

# Varmepumper i danske kirker

Opvarmningspraksis og energiforbrug i 16 kirker



Udarbejdet med støtte fra Den Folkekirkelige Udviklingsfond

## Forord

Denne rapport sammenfatter resultaterne af et feltstudie af seksten kirker, som opvarmes helt eller delvis ved hjælp af varmepumper. Formålet med rapporten er at inspirere menighedsråd og rådgivere til, hvordan varmepumper kan bruges i kirkerne. Hensigten er at lette omstillingen fra fossile brændsler til bæredygtige energikilder og derved bidrage til den grønne omstilling i Folkekirken.

Projektet er finansieret af Den folkekirkelige Udviklingsfond ved tilsagnsbrev af 11. december 2020. Projektet er gennemført af undertegnede i egenskab af Kirkeministeriets varme-, energi- og klimakonsulent med stor hjælp af gravere, kirketjenere og menighedsråd i de enkelte sogne. Der rettes hermed en stor tak til alle involverede parter for hjælpen med projektets praktiske gennemførelse

Charlottenlund, 30.01. 2023



Poul Klenz Larsen

## Indholdsfortegnelse

	side
Forord .....	2
Indholdsfortegnelse .....	3
Sammenfatning .....	4
Baggrund .....	5
Kirker .....	6
Målinger .....	8
Resultater .....	10
Beregninger .....	13
Skarrild kirke .....	15
Kobberup kirke .....	20
Bording kirke .....	25
Christianshede kirke .....	30
Sdr. Omme kirke .....	35
Allerslev kirke .....	40
Vindinge kirke .....	44
Melby kirke .....	49
Villingerød kirke .....	53
Rye kirke .....	57
Snostrup kirke .....	61
Tirsted kirke .....	65
Nebbelunde kirke .....	70
Majbølle kirke .....	75
Kalvehave kirke .....	79
Tårnborg kirke .....	83

## Sammenfatning

Rapporten omhandler varmeinstallationen i seksten kirker, som opvarmes helt eller delvis med en varmepumpe. Opvarmningspraksis er dokumenteret ved hjælp af klimamålinger gennem en periode på et år. Ud fra forskellen mellem temperaturen i kirkerummet og temperaturen udenfor beregnes antallet af gradtimer for hver enkelt kirke. Energiforbruget til drift af varmeanlægget er målt i samme periode. Ved at sammenholde antallet af gradtimer med energiforbruget og kirkerummets størrelse fås et mål for den samlede energieffektivitet.

I kirker med elektrisk varmeanlæg kan der installeres en luft-luft varmepumpe til supplerende opvarmning. Varmepumpen producerer grundvarme, og det elektriske anlæg benyttes fortrinsvis ved opvarmning til komforttemperatur. Udfordringen består i at indpasse de enkelte elementer i kirkens interiør og omgivelser.

En mulighed er at placere både køleaggregat og varmeblæser i et ledigt tagrum. Herved afskærmes både for støj og for det visuelle indtryk. I tre udvalgte eksempler er varmepumpens virkningsgrad mellem 4 og 6, hvor den bedste effektivitet opnås med et varmeisoleret loft.

I kirker med radiatoranlæg kan en luft-vand varmepumpe erstatte et olie- eller naturgasfyr. I nogle tilfælde suppleres med en elektrisk kedel, som kan hæve fremløbstemperaturen ved opvarmning til brugstemperatur. Denne type anlæg opstilles typisk ved en graverbygning, så køleaggregatet placeres i god afstand fra kirken og udenfor kirkegården. I tre udvalgte eksempler er varmepumpernes virkningsgrad mellem 2,2 og 3,6.

Afhængig af brugsmønsteret kan en varmepumpe kombineret med direkte elektrisk varme typisk halvere el-forbruget. Jo mere opvarmning, der er behov for, jo bedre udnyttes en varmepumpes effektivitet. Med anlæg, som kun benytter varmepumper, kan el-forbruget blive ned til 1/3 af varmetabet gennem klimaskærmen.

Varmepumpen medvirker også til at sikre en moderat relativ luftfugtighed i kirkerummet i varmesæsonen. I de fleste kirker holdes den relative luftfugtighed under 80 %RF, hvorved skimmelsvamp forebygges. Hvis kirkens brugsmønster i øvrigt berettiger en konstant grundvarme, er varmepumpen i nogle tilfælde et alternativ til at benytte en affugter.

## Baggrund

I en almindelig kirke går det meste af energiforbruget til opvarmning. Belysning og drift af orgel, klokker mm. udgør som regel en beskedent andel. For at begrænse energiforbruget skal man derfor fokusere på opvarmningen. Kirkernes brug bestemmer, hvordan de varmes op. Kirker med daglige aktiviteter har typisk vedvarende opvarmning, hvorimod kirker med få aktiviteter opvarmes periodevis. Det betyder, at der kun tændes for varmen, når kirken benyttes. I de mellemliggende perioder er kirken uopvarmet eller har ganske lav ”grundtemperatur”.

Kirkens varmeanlæg skal være indrettet til den opvarmningsform, som brugen tilsiger. For at hæve temperaturen hurtigt, skal varmeanlægget have tilstrækkelig stor effekt. Det indebærer paradoksalt nok, at de kirker, som ikke bruges så ofte, skal have de kraftigste varmeanlæg. Desuden skal der være en varmestyring, som både regulerer temperaturen og den periode, varmeanlægget er tændt. De fleste periodevis opvarmede kirker har elektrisk varme, som er velegnet til hurtig opvarmning. De fleste kirker med vedvarende opvarmning har fjernvarme eller opvarmes med olie eller naturgas.

Indtil for få år siden var der stort set ingen varmepumper i drift i danske kirker. I dag findes der en lang række kirker landet over, som opvarmes helt eller delvis med varmepumper. I forbindelse med den grønne omstilling forventes det, at varmepumper fremover bliver en almindelig varmekilde i både nye og gamle kirker. Dette vil lette overgangen fra fossile brændsler i de områder, som ikke har nogen mulighed for fælles varmeforsyning.

Varmepumper er et meget energieffektivt alternativ til direkte elektrisk opvarmning, som ellers er udbredt til kirkeopvarmning. En varmepumpe producerer typisk 3-5 gange mere varme, end der tilføres i elektricitet. Varmepumper har imidlertid den ulempe, at de fungerer bedst ved en nogenlunde konstant drift. En varierende drift medfører kortere levetid og dårligere driftsøkonomi. Da mange kirker opvarmes varierende på grund af brugsmønstret, kan varmepumper sjældent benyttes som eneste varmekilde.

## Kirker

Der er udvalgt seksten kirker med eksisterende varmeinstallationer, hvor en varmepumpe indgår som primær eller supplerende varmekilde. Kirkerne er geografisk placeret i tre grupper for at repræsentere forskellige klimatiske forhold. En gruppe ligger i Midtjylland så langt fra havet som muligt under danske forhold. En gruppe ligger på Lolland-Falster og Sydsjælland i kystnære omgivelser. Den tredje gruppe ligger i Nordsjælland og Roskilde området.

Kirke	Provsti	Alder	Type	Effekt (kW)
Midtjylland				
Skarrild	Herning søndre	2017	Luft-luft på loft	El 20/ VP 10
Kobberup	Skive	2017	Luft-luft på loft	El 42/ VP 16
Bording	Ikast	2017	Luft-luft på terræn	El 60/ VP 34
Christianshede	Ikast	2019	Luft-luft på terræn	EL 20/ VP 15
Sdr. Omme	Grene	2014	Luft-luft på terræn	EL 30/VP 8
Nordsjælland og Roskilde				
Allerslev	Lejre	2018	Luft-luft på terræn	El 33/ VP 12
Vindinge	Roskilde	2019	Luft-luft på terræn	El 34/ VP 10
Melby	Frederiksværk	2012	Luft-vand på terræn*	EL 12/ VP 36
Villingerød	Frederiksværk	2018	Luft-vand på terræn*	EL 42/ VP 20
Snostrup	Frederikssund	2017	Luft-vand på terræn*	EL 42/ VP 20
Rye	Lejre	2020	Luft-vand på terræn*	EL 42/ VP 20
Lolland-Falster og Sydsjælland				
Tirsted	Maribo	2018	Luft-vand på terræn	EL 41/ VP 12
Nebbelunde	Maribo	2014	Luft-vand på terræn	EL 22/ VP 10
Majbølle	Lolland Ø	2019	Luft-luft på terræn	EL 40/ VP 7
Kalvehave	Vordingborg	2018	Luft-luft på loft	EL 47/VP 20
Tårnborg	Slagelse	2021	Luft-vand på terræn*	EL 12/ VP 55

*Tabel A. Kirkernes beliggenhed og varmepumpens alder og type, samt varmeanlæggets effekt fordelt på direkte el og varmepumpe (VP). Varmepumper markeret med \* er tilsluttet et vandbåret radiatoranlæg i kirken, øvrige har et elektrisk varmeanlæg med ovne under bænke.*

De fleste kirker er fra middelalderen med senere tilbygninger, men der er også fire nyere bygninger fra 1800- og 1900- tallet. Byggeteknikken repræsenterer forskellige materialer (granit, kalksten, tegl), i nogle tilfælde med alle materialer i samme bygning. Der er både kirker med murede hvælv, fladt træloft og pudsede lofter, sidstnævnte med varmeisolering. Kirkerummets størrelse varierer fra 450 m<sup>3</sup> til 1900 m<sup>3</sup>.

Varmeanlæggets udformning kan opdeles i fire typer. Tre kirker har en luft-luft varmepumpe med køleaggregatet placeret i loftrummet. Seks kirker har en luft-luft varmepumpe med køleaggregatet placeret udenfor kirken på terræn. To kirker har en luft-vand varmepumpe placeret på terræn i stor afstand fra kirken. I alle tilfælde er

varmepumpen kombineret med elektriske varmeovne under bænke og langs væggene. Fem kirker har et vandbåret varmeanlæg, som forsynes fra luft-vand varmepumper kombineret med en elektrisk vandvarmer. Varmeeffekten for hvert anlæg er angivet i sidste kolonne i skemaet, opdelt i direkte elektrisk varme (EL) og varmepumpe (VP).



*Figur 1. Kirkerne er lokaliseret i tre geografiske områder som vist på sognekortet ovenfor. Midtjylland, Nordsjælland/Roskilde og Lolland-Falster/Sydsjælland*

## Målinger

Kirkernes rumklima er dokumenteret ved måling af ved hjælp af elektroniske dataloggere af typen Tiny Tag Plus II. Dataloggerne måler temperatur og relativ luftfugtighed en gang i timen og lagrer alle data til udlæsning på en PC. Dataloggerne var placeret på en repræsentativ position i kirkerummet 1- 2 meter over gulvet. I nogle tilfælde blev der også målt i særlige områder, f.eks. umiddelbart under loftet eller i tagrummet

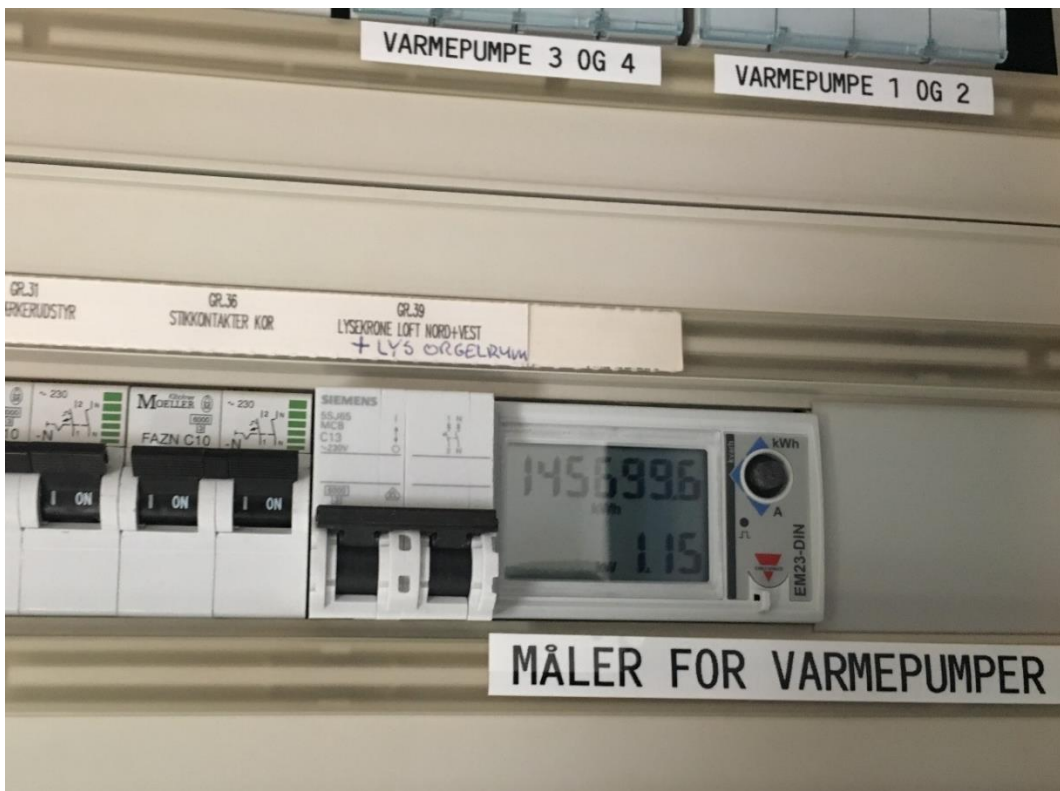
Målingerne er vist i form af diagrammer for hver kirke i de følgende afsnit. Alle målinger løber fra 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Data for udeklimaet er taget fra DMI's vejrstationer i de respektive geografiske områder. Forskellen mellem temperaturen inde og ude er beregnet time for time i perioden 1. oktober til 1. maj. Summen af samtlige timers temperaturforskel betegnes gradtimer og har enheden °C h. Værdien er et mål for opvarmningspraksis og benyttes i det følgende ved vurdering af energiforbruget.

I samme periode blev energiforbruget registreret ved hjælp af el-målere og bimålere på udvalgte grupper i tavlen. El-forbruget til indvendig belysning er i de fleste tilfælde indeholdt, da det også bidrager til opvarmningen. El-forbruget til klokker, orgel mm. er også indeholdt, men udgør en ubetydelig andel af forbruget. I de tilfælde, hvor varmepumpen også opvarmer en graverbygning, var det ikke muligt at udskille forbruget.





