

**Anbefaling av
aktuelle tiltak og forbedringer
for energieffektiv og miljøriktig drift
Vestre Moland kirke**



September 2025

Innhold

	<u>Side</u>
Oppsummering med anbefaling av forbedringer og tiltak	3
Dagens situasjon	3
Anbefalte forbedringer og tiltak	3
Foranledning og hensikt	4
Kirkens tekniske tilstand, bruk og drift i dag	4
Teknisk tilstand både teknisk og energimessig	4
Bruk, energibruk og inneklima	5
Viktige forutsetninger for mer energieffektiv og miljøriktig drift	5
Viktig for oppnåelse av akseptabelt inneklima	5
Økning i kapasitet for å sikre og oppnå effektiv brukstilpasset oppvarming	5
Forbedringer av kirkens gode varmestyring for å sikre enda mer miljøriktig drift	6
Anbefaling av aktuelle forbedringer og tiltak	7
Tiltak 1 Kontroll og tetting av påviste varmelekkasjer rundt enkelte vinduer og dører	7
Tiltak 2 Full utskifting til mer energieffektive LED-pærer inne i kirken	8
Tiltak 3 Tilleggisolering og tetting av påviste varmelekkasjer på kaldt loft	8
Tiltak 4 Utbedring av kirkens varmestyring og med ny bedre kapasitetsregulering	8
Tiltak 5 Ny elektrisk oppvarming med økt kapasitet og enda bedre termiske forhold	10
Vedlegg 1 Aktuelle benkevarmere med langbølget lavtemperatur strålevarme	16
Vedlegg 2 Datablad FDV for anbefalt benkevarmer type TKV	19

Denne anbefalingen er basert på utført befaring og målinger sammen med mottatte opplysninger og underlag fra Lillesand kirkelige fellesråd ved kirkens drifts- og vedlikeholdsansvarlige. Miljø & RessursDrift er engasjert med ansvar for faglig innhold og har utarbeidet denne skriftlige tiltaksplan og beslutningsunderlag med konkrete råd og anbefalinger. Dette er basert på en forutgående utarbeidet skriftlig tilstandsrapport for kirkens oppvarming, energibruk og termisk inneklima i dag.

Oppsummering med anbefaling av forbedringer og tiltak

Lillesand kirkelige fellesråd arbeider kontinuerlig med vedlikehold av sine kirkebygg. Et viktig mål er å oppnå energieffektiv og miljøriktig drift av sine kirkebygg fremover. I den forbindelse er det gjennomført en faglig grundig gjennomgang av **Vestre Moland kirkes** tilstand med hensyn til oppvarming, energibruk, og termisk inneklima.

Dagens situasjon

Kirken er en såkalt korskirke opprinnelig med hovedskip i gråstein fra tidlig middelalder (oppført mellom 1150-1250). Senere ble kirken utvidet rundt 1797 med kor/alter og to sideskip, sakristier og tårn. Kirken har vernestatus (automatisk fredet før 1650) med en del verdifullt interiør og kirkekunst. Bygningsmessig er kirken relativt dårlig varmeisolert med påviste varmelekkasjer både rundt dører både i hoved- og sideinnganger. Kirken blir varmet opp elektrisk stort sett av eldre rørovnere nede i kirkeskip med el-konvektorer i kor og i de øvrige rom. Siden 2018 har kirken hatt et varmestyringssystem i drift som har bidratt stort sett til gode termiske forhold for besøkende og ansatte kombinert med akseptabelt bevaringsmiljø utenfor bruk. Årsaken er gjennomføring av såkalt brukstilpasset oppvarming så langt det lar seg gjøre. Dette har også resultert i en betydelig lavere energibruk sammenliknet med årene før 2018. Normalisert samlet energibruk for de siste 3 driftsår har i gjennomsnitt ligget rundt **62.000 kWh/år** lik **130 kWh/m² år** – som ligger på samme nivå med andre eldre kirker som gjennomfører brukstilpasset oppvarming. Dette har gitt løpende driftskostnader til både elektrisk energi og nettleie mellom **60.-120.000 kr/år ekskl. mva.** (forventet samlet energipris varierende mellom 1-2 kr/kWh)

Anbefalte forbedringer og tiltak

Det anbefales først gjennomføring av mindre bygningsmessige forbedringer som tetting av påviste varmelekkasjer rundt alle dører i hoved- og sideinnganger. Ytterligere etterisolering av himling mot kaldt loft over kirkerom med tynne matter av mineralull også for tetting av påviste varmelekkasjer. Belysningen inne i kirken blir erstattet gradvis med LED-pærer som nå anbefales erstattet med full utskifting. Det anbefales også utbedring av kirkens varmestyring med utskifting av defekte sensorer. Samtidig bør det utføres en oppgradering med en viktig funksjon for bedre regulering og styring av kirkens installerte kapasitet gjennom året for redusert nettleie. Dette er alle anbefalte tiltak som bør realiseres på kort sikt. Kirken har elektrisk oppvarming med stort sett eldre varmekilder i god funksjonell stand. Oppvarmingskapasiteten i kirkerommet er imidlertid noe lav og bør styrkes for å oppnå mer effektiv brukstilpasset drift i kaldere vinterperioder. På litt lengre sikt bør det installeres ny energieffektiv elektrisk oppvarming basert på lavtemperatur strålevarme i kirkerommet. Dette gir erfaringsvis skånsom varmefordeling lokalt ned i kirkebenkene med akseptable termiske forhold for de som oppholder seg der stillesittende over tid. Dette gir også muligheten for å senke nivået til lufttemperaturen ytterligere ned mot 15-16 °C som bidrar til enda bedre bevaringsmiljø. En økonomisk og miljømessig oversikt over de anbefalte tiltak enkeltvis og samlet er vist i tabellen nedenfor.

Anbefalte forbedringer og tiltak		Investerings- behov (kr. eks. mva.)	Drifts- kostnader (kr/år eks. mva.)	Energi- besparelse (kWh/år)	Redusert CO ₂ -utslipp (tonn/år)
1	Tetting av varmelekkasjer vindu/dører	10.-30.000	-	2.-3.000	0,3-0,4
2	Gruppeskift LED-pærer inne i kirken	3.-5.000	-	500-600	0,1
3	Tilleggisolering/utbedring på kaldt loft	10.-30.000	-	2.-3.000	0,3-0,4
4	Utbedring av varmestyring og oppgradering med «strømvakt»-funksjon	30.-50.000	-	- *)	- *)
5	Ny elektrisk oppvarming med lavtemp. strålevarme med økt kapasitet	700.-900.000	-	20.-25.000	2,6-3,3
SUM anbefalte tiltak 1-4		53.-115.000	-	5.-7.000	0,7-0,9
SUM anbefalte tiltak 1-5		753.-1.015.000	-	25.-32.000	3,3-4,2

*) Tiltak 2 vil ikke bidra redusert energibruk – men vil redusere kirkens nettleie i sommerhalvåret med rundt 4.-5.000 kr/år

Det anbefales gjennomføring av 4 forbedringer og tiltak som vil gi en reduksjon i løpende driftskostnader mellom **5-14.000 kr/år ekskl. mva.** som vil en samlet **inntjenings tid på 7 år og internrente på 14%**. På lengre sikt bør nok ny elektrisk oppvarming realiseres i forbindelse med større innvendig vedlikehold til samlet investeringsbehov mellom **kr. 753.-1.015.000 ekskl. mva.** Likevel er dette viktig for å oppnå **bedre inneklima for akseptabel bevaring av verdifullt interiør og gode termiske forhold for kirkens brukere.** I tillegg bidrar den reduserte bruken av elektrisk energi til et **mindre klimafotavtrykk** og utslipp mellom **3-4 tonn CO₂ årlig** (globalt sett).

Foranledning og hensikt

Lillesand kirkelige fellesråd arbeider kontinuerlig med vedlikehold av sine kirkebygg. Et av de viktige målene er å oppnå mer energieffektiv og miljøriktig drift av alle kirkebyggene fremover. Dette for å holde driftskostnadene så lave som mulig og sikre godt termisk inneklima for besøkende og ansatte kombinert med akseptabel bevaring av uerstattelig interiør, kirkekunst og bygning.

Vestre Moland kirke er en av tre kirkebygg som er nærmere undersøkt og kartlagt for å dokumentere dagens og de siste års tilstand og drift med hensyn til energibruk og termisk inneklima. I den forbindelse er det gjennomført grundig kartlegging av denne kirkens bygningstekniske tilstand og de energitekniske anleggenes funksjon og drift. Riktige og tillitsvekkende anbefalinger krever innsamling av sentrale data fra kirkens driftsansvarlige sammen med grundig utført befarings med nødvendige målinger. Samtidig har kirkens varmestyringssystem gitt meget nyttig informasjon om kirkens bruk, oppvarming og termisk inneklima gjennom de siste driftsår.

Kirkens tekniske tilstand, bruk og drift i dag

Kirken er i dag en korskirke opprinnelig med hovedskip i gråstein fra tidlig middelalder (oppført mellom 1150-1250). Senere ble kirken oppbygget rundt 1797 til en korskirke utvidet med kor/alter og to sideskip mot nord og syd og et viktig brukerområde imellom - den såkalte «korsen». I tillegg ble det bygget prestesakristi med inngang bak altertavle og dåpsrom/lager med tilbygg i **sørlygnordre** sideskip og senere WC i sideinngang mot **nordsør**. Rundt 1660 ble det bygget tårn i **nygotisk stil** med hovedinngang mot vest. Kirken har høy vernestatus (automatisk fredet før 1650) grunnet kirkens eldre del fra middelalderen. Ut ifra innvendig oppmålinger fra befaringen har kirken et samlet oppvarmet bruksareal på **484 m²** og nettovolum på **1920 m³**.

