Vejledning om anlæg til opvarmning, ventilation og fugtregulering af kirker

[Marts 2027]

Sundheds- og Kirkeministeriet

Indholdsfortegnelse

Indledning ... 3
Indledende bemærkninger ... 3
Vejledningens opbygning og målgrupper ... 4
Del 1: Generelle anbefalinger ... 5
1. Indledende tiltag ... 5
1.1. Klimaundersøgelse ... 5
1.2. Besigtigelser og særlige hensyn ... 5
2. Rådgivning og projektering ... 6
2.1. Rådgivere ... 6
2.2. Rådgivningsaftaler (ABR 18) ... 6
3. Tilbud og udbud ... 6
4. Myndighedsgodkendelse ... 7
5. Udførelse og aflevering ... 8
5.1. Entreprise og sikkerhed ... 8
5.2. Afleveringsforretning ... 8
5.3. Afhjælpning og opfølgning ... 9
6. Afsluttende kontrol ... 9
6.1. Klimamålinger efter udførelse ... 9
6.2. Målemetode og dokumentation ... 9
7. Drift og vedligeholdelse ... 9
Del 2: Tekniske retningslinjer ... 11
1. Brugsmønstre og opvarmningspraksis ... 11
1.1. Lejlighedsvis brug ... 11
1.2. Regelmæssig brug ... 11
1.3. Vedvarende brug ... 12
1.4. Oversigtsskema ... 12
1.5. Kontrol ... 13
2. Opvarmning ... 13
2.1. Varme og komfort ... 13
2.2. Varmefordelingsanlæg ... 14
2.3. Dimensionering ... 15
2.4. Automatik ... 18

2.5. Elektrisk varme ... 18
2.6. Varmepumper ... 18
2.7. Fjernvarme ... 19
3. Ventilation ... 19
3.1. Luftkvalitet ... 19
3.2. Naturligt luftskifte ... 20
3.3. Udluftning ... 20
3.4. Komfortventilation ... 21
4. Fugtregulering ... 21
4.1. Luftfugtighed ... 21
4.2. Grænser for relativ luftfugtighed ... 22
4.3. Fugtstyret opvarmning ... 23
4.4. Affugtning ... 23
4.5. Befugtning ... 24

Indledning

Indledende bemærkninger

Denne vejledning henvender sig til alle, der arbejder med drift, vedligeholdelse og istandsættelse af kirkebygninger. Det er sigtet med vejledningen, at denne kan benyttes af både menighedsråd, kirkeværger, kirketjenere, byggesagkyndige, rådgivere og leverandører m.fl.

Vejledningen er udarbejdet i samråd med folkekirkens varme-, energi- og klimakonsulent, civilingeniør Poul Klenz Larsen, Nationalmuseets kirkekonsulenter, Stifternes byggegruppe og Folkekirkens Grønne Omstilling.

Vejledningen indeholder anbefalinger, der både retter sig mod ældre kirkebygninger samt mod nyere kirker. Anbefalingerne er ikke udtømmende, og det bemærkes, at der ikke findes standardløsninger, som passer til alle kirker. Anlæg til opvarmning, ventilation og fugtregulering bør derfor altid tilpasses de konkrete forhold i den enkelte bygning og under hensyn til bygningernes antikvariske og arkitektoniske værdier. Anlæggenes størrelse og indretning bør i sagens natur være tilpasset de behov, som anvendelsen af bygningen tilsiger.

Kirkernes brug beror bl.a. på sognets størrelse og sammensætning og afspejler den generelle udvikling i samfundet. Dette kommer til udtryk i varierende brugsmønstre og dermed forskellige behov for opvarmning og regulering af indeklimaet i landets kirker.

Opvarmning og ventilation af en kirke skal både sikre en rimelig komfort for ansatte og brugere af kirken og skal udarbejdes under hensyntagen til kirkens konstruktion, udsmykning og inventar samt klima- og miljømæssige hensyn, hvor energiforbrug og klimaaftryk begrænses mest muligt.

På den baggrund anbefales det, at menighedsråd tilstræber, at opvarmning af kirkerne sker til lavest muligt acceptable temperatur, og at tilførslen af varmeenergi samtidig begrænses. Det anbefales samtidig, at ventilation med udeluft tilpasses det konkrete brugsmønster, så der opnås et både sundt og behageligt indeklima.

Sundheds- og Kirkeministeriet bemærker, at bygningens dele, udsmykning, herunder kalkmalerier, og inventar, som f.eks. orgel, bør beskyttes gennem en moderat relativ luftfugtighed (RF). Dette kan dog være vanskeligt at forene med kravene til komfort og lavt energiforbrug, hvorfor regulering af luftfugtigheden ofte må ske uafhængigt af opvarmningen.

Vejledningens opbygning og målgrupper

Vejledningen består af to hoveddele. Den første del indeholder generelle anbefalinger og er primært rettet mod menighedsråd samt øvrige lokale aktører med ansvar for den daglige drift og de overordnede beslutninger. Her beskrives de grundlæggende principper og hensyn, som bør lægges til grund ved valg af løsninger til opvarmning, ventilation og fugteregulering samt i forbindelse med den daglige drift af anlæggene. Det omfatter bl.a. overvejelser om energiforbrug, indeklima, bevaring af bygning og inventar samt tilpasning til skiftende brugsmønstre. Formålet er at give et fælles udgangspunkt for beslutningstagning på tværs af forskellige typer kirker. Derudover indeholder første del en række overordnede anbefalinger til aftaleindgåelse med entreprenører.

Den anden del indeholder tekniske anbefalinger til de enkelte typer anlæg og henvender sig især til fagprofessionelle aktører såsom rådgivere, leverandører og entreprenører. Denne del går mere i dybden med konkrete løsninger og beskriver de tekniske forhold, der knytter sig til projektering, udførelse og drift af anlæg til opvarmning, ventilation og fugtregulering af kirker. Afsnittet fungerer dermed som et praktisk og fagligt grundlag for planlægning og implementering af løsninger, der er tilpasset de specifikke forhold i den enkelte kirke.