*Figur 2. Datalogger til måling af temperatur og relativ luftfugtighed placeret under prædikestol i Bording kirke*



*Figur 3. Bimåler til registrering af el-forbrug til varmepumper i Bording kirke*

## Resultater

Resultaterne fremgår af skemaet nedenfor samt diagrammerne i figur 3 og 4. Der er stor variation i energiforbruget, både målt i absolutte værdier og relativt i forhold til kirkerummets størrelse. Det relative energiforbrug er beregnet som det målte energiforbrug divideret med kirkerummets volumen. Herved er det nemmere at sammenligne kirker af forskellig størrelse.

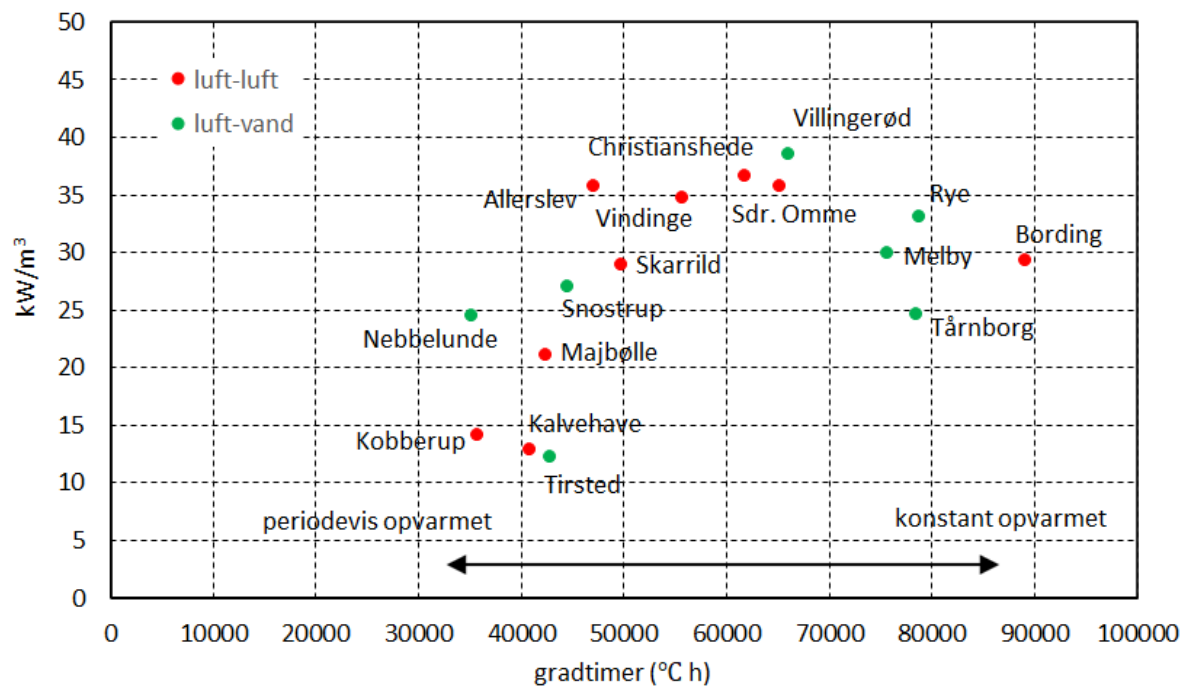
Det skal dog erindres, at overfladen på små bygninger er forholdsvis større end på store bygninger. Derfor vil store kirker fremstå mere effektive, fordi varmetabet primært sker gennem vægge og lofter.

Kirke	VP	EL	Total	Volumen	Relativ	Gradtimer
enhed	kWh	kWh	kWh	m <sup>3</sup>	kWh/m <sup>3</sup>	°C h
Skarrild	5.471	7.540	19.514	450	28,9	49.850
Kobberup*	4.115	10.005	17.082	1000	14,1	35.748
Bording*	30.005		52.715	1800	29,3	89.083
Christianshede*	9.007		21.945	600	36,6	61.861
Sdr. Omme*			26.752	750	35,7	65.282
Allerslev			26.792	750	35,8	47.066
Vindinge			22.578	650	34,7	55.744
Melby	20.884		28.546	700	29,8	75.678
Villingerød			30.818	800	38,5	66.072
Snostrup	8.413	7.755	21.830	600	26,9	44.540
Rye*	8.566		29.745	900	33,3	78.882
Tirsted*			15.215	1250	12,2	42.802
Nebbelunde			12.229	500	24,5	35.267
Majbølle			27.293	1300	21,0	42.490
Kalvehave	5.967	11.372		1350	12,8	40.893
Tårnborgh	46.787			1900	24,6	78.540

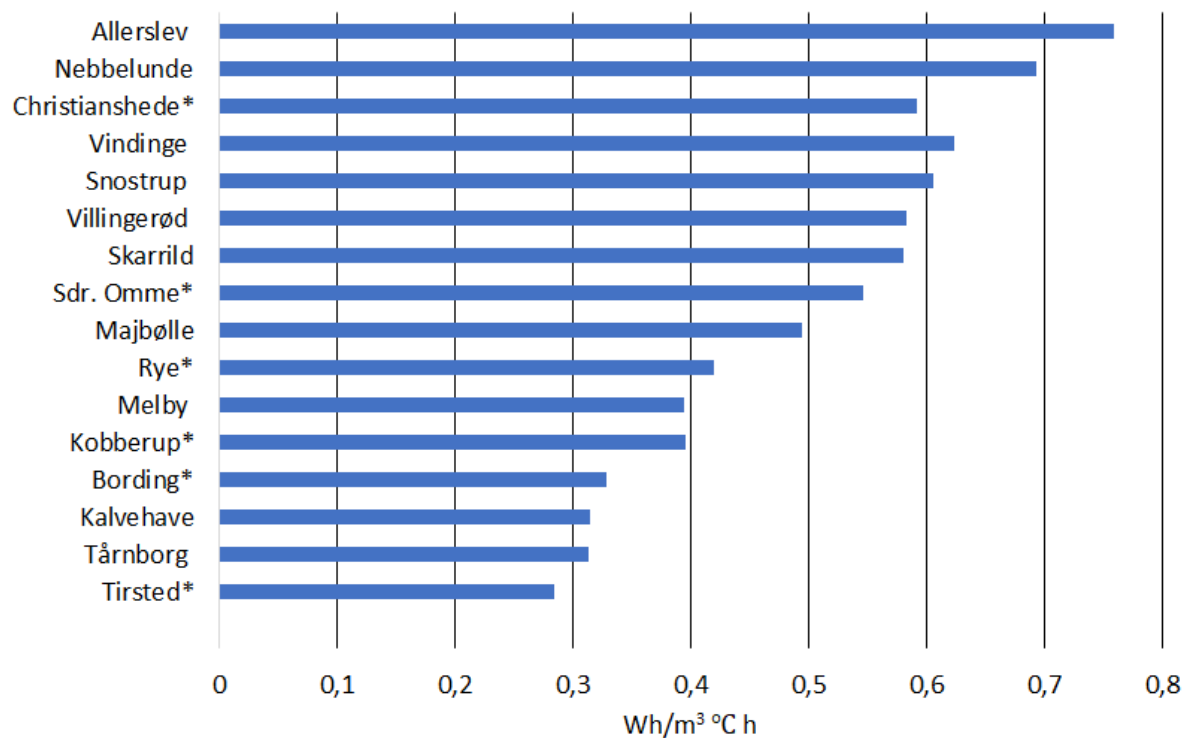
Tabel B. Energiforbrug målt i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022 samt antallet af gradtimer i samme tidsrum. Kirker med isoleret loft er markeret med \*

Figur 3 illustrerer sammenhængen mellem energiforbrug og opvarmningspraksis. Et øget antal gradtimer afspejler flere opvarmningsperioder eller højere grundtemperatur. Dette medfører et stigende energiforbrug, hvilket er forventeligt.

Ved overgang til konstant opvarmning stiger energiforbruget ikke yderligere, men falder tværtimod lidt. Dette skyldes, at det meste varme nu produceres af varmepumperne, og kun en lille del med direkte el. Der ses ingen forskel på effektiviteten i varme anlæg med luft-vand og luft-luft varmepumper.



Figur 3. Det relative energiforbrug i forhold til gradtimer.



Figur 4. Energieffektivitet for de enkelte kirker. \* markerer kirker med isoleret loft

Figur 4 viser energieffektiviteten for hver kirke, beregnet som forholdet mellem energiforbrug, volumen og antal gradtimer. Det giver et mål for, hvor meget energi der bruges for at opretholde den målte temperaturforskel i løbet af året. Værdien afhænger naturligvis af bygningens størrelse og klimaskærmens varmetransport. Kirker markeret med \* har et varmeisoleret loft, men de skiller sig ikke ud fra de øvrige.

## Beregninger

Den energi, som tilføres kirkerummet fra varmeanlægget, forsvinder igen gennem bygningens klimaskærm. Det sker dels i form af varmetransmission gennem vægge og lofter, dels som ventilationstab ved naturligt luftskifte samt udluftning. Det er ikke muligt at måle varmetabet fra den enkelte bygning på samme måde som varmetilførslen. For at vurdere varmeanlæggets effektivitet må varmetabet beregnes ud fra klimaskærmens isoleringsværdi.

Varmetransmissionen gennem en væg eller loft afhænger af konstruktionens opbygning og hvilke materialer, der indgår. Massive konstruktioner har typisk en høj varmeledningsevne, dvs. en lav isoleringsværdi. Varmetabet er ofte stort i ældre kirkebygninger, da de ikke er varmeisoleret ved opførelse og vanskeligt kan efterisoleres som almindelige huse.

I tabel C er angivet isoleringsværdien for typiske konstruktioner i kirker. Ved beregningerne er benyttet tabelværdier for materialernes varmeledningsevne (lambda-værdi).

Varmetransmissionen er beregnet med en indvendig overgangsisolans på 0,13 m<sup>2</sup> K/W lodret og 0,1 m<sup>2</sup> K/W vandret. Udvendig overgangsisolans er 0,04 m<sup>2</sup> K/W både lodret og vandret (i tagrum). Værdierne er benyttet i de efterfølgende beregninger.

Konstruktion	Materiale	Lambda værdi	Tykkelse	U-værdi
enhed		W/m K	m	W/ m <sup>2</sup> K
Væg	granit	3,0	1,0	2,0
Væg	tegl	0,5	1,0	0,5
Hvælv	tegl	0,5	0,15	2,3
Loft	træ	0,1	0,025	2,6
Isolering	mineraluld	0,04	100	0,38
Vindue	Glas	1,0	0,04	5,9
Vindue	To lag glas	1,0	0,04+50+0,04	2,8

Tabel C. Isoleringsværdi og varmeledningsevne (U-værdi) for typiske konstruktionsdele i kirker.

I tabel D er angivet overfladernes arealer i seks forskellige kirker. Der er alle steder benyttet indvendige arealer, bestemt ved opmåling i kirken eller på tegninger.

Transmissionstabt gennem fladerne er beregnet ud fra værdierne i tabel C. Ved beregningerne af kirkernes samlede varmetab kun medtaget selve kirkerummet og ikke små tilstødende rum som våbenhus eller sakristi. Varmetabet gennem gulvet er ikke medregnet. Ventilationstabt er beregnet ud fra kirkerummets volumen med et luftskifte på 0,3 gange i timen.

I tabel E er det beregnede varmetab sammenholdt med det målte energiforbrug til henholdsvis varmepumpe og direkte elektrisk opvarmning. Varmepumpens produktion er forskellen mellem varmetabet og det målte el-forbrug i de elektriske ovne. Virkningsgraden (VG) er forholdet mellem varmepumpens el-forbrug og den producerede varme. For luft-luft varmepumperne er virkningsgraden 4,0 – 6,0. For luft-vand varmepumperne er virkningsgraden 2,2 – 3,6.

<b>Kirke</b>	<b>vægge</b>	<b>vindue</b>	<b>hvælv</b>	<b>loft</b>	<b>volumen</b>	<b>gradtime</b>	<b>varmetab</b>
enhed	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	°C h	kWh
Skarrild	185	5	-	100	450	49.850	34.100
Kobberup*	385	11	-	180	1000	35.748	34.900
Kalvehave	350	18	56	175	1350	40.893	39.800
Melby	295	21	176		700	75.678	55.100
Snostrup	175	12	120		600	44.540	38.300
Tårnborg	480	28	230		1900	78.540	102.700

Tabel D. Beregnet varmetab gennem klimaskærmen ved transmission og ventilation

	<b>Varmetab VT</b>	<b>EL varme</b>	<b>VP varme</b>	<b>VP forbrug</b>	<b>VG</b>	<b>EL+VP/VT</b>
	kWh	kWh	kWh	kWh	-	-
Luft-luft varmepumpe + elektriske ovne						
Kobberup	34.904	10.005	24.899	4.115	6,0	40 %
Skarrild	34.065	5.471	28.594	7.540	4,0	38 %
Kalvehave	39.815	11.372	28.443	5.967	4,8	44 %
Luft-vand varmepumpe						
Melby	67.204	0	67.204	20.889	3,2	31 %
Snostrup	38.289	7.755	30.534	8.413	3,6	42 %
Tårnborg	102.709	0	102.709	46.787	2,2	46 %

Tabel E. Varmepumpens virkningsgrad ud fra beregnet varmetab og målt energiforbrug

I sidste kolonne i tabel E er vist forholdet mellem det målte energiforbrug til opvarmning og det beregnede varmetab. Energiforbruget ligger mellem 31% og 46 % af varmetabet. Tallet angiver hvor stor en andel energiforbruget udgør af varmetabet. Dette er også et mål for, hvor meget varmepumpen sparer i det samlede energiregnskab. Besparelsen udgør mellem halvdelen og 2/3 af varmebehovet.

# Skarrild kirke

Herning Søndre Provsti Viborg Stift

Skarrild kirke er opført ca. 1150 med mure af granitkvadre og blytag. Skib og kor har fladt, uisolaret træloft og udgør et samlet volumen på ca. 450 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i blysprosser og indvendige forsatsruder. Skib og kor har teglgulve overalt.

Varmeanlægget er installeret i 2017 og består af elektriske varmepaneller under bænkesæderne og langs væggene samt en luft-luft varmepumpe. Anlægget er dimensioneret til periodevis opvarmning, idet varmepumpen yder ca. 10 kW og de elektriske ovne ca. 20 kW. Varmepumpen benyttes primært til grundvarme og slukkes under aktiviteter af hensyn til støj.

Varmeblæseren er indbygget i tagrummet med indblæsning og udsugning gennem riste i loftsfladen. Varmepumpens køleaggregat er ligeledes placeret i tagrummet, og har kondensbakke med frostsikret afløb under tagudhænget. Installationen giver en god visuel og lydæssig afskærmning mod omgivelserne.