Teknisk tilstand både funksjonelt og energimessig

Bygningsmessig fremstår kirken energimessig på det normale for denne type bygning og alder. Himling over kirkerommet mot kaldt loft består av grovt trebjelkelag delvis fylt med sagflis - senere tilleggsisolert med mineralull. Kirkens del fra middelalderen har tykke doble yttervegger av gråstein som gir dårlig varmeisolering og stor termisk treghet. Den resterende og senere utvidelsen av kirken er stort sett oppført i grovere laftet tømmer senere utvendig panelt uten nevneverdig varmeisolasjon. De fleste vinduer har 2-lags vanlig glass og massive ytterdører i treverk uten særlig varmeisolasjon. Utført termografering viste også her betydelige utettheter og varmelekkasjer rundt enkelte vinduer i kirkerommet og ytterdører i både hoved- og sideinnganger. Kirken har tregulv oppforet på terreng.

Oppvarmingen i kirken er direkte elektrisk. Kirkerommet nede i skip blir varmet opp stort sett av eldre rørovnere under annen hver kirkebank nede i kirkeskipene. Galleriene har ingen faste installerte varmekilder. Kor og alterområdet blir varmet opp av eldre konvektorer - en på hver side av alterring. Prestesakristi og dåpsrom blir varmet opp av både eldre og nyere konvektorer. Videre blir kirkens våpenhus med hovedinngang varmet opp av eldre rørovnere. Utført termografering viser at alle varmekilder er i relativt god funksjon med akseptabel overflatetemperatur under full drift. Samlet installert effekt til oppvarming ligger rundt **44 kW** lik **90 W/m²** eller **23 W/m³**. Kirkerommet imidlertid har installert rundt **37 kW** lik **99 W/m²** eller **23 W/m³**. Erfaringsvis er dette **noe lavt for å gjennomføre en effektiv brukstilpasset oppvarming i kaldere vinterperioder**. Kirkens varmestyringssystem i drift fra 2018 med egen oppfølgings- og rapporteringsmodul bekrefter dette langt på vei. Det gjennomføres effektiv brukstilpasset oppvarming gjennom store deler av fyringssesongen under milde til moderate vinterperioder. Blir det kaldere øker oppvarmingstiden fra hviletemperatur opp til ønsket brukstemperatur betydelig i det store kirkerommet. Etter nærmere gjennomgang ble det oppdaget at noen av systemets sensorer for temperatur og luftfuktighet ikke lenger er i drift. Dette bør snarlig utbedres. En såkalt «strømvakt-funksjon» for å redusere og tilpasse oppvarmingskapasiteten blant annet til kirkens lavere oppvarmingsbehov i sommerhalvåret kan også bli aktuell.

Belysningen består av lysekroner i himling og lampetter på vegger i skip og med utenpåliggende armaturer i himling under gallerier. Belysningen i sakristier og våpenhus består også av utenpåliggende armaturer i himling. Det skjer en gradvis utskifting til mer energieffektive LED-lyskilder i hele kirken. All belysning inne blir manuelt styrt av kirkens driftsansvarlige og brukere. Kirken har nyere fasadebelysning med energieffektive LED-armaturer som styres automatisk basert på lysnivået ute.

Kirkens øvrige elektriske anlegg har hovedinntak og -fordeling bestående av komponenter og utstyr av nyere dato. Kirken har to elektriske abonnement med sikringer på henholdsvis 3x200 A (hoved) og 3x63 A på fasadebelysning. Kirkens elektriske hovedtilførsel og kabel vil nok tåle en økning i kirkens oppvarmingskapasitet (dette må selvsagt avklares nærmere med Glitre Nett AS).

Bruk, energibruk og inneklima

Kirkens bruk og aktivitetsnivå opplyses å være relativt moderat til høy gjennom året. Etter mottatte opplysninger gjennomføres det rundt **85 aktiviteter** med en samlet brukstid rundt **280 timer i året** eller rundt **5 timer ukentlig** (inkludert tid til klargjøring og forberedelse både før og etter enkelte aktiviteter). Gudstjenester og begravelser er de aktiviteter som gjennomføres mest i løpet av et normalår.

Samlet årlig energibruk for kirken før installasjon og drift av varmestyringssystemet i 2018 var meget høyt mellom **90.-100.000 kWh/år**. For de siste 3 årene har den samlede energibruk ligget rundt **62.900 kWh/år** lik **130 kWh/m² år** - når dette er normalisert for både kalde og varme år.

Sammenlignet med andre kirker med omtrent samme brukstid og alder som gjennomfører effektiv brukstilpasset oppvarming må dette erfaringsvis betraktes som lavt til moderat høyt. Kirkens kostnader til kjøpt elektrisk energi og nettleie har ligget mellom **60.-120.000 kr/år ekskl. mva.** med en forventet energipris som har stort sett variert mellom 1-2 kr/kWh.

Basert på grundige beregninger med det anerkjente energi- og inneklimasimuleringsprogrammet **Simien** kalibrert mot samlet energibruk ovenfor viser også hvordan tilført energi til kirken fordeler seg. Hele **90 %** av samlet energi går til oppvarming av kirkens rom og lokaler, mens **6%** går til belysning (ekskl. fasadebelysning på eget abonnement) og drift av annet elektrisk utstyr og varmt forbruksvann utgjør rundt **4 %**. **Dette viser med all tydelighet at redusert bruk av elektrisk energi til oppvarming vil være viktigst for å oppnå bedre driftsøkonomi. Samtidig vil dette bidra til et klimafotavtrykk og CO₂-utslipp rundt 8 tonn/år fra kirken** (globalt sett).

Kirkens termiske inneklima påvirkes i stor grad av hvordan oppvarmingen gjennomføres gjennom fyringssesongen. Det utføres effektiv brukstilpasset via kirkens varmestyringssystem stort sett gjennom hele fyringssesongen. **Dette gir relativt gode termiske forhold for ansatte og brukere under bruk kombinert med akseptabel bevaring av kirkens verdifulle interiør og bygning. Likevel er det behov for en mindre kapasitetsøkning spesielt i kirkerommet for å gjennomføre effektiv brukstilpasset oppvarming i kaldere vinterperioder.**

Viktige forutsetninger for mer energieffektiv og miljøriktig drift

Et viktig mål for oppgradering av denne kirken er at det oppnås en mer energieffektiv og miljøriktig drift fremover. For det første er det lagt til grunn viktige forutsetninger for å kombinere godt termisk inneklima i kirkens viktige brukrområder og akseptabel bevaring spesielt av kirkerommets verdifulle interiør og bygning. **Erfaringene viser at dette langt på vei oppnås ved gjennomføring av effektiv brukstilpasset oppvarming med lavest mulig hviletemperatur, når kirken ikke er bruk.**

Viktig for oppnåelse av akseptabelt inneklima

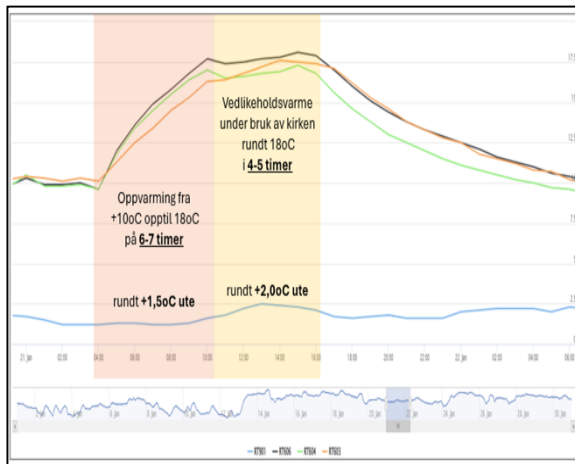
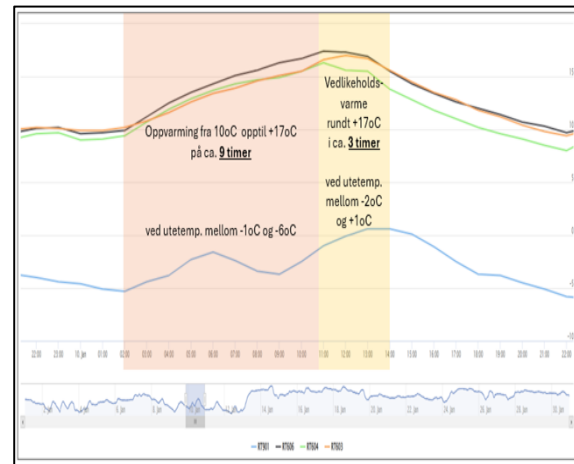
Mange erfaringer viser at brukstilpasset oppvarming med lav hviletemperatur kombinert med korte oppvarmingsperioder til høyere brukstemperatur ofte resulterer i energieffektiv og inneklimatestet drift. Spesielt i denne kirken med moderat til høy bruk ligger det erfaringsvis godt til rette for dette. Følgende forhold er viktig å gjennomføre for akseptabel oppnåelse i praksis:

Akseptabel bevaring av verdifullt interiør og bygning oppnås når den relative luftfuktighet stabil ligger rundt **50 %RF (+/-10 %RF)**. I kaldere vinterperioder med de lokale klimaforhold må hviletemperaturen senkes ned under **10°C** og til tider enda lavere for å oppnå riktig luftfuktighet. Få og korte oppvarmingsperioder er derfor viktig for å oppnå et stabilt og akseptabelt bevaringsmiljø i kirkerommet. Korte oppvarminger til høyere brukstemperatur opp mot **6-8 timer** vil erfaringsvis ha ingen til liten negativ innvirkning for bevaringen av kirkens verdifulle interiør og bygning.