Del 1: Generelle anbefalinger

1. Indledende tiltag

1.1. Klimaundersøgelse

Inden der fremsættes forslag om anskaffelse, ændring eller etablering af anlæg, bør menighedsrådet få gennemført en klimaundersøgelse.

En klimaundersøgelse omfatter måling af lufttemperatur, relativ luftfugtighed og evt. kuldioxid eller andre parametre med betydning for energiforbrug, komfort og bevaringsforhold. Det anbefales, at målingerne foretages over en periode på ét år med et typisk brugsmønster.

Målingerne udføres med elektroniske dataloggere, som lagrer målingerne én gang i timen. Dataloggernes antal og placering tilpasses kirkerummets størrelse og indretning og skal kunne give et repræsentativt billede af kirkens rumklima. Dataloggerne skal anbringes, så de ikke påvirkes af luftstrømme eller stråling fra varmeelementer eller fra solindfald.

Resultaterne af klimaundersøgelsen anvendes ved bedømmelse af energibesparende tiltag, komforten for ansatte og brugere samt bevaringsforholdene for udsmykning og inventar. Resultaterne danner grundlag for vurdering af forslaget om anskaffelse, ændring eller istandsættelse, herunder om et sådant projekt er påkrævet eller hensigtsmæssigt.

1.2. Besigtigelser og særlige hensyn

Kirker og kirkegårde rummer væsentlige kulturhistoriske værdier. Ved anlægsarbejder og renoveringer kan der derfor opstå behov for arkæologiske undersøgelser.

Hvis et projekt indebærer arbejder i jordlagene i eller omkring kirken, bør det afklares med Nationalmuseet, om der er behov for arkæologiske undersøgelser.

Forefindes der inventar eller udsmykning i kirken, der er over 100 år gammelt, bør projektet tilrettelægges i samråd med Nationalmuseets kirkekonsulenter. Ændring eller istandsættelse af inventar, der er over 100 år gammelt, må kun ske i henhold til et forslag, der er tilvejebragt gennem Nationalmuseet og godkendt af stiftsøvrigheden.

Hvis kirken har et orgel, bør folkekirkens orgelkonsulenter ligeledes inddrages. Forslag til anskaffelse, ændring eller istandsættelse af orgler, med undtagelse af mindre, flytbare orgler, skal godkendes af stiftsøvrigheden.

2. Rådgivning og projektering

2.1. Rådgivere

Projekter vedrørende anlæg til opvarmning, ventilation og fugtregulering i kirker skal udarbejdes af fagligt kvalificerede rådgivere. Menighedsrådet bør sikre sig, at rådgivere og leverandører er bekendt med denne vejledning.

Ved større arbejder, som går ud over almindelige vedligeholdelse, skal projektet projekteres og ledes af en arkitekt med indgående kendskab til kirkebygninger. Det er altid stiftsøvrigheden, der afgør, om et projekt skal tilknyttes en arkitekt.

2.2. Rådgivningsaftaler (ABR 18)

Det anbefales, at der indgås rådgivningsaftaler efter ABR 18 (Almindelige bestemmelser for teknisk rådgivning og bistand), som fastlægger rammerne for samarbejdet mellem bygherre (menighedsrådet) og rådgiver.

Ved større eller komplekse projekter kan det være hensigtsmæssigt at antage en bygherrerådgiver, som kan bistå menighedsrådet med proces, udbud og valg af rådgivere.

3. Tilbud og udbud

Menighedsrådet skal være opmærksom på, om opgaven er omfattet af tilbudsloven eller udbudsloven.

Når menighedsrådet skal finde ud af hvilke regler, der gælder for den opgave, der skal udføres, eller det indkøb, der skal foretages, skal menighedsrådet vurdere værdien af aftalen, som det overvejes at indgå. Denne værdi kaldes tærskelværdien.

Der er fastsat forskellige tærskelværdier, alt efter om det indkøb som skal foretages defineres som en aftale om bygge- og anlægsopgaver, en tjenesteydelse eller et almindeligt vareindkøb.

Inden der indhentes tilbud på en bygge- og anlægsopgave, en tjenesteydelse eller på et almindeligt vareindkøb, skal værdien af den aftale, som menighedsrådet vil indgå, vurderes. Det er menighedsrådets ansvar at indhente de nødvendige oplysninger for at kunne vurdere værdien af en kontrakt. Menighedsrådet kan altid kontakte stiftsøvrigheden for vejledning om tilbud og udbud.

Viser det sig, at værdien af opgaven ligger under tærskelværdien, anbefales det, at menighedsrådet indhenter mindst to tilbud på levering og installation af anlægget.

Når menighedsrådet skal indhente tilbud på et projekt – uanset om værdien heraf ligger over eller under tærskelværdien – kan menighedsrådet med fordel sikre sig, at tilbud også omfatter udførelse af afsluttende kontrol, jf. afsnit 6.1.

4. Myndighedsgodkendelse

Arbejder vedrørende anskaffelse, ændring eller etablering af varmeanlæg, ventilationsanlæg og anlæg til fugtregulering i kirkebygninger skal godkendes af stiftsøvrigheden, uanset kirkens alder. Apparater til midlertidig opvarmning, ventilation eller fugtregulering kræver dog ikke stiftsøvrighedens godkendelse.

Stiftsøvrigheden foretager en samlet vurdering af projektet, hvor der ud over overholdelse af gældende regler også lægges vægt på projektets klima- og miljømæssige påvirkning.

Et projekt kan udarbejdes af den sagkyndige rådgiver eller arkitekt, der er tilknyttet projektet. Alternativt kan menighedsrådet selv udarbejde projektet, hvis dette efter stiftsøvrighedens vurdering findes forsvarligt. Ved tvivl kan menighedsrådet kontakte stiftet for rådgivning.

