



KIRKKO HELSINGISSÄ
KYRKAN | HELSINGFORS

Utredning om anskaffning av ett lågutsläppskrematorium

På uppdrag av Helsingfors
kyrkliga samfällighet
Macon Oy

macon

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
1. Inledning	6
1.1 Utredningens bakgrund och mål.....	6
1.2 Utredningens syfte och användning.....	7
1.3 Projektets avgränsningar och mål	8
1.4 Utredningens målgrupper.....	9
1.5 Förkortningsförteckning	11
2. Marknadsöversikt och teknologier	12
2.1 Traditionella krematorier	12
2.1.1 Bränslealternativ och deras tillgänglighet	15
2.1.2 Eldrivna krematorier	17
2.2 Nya och under utveckling varande krematorieteknologier.....	18
2.2.1 Vattenkremering	18
2.2.2 Frystorkning	20
2.2.3 Kompostering.....	21
3. Rökgasrenings- och värmeåtervinningssystem	24
3.1 Möjligheter och nyttor med värmeåtervinning.....	25
3.2 Befintliga och utvecklings- bara rökgasreningsteknologier	26
3.3 Renings- och återvinningsutrustningens inverkan på utsläppen	27
3.4. Kremeringsugnar och lösningar på marknaden	28
4. Möjligheter att utnyttja förnybar energi	30
4.1 Förnybara bränslen i kremeringsugnar	30
4.1.1 El.....	30
4.1.2 Bioolja	30
4.1.3. Biogas.....	31
4.2 Förnybar energis roll i krematorieverksamheten samt exempelobjekt.....	32
5. Nationell enkätundersökning	33
5.1 Svar från oljeeldadekrematorier	33
5.2 Svar från gaseldade krematorier	34
5.3 Kort sammanfattning av enkätundersökningen.....	35
6. Krematoriers miljö- och utsläppsberäkningar	36
6.1 Krematoriers livscykelutsläpp	36
6.2 Utsläpp under användning och möjligheter att minska dem	36
6.3 Miljöutsläpp som bildas och möjligheter att minska klimatpåverkan	42
7. Ekonomisk granskning	45
7.1 Investerings-, drifts- och underhållskostnader	45
7.1.1 Investeringskostnader	45
7.2. Livscykelkostnader med olika bränslen.....	47
7.2.1 Antal kremeringar.....	47

7.2.2 Rörliga kostnader	47
7.2.3 Investeringskostnader	48
7.2.4 Livscykelkostnader med olika bränslealternativ	48
7.2.5 ORC-turbin.....	49
7.3 Bolagisering, finansiering och bidrag	49
8. Kulturella, teologiska och sociala perspektiv.....	53
8.1 Begravningsplatsernas och krematoriernas kulturhistoriska betydelse	55
8.2 Begravningskulturens mångfald och dess beaktande	56
9. Lagstiftningskrav	58
9.1 EU-lagstiftningens nuvarande och kommande krav.....	58
9.2 Den finska begravnings-lagens bestämmelser	59
9.3 Krav i miljötillstånds-processer	60
9.4 Lagstiftningens ändrings-behov	62
10. Hållbar utveckling	66
10.1 Rapportering om företagsansvar	66
10.3 Kompensationssystem	67
10.4 Helsingfors kyrkliga samfällighets mål för koldioxidneutralitet.....	67
11. Sammanfattning och slutsatser	69
11.2 Rekommendationer för anskaffning av ett koldioxidsnålt krematorium	70
12. Utnyttjande av slutrapporten	71
13. Bilagor.....	72
13.1 Sammandrag av enkät-undersökningens svar	72
14. Tack och utredningens författare.....	73
14.1 Samarbetspartners och experter	73
14.2 Presentation av konsultgruppen.....	73
15. Publikationsuppgifter och vidare användning	74
15.1 Rapportens språkversioner och publicering	74
15.2 Information och distributionskanaler	74
Källor	75
Bilaga 1 Innehållet i frågorna som ställdes i enkätundersökningen.....	82
Bilaga 2 Svar på enkätundersökningen (oljedrivna krematorier).....	83
Bilaga 3 Svar på enkätundersökningen (gasdrivna krematorier).....	88
Bilaga 4 Exempel på DFW:s letter of equivalence	90

Denna utredning har utarbetats som en del av ett projekt som har fått stöd av Miljöministeriet genom programmet för en koldioxidsnål byggd miljö, vilket finansieras av Europeiska unionens NextGenerationEU som en del av Finlands program för hållbar tillväxt.



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment



Euroopan unionin
rahoittama
NextGenerationEU



KIRKKO HELSINGISSÄ
KYRKAN I HELSINGFORS

Sammanfattning

Utredningen granskar på ett mångsidigt sätt utvecklingsmöjligheterna för krematorieverksamheten utifrån de kyrkliga samfälligheternas behov. Övergången från traditionella krematorietekniker till lågutsläppsalternativ är realistisk och teknologiskt möjlig. Effekterna av olika energikällor och lösningar för rökgasrening har bedömts i detalj både ur utsläpps- och kostnadsperspektiv. Exempelvis kan en elkrematorieugn eller en övergång till biobränslen minska utsläppen avsevärt, särskilt om elen är förnybar och klimatkompenserad.

Enligt marknadsöversikten finns det alternativ tillgängliga både i form av eldrivna ugnar och gasbaserad utrustning. Värmeåtervinning och rökgasrening kan utnyttjas för att förbättra miljöeffektiviteten. Nya begravningsmetoder såsom vattenkremering och kompostering kan i framtiden utvidga möjligheterna, förutsatt att ändringar görs i Finlands begravningslag. Bedömningen av de kulturella, sociala och teologiska ramarna visar att kremering kan integreras som en del av en mångfaceterad begravningskultur.

Utredningen rekommenderar en noggrann planering av investeringen och en jämförelse mellan olika teknologier och användningssätt. Särskilt anmärkningsvärt är att valet av verksamhetsform och optimeringen av nyttjandegraden kan ha en betydande inverkan både på utsläppen och på driftkostnaderna. Utredningen fungerar som stöd för Helsingfors kyrkliga samfällighets beslutsfattande och mer allmänt för hela branschens utveckling mot en mer klimatresistent begravningsverksamhet.

1. Inledning

Helsingfors kyrkliga samfällighet har inlett en utredning om anskaffning av ett lågutsläppskrematorium för att möta både klimatmålen och den växande efterfrågan på kremeringar. Projektet har erhållit finansiering från Miljöministeriets program för en koldioxidsnål byggd miljö med EU:s RRF-medel, vilket understryker dess aktualitet ur ett nationellt klimatpolitiskt perspektiv. Att begränsa klimatförändringen förutsätter utsläppsminskningar inom alla sektorer, även inom begravnings- och krematorieverksamheten. Samtidigt befinner sig begravningskulturen i förändring: en allt större andel av de avlidna kremeras, och i Finland utgör kremeringarna redan över 65 % av begravningarna.

Krematorierna måste därmed svara både mot samhällets klimatförväntningar och mot behoven som följer av den förändrade begravningspraxisen. Utredningen om anskaffning av ett lågutsläppskrematorium är ett initiativ från Helsingfors kyrkliga samfällighet med målsättningen att finna hållbara lösningar för ett nytt krematorieprojekt och att uppnå de utsläppsminskningsmål som kyrkan har fastställt. Inom projektet utarbetas en omfattande teknisk, ekonomisk, juridisk och kulturell analys av anskaffningen av ett lågutsläppskrematorium.

Målet är att producera en kunskapsgrund som gör det möjligt för beslutsfattare att bedöma olika alternativ och säkerställa att det kommande krematoriet uppfyller de skärpta miljökraven samt betjänar stadens invånare på ett hållbart sätt. I inledningskapitlet presenteras först bakgrunden och målen för utredningen, därefter dess syfte och användning, en mer detaljerad genomgång av projektets avgränsningar och mål, samt slutligen utredningens målgrupper. Dessa underavsnitt bildar en helhet som sätter in utredningen i sitt sammanhang och klargör dess betydelse innan de tekniska delarna redovisas.

1.1 Utredningens bakgrund och mål

Helsingfors kyrkliga samfällighet är Finlands största evangelisk-lutherska samfällighet och ansvarar för begravningsverksamheten i Helsingfors. Samfälligheten har två krematorier: i Malms krematorium finns en ugn och i Honkaniemi krematorium i Haxböle, Vanda finns två ugnar. Med de nuvarande tre ugnarna kremeras årligen drygt 4 000 avlidna.

Antalet kremeringar förväntas öka under de kommande åren, och den nuvarande kapaciteten har bedömts vara otillräcklig för framtida behov. På Malms begravningsplats planeras därför antingen anskaffningen av en ny krematorieugn eller byggandet av en helt ny krematoriebyggnad med flera ugnar.

Samtidigt skärps miljökraven och klimatmålen. Helsingfors kyrkliga samfällighet har förbundit sig till kyrkans miljöledningssystem (det s.k. Kyrkans miljödiplom) samt strategin Klimatneutral kyrka 2030. Detta innebär att samfälligheten strävar efter att minska sina koldioxidutsläpp och nå klimatneutralitet till år 2030. Krematorieverksamheten ger upphov till växthusgasutsläpp främst från bränsleanvändning samt eventuellt från elanvändning och avfallshantering. Även rökgasutsläpp, såsom partiklar och kvicksilver, omfattas av skärpta miljöbestämmelser. Den ökade miljömedvetenheten och de nationella klimatmålen, bl.a. klimatneutralitet till 2035 (Finlex, 2022), skapar ett tryck på att finna mer utsläppssnåla lösningar även inom specialiserade områden som begravningsverksamheten.

Begravningsätt och -kultur är också i förändring. I Finland har kremering blivit avsevärt vanligare under de senaste årtiondena: i städerna kremeras majoriteten av de avlidna, och på nationell nivå är andelen kremeringar på väg att överstiga andelen traditionella kistbegravningar. Brist på utrymme på begravningsplatser, kostnadsfaktorer samt förändrade attityder har ökat kremeringens popularitet. Samtidigt fäster de anhöriga och allmänheten allt större uppmärksamhet vid begravningens miljökon-

sekvenser. Exempelvis begravningsättets koldioxidavtryck och etiska aspekter (såsom rökgasrening, användning av förnybar energi, nya teknologier som biologiskt nedbrytbara kistor eller alternativa behandlingsmetoder) lyfts fram i den offentliga debatten. Samfälligheten vill möta denna utveckling proaktivt.

Ur den ovan beskrivna bakgrunden framträder huvudmålet: att utreda hur Helsingfors kyrkliga samfällighet kan genomföra anskaffningen av ett nytt krematorium eller en ny krematorieugn på ett så lågutsläppande sätt som möjligt. Detta huvudmål delas upp i flera delmål. För det första strävar projektet efter att kartlägga och bedöma olika tekniska lösningar för ett framtida krematorium – inklusive nya ugnstekniker, bränslealternativ (såsom el, biogas, vätgas eller andra förnybara energikällor) samt system för rökgasrening och värmeåtervinning. För det andra är målet att bedöma varje lösnings miljöpåverkan, särskilt växthusgasutsläpp och eventuella lokala utsläpp (såsom luftföroreningar) ur ett livscykelperspektiv. För det tredje undersöks de ekonomiska konsekvenserna: investeringskostnader, driftkostnader samt eventuella besparingar eller nyttor under livscykeln (t.ex. besparingar från energieffektivitet eller fördelar från värmeåtervinning). För det fjärde är målet att säkerställa att de valda lösningarna är förenliga med gällande lagstiftning och att den framtida regleringens utveckling beaktas. För det femte granskas projektets kulturella dimension – hur begravningskulturens värderingar och traditioner kan förenas med nya lågutsläppslösningar och hur förändringen tas emot i församlingarna och i samhället i stort.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att utredningen anknyter både till Helsingfors kyrkliga samfällighets praktiska behov av att öka kremationskapaciteten och till det strategiska målet att minska verksamhetens koldioxidavtryck. Målen för utredningen har formulerats så att resultatet blir en helhetsbild av möjligheterna att genomföra ett lågutsläppskrematorium i Helsingfors. Detta tjänar både det lokala beslutsfattandet och mer allmänt kyrkans och miljömyndigheternas strävan att främja en hållbar utveckling.

1.2 Utredningens syfte och användning

Syftet med utredningen om anskaffning av ett lågutsläppskrematorium är att producera tillförlitlig och opartisk information som gör det möjligt för Helsingfors kyrkliga samfällighet att fatta välgrundade beslut om anskaffningen av ett nytt krematorium. I praktiken innebär detta att utredningen ska identifiera de bästa tillgängliga teknologierna och verksamhetsmodellerna för att minimera krematoriernas utsläpp. Utredningen sammanställer en analys av nuläget, en jämförelse av alternativa lösningar samt rekommendationer för fortsatt arbete. Avsikten är inte att redan nu utarbeta slutliga tekniska planer eller investeringsbeslut, utan att skapa en solid kunskapsbas och en förstudie som kan ligga till grund för den egentliga projektplaneringen och upphandlingen.

Utredningen är också en del av en bredare strävan att integrera klimatperspektivet i beslutsfattandet kring begravningsverksamheten. Den fungerar som ett exempel på hur traditionella tjänster kan utvecklas i en mer miljömässigt hållbar riktning utan att kärnuppdraget åsidosätts. Helsingfors kyrkliga samfällighets projekt har ett typiskt pilotändamål: att pröva och utvärdera innovativa lösningar på ett sådant sätt att även andra aktörer kan dra nytta av de framtagna resultaten. Detta syfte återspeglas i den statliga finansieringen av projektet – Miljöministeriets program för en koldioxidsnål byggd miljö stöder projekt som har modellvärde och som kan främja lågutsläppslösningar mer allmänt inom den byggda miljön. Utredningens syfte är således både att möta Helsingfors kyrkliga samfällighets egna behov och att producera generaliserbar kunskap om lågutsläppslösningar för krematorier inom hela branschen.

Det primära användningsområdet för utredningen är att fungera som stöd för Helsingfors kyrkliga samfällighets nya krematorieprojekt. Slutrapporten ska vara ett beslutsstöd när olika genomförandealternativ för en utvidgning eller nybyggnation av krematoriet på Malms begravningsplats bedöms. I praktiken hjälper rapporten till att definiera upphandlingens krav och

kriterier: exempelvis vilken teknologi som bör krävas i anbudsfrågningar, vilka utsläppsnivåer som ska eftersträvas och vilka ekonomiska ramar projektet har. Rapportens beräkningar och jämförelser tillhandahåller bakgrundsinformation för investeringsplanering (såsom livscykelkostnadsanalyser) och förberedelser för miljötillståndsansökningar. Utredningens juridiska del bidrar också till att identifiera om det finns hinder eller särskilda krav i lagstiftningen för vissa teknologier (till exempel tillståndspraxis för elkrematorier eller lagligheten av alternativa kremeringsmetoder i Finland).

Eftersom projektet är offentligt finansierat och resultaten kommer att publiceras, sträcker sig utredningens användningsområde även utanför Helsingfors kyrkliga samfällighet. Slutrapporten kommer att spridas brett bland kyrkan och aktörer inom branschen. Den kan utnyttjas av andra församlingar och kommunala aktörer som planerar egna krematorieinvesteringar eller uppdaterar befintliga anläggningar. Rapportens information kan användas till exempel för att definiera åtgärder som stöder lågutsläpp inom begravningsverksamheten eller för att överväga nationella riktlinjer, såsom om begravningslagstiftningen bör uppdateras i enlighet med de möjligheter som ny teknologi erbjuder. Även Miljöministeriet och andra offentliga aktörer kan använda utredningen för att bedöma vilka medel som står till buds för att minska klimatutsläpp inom specialiserade sektorer. Sammanfattningsvis är syftet med utredningen att producera kunskap som underlag för beslutsfattandet och att skapa förutsättningar för en lyckad anskaffning av ett lågutsläppskrematorium. Dess användning är tudelad: dels konkret (förberedelse av Helsingfors kyrkliga samfällighets egen investeringsprocess) och dels strategisk (att erbjuda en modell för motsvarande projekt och att stärka kunskapsbasen i begravningssektorns klimatarbete).

1.3 Projektets avgränsningar och mål

Omfattningen av utredningen om anskaffning av ett lågutsläppskrematorium har noggrant definierats för att utredningen ska förbli fokuserad på de

väsentliga frågorna och producera användbar information. För det första är projektet geografiskt och funktionellt avgränsat till Helsingfors kyrkliga samfällighets behov, särskilt de lösningar som anknyter till det nya krematoriet på Malms begravningsplats. Detta utesluter dock inte insamling av information och jämförelser från andra håll: i utredningen utnyttjas erfarenheter och data från andra krematorier, men slutsatserna anpassas till Helsingfors förhållanden.

För det andra omfattar den tekniska avgränsningen krematoriets och kremeringsugnar-
nas kärnprocesser samt tillhörande system (bränsleproduktion och inmatning, förbränningsprocess, rökgasrening, värmeåtervinning, hantering av aska). Däremot behandlas inte begravningsverksamhetens övriga delområden (såsom markanvändning på begravningsplatser eller en allmän jämförelse av begravnings sätt) på djupet, såvida de inte har en direkt inverkan på krematorielösningarna.

För det tredje koncentreras miljöpåverkansbedömningen på klimatutsläpp (koldioxid och andra växthusgaser) samt på utsläpp som påverkar luftkvaliteten, eftersom dessa är de mest relevanta ur både lågutsläppsperspektivet och tillståndsvillkoren. Andra miljöaspekter, såsom buller, avloppsvatten eller avfallshantering, behandlas vid behov, men de utgör inte utredningens tyngdpunkt såvida de inte blir avgörande kriterier i valet mellan tekniker.

Projektet är tidsmässigt avgränsat så att det slutförs hösten 2025. Denna tidsplan innebär att utredningen måste beakta den kända teknologiska utvecklingsnivån och den lagstiftning som gäller vid tidpunkten för granskningen. Mycket långsiktiga teknologier, vars införande är osäkert eller först kan ske mot slutet av 2030-talet, lämnas i huvudsak utanför granskningen. På samma sätt granskas lagstiftningen främst utifrån rådande rättsläge, utan att för den skull förbise pågående förändringar – till exempel eventuella skärpningar på EU-nivå gällande krematoriets utsläppsgränser.

Innehållsmässigt har projektet flera inbördes sammanlänkade mål som bygger på de tidigare beskrivna huvudmålen. I utredningen behandlas särskilt följande delområden och frågor:

Tekniska lösningar: Vilka teknologier finns tillgängliga för att genomföra ett nytt krematorium med låga utsläpp? Granskningen omfattar till exempel elkrematorieugnar, gaskrematorier som använder biogas eller syntetisk metan, hybridmodeller samt nya innovationer (såsom eventuell plasmabränning eller helt nya kremeringsmetoder). Även rökgasreningstekniker (filter, katalysatorer) och utnyttjande av värmeåtervinning (t.ex. för byggnader på begravningsplatsen eller för fjärrvärme) ingår i denna del. Syftet med den tekniska granskningen är att identifiera de lösningar som erbjuder störst utsläppsminskningar och samtidigt bibehåller hög driftstillförlitlighet och säkerhet.

Ekonomisk analys: Vilka är de olika alternativens kostnadseffekter på både kort och lång sikt? Bedömningen omfattar investeringskostnader (anskaffning och installation av utrustning och byggnader) samt driftkostnader (t.ex. bränsle- eller elkonsumtion, underhåll, personal). Dessutom beaktas möjliga inkomstkällor, såsom besparingar genom energiåtervinning eller koldioxidkrediter. Målet är att utreda vilket alternativ som är mest kostnadseffektivt ur ett livscykelperspektiv i förhållande till de miljönyttor som uppnås. I granskningen beaktas även möjliga stöd och incitament samt risker, såsom variationer i energipriser.

Lagstiftningsmässiga förutsättningar: Vilka lagar, förordningar och tillståndspraxis reglerar krematoriets planering, byggande och drift, och hur påverkar de alternativen? I denna del behandlas miljölagstiftning (utsläppsgränser, miljötillståndprocessen), begravningslagstiftning (godkända kremeringsmetoder), bygglagstiftning (byggnads- och brandsäkerhetsbestämmelser för förbränningsanläggningar) samt eventuella EU-direktiv. Målet är att säkerställa att de rekommenderade lösningarna är genomförbara inom ramen för den nuvarande regleringen och att identifiera om det finns behov av lagändringar för att möjliggöra införandet av ny teknologi.

Kulturella och sociala perspektiv: Hur passar ett lågutsläppskrematorieprojekt in i den finländska begravningskulturen och vilka reaktioner eller förväntningar kan vara förknippade med det? I denna del behandlas såväl trossamfundsmedlemmars som icke-religiösa gruppers syn på kremering samt begravningstraditionernas påverkan. Målet är att säkerställa att tekniskt och ekonomiskt lovande lösningar också är socialt acceptabla och kulturellt hållbara.

De ovan nämnda delområdena utgör utredningens stomme. Trots avgränsningarna eftersträvas en utredning som är tillräckligt omfattande för att ge beslutsfattarna all väsentlig information men samtidigt tillräckligt konkret för att fokusera på just de frågor som är centrala för anskaffningen av ett nytt lågutsläppskrematorium. Målet är att producera en offentlig slutrapport som innehåller beräkningar och analyser och som fungerar som bakgrundsinformation även för andra aktörers anskaffningar av lågutsläppskrematorier och kremeringsugnar.

Projektets framgång mäts i hur väl rapporten besvarar de uppställda frågorna och stödjer det praktiska upphandlingsbeslutet. Kort sagt: projektets avgränsning är noggrant definierad för att utredningsarbetet ska förbli hanterbart, och målen är ambitiösa för att slutresultatet ska bli så användbart och betydelsefullt som möjligt – både för Helsingfors kyrkliga samfällighet och för samhället i stort.

1.4 Utredningens målgrupper

Utredningens målgrupper är de aktörer och intressenter som har nytta av resultaten och slutsatserna kring anskaffningen av ett lågutsläppskrematorium eller som kan använda den information som utredningen producerar. De viktigaste målgrupperna är följande:

Helsingfors kyrkliga samfällighets beslutsfattare och experter: Rapporten tjänar i första hand samfällighetens förtroendevalda (till exempel gemensamma kyrkofullmäktige och -rådet) samt tjänsteinnehavare som ansvarar för begravnings- och fastighetsverksamheten. Ut-

redningen ger dem en faktabaserad grund för planering och beslutsfattande kring den kommande krematorieinvesteringen. Även projektets styrgrupp och projektpersonal hör till denna grupp; de använder utredningen som ett verktyg i projektets framskridande.

Övriga församlingar inom den evangelisk-lutherska kyrkan samt kyrklig förvaltning: Eftersom krematorier i Finland huvudsakligen drivs av församlingar väcker rapportens resultat intresse i hela kyrkan. Andra stora samfälligheter eller församlingar som har egna krematorier eller överväger att inrätta ett sådant kan dra nytta av resultaten från Helsingfors utredning i sin egen verksamhet. Kyrkostyrelsen och de organ som ansvarar för kyrkans miljöarbete (såsom experterna bakom Kyrkans miljödiplom) hör också till målgruppen: utredningen ger dem aktuell information som kan användas i vägledning, strategiarbete och utbildning. Kyrkostyrelsen deltar i projektet som kommentator och kunskapsspridare, vilket understryker rapportens betydelse för hela kyrkan.

Begravnings- och krematorieverksamhetens yrkesverksamma: Till denna grupp hör till exempel krematoriechefer, begravningsbyråernas yrkespersoner, ansvariga för skötseln av begravningsplatser samt branschorganisationer såsom Finlands Krematoriestiftelse och Begravningsverksamhetens centralförbund i Finland rf. Utredningens resultat ger dem praktisk jämförelseinformation om olika teknologiers funktionalitet och kostnader. Krematoriestiftelsen, som driver Sandudds krematorium i Helsingfors, har deltagit i projektets datainsamling och kommentering, och kommer därför också att använda slutresultaten i sitt eget utvecklingsarbete. Dessutom kan utbildningsorganisationer och föreningar inom begravningsbranschen använda rapporten som utbildningsmaterial och som underlag för diskussion om begravningskulturens framtid och miljöaspekter.

Miljö- och energi-myndigheter samt experter: Eftersom projektet är en del av det nationella programmet för en koldioxidsnål byggd miljö följs dess resultat också av aktörer inom den offentliga förvaltningen. Miljöministeriets

experter, kommunernas miljöskyddsmyndigheter samt representanter för energibolag är intresserade av de valda lösningarna och de utsläppsminskningar som kan uppnås. Utredningen kan ge dem data och slutsatser som underlag för exempelvis städernas klimatrapportering eller tillståndsmyndigheternas prövning. Vid tillståndsgivning för nya krematorier kan informationen om bästa praxis i utredningen användas. Även forskningsinstitutioner och branschutvecklare (såsom universitet eller ingenjörbyråer) kan se rapporten som ett underlag för egna fortsatta forskningsprojekt.

Medborgare och media: Även om rapporten är tekniskt präglad gör dess samhällliga betydelse den intressant också för en bredare allmänhet. Klimatförändringen och hållbar utveckling är aktuella teman, och projektet med ett lågutsläppskrematorium är ett konkret exempel på klimatarbete i vardagliga tjänster. Bland intressenterna kan till exempel de anhöriga till avlidna, som de nya lösningarna eventuellt berör, samt miljömedvetna medborgare hitta svar i rapporten på frågor som t.ex hur krematorieverksamheten utvecklas i en mer utsläppssnål riktning. Media kan lyfta fram projektets resultat som en del av diskussionen om den gröna omställningen: utredningen ger faktaunderlag för den offentliga debatten om hur begravningskultur och klimatpolitik kan förenas. Rapportens språk och presentation strävar därför efter att hålla en nivå där de centrala iakttagelserna är begripliga även för lekmän, utan att göra avkall på den tekniska noggrannheten.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att utredningens målgrupper sträcker sig från projektägaren till hela kyrkans organisation och begravningsbranschen samt till myndigheter och den breda allmänheten. Denna omfattande målgrupp återspeglar projektets mångdimensionella karaktär: det handlar inte enbart om anskaffningen av ett krematorium, utan om en bredare samhällelig satsning. Vid utarbetandet av rapporten har olika målgruppers behov beaktats från första början – exempelvis har de tekniska beräkningarna gjorts noggrant som stöd för beslutsfattandet, men resultaten kommer också att populariseras i projektets kommu-

nikation. Genom målgruppsorienteringen säkerställs att utredningens resultat inte stannar på rapportens sidor, utan sprids till praktiken och debatten och därigenom främjar lågutsläppslösningar inom begravnings- och krematorieverksamheten mer allmänt.