Varmeanlægget reguleres af en elektronisk styring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis med en grundvarme ned til ca. 8 °C. Denne temperatur nås dog sjældent på grund af mange aktiviteter. I perioden 1. oktober 2021 til 1. juni 2022 var der ca. 60 opvarmninger til brugstemperatur på 18-20 °C.

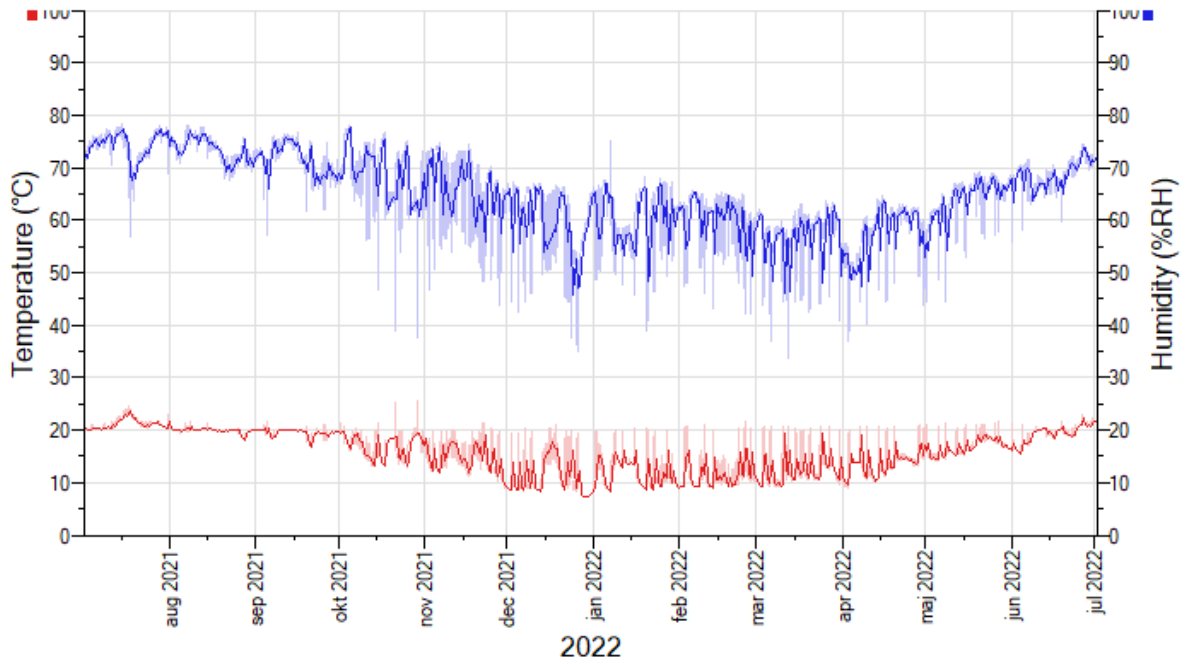
Energiforbruget var 13.011 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Heraf medgik 5.471 kWh til drift af varmepumpen og 7.540 kWh til varmeovnene i kirkerummet. Antallet af gradtimer var 49.850 °C h og den samlede effektivitet 0,58 Wh/m<sup>3</sup> °C h.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 50 %RF om vinteren og 75 %RF om sommeren. I forbindelse med opvarmning til komforttemperatur faldt luftfugtigheden dog kortvarigt ned til ca. 40 %RF i enkelte tilfælde. Rumklimaet er acceptabelt for både inventar og orgel.

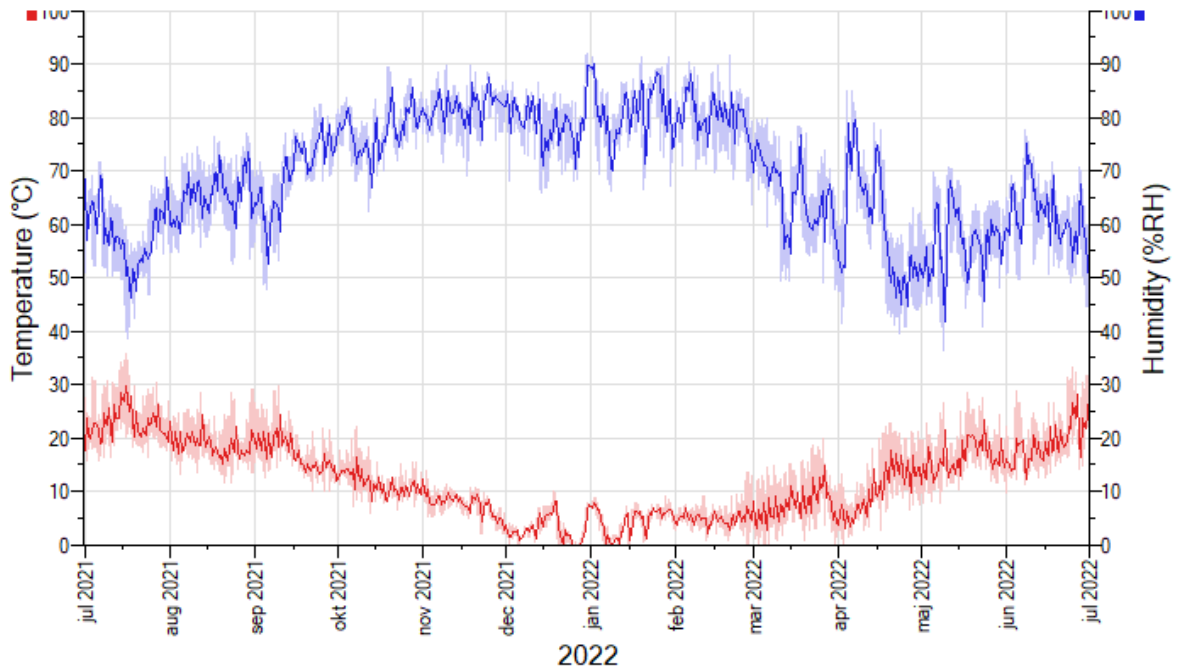
Klimaet i tagrummet afviger væsentligt fra kirkerummet. Temperaturen var op til 35 °C enkelte dage om sommeren og ned til -5 °C om vinteren. Den relative luftfugtighed var ned til 40 %RF om sommeren og op til 90 %RF om vinteren.

Normalt ville luftfugtigheden i tagrummet være højere om vinteren, i perioder op mod 100 %RF. Den lavere luftfugtighed skyldes køleaggregatets funktion som affugter, idet der dannes kondens eller is, når luften passerer gennem kølefladen. Denne effekt forebygger kondens på tagfladens underside og er en ekstra gevinst ved at installere køleaggregatet i tagrummet.

### Skarrild kirke



### Skarrild kirke loft











# Kobberup kirke

Skive Provsti Viborg Stift

Kobberup kirke er opført ca. 1150 med mure af granitkvadre, tegltag på skib og blytag på kor. Skib og kor har fladt, isoleret træloft og udgør et samlet volumen på ca. 1000 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og trægulve under bænke.

Varmeanlægget er installeret i 2017 og består af elektriske varmepaneller under bænkesæderne og langs væggene samt en luft-luft varmepumpe. Anlægget er dimensioneret til periodevis opvarmning, idet varmepumpen yder ca. 16 kW og de elektriske ovne ca. 42 kW. Varmepumpen benyttes primært til grundvarme og slukkes under aktiviteter af hensyn til støj.

Varmeblæseren er indbygget i et eksisterende varmekammer under gulvet i skibets sydside. Indblæsning sker gennem en rist omtrent midt i skibet og returluft trækkes gennem to gulvrister i nordsiden. Varmepumpens køleaggregater er placeret i tagrummet, og har kondensbakke med afløb gennem en indmuret skorsten til en udvendig faskine. Kølerør føres ligeledes i skorstenen. Installationen giver en god visuel og lydæssig afskærmning mod omgivelserne.

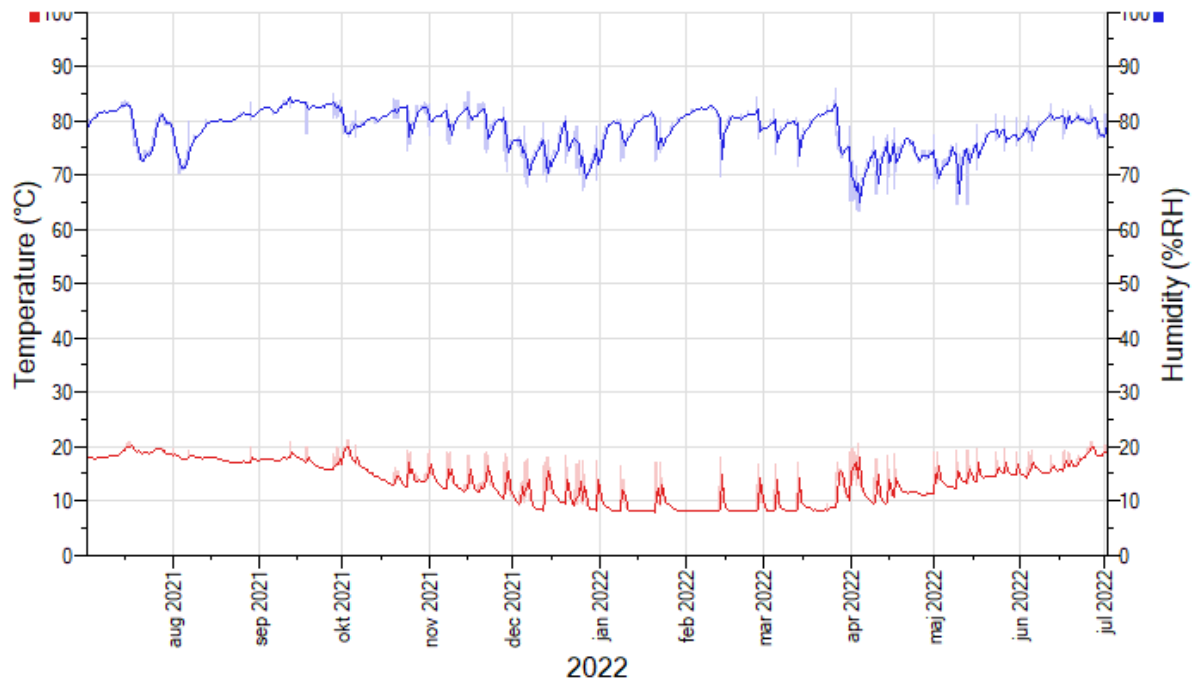
Varmeanlægget reguleres af en elektronisk styring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis med en grundvarme ned til ca. 8 °C. I perioden 1. oktober 2021 til 1. juni 2022 var der ca. 34 opvarmninger til brugstemperatur på 16-18 °C.

Energiforbruget var 14.120 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Heraf medgik 4.115 kWh til drift af varmepumpen og 10.005 kWh til varmeovnene i kirkerummet. Antallet af gradtimer var 35.748 °C h og den samlede effektivitet 0,39 Wh/ m<sup>3</sup> °C h.

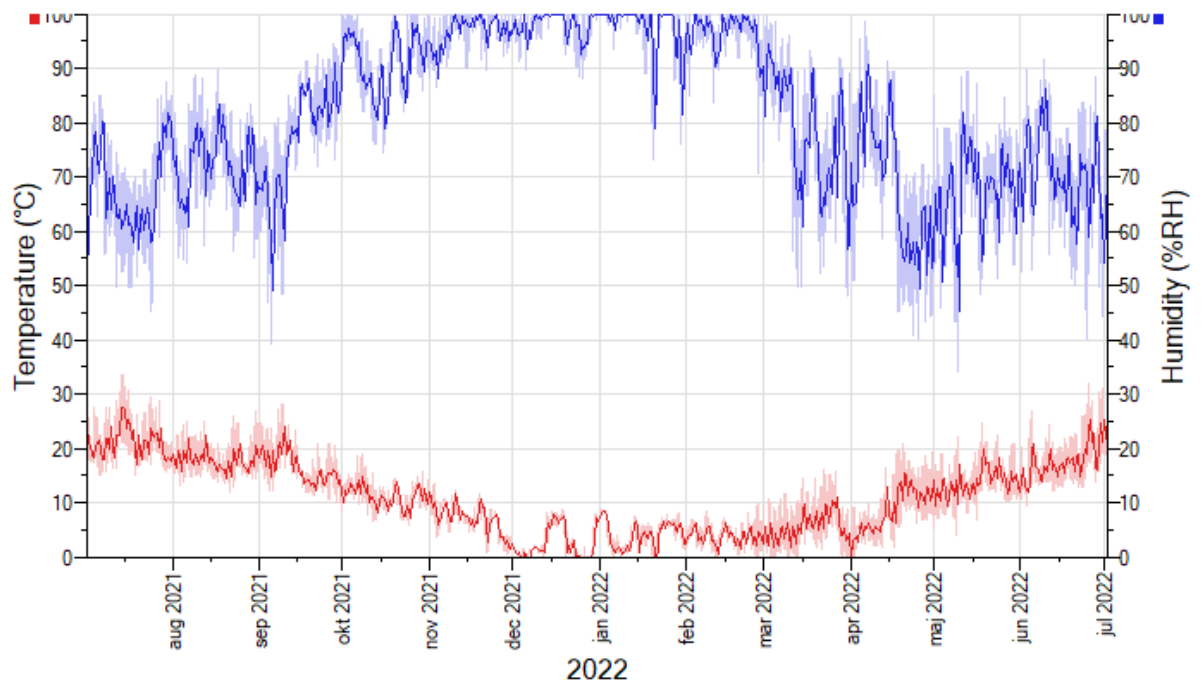
Den relative luftfugtighed varierede mellem 70 %RF og 85 %RF hele året, dog ned til 65 %RF ved enkelte episoder med længerevarende opvarmning. Rumklimaet er for fugtigt for både inventar og orgel, og der er risiko for udvikling af skimmelsvamp og/eller borebiller i træværk.

Klimaet i tagrummet afviger væsentligt fra kirkerummet. Temperaturen var op til 30 °C enkelte dage om sommeren og ned til -5 °C om vinteren. Den relative luftfugtighed var ned til 40 %RF om sommeren og op til 100 %RF om vinteren. Der ses ikke samme affugtning af luften i tagrummet som i Skarrild kirke. Det skyldes antagelig at tagbeklædningen her er tegl, som afgiver fugt til tagrummet ved fordampning i perioder med regnvejr.

### Kobberup kirke



### Kobberup kirke loft











# Bording kirke

Ikast Provsti Viborg Stift

Bording kirke er opført 1897 med mure af tegl og skifertag på skib, kor og tilbygninger. Skib og kor har skrå lofter langs tagfladerne, men centraltårnet har fladt, isoleret træloft. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 1800 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og trægulve under bænke.