Et projekt bør som udgangspunkt indeholde en beskrivelse af både eksisterende forhold og af fremtidige forhold.

Beskrivelse af eksisterende forhold kan eksempelvis omfatte:

- Kort historisk beskrivelse af kirken
- Begrundelse for det ønskede projekt
- Fotodokumentation
- Relevante tegninger, f.eks. situationsplan, tvær- og længdesnit, opstalter samt detailtegninger
- Ved udskiftning af varmeanlæg: Forbrugstal for minimum et år

Beskrivelse af fremtidige forhold kan eksempelvis omfatte:

- Kort og præcis beskrivelse af de planlagte ændringer; indebærer projektet ny ledningsføring, bør dette og evt. indgreb i andre bygningskonstruktioner visualiseres
- Tegningsoversigt
- Tidsplan for udførelsen
- Anlægsbudget for projektet, herunder udgifter til totalrådgiver samt en afsat reserve til uforudsete omkostninger

Driftsbudget

Menighedsrådet kan altid kontakte stiftsøvrigheden for vejledning om, hvilke elementer et konkret projekt bør indeholde.

5. Udførelse og aflevering

5.1. Entreprise og sikkerhed

Det anbefales, at menighedsrådet ved indgåelse af aftaler med entreprenører tager udgangspunkt i de almindelige branchevilkår, herunder AB 18 (Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed).

Menighedsrådet bør i den forbindelse sikre sig, at der stilles passende sikkerhed for entreprenørens opfyldelse af sine forpligtelser i overensstemmelse med de gældende standardbestemmelser.

5.2. Afleveringsforretning

Der bør gennemføres en afleveringsforretning ved projektets afslutning. Ved afleveringen kontrolleres det, at anlægget er udført i overensstemmelse med projektmaterielet og fungerer som forudsat. Vandbårne anlæg indreguleres før aflevering.

Det anbefales, at afleveringen gennemføres i overensstemmelse med AB 18, herunder at der udarbejdes en afleveringsprotokol med registrering af evt. fejl og mangler.

5.3. Afhjælpning og opfølgning

Fejl og mangler, der konstateres ved afleveringen, udbedres inden for en aftalt frist.

Det anbefales, at menighedsrådet følger principperne i AB 18 for håndtering af mangler, herunder i relation til afhjælpningsret, opfølgning og evt. eftersyn.

Sikkerhedsstillelse bør ligeledes håndteres i overensstemmelse med AB 18, herunder i forhold til nedskrivning og frigivelse.

6. Afsluttende kontrol

6.1. Klimamålinger efter udførelse

Ved etablering af anlæg til opvarmning, ventilation og fugteregulering i kirker bør menighedsrådet få gennemført en afsluttende klimaundersøgelse, som dokumenterer, at anlægget fungerer efter hensigten.

Målingen skal vise, at opvarmningspraksis og brugsmønster er forenelige med anlæggets dimensionering.

6.2. Målemetode og dokumentation

Klimamålinger foretages typisk over et år og omfatter relevante parametre som temperatur, relativ luftfugtighed (RF) og kuldioxid.

Målingerne udføres med elektroniske dataloggere, som lagrer målingerne én gang i timen. Dataloggernes antal og placering tilpasses kirkerummets størrelse og indretning og skal kunne give et repræsentativt billede af kirkens rumklima. Dataloggerne skal anbringes, så de ikke påvirkes af luftstrømme eller stråling fra varmeelementer eller fra solindfald.

Resultaterne samlet i en rapport med diagrammer over de opnåede resultater, oversigt over målepunkter samt vurdering af anlæggets funktion og energiforbrug.

7. Drift og vedligeholdelse

Ved afleveringen skal menighedsrådet modtage en driftsvejledning for anlægget, herunder beskrivelse af funktion, betjening og vedligeholdelse samt evt. revideret projektmaterialet.

Det anbefales, at kirkens personale instrueres grundigt i brugen af anlægget, og at der fastlægges klare retningslinjer for brugsmønsteret.

Menighedsrådet bør sikre en stabil drift gennem løbende vedligeholdelse, herunder ved at indgå serviceaftaler for regelmæssigt eftersyn af anlæg og automatik.

Del 2: Tekniske retningslinjer

1. Brugsmønstre og opvarmningspraksis

1.1. Lejlighedsvis brug

Benyttes kirkerummet i gennemsnit fire gange eller mindre om måneden til kirkelige handlinger eller andre aktiviteter betegnes dette som lejlighedsvis brug.

Når kirken ikke er i brug, slukkes varmeanlægget. I kirker med vandbårne varmeanlæg bør installationerne frostsikres. Dette gælder tillige installationer for brugsvand.

Når kirken varmes op, bør der højst varmes op til 20 °C. Af hensyn til evt. orgel bør komforttemperaturen være opnået 2 timer før, aktivitet i kirken påbegyndes.

Luftfugtigheden reguleres ved anvendelse af en mekanisk affugter med en elektronisk hygrostat indstillet til 65 % RF. Forefindes der kalkmalerier i bygningen, hvor affugteren ønskes opsat, rådfører menighedsrådet sig forinden med Nationalmuseets kirkekonsulenter herom.

Kirkerummet bør luftes ud efter hver aktivitet (se nærmere under afsnit 3.3.).

1.2. Regelmæssig brug

Benyttes kirkerummet i gennemsnit mellem én og fire gange om ugen til kirkelige handlinger eller andre aktiviteter betegnes dette som regelmæssig brug.

Når kirken ikke er i brug, bør varmeanlægget være automatisk styret til at holde en grundtemperatur på højst 8 °C.

Når kirken varmes op i, bør der højst varmes op til 20 °C. Af hensyn til evt. orgel bør komforttemperaturen være opnået 2 timer før, aktivitet i kirken påbegyndes.