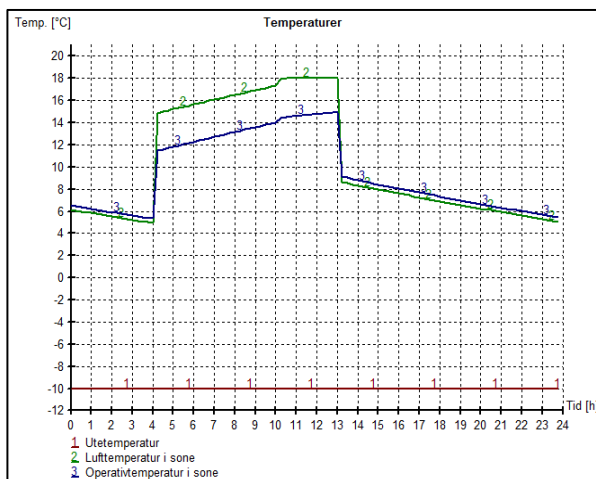
Akseptable termiske forhold for kirkens brukere er også viktig. Erfaringene viser at bruk av nærvarme gir termisk sett gode forhold for relativt stillesittende brukere. I kaldere vinterperioder med normal vinterbekledning bør det kunne oppnås akseptable forhold for brukerne for lufttemperatur ikke over **19°C**. Lavtemperatur strålevarme har i noen tidligere gjennomførte prosjekter gitt eksempelvis akseptable termiske forhold for brukerne ved lufttemperatur helt ned mot **16°C**.

Økning i kapasitet for å sikre effektiv brukstilpasset oppvarming

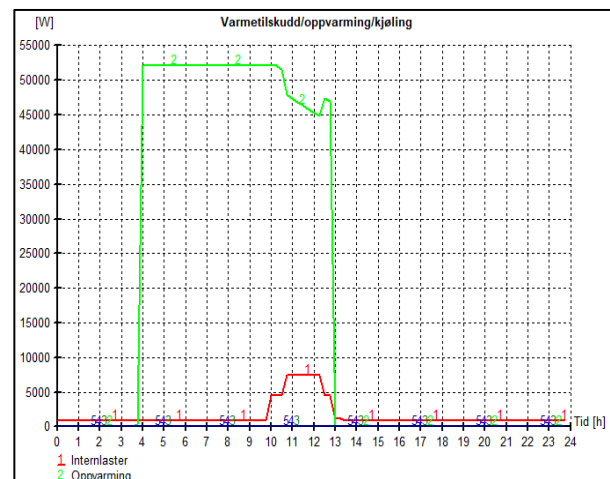
Kirkens oppvarming er i relativt god funksjonell stand med en samlet installert kapasitet som er noe lav for å kunne gjennomføre effektiv brukstilpasset oppvarming i kaldere vinterperioder. Dette blir langt på vei bekreftet av varmestyringens oppfølgingsmodul gjennom to typiske eksempler på oppvarminger fra lav hviletemperatur (10°C) opp til ønsket/innstilt brukstemperatur (17/18°C) utført i en mildere (+2°C ute) og i en kaldere vinterperiode (-1°C/-6°C ute), som vist av diagrammene på neste side.

Oppvarming fra +10°C til +18°C på 6-7 timer ved +2°C uteOppvarming fra +10°C til +17°C på 9 timer ved -1/-6°C ute

Ved bruk av beregningsprogrammet **Simien** er det beregnet en nødvendig samlet kapasitet for kirkerommet med sakristier opp mot **52 kW** for å kunne gjennomføre effektiv brukstilpasset oppvarming i kalde vinterperioder (ned mot -10°C) som vist av diagrammene nedenfor.



Oppvarming fra 5°C til 18°C inne rundt 6-7 timer (-10°C ute)



Nødvendig kapasitet for brukstilpasset oppvarming (-10°C ute)

Sakristier og WC har imidlertid i dag tilstrekkelig installert kapasitet samlet rundt 4 kW for å gjennomføre effektiv brukstilpasset oppvarming gjennom hele vinteren. Derimot må installert kapasitet for hele kirkerommet økes til rundt **48 kW** lik **129 W/m²** eller **30 W/m³** for å sikre effektiv brukstilpasset oppvarming i kirkerommet under forutsetningen om at **alle anbefalte bygningsmessige forbedringer og tiltak er eller blir gjennomført.**

Forbedringer av kirkens gode varmestyring sikrer enda mer miljøriktig drift

Erfaringene så langt viser at kirkens automatiserte og brukervennlige varmestyring bidrar og sikrer gjennomføring av anbefalt brukstilpasset oppvarming. Dette bidrar og sikrer oppnåelse nært opp til akseptabelt termiske inneklima både under og utenfor bruk av kirken – spesielt for kirkerommet. Det er riktignok ikke helt tilstrekkelig installert kapasitet i eksisterende oppvarming av kirkerommet til å gjennomføre effektiv brukstilpasset oppvarming som vist og bekreftet overfor. Ved nærmere kontroll og gjennomgang av varmestyringens oppfølgingsmodul ble det oppdaget at noen av sensorene i kirkerommet ikke er drift. Dette bør utbedres slik at det oppnås bedre kontroll med det termiske inneklimaet i alle kirkerommets brukerarealer fremover. Samtidig bør det installeres og settes i drift en funksjon for registrering kirkens samlede energibruk for bedre å kontrollere og tilpasse energibruken til varierende oppvarmingsbehov gjennom året. Med dagens nye nettleie med avregning etter både energibruk og uttatt kapasitet (de 3 høyeste energitopper kWh/time i løpet av en måned) blir dette viktig få oversikt og regulert best mulig. Varmestyringen med en slik effektiv «strømvakt-funksjon» vil kunne redusere kirkens nettleie betraktelig i årets mildere og varmere måneder. Varmestyringen har allerede gitt økt bevissthet og kunnskap hos kirkens ansatte og brukere om viktigheten av riktig oppvarming, bevaring og termisk komfort som vil bli enda bedre fremover.

Anbefaling av aktuelle forbedringer og tiltak

Da nesten **90% av samlet energibruk går til oppvarming av kirkens rom og lokaler** er det viktig å komme frem til aktuelle forbedringer og tiltak som samtidig bidrar til akseptable inneklimateiske forhold. Det siste er ikke minst viktig for denne kirken med høy vernestatus med eldre verdifullt interiør og uerstattelig kirkekunst. Samtidig er det viktig å begrense bruken av dyr og høyverdig elektrisk energi til oppvarming fremover.

Mulige forbedringer og tiltak er vurdert og anbefalt gjennomført for denne kirken. Basert på tidligere erfaringer er det hensiktsmessig og praktisk å anbefale en realisering av aktuelle tiltak primært prioritert etter investeringsomfang, forventet redusert elektrisk energibruk/-kostnad og klimafotavtrykk som vist nedenfor.

Tiltak 1 Kontroll og tetting av påviste varmelekkasjer rundt enkelte vinduer og ytterdører.

Tiltak 2 Full utskifting til mer energieffektive LED-pærer inne i kirken.

Tiltak 3 Tilleggisolering og tetting av påviste varmelekkasjer på kaldt loft.

Tiltak 4 Utbedring av kirkens varmestyring og med ny bedre kapasitetsregulering.

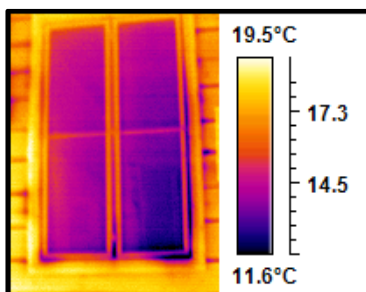
Tiltak 5 Ny elektrisk oppvarming med økt kapasitet og enda bedre termiske forhold

Tiltak 1 og 2 er anbefalte forbedringer som er lite kostnadskrevende og bør kunne utføres og realiseres på kort sikt (antagelig over kirkens inneværende eller kommende driftsbudsjett). Dette vil bidra til å redusere kirkens energibruk og oppvarmingsbehov i noen grad. **Tiltak 3 og 4** er noe mere kostnadskrevende - men vil videre realisert resultere i betydelig redusert energibruk og behov for oppvarming – spesielt i kirkerommet. Dette vil føre til bedre og mer effektiv brukstilpasset oppvarming i de kaldere vinterperioder og mer akseptabel bevaring av det verdifulle interiøret der. **Tiltak 5** med anbefalt ny mer skånsom og effektiv elektrisk oppvarming primært i kirkerommet er kostnads- og investeringskrevende og bør antagelig realiseres på litt lengre sikt. Dette er den forbedringen som vil bidra til endelig oppnåelse av kirkens mest akseptable termiske inn klima både utenfor og under bruk. Videre viser flere års driftserfaringer i andre eldre kirker at det også kan oppnås akseptable termiske forhold for de som oppholder seg stillesittende nede i benkeområde ved denne type lavtemperatur strålevarme helt ned til temperaturer ned mot 16°C. Spesielt i kaldere vinterperioder vil dette bidra til høyere luftfuktighet og forbedret bevaringsmiljø for interiør og orgel. Samtidig vil dette også gi betydelig reduksjon i kirkens energibruk og årlige driftskostnader til oppvarming.

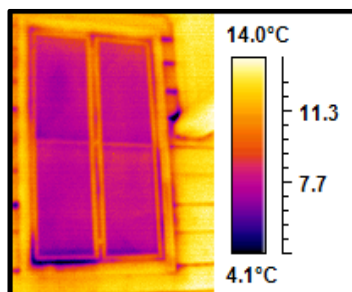
Mer miljøriktige alternative løsninger som luft-luft varmepumper sammen med elektrisk oppvarming eller bergvarmepumper med omlegging til vannbåren oppvarming er ikke aktuelt å vurdere nærmere. Fremføring av nødvendig rør- og kabelnett spesielt i kirkerommet er dette vanskelig estetisk og lite reversibelt - erfaringsvis ikke forenlig med bevaringsmyndighetenes gjeldende krav og faglige råd.

Tiltak 1 Kontroll og tetting av påviste varmelekkasjer rundt enkelte vinduer og ytterdører

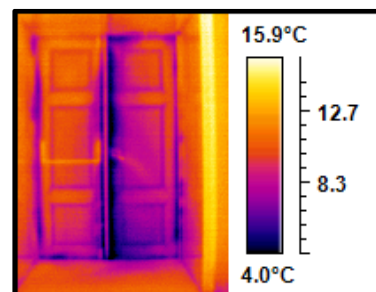
Det ble utført kontroll både visuelt og ved termografering som påviste utettheter og varmelekkasjer rundt enkelte vinduer og dører i kirkerom og dåpsakristi, vist eksempelvis av termofoto nedenfor.