1.5 Förkortningsförteckning

Förteckning över de förkortningar som används i utredningen:

BAT	Best Available Technique, bästa tillgängliga teknik
BREF	Best Available Techniques Reference Document, referensdokument för bästa tillgängliga teknik
ECN	European Cremation Network, Europeiska krematorienätverket
HELCOM	Helsinki Commission, Helsingforskommissionen för skydd av Östersjöns marina miljö
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil, förnybar brännolja framställd med Hydrotreated Vegetable Oil-teknologi
IRR	Internal Rate of Return, internränta
LTO	Värmeåtervinning (lämmöntalteenotto)
NOR	Natural Organic Reduction, komposteringsprocess för människokroppar
ORC för	Organic Rankine Cycle, elproduktion från värmeflöden som är för kalla traditionell ångturbinteknologi
POP	Persistent Organic Pollutants, långlivade organiska miljögifter
UFP	Ultrafine Particles, ultrafina partiklar
VOC	Volatile Organic Compounds, flyktiga organiska föreningar
VSME	Voluntary Sustainability Reporting Standard, frivillig standard för hållbarhetsrapportering särskilt riktad till små och medelstora företag

2. Marknadsöversikt och teknologier

2.1 Traditionella krematorier

Kremeringsprocessen

De kremeringsugnar som används i krematorier består i Europa typiskt av två huvuddelar: själva kremeringsugnen, där den avlidne och kistan kremeras, samt en efterförbränningskammare, där rökgaserna förbränns så fullständigt som möjligt för att minska utsläppen. I Asien utgör efterförbränningskammaren inte nödvändigtvis en separat del av ugnen, utan dess funktioner kan vara integrerade i rökgasbehandlingssystemet. I Europa är dessa komponenter till stor del standardiserade och tydligt åtskilda på grund av strikta miljö- och säkerhetskrav. I denna utredning behandlas kremeringsugnar och system enligt europeiska standarder.

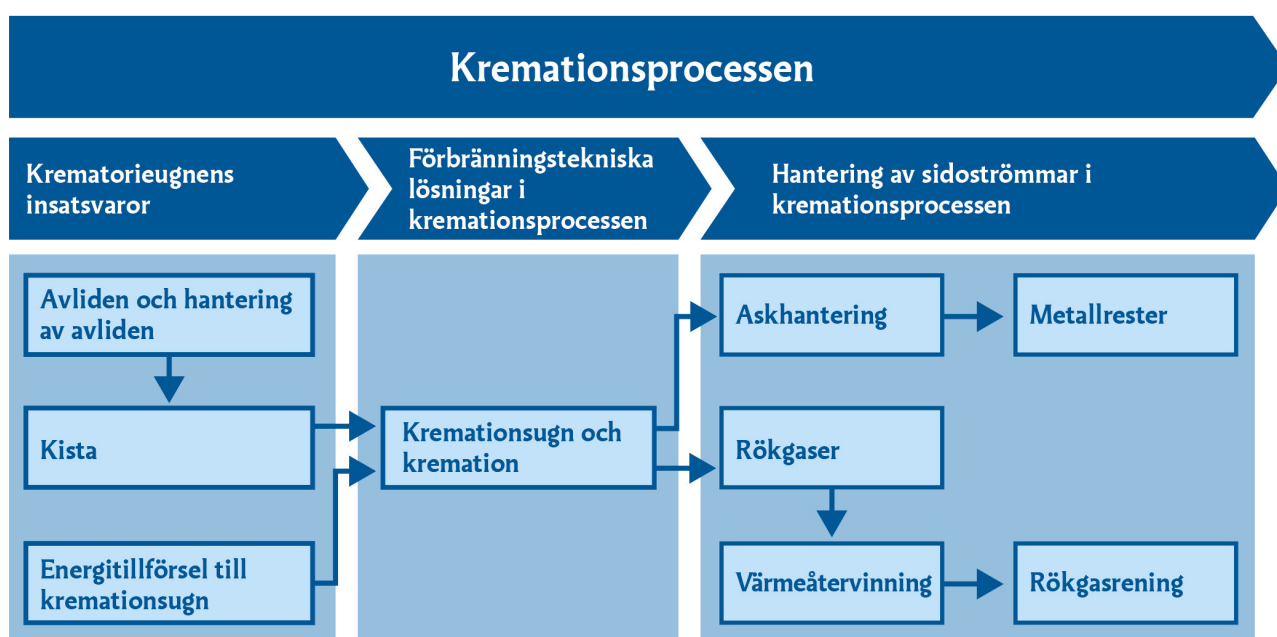
Insatserna i en kremeringsugn består av de material som ska kremeras: den avlidne, kistan samt bränslen och den förbränningsluft som krävs för deras förbränning. Traditionellt har olika brännoljor och gasformiga bränslen använts som energikällor. I moderna system kan

även el användas som energikälla, varvid ugnen inte matas med brännbart bränsle utan enbart med den värmeenergi som krävs för förbränningen.

Efter kremeringen kyles det oförbrända materialet vanligtvis i ett insamlingsfack som är placerat i ugnens nedre del. Vid askhanteringen separeras bland annat metaller och andra oförbrända material, exempelvis med magneter eller mekaniska siktmetoder. Återvinningsbara metaller avlägsnas, och de återstående oförbrända resterna, som huvudsakligen består av benmassa, mals och blandas med den övriga askan och placeras i en urna.

I samband med kremeringsprocessen bildas även rökgaserna. I traditionella krematorier leds dessa direkt ut i luften genom skorstenen utan särskild behandling. Nyare anläggningar är utrustade med system för värmeåtervinning av rökgaserna samt filterutrustning och -metoder, genom vilka värmeenergi kan tas tillvara och miljöbelastningen minskas.

En allmän beskrivning av kremeringsprocessen presenteras i figur 1. Värmeåtervinning samt metoder för separation och filtrering av rökgaserna behandlas separat i senare delar av rapporten.



Figur 1. Beskrivning av kremeringsprocessen.

Material som kremeras

Lagstiftningen kräver att en kista används vid förvaring och begravning av avlidna. Enligt 40 § i hälsoskyddsförordningen (1280/1994) ska den avlidnes kropp utan dröjsmål begravas i en tät, ändamålsenlig kista eller motsvarande, eller kremeras i ett krematorium. Vidare preciserar 41 § att en avliden, som förvaras på annan plats än sjukhusets lokaler, ska förvaras i en kista eller motsvarande innan begravning (Finlex, 1994). I praktiken innebär detta att den avlidne alltid transporteras till krematoriet i en kista, och att kistan även vid jordbegravning följer med den avlidne för att sänkas i graven.

Vid kremering kremeras både den avlidne och kistan. Exempelvis innehåller en 70 kilo tungt lik ungefär 23 kilogram brännbara ämnen, såsom fett och proteiner, 43 kilogram vatten och 4 kilogram aska (Helsingfors stads miljönämnd, 2006). Den avlidnes klädsel kan innehålla syntetiska material, såsom nylon eller plastbaserade textilier, vilka inte är biologiskt nedbrytbara och kan orsaka miljöproblem. Vid förbränning kan dessa ge upphov till skadliga föreningar i rökgaserna, såsom dioxiner (Montse & Domingo, 2010; Lee m.fl., 2022).

Innan kremeringsprocessen påbörjas förbereds den avlidne genom att eventuella problematiska hjälpmedel, såsom pacemakers, avlägsnas eftersom de kan orsaka risker eller störningar under förbränningsprocessen (Kuopio stads miljönämnd, 2021; Esbo stads miljönämnd, 2015; Helsingfors stads miljönämnd, 2010; Uleåborgsregionens miljönämnd, 2018; Keijzer, 2015). I vissa fall kan även föremål som placerats i kistan av de anhöriga, såsom mobiltelefoner innehållande batterier eller ackumulatorer, följa med vid kremering (Helsingfors stads miljönämnd, 2006; Esbo stads miljönämnd, 2015; Helsingfors stads miljönämnd, 2010; Kuopio stads regionala miljöskydd, 2021). Dessa kan orsaka kvicksilverutsläpp, störningar eller till och med riskfyllda situationer under förbränningsprocessen (Helsingfors stads miljönämnd, 2006; Esbo stads miljönämnd, 2015; Helsingfors stads miljönämnd, 2010; Kuopio stads regionala miljöskydd, 2021). Andra skadliga material är till exempel

sjukhusens plastbaserade transportlakan, som kan lämnas kvar i kistan (Palo, 2025). Användningen av plastinnehållande material har man önskat begränsa, bland annat i THL:s anvisningar, men några förändringar har ännu inte gjorts. Det är i sista hand krematorieverksamhetens utövare som ansvarar för vilka material som får kremeras, i enlighet med miljötillståndets villkor.

I Finland fastställs kraven på godkända kistmaterial i församlingarnas bestämmelser för begravningsverksamheten. EU-regleringen av kistmaterial är begränsad, men European Federation of Funeral Services (EFFS, 2007) har slagit fast att kistor som används vid internationella transporter ska vara helt biologiskt nedbrytbara och lämpade för kremering.

Godkända kistmaterial består av träbaserade delar, metallfästen, lim och ytbehandlingsmedel samt textilier som används i inredningen (Begravningsverksamhetens Centralförbund i Finland rf, 2025). De material som för närvarande är godkända innehåller varken plastdekorationer eller syntetiska tyger, och moderna lim ger inte upphov till dioxinutsläpp vid förbränning (Lehto, 2024; Suomen hautaustoiminnan keskusliitto, 2025; Helsingfors stads miljönämnd, 2010; Kajana miljötekniska nämndens tillståndssektion, 2018). Kistornas vikt kan variera mellan cirka 30 och 100 kilogram. Bottnar och kuddar fylls vanligtvis med träflis (Kivimaa, 2025). I ekokistor används nödvändigtvis inga metalldelar alls, utan alla material är förbränningsbara eller biologiskt nedbrytbara (Kivimaa, 2025).

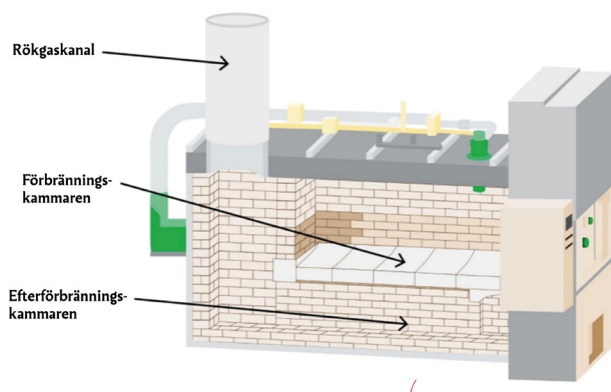
De kistmodeller som används varierar både i sammansättning och storlek. I Finland är den vanligaste kistmodellen en klädd bomullskista och dess olika variationer (Kivimaa, 2025). De träbaserade material som används i dessa är bland annat furuplank, furulimskivor, spånskiva och träull (Kivimaa, 2025). Med en densitet för furu på 479 kg/m³ och för spånskiva på 630 kg/m³ kan den totala massan uppskattas till cirka 33 kg i enlighet med produktmärkningarna i Ecoinvent-databasen. Metallkomponenterna i en kista uppgår till cirka 50 g och textilierna till 2 kg. Andra material är 0,2 kg täckpapper och

0,08 kg bioska-film som fuktspärr i botten (Kivimaa, 2025), vilka räknas som övriga brännbara material. Kistans totala massa uppgår i genomsnitt till cirka 35 kg.

Kremeringsugn

Inom krematorieverksamheten kan både kallstartade och varmstartade ugnar användas. I kallstartade ugnar är förvärmningstemperaturen cirka 400 °C. Dessa ugnstyper används till exempel i Nederländerna, där deras användningsgrad är omkring 30 % (Lee m.fl., 2022; OSPAR Commission, 2003). Den största delen av de ugnar som används på andra håll är dock varmstartade, vilket är anledningen till att denna utredning främst fokuserar på dem (Lee m.fl., 2022; OSPAR Commission, 2003). Nackdelen med kallstartade ugnar är den högre mängden kvicksilverutsläpp, vilket leder till avsevärt högre reningskostnader (OSPAR Commission, 2003). Varmstartade ugnar är mer kostnadseffektiva i drift och ett mer hållbart alternativ ur miljösynpunkt (OSPAR Commission, 2003).

Kremeringsugnar är i sin grundstruktur stålkonstruktioner, murade och värmeisolerade enheter (Kuopio stads miljönämnd, 2021; Lee m.fl., 2022; NSW Government, 2024). Runt ugnens grundstruktur installeras den utrustning som behövs för förbränningsprocessen, vilken tillverkas i rostfritt stål (Kuopio stads miljönämnd, 2021; Lee m.fl., 2022).



Figur 2. Struktur för krematoriets kremeringsugn (NSW Government, 2024).

Ett exempel på en kremeringsugn presenteras i figur 2. På bilden syns förbränningskammaren och efterförbränningskammaren. I modern teknologi leds rökgaserna genom efterförbränningskammaren till rökgasbehandlingsystemen, medan de i traditionella system leds direkt ut i luften.

Kremeringsugnens livslängd uppskattas vanligen till cirka 25 000 kremeringar (Lee m.fl., 2022). Sotning av ugnen utförs vanligtvis 3–4 gånger per år, förutsatt att användningen av ugnen är jämn (Hienonen & Kylmäkoski, Styrruppsmöte, 2025).

Användning av kremeringsugn

Varje enskild kremering tar i genomsnitt cirka 1,5 timmar i bränsledrivna ugnar och cirka 2 timmar i eldrivna alternativ (DFW Europe, 2025). Under ett normalt åttatimmars arbetsskift kan i genomsnitt sex kremeringar genomföras (Helsingfors stads miljönämnd, 2006; Esbo stads miljönämnd, 2015). Utifrån detta är den dagliga kapaciteten cirka sex avlidna i en bränsledriven ugn och cirka fem i en eldriven. Kapaciteten kan vara högre, särskilt när ugnen används kontinuerligt, vilket gör det möjligt att utnyttja dess lagrade värmeenergi mer effektivt. Den årliga kapaciteten uppgår till omkring 1 600 avlidna, när verksamheten bedrivs på vardagar i ett skift (Kuopio stads regionala miljöskydd, 2021; Lahtis miljönämnd, 2015). Vid tvåskiftsdrift kan kapaciteten för en enskild ugn uppgå till 3 000 avlidna per år (Lahtis miljönämnd, 2015), vilket motsvarar cirka 12 kremeringar per dygn. Vid treskiftsdrift på vardagar kan kapaciteten stiga till 18 per dygn, dvs. cirka 4 600 kremeringar per år. Vid treskiftsdrift minskar behovet av förvärmning, vilket ökar energieffektiviteten, men å andra sidan kan behovet av underhåll öka i takt med det intensifierade bruket.

Användningen av kremeringsugnen inleds med förvärmning, där ugnen värms upp med den aktuella energikällan till en temperatur på 700–800 °C. Om ugnen har använts föregående dag kan temperaturen fortfarande ligga kring 600 °C, varvid uppvärmningen kräver

mindre energi och kan ta endast 10–12 minuter (Korkiakangas, 2025). Därför är verksamheten mest energieffektiv när kremeringar genomförs under flera på varandra följande dagar eller i längre sammanhängande perioder. Vanligtvis räcker den energimängd som kistan och den avlidne innehåller till för fullständig förbränning och för att upprätthålla inställd temperatur. I vissa situationer, till exempel om kistans massa är mycket liten eller dess energivärde lågt, kan extra bränsle tillsättas för att säkerställa fullständig förbränning och bibehållen temperatur (Esbo stads miljönämnd, 2015; Kuopio stads miljönämnd, 2021; Tavastehus stads miljö- och byggnadsnämnd, 2012; Lahtis miljönämnd, 2015; Lee m.fl., 2022; Hausjärvi miljönämnd, 2017).

Styrningen av kremeringsprocessen är numera till stor del automatiserad även i äldre krematorieanläggningar. Automatiska system reglerar till exempel tillförseln av syre som behövs för förbränningen. Luft kan tillföras både till ugnens övre och nedre del för att optimera förbränningen (Helsingfors stads miljönämnd, 2006; Uleåborgsregionens miljönämnd, 2018). Bränsle tillförs tills den nödvändiga temperaturen uppnås, och därefter används extra bränsle endast vid behov. Rökgaserna hettas upp i efterförbränningskammaren till minst 850 °C under minst två sekunder för att fullborda förbränningen och minska utsläppen.

2.1.1 Bränslealternativ och deras tillgänglighet

Valet av energikälla är en central faktor som påverkar förbränningsprocessens effektivitet och dess miljöpåverkan. Användningen och tillgången på energikällor kan variera beroende på lokala förhållanden och ekonomiska resurser. I Finland bestäms de energikällor som används i krematorierna enligt villkoren i miljötillstånden. För närvarande används främst fossila bränslen, såsom lätt brännolja och naturgas, samt deras biobaserade motsvarigheter bioolja och biogas. Valet av energikälla har en direkt inverkan på förbränningsprocessens koldioxidavtryck, rökgasernas sammansättning och kostnadseffektivitet. De biobaserade och

förnybara energikällorna får en allt större betydelse i takt med att klimatneutralitetsmålen fortskrider. Vid elanvändning bestäms processens miljöpåverkan utifrån elnätets produktionsstruktur.

Lätt brännolja är ett vanligt bränsleval särskilt i äldre krematorier. I nyare anläggningar föredras mer miljövänliga alternativ, såsom bioolja eller gasformiga bränslen. I Finland regleras även svavelhalten i brännoljor genom miljötillstånden. Förbrukningen av lätt brännolja uppskattas till cirka 22–40 liter per kremering (Lehto, 2024; Heikkilä, 2018; Helsingfors stads miljönämnd, 2010). Energiinnehållet i lätt brännolja motsvarar i genomsnitt 42,6 MJ/kg, medan biooljors energiinnehåll varierar mellan cirka 36–39 MJ/kg beroende på råmaterial och destillationsmetoder (Alakangas, Hurskainen, Laatikainen-Luntama & Korhonen, 2016).

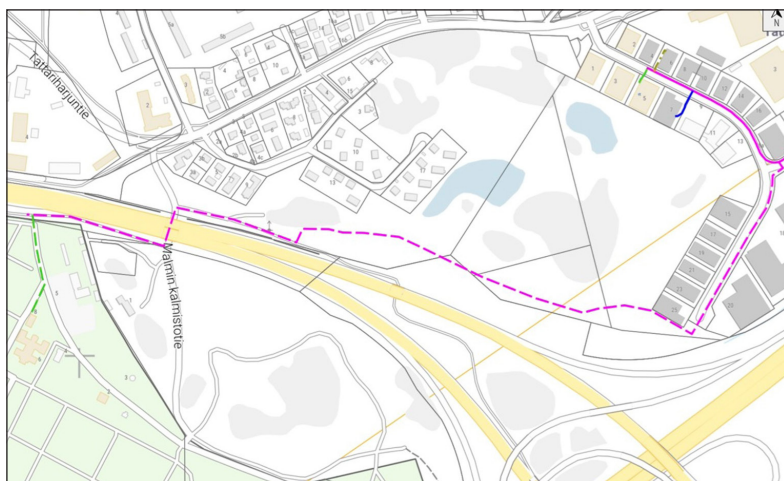
Bland de gasformiga bränslena är naturgas och gasol de vanligaste. Naturgas består huvudsakligen av metan, men innehåller också små mängder etan, propan och butan (Lehtinen, 2016). Gasol består däremot främst av propan och cirka 2 % butan. Exempelvis i Karlebyns krematorium används gasol, med en förbrukning på cirka 23–25 kg per kremering (Korkiakangas, 2025). Ett nyare alternativ är metangas, som också kan produceras biobaserat genom rening av biogas. Vid användning av metan eller biometan varierar förbrukningen beroende på källa mellan cirka 15–50 Nm³ per kremering (Keijzer, 2015).

Metan är ett luktfritt och färglöst kolväte med ett effektivt energivärde på 49,9 MJ/kg eller 39,5 MJ/Nm³, vilket motsvarar cirka 10 kWh/Nm³ (Motiva Oy, 2018; Motiva Oy, 2013). Av säkerhetsskäl tillsätts luktämnen i gasen, och metan definieras som svavelfritt när svavelhalten är under 100 mg/Nm³ (Alakangas, Hurskainen, Laatikainen-Luntama & Korhonen, 2016). I Finland finns för närvarande åtta gaseldade krematorier, och användningen av gas förefaller bli allt vanligare inom branschen. Ur klimatneutralitetsperspektiv avses med metangas renad biometan, medan rå biogas vanligtvis innehåller

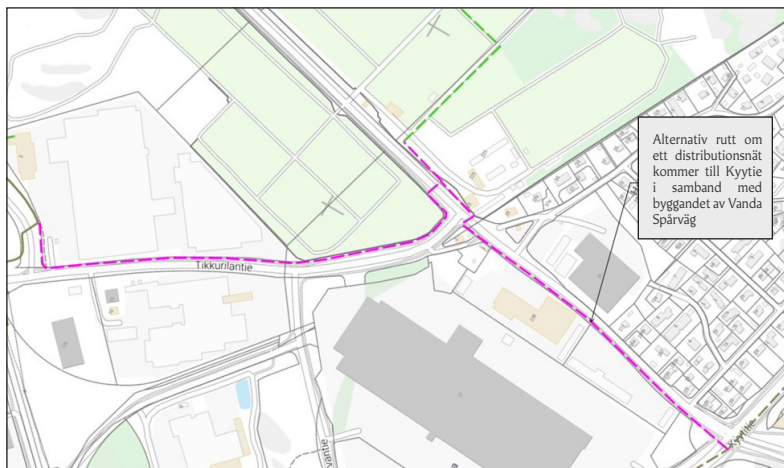
omkring 60 % metan och resten koldioxid, svavelföreningar, vattenånga samt små mängder kväve, väte, ammoniak och VOC-föreningar (Motiva Oy, 2018). Biometan erhålls genom filtrering av biobaserad metan från rågas (Motiva Oy, 2018).

Lätt brännolja och gasol är allmänt tillgängliga i olika delar av Finland och deras leveranssäkerhet är god. Naturgas finns tillgänglig inom naturgasnätets område. Tillgången på naturgas i Finland har förbättrats avsevärt under de senaste åren. År 2020 togs Baltic-connector-gasledningen mellan Finland och Estland i bruk, vilket diversifierade importvägarna för naturgas. Dessutom inledde en flytande LNG-terminal i Ingå sin verksamhet i början av 2023, vilket möjliggör import av flytande naturgas (LNG) sjövägen. Denna infrastruktur förbättrar leveranssäkerheten även vid eventuella störningssituationer (Energimyndigheten, 2023).

För Malms och Honkanummis krematorier har möjligheterna till anslutning till naturgasnätet utretts i samarbete med Auris Energia Oy. Möjliga anslutningsvägar presenteras i figur 3 och 4, där det befintliga gasnätet är markerat med rosa linje och en möjlig anslutningsväg till naturgasnätet med streckad linje.



Figur 3. Anslutning av Malms krematorium till gasnätet (Uimonen, 2025).



Figur 4. Anslutning av Honkanummi krematorium till gasnätet (Uimonen, 2025).

2.1.2 Eldrivna krematorier

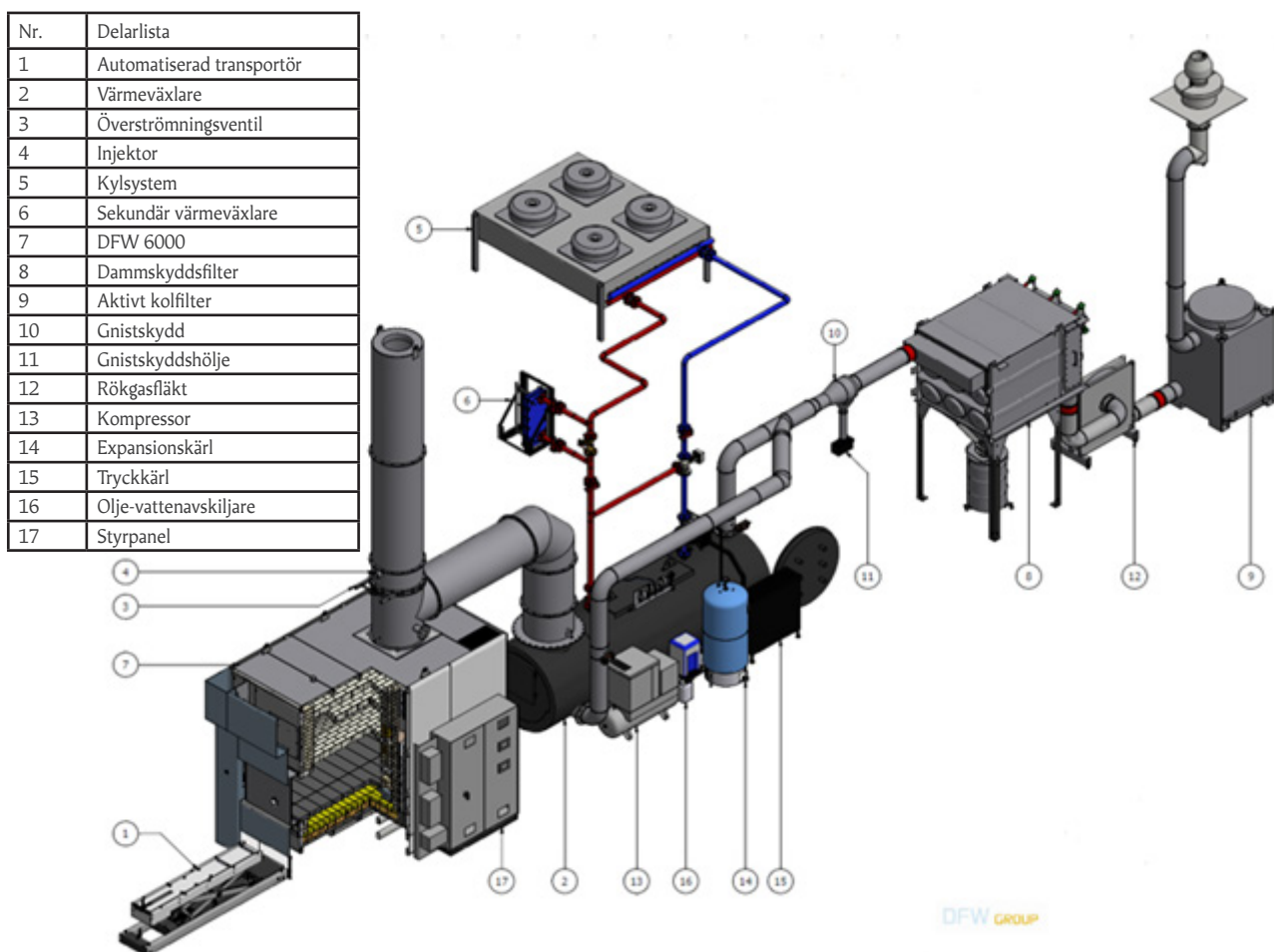
Bland de lösningar som tillverkarna av kremeringsugnar erbjuder finns även eldrivna alternativ till de traditionella olje- och gaseldade ugnarna (DFW Europe, 2025). En eldriven kremeringsugn (se figur 5) är enkel i sin funktion: i den modell som leverantören presenterar sker både inmatning och tömning från samma sida. Till skillnad från bränslebaserade lösningar behövs ingen extra förbränningsluft för bränslets förbränning i en elugn, utan luft tillförs enbart för att underlätta förbränningen av de material som ska kremas. På så sätt blir förbränningsprocessen mer kontrollerad och mekaniskt enklare.