Luftfugtigheden reguleres ved anvendelse af en mekanisk affugter med en elektronisk hygrostat indstillet til 65 % RF. Forefindes der kalkmalerier i bygningen, hvor affugteren ønskes opsat, rådfører menighedsrådet sig forinden med Nationalmuseets kirkekonsulenter herom.

Kirkerummet bør luftes ud efter hver aktivitet (se nærmere under afsnit 3.3.).

1.3. Vedvarende brug

Benyttes kirkerummet i gennemsnit mere end fire gange om ugen til kirkelige handlinger eller andre aktiviteter betegnes dette som vedvarende brug.

Når kirken ikke er i brug, bør varmeanlægget været automatisk styret til at holde en grundtemperatur på højst 15 °C.

Når kirken varmes op, bør der højst varmes op til 20 °C. Af hensyn til evt. orgel bør komforttemperaturen være opnået 2 timer før, en aktivitet i kirken påbegyndes.

Om vinteren kan der være behov for befugtning af rumluften for at opretholde RF på over 40 %.

Kirkerummet bør luftes ud efter hver aktivitet (se nærmere under afsnit 3.3.).

1.4. Oversigtsskema

Oversigtsskema med brugsmønstre samt grænser for temperatur og RF:

Brugsmønster	Lejlighedsvis	Regelmæssig	Vedvarende
Aktiviteter	4 pr. måned eller færre	Mellem 1 og 4 pr. uge	4 pr. uge eller flere
Grundtemperatur	Ingen (frostfrit)	Højst 8 °C	Højst 15 °C
Komforttemperatur	20 °C	20 °C	20 °C
Luftfugtighed	50 - 70 %RF *	50 -70 %RF *	40 - 70 %RF *
Ventilation	Efter hver aktivitet	Efter hver aktivitet	Efter hver aktivitet

*) I bygninger med kalkmalerier kan der gælde yderligere anbefalinger til luftfugtigheden, jf. afsnit 4.

1.5. Kontrol

I alle kirkerum bør der være en løbende kontrol af rumklimaet ved måling af temperatur og RF. Måleudstyret placeres, så det er tilgængeligt og let at aflæse for kirkens personale.

Der kan evt. benyttes væsketermometer og hårhygrometre eller digitale instrumenter med tydeligt display. Det anbefales, at hårhygrometre kalibreres årligt ved omvikling med et fugtigt håndklæde og justering af stilleskruen til 100 % RF.

Der kan også benyttes elektroniske dataloggere, som nærmere beskrevet under del 1, afsnit 6.2. I så fald bør der være en automatisk advisering af den person, som har ansvar for kontrol af indeklimaet i bygningen, i tilfælde af at de fastsatte grænser overskrides. Der bør også være et tydeligt display, så de aktuelle måleværdier kan aflæses umiddelbart.

Der kan også anvendes fjernaflæste instrumenter, som kan tilgås trådløst.

Menighedsrådet kan udpege en person med ansvar for kontrol af klimaet, for eksempel en medarbejder, kirkeværge eller bygningssagkyndig.

Kontrollen skal sikre, at de ovenfor nævnte anbefalinger til intervaller for temperatur og luftfugtighed overholdes. Ved afvigelser kan den ansvarlige træffe de nødvendige forholdsregler, evt. efter rådgivning fra stiftets konsulenter.

2. Opvarmning

2.1. Varme og komfort

Varme er en nødvendig forudsætning for at opnå en rimelig komfort under opholdet i en bygning om vinteren. Termisk komfort afhænger af tre parametre:

1) Luftens temperatur
2) Omgivelsernes temperatur
3) Luftbevægelser (træk)

Opvarmning kan ske ved tilførsel af energi til luften. Kirkerum har ofte højt til loftet, så opvarmning af luften er ikke særlig effektiv. Varm luft er lettere end kold luft og stiger derfor opad, hvorimod koldere luft falder ned. Lodrette temperaturforskelle skal så vidt muligt forebygges, da disse medfører forringet komfort og en dårlig udnyttelse af varmen.

Opvarmning kan også ske ved varmestråling. Strålevarme er retningsbestemt og hæver overfladetemperaturen på mennesker eller bygningsdele og genstande. Dette kan til en vis grad kompensere for en lavere lufttemperatur. Stor ensidig strålingspåvirkning forringer dog komforten.

Luftbevægelser er også væsentlige for komfortoplevelsen: Træk langs gulv og under vinduer kræver højere lufttemperatur i rummet for at opretholde komforten.

2.2. Varmefordelingsanlæg

Varmeanlæg afpasses arkitektoniske hensyn, så de indgår naturligt og diskret i kirkens interiør. Udformningen bør tilgodese bevaringsmæssige forhold, så der ikke forårsages skader på inventar, udsmykning, orgel m.m. Varmeelementer placeres derfor ikke under eller tæt på prædikestol, epitafium, krucifiks m.v. Varmeelementer placeres heller ikke i umiddelbar nærhed af kalkmalerier på vægflader.

Varmeanlæg bør så vidt muligt opdeles i afsnit eller zoner, som kan reguleres individuelt, for eksempel: Kor, skib, sideskib, tårnrum, sakristi og våbenhus.

Varmeapparater fordeles i de enkelte afsnit således, at der opnås en nogenlunde ensartet varmefordeling, og så trækgener forebygges. Varmeapparater skal placeres, så der opnås bedst mulig komfort for ansatte og brugere, samtidig med at der tages hensyn til bevaring af bygningsdele, inventar og udsmykning m.m.

Der kan være behov for særlige varmegivere til lokal opvarmning, for eksempel ved organistens plads.

Varmeapparater må ikke medføre forbrænding ved berøring. Overfladetemperaturen på varmeapparatet må derfor ikke være højere end 80 °C, medmindre apparatet er afskærmet eller placeret udenfor rækkevidde. Ved indbygning af varmeapparater under bænkesæderne skal sædernes underside beskyttes mod varmepåvirkning.

Gulvvarme er ikke egnet til at blive anvendt som eneste varmekilde, men kan evt. anvendes i kombination med andre varmegivere. Gulvets overfladetemperatur bør aldrig overstige 28 °C.