Utettheter rundt vindu i kor mot kor



Utettheter rundt vindu i sideskip Øst



Utettheter rundt dør - hovedinngang

Det anbefales at alle vinduer og dører kontrolleres og eventuelt justeres for å oppnå bedre tilslutning mellom vindusramme/dørblad og karm om mulig. Deretter monteres kraftige og holdbare tetningslister. Videre bør lister demonteres mellom karm og yttervegg og deretter tettes med isofiber eller annet godkjent tettingsmateriale (anbefalt av bevaringsmyndighetene) før lister monteres tilbake.

Dette vil anslagsvis kunne gjennomføres til en kostnad på mellom **kr. 10.-30.000,- ekskl. mva.** (avhengig om dette gjøres i egen regi eller av andre). Forventet energibesparelse ligger mellom **2.-3.000 kWh/år** med en reduksjon i årlig kostnader til elektrisk energi og nettleie på **2.-6.000 kr/år ekskl. mva.**

Tiltak 2 Full utskifting til mer energieffektive LED-pærer inne i kirken

Det har de siste årene skjedd en betydelig teknologisk utvikling av belysning både inne og ute med større kapasitet og tilfredsstillende lyskvalitet. LED-belysning er nok den teknologien som har hatt størst utvikling og som gradvis vil erstatte dagens belysning fremover.



Belysning i kirkerom



LED-designpære (3W)



LED-pære normal (6W)



Samme LED-pære tent

LED-pærer leveres i nesten alle størrelser, lysstyrker og til nesten alle typer sokler. Alle glødelamper og halogenpærer inne i kirkerom og kirkens øvrige rom kan erstattes med LED-pærer som gir samme lysstyrke og akseptabel lyskvalitet med betydelige mindre tilført elektrisk energi og lengre levetid, se noen aktuelle LED-pærer eksempelvis av fotoene ovenfor mot høyre.

All belysning inne i kirken blir gradvis erstattet med LED-pærer med riktig type sokkel. En samlet resterende gruppeutskifting vil anslagsvis koste mellom **3.-5.000 kr. ekskl. mva.** med dagens prisnivå. Dette vil resultere i en redusert elektrisk energibruk rundt **500-600 kWh/år** med en reduksjon i årlige driftskostnader rundt **500-1.200 kr/år ekskl. mva.** Samtidig har LED-pærer betydelig lengre levetid enn glødelamper/halogenpærer.

Tiltak 3 Tilleggisolering og tetting av påviste varmelekkasjer på kaldt loft

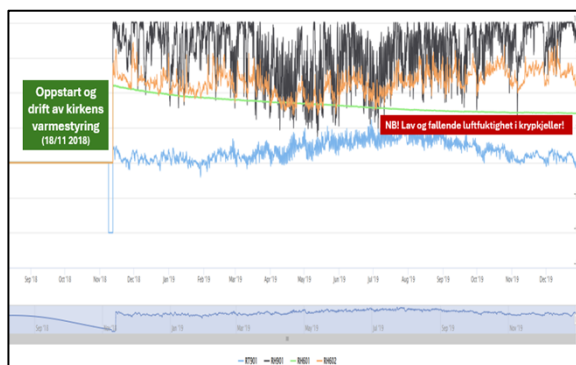
Himling mot kaldt loft over kirkerommet består opprinnelig av en bjelkekonstruksjon med stendere og dragere av grovt tømmer fylt med sagflis/spon i stubbeloft. Senere er himlingen over kirkerommet etterisolert med mineralullplater med varierende tykkelse mellom 10-20 cm. Under utført termografering nedenfra kirkerommet ble det påvist en del varmelekkasjer i utført tilleggisolering – særlig i overgangen mellom himling og yttervegg (dessverre har termofotoene blitt slettet under datalagring).

Det anbefales utført en grundigere termografering på kaldt loft med eventuelt etterfølgende utbedring med utrulling av matter av godkjent tilleggisolasjon på 5 cm tykkelse helst krysslagt i to lag for å redusere påviste varmelekkasjer. Dette kan utføres i egen regi ved eventuelt bruk eller anskaffelse av enkelt termosøkende måleutstyr. I dag er det mulig å montere et lite termokamera med programvare på en nyere mobiltelefon som gir (til en kostnad rundt 5.000 kr ekskl. mva.). Dette vil erfaringsvis kunne gjennomføres til en kostnad på mellom **kr. 10.-30.000,- ekskl. mva.** (avhengig om dette gjøres i egen regi eller av andre). Forventet energibesparelse vil utgjøre forsiktig anslått til **2.-3.000 kWh/år** med en reduksjon i årlige driftskostnader mellom **2.-6.000 kr/år ekskl. mva.**

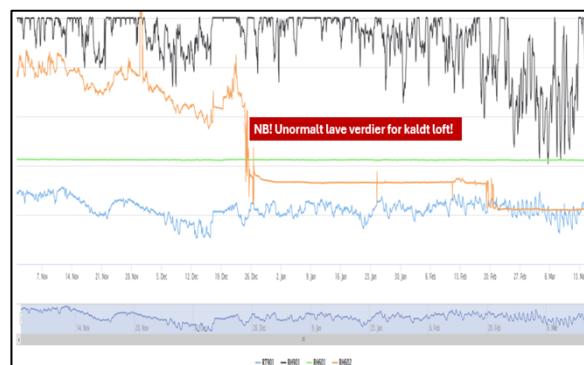
Tiltak 4 Utbedring av kirkens varmestyring og med ny bedre kapasitetsregulering

Et automatisert og brukervennlig styringssystem har vært i drift fra 2018 som har gitt muligheter til riktig regulering og styring av kirkens oppvarming og aktiv oppfølging av temperatur og luftfuktighet i de viktigste brukerområder. En grundig gjennomgang og bruk av styringssystemets oppfølgingsmodul viste at det stort sett gjennomføres ønsket og anbefalt brukstilpasset oppvarming gjennom store deler av fyringssesongen. Videre ble det påvist og oppdaget at systemets sensorer for temperatur og luftfuktighet plassert i kirkens krypkjeller og på kaldt loft ikke lenger er i drift som vist av diagrammene øverst på neste side.

Utskifting av disse defekte sensorer er viktig og nødvendig for å registrere og ha kontroll med luftfuktigheten i både krypkjeller og kaldt loft for tidlig å kunne hindre utvikling av omfattende fuktskader på bygningskonstruksjonen i disse områder.



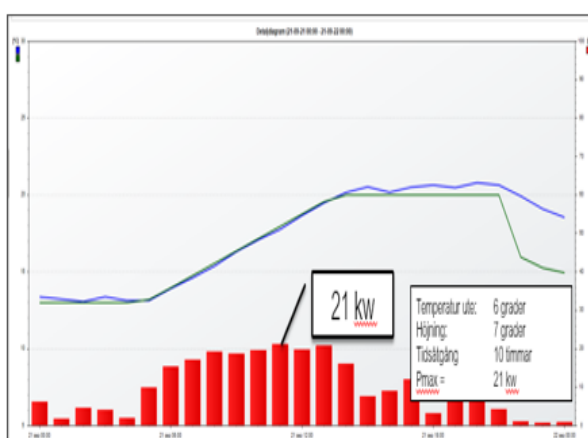
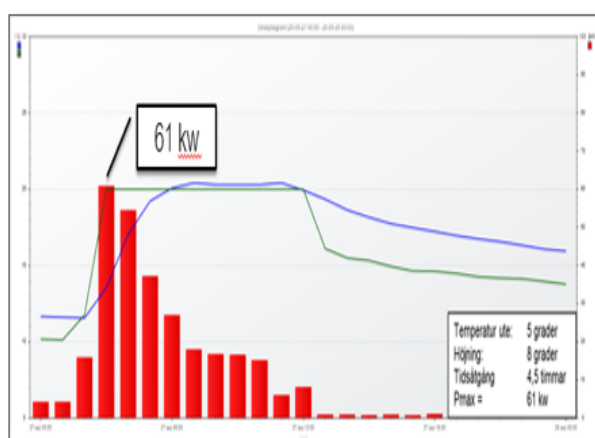
Sensor for luftfuktighet i krypkjeller ute av drift ved oppstart



Sensor for luftfuktighet på kaldt loft ute av drift fra 25/12-2022

Allerede ved oppstart av varmestyringssystemet er det først nå oppdaget og dokumentert at sensoren for registrering av temperatur og luftfuktighet i krypkjeller (se lysgrønn synkende kurve ned til unormalt lave verdier i diagrammet til høyre ovenfor). Dette skulle vært fulgt opp av systemleverandøren og utbedret umiddelbart antagelig med utskifting av aktuell sensor kort tid etter oppstart og normal drift av styringssystemet. Videre er det registrert unormalt lave verdier for luftfuktigheten på kaldt loft for sensoren plassert på kaldt loft. Begge diagrammene ovenfor viser at registrerte verdier for luftfuktigheten på kaldt loft er normale ved oppstart av styringssystemet og frem til rundt 25/12-26/12 2025. Etter dette tidspunktet viste denne sensoren unormalt lave verdier. Disse sensorene anbefales erstattet med nye sensorer med etterfølgende funksjonstest utført av systemleverandør. Utskifting av sensor i krypkjeller som ikke har funksjonert siden driftsstart av styringssystemet forutsettes utbedret kostnadsfritt av systemleverandør. Samtidig bør det utføres en kontroll og funksjonstest av alle sensorer til en liten kostnad av systemleverandør.