Varmeanlægget består af elektriske rørovnere under bænkerne og el-paneler langs væggene. I 2017 blev installeret en fire luft-luft varmepumper som supplement til det elektriske varmeanlæg. Varmepumperne yder ca. 34 kW og de elektriske ovne ca. 60 kW.

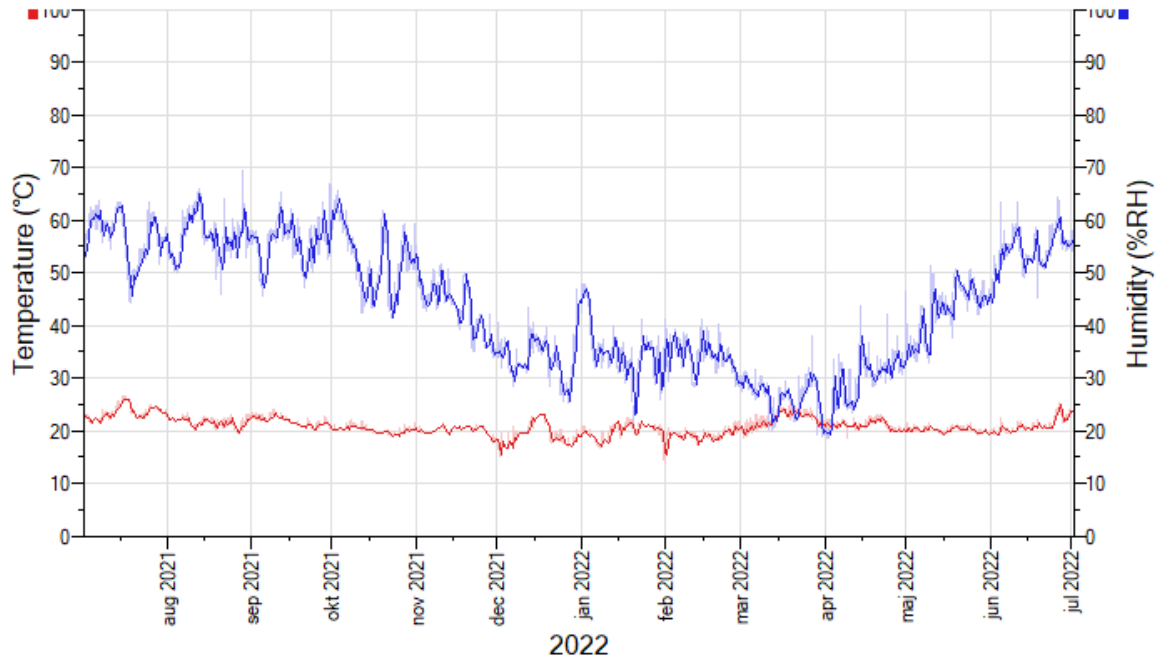
Varmeblæserne er indbygget i den bageste bänk i det nordvendte sideskib. Varmepumpernes køleaggregater er placeret på et ledigt område umiddelbart udenfor. Kølerør føres i terræn.

Kirken opvarmes konstant til brugstemperatur på 18-22 °C. Opvarmningen sker næsten udelukkende med varmepumperne, og de elektriske varmeovne er sjældent tændt.

Energiforbruget til drift af varmepumperne var 30.005 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 89.089 °C h og den samlede effektivitet 0,34 Wh/ m<sup>3</sup> °C h.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 20 %RF og 65 %RF. Rumklimaet er for tørt om vinteren for både inventar og orgel, og der er risiko for udvikling af revner og afskalninger på træværk.

### Bording kirke









# Christianshede kirke

Ikast Provsti Viborg Stift

Christianshede kirke er opført 1894 med mure af tegl og skifertag på skib og kor. Skib og kor har fladt, isoleret træloft. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 600 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer og indvendige forsatsruder. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og trægulve under bænke.

Varmeanlægget består af elektriske rørovnere under bænkerne og el-paneler langs væggene. I 2019 blev installeret en to luft-luft varmepumper som supplement til det elektriske varmeanlæg. Varmepumperne yder ca. 15 kW og de elektriske ovne ca. 20 kW.

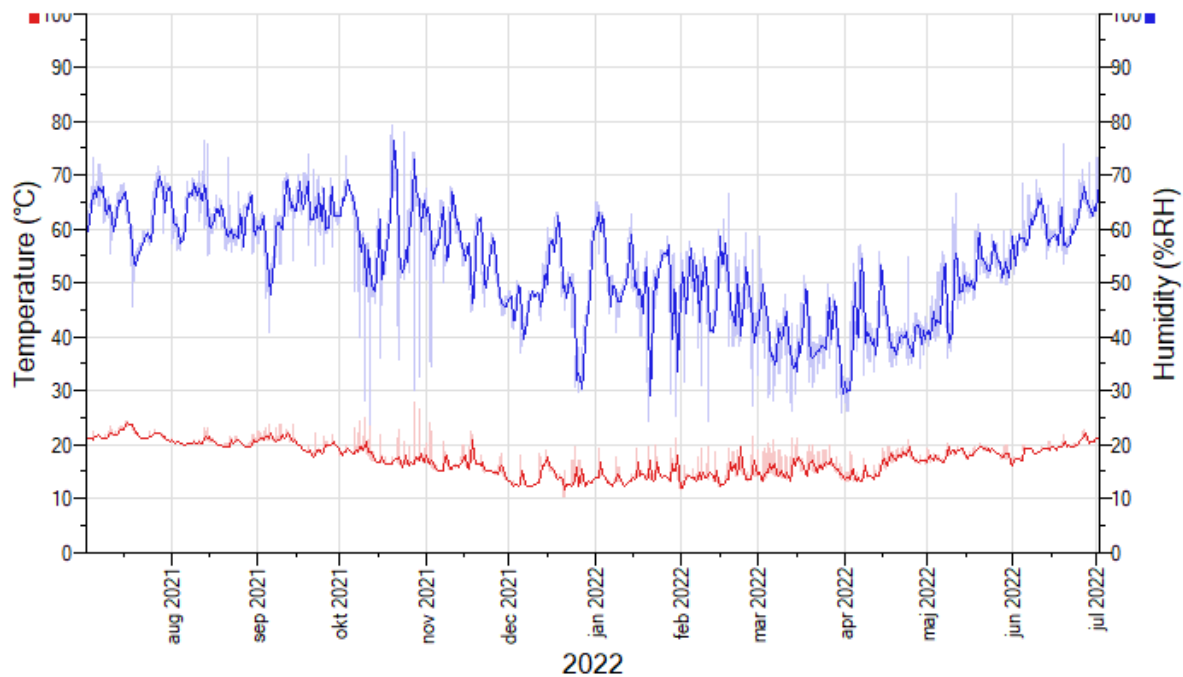
Varmeblæserne er indbygget i loftet over skibet. Varmepumpernes køleaggregater er placeret på et ledigt område umiddelbart nord for kirken. Kølerør føres i terræn og op gennem trapperummet til loftet.

Kirken opvarmes periodevis til en grundtemperatur på ca. 12 °C brugstemperatur på 18-22 °C, målt ved prædikestolen. På orgelpulpituret ovenpå orgelkassen er temperaturen imidlertid 3-4 grader højere end ved prædikestolen. Dette viser at indblæsning af den varme luft fra loftet medfører en uensartet temperaturfordeling lodret i kirkerummet.

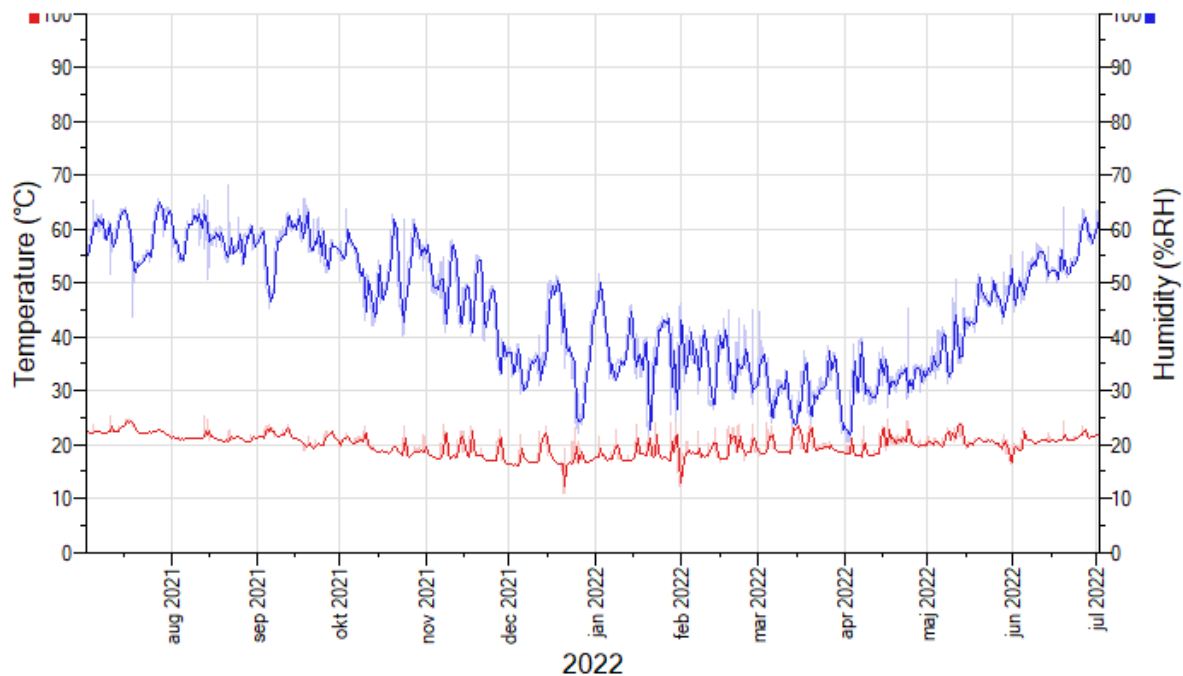
Energiforbruget var 21.945 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Heraf medgik 9.0005 kWh til drift af varmepumperne. Antallet af gradtimer var 61.861 °C h og den samlede effektivitet 0,59 Wh/ m<sup>3</sup> °C h, beregnet ud fra temperaturmålingen ved prædikestolen.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 30 %RF og 75 %RF. Ved orglet var luftfugtigheden ca. 10 %RF lavere på grund af den højere temperatur. Rumklimaet er for tørt om vinteren for både inventar og orgel, og der er risiko for udvikling af revner og afskalninger på træværk.

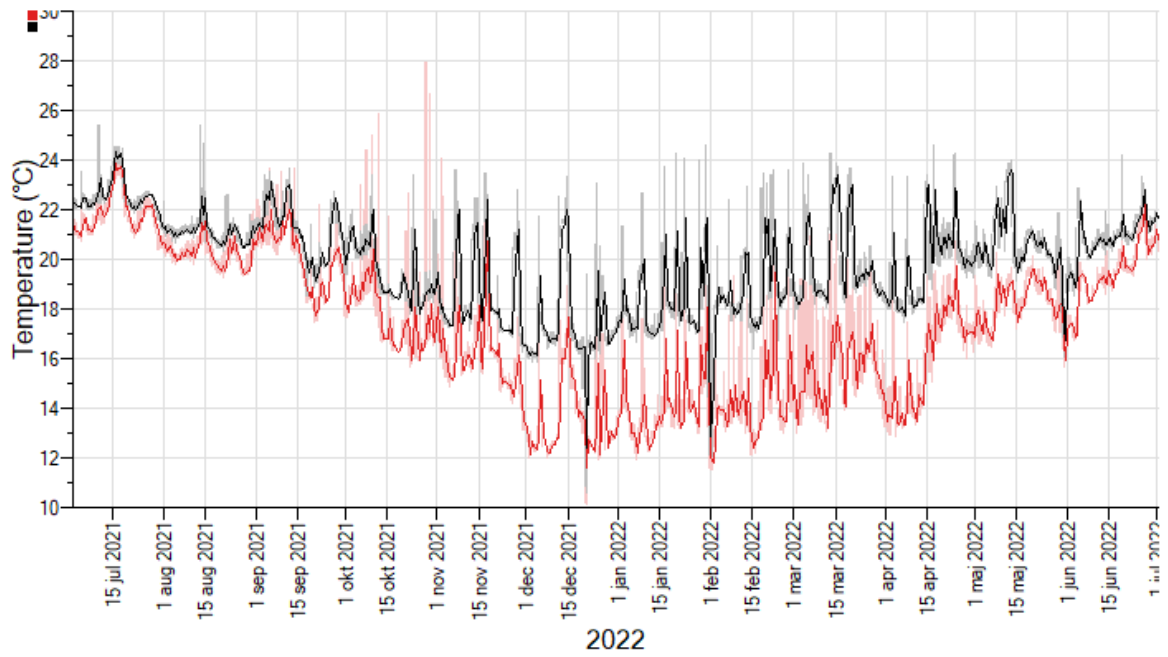
### Christianshede kirke prædikestol



### Christianshede kirke orgel



### Christianshede kirke temperatur









# Sønder Omme kirke

Grene Provsti Ribe Stift

Sønder Omme kirke er opført ca. 1150 med mure af granitkvadre og blytag på skib og kor. Skib og kor har fladt, isoleret træloft. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 750 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer og indvendige forsatsruder. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og trægulve under bænke.

Varmeanlægget består af elektriske rørovnere under bænken og el-paneler langs væggene. I 2019 blev installeret to luft-luft varmepumper som supplement til det elektriske varmeanlæg. Varmepumperne yder ca. 8 kW og de elektriske ovne ca. 30 kW.