Luftvarmeanlæg kan anvendes i situationer, hvor hensynet til kirkens indretning eller udsmykning ikke tillader anvendelse af andre varmeanlæg. Luftvarme kan endvidere benyttes som supplement til andre varmegivere. Et luftvarmeanlæg bør være forsynet med støvfiltre, som er enkle at udskifte.

Lufttemperaturen i indblæsningsåbninger må højst være 45 °C, og lufthastigheden højst 4 m/s i opvarmningsfasen. Under kirkens brug må anlægget ikke frembringe et støjniveau over 30 dB målt uden personer i rummet.

Kedler eller ovne, der afgiver varme ved forbrænding, må ikke benyttes eller installeres i kirkerummet eller i tilstødende rum. Det gælder også mobile gasovne og varmluftsblæsere med oliebrænder.

2.3. Dimensionering

Varmeanlæggets maksimale effekt tilpasses brugsmønstret, jf. afsnit 1. Effekten er den energi, som varmeanlægget yder per time.

For kirker, hvor der foreligger lejlighedsvis eller regelmæssig brug, dimensioneres el-varmeanlæg til at kunne hæve rumtemperaturen 12 °C på 6 timer. Vandbårne varmeanlæg, som forsynes fra fjernvarme eller varmepumper, dimensioneres til at kunne hæve rumtemperaturen 6 °C på 3 timer.

I kirker, hvor der foreligger vedvarende brug, dimensioneres varmeanlægget til at kunne hæve rumtemperaturen 6 °C på 3 timer.

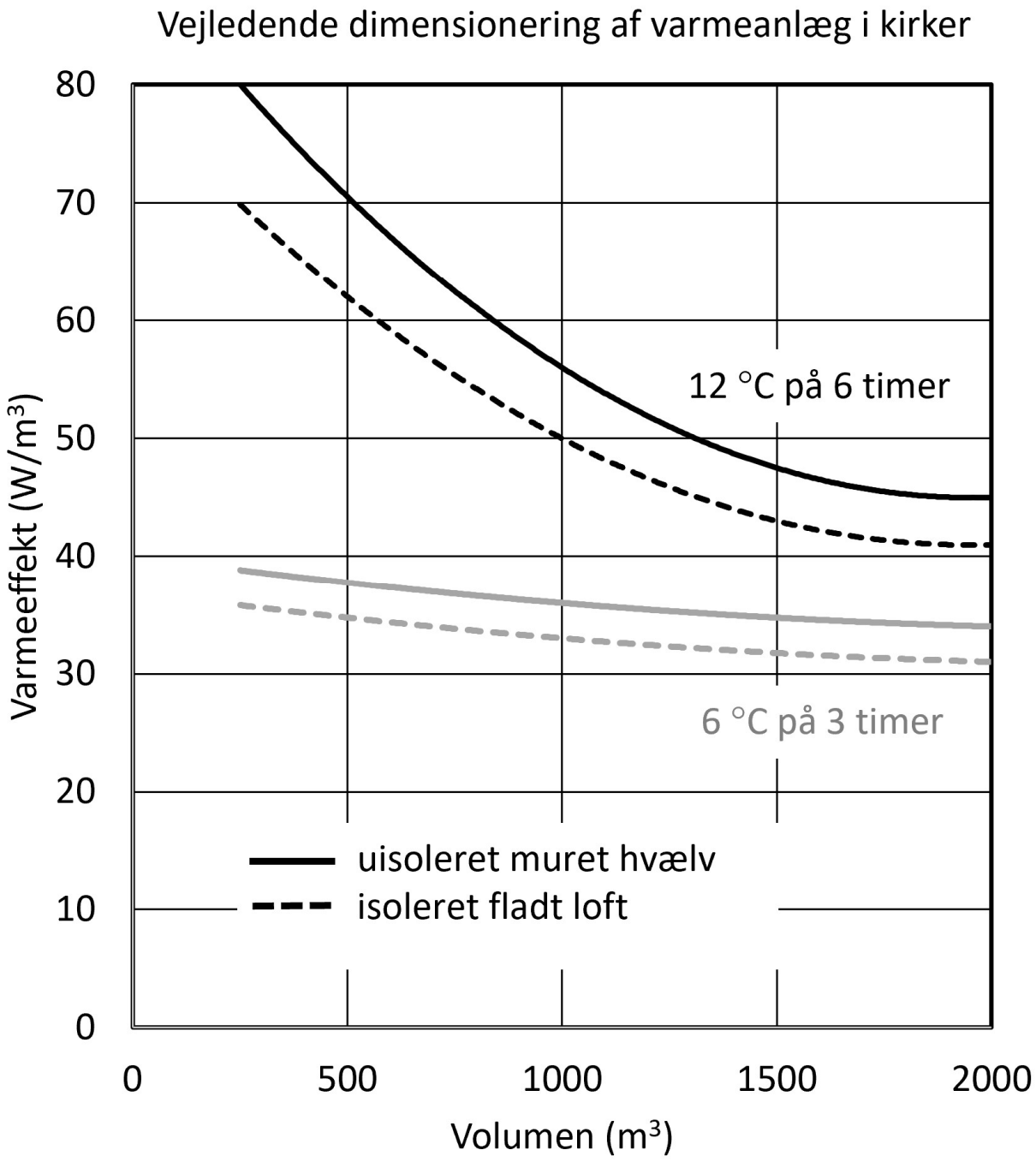
For nyere kirker med varmeisolering af klimaskærmen gælder et andet dimensioneringskrav. Her dimensioneres varmeanlæg til at dække det dimensionerede varmetab ved rumtemperatur på +18 °C og udetemperatur på -12 °C. Det vil sige, at anlægget skal kunne opretholde en rumtemperatur på +18 °C, selv når udetemperaturen er -12 °C.