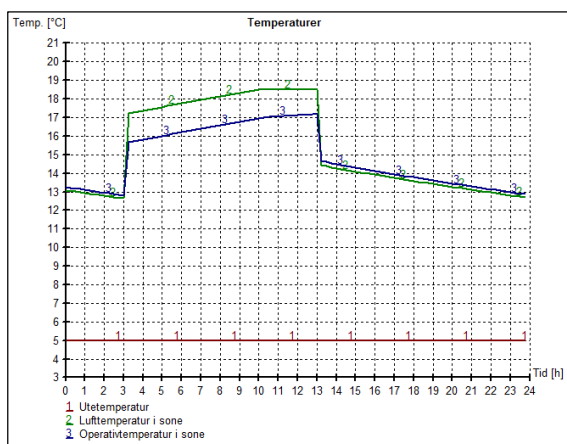
Ny funksjonsstyring av kirkens oppvarming bedre tilpasset ny nettleie-tariff er viktig å få installert og satt i drift for å redusere betydelige driftskostnader til nettleie. Dette krever installasjon av en egen energimåler som gir pålitelige verdier inn til varmestyringssystemet om kirkens samlede levert elektriske energi fortløpende. Spesielt ved fortsatt gjennomføring av brukstilpasset oppvarming må og bør varmestyringen være utstyrt med en automatisert funksjon som aktivt tilpasser og begrenser tilført kapasitet for å klare en innstilt temperaturheving inne i kirken til rett tid. Dette vil resultere i lavere tilført kapasitet og energibruk ved gjennomføring av brukstilpasset oppvarming i varmere perioder eksempelvis sommer, vår og høst. Denne funksjonen kalles ofte «strømvakt» eller «effektkontroll» i de aktuelle varmestyringssystemer som leveres til kirkebygg. Diagrammene nedenfor viser eksempelvis stor forskjell i kapasiteten ved effektiv gjennomføring av brukstilpasset oppvarming med og uten en slik funksjonalitet for «effekt kontroll» i årets varmere perioder.



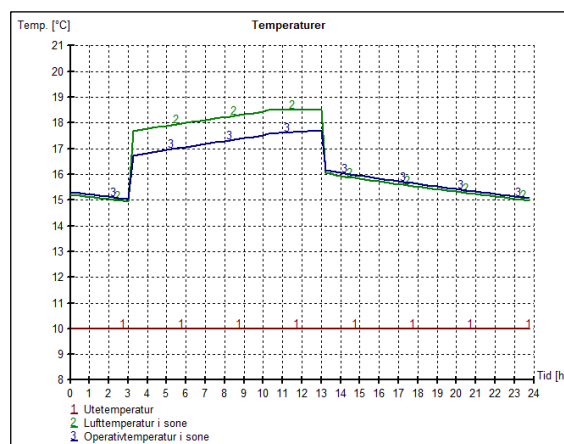
Eksempel på høyere kapasitet ved unødvendig rask oppvarming enn betydelig lavere kapasitet over lengre tid i varmere perioder

Med en slik funksjonalitet aktivert vil nødvendig og innkoplet kapasitet til oppvarming reduseres og vil dermed variere erfaringsvis mellom 50-80% i varmere perioder i sommerhalvåret. Dette vil gi betydelige lavere månedlige og årlig kostnad til dagens elektriske nettleie fremover.

Erfaringsvis vil de aktuelle utbedringer sammen med installasjon av egen energimåler sammen med «strømvakt-funksjon» satt i aktiv drift koste anslagsvis mellom **30.-50.000 kr. ekskl. mva.** (laveste prisanslag forutsetter at defekte sensorer skiftes ut og settes i normal drift kostnadsfritt av systemleverandør). En gjennomføring av ovennevnte utbedringer vil i utgangspunktet ikke medføre vesentlige reduksjoner i kirkens samlede energibruk – men derimot gi en betydelig reduksjon i nettleien. En gjennomgang av fakturaer for nettleie for de siste årene viser at effektledet ligger og blir avregnet litt over 40 kW (kWh/h) i nettleiens kapasitetstrinn mellom 25-50 kW med en kostnad på 1536 kr/mnd. ekskl. mva. stort sett gjennom alle årets måneder. Beregningsprogrammet Simien viser at brukstilpasset oppvarming av kirkens lokaler og spesielt kirkerommet krever betydelig mindre kapasitet for å heve temperaturen i mildere og varmere perioder fra vår, sommer og høst, som vist at diagrammene nedenfor.



Oppvarming til 19°C inne med 24 kW ved +5°C ute



Oppvarming til 19°C inne med 14 kW ved +10°C ute

Beregningene ovenfor er basert på innhentede klimadata for den meteorologiske værstasjon på Kjevik lufthavn – hvor timesregistrert minimumstemperatur sjelden vil ligge under +5°C på dagtid om vår og høst for månedene april, mai og september. For de typiske sommermånedene juni, juli og august vil minimumstemperaturen sjelden ligge under +10°C på dagtid. Med det som utgangspunkt vil installasjon og riktig drift av den nye strømvaktfunksjonen i kirkens styringssystem bidra til følgende forventet reduksjon i nettleiens kapasitetsledd som vist i tabellen nedenfor.

Måneder (vår, sommer og høst)	Avregnet kapasitetsledd i kirkens nettleie			
	Uten strømvaktfunksjon (i dag)		Med strømvaktfunksjon	
	Kapasitetstrinn (kWh/h)	Kostnad (kr/mnd.)	Kapasitetstrinn (kWh/h)	Kostnad (kr/mnd.)
April	25-25	1536,00	20-25	992,00
Mai	25-50	1536,00	20-25	992,00
Juni	25-50	1536,00	10-15	608,00
Juli	25-50	1536,00	10-15	608,00
August	25-50	1536,00	10-15	608,00
September	25-50	1536,00	20-25	992,00
Samlet for vår, sommer og høst		9 218,00		4800,00
Redusert kostnad i nettleie (kr/år)		4 418,00		

Basert på dagens installerte kapasitet til oppvarming og priser på nettleie vil dette gi en forventet reduksjon i kirkens nettleie mellom **4.-5.000 kr/år ekskl. mva.** som de nærmeste årene sannsynligvis vil øke betydelige i årene fremover. Kostnadene til løpende oppgradering og support for å sikre riktig drift fremover forventes erfaringsvis å bli uforandret fra systemleverandør (enn de som er i dag).

Tiltak 5 Ny elektrisk oppvarming med økt kapasitet og enda bedre termiske forhold

Kirken blir varmet opp direkte elektrisk i dag - varmet opp av eldre rørover under stort sett annenhver kirkebenk i «korsen», kirkeskip og hovedinngang - men med eldre konvektorer på vegg i kor og sakristier. Oppvarmingen er i relativt god funksjonell stand – men har noe lav kapasitet til å utføre effektiv ønsket brukstilpasset oppvarming i kirkerommets brukerområder i kaldere vinterperioder.

I den forbindelse er det utført beregninger med Simien for å fastlegge nødvendig kapasitetsbehov for å utføre mer effektiv brukstilpasset oppvarming gjennom hele fyringssesongen. Samlet nødvendig kapasitet for kirkerommet med sakristier er beregnet til **52 kW** for effektiv brukstilpasset drift i kalde vinterperioder (ned mot -10°C), som nærmere vist på side 6. Sakristier og WC har imidlertid i dag en samlet installert kapasitet rundt **4 kW** for å gjennomføre effektiv brukstilpasset oppvarming gjennom hele vinteren. Dermed kreves det økning av en nødvendig installert kapasitet samlet for hele kirkerommet opp mot **48 kW** lik **129 W/m²** eller **30 W/m³** under forutsetningen om at **alle anbefalte bygningsmessige forbedringer og tiltak er eller blir gjennomført**.

For å oppnå best mulig termiske forhold må den nødvendige oppvarmingskapasitet fordeles jevnt over hele kirkerommet så godt som praktisk mulig. Dette gjøres enklest og best mulig ved å fordele etter brukerområdenes fysiske størrelse. I dette kirkerommet med relativ stor takhøyde vil det være mest riktig å dimensjonere nødvendig oppvarmingskapasitet etter oppvarmet volum for de enkelte brukerområder. Spesielt i brukerområdet mellom kor og kirkeskip – den såkalte «korsen» er det nødvendig med noen ekstra vurderinger og eventuelle avklaringer. Det er blitt mer og mer aktuelt med større fokus og ønsker om å åpne dette området (i andre kirker) for mer fleksibel bruk fremme i denne type kirkerom. Det er foreløpig ikke fremkommet slike ønsker og planer i denne kirken. Likevel er det utarbeidet en tabelloversikt til nærmere orientering om fordeling av nødvendig oppvarmingsbehov i de enkelte brukerområder for å oppnå best mulig termisk balanse i hele kirkerommet som vist nedenfor.

Brukerområder i kirkerommet	Fysisk størrelse og nødvendig oppvarmingskapasitet		
	Oppvarmet volum (m ³)	Uforandret brukssituasjon (kW)	Mer fleksibel bruk med fjerning av benker (kW)
Kor og alter	282	8,5	10
«Korsen»	271	8	0
Hovedskip	513	15,5	18
Sideskip-syd	272	8	10
Sideskip-nord	272	8	10
Samlet kirkerom	1 610	48	48

Tabellen ovenfor viser nødvendig oppvarmingskapasitet fordelt på de enkelte brukerområdene i kirkerommet med uforandret brukssituasjon som i dag og alternativt med omlegging til mer fleksibel bruk med fjerning av faste benker eksempelvis fremme i «korsen». Det er dette området som er mest aktuelt for omlegging til mer fleksibel bruk i denne type kirkerom. Ved eksempelvis fjerning av alle faste kirkebenker i «korsen» må nødvendig kapasitet i de andre brukerområdene økes noe for å oppnå ønsket termisk balanse i kirkerommet. I praksis viser dette seg ikke helt lett å få gjennomført - da erfaringene viser imidlertid at det ofte er vanskelig å få installert tilstrekkelig oppvarmingskapasitet i kor- og alterområdet. Hovedårsaken er at det er begrenset tilgang på egnede typer varmekilder for skånsom avgivelse av varme og for få estetisk egnede og tilgjengelige plasser for installasjon. Det bør derfor vurderes nye mulighetene for tilgjengelig plasseringer for installasjon av egnede varmekilder minst mulig synlig med best mulig og skånsom varmeavgivelse til verdifullt interiør og kirkekunst.

