvarmet	30	3.45
2. Delvis opvarmet	257	29.61
3. Ikke opvarmet	496	57.14
<u>Mangler</u>	<u>85</u>	<u>9.80</u>
TOTAL	868	100.00

Oversigt over opvarmning udenfor kirketiden.

Opvarmning	Antal	%
1. Ja	503	57.95
2. Nej	345	39.75
<u>Mangler</u>	<u>20</u>	<u>2.30</u>
TOTAL	868	100.00

Oversigt over temperaturen i °C under kirkelige handlinger.

Temperatur	Antal	%		Gennemsnit	Minimum	Maximum
1. 0 - 13	2	.23		18	1	22
2. 14 - 15	6	.69				
3. 16 - 17	74	8.53				
4. 18 - 19	521	60.02				
5. 20 - 21	230	26.50				
6. Over 21	5	.58				
<u>Mangler</u>	<u>30</u>	<u>3.45</u>				
TOTAL	868	100.00				

Oversigt over temperaturen i °C udenfor kirkelige handlinger.

Temperatur	Antal	%		Gennemsnit	Minimum	Maximum
1. 0 - 5	30	3.45		10	2	20
2. 6 - 10	278	32.03				
3. 11 - 14	92	10.60				
4. 15 - 17	55	6.34				
5. 18 - 19	35	4.03				
6. Over 19	1	.12				
<u>Mangler</u>	<u>377</u>	<u>43.43</u>				
TOTAL	868	100.00				

Varmeanlæg, energikilde og -forbrug

Oversigt over antallet af skemaer med energimængder.

Energimængder	Antal	%
1. Ja	591	68.09
2. Nej	269	30.99
<u>Mangler</u>	<u>8</u>	<u>0.92</u>
TOTAL	868	100.00

Udover de 591 med mængder er der i en del skemaer anført beløb til energiforbrug, og disse kan - med nogen usikkerhed - omregnes til energimængder.

Oversigt over typer af varmeanlæg og energikilder.

Varmeanlæg	Energikilde				Mangler	TOTAL
	2. Olie	3. Gas	4. Fjernvarme	5. El		
2. Rørvne	4	0	0	74	0	78
3. Strålepaneler	0	0	0	4	0	4
4. Gulvvarme	2	0	4	1	0	7
5. Damp radiator	8	0	0	0	0	8
6. Vand radiator	165	4	53	0	0	222
7. El-radiator	1	0	2	142	0	145
8. Kalorifere nat.	37	0	0	15	0	52
9. Kalorifere dir.	0	0	0	1	0	1
10. Kalorifere vand	114	1	9	0	0	124
11. Kalorifere el	0	0	0	96	1	97
12. Andet	6	0	1	6	0	13
<u>Mangler</u>	<u>63</u>	<u>0</u>	<u>17</u>	<u>34</u>	<u>3</u>	<u>117</u>
TOTAL	400	5	86	373	4	868

Oversigt over opvarmningsperiodens længde i timer.

Opvarmningsperiode	Antal	%	Gennemsnit	Minimum	Maximum
1. 0 - 2	41	4.73	15	1	80
2. 3 - 4	69	7.95			
3. 5 - 9	118	13.59			
4. 10 - 14	167	19.24			
5. 15 - 19	156	17.97			
6. 20 - 29	146	16.82			
7. Over 29	73	8.41			
<u>Mangler</u>	<u>98</u>	<u>11.29</u>			
TOTAL	868	100.00			

Oversigt over styring af varmeanlæg.

	Manuel styring		Urstyring		Styring af rumtemp.		Anden styring	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
1. Ja	311	35.83	126	14.52	569	65.55	11	1.27
2. Nej	551	63.48	736	84.79	294	33.87	852	98.15
<u>Mangler</u>	<u>6</u>	<u>0.69</u>	<u>6</u>	<u>0.69</u>	<u>5</u>	<u>0.58</u>	<u>5</u>	<u>0.58</u>
TOTAL	868	100.00	868	100.00	868	100.00	868	100.00

Varmeanlæg, energikilde og -forbrug, fortsat

Oversigt over Betjeningsvejledning og Rutiner for vedligeholdelse og pasning af varmeanlægget.

Betjening	Antal	%
1. Ja	417	48.04
2. Nej	361	41.59
<u>Mangler</u>	<u>90</u>	<u>10.37</u>
TOTAL	868	100.00

Vedligeholdelse	Antal	%
1. Ja	396	45.62
2. Nej	413	47.58
<u>Mangler</u>	<u>59</u>	<u>6.80</u>
TOTAL	868	100.00

Oversigt over varmeanlæggets generelle funktion.

Anlæg tilfredsstillende	Antal	%
1. Ja	703	80.99
2. Nej	94	10.83
<u>Mangler</u>	<u>71</u>	<u>8.18</u>
TOTAL	868	100.00

Oversigter for de 807 kirker, hvor det har været muligt at beregne det faktiske energiforbrug.