Ett eldrivet krematoriums koldioxidavtryck bestäms i första hand av hur den använda elen produceras. I själva kremeringsprocessen bildas en mindre mängd rökgaser jämfört med bränslebaserade lösningar, men elproduktionen i sig

kan ge upphov till betydande koldioxidutsläpp beroende på energisystemets sammansättning.

Fördelarna med eldrivna kremeringsugnar omfattar särskilt elnätets låga koldioxidutsläpp och den långsiktiga minskningen av utsläppsinintensiteten. Energieffektiviteten är en betydande fördel i denna lösning: eftersom behovet av förbränningsluft är mindre blir också den totala energiförbrukningen lägre jämfört med bränslebaserade ugnar.

Med eldrivna anläggningar kan man dessutom undvika de logistiska och tekniska arrangemang som är förknippade med bränslen, såsom bränsleleveranser och underhåll av tankar. Frånvaron av dessa system förenklar driften och minskar behovet av underhåll. Den eldrivna lösningen erbjuder således hög energieffektivitet och lägre total förbrukning jämfört med traditionella bränsleldade ugnar.



Figur 5. Den nederländska leverantören DFW Europes eldrivna kremeringsugnslösning med filter- och värmeåtervinningssystem.

2.2 Nya och under utveckling varande krematorieteknologier

I flera europeiska länder och i Nordamerika har nya, från de traditionella avvikande begravningsmetoder tagits i bruk. Liksom kremering är vattenkremering, frystorkning och kompostering reduceringsprocesser och utgör i sig inte en slutlig begravningsform. Därför kräver den avlidnes kvarlevor fortfarande en permanent slutlig placering, såsom urnbegravning, spridning av askan eller en annan bestämd viloplats (Harvey, 2023).

I Finland bromsas införandet av nya metoder av den nuvarande begravningslagen, som endast tillåter kistbegravning och kremation (Finlex, 2003). En ändring av lagen har bland annat drivits av Suomen luontohautausliitto rf, som lämnat in ett medborgarinitiativ om att inkludera vattenkremering och kompostering bland de godkända begravningsmetoderna (Medborgarinitiativ, 2024). Politiska initiativ för att reformera begravningslagen när det gäller begravningsmetoder har också gjorts, bland annat av Samlingspartiets ungdomsförbund år 2022 (Samlingspartiets Ungdomsförbund rf, 2022) och av vänsterns riksdagsledamot Anna Kontula i februari 2025 (Valkama, 2025). Dessutom planerar Finlands Naturresursinstitut LUKE att under 2025 inleda projektet Grön död, där bland annat mer ekologiskt hållbara begravnings sätt ska undersökas (Weckroth, 2025).

Alternativa begravningsmetoder bygger antingen på att påskynda den naturliga nedbrytningsprocessen – såsom NOR-kompostering eller svampdräkter – eller på teknologier som utnyttjar lösnings- eller frysningssätt. Vissa av dessa teknologier kräver betydligt mindre infrastruktur än traditionella krematorier, och deras koldioxidavtryck kan vara lägre jämfört med konventionella begravnings sätt.

År 2024 genomförde det nederländska företaget Hedgehog Company en jämförande livscykelanalys av olika begravningsmetoders miljöpåverkan. Enligt analysen var koldioxidavtrycket störst vid traditionell kistbegravning

och gasbaserad kremation. Däremot minskade utsläppen avsevärt vid kremering med förnybar el.

- Kremering (naturgas): 181 kg CO₂-ekv.
- Traditionell kistbegravning (med gravsten): 120 kg CO₂-ekv.
- Vattenkremering: 118 kg CO₂-ekv.
- Kompostering: 47 kg CO₂-ekv.
- Kremering (el): 45 kg CO₂-ekv.
- Naturnära begravning: 40 kg CO₂-ekv. (HHC earth, 2024).

2.2.1 Vattenkremering

Vattenkremering, som även är känd under namnen alkalisk hydrolys och flamfri kremation, kallas ofta på engelska efter de kommersiella leverantörerna för Aquamation eller Resomation. Metoden har tidigare använts bland annat för säker destruktion av försöksdjur, men sedan början av 1990-talet har den också börjat användas för kremering av avlidna, särskilt i USA (Robinson, 2021).

Process

Vid vattenkremering placeras den avlidne i en behållare av rostfritt stål som rymmer cirka 1 500 liter vatten och omkring 5 % kaliumhydroxid och/eller natriumhydroxid för att påskynda nedbrytningen (Robinson, 2021). Alkalisk hydrolys påverkar endast proteiner, vilket innebär att den avlidnes klädsel inte kan innehålla celulosabaserade material, såsom bomull, polyester eller lin. Processen utförs utan kista, och den avlidne sveps in i silke eller ull. Behållaren trycksätts och värms upp till cirka 150 °C under 4–6 timmar. Under denna tid bryts kroppens organiska ämnen ned till basmolekyler och ben. Resultatet av metoden är benrester och en vätska, så kallad hydrolysat, vilka båda är sterila. Hydrolysatet innehåller inget DNA och kan under vissa förutsättningar avledas till det kommunala avloppsnätet. Det har även uppskattats kunna fungera som näringskälla för bakterier i avloppsreningsverk (National Agricultural Biosecurity Center, 2004).

De kvarvarande benen sköljs, torkas och eventuella metaller, såsom amalgamfyllningar, avlägsnas. Därefter mals benen till ett fint pulver i en kremulator, på samma sätt som i den traditionella kremeringsprocessen. Askan som uppstår vid vattenkremering är mer basisk (pH 9–11) än den som uppstår vid förbränningskremering (pH 7–8) (Scarre, 2025). Hydrolysaten som bildas har ett pH på cirka 11 och neutraliseras med syra innan det leds till avloppssystemet, varvid pH justeras till 7. Hela processen, inklusive torkningen, tar cirka fem timmar (Clifton Scannell Emerson Associates, 2018).

Vattenkremering är för närvarande tillåten bland annat i Irland, Sydafrika, Australien, flera kanadensiska och amerikanska delstater samt i Mexiko (Scarre, 2025). I Norge ändrades begravningslagen år 2022, och den nuvarande regleringen tillåter försök med nya begravningsmetoder. Trondheims församling har varit den första att försöka främja införandet av vattenkremering, men projektet är för närvarande avbrutet på grund av frågor kring avloppskrav och allmän acceptans. I Belgien, Nederländerna och Storbritannien undersöks vattenkremeringens lämplighet som begravningsform, bland annat ur lagstiftningsperspektiv (Sinclair-Lappi, Ekologisk vattenkremering, 2023; Law Commission).

Det restvatten som uppstår vid vattenkremering har väckt diskussion. Metodens miljöpåverkan undersöktes i Storbritannien år 2019, och enligt studien orsakar hydrolysaten ingen skada på avloppsnätet, avloppsreningsverk eller relaterade funktioner (Robinson, 2021). Leverantören anger följande genomsnittliga koncentrationer: kemisk syreförbrukning (COD) 20 000 mg/l, biologisk syreförbrukning (BOD) 13 000 mg/l, total suspenderad substans (TSS) 2 500 mg/l samt fetter och oljor (FOG) högst 5 000 mg/l (Clifton Scannell Emerson Associates, 2018).

Även om vattenkremering skiljer sig avsevärt från förbränningskremering ur ett tekniskt perspektiv, producerar båda metoderna ett finfördelat pulver som lämnas till de anhöriga för gravsättning eller spridning.

Synpunkter på etik

I USA, där vattenkremering har använts längst, har metoden väckt etiska diskussioner särskilt inom den katolska kyrkan. Lokala katolska ledare har varit aktiva i att formulera ställningstaganden i frågan. Vattenkremering har å ena sidan ansetts vara en moraliskt neutral metod, men å andra sidan har den uppfattats som problematisk eftersom den upplösta mjukvävnaden leds ut i avloppssystemet. Detta har setts som en minskning av den symboliska respekt som tillkommer den avlidne. Katolska kyrkan godkände eldbegängelse som begravningsform först år 1966 (Oster, 2022).

Även om vattenkremering på många sätt tekniskt liknar förbränningskremering passar den inte nödvändigtvis alla trossamfund som i övrigt förhåller sig positivt till kremation. Till exempel inom buddhism, hinduism och sikhism ses förbränningskremering ofta som en väg till själens frigörelse. I dessa religioner uppfyller vattenkremering inte nödvändigtvis denna symboliska funktion, eftersom den saknar det rituella momentet av "frigörelse till luften" i samma bemärkelse som vid förbränning. Den teologiska synen och valet av begravningsmetod är för många trossamfund djupt sammanflätade. Begravningsritualer är inte enbart praktiska åtgärder, utan kan fungera som centrala uttryck för tron och bärare av gemenskapens betydelse. Det religiösa traditionsarvet av ritualer är brett, och om vattenkremering övervägs som en del av begravningspraxis bör olika religioners perspektiv och acceptans bedömas noggrant (Robinson, 2021).

Energiförbrukning och miljöpåverkan

Infrastruktur- och byggföretaget Clifton Scannell Emerson har genomfört en utredning om vattenkremering i Irland, på uppdrag av myndigheterna i Dun Laoghaire-Rathdown County. Enligt rapporten förbrukar en vattenkremeringsprocess cirka 12 kubikmeter naturgas (motsvarande cirka 8,64 kg eller 95 kWh), 11 kWh el samt 1 500–2 000 liter vatten (Clifton Scannell Emerson Associates, 2018). Sammantaget förbrukar vattenkremering mindre energi än

traditionell förbränningskremering och avger inga skadliga gaser till atmosfären. Den vätska som uppstår i processen är näringsrik och kan utnyttjas exempelvis för bevattningsändamål (Sinclair-Lappi, Ekologisk vattenkremering, 2023).

Enligt en jämförande livscykelanalys (LCA) som genomförts av det nederländska företaget Hedgehog Company är vattenkremeringens miljöpåverkan i genomsnitt 118 kg CO₂-ekvivalenter. I analysen framkom att särskilt en svepning i ylle ökar processens miljöbelastning avsevärt. Som alternativ kan en svepning tillverkad av polylaktid (PLA) användas; den bryts ned under vattenkremeringen och orsakar en betydligt mindre miljöpåverkan (HHC earth, 2024).

2.2.2 Frystorkning

Frystorkning (cryomation, Promession) är en innovativ men fortfarande under utveckling varande begravningssteknologi. I metoden kyls kroppen ned i flytande kväve till -196 °C, vilket gör vävnaderna spröda och möjliga att mekaniskt sönderdelas till ett fint pulver. Eventuella metaller kan separeras från pulvret. Slutprodukten kan placeras i jorden i en biologiskt nedbrytbar behållare, där den återgår till näringskretsloppet utan betydande klimatutsläpp (Lee m.fl., 2022; Carubia, 2013).

Frystorkning påminner i sin funktionsprincip om den svenska metoden Promession, utvecklad av Promessa Organic AB, där den avlidne först fryses och sönderdelas, varefter kroppen komposteras på naturligt sätt (Promessa Organic AB, 2025). Trots tekniska skillnader mellan metoderna är målet för båda att erbjuda en så miljövänlig och etiskt hållbar begravningslösning som möjligt.

Införande och acceptans

Frystorkning har hittills inte tagits i kommersiellt bruk i något land, och ingen fungerande anläggning har byggts. I Storbritannien har Cryomation Ltd utvecklat teknik baserad på metoden, men den används ännu inte (Cryomation Ltd., 2025). Inte heller den av Promessa Organic AB utvecklade Promession-metoden

har tagits i bruk. Metodens upphovskvinna, den svenska biologen Susanne Wiigh-Mäsak, grundade företaget Promessa år 2001. Efter hennes död har verksamheten fortsatt under ledning av hennes make, och företaget söker för närvarande finansiering och samarbetspartners för att vidareutveckla och kommersialisera konceptet (Sinclair-Lappi, Naturnära begravningsförbundet, 2025).

Frystorkning betraktades ännu i slutet av 2010-talet, vid sidan av kompostering, som en av de mest lovande nya begravningsmetoderna. Utvecklingen av tekniken och kommersialiseringen har dock inte framskridit på det sätt man hoppats. År 2020 konstaterade Nederländernas hälsoråd (Health Council of the Netherlands) att frystorkning fortfarande befinner sig på konceptstadiet och att dess tekniska genomförbarhet inte har påvisats med tillräcklig säkerhet (Health Council of the Netherlands, 2020).

Förutom teknologiska utmaningar kan även nya begravningsformers samhälleliga acceptans, lagstiftning samt religiösa och kulturella attityder utgöra hinder för införandet. Precis som tidigare med förbränningskremering, vattenkremering eller kompostering kan frystorkning möta skepsis eller motstånd, särskilt i de tidiga skedena av införandet (Carubia, 2013; Robinson, 2021).

Miljöpåverkan

Enligt preliminära studier är frystorkning en mycket energieffektiv och lågemitterande begravningsmetod. Metoden kräver inga bränslen och genererar inga rökgasutsläpp, vilket innebär att dess koldioxidavtryck är mindre än vid traditionell kremation eller kistbegravning (Lee m.fl., 2022). Införandet av frystorkning skulle kunna minska koldioxidutsläppen med upp till 75–90 % jämfört med förbränningskremering (ibid.). De metallimplantat som uppstår i processen kan dessutom tas till vara och återvinnas (Carubia, 2013).

Även ur ett markanvändningsperspektiv kan frystorkning vara ett bra alternativ. Eftersom den återstående biomassan är volymmässigt liten och biologiskt nedbrytbar kan den återföras

till jorden med mycket litet platsbehov. Detta kan göra frystorkning till ett potentiellt attraktivt framtidsalternativ i tätt byggda stadsmiljöer (Urban Death Project Research Team, 2017).

Etiska perspektiv

Frystorkning väcker också etiska frågor. Metodens mekaniska natur – att frysa och krossa kroppen – kan uppfattas som en respektlös behandling av den avlidne. Å andra sidan skulle metoden möjliggöra en ekologiskt hållbar begravningsform som återför kroppen till naturens kretslopp utan betydande miljöpåverkan (Health Council of the Netherlands, 2020; Urban Death Project Research Team, 2017).

Ur religiösa perspektiv lämpar sig frystorkning inte nödvändigtvis för traditionella begravningsformer, men den kan erbjuda ett meningsfullt alternativ för miljömedvetna (Robinson, 2021).

2.2.3 Kompostering

Kompostering är en relativt ny begravningsmetod, som först legaliserades i den amerikanska delstaten Washington år 2019. Sedan dess har metoden godkänts i totalt 12 delstater, men dess användning har hittills varit begränsad till USA (Slominski, 2023). Liksom vattenkremering har kompostering tidigare använts för hantering av djurkadaver, särskilt inom jordbruket. Utvecklingen av komposteringsteknik som lämpar sig för människokroppar har i stor utsträckning byggts på dessa erfarenheter och den forskningskunskap som samlats in (Cassidy, 2025).

I komposteringsprocessen sveps den avlidne i bomullstyg och täcks med organiska material såsom träflis, halm och lusern. Denna förberedda helhet placeras i en ventilerad komposteringsbehållare. Mängden strömaterial är stor, eftersom effektiv kompostering kräver tre-tio gånger mer kol än kväve (Cassidy, 2025). Processen påskyndas med hjälp av mikrober som främjar kroppens biologiska nedbrytning. Den aktiva nedbrytningsfasen varar, beroende på tjänsteleverantör, 4–7 veckor, varefter en eftermognadsfas på 2–6 veckor följer. Under processens gång omvandlas kroppen till nä-

ringsrik jord på cirka 1–2 månader (Do, 2024). Efter nedbrytningen mals benen till ett fint pulver, och personalen avlägsnar icke-organiska material såsom implantat och proteser, vilka återvinns när det är möjligt. Det malda benet blandas tillbaka i komposten för att ge jorden en tillräcklig mineralbalans som växtnäring. Kompostens typiska pH är 6,5–7 (Recompose, 2025). Slutresultatet blir knappt 800 liter, motsvarande cirka 450 kg, näringsrik jord. Anhöriga kan begära en del av denna jord, och vissa tjänsteleverantörer erbjuder möjligheten att donera den till återbeskogning eller projekt för restaurering av naturområden (Recompose, 2025).

Egenskaperna hos jorden som producerats genom kompostering har studerats rättsmedicinskt. Den jord som produceras i NOR-processen motsvarar morfologiskt och osteologiskt de rester som uppstår efter 20–50 års traditionell begravning. I en studie där processen varade i 40 dagar konstaterades att det inte längre var möjligt att identifiera mänskligt DNA i proverna efter att resterna hade begravts och nedbrytningen fortsatt i marken. DNA-identifiering är alltså inte längre möjlig i detta skede (Beck, 2024). Kompostering rekommenderas dock inte för personer som lidit av tuberkulos eller Creutzfeldt-Jakobs sjukdom, eftersom prioner och vissa patogener inte nödvändigtvis förstörs i processen.

Etik

Kompostering som begravningsmetod väcker också etiska frågor, särskilt i USA. Bland annat har representanter för den katolska kyrkan framfört kritik, med argumentet att metoden inte respekterar människokroppens helighet och värde på samma sätt som traditionella begravningsformer. Förespråkarna för kompostering menar däremot att metoden ger möjlighet att välja en begravningsform som både är ekologiskt hållbar och etiskt försvarbar.

Detta blir särskilt tydligt i tätbefolkade stadsmiljöer, där begränsade utrymmen och resurser skapar nya behov av att utveckla begravningspraxis.

Energiförbrukning och miljöpåverkan

På grund av komposteringens relativt långa varaktighet (6–13 veckor) har tjänsteleverantörer vanligtvis flera tiotals komposteringsbehållare i drift. Behållarna är ofta placerade i industrilokaler, såsom hos den första aktören på området, företaget Recompose i Seattle, vars lokaler omfattar cirka 1 860 kvadratmeter. Själva komposteringsprocessens energiförbrukning är låg: energi behövs främst för det datasystem som används för processens styrning samt för ventilationen. Uppvärmningslösningarna för lokalerna ingår inte i dessa siffror.

I delstaten Washington regleras kompostering av avlidna noggrant i enlighet med hälso- och säkerhetsföreskrifterna. Delstatens hälsoråd (Washington State Board of Health) har fastställt bestämmelser för hantering och testning av de rester som uppstår genom NOR-processen. Enligt föreskrifterna ska ett representativt prov tas från varje komposteringsprocess och analyseras med avseende på fysiska föroreningar såsom ben, tandfyllningar och medicinska implantat. Mängden av dessa föroreningar får inte överstiga värdet 0,01 mg/kg av torrvikten. Dessutom ska de rester som uppstår i varje process analyseras av ett oberoende laboratorium avseende tungmetaller (arsenik, kadmium, bly, kvicksilver och selen) samt mikrober (salmonella och E. coli). Resultaten måste understiga de gränsvärden som anges i föreskrifterna innan slutprodukten kan överlämnas vidare. NOR-anläggningar är skyldiga att föra en årlig rapport som innehåller uppgifter om anläggningens verksamhet, analysresultat och mängden komposterade rester. Rapporten ska på begäran lämnas in till den lokala hälsovårdsmyndigheten (Washington State Legislature, 2020).

Eva Pohl, lektor i miljöteknik vid Linnéuniversitetet, undersökte de samlade miljöeffekterna av olika begravningsmetoder i en rapport från 2023. Enligt livscykelanalysen (ReCiPe-metoden) orsakar kompostering, kremation och

kistbegravning ungefär liknande miljöbelastning när alla betydande påverkansfaktorer beaktas. Den största miljöbelastningen vid kompostering är kopplad till användningen av strömmaterial, där förbrukningen uppgår till cirka 210 kg per kompostering.

Krematoriernas miljöbelastning har å andra sidan minskat avsevärt genom övergången från fossila bränslen till biobaserade och förnybara energikällor samt genom utnyttjande av värmeåtervinningssystem. Ur ett klimatperspektiv är kompostering fortfarande klart mer utsläppsnål än andra begravningsformer: enligt beräkningar av CO₂-ekvivalenter är klimatpåverkan från kompostering endast omkring 9 % av kremationens, eftersom den energiintensiva kremationsprocessen inte behövs och ingen kista används. Tillverkningen av kistan är i sig en betydande enskild miljöbelastande faktor (tabell 1). Ur avfallshierarkins synvinkel är kompostering ett mer hållbart alternativ än kremation eller kistbegravning, eftersom den återför näringsämnen till ekosystemet i en form som är lätt att tillgodogöra sig (Pohl, 2023).

Metoden möjliggör dessutom en kontrollerad hantering av skadliga ämnen från kvarlevorna. Tandamalgam, som kan innehålla upp till 50 % kvicksilver, hamnar exempelvis vid traditionell kistbegravning i marken tillsammans med andra implantat och proteser. Eftersom nedbrytningen vid kistbegravning sker okontrollerat under årtionden kan dess miljöpåverkan inte effektivt mätas eller styras. Detta kan leda till att tungmetaller, såsom kvicksilver, transporteras till marken och grundvattnet.

Kompostering är däremot en kontrollerad process där implantat avlägsnas innan slutprodukten uppstår och ingen kista behövs. Därmed utesluts även eventuella kemikalier i kistmaterial helt ur processen. I de amerikanska delstater där metoden används testas kompostens kvalitet noggrant, och slutprodukten måste uppfylla USA:s miljöskyddsmyndighets (US EPA) markkvalitetsstandarder innan den får användas.

Tabell 1. Jämförelse av komposteringens och kremeringens miljöbelastning (Pohl, 2023).

Åtgärder	Miljöbelastningspoäng ReCiPe (Pt)	Klimatbelastning (kg koldioxid-ekv.)
Kompostering	17,2	8,59
Kremering (exklusive tillverkning av kista)	2,84	17,0
Tillverkning av kista (6m ² MDF-board, 1 kg bomullstextil, 4 kg polyuretanskum) och distribution	12,8	91,9
Kremering med energiåtervinning	- 0,18	- 3,17
Transport, avliden person 90 km (genomsnittet för Sverige)	3,46	35,3
Mark till jordbegravning 3m ² i 25 år	3,43	0

3. Rökgasrenings- och värmeåtervinningssystem

Med rökgas avses de gasformiga föreningar som bildas i förbränningsprocessen och leds genom efterförbränningskammaren i syfte att avlägsna de föroreningar som uppstår under kremeringsprocessen. Syrehalten i rökgaserna är omkring 6–12 % (NSW Government, 2024; Åbo stad, stadsmiljösektorn, 2018; Helsingfors stads miljönämnd, 2006; Rovaniemi stad, miljönämnd, 2019; UNEP, 2012). Den höga syrehalten är särskilt viktig i inledningsskedet av kremeringen för att säkerställa en fullständig förbränning.

Temperaturen på rökgaserna som lämnar kremeringsugnen är cirka 600–700 °C. En rökgasfläkt transporterar gaserna mot skorstenen och upprätthåller det undertryck som krävs i systemet (Heikkilä, 2018; Häkkinen, 2023). Av miljötillstånd som beviljats i Finland framgår att rökgaserna kyls ner till 110–315 °C beroende på vilka värmeåtervinnings-, filterings- och reningsmetoder som används (Esbo stads miljönämnd, 2015; Tavastehus stads miljö- och byggnadsnämnd, 2012; Karleby stads byggnads- och miljönämnd, 2019; Lahti stads miljönämnd, 2015; Åbo stads stadsmiljösektorn, 2018).

De för miljön skadliga föreningarna i rökgaserna från kremeringsprocessen består främst av tungmetaller (särskilt kvicksilver), kväve- och svaveloxider, kolmonoxid, partikelutsläpp samt persistenta organiska föreningar (POP-föreningar) och flyktiga organiska föreningar (VOC-föreningar) (Helsingfors stads miljönämnd, 2010; Karleby stads byggnads- och miljönämnd, 2019; Lee m.fl., 2022; NSW Government, 2024; Helsingfors stads miljönämnd, 2010; Tavastehus stads miljö- och byggnadsnämnd, 2012). Föroreningar bildas särskilt när förbränningsförhållandena eller temperaturerna inte är optimala (Montse & Domingo, 2010; Xue, Cheng, Chen, & al., 2018; Keijzer, 2015). De mest miljöfarliga föroreningarna är POP-föreningar såsom PCDD:er, PCB:er, furaner (Fs), HCB:er samt tungmetallen kvicksilver (Mont-

se & Domingo, 2010; Lee m.fl., 2022; UNEP, 2012).