Kor- og alterområdet

Oppvarmingen i dette viktige brukerområdet har i dag for lav kapasitet (2-3 kW) i forhold til resten av kirkerommet. Dette fører til termisk ubalanse mellom kirkerommets brukerområder spesielt under oppvarmingsfasen og særlig når ønsket brukstemperatur ikke oppnås helt i kaldere vinterperioder. Det fører ofte til sjenerende luftbevegelser spesielt i «korsen» med blafrende lys og søling av stearin.

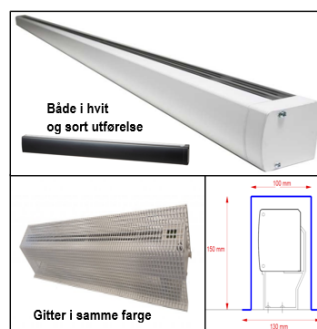


Eldre panelovn (4 effekttrinn)



Ribberøsovn (standard farge)

Alt.



Varmelist type MX på gulv med/uten gitter

De eksisterende eldre panelovner anbefales erstattet med varmekilder montert og installert på gulv og ledige plasser langs vegger. Ribberørsovner (av **typen RR** levert av Onninen AS tidligere Elektroskandia AS, vist av foto på foregående side) er installert på gulv i mange eldre kirker for å oppnå god estetisk harmonisering tilpasset eldre interiør i dette brukerområdet. Denne oppvarmingsløsningen er tidligere godkjent av bevaringsmyndighetene med gode erfaringer. Ribberørsovnene leveres i forskjellige lengder mellom 0,7 og 2,1 meter med tilsvarende installert effekt mellom **400-1.400 W** som vil gi en gjennomsnittlig avgitt kapasitet rundt **650 W/m varmekilde**.

Det er også installert en annen oppvarmingsløsning i kor- og alterområdet med varmelister plassert på gulv av **typen MX** (en lav og smal konvektor eller såkalt luftgjennomstrømningsovn - se foto til høyre på foregående side) i noen eldre kirker godkjent av bevaringsmyndighetene med gode oppnådde resultater så langt. Varmelistene monteres på gulv med riktig tilpassede braketter for å oppnå sikkerhetsmessig avstand til både vegger og gulv. Utvendig maksimal overflatetemperatur på varmelisten er oppgitt av leverandøren til 82°C. Dette gjør at denne oppvarmingsløsningen bør leveres med et beskyttelsesgitter som vist ovenfor til høyre. Både varmelister og beskyttelsesgitter leveres i standard sort og hvit utførelse, men kan også leveres i alle RAL-farger etter ønske. De aktuelle varmelister leveres i forskjellige lengder mellom 0,5-2,0 meter med tilsvarende installert effekt mellom **300-1.300 W**, som vil gi en gjennomsnittlig avgitt kapasitet rundt **650 W/m varmekilde**.

Ut ifra dette vil det være brukerområdets interiør og de øvrige estetiske forhold som avgjør den endelige oppvarmingsløsning og valg av type varmekilde. **Forslag til planlagt og ønsket oppvarmingsløsning anbefales realisert i nært samarbeid og godkjent av bevaringsmyndighetene.**

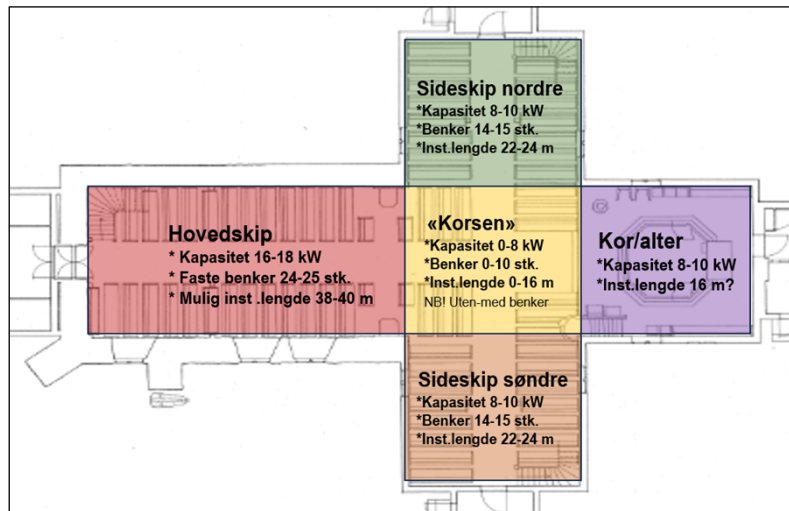
Kor og alterområdet har to faste kirkebenker langs vegger - en på hver side av alter og alterring med en samlet tilgjengelig lengde rundt 5 meter for installasjon av benkevarmere som vil gi en kapasitet mellom **2-2,5 kW**, se nærmere valg av aktuelle benkevarmere nedenfor. Dette vil gi et ekstra bidrag til å oppnå tilstrekkelig installert kapasitet i dette viktige brukerområdet. For å oppnå anbefalt kapasitet mellom **8-10 kW** må det frigjøres minimum 9 meter plass på gulv langs vegger. Det er byr ofte på større utfordringer.

«Korsen», hoved- og sideskip

Disse brukerområdene varmes opp av eldre rørovnere uten berøringsbeskyttelse plassert på gulv under stort sett annenhver faste kirkebank. Det er ingen oppvarming på galleriene i dag. Under gjennomført termografering ble det dokumentert at alle rørovnene var i god funksjon med målt overflatetemperatur varierende mellom 60-70°C. Dette er relativt akseptabelt i henhold til dagens gjeldende krav til el-sikkerhet og fare for berøringskader. Samlet kapasitet på **35 kW** lik **107 kW/m²** eller **26 W/m³** i dette brukerområdet er noe lavt til å gjennomføre effektiv brukstilpasset i kaldere vinterperioder.

Det er i de siste 15-20 årene erstattet eldre rørovnere med forskjellige typer benkevarmere installert under kirkebenker i mange eldre kirker etter hvert. Benkevarmere basert på langbølget lavtemperatur strålevarme er de som stort sett har gitt gode termiske forhold for de som oppholder seg der stille-sittende og som videre bidrar til mindre varmepåkjenning til nærliggende interiør. Denne type lokal oppvarming og såkalt nærvarme har bidratt til å senke temperaturnivået betydelig i luften inne under bruk av kirkerommet. Det er med andre ord oppnådd gode termiske forhold for besøkende i benkeområder ved lufttemperaturer helt ned mot **16°C**. Dette bidrar til betydelig forbedringer av bevaringsmiljøet til verdifullt interiør, orgel og bygning med høy vernestatus. Samtidig resulterer dette i både lavere energibruk og redusert behov for oppvarmingskapasitet. Likevel vil det være **riktig å installere nødvendig oppvarmingskapasitet for brukstemperaturer opp mot 19-20°C** for å møte og ivareta akseptable termiske forhold ved andre og spesielle aktiviteter i kirkerommet.

Det er flere typer benkevarmere/varmepaneller med lavtemperatur strålevarme som er aktuelle og som er vurdert nærmere basert på funksjon, kapasitet og praktiske egenskaper, som er nærmere omtalt i vedlegg 1. Oppnåelse av nødvendig installert kapasitet både samlet for kirkerommet (opp mot 48 kW) og i «korsen»/kirkeskipene (opp mot 38 kW) er en viktig forutsetning for å kunne gjennomføre effektiv brukstilpasset oppvarming i kalde vinterperioder. Videre bør nødvendig installert kapasitet fordeles best mulig praktisk riktig mellom kor/alterområdet (opp mot 8,5 kW), «korsen» (fra 0-8 kW), hovedskip (fra 15-18 kW) og i begge sideskipene til sammen (fra 16-20 kW). Dette for å oppnå og sikre best mulig termisk balanse mellom disse brukerområdene i kirkerommet, som nærmere belyst på side 11.



Nødvendig kapasitet og tilgjengelige lengder for aktuelle varmekilder i kirkerommet

Kirkens benker har en lengde målt utvendig vanger på 2,3 meter. Dette gir erfaringsvis en tilgjengelig installasjonslengde rundt 1,6 meter for installasjon av benkevarmere under kirkebenker - når det tas hensyn til nødvendig sikkerhetsavstand til vanger og midtstøtte/-ben i tre. Det er i dag opp mot 65 fastmonterte kirkebenker – alle med samme benkelengde - nede både i «korsen» og kirkeskip.

Ved uendret bruk og antall faste kirkebenker av kirkerommet

Dette vil gi en samlet tilgjengelig installasjonslengde for aktuelle benkevarmere mellom 95-100 meter. Ved valg og installasjon av **typen benkevarmer PM** med lavest kapasitet på **400 W/m varmekilde** vil det kunne oppnås en samlet installert oppvarmingskapasitet i alle benkeområdene mellom **38-40 kW**. Dette ligger akkurat innenfor anbefalt nødvendig kapasitet.

Omlegging til mer fleksibel bruk i «korsen» med å fjerne eller redusere antall kirkebenker

Det er økende behov og ønsker om mer fleksibel bruk av brukerområdet fremme i kirkerommet mellom kor og skip («korsen») rundt om i norske kirke – også i eldre kirker med vernestatus. Det er foreløpig ikke planer om dette i denne kirken så langt. Likevel er det viktig å se litt nærmere på hva en eventuell omlegging til denne type fleksibel bruk - eksempelvis ved å fjerne alle eller redusere antallet faste kirkebenker med benkevarme. Ved å ta bort alle 10 kirkebenker med fortsatt valg og installasjon av **benkevarmeren PM** vil samlet installert oppvarmingskapasitet reduseres ned til **30-32 kW**. Dette er ikke tilstrekkelig for å sikre effektiv brukstilpasset oppvarming for disse brukerområdene i kalde vinterperioder. Selv ved å ta bort færre av kirkebenkene i «korsen» vil dette være ugunstig – særlig hvis det ikke oppnås anbefalt installert kapasitet i kor og alterområdet (hvilket erfaringsvis er noe tvilsomt).