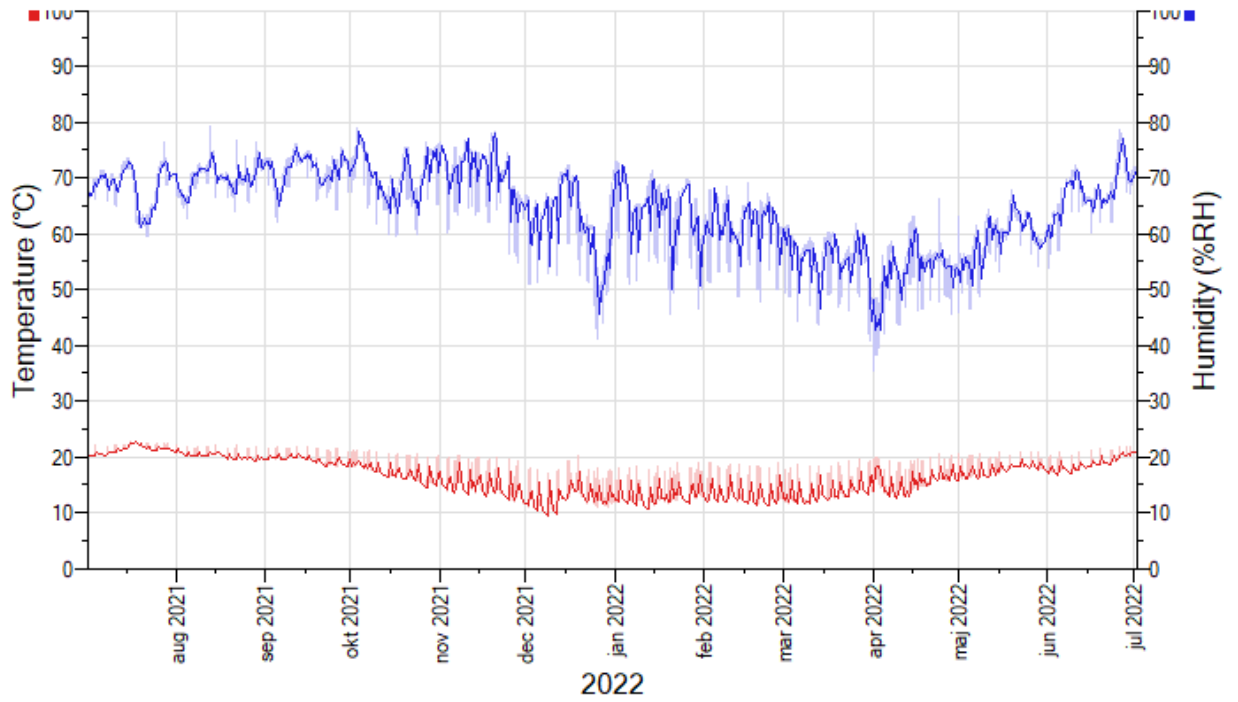
Varmeblæserne er indbygget i loftet over skibet. Varmepumpenes køleaggregater er placeret på et ledigt gravsted umiddelbart nord for kirken. Kølerør føres i terræn og op gennem en gammel skorsten til loftet.

Kirken opvarmes periodevis til en grundtemperatur på ca. 12 °C og brugstemperatur på 18-22 °C, målt i koret. På orgelpulpituret ovenpå orgelkassen er temperaturen imidlertid 2-3 grader højere end i koret. Dette viser at indblæsning af den varme luft fra loftet medfører en uensartet temperaturfordeling lodret i kirkerummet.

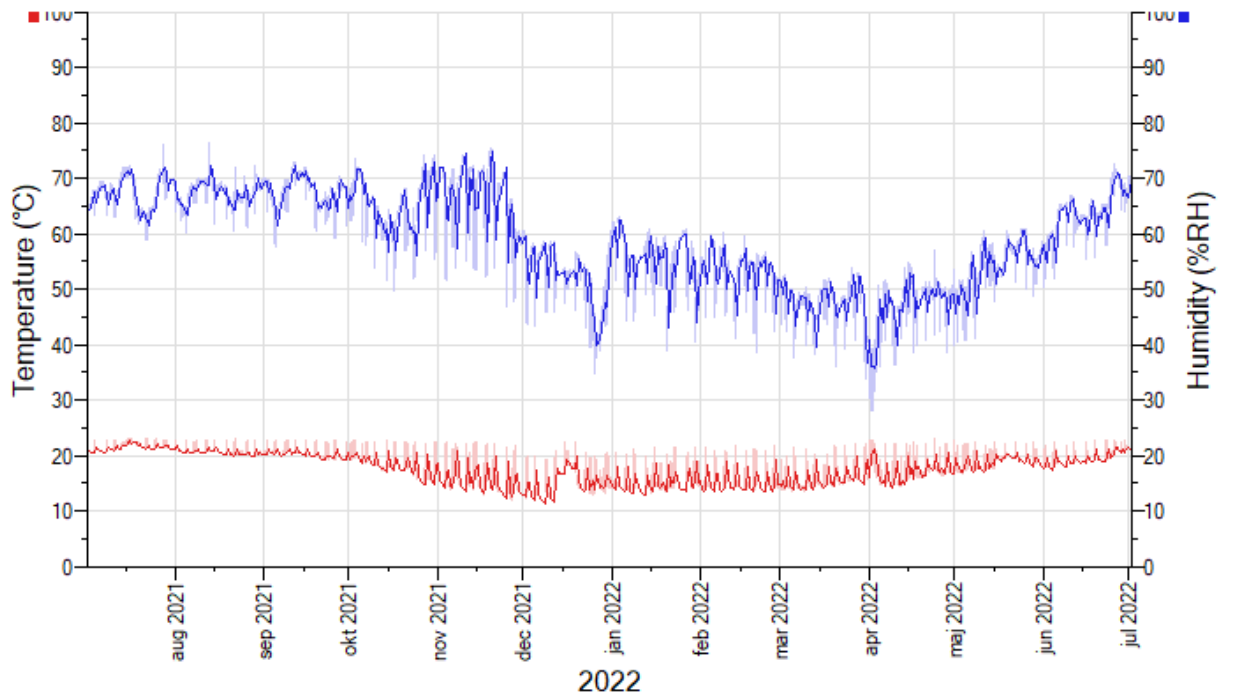
Energiforbruget var 26.752 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 65.282 °C h og den samlede effektivitet 0,55 Wh/ m<sup>3</sup> °C h, beregnet ud fra temperaturmålingen i koret.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 45 %RF og 75 %RF. Ved orglet var luftfugtigheden ca. 10 %RF lavere på grund af den højere temperatur. Rumklimaet er for tørt om vinteren for både inventar og orgel, og der er risiko for udvikling af revner og afskalninger på træværk.

### Sønder Omme kirke kor



### Sønder Omme kirke orgel









# Allerslev kirke

Lejre Provsti Roskilde Stift

Allerslev kirke er opført ca. 1200 med mure af kalksten og senere tilbygninger af tegl. Skib, kor og tårnrum har hvælv, og tagflader har tegltag. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 750 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og trægulve under bænke. I tårnrummet er orglet placeret på et ca. 1 m højt podie af træ.

Varmeanlægget består af elektriske varmepaneller under bænkesæderne og langs væggene. I 2018 blev installeret en luft-luft varmepumpe som supplement til det elektriske varmeanlæg. Varmepumpen yder ca. 12 kW og de elektriske ovne ca. 33 kW. Varmepumpen benyttes primært til grundvarme og slukkes under aktiviteter af hensyn til støj.

Varmeblæseren er indbygget under podiet i tårnrummet. Indblæsning sker gennem en rist udfør midtergangen og returluft trækkes gennem en gulvrist bag orglet. Varmepumpens køleaggregater er placeret vest for tårnet ud mod kirkegårdsmuren og skjult i et kabinet af træ. Kølerør føres under terræn ind gennem tårnmuren.

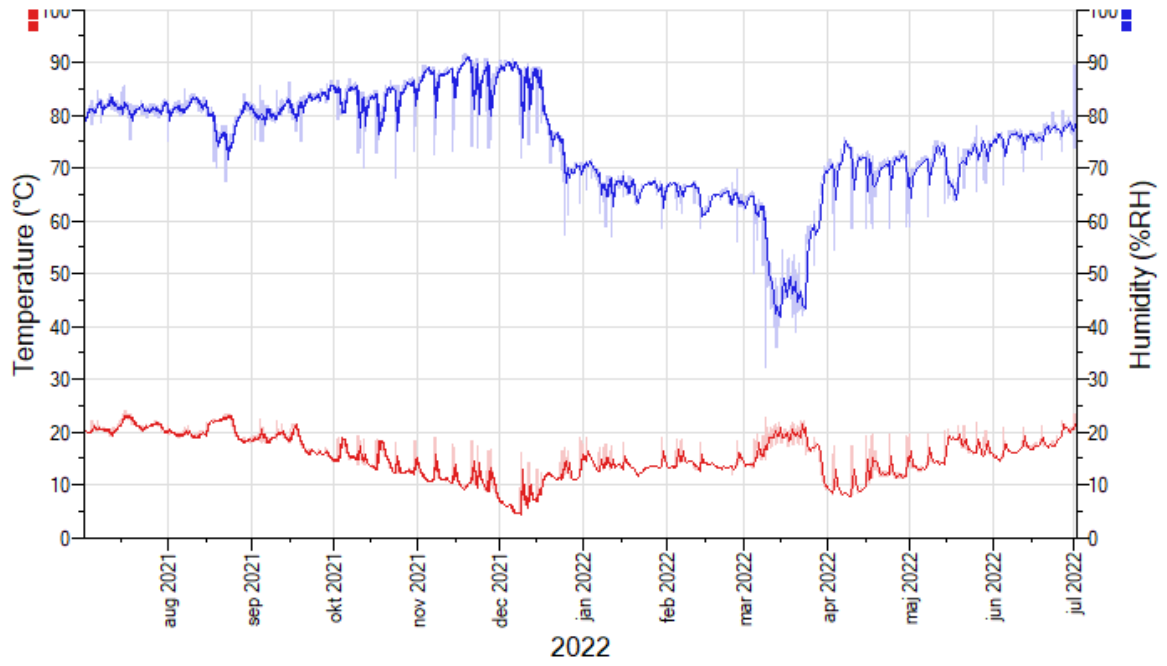
Varmeanlægget reguleres af en elektronisk styring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis og i perioden 1. oktober 2021 til 1. juni 2022 var der ca. 36 opvarmninger til brugstemperatur på 18-20 °C. På grund af en fejl i styringen var grundtemperaturen varierende.

Energiforbruget var 26.792 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 47.066 °C h og den samlede effektivitet 0,76 Wh/ °C h m<sup>3</sup>. Muligvis har varmepumpen været afbrudt i perioder, så elforbruget har været højere end normalt

Den relative luftfugtighed varierede mellem 40 %RF og 90 %RF på grund af den varierende grundtemperatur. Rumklimaet er lidt for fugtigt for både inventar og orgel, og der er risiko for udvikling af skimmelsvamp og/eller borebiller i træværk.



### Allerslev kirke







# Vindinge kirke

Roskilde Domprovsti Roskilde Stift

Vindinge kirke er opført 1875 med mure af tegl. Skib, kor og tårnrum har hvælv, og tagflader har tegltag. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 750 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og trægulve under bænke.

Varmeanlægget består af elektriske varmepaneller under bænkesæderne og langs væggene. I 2018 blev installeret en luft-luft varmepumpe som supplement til det elektriske varmeanlæg. Varmepumpen yder ca. 10 kW og de elektriske ovne ca. 34 kW. Varmepumpen benyttes primært til grundvarme og slukkes under aktiviteter af hensyn til støj.

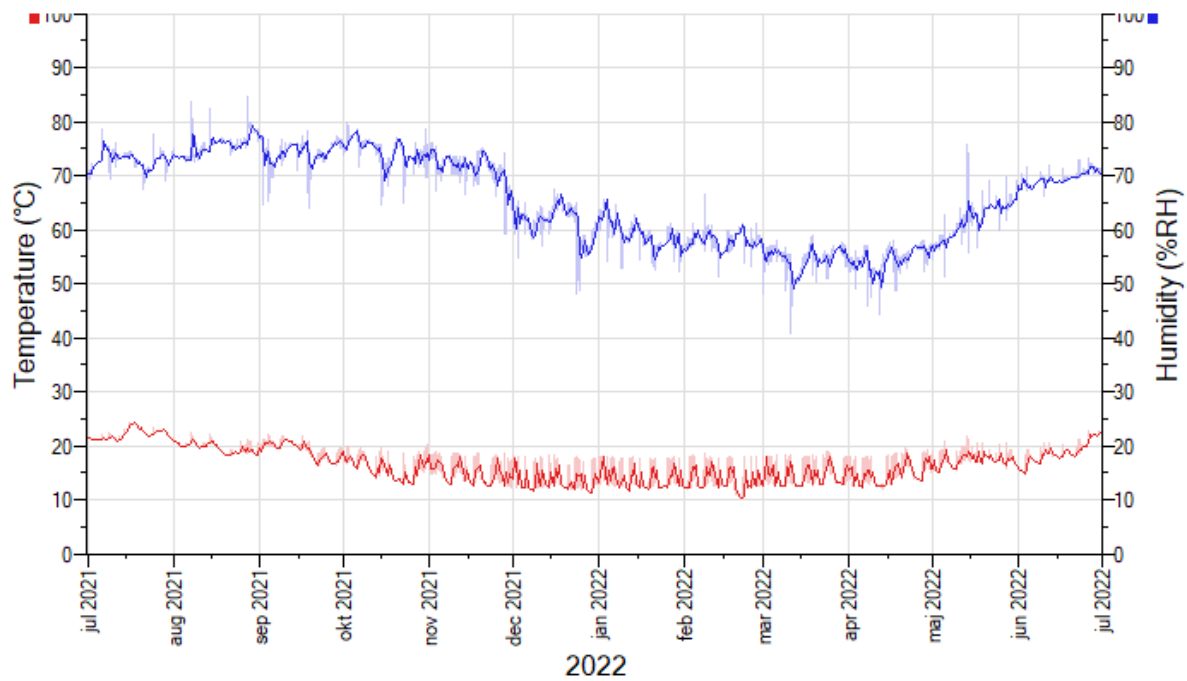
Varmeblæseren er installeret i tårnrummet på nordvæggen ved siden af orglet. Varmepumpens køleaggregater er placeret nord for kirken ud mod kirkegårdsmuren og camoufleret af beplantning. Kølerør føres under terræn ind gennem tårnmuren.

Varmeanlægget reguleres af en elektronisk styring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis med en grundtemperatur på ca. 12 °C. I perioden 1. oktober 2021 til 1. juni 2022 var der ca. 124 opvarmninger til brugstemperatur på 18-20 °C.

Energiforbruget var 22.578 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 55.744 °C h og den samlede effektivitet 0,62 Wh/ m<sup>3</sup> °C h.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 50 %RF og 80 %RF på grund af den varierende grundtemperatur. Rumklimaet er acceptabelt for inventar og orgel.

### Vindinge kirke











# Melby kirke

Frederiksværk Provsti Helsingør Stift

Melby kirke er opført ca. 1200 med mure af tegl og tegltag på skib og kor. Skib og kor har teglhvælv udsmykket med kalkmalerier. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 700 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og under bænke.

Varmeanlægget er installeret i 2012 og består af lave konvektorovne under bænkerne i skibet. Koret opvarmes af ribberør under knæfaldet samt en radiator bag alteret. Anlægget er dimensioneret for periodevis opvarmning og yder 48 kW ved et temperatursæt på 60/40/20.