Den största delen av kvicksilverutsläppen härör från amalgamfyllningar hos de avlidna, men små mängder kan också uppstå från matrester eller föremål som inte hör hemma i kistorna, såsom batterier och ackumulatorer (Esbo stads miljönämnd, 2015; Helsingfors stads miljönämnd, 2006; Montse & Domingo, 2010; Lehto, 2024; Karleby stads byggnads- och miljönämnd, 2019; Imatra stad, miljö- och byggnadstillsyn, 2002; Kajana stads miljötekniska nämnds tillståndssektion, 2018). Tandamalgam är fortfarande det största användningsområdet för avsiktligt tillsatt kvicksilver inom EU (Mykkänen & Toikka, 2023). Enligt statistik från 2003 i Sverige gav 65 002 kremationer i 71 krematorier upphov till cirka 122 kg kvicksilverutsläpp (OSPAR Commission, 2003).

I framtiden förväntas kvicksilverutsläppen minska avsevärt i takt med att användningen av amalgamfyllningar minskar (Lehto, 2024; Karleby stads byggnads- och miljönämnd, 2019). I detta sammanhang har EU föreslagit lättnader i skyldigheterna att installera reningsutrustning, och enligt kommissionens konsekvensbedömning motsvarar de nuvarande reningskraven inte fullt ut proportionalitetsprincipen (Lehto, 2024; Mykkänen & Toikka, 2023). I en skrivelse från statsrådet i Finland har det föreslagits att användningen av amalgam förbjuds helt, vilket skulle minska framtida kvicksilverutsläpp från krematorier (Lehto, 2024; Mykkänen & Toikka, 2023). Enligt förslaget skulle tandamalgam endast få användas om det vore medicinskt nödvändigt (Mykkänen & Toikka, 2023).

Kvicksilverutsläppen från krematoriernas rökgas har ökat i takt med att kremation blivit vanligare inom EU, men i och med att amalgamfyllningar minskar bedöms utsläppen sjunka med viss fördröjning (Mykkänen & Toikka, 2023). I Finland har kvicksilverutsläppen från krematorier beräknats sjunka till under ett kilogram fram till år 2030 (Mykkänen & Toikka, 2023).

Den största delen av dioxinutsläppen avlägsnas i efterförbränningskammaren, där temperaturen är cirka 800 °C (Helsingfors stads miljönämnd, 2006; Esbo stads miljönämnd, 2015). I Finland har kvalitetsrekommendationer getts för material som används i kistor och urnor, i syfte att förebygga dioxinutsläpp (Begravningsverksamhetens centralförbund i Finland rf, 2025; Esbo stads miljönämnd, 2015). I Europa minskar den efterförbränningskammare som ingår i kremationsugnarna dioxinutsläppen så effektivt att man i regel inte ser något behov av separat filtrering. Enligt finsk lagstiftning ska temperaturen i efterförbränningskammaren vara minst 850 °C och rökgasernas uppehållstid över två sekunder.

Kolmonoxid (CO), även kallad koloxid, bildas vid ofullständig förbränning, särskilt i början av kremeringsprocessen om ugnens temperatur inte är tillräcklig (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018). Genom optimering av processen kan CO-utsläpp minskas, och genom kylning kan en del av koloxiden omvandlas till den mindre skadliga koldioxiden (CO₂).

Som en följd av ofullständig förbränning bildas även svaveldioxid (SO₄) och kväveoxider (NO_x). Utsläppen av svaveldioxid beror främst på bränslets svavelhalt (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018). Införandet av rökgasreningssystem kräver högre temperaturer, vilka främjar nedbrytningen av andra föreningar, men som samtidigt kan öka bildningen av kväveoxider (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018).

Mängden partikelutsläpp kan minskas genom effektiv styrning av förbränningsprocessen (Tavastehus stads miljö- och byggnadsnämnd, 2012; Karleby stads byggnads- och miljönämnd, 2019). Partiklar klassificeras enligt storlek i PM₁₀-partiklar (under 10 µm), PM_{2,5}-partiklar (under 2,5 µm) och ultrafina partiklar (UFP, under 0,1 µm). Huvuddelen av partiklarna (97–99 %) kan avlägsnas genom kylning och mekanisk filtrering (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018).

3.1 Möjligheter och nyttor med värmeåtervinning

Behandlingen av rökgaser inleds vanligtvis med värmeåtervinning och kylning av rökgaserna. Under kylningen kondenserar en del av de föreningar som finns i rökgaserna från gasform till fast form, och små partiklar aggregerar till större och tyngre partiklar som är lättare att avskilja genom filtrering.

Med undantag för dagens första kremering är krematoriets förbränningsprocess energiöverskottsproducerande (Helsingfors stads miljönämnd, 2006). Den värmeenergi som finns i rökgaserna från kremeringsugnen kan utnyttjas med värmeåtervinningssystem, samtidigt som rökgaserna kyla till en nivå som är lämplig för vidare behandling (Tavastehus stads miljö- och byggnadsnämnd, 2012; Esbo stads miljönämnd, 2015; Åbo stads stadsmiljösektorn, 2018; Kangasala kommun, byggnads- och miljönämnd, 2012). Värmeåtervinningen baseras på att rökgasernas värmeenergi överförs till en värmeöverföringsvätska via värmeväxlare, varefter värmen kan utnyttjas för fastighetens energibehov eller överföras till fjärrvärmenätet (Kuopio stads miljönämnd, 2021; Esbo stads miljönämnd, 2015; Karleby stads byggnads- och miljönämnd, 2019; Åbo stads stadsmiljösektorn, 2018).

Hela förbränningsprocessens överskott kan variera mellan 200–400 kW beroende på anläggningens tekniska helhet (Lagoeiro, Davies, Solman, Elmes & Maidment, 2024). Den värmeenergi som uppstår i en enskild kremering har uppskattats till cirka 170 kWh (Korhonen, 2025). Rökgaserna kyla vanligen ner till under 200 °C innan de går vidare till reningssystemens behandlingssteg. En alltför hög temperatur kan skada filtren eller orsaka brandrisk, exempelvis i tygfiltrering (Häkki-lä, 2023; Karleby stads byggnads- och miljönämnd, 2019; Heikkilä, 2018). Rökgasernas temperatur ska innan de leds till skorstenen vara minst 110 °C, och ur energisynpunkt strävar man efter att kyla ner temperaturen så nära denna gräns som möjligt (Häkki-lä, 2023; Heikkilä, 2018).

Den återvunna värmeenergin kan kondenseras ut i luften, vilket innebär att den inte utnyttjas till annat än att möjliggöra reningssystemets funktion. Å andra sidan kan energin användas lokalt för byggnadens uppvärmning eller produktion av tappvarmvatten, och den kan även säljas till fjärrvärmenätet om fastigheten är ansluten till nätet. Värmen kan dessutom användas exempelvis för regenerering av geotermiska system under sommartid eller för att producera fjärrkyla till kylutrymmen, vilket minskar kylmaskinens elförbrukning.

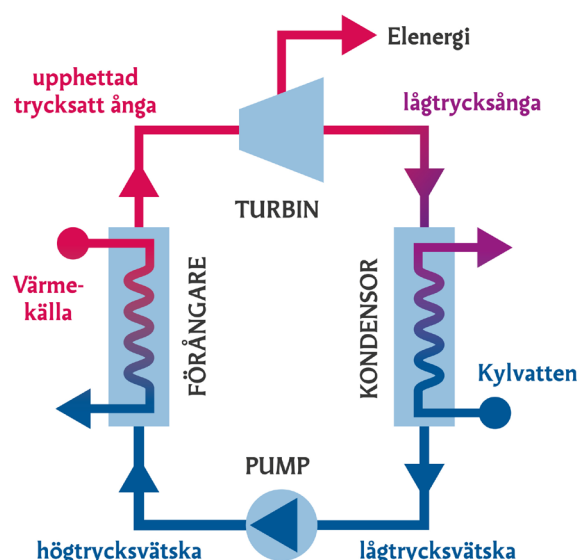
Utnyttjandet av lågvärdig spillvärme har traditionellt varit en utmaning på grund av den låga temperaturnivån och den begränsade verkningsgraden. Organic Rankine Cycle (ORC)-teknologin har erbjudit en ny lösning på denna utmaning. ORC möjliggör elproduktion även från värmeflöden vars temperatur är för låg för traditionell ångturbinteknik (Quoilin, 2013).

ORC-processen fungerar på samma sätt som den klassiska Rankine-cykeln, men i stället för vatten används ett organiskt arbetsmedium som förångas vid en lägre temperatur. Detta gör ORC särskilt lämpad för att utnyttja spillvärmeflöden vid temperaturer under 150 °C, såsom vid värmeåtervinning från rökgaser. Systemen kan dimensioneras även för små värmeflöden och skalas i effekt från några tiotals kilowatt till flera megawatt (Vaja, 2010).

I krematorier möjliggör ORC att spillvärmen från rökgaserna omvandlas till elektricitet, som kan användas exempelvis för kylrum eller andra elektriska system. Figur 6 visar en förenklad princip för ORC-processens funktion.

3.2 Befintliga och utvecklingsbara rökgasreningsteknologier

Rökgasrening baseras på flera på varandra följande behandlingssteg, vars syfte är att minska luftutsläpp genom att binda skadliga föreningar i fast form. Med olika kombinationer av filter och reningsmetoder kan olika reningsresultat uppnås, men de flesta teknologier riktar



Figur 6. Förenklad principskiss över ORC-processens funktion (Energy Education).

sig mot fler än en typ av utsläpp.

Efter kylningen börjar rökgasreningen ofta med cyklonfilter, vars uppgift är att avlägsna de hetaste och tyngsta partiklarna. Cyklonfilter är hållbara och lämpar sig väl för förfiltrering före mer avancerade filtertekniker, såsom aktivt kol- och fiberfiltrering (Tavastehus stads miljö- och byggnadsnämnd, 2012; Helsingfors stads miljönämnd, 2010; Karleby stads byggnads- och miljönämnd, 2019; Kangasala kommun, byggnads- och miljönämnd, 2012; Esbo stads miljönämnd, 2015). Cyklonfilter kan effektivt minska särskilt partikel- och kvicksilverutsläpp. Dessutom skyddar de efterföljande filter från överhettning och brandrisker (Heikkilä, 2018; Häkkilä, 2023).

Vid avlägsnandet av kvicksilver används oftast, utöver cyklonfiltrering, adsorptionsmaterial såsom aktivt kol samt koks- eller zeolitbaserade ämnen (OSPAR Commission, 2003). Dessa kan sprutas direkt in i rökgasströmmen, varvid kvicksilvret binds till adsorbenten som senare avskiljs genom fiber- eller tygfilter. Även fastbäddfilter och gasskrubbar kan användas som en del av reningsprocessen. Med dessa metoder uppnås vanligtvis kvicksilverhalter på 0,1–0,2 mg/Nm³ (OSPAR Commission, 2003).

Mer sällsynta metoder är tillsats av selen i kistan, användning av keramiska filter samt

katalytiska adsorbenter baserade på ädelmetaller, som tillverkas exempelvis av guld eller platina. Med dessa kan man uppnå mycket låga kvicksilverhalter (0,001–0,5 mg/Nm³) enligt standarden EN 13211 (OSPAR Commission, 2003). Alla tekniker lämpar sig dock inte för kremationsugnar. Till exempel fungerar guld-filter som regenereras genom upphettning endast vid cirka 60 °C, vilket är för låg temperatur för rökgaserna i kremationsugnar (OSPAR Commission, 2003).

Även om den totala mängden kvicksilverutsläpp har ökat i takt med det stigande antalet kremeringar, förväntas utsläppen per enskild kremering minska i och med att amalgamfyllningar blir färre. Därför är kvicksilver inte nödvändigtvis den mest betydande enskilda oron i framtiden. Kviksilveravskiljning kan ofta integreras med andra rökgasreningsmetoder. De vanligast använda metoderna – kylning, cyklonfiltrering, aktivt kol och tygfiltrering samt adsorption – påverkar även andra utsläppskomponenter, vilket gör dem till mångsidiga och kostnadseffektiva lösningar. Därför fokuseras behandlingen särskilt på dessa alternativ.

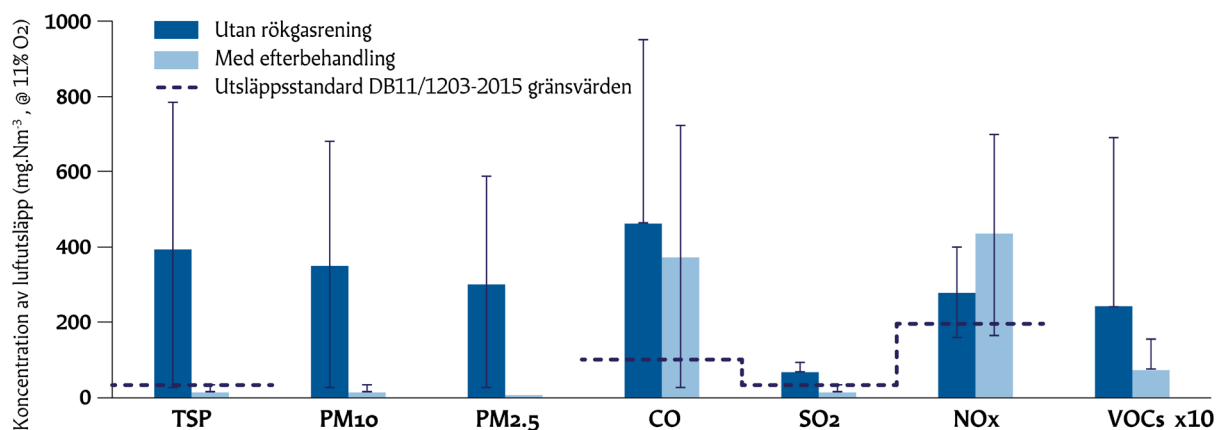
Efter kylning och cyklonfiltrering är de vanligaste metoderna aktivt kol och tygfiltrering. Aktivt kol binder särskilt svaveldioxid (SO₂) och VOC-föreningar, medan fiberfilter avlägsnar små partiklar från rökgaserna. Genom att kombinera kylning, cyklonfiltrering, aktivt kol och fiberfiltrering kan man effektivt minska huvuddelen av de skadliga föreningarna i rök-

gaserna. Däremot kräver minskning av kolmonoxid (CO) och kväveoxider (NO_x) optimering av förbränningsprocessen och god automatisk styrning, eftersom de huvudsakligen bildas till följd av ofullständig förbränning.

3.3 Renings- och återvinningsutrustningens inverkan på utsläppen

I Europa och Finland finns det hittills endast begränsat med skriftlig forskning om orenade rökgaser. Därför utnyttjas även forskningsdata som samlats in i Kina i denna utredning. Det bör dock noteras att det tillgängliga materialet inte specificerar de filterlösningar som enskilda krematorier använder, utan ger en allmän bild av utsläppsmängderna (figur 7). Datan omfattar mätresultat från anläggningar utan reningssystem eller efterförbränningskammare samt från sådana där filterlösningar används.

I en studie genomförd i Kina varierade kolmonoxidhalterna (CO) i kremeringsugnarnas rökgaser avsevärt mellan 42–1379 mg/Nm³, med ett medelvärde på cirka 460 mg/Nm³. I oljedrivna ugnar var CO-halterna typiskt högre än i gasdrivna (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018). Filterningens effekt har rapporterats ge en minskning av CO-utsläppen med cirka 19,6 %.



Figur 7. Koncentration av skadliga luftföroreningar i krematoriernas luftutsläpp (Xue, Cheng, Chen, & al, 2018).

Utsläppen av kväveoxider (NOx) uppmättes i genomsnitt till 280 mg/Nm³ i de krematorier där rökgasrening inte användes. Efterbehandling ledde dock till att utsläppen steg till uppmot 434 mg/Nm³, sannolikt till följd av högre förbränningstemperaturer (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018). Med processkontroll och lämpliga filterlösningar kan bildningen av kväveoxider dock minskas. I en nederländsk studie uppmättes en genomsnittlig kväveoxidkoncentration på 410 mg/Nm³ (Keijzer, 2015), vilket tyder på något lägre värden.

Mängden kvicksilverutsläpp beror i första hand på den mängd kvicksilver som tillförs förbränningen. I den kinesiska studien fanns inga jämförbara data, men i Nederländerna har halterna av kvicksilver i filtrerade rökgaser rapporterats vara cirka 0,005 mg/Nm³ (Keijzer, 2015). I en annan källa har reningens effektivitet uppskattats till över 98 %, vilket skulle innebära en slutlig kvicksilverhalt på 0,001–0,1 mg/Nm³ (OSPAR Commission, 2003). Under antagandet att en genomsnittlig kremering i Finland innehåller 1,5 g kvicksilver, skulle utsläppen vid en reningsgrad över 98 % stanna under 30 mg per kremering.

Svaveldioxidhalterna (SO₂) utan reningssystem varierade mellan 3,8–350 mg/Nm³, med ett medelvärde på cirka 65 mg/Nm³. Reningsgraden har uppskattats till cirka 85,2 %, vilket även bekräftas av nederländska forskningsresultat, där SO₂-halten var cirka 32 mg/Nm³ (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018; Keijzer, 2015).

När det gäller partikelutsläpp visade den kinesiska studien att koncentrationen av PM₁₀-partiklar var cirka 350,6 mg/Nm³ och PM_{2,5}-partiklar cirka 300,9 mg/Nm³ (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018). Effektiv processkontroll kan minska partikelutsläpp även utan filter (Tavastehus stads miljö- och byggnadsnämnd, 2012; Karlaby stads byggnads- och miljönämnd, 2019). Genom mekanisk kylning och filtrering kan majoriteten av partiklarna, uppskattningsvis 97–99 %, avskiljas (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018). Användningen av cyklonfilter före andra filter minskar dessutom risken för utrustningsfel och brandfara (Heikkilä, 2018; Häkkilä, 2023).

I en nederländsk studie uppmättes halten av dioxiner i filtrerade rökgaser till cirka 0,05 ng/Nm³ (Keijzer, 2015). Mängden flyktiga organiska föreningar (VOC) minskade i sin tur med cirka 70,7 % genom filtrering (Xue, Cheng, Chen, & al., 2018). I Nederländerna var den totala mängden VOC-föreningar (inkl. oorganiska kolväten) cirka 2 mg/Nm³, vilket motsvarar en avskiljningsgrad på cirka 80 % med en automatiserad förbränningsprocess och filtersystem (Keijzer, 2015).

3.4. Kremeringsugnar och lösningar på marknaden

I detta avsnitt granskas kremeringsugnar på marknaden samt tillhörande lösningar för rökgasrening och värmeåtervinning. Fem betydande leverantörer ingår i jämförelsen: DFW Europe, ATI Industries, IFZW GmbH, Crematech och Heinicke GmbH. Vid valet av leverantörer har särskilt fokus lagts på teknologisk beredskap, praktiska användarerbarenheter samt tillgängliga emissionsmätningar. De olika tillverkarnas lösningar skiljer sig åt bland annat i fråga om energikällor, automatiseringsnivå, filtreringsmetoder och värmeåtervinning.

ATI Industries (Frankrike) erbjuder modellen CR2000 XXL, som kombinerar snabb automatisk kistladdning (under 20 sekunder), helt automatiserad styrning av förbränningsprocessen samt effektiv efterförbränning vid minst 800 °C under två sekunder. Modellens kapacitet är 8–10 kremeringar per dag och den genomsnittliga energiförbrukningen cirka 240 kWh/kremering. Rökgasreningslösningen ATI EnviroControl baseras på kalk- och aktivkolsinjektion och underskriver tydligt de fastställda gränsvärdena för damm, kolmonoxid (CO), kväveoxider (NOx) och tungmetaller. Fjärrövervakning, automatisk temperaturreglering och lättservade komponenter förbättrar användbarheten och driftsäkerheten (ATI Industries, 2025).

DFW Europe (Nederländerna) erbjuder både el- och gasdrivna kremeringsugnar, såsom mo-

dellerna DFW 4000, DFW 6000 och DFW Electric. Särskilt modellen Double End Electric möjliggör 6–8 kremeringar per dag tack vare effektiv energihantering och ett automatiserat inmatningssystem (AIM). Mätresultat visar exceptionellt låga utsläpp: exempelvis partikelhalter på 0,6 mg/Nm³ och dioxiner under 0,01 ng/Nm³. Filter- och värmeåtervinningssystemet inkluderar bland annat en värmeåtervinningspanna, partikel-filter och värmeväxlare. Referensobjekt finns på över 35 platser i Europa, bl.a. Doncaster (UK), Almere (NL), Lugano (CH) och Skövde (SE) (DFW Europe, 2025).

IFZW GmbH (Tyskland) tillhandahåller skräddarsydda krematorielösningar som kännetecknas av hög konstruktionskvalitet, lång livslängd och tysk ingenjörskonst. Modeller som KE 400 och KFX 500 är gasdrivna och utformade för effektiv, kontinuerlig drift. Rök-gashanteringslösningarna inkluderar bl.a. flat-bag-filter, kondensationsrotorer och aktivkolsfiltrering. IFZW:s system uppfyller Tysklands strikta BImSchV-emissionsstandarder, och företaget erbjuder helhetsleveranser från planering till driftsättning (IFZW International, 2025).

Crematech (Nederländerna) fokuserar på el- och biobränsle-drivna kremeringsugnar. Företagets specialområde är SCADA-baserade styrsystem som möjliggör hög energieffektivitet och avancerad automation i förbränningsprocessen. Crematechs lösningar stöder bland annat el, biopropan, vätgas och

gas som energikällor. Filtreringen bygger på en kombination av cykloner och aktivkolfil-ter, vilka uppfyller Europas låga emissionskrav. Realtids fjärrövervakning förbättrar användbarheten och säkerheten i den operativa driften (Crematech, 2025).

Heinicke GmbH (Tyskland) tillverkar gasdrivna krematorieugnar baserade på hårdugn-principen. Deras konstruktion kännetecknas av enkelhet, god servicebarhet och automatiserad askhantering. Heinickes lösningar är särskilt utformade för den tyska och östeuropeiska marknaden, där praktiska och flexibla användargränssnitt efterfrågas. Utrustningen uppfyller Tysklands 27:e BImSchV-emissionskrav och inkluderar automatisk kistladdning, integrerad filtrering samt kontroll av askpartiklar (Heinicke GmbH, 2025).

En jämförelse mellan olika leverantörer kan presenteras vad gäller exempelvis ugnstyper och energikällor enligt tabell 2.

Tabell 2. Jämförelse mellan olika leverantörer.

Tillverkare	Ugnstyper	Energikällor	Särdrag	Reningssystem
DFW Europe	DFW 4000, DFW 6000, DFW Electric	Gas, el, väte	Hög energieffektivitet	Modulär filtrering, aktivt kol
ATI Industries	CR-serien, CR2000, HP-serien	Gas, olja	Modulär, hög användningsgrad	Torr, våt och keramisk filtrering
IFZW GmbH	KE 400, KFX 500, SH4-SE	Gas	Turnkey-lösningar, integrerad rening	Flat-bag, kemisk filtrering
Crematech	El- och gasmodeller	El, gas, bio, väte	SCADA-styrning, energieffektivitet	Cyklon, damm- och aktivkolsfiltrering
Heinicke GmbH	Planugn (flachbettofen)	Gas	Automatisk laddning och askhantering	Integrerad filtrering

4. Möjligheter att utnyttja förnybar energi

4.1 Förnybara bränslen i kremeringsugnar

Som energikälla i en kremeringsugn kan man använda alternativa, förnybara energikällor såsom bioolja, biogas eller fossilfri el. Genom dessa undviks utsläpp av fossilt koldioxid, vilket innebär att kol som är bundet i marken inte frigörs till atmosfären. De nuvarande bränslena kan ersättas med mer koldioxidsnåla alternativ med relativt små tekniska förändringar. Till exempel kan övergången från naturgas till biometan eller från brännolja till bioolja i praktiken eliminera de fossila utsläppen från kremeringsprocessen nästan helt. Vid användning av bioolja krävs ofta byte av bränslemunstycken, medan vid övergång till gas- eller eldrift kan fossilfri energi köpas direkt från distributionsnätet.

4.1.1 El

De miljömässiga konsekvenserna av eldrivna kremeringsugnar bestäms huvudsakligen av utsläppen från elproduktionen. Koldioxidavtrycket för el som erhålls via elnätet kan fastställas exakt genom att använda den statistik som publiceras av Fingrid. Det är dessutom möjligt att köpa fossilfri el, vilket i praktiken eliminerar växthusgasutsläpp från energiproduktionen.

4.1.2 Bioolja

Förnybar bioolja erbjuds i Finland bland annat av Neste och St1. Handelsnamnen för produkterna är Neste MY Förnybar Brännolja respektive St1 HVO – förnybar brännolja. Båda produkterna är högkvalitativa, framställda av förnybara råvaror och lämpade för både uppvärmnings- och energiproduktionsändamål. Till sina egenskaper är produkterna mycket likartade.

Neste MY Förnybar Brännolja tillverkas till 100 % av avfall och restprodukter. Bränslet baseras inte på fossila råvaror, utan produktionen

utgår från förnybara fraktioner såsom vegetabiliska oljor samt bioavfall från livsmedels- och industrisektorn. Tillverkningsmetoden är Hydrotreated Vegetable Oil (HVO)-teknologi, vilket gör slutprodukten kvalitetsmässigt mycket nära traditionell lätt brännolja (Neste Oyj, 2025). På motsvarande sätt tillverkas St1:s HVO-baserade förnybara brännolja av avfalls- och restbaserade råvaror genom en vätebehandlingsprocess (ST1).

Genom användning av HVO-brännoljor kan koldioxidavtrycket minska med upp till 90 % jämfört med fossil lätt brännolja. Bedömningen baseras på livscykelutsläppsberäkningar som gjorts enligt EU:s direktiv om förnybar energi RED II (2018/2001/EU) (Neste Oyj, 2025) (ST1).

Neste MY Förnybar Brännolja är en så kallad drop-in-lösning, vilket innebär att den kan användas i befintliga brännare utan betydande tekniska modifieringar. Bränslet lämpar sig bland annat för fastighetsuppvärmning, arbetsmaskiner och energiproduktion, och det uppfyller dieselstandarden EN 590, vilket gör det lämpligt även för motoranvändning (Neste Oyj, 2025).