Valg av anbefalt benkevarmer med kapasitet på 500 W/m varmekilde

Ut ifra dette synes det mest aktuelt å velge en av de andre aktuelle benkevarmere med noe høyere installert kapasitet mellom **500-550 W/m varmekilde**. Bare ved å velge benkevarmere med installert kapasitet på **500 W/m varmekilde** vil det oppnås en samlet kapasitet over **40 kW** i kirkeskipene med ingen kirkebenker i «korsen». Valg av benkevarmere med så høy kapasitet vil gi større fleksibilitet for ønskede endringer i bruken av dette kirkerommet fremover.



Benkevarmer montert under kirkebenk



Benkevarmer type TVK



Mindre tilpasning før montering

Benkevarmeren **type TKV** baserer seg på ny konstruksjons- og varmeteknologi. Dette gjør at leverandøren skriftlig garanterer temperatur under 60°C på alle utvendige overflater også på berøringsgitter for denne benkevarmeren. Garantert sikkerhet for å unngå berøringskader til personer og tørkeskader på benker er meget viktig og dermed utslagsgivende for både anbefaling og valg av denne typen benkevarmer installert i denne kirken. Det er tilstrekkelig plass for montering av benkevarmeren med ytre lengde rundt 1,6 meter med god avstand til kirkebenkenes vanger og støtteben og til gulv. Denne gir en installert kapasitet på 800 W (TKW 08) under hver kirkebenk. Denne benkevarmeren i en sterk aluminium tynnplatekonstruksjon har lav vekt og praktisk montasjefals med ferdige hull. Dette bidrar til raskere montering av benkevarmer under kirkebenker. Det må likevel utføres mindre tilpasninger under disse kirkebenkene før montering av benkevarmeren som vist på foregående side. En annen fordel er at benkevarmerens utvendig overflater med berøringsgitter kan leveres i alle RAL-farger tilpasset kirkebenk og annet nærliggende interiør.

Som vist ovenfor vil valg av denne type benkevarmer bidra og sikre tilstrekkelig samlet kapasitet for å gjennomføre brukstilpasset gjennom hele fyringssesongen. Samtidig vil dette bidra til bedre termisk balanse og forhold stort sett i og mellom brukerområdene i kirkerommet både under og utenfor bruk.

Prestesakristi og dåpsrom

Utført oppfølging og kontroll via kirkens varmestyringssystem viser tydelig at dagens varmekilder langt på vei gjennomfører effektiv brukstilpasset oppvarming med oppnåelse av brukstemperatur opp mot 19°C i kaldere vinterperioder (også ned mot -10°C ute), som vist av diagrammet nedenfor.

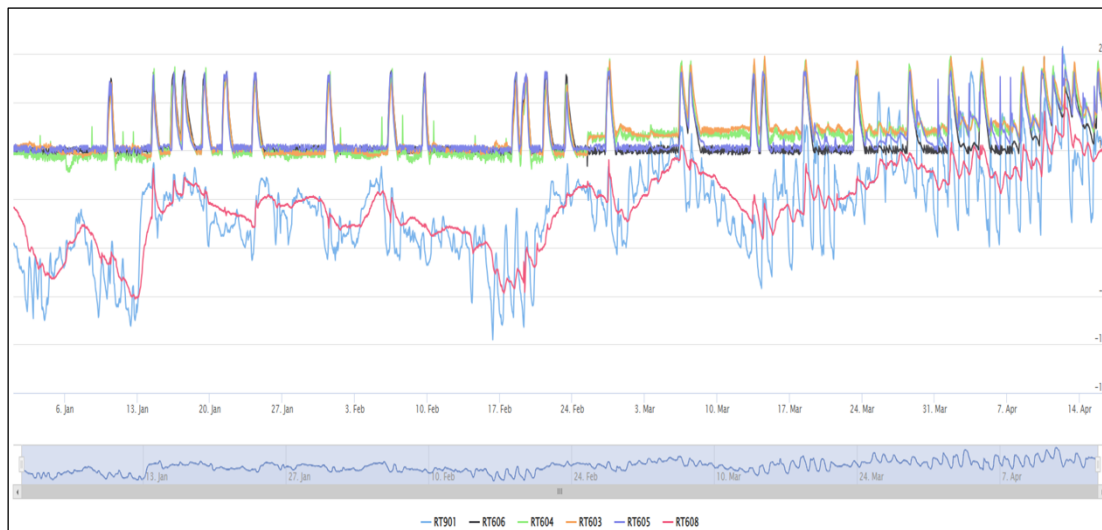


Diagram for oppfølging av temperatur inne i kirkens brukerområder og ute fra januar til april i 2025

Med dette som utgangspunkt er det ingen grunn til å erstatte dagens relativt nye varmekilder i prestesakristiet. Derimot kan det være mer aktuelt å erstatte eldre el-konvektor med en mer energieffektiv konvektor i dåpsrom med en mindre økning i kapasitet. Dette vil resultere i en samlet installert kapasitet mellom **3-4 kW**.

Våpenhus med hovedinngang

Dette brukerområdet blir varmet opp av eldre rørovner på gulv langs vegger med samlet kapasitet rundt **3 kW**. Rommet på galleriplan i kirkens tårn har ingen varmekilder. Utført oppfølging og kontroll i kirkens varmestyringssystem viser at disse varmekilder de siste årene ikke har vært i nevneverdig bruk. Med høye energipriser blir ikke dette brukerområdet nå varmet opp i mange kirker. Det kreves erfaringsvis uforholdsmessig mye energi for holde tilstrekkelig oppvarming av dette brukerområdet. Derfor synes det mindre aktuelt å erstatte eller supplere nå med nye mer energieffektive varmekilder. Antagelig bør de eksisterende varmekilder heller fjernes.

Fjerning av eksisterende varmekilder og el-kabelnett erstattet med nytt

Alle eksisterende varmekilder som skal erstattes med nytt skal fjernes. Dette gjelder også stort sett eksisterende elektriske tilførsels- og fremføringskabler for å sikre riktig dimensjonering tilpasset de nye varmekildenes kapasitet. Dette omfatter også nødvendig ombygging og tilpasninger i el-skap.

Samlet kapasitet ved utskifting til anbefalt ny elektrisk oppvarming

Ved full utskifting til anbefalt ny elektrisk oppvarming for kirken vil kirken få en samlet installert kapasitet til oppvarming opp mot **55 kW** lik **113 kW/m²** eller **29 W/m³**. Med kirkens nyere LED-fasadebelysning og mindre energikrevende utstyr vil kirkens samlede installerte kapasitetsbehov øke til rundt **60-65 kW**. Ved eventuell samtidig full innkopling av kirkens samlede elektriske kapasitet vil dette kreve et belastningsvern i hovedsikringer og tilførselskabel på **minimum 3x160A**. Størrelsen på kirkens hovedsikring er i dag på **3x200 A**. Kirkens hovedtilførsel (fra trafokiosk til kirke lagt i jord) er av kabeltypen **PFSP 3x70 mm² CU** som erfaringsvis også vil klare **200A**. Ut ifra dette burde det ligge godt til rette for en godkjenning og utskifting til ny anbefalt elektrisk oppvarming for denne kirken.

Kostnader og forventede gevinster ved anbefalt gjennomføring

Dette omfatter full utskifting til ny anbefalt elektrisk oppvarming med fjerning av eksisterende varmekilder og fremføringskabler erstattet med nye anbefalte med riktig dimensjonert kapasitet. Dette vil samlet koste grovt anslått ferdig installert og driftsklart opp mot i dagens marked mellom **kr. 700.-900.000,- ekskl. mva.** Den relativt store spredningen i kostnads- og investeringsbehov skyldes usikkerheten rundt eventuell realisering til mer fleksibel bruk i «korsen» og omfanget av de bygningstilpasninger ved montering av benkevarmere under alle benker.

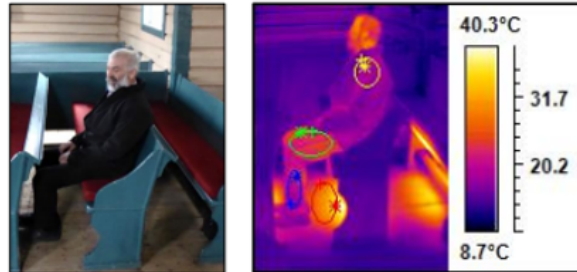
Denne nye oppvarmingen har tilstrekkelig kapasitet til å gjennomføre effektiv brukstilpasset drift også i kalde vinterperioder. Da er det forutsatt en senkning av temperaturnivået ned mot 5-6°C utenfor bruk i kirkerommet. Det forutsettes videre at lufttemperaturen under bruk og aktivitet også kan reduseres helt ned mot 16°C, da denne type benkevarme med skånsom langbølget lavtemperatur strålevarme gir akseptable termiske forhold lokalt nede i kirkebenkene. Erfaringene viser at temperaturnivået må gradvis senkes over litt tid for å oppnå god overgang og tilvenning hos kirkens besøkende og ansatte. Med stort fokus og bevissthet rundt dette vil det være mulig å redusere kjøpt elektrisk energi til kirken rundt **20.-25.000 kWh/år**. Dette vil gi en reduksjon i de samlede energikostnader mellom **20.-50.000 kr/år ekskl. mva.** I tillegg vil kirken oppnå et betydelig forbedret og akseptabelt bevarings- og brukermiljø i kirken gjennom hele fyringssesongen.