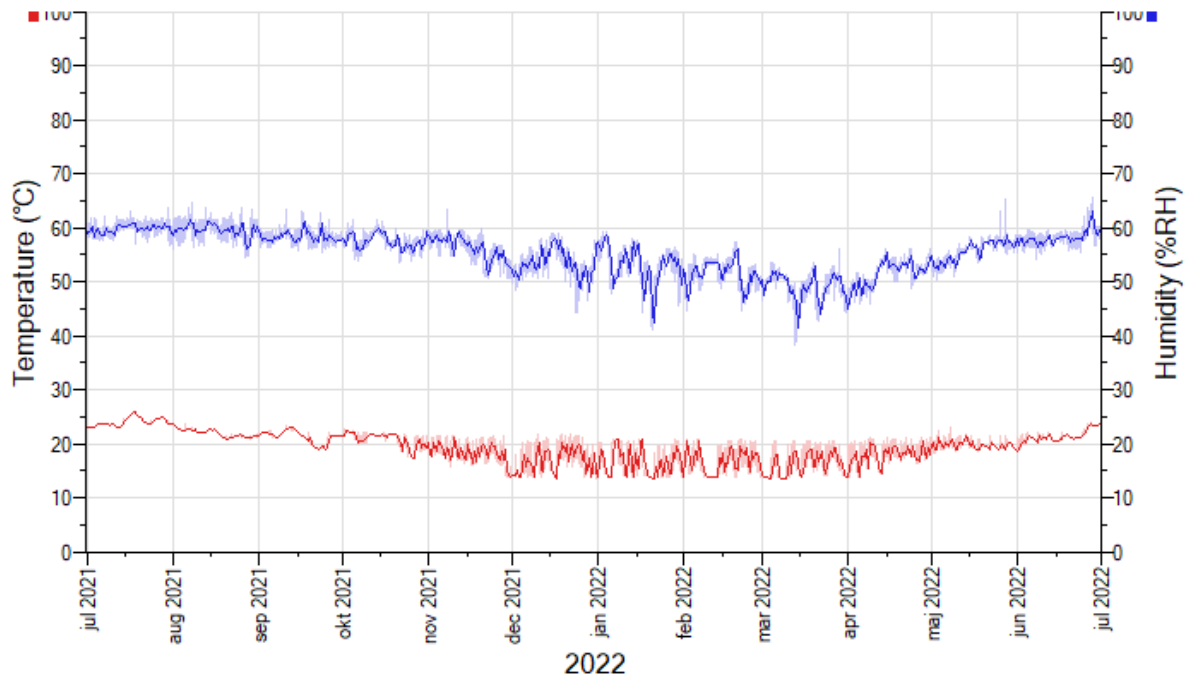
Anlægget forsynes fra tre luft-vand varmepumper som tilsammen yder ca. 36 kW samt supplerende el-patroner på 12 kW i buffertanken. Varmepumpernes køleaggregater er placeret ved kapelbygningen på vestsiden af kirkegårdsmuren. Buffertank mm er placeret i det gamle fyrrum i kapelbygningen og varmen føres gennem en ny jordledning frem til kirken.

Varmen i kirkerummet reguleres af en elektronisk varmestyring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis til en grundtemperatur på 14 °C og en brugstemperatur på ca. 20 °C, målt i skibet ca. 1 m over gulv.

Energiforbruget til drift af varmepumperne var 20.844 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 75.678 °C h og den samlede effektivitet 0,39 Wh/ m<sup>3</sup> °C h.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 40 %RF og 65 %RF. Rumklimaet er nogenlunde acceptabelt for inventar og orgel, dog i perioder lidt for tørt om vinteren.

# Melby kirke







# Villingerød kirke

Frederiksværk Provsti Helsingør Stift

Villingerød kirke er opført ca. 1906 med mure af tegl og tegltag på skib og kor. Skib og kor har tøndehvælvet loft af puds på strå. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 500 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i blysprosser med udvendig forsatsrude. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og trægulve under bænke.

Varmeanlægget består af lave konvektorovne langs ydervæggene i skibet. Koret opvarmes af gulvkonvektorer bag alteret. Anlægget er dimensioneret for vedvarende opvarmning og yder ca. 15 kW ved et temperatursæt på 70/40/20. Det har tidligere været forsynet fra en oliekedel i graverbygningen.

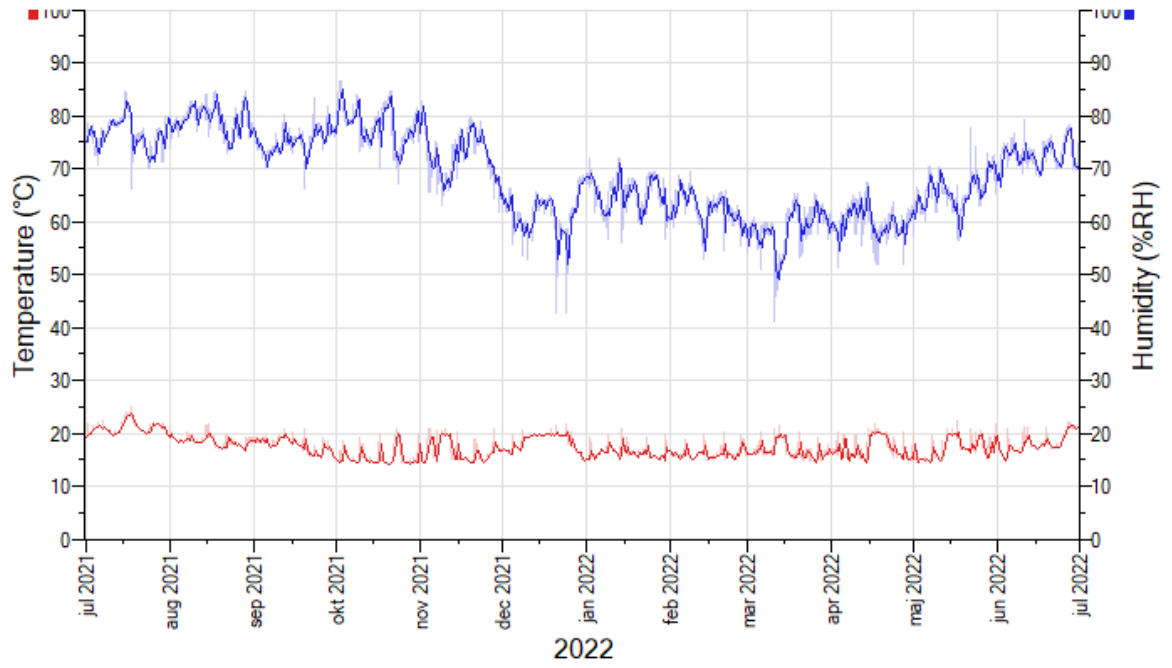
I 2018 blev installeret en luft-vand varmepumpe på ca. 20 kW samt supplerende el-keedel. Varmepumpens køleaggregat er placeret ved graverbygningen på nordsiden af kirken. Buffertank mm. er placeret i det gamle fyrrum i graverbygningen og varmen føres gennem en jordledning frem til kirken.

Varmen i kirkerummet reguleres af en elektronisk varmestyring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis til en grundtemperatur på 16 °C og en brugstemperatur på ca. 20 °C, målt i skibet ca. 3 m over gulv. Der var 35 opvarmninger til brugstemperatur i perioden 1. oktober til 30. maj.

Energiforbruget til drift af varmeanlægget var 30.818 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 66.072 °C h og den samlede effektivitet 0,58 Wh/°C h m<sup>3</sup>.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 50 %RF og 85 %RF. Rumklimaet er nogenlunde acceptabelt for inventar og orgel, dog i perioder lidt for fugtigt om efteråret.

### Villingerød kirke









# Rye kirke

Lejre Provsti Roskilde Stift

Rye kirke er opført ca. 1200 med mure af tegl og tegltag på skib og kor. Skib og kor har fladt loft med varmeisolering. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 900 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer og indvendige forsatsruder. Skib og kor har teglgulve og sideskib har trægulv.

Varmeanlægget er installeret i 2020 og består af gulvvarme i hele kirkerummet samt lave konvektorovne under bænke i tårnrummet. Der er desuden radiatorer langs væggene i sideskibet og bag alteret i koret. Anlægget er dimensioneret for vedvarende opvarmning og forsynes fra en luft-vand varmepumpe som yder ca. 20 kW samt supplerende el-kedel på 42 kW.

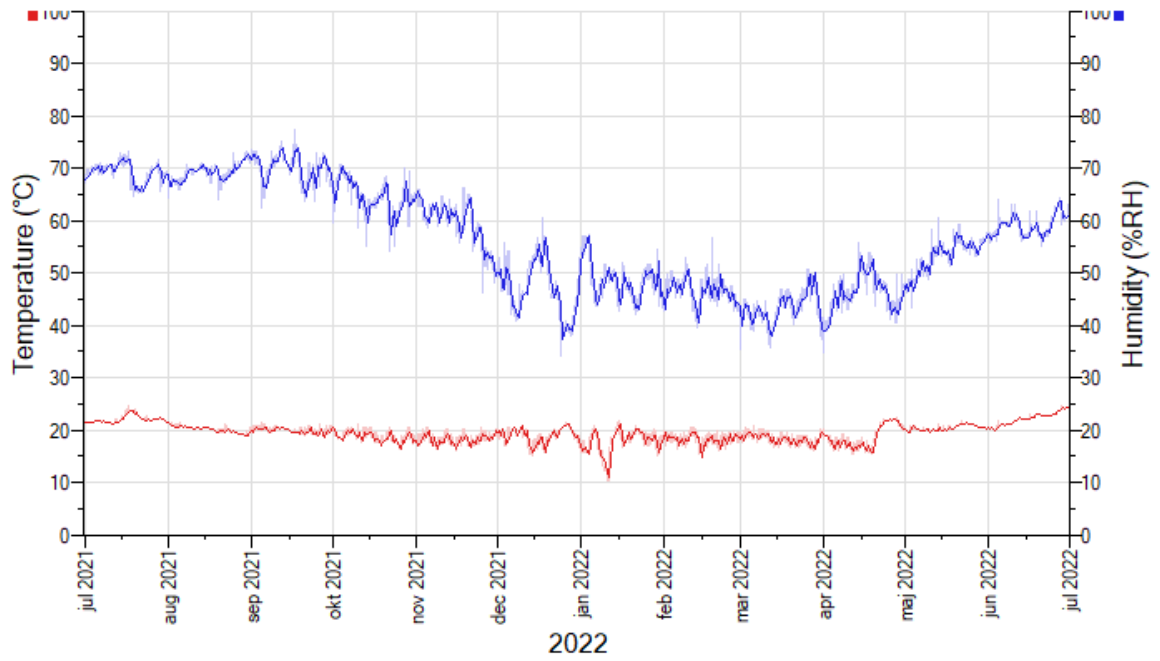
Varmepumpens køleaggregater er placeret ved graverbygningen syd for kirkegårdsmuren. Buffertank mm. er placeret i det gamle fyrrum og varmen føres gennem en ny jordledning frem til kirken.

Varmen i kirkerummet reguleres af en elektronisk varmestyring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes vedvarende til en temperatur på 16-20 °C målt i tårnrummet ca. 2 m over gulv.

Energiforbruget til drift af varmeanlægget var 29.745 kWh. Antallet af gradtimer var 78.882 °C h og den samlede effektivitet 0,42 Wh/ °C h m<sup>3</sup>.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 40 %RF og 70 %RF. Rumklimaet er nogenlunde acceptabelt for inventar og orgel.

# Rye kirke







# Snostrup kirke

Frederikssund Provsti Helsingør Stift

Snostrup kirke er opført ca. 1200 med mure af tegl og tegltag på skib og kor. Skib og kor har teglhvælv uden varmeisolering. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 600 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer og indvendige forsatsvinduer. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og under bænke.

Varmeanlægget er installeret i 2017 og består af lave konvektorovne under bænkene i skibet. Koret opvarmes af ribberør under knæfaldet samt en radiator bag alteret. Anlægget er dimensioneret for periodevis opvarmning og yder i alt 39 kW ved et temperatursæt på 80/60/20.

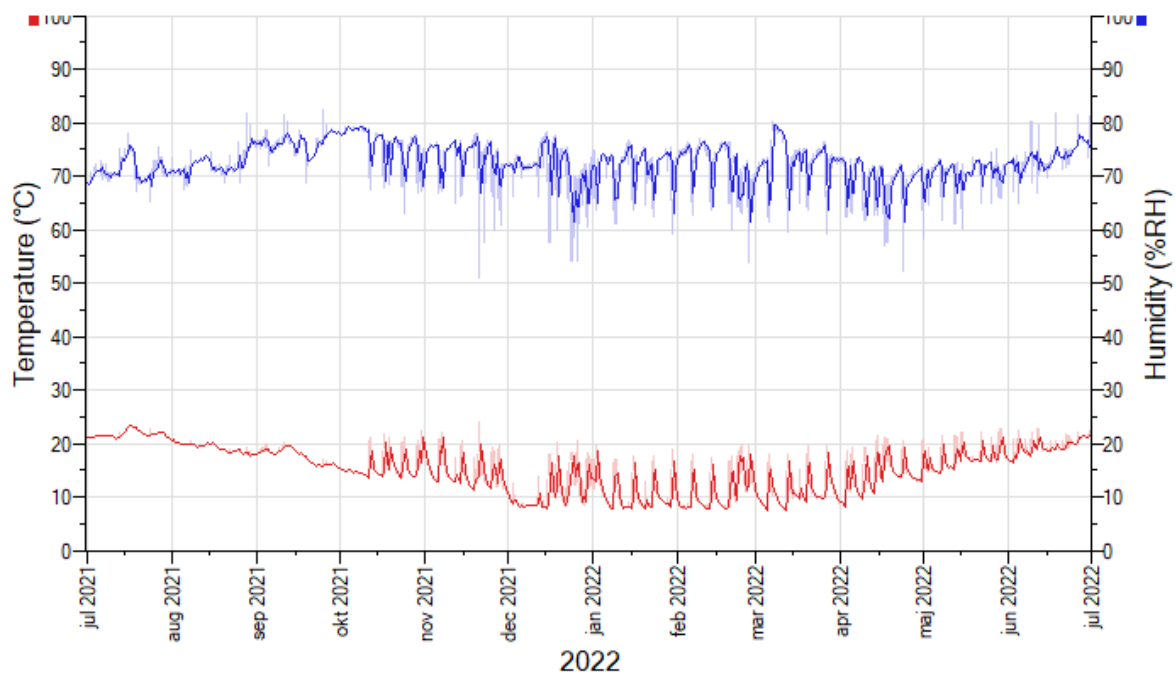
Anlægget forsynes fra en luft-vand varmepumpe, som yder ca. 20 kW samt en supplerende el-kedel på 42 kW. Varmepumpens køleaggregater er placeret ved graverbygningen syd for kirkegårdsmuren. Buffertank mm er placeret i det gamle fyrrum og varmen føres gennem en ny jordledning frem til kirken.