Vid övergång från fossil brännolja till förnybar brännolja måste dock vissa tekniska detaljer beaktas. Neste MY-oljan förbränns rent, men lågans färg avviker från den färg som fossil brännolja brinner med. I äldre brännare kan det vara nödvändigt att byta flamdetektorn till en temperaturbaserad infraröd sensor (IR-sensor), vars anskaffningskostnad typiskt ligger på cirka 300–400 euro (Neste Oyj, 2025).

För lagring av brännolja kan samma tankar användas som för fossil brännolja. Neste MY finns tillgänglig både som sommarsort (–10 °C) och vintersort (–32 °C). Produkten har god hållbarhet, men som med alla bränslen är det viktigt att förhindra att vatten samlas i lagringstanken, eftersom detta kan orsaka mikrobiell tillväxt i tanken (Neste Oyj, 2025).

Egenskaper hos fossil och förnybar eldningsolja jämförs i tabell 3.

Tabell 3. Jämförelse mellan lätt brännolja och Neste MY Förnybar Brännolja.

Egenskap	Fossil Lätt Brännolja	Neste MY Förnybar Brännolja
Raaka-aineet	Råoljebaserad	100 % förnybara avfall och restprodukter
Hiilidioksidipäästöt	Höga utsläpp	90 % lägre under livscykeln
Soveltuvuus	Standardanvändning	Drop-in, men flamsensorn kan behöva bytas
Kylmäominaisuudet	Grumlingspunkt -3 °C	Sommarkvalitet -10 °C, vinterkvalitet -32 °C
Varastointi	Lämplig för befintliga tankar	Lämplig för befintliga tankar
Ympäristövaikutus	Högre utsläpp och större miljöpåverkan	Lägre utsläpp och mindre koldioxidavtryck

Biobrännolja (HVO) har en emissionsfaktor på 71,6 ton CO₂/TJ, men dessa utsläpp är helt biogena. Därför uppstår inga fossila CO₂-utsläpp vid användning av biobrännolja (Statistikcentralen, 2025).

4.1.3. Biogas

Biogas är en förnybar energikälla som bildas i den anaeroba rötningen av organiskt material, såsom jordbruksavfall, livsmedelsavfall och avloppsslam. I denna process bryter mikroorganismer ner biomassa under syrefria förhållanden, vilket producerar biogas som huvudsakligen består av metan (CH₄) och koldioxid (CO₂).

Produktionen av biogas bygger på organiskt material såsom gödsel, växtrester och bioavfall. Materialet förbehandlas genom homogenisering och vid behov vätskas för att lämpa sig för rötningsreaktor. I lufttäta reaktorer bryter mikrober ner biomassan anaerobt och bildar biogas. Den producerade biogasen rensas genom att avlägsna föroreningar och koldioxid, vilket resulterar i högkvalitativ biometan (Gasum, 2025).

Biogasens energiinnehåll beror på dess metanhalt, som typiskt varierar mellan 50–70 %. Ju högre metanhalt, desto större energiinnehåll. Exempelvis är energiinnehållet i 100 % metan cirka 10 kWh/m³, vilket innebär att en ku-

bikmeter ren metan motsvarar ungefär samma energiinnehåll som en liter lätt brännolja (Luuru, 2021).

Biometanens biogena CO₂-emissionsfaktor är 54,6 t CO₂/TJ, vilket motsvarar cirka 196,6 kg CO₂/MWh. Eftersom det rör sig om biogasen CO₂ räknas den normalt inte in i de totala utsläppen i växthusgasberäkningar. Detta gör biometan till ett avsevärt mer klimatvänligt alternativ jämfört med fossila bränslen. Till exempel är koldioxidutsläppsfaktorn för lätt brännolja cirka 263 kg CO₂/MWh (Statistikcentralen, 2025).

Vid övergång till biogas måste man beakta om krematoriets befintliga brännare är kompatibla. Om en naturgasbrännare används är det ofta möjligt att övergå till biogas utan ändringar. I system som drivs med lätt brännolja måste brännarna däremot bytas ut eller modifieras för biogasanvändning. Nödvändiga ändringar bör alltid verifieras med utrustningens leverantör.

För biogas gäller samma lagstiftning och krav som för naturgas. Enligt dessa krav måste en ansvarig driftledare utses för biogasanläggningen, och en anmälan ska göras till Tukes. Driftledaren för ett naturgasdistributions- och användningsnät, en tankstation eller ett lager, samt dennes ersättare, måste ha godkänt prov som anordnas av Säkerhets- och

kemikalieverket (Tukes) (Säkerhets- och kemikalieverket (Tukes), 2025).

Vid Malms och Honkanummis krematorier är det tekniskt möjligt att ta biogas i bruk genom att utnyttja det befintliga naturgasnätet. Möjliga anslutningsrutter för båda platserna har presenterats i avsnitt 2.1.2 Bränslealternativ och deras tillgänglighet.

4.2 Förnybar energis roll i krematorieverksamheten samt exempelobjekt

Enligt en enkätundersökning används förnybar energi i krematorieverksamhet i Finland för närvarande endast vid några få krematorier. Vid Levo krematorium i Lahtis används biogas som energikälla i krematorieugnen, och vid Åbo krematorium används förnybar brännolja. Dessutom kommer Monna krematorium i Raumo att övergå till förnybar energi från och med 1.4.2025. Vid flera krematorier används även förnybar el som energikälla för kringutrustning, såsom kylrum och belysning (Macon Oy, 2025).

Levo krematorium i Lahtis fungerar som exempel på en fossilfri lösning där traditionell naturgas har ersatts med biogas. Detta stödjer Lahtis stads strategiska mål att uppnå klimatneutralitet, även om målåret har flyttats från 2025 till 2028 (Lahtis stad, 2025). Vid Levo krematorium används en biogasdriven krematorieugn som är utrustad med rökgasreningsutrustning och värmeåtervinningssystem (Penttinen, 2025). Energivalet stöder även den lokala cirkulära ekonomin, eftersom biogas produceras i Lahtisregionen bland annat från avfallsströmmar inom bryggeriindustrin (Lahtis stad, 2022).

Den totala kostnaden för moderniseringen av Levo krematorium uppgick till cirka 3,6 miljoner euro. Helheten omfattar utrustning, byggnader, relaterad utrustning samt projektets planerings- och byggnadskostnader enligt

följande (Penttinen, 2025):

- krematorieutrustning cirka 1 100 000 €
- byggnad cirka 2 100 000 €
- övrig utrustning, bl.a. kylrum, cirka 100 000 €
- byggledning, dvs. planering, upphandling och övervakning, cirka 200 000 €
- övriga slutförande arbeten cirka 100 000 €

I Finland finns det för närvarande inga eldrivna krematorier i drift, men deras användning blir allt vanligare i Europa. Det närmaste pågående exempelprojektet finns i Skövde i Sverige, där ett nytt eldrivet krematorium, Skogskrematoriet, håller på att byggas. Projektet färdigställs under 2025 och representerar en övergång till fossilfri elenergi och energieffektiv värmeåtervinning.

Skogskrematoriet kommer att utrustas med två eldrivna krematorieugnar som drivs både med solpaneler och el från det allmänna elnätet. Byggnaden är planerad att smälta naturligt in i den omgivande tallskogsmiljön, och dess arkitektur håller hög klass. Den värme som uppstår under kremationsprocessen leds till fjärrvärmenätet, vilket förbättrar energieffektiviteten. Den totala kostnadsberäkningen för projektet är cirka 260 miljoner svenska kronor (ca 22,4 miljoner euro), varav krematorieugnarna står för cirka 25 miljoner kronor (ca 2,15 miljoner euro) (Skövde Kommun, 2025; Svenska Kyrkan, 2024).

Åbo och S:t Karins kyrkliga samfällighet har tagit i bruk förnybar brännolja. Inledningsvis användes Neste MY Förnybar Brännolja, men numera levereras bränslet av ABC med en motsvarande produkt. I samband med bränslebytet byttes brännarens munstycken ut och nya bränslepumpar installerades. Investeringskostnaderna har endast uppgått till några tusen euro. Den förnybara brännoljan har fungerat problemfritt i Åbo (Sorri, 2025).

5. Nationell enkätundersökning

Våren 2025 genomfördes en enkätundersökning riktad till Finlands 22 krematorier. Enkäten utarbetades i samarbete med Helsingfors kyrkliga samfällighet, som ansvarade för att distribuera den vidare till respondenterna. Frågornas fokus låg särskilt på energianvändning samt de teknologiska lösningar som är i bruk. En mer detaljerad redogörelse för enkätens innehåll finns i bilaga 1.

En sammanställning av frågor och svar, där olje- och gaseldade krematorier har behandlats separat, redovisas i bilagorna 2 och 3. Obesvarade punkter har uteslutits ur analysen. Totalt svarade 14 krematorier på enkäten, vilket omfattar en klar majoritet av de enheter som är verksamma i Finland. Av respondenterna uppgav fyra att de använder gasformiga bränslen och tio att de använder oljebaserade bränslen som energikälla. De krematorier som deltog i enkäten genomförde tillsammans 28 388 kremationer år 2024 (figur 8). Under motsvarande period var det totala antalet kremationer i Finland 37 941.

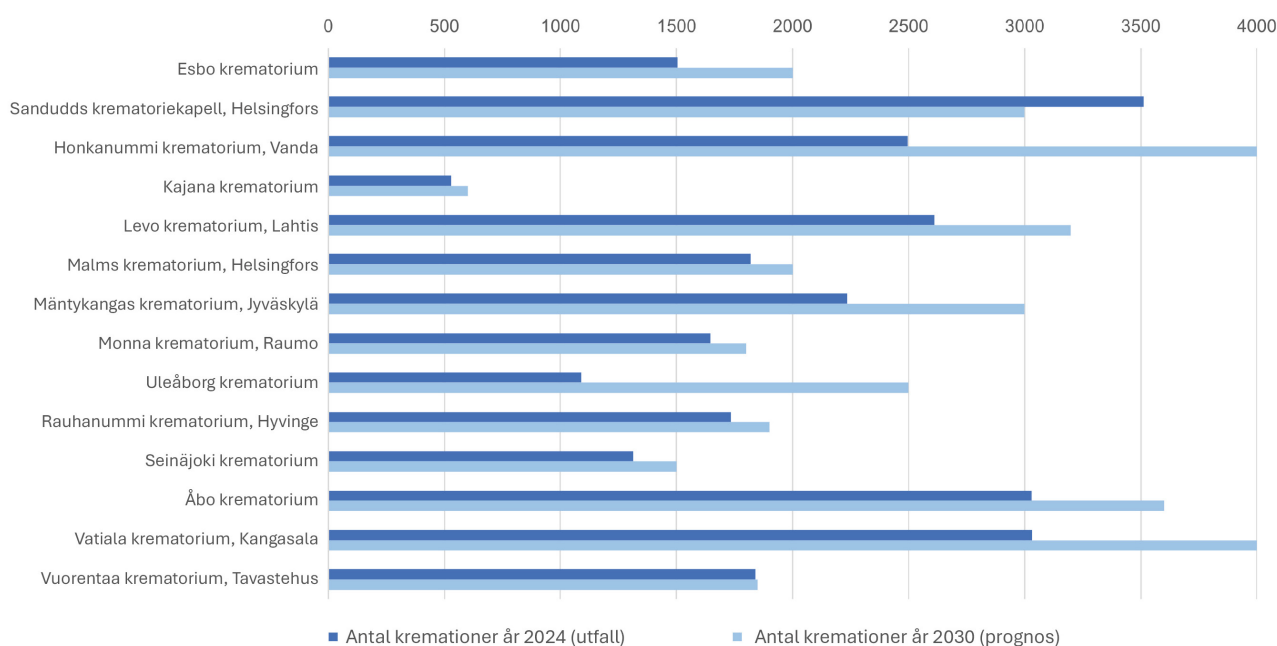
I de följande avsnitten presenteras enkätens centrala resultat för olje- och gaseldade krematorier.

5.1 Svar från oljeeldade krematorier

År 2024 genomfördes totalt 17 393 kremationer i oljeeldade krematorier, vilket motsvarar cirka 61 procent av alla kremationer som de svarande enheterna rapporterade. Antalet kremationer beräknas öka till omkring 24 000 år 2030. I Kajana används cirka 40 procent av oljan för uppvärmning. Denna andel har uteslutits från den uppskattade totala oljeförbrukningen i krematoriet, som uppgår till omkring 528 m³. I Åbo används förnybar brännolja, och i Raumo planeras övergång till bioolja våren 2025.

Uppgifter om elförbrukning erhöles från fyra aktörer, varav en endast rapporterade för en månad. Enligt uppskattning förbrukar 1500–1700 kremationer årligen omkring 50–85 MWh elektricitet. Två svarande uppgav att de använder förnybar el. Elförbrukningen varierade avsevärt: med cirka 10 procents skillnad i antal kremationer kunde elförbrukningen avvika med mer än 50 procent. Två aktörer använde dessutom fjärrvärme, varav den ena också sålde överskottsvärme från krematoriet till fjärrvärmenätet.

Fyra krematorier har rökgasreningssystem i bruk. En aktör meddelade att ett sådant sys-



Figur 8. Av krematorierna rapporterade antal kremationer år 2024 samt prognos för år 2030.

tem tas i bruk under 2025. De använda teknikerna omfattade bland annat sorbentbaserad påsfiltrering, aktivt kolfilter samt filterlösningar från utrustningsleverantörer. Alla enheter som använder rökgasfiltrering återvinner även värmeenergi från förbränningsprocessen. I Kajana används dessutom en rökgasanalysator.

Uppgifter om emissionsmätningar var endast tillgängliga i begränsad omfattning och materialet var inte tillräckligt enhetligt för att möjliggöra tillförlitliga helhetsbedömningar. Det årliga antalet driftdagar för krematorierna låg generellt på 230–250 dagar. Jyväskylä skiljde sig från övriga genom sin höga användningsgrad: under ett år genomfördes 2235 kremationer på endast 116 driftdagar. Underhållsätgärder, såsom ommurning av bottenrostret, utfördes vanligen med 1–2 års mellanrum, och antalet underhållsdagar uppgick årligen till 5–20 dagar.

5.2 Svar från gaseldade krematorier

I gaseldade krematorier används flera olika bränslen: Sandudds krematorium och Tavastehus använder naturgas, Kangasala gasol och Lahtis biogas. I dessa enheter genomfördes totalt 10 995 kremationer år 2024. Antalet förväntas öka till omkring 12 050 år 2030. Efter att enkäten genomfördes har förändringar ägt rum vid Sandudds krematorium, vilka förväntas öka antalet kremationer framöver.

Uppgifter om elförbrukning var fragmentariska och omfattade bredare helheter än enbart kremationsugnen, såsom kylrum och kapellbyggnader. Därför kunde uppgifterna inte användas på ett tillförlitligt sätt för enskilda ugnar. Sandudds krematorium uppgav att de använder förnybar el.

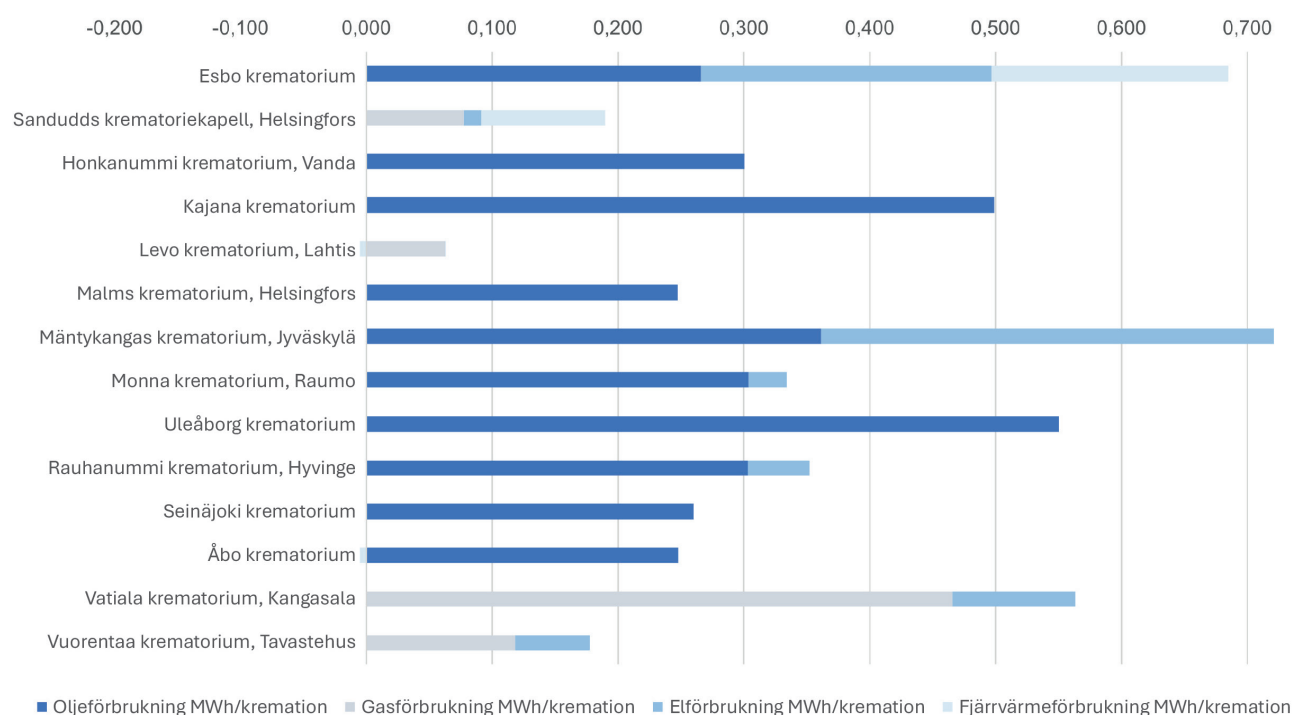
Alla gaseldade krematorier hade rökgasreningsystem och värmeåtervinning, men lösningarna varierade beroende på utrustning och leverantör. I Sandudd används datorstyrda ugnar där rökgaserna leds genom partikelfilter och aktivt kolfilter. I Lahtis och Tavastehus bygger rök-

gasreningslösningarna på en kombination av cyklon- och påsfilter, och i Tavastehus används dessutom absorbentmaterial i påsfiltreringen. Kangasala tillämpar aktivt kolfilter med sorbent. I Sandudd finns även en absorptionskylare, men den har inte bedömts fungera tillfredsställande eftersom den ojämna värmeproduktionen försämrar verkningsgraden.

Utsläppsmätningar fanns endast tillgängliga från några enheter. Uppgifterna var fragmentariska, men omfattade bland annat kvicksilverhalter (Lahtis 0,001 mg/Nm³, Tavastehus 0,01 mg/Nm³), kolmonoxidhalter (Lahtis 1,5 mg/Nm³, Tavastehus 4,9 mg/Nm³) samt partikelutsläpp (Lahtis och Tavastehus 0,2–0,3 mg/Nm³). Vid Sandudd finns mätningar av kväve- och svaveloxider från år 2017, men dessa resultat ingick inte i enkät-svaren.

Drifttiderna för de gaseldade krematorierna varierade mellan 9 och 14 timmar per dygn, vilket tyder på en högre användningsgrad än i de oljeeldade enheterna. Antalet driftdagar var i Lahtis och Tavastehus jämförbart med oljeeldade krematorier, men i Sandudd uppgick antalet till exceptionella 307 driftdagar per år. När det gäller underhåll genomförs ommurning av bottenrostret vanligen vartannat år, och hela ugnen renoveras med 7–10 års mellanrum. Årligen används omkring 5–20 dagar för underhåll. I Lahtis uppgavs cirka 10 underhållsdagar per år.

När det gäller energiförbrukning presenteras de uppgifter som svarspersonerna lämnade i figur 9, där tydliga variationer kan observeras.



Figur 9. Energiförbrukning per kremation. Uppgifterna är riktgivande, vissa svar har omvandlats till MWh-form. För vissa svar har storleksordningen korrigerats. För vissa svar har nettoförbrukningen av fjärrvärme beräknats genom att dra av den sålda mängden fjärrvärme från den totala förbrukningen.

5.3 Kort sammanfattning av enkätundersökningen

Enkätundersökningens material visade sig vara delvis bristfälligt och varierande, vilket gör att resultaten lämpar sig bäst för granskning av enskilda krematorier. De mest användbara och jämförbara uppgifterna gällde användningsvolym, driftstider, serviceintervaller och antalet drift dagar. Driftstiderna överskrider ofta det sedvanliga åtta-timmars arbetsskiftet, vilket möjliggör flexibilitet till exempel i beräkningar av energiförbrukning eller kapacitet. Servicefrekvensen och antalet drift dagar kan i sin tur fungera som utgångspunkter för att fastställa funktionella värden eller utsläppsbedömningar.

6. Krematoriers miljö- och utsläppsberäkningar

6.1 Krematoriers livscykelutsläpp

Krematoriers livscykelutsläpp kan fastställas i den mån jämförbar data finns tillgänglig. För att kunna beräkna utsläpp från själva byggnaden eller ugnens tillverkning, byggnadsarbetet, underhållet och reparationerna skulle man behöva exakta uppgifter om materialen, deras mängder samt rivningsplanen och avfallshanteringen. För dessa delar finns det emellertid knappast några tillgängliga uppgifter, bland annat gällande ugnarnas material och deras mängder. Därför fokuserar analysen på livscykelutsläppen från krematorieugnens användning.

Krematorieugnarnas livslängd definieras som 25 000 kremationer, varefter utrustningen antas behöva en mer omfattande renovering. Vid högre och jämnare användningsgrad kan livslängden också vara längre, eftersom detta minskar till exempel temperaturvariationerna och därmed minskar bland annat risken för sprickbildning i murverket. Granskningen av livscykelutsläppen inleds genom att bygga beräkningsmodeller för en enskild kremation, utgående från kremationens energiförbrukning, energianvändningens fossila CO₂-utsläpp och skalar därefter upp detta till att motsvara hela livslängden.

I bränsleeldade krematorieugnar kan kremationer genomföras på kortare tid, vilket innebär att det årliga antalet kremationer under samma arbetstid är större varvid livslängden på 25

000 kremationer nås snabbare. Utöver utsläppen från energianvändningen uppskattas även mängden rökgasutsläpp som släpps ut i miljön genom skorstenen, både med och utan rening.

6.2 Utsläpp under användning och möjligheter att minska dem

Utsläpp från energianvändning

De livscykelutsläpp som uppstår under användningen av kremationsprocessen kan bedömas utifrån valet av bränsle och dess effekter. Genom att använda värden enligt Statistikcentralens bränsleklassificering (Statistikcentralen, 2025) är det möjligt att jämföra bränslenas utsläppsegenskaper för naturgas, biogas, lätt svavelfri brännolja och biobaserad brännolja samt i relation till elnätets utsläppsvärden baserade på Fingrids statistik (Fingrid, 2025). En jämförelse av de olika energiformerna presenteras i tabell 4.

De mest belastande energikällorna för miljön är fossila bränslen, såsom naturgas och lätt brännolja, där upp till 94 % av den koldioxid som bildas vid förbränningen är av fossilt ursprung. Utsläppen från elnätet är däremot betydligt lägre, och dessutom kan man välja att köpa förnybar el, vilket ytterligare minskar utsläppspåverkan. Vid användning av biobaserade förnybara bränslen, såsom biogas och bioolja, uppstår ingen fossil koldioxid alls, utan alla utsläpp är biogen koldioxid. Den biogena koldioxiden binds åter in i biomassan, till exempel genom växternas tillväxt, och ökar därför inte atmosfärens koldioxidhalt på samma sätt som fossilt kol.

Tabell 4. Koldioxidutsläpp från energikällor och deras skillnader

Energikälla	t CO ₂ /TJ	g CO ₂ /kWh	Ursprung för CO ₂
El	10,6	38	Fossil/Fossilfri
Naturgas	55,5	200	Fossil
Biometan	54,6	197	Fossilfri
Lätt brännolja, svavelfri	73,0	263	Fossil (~94 %) Fossilfri (~6 %)
Bioolja (HVO)	71,6	258	Fossilfri

Vid granskning av koldioxidutsläpp ligger fokus på mängden koldioxid av fossilt ursprung, eftersom det visar hur mycket kol som varit bundet i marken frigörs till atmosfären.

I jämförelsescenarierna betraktas krematorieugnar som används på vardagar i en eller två arbetsskift med olika energikällor. För en eldriven ugn är kremeringstiden längre, vilket innebär att man under ett arbetsskift uppskattas hinna med fem kremeringar, medan motsvarande antal för en bränsledriven ugn är sex. Det

årliga antalet användningsdagar har beräknats till 250, med hänsyn till underhållsstopp. Detta innebär att en eldriven ugn skulle genomföra cirka 1 250 kremeringar per år, medan en bränsledriven skulle genomföra cirka 1 500.

Som grund för jämförelsen används uppgifter från DFW om energiförbrukningen i moderna eldrivna krematorieugnar. Med detta användningsantal är energiförbrukningen för en eldriven ugn cirka 240 kWh per dygn. För bränsledrivna ugnar uppgår elförbrukningen till cirka

Tabell 5. Årligt antal kremeringar samt krematorieugnens elförbrukning per typ vid 1-skiftsdrift.

Drifttid och elförbrukning	Enhet	El	Naturgas	Biometan	Lätt brännolja, svavelfri	Bioolja (HVO)
Kremeringar per driftdag	st/dygn	5	6	6	6	6
Antal kremeringar per år	st/år	1250	1500	1500	1500	1500
Elförbrukning under driftdagar	kWh/dygn	240	134	134	134	134
Elförbrukning under underhållsdagar	kWh/dygn	240	42	42	42	42
Elförbrukning driftdagar	MWh/år	60	34	34	34	34
Elförbrukning underhållsdagar	MWh/år	28	5	5	5	5
Årlig elförbrukning	MWh/år	88	38	38	38	38
Elförbrukning per kremering	kWh/st	70,1	25,6	25,6	25,6	25,6

Tabell 6. Det årliga antalet kremationer samt kremationsugnens elförbrukning per ugnstyp vid tvåskiftsdrift.