En oversikt over de anbefalte forbedringer og tiltak med hensyn til forventede økonomiske og miljømessige forhold ved realisering både på kort og lengre sikt er vist i oppsummeringen og anbefalingen i dette beslutningsunderlaget på side 3 og 7.

Vedlegg 1

Aktuelle benkevarmere med langbølget lavtemperatur strålevarme

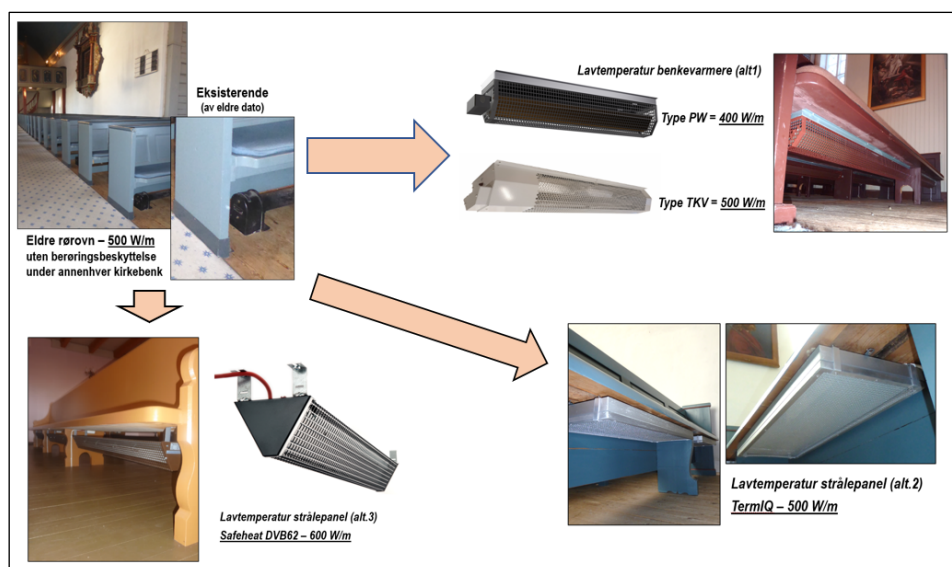
Gode erfaringer fra mange gjennomførte prosjekter i eldre kirker med faste kirkebenker viser at benkevarmere/varmepaneler med langbølget lavtemperatur strålevarme montert under kirkebenker gir gode termiske forhold for de som oppholder seg der stillesittende. Dette skyldes effektiv og skånsom varmfordeling ned mot gulv, føtter og ben til de som oppholder seg der, som eksempelvis vist av foto og termofoto nedenfor.



Lavtemperatur strålevarme gir gode termiske forhold – spesielt ved gulv og føtter nede i benkeområdet

I noen kirker med benkevarmere med lavtemperatur strålevarme er det oppnådd gode termiske forhold ved lufttemperaturer helt ned mot **16°C**. Dette har selvsagt resultert i både lavere energibruk og redusert tilgjengelig oppvarmingskapasitet. Likevel vil det være riktig å installere nødvendig oppvarmingskapasitet for en høyere brukstemperatur opp mot 19-20°C for å møte og ivareta akseptable termiske forhold ved andre og spesielle aktiviteter i kirkerommet.

Det er noen produsenter/leverandører som leverer aktuelle benkevarmere med langbølget lavtemperatur strålevarme som vist i oversikten nedenfor.



Aktuelle typer benkevarmere med langbølget lavtemperatur strålevarme installert under kirkebenker

Selv om de baserer seg på skånsom lavtemperatur strålevarme med god varmfordeling lokalt nede i kirkebenkene har de en del forskjellige tekniske egenskaper, oppvarmingskapasitet og praktiske egenskaper under utførelse og drift. I den forbindelse er disse forhold forsøkt nærmere beskrevet kort for den enkelte type benkevarmer nedenfor.

Benkevarmeren type DVB fra Safe Heat AS med to stråleflater i V-form rettet både forover og bakover ned mot gulv (med gitter/berøringsbeskyttelse). Fra de første leverte benkevarmere med en kapasitet på 400 W/m ble den noe senere økt til 500 W/m. I dag har benkevarmerens kapasitet ytterligere økt til **550 W/m varmekilde**. Med så høy installert kapasitet er det viktig å sikre at benkevarmeren kun legges inn med full kapasitet i oppvarmingsfasen og reduseres i god tid før bruk og aktivitet i kirkerommet via et varmestyringssystem. Denne benkevarmeren kan tilpasses nesten alle benkestørrelser med varierende lengder mellom 0,4-2,0 meter med lengdeintervall på 10 cm. Denne benkevarmeren er nok den som har erstattet flest eldre rørovnere i norske kirker så langt.

Benkevarmeren type PM fra Wimpel AS (tidligere direkte levert av Elvarm AS) med to stråleelementer i V-form med strålevarme rettet både for- og bakover mot gulv (med innkassing og gitter/berøringsbeskyttelse i tynn stålplate). Denne benkevarmeren fordeler varmen godt med en kapasitet på **400 W/m varmekilde** med en garantert temperatur under 60°C på utvendig gitter. Videre kan benkevarmeren tilpasses nesten alle benkestørrelser med varierende lengder mellom 0,8-2,5 m med lengdeintervall på 5 cm. Denne benkevarmeren er også installert i mange eldre kirker.

Benkevarmeren type TermIQ fra Ensama AS med plan stråleflate gir lavtemperatur strålevarme med god spredning ned mot gulv. Dette varmepanelet gir en strålingstemperatur til gulv og kirkebenker oppgitt mellom 40-50°C. Derimot er temperaturen på selve panelets stråleflate periodevis relativt høy (over 100°C). Varmepanelene leveres nå med berøringsbeskyttelse og spesialtilpasset gitter. Dette varmepanelet gir en kapasitet opp mot **500 W/m varmekilde**. Det leveres varmepaneller i forskjellige størrelser for installasjon både på vegg og i himling etter behov. Kun varmepanelet med ytre mål på 120*60*7 cm (inkludert påmontert beskyttelsesgitter) er aktuelt for installasjon under kirkebenker. [Dette varmepanelet er også installert i en del kirker. NB! Denne leveres ikke lenger på det norske markedet.](#)

Benkevarmeren type TKV fra Wimpel AS er en videreutvikling basert på **benkevarmeren PM**. Den er lettere på grunn av innkassing og berøringsgitter av tynnplate i aluminium. Varmeelementet består av en ny type varmespiral med kjølefinner og effektiv refleksjon som gir bedre spredning og fordeling av varmen ned mot gulv. Dette resulterer i en høyere oppvarmingskapasitet på **500 W/m varmekilde** med en garantert overflatetemperatur under 60°C ved normal drift utenpå alle benkevarmerens overflater og beskyttelsesgitter. Mer effektiv isolasjon i benkevarmerens topp gir også lavere og akseptabelt temperaturnivå kirkebenkens sete. Videre kan benkevarmeren tilpasses nesten alle benkestørrelser med varierende lengder mellom 0,6-1,6 m med lengdeintervall på 20 cm. Denne benkevarmeren er nå installert og vært i drift i noen eldre kirker og flere står for tur.

Alle ovennevnte benkevarmere/varmepaneller leverer og fordeler varmen via langbølget lavtemperatur strålevarme som gir akseptable termiske forhold for de som oppholder seg nede i kirkebenkene og samtidig skånsomt ivaretar kirkens interiør der. **Likevel er det forskjeller i oppvarmingskapasitet og i praktiske egenskaper hos den enkelte type varmekilde som vil være avgjørende for endelig valg av varmekilde og oppvarmingsløsning.**

Vedlegg 2

Datablad FDV for anbefalt benkevarmer type TKV



Wimpel benkvarmere TVK-serien FDV

Type	Art. nr.	Effekt	Lysåpning min [A]	Lengde [B]	Høyde	Dybde	Vekt
TKV 03	54 103 23	300W	570mm	610mm	160mm	165/200mm	2,5kg
TKV 04	54 103 24	400W	770mm	810mm	160mm	165/200mm	3,1kg
TKV 05	54 103 25	500W	970mm	1010mm	160mm	165/200mm	3,8kg
TKV 06	54 103 26	600W	1170mm	1210mm	160mm	165/200mm	4,4kg
TKV 07	54 103 27	700W	1370mm	1410mm	160mm	165/200mm	5,1kg
TKV 08	54 103 28	800W	1570mm	1610mm	160mm	165/200mm	5,7kg



TKV benkvarmer er en stråleovn med langbølgeteknologi spesialutviklet for fastmontering under kirkebenker. Benkvarmeren gir lokal oppvarming av sitteflate, gulvet og luften omkring benkene, mens det er mulig å holde en relativt lav romtemperatur ellers i kirkerommet.

Benkvarmeren oppnår en overflatetemperatur på maks 59°C. Brenner ikke støv. Godkjent for bruk i BA2-områder, ingen brente barnehender, tekstiler eller sko.

Benkvarmeren har en solid konstruksjon og er produsert i aluminium, som gir lav vekt og rask monteringsstid. Det komplette varmeelementet er også laget av aluminium og har varmespiral, varmeavledende isolasjon mot benk, kjølefinner og tilkoblingsledning i en enhet. Dette er en velprøvd konstruksjon, som gir god varmfordeling og lang levetid.

For fast tilkobling. Skal kobles til ekstern termostat eller et mer avansert energistyringssystem. Leveres i valgfri RAL farge.

Teknisk informasjon
Spennings: 230V AC 1F
Overflatetemperatur: Maks 59°C
Montering: Horisontalt under benk
Tilkobling: Høyre eller venstre side (valgfritt)
Leveres med to nipler for kabel inn og ut
Overopphetingsvern: Ja, med temperaturutløser
Tetthetsgrad: IP20
Farge: Valgfri RAL farge
Godkjenning: CE godkjent
Garanti: 5 år
Monteringsavstander
Til gulv: 20mm
Til sider: 20mm
Til forkant og bakkant av benk: 30mm
Vedlikehold
Tørk støv/støvsug overflaten etter behov