Varmen i kirkerummet reguleres af en elektronisk varmestyring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis til en grundtemperatur på 8 °C og en brugstemperatur på ca. 18-20 °C, målt i tårnrummet ca. 2 m over gulv. Der var i alt 43 opvarmninger til brugstemperatur i perioden 1. oktober til 31. maj

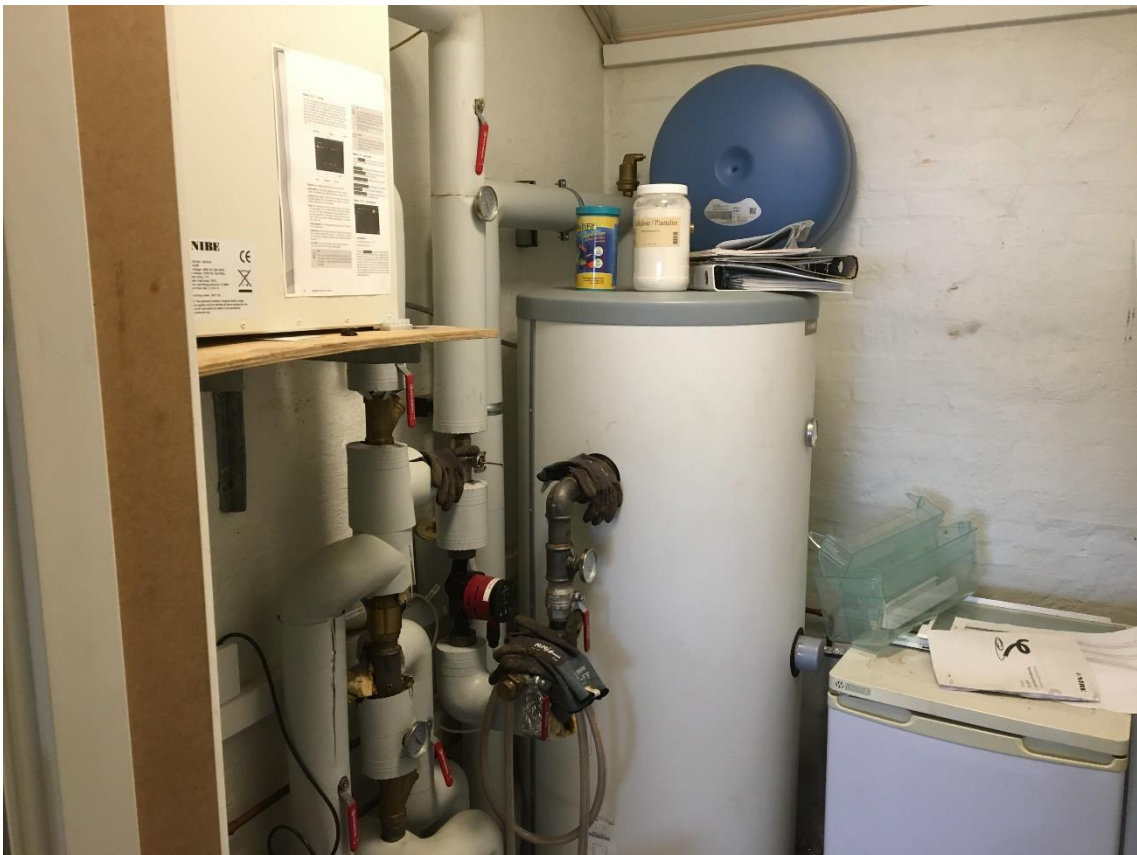
Energiforbruget til drift af varmepumperne var 8.413 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Hertil kommer el-kedlens forbrug på 7.755 kWh. Antallet af gradtimer var 44.540 °C h og den samlede effektivitet 0,60 Wh/ °C h m<sup>3</sup>.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 60 %RF og 80 %RF. Rumklimaet er nogenlunde acceptabelt for inventar og orgel.

### Snostrup kirke









# Tirsted kirke

Maribo Domprovsti Lolland-Falster Stift

Tirsted kirke er opført ca. 1250 med mure af tegl og tegltag på skib og kor. Skib og kor har fladt, isoleret loft af træ. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 1150 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i blysprosser. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og trægulv under bænke. Koret har kalkmalerier på væggene.

Varmeanlægget blev installeret i 2018 og består af elektriske ovne under bænkesæderne i skibet, kombineret med vandbårne varmeblæsere (fan-coils) langs væggene, forsynet fra en varmepumpe. Koret opvarmes af strålevarmepaneller i loftet for at skåne kalkmalerierne på væggene. Anlægget er dimensioneret for periodevis opvarmning og yder samlet ca. 53 kW, fordelt med 12 kW på varmepumpen og 41 kW på elektriske varmeelementer.

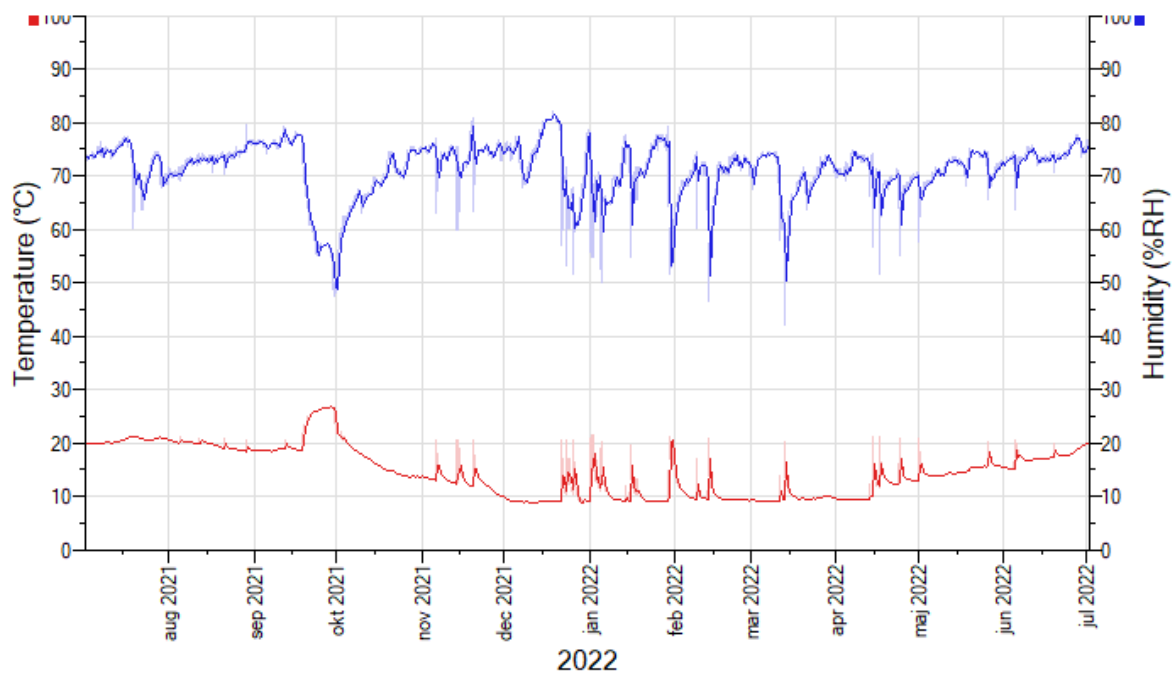
Varmepumpens køleaggregat er placeret ved kapelbygningen på nordsiden af kirken. Buffertank mm. er placeret i det gamle fyrrum i kapelbygningen og varmen føres gennem en jordledning frem til kirken.

Varmen i kirkerummet reguleres af en elektronisk varmestyring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis til en grundtemperatur på 10 °C og en brugstemperatur på ca. 20 °C, målt i skibet ca. 3 m over gulv. Der var 18 opvarmninger til brugstemperatur i perioden 1. oktober til 30. maj.

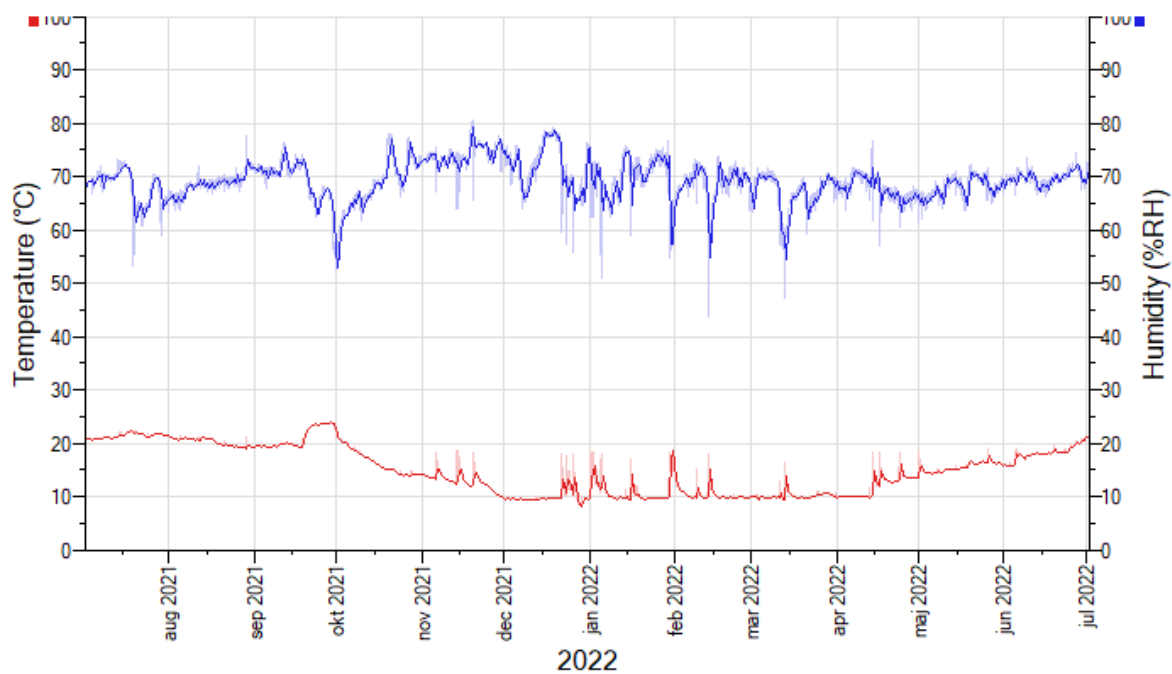
Energiforbruget til drift af varmeanlægget var 15.215 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 40.802 °C h og den samlede effektivitet 0,28 Wh/°C h m<sup>3</sup>.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 55 %RF og 80 %RF. Rumklimaet er nogenlunde acceptabelt for inventar og orgel, dog i perioder lidt for tørt for korets kalkmalerier om vinteren.

### Tirsted kirke kor



### Tirsted kirke pulpitur









# Nebbelunde kirke

Maribo Domprovsti Lolland-Falster Stift

Nebbelunde kirke er opført ca. 1200 med mure af tegl og tegltag på skib og kor. Skib og kor har fladt loft af træ. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 500 m<sup>3</sup>.

Vinduerne har enkelt lag glas i blysprosser. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og under bænke.

Varmeanlægget blev installeret i 2014 og består af elektriske ovne under bænkesæderne i skibet og stenplade ovne på væggene kombineret. Grundvarmen leveres af en varmeblæser indbygget i den gamle varmekanal under gulvet. Anlægget er dimensioneret for periodevis opvarmning og yder samlet ca. 32 kW, fordelt med 10 kW på varmepumpen og 22 kW på elektriske varmeelementer.

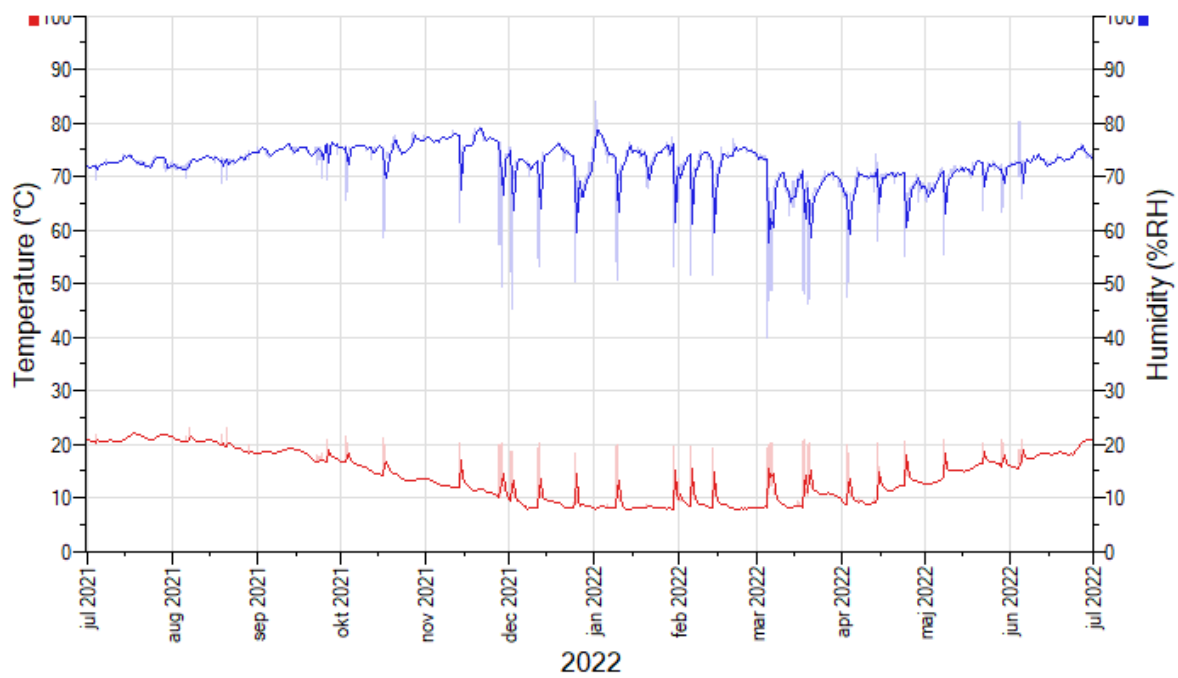
Varmeblæseren forsynes fra en luft-vand varmepumpe med køleaggregatet placeret ved graverbygningen, og buffertank mm. i det gamle fyrrum. Varmen føres gennem en jordledning frem til kirken.