Drifttid och elförbrukning	Enhet	El	Naturgas	Biometan	Lätt brännolja, svavelfri	Bioolja (HVO)
Kremeringar per driftdag	st/dag	10	12	12	12	12
Antal kremeringar per år	st/år	2500	3000	3000	3000	3000
Elförbrukning under driftdagar	kWh/dag	192	196	196	196	196
Elförbrukning underhållsdagar	kWh/dag	192	42	42	42	42
Elförbrukning driftdagar	MWh/år	48	49	49	49	49
Elförbrukning underhållsdagar	MWh/år	22	5	5	5	5
Årlig elförbrukning	MWh/år	70	54	54	54	54
Elförbrukning per kremering	kWh/st	28,0	17,9	17,9	17,9	17,9

134 kWh per dygn, vilket bland annat omfattar styrsystem, förbränningslufts- och rökgasfläktar samt värmeåtervinningssystem. Dessa uppgifter används i jämförelsen som presenteras i tabell 5.

Elförbrukningen är i genomsnitt cirka 26 kWh för bränsledrivna kremationsugnar och cirka 70 kWh för eldrivna ugnar per kreation. När verksamheten övergår till tvåskiftsdrift fördubblas antalet kreationer, men elförbrukningen i förhållande till antalet kreationer minskar i båda alternativen. En högre nyttjandegrad förbättrar energieffektiviteten, eftersom förvärmningen av ugnen och den kontinuerliga driften gör det möjligt att utnyttja värmeenergin mer effektivt. Detaljerade siffror presenteras i tabell 6.

I eldrivna kremationsugnar är det totala energibehovet lägre, eftersom de effektivt utnyttjar den värmeenergi som finns i det material som ska kremas. I bränsledrivna ugnar förklaras minskat energibehov framför allt av lägre bränsleförbrukning och mindre behov av förbränningsluft.

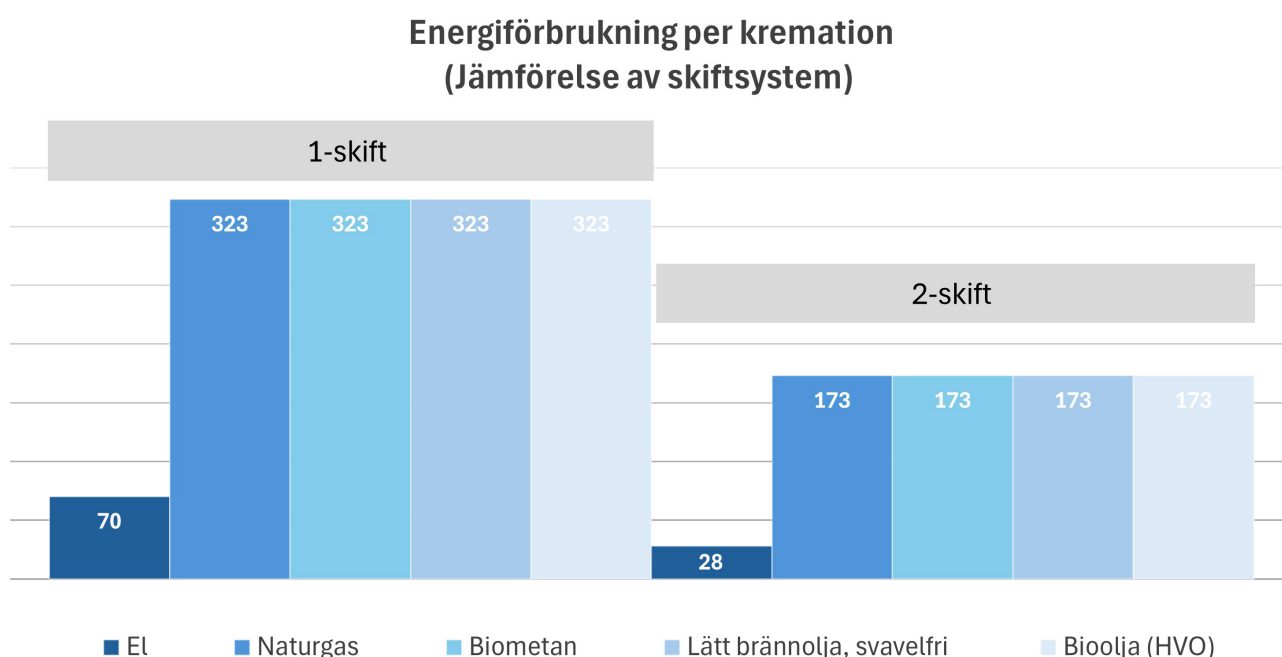
Som jämförelse förbrukar en gasdriven anläggning i enskift cirka 192 Nm³ och i tvåskiftsdrift cirka 200 Nm³ gas per dygn. Den reade biogasen, som till 95 procent består av metan, har ett energiinnehåll på cirka 9,3 kWh/Nm³. Detta motsvarar ungefär 1 786 kWh i enskiftsdrift

och 1 860 kWh i tvåskiftsdrift. Per kremering innebär det ett energibehov på 298 kWh i enskiftsdrift och 155 kWh i tvåskiftsdrift. Energiförbrukningen per kremering minskar alltså avsevärt när användningsgraden ökar. De totala energiförbrukningarna för olika energikällor och skiftsystem presenteras i figur 10.

När energiförbrukningen har fastställts kan den användas som grund för att beräkna mängden fossil koldioxid som uppstår och uppskatta de totala utsläppen. Koldioxidutsläpp från den avlidne, kistan, biogas och biobaserade oljor klassificeras som biogena, vilket innebär att de ingår i det naturliga kolkretsloppet och inte ökar atmosfärens fossila koldioxidbelastning.

För elförbrukningen används en CO₂-utsläppsfaktor på 38 g CO₂/kWh, i enlighet med det värde som Fingrid har rapporterat för år 2025. För fossila bränslen används de utsläppsfaktorer som anges i Statistikcentralens bränsleklassificering för 2025. För biometan och bioolja är de fossila utsläppen från energianvändningen noll, medan utsläppsfaktorerna för lätt brännolja tar hänsyn till en minskning på 6 % för att särskilja andelen som baseras på fossilt kol.

Det bör också noteras att det är möjligt att köpa fossilfri elkapacitet från elnätet, vilket gör det möjligt att vid behov beräkna nollutsläpp från



Figur 10. Jämförelse av totalförbrukning enligt skiftsystem och energiformer.

elanvändning. De scenariobaserade utsläppsfaktorerna presenteras i tabell 7.

Utifrån de presenterade utsläppsvärdena och den fastställda energiförbrukningen kan de fossila CO₂-utsläppen för en kremationsugn som används i ett arbetsskift beräknas. De totala utsläppen från bränslen och elförbrukning i olika alternativ för kremationsugnar har sammanställts i tabell 8.

En motsvarande jämförande beräkning kan också göras för alternativ med drift i två arbetsskift. Tabell 9 visar att även om antalet kremeringar ökar avsevärt, stiger inte utsläppsmängderna i samma proportion. Detta beror på en bättre energieffektivitet vid högre nyttjandegrad, vilket minskar de utsläpp som uppstår per enskild kremation.

När granskningen baseras på de fossila utsläppsvärdena för olika energiformer orsakar användningen av förnybara energikällor endast små koldioxidutsläpp, som huvudsakligen härrör från elanvändningen (figur 11). I det eldrivna alternativet förblir utsläppen mycket låga jämfört med lösningar som utnyttjar fossila bränslen.

Tabell 7. Fossila CO₂-utsläpp från olika energiformer.

Utsläppsvärden	g CO ₂ /kWh
Sähkö	38
Maakaasu	200
Biometaan	0
Kevyt polttoöljy, rikitön	247
Bioöljy (HVO)	0

Tabell 8. CO₂-utsläpp från bränsleanvändning i kremationsugnar vid drift i ett arbetsskift.

Bränslets och energianvändningens CO ₂ -utsläpp	Enhet	El	Naturgas	Biometan	Lätt brännolja, svavelfri	Bioolja (HVO)
Elförbrukningens CO ₂	kg CO ₂ /år	3329	1457	1457	1457	1457
Bränslets CO ₂ -utsläpp	kg CO ₂ /år	0	89223	87744	117314	115064
Bränslets fossila CO ₂	%	0 %	100 %	0 %	94 %	0 %
Bränslets fossila CO ₂	kg CO ₂ /år	0	89223	0	110275	0,00
Energikällornas CO ₂ Totalt	kg CO ₂ /år	3329	90679	1457	111732	1457
CO ₂ från energikällor	t CO ₂ /år	3,3	91	1	112	1
CO ₂ från energikällor	kg CO ₂ /stk	2,7	60,5	1,0	74,5	1,0

Tabell 9. Bränsleanvändningens CO₂-utsläpp för kremationsugn i drift med två arbetsskift.

Bränslets och energianvändningens CO ₂ -utsläpp	Enhet	El	Naturgas	Biometan	Lätt brännolja, svavelfri	Bioolja (HVO)
Elförbrukningens CO ₂	kg CO ₂ /år	2663	2046	2046	2046	2046
Bränslets CO ₂ -utsläpp	kg CO ₂ /år	0	92940	91400	122202	119858
Bränslets fossila CO ₂	%	0 %	100 %	0 %	94 %	0 %
Bränslets fossila CO ₂	kg CO ₂ /år	0	92940	0	114870	0,00
Energikällornas CO ₂ Tot.	kg CO ₂ /år	2663	94986	2046	116915	2046
CO ₂ från energikällor	t CO ₂ /år	2,7	95	2	117	2
CO ₂ från energikällor	kg CO ₂ /stk	1,1	32	0,7	39	0,7

De tidigare fastställda värdena för energiförbrukning per enskild kremation kan i en livscykelanalys skalas upp till att motsvara den beräknade livslängden för en kremationsugn, det vill säga 25 000 kremationer. Den totala energiförbrukning som beräknats för denna användningsmängd presenteras i figur 12.

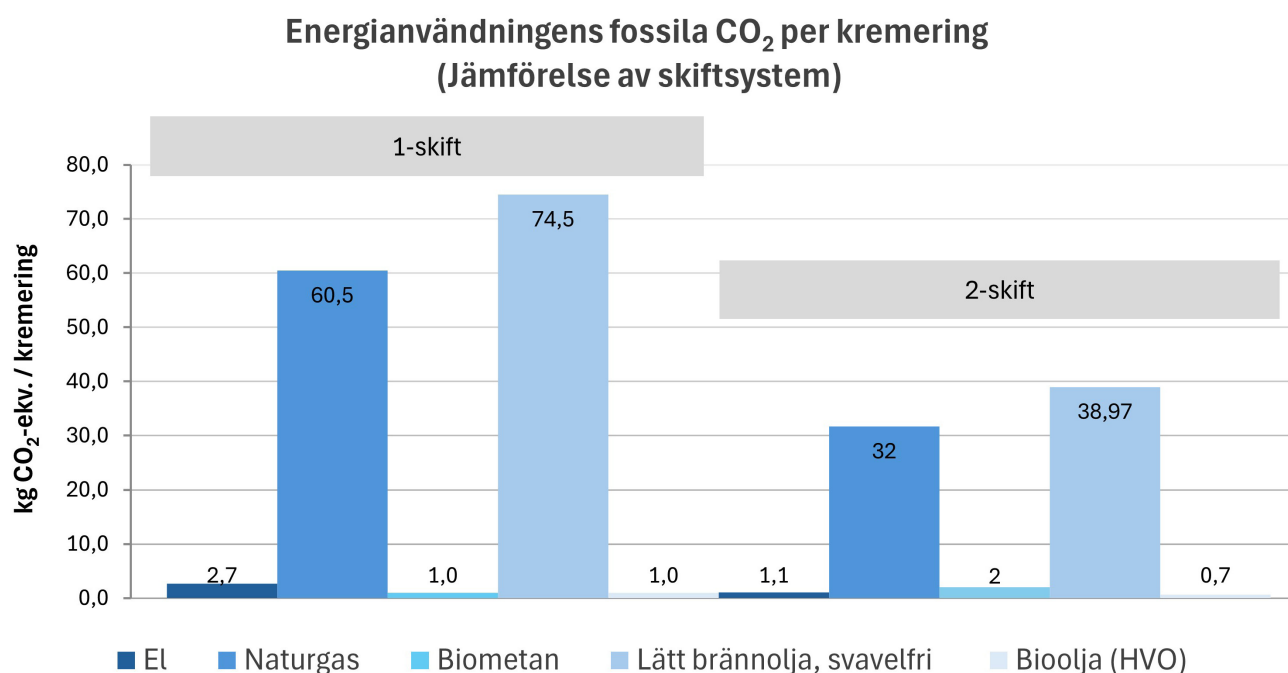
I den samlade bedömningen framgår att energiförbrukningen för en eldriven kremationsugn är cirka 6 000 MWh lägre än för en bränsle driven motsvarighet under hela livslängden (25 000 kremationer). Vid övergång till tvåskiftsdrift minskar energiförbrukningen avsevärt i båda fallen, vilket också reducerar skillnaden i förbrukning. I detta fall stannar skillnaden i energimängder på omkring 3 600 MWh. De totala mängderna fossila koldioxidutsläpp presenteras i figur 13.

Ur diagrammet framgår att skillnaden i fossila koldioxidutsläpp från bränsleanvändning för en enskild kremationsugn kan under hela livscykeln uppgå till över 1 800 ton i ett enskiftssystem. Genom att övergå till ett tvåskiftssystem kan de fossila koldioxidutsläppen nästan halveras, utöver minskad energiförbrukning och lägre kostnader. I analysen har medelvärden för elnätets utsläppsfaktorer använts för elförbrukningen, men dessa

kan reduceras till noll genom att köpa grön el. Till exempel är tilläggspriset för grön el från Helen 5 €/månad och 0,66 c/kWh. På denna grund kan de totala elkostnaderna för de tidigare presenterade scenarierna redovisas enligt tabell 10.

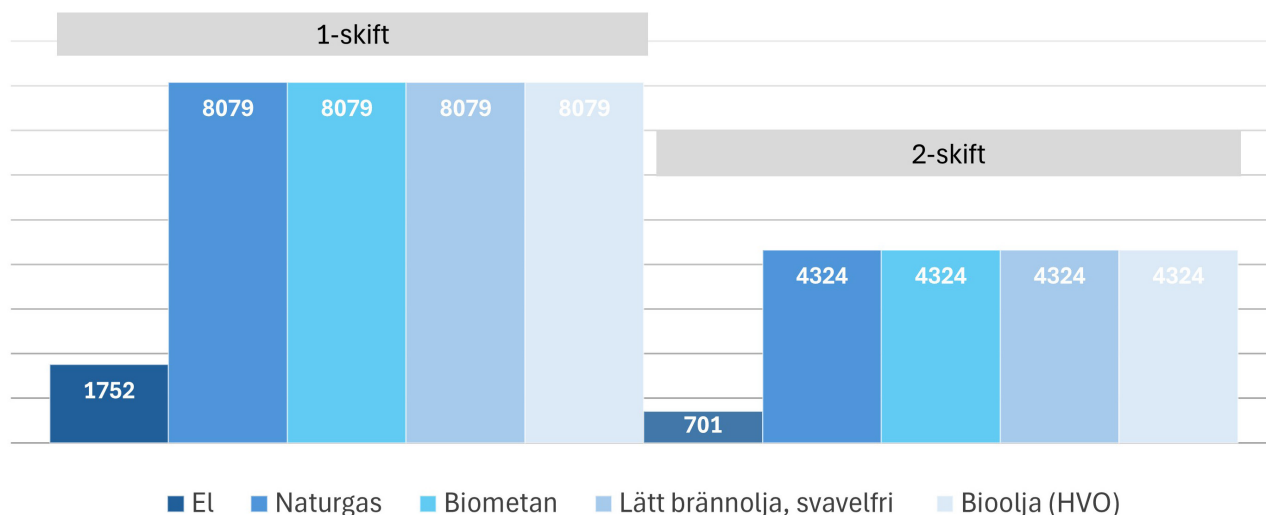
I den nuvarande situationen uppgår merkostnaden för grön el till cirka 350 euro per år, vilket innebär att priset för grön el per enskild kremation i genomsnitt är omkring 0,30 euro. Med denna investering kan de fossila koldioxidutsläppen från elanvändningen helt elimineras. De motsvarande fossila koldioxidutsläppen för olika energikällor presenteras i figur 14.

Utifrån diagrammen kan man konstatera att användningen av grön el minskar koldioxidutsläppen med flera ton per år inom alla energiformer. Om målet är koldioxidneutral verksamhet erbjuder kompensation av elanvändningen med grön el ett kostnadseffektivt och lätt genomförbart sätt att minska utsläppen. De årliga merkostnaderna är måttliga både i helhet och per enskild kremation.



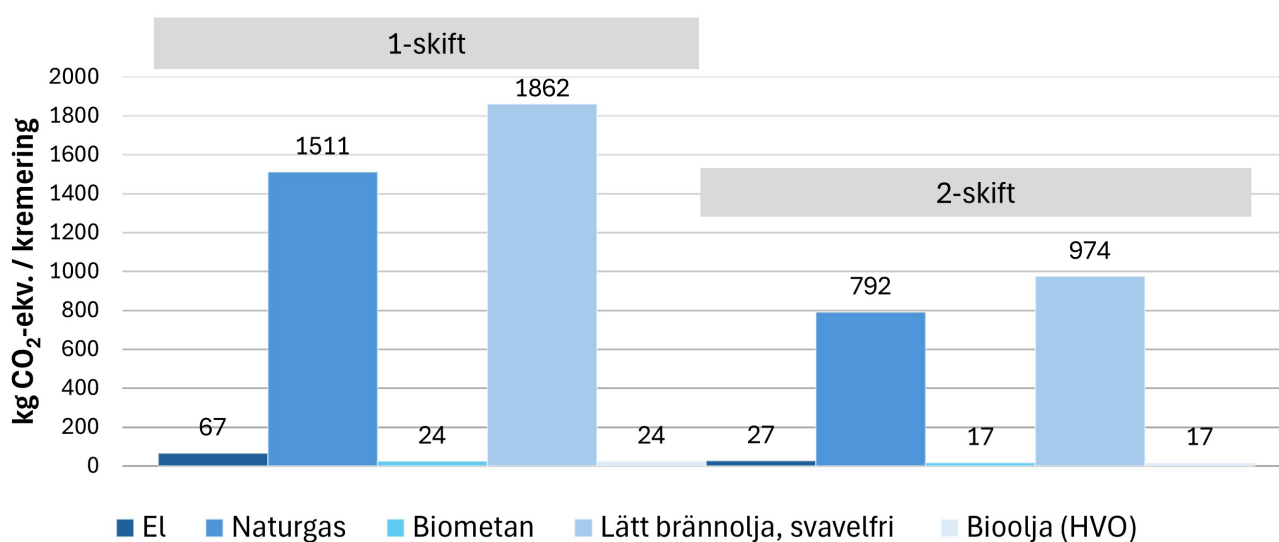
Figur 11. Fossila koldioxidutsläpp från energianvändning per kremation med olika bränslen.

Energianvändning för 25 000 kremeringar (MWh)



Figur 12. Jämförelse av energiförbrukning och skiftsystem.

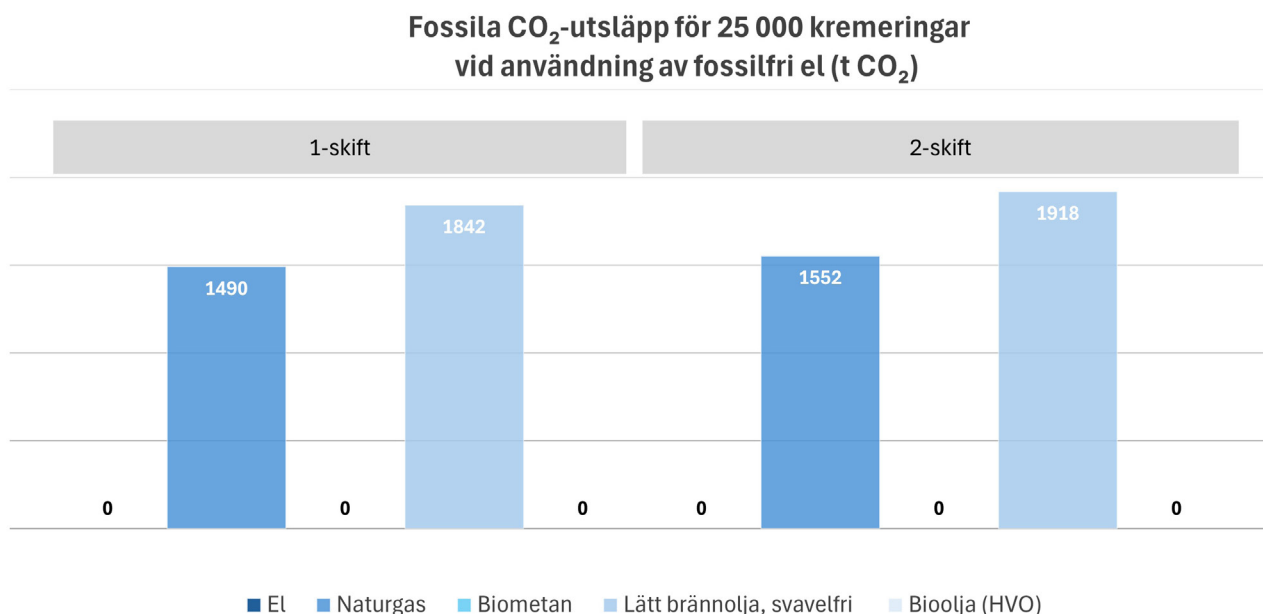
Fossila CO₂-utsläpp för 25 000 kremeringar (t CO₂)



Figur 13. Mängden fossilt koldioxid under hela livslängden för olika energityper och skiftsystem.

Tabell 10. Elförbrukning, kostnader för grön el samt minskning av CO₂-utsläpp och kostnader per energikälla.

Bränsle- och energianvändningskostnader	Elförbrukning (MWh/år)	Kostnad för grön el (€/år)	Minskning av CO ₂ -utsläpp (t CO ₂)	Kostnad för CO ₂ -minskning (€/t CO ₂)
El (1-skift)	88	638	3,3	192
Naturgas (1-skift)	38	313	1,5	215
Biometan (1-skift)	38	313	1,5	215
Lätt brännolja, svavelfri (1-skift)	38	313	1,5	215
Bioolja (HVO, 1-skift)	38	313	1,5	215
El (2-skift)	70	523	2,7	196
Naturgas (2-skift)	54	415	2,0	203
Biometan (2-skift)	54	415	2,0	203
Lätt brännolja, svavelfri (2-skift)	54	415	2,0	203
Bioolja (HVO, 2-skift)	54	415	2,0	203



Figur 14. Koldioxidutsläpp för olika bränslealternativ vid användning av fossilfri el.

6.3 Miljöutsläpp som bildas och möjligheter att minska klimatpåverkan

Miljöutsläpp som bildas

Utöver klimatpåverkan kan man granska de beräknade luftutsläpp som uppstår vid kremation. I en omoderniserad kremationsugn som använder lätt brännolja, utan rökgasfiltreringsutrustning eller värmeåtervinning, kan utsläppsmängderna uppskattas utifrån tidigare studier (kapitel 3.3). På så sätt erhålls riktvärden för koncentrationerna av föroreningar i rökgaserna, vilka presenteras i tabell 11. Det bör noteras att mätresultaten påverkas bland annat av ugnens konstruktion, det använda bränslet, graden av automation samt tidpunkten för mätningarna.

Genom en litteraturoversikt kan de uppskattade nivåerna av ofiltrerade luftutsläpp från en bränsle-eldad kremationsugn jämföras med till exempel mätresultaten från Malm's krematorium (Pöyry Oy, 2009). Vid Malm har kolmonoxidhalten uppmätts till cirka 205 mg/Nm³, vilket visar att förbränningen är betydligt fullständigare än i jämförelsedata. Kväveoxidhalten är 346 mg/Nm³, det vill

säga omkring 20 % lägre än i referensmaterialet, och halten fasta partiklar cirka 30 mg/Nm³, vilket är ungefär 80 % mindre. Kviksilverhalten har uppmätts till cirka 0,5 mg/Nm³, men detta värde ingår inte i mätdata för ofiltrerade rökgaser.

Med införandet av värmeåtervinningssystem och filterkombinationer sjunker de uppmätta utsläppsvärdena avsevärt (tabell 12). Eftersom mer detaljerad information om de använda filterlösningarna inte finns tillgänglig, avser dessa värden den genomsnittliga filterringseffektiviteten hos utrustningen.

När de genomsnittliga koncentrationerna för filtrerade och ofiltrerade rökgaser är kända, kan reningseffektiviteten beräknas om den inte redan är angiven (tabell 13).

Ett system utrustat med filter och värmeåtervinning representerar en moderniserad helhetslösning, som ofta även innefattar uppdaterad automation. Detta antagande stöds av att kolmonoxidkoncentrationen minskar med upp till 87 %. Eftersom kolmonoxid inte kan avlägsnas genom filtrering tyder minskningen direkt på en effektivisering av förbränningsprocessen, vilket leder till att mängden kolmonoxid som uppstår vid ofullständig förb-

Tabell 11. Utsläppsvärden för ofiltrerade rökgaser.

Rökgasernas halter i ofiltrerade bränsle-eldade kremationsugns luftutsläpp	mg/Nm ³	Källa
Kolmonoxid (CO)	460,2	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Kväveoxider (NO _x)	435,5	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Partiklar PM ₁₀	70,5	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Partiklar PM _{2,5}	68,2	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Flyktiga organiska föreningar (VOC)	23,4	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Väteklorider (HCl)	5	Keijzer, 2015, Schram, 2006
Dioxiner (PCDD och PCDF)	0,05	Keijzer, 2015, Schram, 2006
Svaveldioxid (SO ₂)	32	Keijzer, 2015, Schram, 2006

Tabell 12. Utsläppsvärden för filtrerade rökgaser.