Oversigt over energiforbrug/m³ i kirkerne opdelt efter rumfang.

Rumfang	Gennemsnit	Minimum	Maximum
1. Mindre end 400	60.25	11.12	316.41
2. 400 - 600	48.23	9.79	156.61
3. 600 - 800	44.45	7.18	112.56
4. 800 - 1000	41.50	1.72	123.94
5. 1000 - 1200	37.60	2.51	159.07
6. 1200 - 1400	49.81	6.77	673.95
7. 1400 - 1600	52.39	9.34	911.93
8. 1600 - 1800	32.78	11.92	72.73
9. 1800 - 2000	30.62	4.88	87.77
10. 2000 - 2500	34.59	3.62	153.03
11. 2500 - 3000	23.76	4.71	48.26
12. 3000 - 3500	21.49	15.45	27.94
13. Større end 3500	23.18	1.22	83.18

Oversigt over faktisk energiforbrug/m³ for forskellige typer af varmeanlæg.

Varmeanlæg	Gennemsnit	Minimum	Maximum
2. Rørovne	35.79	9.34	169.75
3. Strålepanel	43.00	32.42	58.07
4. Gulvvarme	55.15	18.87	117.57
5. Dampanlæg	23.50	9.17	50.36
6. Vandanlæg	54.34	2.57	911.93
7. El-radiator	33.92	1.72	78.91
8. Kalorifere nat.	43.22	13.64	223.21
9. Kalorifere dir.	30.12	30.12	30.12
10. Kalorifere vand	49.88	1.22	123.94
11. Kalorifere el	37.87	5.86	156.61
12. Andet	38.61	16.08	73.19
Mangler	38.97	4.71	153.03

Oversigt over energiforbrug/m³ for forskellige energikilder.

Energikilde	Gennemsnit	Minimum	Maximum
2. Olie	46.88	1.22	316.41
3. Gas	76.82	39.69	113.96
4. Fjernvarme	89.35	9.00	911.93
5. El	34.81	1.72	169.75
Mangler	41.62	35.28	47.95

Oversigter for de 205 udpegede kirker.

Oversigt over rumfang i selve kirkerummet for de udpegede kirker.

Rumfang		Antal	%	Gennemsnit	Minimum	Maximum
1. Mindre end 400		14	6.83	887.77	160.00	3,631.73
2. 400 - 600		47	22.93			
3. 600 - 800		51	24.88			
4. 800 - 1000		32	15.61			
5. 1000 - 1200		21	10.24			
6. 1200 - 1400		22	10.73			
7. 1400 - 1600		5	2.44			
8. 1600 - 1800		2	.98			
9. 1800 - 2000		1	.49			
10. 2000 - 2500		7	3.41			
11. 2500 - 3000		1	.49			
13. Større end 3500		2	.98			
TOTAL		205	100.00			

Oversigt over typer af varmeanlæg og energikilder for de udpegede kirker.

Varmeanlæg	Energikilde				TOTAL
	2. Olie	3. Gas	4. Fjernvarme	5. El	
2. Rørovn	0	0	0	13	13
4. Gulvvarme	1	0	0	0	1
5. Dampanlæg	2	0	0	0	2
6. Vandanlæg	49	0	7	0	56
7. El-radiator	0	0	0	22	22
8. Kalorifere nat.	7	0	0	5	12
10. Kalorifere vand	46	1	1	0	48
11. Kalorifere el	0	0	0	28	28
12. Andet	1	0	1	0	2
Mangler	18	0	0	3	21
TOTAL	124	1	9	71	205

Oversigt over styring af varmeanlæg for de udpegede kirker.

	Manuel styring		Urstyring		Styring af rumtemp.		Anden styring	
	Antal	%	Antal	%	Antal	%	Antal	%
1. Ja	76	37.07	25	12.20	148	72.20	2	.98
2. Nej	129	62.93	180	87.80	57	27.80	203	99.02
TOTAL	205	100.00	205	100.00	205	100.00	205	100.00

Oversigter for de 205 udpegede kirker, fortsat

Oversigt over Betjeningsvejledning og Rutiner for vedligeholdelse og pasning af varmeanlægget for de udpegede kirker.

Betjening	Antal	%	Vedligeholdelse	Antal	%
1. Ja	113	55.12	1. Ja	116	56.59
2. Nej	70	34.15	2. Nej	76	37.07
<u>Mangler</u>	<u>22</u>	<u>10.73</u>	<u>Mangler</u>	<u>13</u>	<u>6.34</u>
TOTAL	205	100.00	TOTAL	205	100.00

Oversigt over varmeanlæggets generelle funktion for de udpegede kirker.

Anlæg tilfredsstillende	Antal	%
1. Ja	159	77.56
2. Nej	27	13.17
<u>Mangler</u>	<u>19</u>	<u>9.27</u>
TOTAL	205	100.00