Varmen i kirkerummet reguleres af en elektronisk varmestyring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis til en grundtemperatur på 8 °C og en brugstemperatur på ca. 20 °C, målt i skibet ca. 3 m over gulv. Der var 21 opvarmninger til brugstemperatur i perioden 1. oktober til 30. maj.

Energiforbruget til drift af varmeanlægget var 12.229 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 35.267 °C h og den samlede effektivitet 0,69 Wh/°C h m<sup>3</sup>.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 60 %RF og 80 %RF, dog kortvarigt ned til 50 %Rf i forbindelse med opvarmning til brugstemperatur. Rumklimaet er nogenlunde acceptabelt for inventar og orgel.

### Nebbelunde kirke











# Majbølle kirke

Lolland Østre Provsti Lolland-Falster Stift

Majbølle kirke er opført ca. 1250 med mure af tegl. Skib, kor og tårnrum har hvælv, og tagflader har tegltag. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 130 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og under bænke.

Varmeanlægget består af elektriske rørovnere under bænkerne i skibet og varmepaneller langs væggene i sideskibet. I 2019 blev installeret en luft-luft varmepumpe som supplement til det elektriske varmeanlæg. Varmepumpen yder ca. 7 kW og de elektriske ovne ca. 40 kW. Varmepumpen benyttes primært til grundvarme og slukkes under aktiviteter af hensyn til støj.

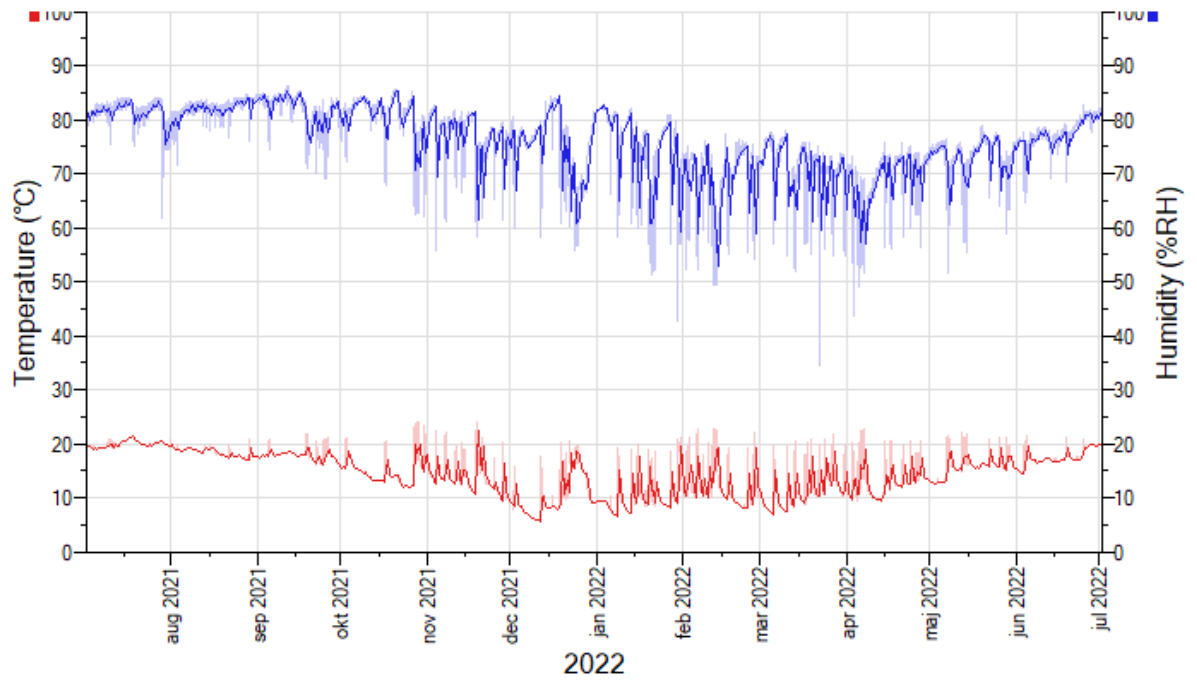
Varmeblæseren er installeret i sideskibet på vestvæggen. Varmepumpens køleaggregater er placeret umiddelbart udenfor og camoufleret af beplantning. Kølerør føres ind gennem muren.

Kirken opvarmes periodevis med en grundtemperatur på ca. 8°C. I perioden 1. oktober 2021 til 1. juni 2022 var der ca. 42 opvarmninger til brugstemperatur på 18-22 °C.

Energiforbruget var 27.293 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 42.490 °C h og den samlede effektivitet 0,49 kW/ °C h m<sup>3</sup>.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 50 %RF og 85 %RF. Rumklimaet er for fugtigt om efteråret for inventar og orgel.

### Majbølle kirke







# Kalvehave kirke

Stege-Vordingborg Provsti Roskilde Stift

Kalvehave kirke er opført ca. 1250 med mure af tegl og tegltag på skib, kor og tilbygninger. Skib og kor har hvælv, men sideskibet har fladt, isoleret træloft. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 1350 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og trægulve under bænke.

Varmeanlægget er installeret i 2018 og består af elektriske varmepaneller under bænkesæderne og langs væggene samt en luft-luft varmepumpe. Anlægget er dimensioneret til periodevis opvarmning, idet varmepumpen yder ca. 20 kW og de elektriske ovne ca. 47 kW. Varmepumpen benyttes primært til grundvarme og slukkes under aktiviteter af hensyn til støj.

Varmeblæseren er indbygget i et eksisterende varmekammer under gulvet i sideskibet. Indblæsning sker gennem to riste omtrent midt i skibet og returluft trækkes gennem en gulvrister i sideskibet. Varmepumpens køleaggregater er placeret i tagrummet over sideskibet og har kondensbakke med afløb gennem en ventil i tagfladen til tagrende. Kølerør føres i den gamle skorsten. Installationen giver en god visuel og lydmæssig afskærmning mod omgivelserne.

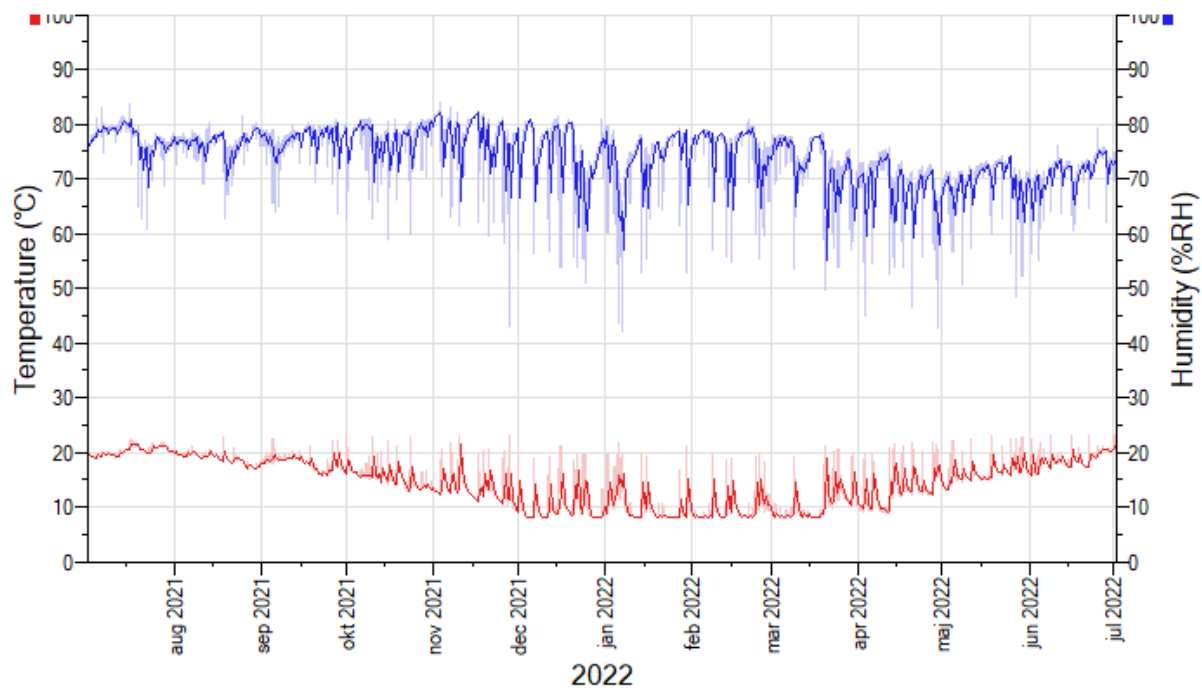
Varmeanlægget reguleres af en elektronisk styring med kalenderfunktion. Kirken opvarmes periodevis med en grundvarme ned til ca. 8 °C. I perioden 1. oktober 2021 til 1. juni 2022 var der ca. 50 opvarmninger til brugstemperatur på 18-20 °C.

Energiforbruget var 17.339 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Heraf medgik 5.967 kWh til drift af varmepumpen og 11.372 kWh til varmeovnene i kirkerummet. Antallet af gradtimer var 40.893 °C h og den samlede effektivitet 0,31 Wh/m<sup>3</sup> °C h.

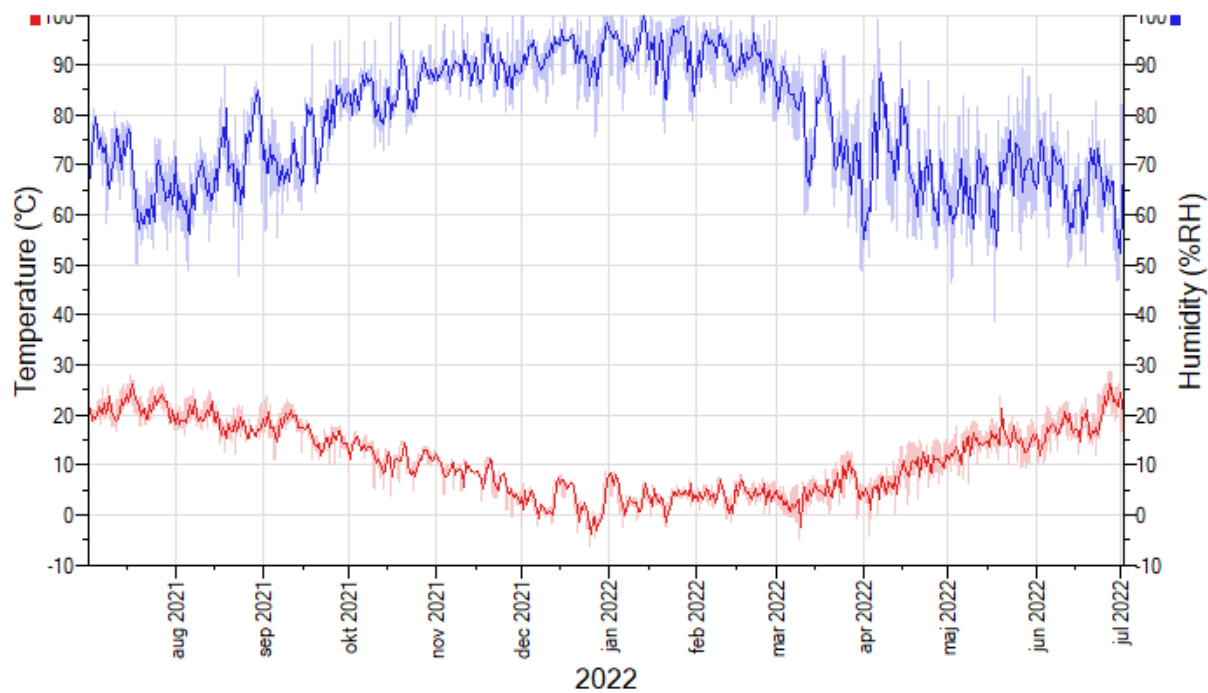
Den relative luftfugtighed varierede mellem 60 %RF og 80 %RF hele året, dog ned til 50 %RF ved enkelte episoder med længerevarende opvarmning. Rumklimaet er nogenlunde passende for både inventar og orgel.

Klimaet i tagrummet afveg væsentligt fra kirkerummet. Temperaturen var op til 25 °C enkelte dage om sommeren og ned til -5 °C om vinteren. Den relative luftfugtighed var ned til 50 %RF om sommeren og op til 100 %RF om vinteren. Der ses ikke samme affugtning af luften i tagrummet som i Skarrild kirke. Det skyldes antagelig at tagbeklædningen her er tegl, som afgiver fugt til tagrummet ved fordampning i perioder med regnvejr.

### Kalvehave kirke



### Kalvehave kirke loft









# Tårnborb kirke

Slagelse Provsti Roskilde Stift

Tårnborb kirke er opført ca. 1200 med mure af tegl og tegltag på skib og kor. Skib og kor har teglhvælv. Kirkerummet udgør et samlet volumen på ca. 1900 m<sup>3</sup>. Vinduerne har enkelt lag glas i støbejernsrammer. Skib og kor har teglgulve i gangarealer og under bænke.

Varmeanlægget består af lave konvektorovne langs væggene. Anlægget yder i alt 35 kW ved et temperatursæt på 70/40/20. Ved højere fremløbs- og retur temperatur på 75/65/20 er ydelsen 61 kW. I henhold til Kirkeministeriets Opvarmningscirkulære anbefales ca. 70 kW en vedvarende opvarmet kirke på ca. 1900 m<sup>3</sup>. Kirkens varmeanlæg er betydeligt underdimensioneret og kan kun anvendes til konstant opvarmning.

I 2021 blev installeret tre luft-vand varmepumper som erstatning for et oliefyr. Varmepumperne yder ca. 55 kW og der er supplerende el-patroner på 12 kW i buffertanken. Varmepumpernes køleaggregater er placeret på nordsiden af graverbygningen nord for kirken. Buffertank mm er placeret i det gamle fyrrum, og varmen føres gennem en ny, 70 m lang jordledning frem til kirken.

Varmen i kirkerummet reguleres af et Danfoss Link system, hvorved alle radiatorventiler reguleres trådløst af en fælles termostatisk styring. Kirken opvarmes konstant til brugstemperatur på ca. 18 °C, målt i skibet ca. 2 m over gulv.

Energiforbruget var 26.762 kWh i perioden 1. juli 2021 til 30. juni 2022. Antallet af gradtimer var 78.540 °C h og den samlede effektivitet 0,31 Wh/ °C h m<sup>3</sup>. En lille del af forbruget medgår til opvarmning af graverbygningen.

Den relative luftfugtighed varierede mellem 45 %RF og 75 %RF. Rumklimaet er nogenlunde acceptabelt for inventar og orgel, dog i perioder lidt for tørt om vinteren.

## Tårnborg kirke