Rökgasernas halter i renade bränsle-eldade kremationsugns utsläpp	mg/Nm ³	Källa
Biogen kolmonoxid (CO)	40,0	Keijzer, 2015, Schram, 2006
Kolmonoxid (CO)	19,0	Keijzer, 2015, Schram, 2006
Kväveoxider (NO _x)	410,0	Keijzer, 2015, Schram, 2006
Partiklar PM ₁₀	1,7	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Partiklar PM _{2,5}	0,5	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Flyktiga organiska föreningar (VOC)	6,9	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Väteklorider (HCl)	5	Keijzer, 2015, Schram, 2006
Dioxiner (PCDD och PCDF)	0,05	Keijzer, 2015, Schram, 2006
Svaveldioxid (SO ₂)	32	Keijzer, 2015, Schram, 2006

Tabell 13. Utsläppsvärden för filtrerade rökgaser.

Minskning av utsläpp	Avskiljningsgrad	Källa
Kolmonoxid (CO)	87,2 %	Beräknad från differensen
Kväveoxider (NO _x)	5,9 %	Beräknad från differensen
Kvicksilver	98 %	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Partiklar PM ₁₀	98 %	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Partiklar PM _{2,5}	99 %	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Flyktiga organiska föreningar (VOC)	71 %	Xue, Cheng, Chen, & al, 2018
Väteklorider (HCl)	0,0 %	Antas förbrännas bort i efterbrännkammaren
Dioxiner (PCDD och PCDF)	0,0 %	Antas förbrännas bort i efterbrännkammaren

ränning minskar och andelen koldioxid ökar.

Vid högre temperaturer kan bildningen av kväveoxider i vissa fall öka. Partikelutsläppen minskar dock genom filtrering nästan till nollnivå, vilket tyder på användning av tyg- eller fibersilar. Avskiljningen av flyktiga organiska föreningar är hög, och kvicksilverhalterna minskar nästan helt, sannolikt tack vare aktivt kolfilter. Den återstående mängden kvicksilver är mycket liten, även om forskningsmaterialet

inte enbart avser de nyaste utrustningsmodellerna. För väteklorider och dioxiner kan förändringar inte bedömas, eftersom jämförelsedata för ofiltrerade rökgaser inte finns tillgängliga. Dessa föreningar antas dock till största delen förbrännas i efterförbränningskammaren, vilket gör att utsläppen från modern eller moderniserad utrustning är mycket låga.

I elektriskt drivna kremationsugnar är de uppmätta utsläppsvärdena mycket låga (tabell 14).

Eftersom elugnar behöver cirka 30 % mindre förbränningsluft kan deras totala utsläpp bedömas som avsevärt lägre än i bränsledrivna alternativ. Särskilt halterna av väteklorider, kväveoxider och kolmonoxid är betydligt lägre. Den mindre mängden förbränningsluft minskar också den totala mängden rökgaser, vilket i sin tur kan bidra till lägre uppmätta koncentrationer, såvida resultaten inte har reducerats för jämförbarhet – utspädningseffekten är då mindre än i processer med större luftmängder.

Tabell 14. Utsläppsvärden för elektriskt driven kremationsugn.

Utsläppsämne i krematorieugns rökgaser	Bränsle-eldad kremationsugn obehandlade rökgaser [mg/Nm ³]	Bränsle-eldad kremationsugn med värmeåtervinning och filtrering [mg/Nm ³]	Elkremationsugn med värmeåtervinning och filtrering [mg/Nm ³]
Kolmonoxid (CO)	460,2	59,0	25,3
Kväveoxider (NO _x)	435,5	410,0	126
Partiklar PM ₁₀	70,5	1,7	1,95
Partiklar PM _{2,5}	68,2	0,5	0,65
Flyktiga organiska föreningar (VOC)	23,4	6,9	5,6
Väteklorider (HCl)	5	5	0,92
Dioxiner (PCDD och PCDF)	0,05	0,05	0,054
Svaveldioxid (SO ₂)	32	32	N/A

7. Ekonomisk granskning

7.1 Investerings-, drifts- och underhållskostnader

7.1.1 Investeringskostnader

Investeringskostnaderna för ett krematorium består huvudsakligen av anskaffningen av krematorieutrustning samt byggkostnader. Byggkostnaderna omfattas inte av denna granskning eftersom de varierar avsevärt beroende på till exempel arkitektoniska krav, grundläggningsförhållanden och byggnadens övriga användningsändamål. Analysen fokuserar därför enbart på inköpspriserna för kremations- och till det relaterad utrustning (krematorieutrustning).

I kostnadsgranskningen avskiljs två huvudalternativ: inköp av en helt ny anläggning samt renovering av en befintlig kremationsugn. Vid renoveringsalternativet behålls den befintliga ugnen, men den kompletteras med värmeåtervinning av rökgaserna samt ett reningssystem för rökgaserna enligt BAT-nivå. Byggnadstekniska arbeten är uteslutna ur kostnadsberäkningen för detta alternativ. Investeringskostnaderna för olika bränslealternativ presenteras i tabell 15.

Priserna som presenteras i tabell 15 omfattar all utrustning som behövs för kremationsprocessen, värmeåtervinningen och rökgasreningen. De centrala komponenterna är kremationsugn (inklusive förbrännings- och efterförbränningskammare), värmeåtervinningspanna med pneumatiska sotningsanordningar, rökgasreningssystem med tillhörande doseringsutrustning, fläkt, varmvattenkylare samt all nödvändig rördragning installerad. I priset ingår även de el- och automationsarbeten som anläggningen kräver.

För Helsingfors kyrkliga samfällighets krematorier (Malm och Honkanummi) har man dessutom utrett ett alternativ att ansluta enheterna till gasnätet, vilket skulle möjliggöra övergång till användning av naturgas eller biogas. I figurerna 3 och 4 presenteras en uppskattning av lösningarna för gasnätsanslutning för båda objekten. Kostnaderna för att bygga gasnätet har uppskattats till cirka 200 000–250 000 euro för Malms krematorium och cirka 180 000–230 000 euro för Honkanummi krematorium (Uimonen, 2025).

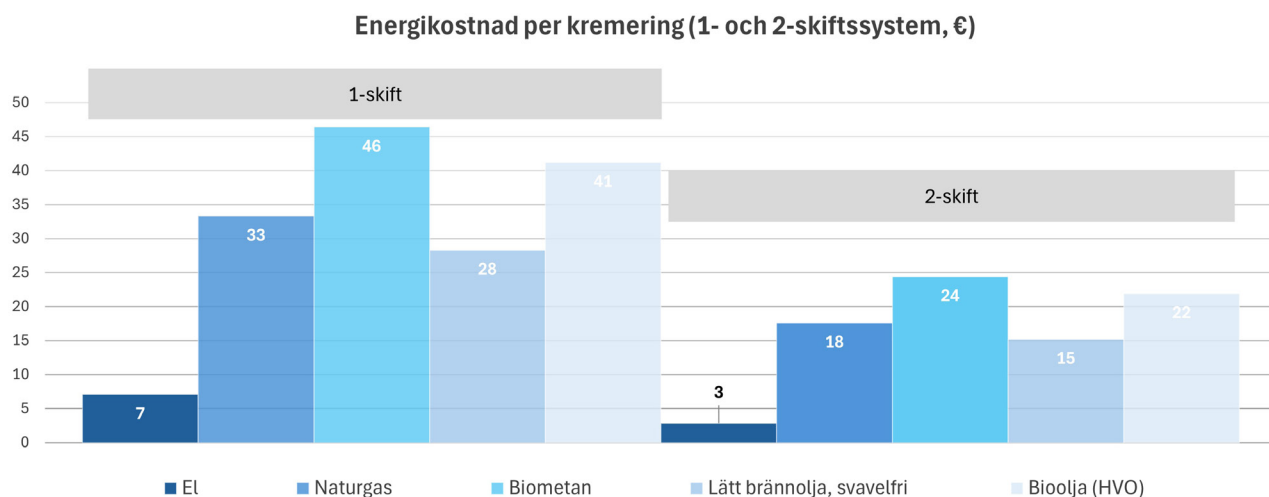
7.1.2 Driftskostnader

Utgående från de tidigare presenterade uppgifterna om energiförbrukning har driftskostnaderna beräknats för olika energiformer. Elpriset har uppskattats till cirka 9,6 cent/kWh, vilket inkluderar Helens överföringsavgifter, elskatt enligt klass 2 samt ett genomsnittligt börspris förhöjt med 150 %. Enligt uppgifter från Auris Energi uppgår naturgaspriset till cirka 102,7 €/MWh, och för biometan tillkommer en nätavgift på 44 €/MWh. För brännolja har prisuppgifterna baserats på de värden som Helsingfors kyrkliga samfällighet har uppgett: lätt brännolja 0,831 €/l och bioolja 1,222 €/l.

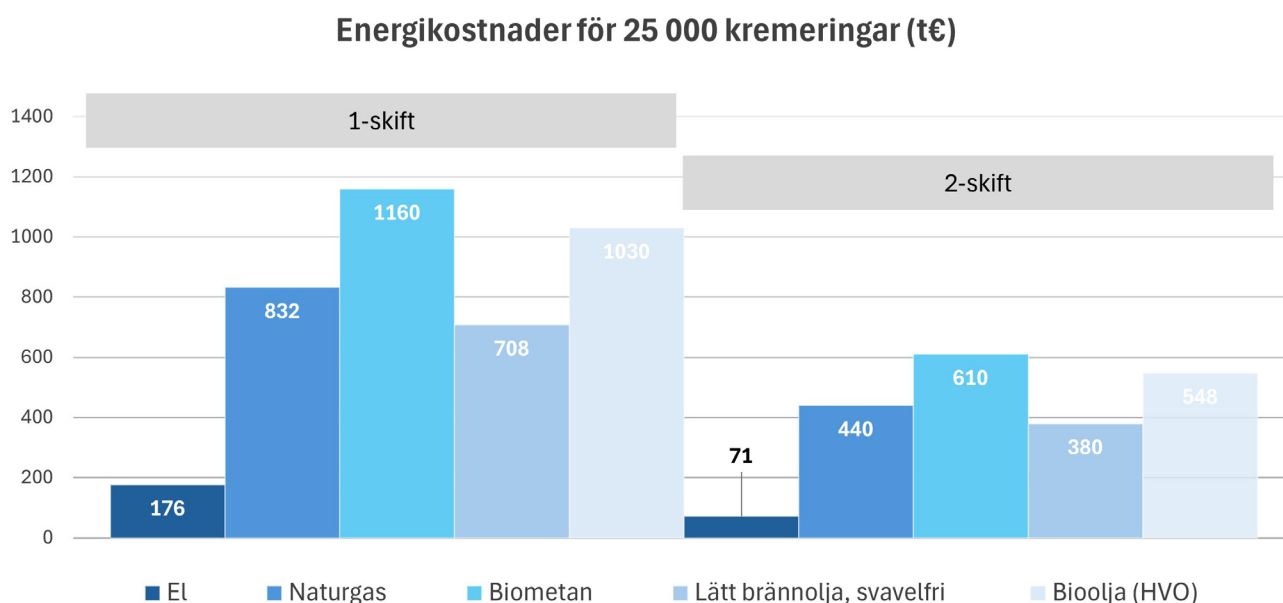
Baserat på dessa priser och den tidigare beräknade energiförbrukningen har energikostnaderna per enskild kremation fastställts. Resultaten presenteras i figur 15.

Tabell 15. Inköpspris för krematorieutrustning (DFW Europe).

Alternativ	Pris för krematorieutrustning (€)
Modernisering av befintlig utrustning	560 000
Eleldad ugnsanläggning	995 000
Gaseldad ugnsanläggning	895 000
Olje-eldad ugnsanläggning	895 000



Figur 15. Kostnaden för kremation med olika energiformer.



Figur 16. Energikostnader under kremationsugnens livscykel (25 000 kremationer).

När energikostnaderna skalas upp till hela kremationsugnens livslängd (25 000 kremationer) kan ett stapeldiagram enligt figur 16 utformas, vilket tydligt illustrerar skillnaderna i livscykelkostnader. Det bör dock noteras att ugnarnas livslängder inte är helt identiska: med en eldriven kremationsugn kan cirka 1 250 kremationer genomföras per år vid enkel skiftgång, medan motsvarande siffra för bränsledrivna ugnar är cirka 1 500. Detta innebär att den eldrivna ugnen har en uppskattad livslängd på cirka 20 år, medan den bränsledrivna når sin kapacitet på omkring 16,7 år. Eftersom antalet kremationer i jämförelsen dock är detsamma, är även energikostnader, förbrukning och driftstid sinsemellan jämförbara.

Krematoriets underhållskostnader utgörs huvudsakligen av ommurningar av bottenrosten och ugnsstrukturer samt sotningar. Andra underhållsåtgärder omfattar till exempel filterbyten vid behov samt reparationer av fel som upptäckts vid besiktningar, såsom fogläckor, rengöring av bränslesystemet och åtgärder vid olika systemstörningar.

Utrustningsleverantörer erbjuder ofta även omfattande serviceavtal. Exempelvis DFW Europes "All-In"-serviceavtal, som även är tillgängligt i Finland, baseras på antalet kremationer och kostar 60 € för eldrivna samt 66 € för gas- och oljedrivna krematorieanläggningar per krema-

tion. Detta motsvarar, vid en användning på 1 500 kremationer per år, cirka 90 000 € i årliga kostnader för den eldrivna ugnen och cirka 99 000 € för gas- och oljedrivna ugnar. Avtalet täcker alla nödvändiga underhållsåtgärder, inklusive ommurningar. En motsvarande kostnadsnivå framgår även av det serviceavtalserbjudande som Björneborgs Metsämaa krematorium fått från före detta anställda vid Matthews Environmental Solutions, med en årskostnad på 94 000 € (Satakunnan Kansa, 2025).

Utsläppsmätningar ska utföras i enlighet med miljötillståndets krav. Baserat på tre olika mätningar kan kostnaden uppskattas till cirka 7 000 €. Mätningarna omfattar bland annat partiklar, kvicksilver, kolmonoxid, kväveoxider, syre, koldioxid, fukt, temperatur och volymflöde (Outi Aitto-Oja, 2025).

Driftskostnaderna kan minskas avsevärt genom att övergå till flerskiftsdrift, vilket har särskilt stor inverkan på energiförbrukningen (figur 5. Jämförelse av energiförbrukning och arbetsskiftssystem).

7.2. Livscykelkostnader med olika bränslen

Helsingfors kyrkliga samfällighet har två huvudalternativ för att nå koldioxidneutral drift:

1. Modernisera de befintliga krematorierna med bränsle- och utrustningsändringar som uppfyller miljökraven genom att utnyttja BAT-teknik, eller
2. Bygga ett helt nytt krematorium.

I detta avsnitt jämförs livscykelkostnaderna för krematorieutrustning som använder förnybara energibärare – el, biogas och bioolja. För el antas att hela behovet täcks med förnybar el via elnätet. Möjligheterna att utnyttja förnybar energi behandlas närmare i kapitel 4 (Möjligheter att utnyttja förnybar energi).

Syftet med beräkningsmodellen är att bedöma särskilt hur valet av energibärare påverkar investeringens livscykelkostnader. Utgångsdata

för granskningen baseras på investerings- och serviceofferter från utrustningsleverantörer. Pris- och energiförbrukningsuppgifter för bränslealternativen utgår i sin tur från beräkningarna i avsnitt 6.1.

7.2.1 Antal kremeringar

Beräkningen baseras på en krematorieanläggning med en ugn. Kremeringstiden beror på den använda teknologin: enligt de uppgifter som levererats av DFW Europe är den genomsnittliga kremeringstiden cirka 120 minuter i en eldriven ugn och cirka 90 minuter i en olje- eller gaseldad ugn. Detta motsvarar i praktiken 4 kremeringar i den eldrivna ugnen och 5 i den olje- eller gaseldade ugnen under ett arbetsskift.

Vid kontinuerlig drift kan ugnens höga temperatur hållas tack vare murverkets värmelagring. Därför uppskattas att det i ett skift kan utföras cirka 5 kremeringar i den eldrivna ugnen och 6 i den olje- eller gaseldade ugnen.

I livscykelkostnadsberäkningen granskas en tvåskiftsmodell, som minskar energiförbrukningen per kremering och förlänger utrustningens livslängd genom att reducera antalet uppstarts- och nedstängningscykler. Antalet arbetsdagar per år antas vara 230, vilket tar hänsyn till en fyra veckors servicepaus. På denna grund uppgår det årliga antalet kremeringar till cirka 2 300 för den eldrivna anläggningen och cirka 2 760 för den olje- eller gaseldade anläggningen.

7.2.2 Rörliga kostnader

Personalkostnaderna har beräknats utifrån ett 8-timmars arbetsskift och en timlönebaserad kalkyl. I beräkningen har timlönen antagits vara 17 €, och lönebikostnaderna har beaktats med en faktor på 1,4. Denna faktor inkluderar lagstadgade avgifter (ca 18 %), semesterlön och semesterersättning (ca 16 %) samt en uppskattning av effekten av sjukfrånvaro (ca 6 %).

Energikostnaderna per kremering har presenterats i avsnitt 7.1.2. I denna beräkning används kostnaderna för de olika bränslealternativen enligt tvåskiftsmodellen.

7.2.3 Investeringskostnader

Investeringskostnaderna för krematorieutrustning baserade på olika energikällor presenteras i tabell 15. I beräkningarna har även energikällspecifika tilläggskostnader beaktats: för gaseldad utrustning har en anslutningskostnad till gasledningen (250 000 €) lagts till och för oljeeldad utrustning har kostnader för inköp och installation av en oljetank (100 000 €) lagts till.

Restvärdet för investeringen har inte beaktats, eftersom det antas vara detsamma för alla bränslealternativ och därmed inte påverkar jämförelsen av livscykelkostnaderna. Byggnadskostnader och kostnader för övrig relaterad utrustning har inte inkluderats i beräkningen, eftersom det i detta skede inte är möjligt att göra en pålitlig uppskattning, och eftersom de i praktiken skulle vara desamma oavsett bränsleval. Byggnadskostnaderna påverkas bland annat av läge, arkitektoniska krav och grundläggningsförhållanden, men alla de studerade anläggningarna kräver en byggnad av samma storlek.

För investeringar är det möjligt att få bidrag åtminstone för själva krematorieutrustningen. Utifrån preliminära diskussioner med Arbets- och näringsministeriet samt Business Finland kan bidragets storlek uppgå till 20 % för processutrustning, förutsatt att teknologin inte är förbränningsbaserad. Detta innebär att investeringsbidraget skulle gälla endast den eldrivna krematorieutrustningen. Om helt ny teknologi införskaffas till Finland kan stödet uppgå till 30 %.

I livscykelkostnadsberäkningen har kostnaden för den eldrivna krematorieutrustningen beaktats både utan investeringsbidrag och med det.

7.2.4 Livscykelkostnader med olika bränslealternativ

När livscykelkostnaderna för krematorieutrustning jämförs mellan olika bränslealternativ framstår den eldrivna lösningen som det mest kostnadseffektiva av de tre alternativ som granskats. Beräkningen baseras på en livslängd på 25 000 kremeringar. Detta är en försiktig uppskattning – i verkligheten tål anläggningarna sannolikt mångdubbelt fler kremeringar, men efter denna gräns kan mer omfattande underhålls-, reparations- eller moderniseringsåtgärder behövas.

Investeringskostnaderna för gas- och bio-oljeeldade ugnar blir högre på grund av kostnaderna för inköp och installation av gasledning respektive oljetank. Om investeringen omfattar flera ugnar fördelas dessa extrakostnader på flera enheter, vilket sänker kostnaden per ugn.

Vid tvåskiftsdrift kan kostnaderna presenteras enligt tabell 16 som kostnad per kremering, vilket möjliggör en tydlig jämförelse mellan bränslealternativen.

Tabell 16. Livscykelkostnader för olika bränslealternativ

	Elbaserad	El 20 % stöd	Biogasbaserad	Bio-oljebaserad
Investering	39,80 €	31,84 €	45,80 €	39,80 €
Personal	38,08 €	38,08 €	31,73 €	31,73 €
Bränsle + övrig energi	2,85 €	2,85 €	24,41 €	25,30 €
Underhåll	60,00 €	60,00 €	66,00 €	66,00 €
Totalt €/kremering	140,73 €	132,77 €	167,95 €	162,84 €
Livscykelkostnader 25 000 kremeringar	3 520 000 €	3 320 000 €	4 200 000 €	4 070 000 €

7.2.5 ORC-turbin

Vid utnyttjande av spillvärme är ett alternativ ORC-turbinen (Organic Rankine Cycle), som gör det möjligt att omvandla det varma vattnet från krematoriets värmeåtervinning till elektricitet.

Det franska företaget Enogia har i samarbete med det Uleåborgsbaserade Norcla Oy lämnat ett preliminärt anbud på en lösning som lämpar sig för vidareförädling av varmt vatten från tre krematorieugnar genom ORC-processen. Figur 17 visar processens funktionsprincip, där värmeenergi omvandlas till elektricitet via en cykel som använder ett organiskt arbetsmedium.

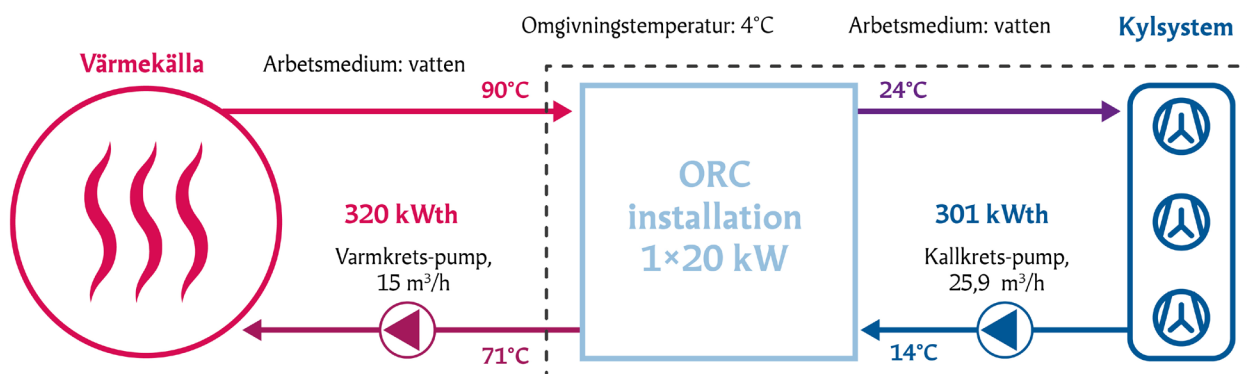
Om ORC-processen skulle utnyttjas i samband med tre eldrivna krematorier, beräknas den årligen producera cirka 78 MWh elektricitet. Beräkningen baseras på antagandet att antalet kremationer uppgår till 5 000 per år och att mängden spillvärme per kremation är 170 kWh. Med ett enhetspris för el på 0,096 €/kWh motsvarar detta en årlig besparing på cirka 7 460 euro.

Investitionskostnaden för en ORC-turbin är 138 900 €, och den inkluderar all processutrustning, containerbyggnad, rörsystem, elektrifiering och automation, idrifttagning samt utbildning. Ur ett ekonomiskt perspektiv är investeringen inte lönsam, men spillvärmen som uppstår vid rökgasernas kylning måste i vilket fall som helst tas tillvara. ORC-processen erbjuder här en tekniskt genomförbar lösning.

7.3 Bolagisering, finansiering och bidrag

Att grunda, upprätthålla och finansiera ett krematorium förutsätter en noggrann genomgång av begravningslagen samt andra offentlighetsrättsliga och privaträttsliga bestämmelser. Vid valet av verksamhetsmodell måste man beakta att krematorieverksamheten delvis innebär utövning av offentlig makt och berör grundläggande rättigheter, rättsskydd och god förvaltning.

Enligt 17 § 1 mom. i begravningslagen (Finlex, 2003) kan regionförvaltningsverket bevilja tillstånd för en offentlig sammanslutning som avses i § 3 och 7 samt en sammanslutning eller stiftelse som avses i § 8 att upprätthålla ett krematorium. I de detaljerade motiveringarna till lagparagrafen (Statsrådet, 2002) konstateras att ett krematorium kan grundas av staten, kommunen, samkommunen, församlingen eller samfälligheten inom evangelisk-lutherska kyrkan, de ortodoxa församlingarna, ett registrerat religiöst samfund eller dess lokala registrerade enhet, eller annan registrerad sammanslutning eller stiftelse som beviljats tillstånd. Vid beviljandet av tillstånd ska särskild vikt fästas vid att den sökande har förutsättningar att på ett ändamålsenligt sätt upprätthålla krematoriet. Bedömningen omfattar bland annat samfundets eller stiftelsens möjligheter att sköta offentliga förvaltningsuppgifter, samt yrkesmässiga och ekonomiska förutsättningar – inklusive förmågan att ordna finansiering. Registrerade sammanslutningar är enligt företags- och samfundsdatalagen (Finlex, 2001) enheter som



Figur 17. ORC-processens princip för att utnyttja värmen från tre krematorieugnar till elproduktion

registreras i företags- och samfundsdatasystemet, såsom öppet bolag, kommanditbolag, aktiebolag, andelslag, förening, stiftelse eller annan privaträttslig juridisk person. Lagstiftningen begränsar därmed inte i sig valet av bolagsform.

Syftet med ett aktiebolag är enligt 1 kap. 5 § i aktiebolagslagen (Finlex, 2006) att generera vinst till sina aktieägare, om inte annat föreskrivs i bolagsordningen. Enligt 9 kap. 1 § i samma lag kan aktieägarna i bolagsordningen bestämma om bolagets verksamhet. I bolagsordningen kan hänsyn tas till de särskilda krav som begravningslagen ställer, exempelvis att verksamheten inte ska generera vinst. Genom ett aktieägaravtal kan aktieägarna – i detta fall församlingarna – komma överens om sina inbördes relationer, ansvar och skyldigheter. Ett aktiebolag är enligt 1 kap. 2 § i aktiebolagslagen en juridisk person skild från sina aktieägare, som därmed inte personligen ansvarar för bolagets förpliktelser. Det är dock möjligt att i bolagsordningen föreskriva att aktieägarna är skyldiga att betala särskilda avgifter till bolaget, till exempel för att finansiera krematoriets verksamhet.