Den nødvendige varmeeffekt fastlægges på en af følgende måder:

A. Dynamisk beregning med et PC-program til fugt- og varmesimulering i bygninger
B. For traditionelle kirkebygninger med murede konstruktioner (uden varmeisolering og vinduer med enkelt lag glas) kan den maksimale varmeeffekt bestemmes ved brug af skemaet nedenfor. Hvis varmeanlægget primært afgiver varmen ved stråling, reduceres den maksimale varmeeffekt med 10 %.
C. Varmetabsberegning, hvor der skelnes mellem transmitterende og absorberende flader, for eksempel efter den ”udvidede kirkeformel”.

	Maksimal varmeffekt (W/m^3)			
	12 °C på 6 timer		6 °C på 3 timer	
	Uisoleret hvælv	Isoleret fladt loft	Uisoleret hvælv	Isoleret fladt loft
volumen < 2000 m^3	12 X^2 – 47 X + 91	10 X^2 – 39 X + 79	X^2 – 5 X + 40	X^2 – 5 X + 37
2000 m^3 < volumen	45	41	34	31

Orienterende størrelse af den maksimale varmeeffekt i Watt pr. volumen. I formlerne benyttes X = volumen /1000, hvor volumen af kirkerummet angives i m^3.


Vejledende dimensionering af varmeanlæg i kirker
Varmeeffekt (W/m³)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
500
1000
1500
2000
Volumen (m³)
12 °C på 6 timer
6 °C på 3 timer
uisoleret muret hvælv
isoleret fladt loft

2.4. Automatik

Varmeanlægget bør altid være reguleret af elektroniske termostater, så den eller de ønskede rumtemperaturer opretholdes i henhold til det aktuelle brugsmønster, jf. afsnit 1. Der monteres en temperaturføler i hvert af kirkerummets afsnit, som svarer til anlæggets zoneinddeling. Temperaturstyringen er aktiveret, når varmeanlægget er i drift.

Opvarmningstiden bør kunne forudindstilles ved hjælp af et forsinkelses-ur eller programmerbart ur. Tids- og temperaturstyringen kan sammenbygges i en elektronisk varmestyring med mulighed for fjernbetjening.

Den afgivne effekt skal tilpasses det aktuelle behov ved moduleret eller trinvis regulering og ikke kun ved on-/off-styring. Automatikken skal sikre, at varmeanlæggets fulde effekt udnyttes ved opvarmning til brugstemperaturen.

Det bemærkes, at der i forbindelse med varmestyringen i en kirke skal tages højde for, at disse bygningers dynamik er væsentligt forskellige fra boliger og disses varmeanlæg. Rumtemperaturen ved starten af en opvarmningsperiode har større betydning end udetemperaturen, og derfor er vejrkompenseringsanlæg ikke egnede til kirker med lejlighedsvist eller regelmæssigt brugsmønster.

2.5. Elektrisk varme

Elektrisk varme er fortrinsvis velegnet til opvarmning af kirkebygninger, som bruges lejlighedsvist eller regelmæssigt. Elektriske varmeapparater kan afsætte forholdsvis meget varmeeffekt på lidt plads, så varmeelementerne kan være relativt små. Elkabler kan trækkes med få indgreb i inventar og bygningsoverflader.

2.6. Varmepumper

En varmepumpe flytter varme fra et reservoir uden for bygningen (luft, vand, jord) og afgiver varmen inde i bygningen. Dette sker ved en termodynamisk proces i et lukket kredsløb. Herved produceres 3-5 gange mere varme end den elektriske energi, som medgår til driften. Varmepumper er derfor en meget energieffektiv varmekilde i forhold til direkte elektrisk opvarmning.

Den bedste virkningsgrad opnås ved konstant drift og lille temperaturforskel mellem reservoir og varmegiver. Varmepumper egner sig derfor fortrinsvis til kirker med regelmæssig eller vedvarende brug.

2.7. Fjernvarme

Ved fjernvarme forstås i denne vejledning varme, som produceres uden for kirkebygningen og dens umiddelbare omgivelser.

Varmen transporteres som varmt vand i rør frem til forbrugeren, hvilket indebærer et varmetab. Derfor tilstræber leverandøren, at temperaturen på både fremløb og retur er så lav som mulig. Dette stiller store krav til varmeanlæggets indretning og drift.

Fjernvarme kan fortrinsvis anvendes til opvarmning af kirker, som bruges regelmæssigt eller vedvarende. I kirker, som benyttes lejlighedsvis, vil fjernvarme normalt ikke være særlig velegnet som varmekilde.

Fjernvarmeanlæg skal som hovedregel udføres som indirekte varmeanlæg, og varmeveksleren må ikke placeres i selve kirkerummet eller i tilstødende rum med direkte adgang til de førnævnte. På denne måde sikres orgel, udsmykning og inventar bedst mod vandskade i tilfælde af lækage eller brud.

Ved tilslutning af fjernvarme til eksisterende varmeanlæg, som ikke er dimensioneret for denne varmekilde, kan det være nødvendigt at udelade en varmeveksler. Der skal i så fald installeres automatisk lækagesikring for at undgå vandskade ved brud eller utætheder.

3. Ventilation

3.1. Luftkvalitet

Luften indeholder forskellige stoffer, som påvirker indeklimaet. Nogle stammer fra udeluften og trænger ind gennem åbninger og sprækker ved naturligt luftskifte. Andre skabes ved menneskelig aktivitet eller ved fordampning fra materialer. Skimmelsvampe afgiver både kemiske forbindelser og sporer til indeklimaet. Nogle stoffer registreres som lugt, irritation af øjne eller slimhinder eller allergiske reaktioner.

Luften indeholder også små partikler, som ikke er synlige. Ved brug af f.eks. levende lys i kirken dannes partikler, som holder sig svævende i mange timer. Partiklerne kan også forekomme fra trafik eller brændeovne uden for kirken. Partiklerne afsættes på vægge, hvælv eller lofter og inventar, som herved misfarves. Denne proces er skadelig for kalkmalerier, det historiske inventar og andre udsmykninger. Partiklerne påvirker også menneskers vejrtrækning og slimhinder.

3.2. Naturligt luftskifte

Der udveksles konstant luft mellem kirkerummet og udeklimaet. Den drivende kraft er små ændringer i lufttrykket, som opstår på grund af vindpåvirkning eller temperaturforskelle. Luften presses gennem naturlige åbninger i klimaskærmen, især i døre og vinduer. I utætte bygninger kan luftskiftet være ½ - 1 gange i timen.

Den naturlige ventilation er vigtig for et godt indeklima. Hvis vinduerne og dørene tætnes for at spare på varmen, bliver det naturlige luftskifte væsentligt reduceret. Herved påvirkes indeklimaet, idet lugtstoffer og partikler ventileres langsommere bort. I dette tilfælde skal kirkerummet derfor udluftes regelmæssigt, se afsnit 3.3. nedenfor.

3.3. Udluftning

Kirkerum bør altid luftes ud efter brug. Der skal så vidt muligt skabes gennemtræk ved åbning af døre og vinduer af omkring en times varighed. Nogle kirkerum har mulighed for åbning af særlige luger eller spjæld i vægge og lofter. Det anbefales dog at undgå permanent åbne luger og spjæld for at forhindre insekter, fugle og lignende i at komme ind i kirkerummet. Der kan eventuelt installeres mekanisk åbning for at lette betjeningen.

Udluftning er normalt kun effektiv, når der er åbninger i begge sider eller ender af kirkerummet. Hvis der ikke er tilstrækkelig mulighed for udluftning, kan der installeres en mekanisk udsugningsventilator med afkast til det fri (og ikke i tagrummet). Udsugningsanlæg bør indrettes sådan, at anlægget altid afbrydes automatisk efter 1 eller 2 timers drift.

3.4. Komfortventilation

I kirkerum med stor eller langvarig personbelastning kan der opstå høj CO_2-koncentration. Rum med store syd- eller vestvendte vinduesarealer kan blive for varme på grund af solindstråling, og det kan i disse tilfælde være nødvendigt at installere komfortventilation af hensyn til arbejdsmiljøet.

Ventilationsanlæg behovsstyres efter CO_2 og temperatur. I de mellemliggende perioder afbrydes anlægget for at begrænse energiforbruget. I kirkebygninger med kraftig solopvarmning kan der dog være behov for såkaldt natkøling.

Mekanisk rumkøling vil sjældent være påkrævet under normale danske klimaforhold. I bygninger med store glasarealer begrænses uønsket solopvarmning ved udvendig solafskærmning eller skyggegivende beplantning.

Ventilationsanlæg skal have passende filtre for støv og partikler, og indblæsningsluften forvarmes ved hjælp af varmeveksler eller varmeflade.

Ventilationsanlæg må ikke frembringe generende lyd eller vibration i kirkerummet, og bør udformes, så der ikke opstår generende luftstrømme for ansatte og brugere.

Forinden etablering af ventilationsanlæg skal menighedsrådet rekvirere en klimaundersøgelse (se nærmere under del 1, afsnit 6.1.). Menighedsrådet skal i forbindelse med udarbejdelse af forslag til projekt desuden tage højde for evt. indhentelse af sagkyndige besigtigelser, herunder fra Nationalmuseet.

Stiftsøvrigheden skal godkende forslag om etablering, istandsættelse, udskiftning, ombygning eller fjernelse af ventilationsanlæg.

4. Fugtregulering

4.1. Luftfugtighed

Atmosfærisk luft indeholder fugt i dampform. Luftens fugtindhold måles i relativ luftfugtighed (RF) eller absolut luftfugtighed. Absolut luftfugtighed angiver fugtindholdet i gram vand pr. kubikmeter luft. Relativ luftfugtighed angiver fugtindholdet i procent af den mængde fugt, luften maksimalt kan indeholde ved samme temperatur.

Fugtindholdet i udeluften i Danmark svinger i gennemsnit mellem 2 g/m^3 om vinteren og 12 g/m^3 om sommeren. Forskellen mellem årstiderne skyldes, at luftens evne til at "bære fugt" afhænger stærkt af temperaturen. Varm luft kan indeholde meget mere fugt end kold luft.

Hvis varm luft køles tilstrækkeligt ned, bliver RF 100 %, og der dannes kondens eller tåge. Luften er altså ikke mere fugtig end før, men RF er blevet høj, fordi temperaturen er faldet. Hvis kold luft varmes op, falder RF, fordi den varme luft nu kan bære mere fugt, end der er til rådighed. Luften føles mere tør, men fugtindholdet er uforandret.

Luftens fugtindhold bestemmes overvejende af de atmosfæriske forhold uden for bygningen. Dette skyldes konstant udskiftning af luften ved naturlig ventilation gennem åbninger i vægge og lofter eller utætheder i vinduer og døre.

Bygningens indre overflader og inventaret kan afgive og optage fugt fra luften og dermed påvirke luftfugtigheden. Bidraget herfra kan være betydeligt, hvis bygningen utilsigtet tilføres vand fra utætte rørledninger eller ved mangelfuld bortledning af overfladevand.

Den menneskelige fugtproduktion i et kirkerum er lille i forhold til en bolig eller en arbejdsplads. Dette skyldes, at de enkelte aktiviteter i reglen er kortvarige og ikke omfatter almindelige gøremål som madlavning, tøjvask og bad. Ved arrangementer med mange gæster kan der kortvarigt forekomme et betydeligt fugttilskud, som skal ventileres bort, se afsnit 4.4.

4.2. Grænser for relativ luftfugtighed

Luftfugtigheden påvirker ikke menneskelig komfort, medmindre den er meget lav eller høj. Luftfugtigheden har til gengæld stor betydning for kirkens inventar og udsmykning, herunder f.eks. orgel.

For høj relativ luftfugtighed kan medføre angreb af borebiller eller andre insekter i inventar og udsmykning, mens for lav relativ luftfugtighed kan medføre udtørringsskader i træværket og opskalning i farvelaget på det historiske inventar. For lav relativ luftfugtighed kan endvidere aktivere eventuelle salte i murværk med risiko for nedbrydning af kalkmalerier og andre vægudsmykninger.

Ved for høj luftfugtighed er der stor risiko for udvikling af skimmelsvamp. Skimmelsvamp påvirker indeklimaet og kan give gener for personale og brugere af bygningen. Ved eksponering gennem længere tid kan skimmelsvamp fremkalde sygdom og være helbredsskadeligt.

Den relative luftfugtighed skal så vidt muligt holdes mellem 50 % RF og 70 % RF. I nyere kirker med vedvarende opvarmning kan den relative luftfugtighed falde til 40 % RF i kortere perioder om vinteren.

I kirker med kalkmalerier reguleres den relative luftfugtighed individuelt afhængig af maleriernes tilstand. Menighedsrådet bør kontakte Nationalmuseets kirkekonsulenter for fastsættelse af de tilladelige grænser.

4.3. Fugtstyret opvarmning

I en kirkebygning, der lejlighedsvist opvarmes, vil luftfugtigheden naturligt være over 70 % RF en stor del af året under danske klimaforhold. Dette skyldes lav temperatur og ikke særlig stor fugtproduktion. Forøget ventilation er derfor ikke tilstrækkeligt til at sænke den relative luftfugtighed.

Luftfugtigheden kan i stedet sænkes ved at hæve temperaturen. Denne løsning kan være hensigtsmæssig i en velisoleret bygning, hvis varmen er billig og miljøvenlig. I historiske kirkebygninger er varmetabet gennem den dårligt isolerede klimaskærm (gulv, vægge og loft) imidlertid stort. I disse bygninger er opvarmning en kostbar forholdsregel mod høj relativ luftfugtighed, hvorfor affugtning er mere relevant, se afsnit 4.4. nedenfor.

4.4. Affugtning

Den mest effektive metode til at sænke luftfugtigheden er mekanisk affugtning. Herved fjernes fugt fra luften uden at ændre temperaturen nævneværdigt. Da den overskydende mængde fugt normalt er lille, bliver energiforbruget tilsvarende beskedent.

Der findes to typer affugtere: Kondensaffugtere og sorptionsaffugtere.

1. Kondensaffugtere omdanner vanddampen til flydende vand ved hjælp af en køleflade. Vandet opsamles i en beholder eller føres til et afløb ved hjælp af en indbygget pumpe. Den kræver ikke faste installationer og er velegnet til mobil anvendelse. På simple typer kan det ske, at der dannes is på kølefladen ved temperaturer under 8-10 °C. Visse modeller har en automatisk afrimningscyklus, så de fungerer helt ned til 3-4 °C.

2. Sorptionsaffugtere optager vanddampen i et absorberende filter og afgiver den igen som opvarmet vanddamp til udeluften. Dette princip fungerer også ved lav temperatur, selv under frysepunktet. Denne type egner sig derfor til kirker uden regelmæssig opvarmning.

En affugter kan enten være mobil eller fast installeret. Mobile affugtere skal så vidt muligt placeres centralt i kirkerummet for at opnå en ensartet luftfugtighed. Når kirken benyttes, kan affugteren blot flyttes til en mere diskret placering. I store rum og i rum med en kompliceret geometri kan det være nødvendigt at benytte flere affugtere. Ved anvendelse af afløbsslangen til den mobile affugter, skal afløbsslangen kunne anvendes uden at gøre indgreb i murværk eller øvrige bygningsdele.

Et fast installeret affugtningsanlæg bør have flere åbninger til indblæsning og/eller udsugning for at sikre en ensartet luftfugtighed. Indblæsning bør ikke ske i nærheden af historisk inventar eller udsmykning og ej heller i nærheden af evt. orgel. Af hensyn til støjgener afbrydes anlægget under aktiviteter.

En affugter reguleres af en hygrostat, som indstilles til det ønskede sætpunkt. De fleste typer har indbygget hygrostat. Ved brug af ekstern hygrostat skal den placeres i nærheden af returluft indtaget.

Forinden etablering af affugtningsanlæg skal menighedsrådet rekvirere en klimaundersøgelse (se nærmere under del 1, afsnit 6.1.). Menighedsrådet skal i forbindelse med udarbejdelse af forslag til projekt desuden tage højde for evt. indhentelse af sagkyndige besigtigelser, herunder fra Nationalmuseet.

Stiftsøvrigheden skal godkende forslag om etablering, istandsættelse, udskiftning, ombygning eller fjernelse af fast affugtningsanlæg.

4.5. Befugtning

I en vedvarende opvarmet kirke vil den relative luftfugtighed falde under 40 % RF i kolde perioder om vinteren. Dette kan bedst forebygges ved at sænke rumtemperaturen nogle grader, idet tre grader lavere temperatur vil hæve luftfugtigheden ca. 10 % RF.

Befugtning af luften bør kun ske i nyere kirkebygninger med tilstrækkelig varmeisolering og lufttætte konstruktioner. I ældre og historiske kirkebygninger indebærer befugtning stor risiko for

bygningsskader og ulemper i form af kondens på vinduer og i murværksfalse, kondens i tagrum ved utætheder og i loftskonstruktion, råd og svamp i tagværker.

Forinden etablering af befugtningsanlæg skal menighedsrådet rekvirere en klimaundersøgelse (se nærmere under del 1, afsnit 6.1.). Menighedsrådet skal i forbindelse med udarbejdelse af forslag til projekt desuden tage højde for evt. indhentelse af sagkyndige besigtigelser herunder fra Nationalmuseet.

Stiftsøvrigheden skal godkende forslag om etablering, istandsættelse, udskiftning, ombygning eller fjernelse af befugtningsanlæg.