Aktieägarna utövar sin beslutanderätt vid bolagsstämman enligt 1 kap. 6 § i aktiebolagslagen, och besluten fattas med enkel majoritet om inte annat föreskrivs i lag eller bolagsordning. Bolagsstämman väljer en styrelse som ansvarar för bolagets förvaltning och för att dess verksamhet samt bokföring och ekonomiska förvaltning sköts på ett behörigt sätt, enligt 6 kap. 2 § 1 mom. i aktiebolagslagen. Att aktiebolaget ska ha en styrelse är en obligatorisk bestämmelse i 6 kap. 1 § i aktiebolagslagen.

Enligt 1 kap. 7 § i aktiebolagslagen ger varje aktie lika rättigheter i bolaget, om inte annat föreskrivs i bolagsordningen. Avvikelse från huvudregeln om aktiers fria överlåtbarhet enligt 1 kap. 4 § kan göras genom en inlösenklausul enligt 3 kap. 7 § eller ett samtyckesförbehåll enligt 3 kap. 8 §.

Finansieringsalternativ

Ett krematorium som drivs i aktiebolagsform kan finansieras genom ett kapitallån som aktieägarna betalar in. Kapitallån regleras i 12 kap. aktiebolagslagen. Återbetalningen av ett kapitallån omfattas av vissa särskilda bestämmelser. Enligt 12 kap. 1 § i aktiebolagslagen får lånets kapital och ränta återbetalas i likvidation och konkurs först efter övriga skulder. Vidare får kapitalet återbetalas och ränta betalas endast till den del som bolagets fria egna kapital och alla kapitallån vid betalningstillfället överstiger den förlust som enligt den fastställda balansräkningen för den senast avslutade räkenskapsperioden, eller en nyare balansräkning, ska täckas (12 kap. 1 § 1 mom. 2 punkten). Dessutom får bolaget eller dess dottersammanslutning enligt 12 kap. 1 § 1 mom. 3 punkten inte ställa säkerhet för betalning av kapital eller ränta. Om kapitalet återbetalas, ränta betalas eller säkerhet ställs i strid med dessa bestämmelser, kan det betraktas som en olaglig vinstutdelning enligt 12 kap. 1 § 2 mom. i aktiebolagslagen. Kapitallån kan också omvandlas till fritt eget kapital eller användas för att täcka bolagets förluster, men detta förutsätter långgivarens samtycke enligt 12 kap. 1 § 3 mom. i aktiebolagslagen. När det gäller återbetalning ska det beaktas att om ränta på kapitallånet inte kan betalas, skjuts den upp till nästa bokslut som möjliggör betalningen, enligt 12 kap. 2 § 2 mom. i aktiebolagslagen. Kapitallån har dock enligt 12 kap. 2 § 3 mom. lika rätt till bolagets tillgångar sinsemellan, om inte annat avtalats mellan bolaget och långvarna.

Ett alternativ för finansiering är även främmande kapital, det vill säga ett banklån som tas av krematoriebolaget och som aktieägarna personligen garanterar som proprieborgen. Enligt 2 kap. 1 § 2 mom. i borgenslagen (Finlex, 1999) avses med proprieborgen en borgen där borgensmannen ansvarar för huvudskulden såsom om han själv vore gäldenär. Borgenären kan kräva betalning direkt av borgensmannen när huvudskulden har förfallit, i enlighet med 22 § i borgenslagen.

Offentliga förvaltningsuppgifter

I de detaljerade motiveringarna till 17 § i begravningslagen (Statsrådet, 2002) s. 21–22 konstateras att krematoriets huvudman i lagen föreslås få offentliga förvaltningsuppgifter som innefattar utövning av offentlig makt. Uppgifterna regleras i 18 § i lagen, som gäller krematoriets skyldighet att inte utlämna aska om det finns grundad anledning att misstänka att askan skulle hanteras i strid med bestämmelserna i begravningslagen. Beslutet kan överklagas i enlighet med 27 § i lagen. Vidare skulle enligt de detaljerade motiveringarna utövning av offentlig makt även ingå i krematoriets skyldighet enligt 20 § i begravningslagen att föra register över kremationer och askans placering.

Att ge offentliga förvaltningsuppgifter åt andra än myndigheter regleras i 124 § i grundlagen, enligt vilken en offentlig förvaltningsuppgift kan ges åt andra än myndigheter endast genom lag eller med stöd av lag och endast om det är nödvändigt för en ändamålsenlig skötsel av uppgiften och inte äventyrar de grundläggande friheterna, rättigheterna, rättsskyddet eller andra krav på god förvaltning. Uppgifter som innefattar betydande utövning av offentlig makt kan dock endast ges åt myndigheter. Kravet på ändamålsenlighet är en bedömningsfråga från fall till fall, och vid bedömningen ska hänsyn tas bland annat till förvaltningens effektivitet samt till enskildas och sammanslutningars behov (Justitieministeriet, 2014).

På grund av krematoriets offentliga förvaltningsuppgifter bör man därför säkerställa att kravet på ändamålsenlighet uppfylls och att de grundläggande friheterna, rättigheterna, rättsskyddet eller andra krav på god förvaltning inte äventyras i det valda bolagiseringsalternativet.

Finansiering av verksamheten och avgifter

För krematorieverksamheten används i utgångsläget inte medel som erhålls genom uppbörden av kyrkoskatt eller statlig finansiering, men detta är möjligt. Enligt 22 § i begravningslagen (Finlex, 2003) har särskilda bestämmelser givits om den finansiering som står till förfogande

för kostnaderna för underhållet av allmänna begravningsplatser. Enligt de detaljerade motiveringarna till lagrummet (Statsrådet, 2002) skulle den avsedda finansieringen ingå i den andel som evangelisk-lutherska församlingar erhåller från samfundsskatteintäkterna. Som motivering anges att även om församlingarnas rätt till samfundsskatt inte i lagstiftningen har kopplats direkt till kostnaderna för underhållet av begravningsplatser, har de samhälleliga uppgifter som kyrkan sköter, i synnerhet begravningsväsendet, framhållits som bakgrund till denna rätt. Som andra offentliga finansieringsalternativ har det även nämnts en lagstadgad statsbidragsform, som inte nödvändigtvis skulle vara direkt bunden till kostnaderna för begravningsväsendet, samt ett prövningsbaserat statsbidrag.

Enligt 17.2 § i begravningslagen (Finlex, 2003) får krematorieverksamheten inte bedrivas i syfte att uppnå ekonomisk vinst. I de detaljerade motiveringarna till lagrummet (Statsrådet, 2002) konstateras att det inte är tillåtet att eftersträva ekonomisk vinst genom krematorieverksamheten på grund av verksamhetens natur. Vidare framhålls att detta i praktiken innebär att exempelvis en aktiebolagsformad krematorieupprätthållare inte får dela ut dividend till sina ägare. Därför skulle den huvudsakliga finansieringen av krematorieverksamheten ske genom serviceavgifter, vilka i sista hand betalas av den avlidnes anhöriga med stöd av 23 § i begravningslagen.

Enligt 6.1 § i begravningslagen får en evangelisk-luthersk församling eller samfällighet ta ut avgifter bland annat för tjänster i anslutning till begravning. Avgifterna får uppgå till högst de kostnader som uppstår för att producera tjänsten. Enligt de detaljerade motiveringarna till lagrummet (Statsrådet, 2002) avses med tjänster i anslutning till begravning bland annat kremation. Med kostnader för produktionen av tjänsten avses enligt regeringens proposition de totala kostnaderna för att producera tjänsten, vilka förutom de direkta kostnader som avgiften medför även omfattar avgiftens andel av administrations-, lokal- och kapitalkostnader samt övriga gemensamma kostnader. Serviceavgiften får uppgå till högst självkostnadspriset.

Vidare stadgar 6.2 § i begravningslagen att grunderna för avgifterna ska vara desamma för alla som har rätt att bli begravda på en församlings eller samfällighets kyrkogård. Rätten att bli begravd på en församlings eller samfällighets kyrkogård är enligt 4 § i begravningslagen knuten till den avlidnes hemkommun, i andra hand den avlidnes bosättningskommun vid tidpunkten för dödsfallet och, för en avliden som varit bosatt utomlands, den senaste hemkommunen. Enligt de detaljerade motiveringarna (Statsrådet, 2002) kan avgifterna avvika från de avgiftsgrunder som allmänt tillämpas i den aktuella församlingen, om den avlidne har önskat bli begravd på en annan plats än den församling eller samfällighet som avses i 4 § i begravningslagen. I samband med lagberedningen konstaterade grundlagsutskottet i sitt utlåtande (Grundlagsutskottet, 2002) att utskottet anser det godtagbart att medlemskapets längd i kyrkan beaktas som grund för avgifterna.

8. Kulturella, teologiska och sociala perspektiv

Kremering var en vanlig begravningsform under förkristen tid. I och med kristendomens spridning förbjöds den officiellt år 789, när Karl den store fastställde denna praxis som hednisk. Förbudet motiverades med att kremering sågs som ett tecken på otro mot den kristna läran om kroppens uppståndelse. Metoden föll därmed ur bruk i Europa under nästan tusen år (Rebay-Salisbury, 2012).

I slutet av 1700-talet förändrades inställningen genom upplysningen och det vetenskapliga tänkandet. Hygienfrågor samt den urbanisering som orsakade brist på begravningsplatser lyftes fram som argument för återinförandet av kremering (Rebay-Salisbury, 2012). Europas första moderna krematorium togs i bruk i Milano år 1876. I Storbritannien grundades Cremation Society år 1874, vilket ledde till att kremering legaliserades år 1884. I Finland grundades Kuolleenpolttöyhdistys (Föreningen för likbränning) år 1889.

I Centraleuropa vid sekelskiftet 1800–1900-talet hängde kremeringens ökade popularitet, förutom praktiska orsaker, även samman med politiska och religiösa ställningstaganden. Metoden förknippades med liberala rörelser och materialism, vilket väckte motstånd särskilt i katolska länder (Rebay-Salisbury, 2012). De protestantiska kyrkorna accepterade kremering snabbare, medan den katolska kyrkan godkände den först år 1963. Den ortodoxa kyrkan motsätter sig fortfarande metoden, och i exempelvis Grekland legaliserades den först år 2008.

I den kristna traditionen är jordfästningen en symboliskt central ritual som hänger samman med tron på uppståndelsen vid Kristi återkomst. Tidigare placerades gravarna i öst–västlig riktning så att de avlidna skulle "möta" soluppgången på Domedagen (Sørensen, 2012). Kremeringen avviker från denna tradition på två sätt: den avlägsnar kroppens fysiska närvaro på gravplatsen och kan bryta den tidsliga och symboliska kontinuiteten mellan begra-

vningsakten och askans placering (Sørensen, 2012).

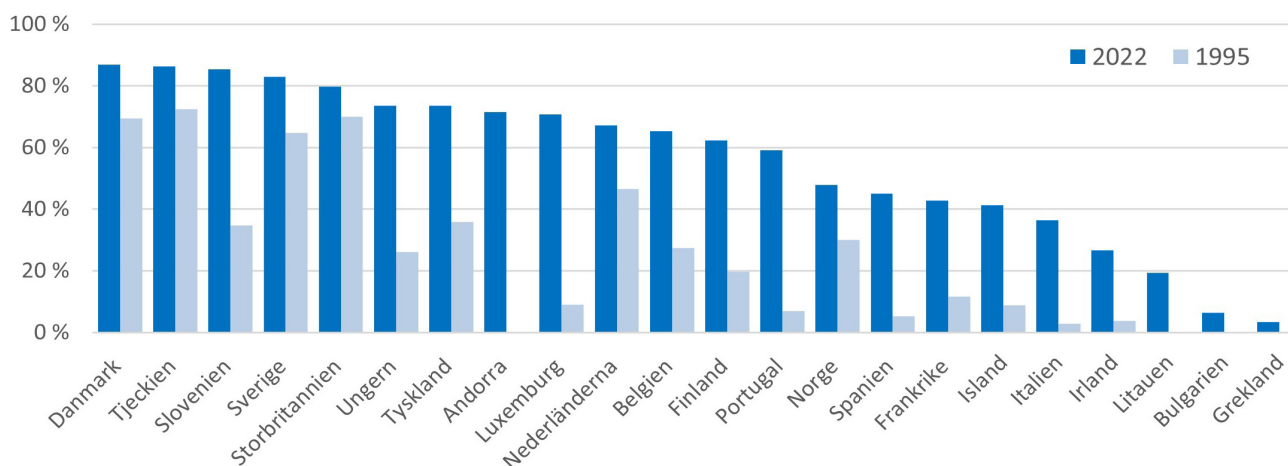
I dag har teknologiska, etiska och miljömässiga perspektiv trätt fram vid sidan av de religiösa och symboliska betydelserna. Lösningar kopplade till energiproduktion, såsom värmeåtervinning, har förändrat diskussionen om kremering. I Sverige använder 43 krematorier den genererade värmen antingen för uppvärmning av sina egna lokaler eller till fjärrvärmenätet. På 1990-talet fördröjdes anslutningen av Räcksta krematorium till fjärrvärmenätet på grund av risken för en negativ reaktion från allmänheten. År 2006 hade inställningen förändrats till det mer positiva och miljöfördelarna lyftes fram, vilket ledde till att Räcksta anslöts till nätet (Olofsson, 2022). Fallet illustrerar hur ekologiska och resurseffektiva lösningar kan vävas in i begravningskulturen.

Kremeringens utbredning

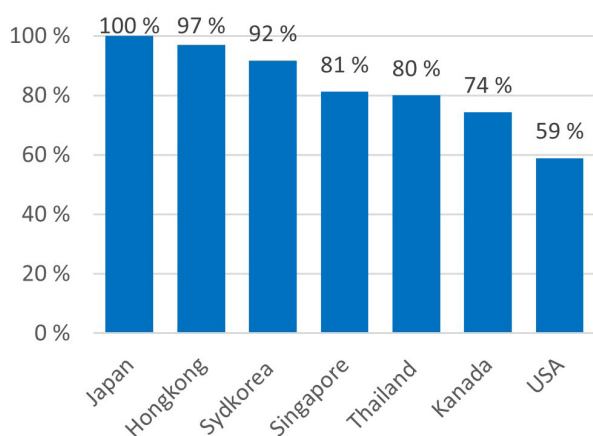
I Europa varierar förekomsten av kremation avsevärt (figur 18). År 2023 kremerades över 86 % av de avlidna i Danmark, medan andelen i katolska länder som Italien och Spanien låg under 45 %. I ortodoxkristna länder, såsom Grekland, var andelen under 5 %.

Internationellt sett är de högsta kremationsandelarna, förutom i Norden, även vanliga i flera asiatiska länder. I Japan omfattade kremation i praktiken 100 % av begravningarna år 2023, i Sydkorea var andelen cirka 92 % och i Hongkong samt Taiwan över 96 % (figur 19) (The Cremation Society, 2025).

I Finland har andelen kremationer tredubblats under knappt 30 år. År 2024 kremerades 37 941 avlidna, vilket motsvarade 65,4 % av alla begravningar (Begravningsverksamhetens Centralförbund i Finland rf., 2025). Antalet kremationer förväntas i framtiden närma sig nivån i Sverige och Danmark. Enligt Statistikcentralens prognos kommer det år 2040 att avlida cirka 67 654 personer årligen, vilket vid en kremationsgrad på 85 % skulle innebära omkring 57 505 kremationer per år (Statistikcentralen, 2021). Denna utveckling skulle



Figur 18. Andelen kremationer i Europa åren 1995 och 2022 (The Cremation Society).



Figur 19. Statistik från år 2022 (The Cremation Society).

Tabell 17. Kremationsandelen i Finlands största städer (Evangelisk-lutherska kyrkan i Finland, 2023).

Helsingfors	87 %
Esbo	86 %
Tammerfors	87 %
Vanda	77 %
Uleåborg	57 %
Åbo	87 %
Jyväskylä	70 %
Lahtis	83 %
Björneborg	77 %
Kuopio	58 %

öka kapacitetsbehovet i Finlands krematorie-nätverk. Generalsekreterare Matti Halme vid Begravningsverksamhetens Centralförbund i Finland rf., uppskattade år 2024 att Finland behöver fyra nya krematorier (Taura-Jokinen, 2024).

Den geografiska placeringen påverkar fördelningen av begravningsätten. Jordbegravning är fortfarande den vanligaste formen i Norra och Östra Finland. Enligt kyrkans statistik var kremationsandelen år 2023 under 30 % i delar av de svenskspråkiga Österbotten (bl.a. Närpes och Jakobstadsregionen) samt i små församlingar i Mellersta Finland, Kajana, Idensalmi och Joensuu prosterier. Motsvarande andel observerades även i flera små församlingar i Norra Österbotten (Limmingo, Kalajoki, Karleby, Kemi-Torneå och Koillismaa prosterier) samt i vissa Lapplands och Rovaniemi prosterier. I de största städerna, med undantag för Uleåborg och Kuopio, översteg kremationsandelen 70 %. Till de regionala skillnaderna kan bland annat lokala begravningstraditioner samt tillgången till krematorietjänster påverka (Evangelisk-lutherska kyrkan i Finland, 2023).

8.1 Begravningsplatsernas och krematoriernas kulturhistoriska betydelse

Begravningsplatser och krematorier är en del av Finlands kulturmiljö och samhälleliga minnesstruktur. De fungerar som viloplatser för de avlidna, men också som platser där det kollektiva minnet upprätthålls och tidigare generationer hedras. Begravningsplatser speglar religiösa praktiker, lokalsamhällens identitet och det landskapliga arvet, och de utgör en kulturhistoriskt skiktad del av den byggda miljön (Rimpiläinen, 2024).

I Finland finns det drygt 1 000 begravningsplatser (Wikipedia, 2025), och deras förvaltning och underhåll ligger huvudsakligen på de evangelisk-lutherska församlingarnas ansvar. Lagstiftningen betonar begravningsplatsernas allmännyttan och förbjuder vinstsyfte i deras verksamhet.

Den finländska begravningspraxisen har förändrats över tid. Före kristendomens etablering användes både brand- och kistbegravningar, och gravplatserna placerades ofta i natursköna miljöer. Med kristendomen blev begravningsplatserna enhetliga enligt kyrkans regler. Den evangelisk-lutherska församlingen är skyldig att bevilja gravplats även åt en avlidne som inte tillhör kyrkan, om denne haft en fast anknytning till orten, exempelvis genom bostadsort (Evangelisk-lutherska kyrkan i Finland, 2023). Enligt begravningslagen 3 § ska församlingen också reservera gravplatser för andra än sina egna medlemmar, om det inte finns någon annan begravningsplats i kommunen.

Den moderna krematorieverksamheten i Finland inleddes under 1900-talets första hälft. Sandudds krematorium, byggt av Krematoriestiftelsen, togs i bruk år 1925 och är fortfarande i drift. Attityderna till kremering var länge reserverade, och metoden spreds långsamt före andra världskriget. Sandudds krematorium var landets enda krematorium i nästan 40 år, och kremering blev då mest populär bland den utbildade stadsbefolkningen. År 1964 bygg-

des de följande krematorierna i Karis och Esbo (Seppälä, 2012), vilket delvis svarade mot bristen på gravplatser i stadsområdena (Rimpiläinen, 2024).

Begravningslagen (457/2003) ålägger inte den evangelisk-lutherska kyrkan eller andra aktörer att organisera eller underhålla krematorietjänster. Ur lagens synvinkel är kremering ett av begravningsätten, men dess tillhandahållande är inte på samma sätt offentligt garanterat som erbjudandet av gravplats. I Finland förvaltas nästan alla krematorier av den evangelisk-lutherska kyrkan, med undantag för Sandudds krematorium som drivs av Krematoriestiftelsen.

Krematoriernas praxis gällande anhörigas deltagande varierar. I vissa anläggningar har utomstående inte tillträde till krematoriets lokaler, medan andra, såsom det nya skogskrematoriet i Björneborg, erbjuder möjlighet att följa kremeringsprocessen genom ett glasfönster. Skogskrematoriet har också ett stämningsfullt rum för stillhet, avsett för överlämning av urnan. Begravnings- och kremeringsritualerna anpassas över tid, och detta återspeglas även i byggnadernas planering och genomförande.

I Marja Kurosens examensarbeten (Kuronen, Funeral Service Development for Needs in the Near Future: Utilizing Design Thinking and a Future-oriented Approach in the Development of Finnish Funeral-related Services and Business, 2019) (Kuronen, Systemic Design Approach to the Finnish Funeral Ecosystem, 2022) betraktas begravingar ur ett tjänstedesignperspektiv. Historiskt sett har begravningsplatser och kapell, byggda i anslutning till kyrkan, erbjudit en plats för avskedstagande av den avlidne och för samfundets sorgearbete. I ett urbaniserat samhälle kan dessa platser dock för vissa framstå som avlägsna eller institutionella, särskilt i en situation där det religiösa engagemanget har minskat.

Krematoriernas betydelse har vuxit både av praktiska och kulturella skäl. Särskilt i stadsområden, där utrymmet för traditionella begravingar är begränsat, utgör krematorier en

central del av begravningsinfrastrukturen. Enligt Kuronen erbjuder neutrala ceremoni- och avskedsrum i krematorierna ett alternativ för dem som inte vill eller kan använda kyrkliga lokaler. Sådana utrymmen stödjer individuella och kulturellt mångfacetterade avsked och kan svara mot det föränderliga samhällets behov i arrangemangen av begravnings seder och ritualer (Kuronen, Funeral Service Development for Needs in the Near Future: Utilizing Design Thinking and a Future-oriented Approach in the Development of Finnish Funeral-related Services and Business, 2019).

8.2 Begravningskulturens mångfald och dess beaktande

Den finska begravningslagen tillåter kistbegravning och kremation. På begravningsplatserna är de vanligaste gravsättningsformerna kistbegravningar, urnbegravningar, minneslundar, strömråden samt på större kyrkogårdar urnvalv, det vill säga kolumbarier. På en och samma begravningsplats kan det finnas flera gravtyper, och fördelningen av gravsättningsformer kan variera beroende på ort och kyrkogårdens storlek. Askan kan strös till exempel i skog, hav eller sjö, men detta förutsätter markägarens tillstånd. Flera kommuner och städer har anvisat särskilda platser där askströning i vattendrag är möjlig (Rimpiläinen, 2024).

Olika religioners begravnings seder i Finland

I Finland följer olika religiösa samfund sina egna traditioner, värderingar och seder vid begravningar. Även om den evangelisk-lutherska kyrkan ansvarar för majoriteten av kyrkogårdarna, ordnas begravningar för företrädare för andra religioner enligt deras sedvänjor, och vissa trossamfund har tillgång till egna begravningsplatser.

Den **judiska** begravningen bygger på principerna om enkelhet och jämlikhet. Kistan är vanligtvis enkel, utan metalldelar och tillverkad av

naturmaterial. Begravningen sker ofta inom ett dygn efter dödsfallet. I Finland begravs judar på den judiska begravningsplatsen i Helsingfors (Judiska Församlingen i Helsingfors, 2025).

Den **ortodoxa** begravningen innehåller flera liturgiska handlingar, såsom minnesgudstjänsten och själva begravningsgudstjänsten. Den avlidne välsignas och läggs i graven ofta i en öppen kista, med ansiktet vänt mot öster. I Finland finns 24 ortodoxa begravningsplatser (ortodoksi.net, 2025).

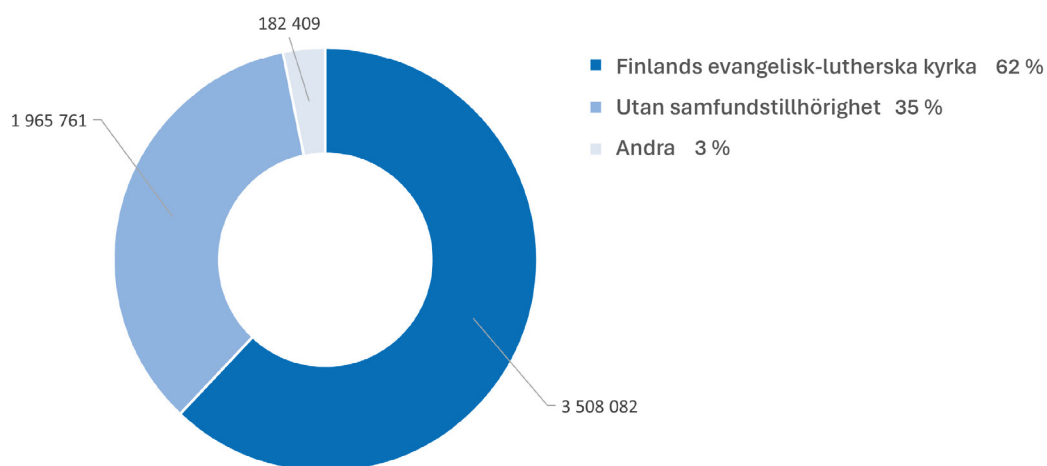
Den **islamiska** begravningen betonar också snabb gravsättning, ofta inom samma dygn. Den avlidne tvättas rituellt, sveps i vitt tyg och begravs utan kista med ansiktet vänt mot Mecka. I Finland används dock ofta kista vid begravning, och islamiska begravningsområden finns bland annat i Helsingfors, Esbo och Vanda.

Inom **buddhistiska** och **hinduiska** traditioner är kremation vanlig. I Finland sker kremationen i lokala krematorier, och ritualerna hålls ofta i anslutning till tempel eller i hemmet. I den hinduiska traditionen ses kroppen som själens tillfälliga boning, och kremationen möjliggör själens frigörelse för återfödelse (Korpela, 2015).

För många minoritetsreligioners begravnings seder är behovet av integritet, en kulturellt trygg plats och möjligheten att följa sina egna ritualer gemensamt. I Finland strävar man inom begravningsväsendet efter att beakta dessa behov, men praxis kan variera regionalt.

Begravnings seder för personer utanför trossamfund

År 2024 tillhörde 62 % av Finlands befolkning den evangelisk-lutherska kyrkan, 35 % tillhörde inget religiöst samfund och cirka 3 % tillhörde andra trossamfund (figur 23). Andelen personer utanför trossamfund har ökat stadigt, och utvecklingen förväntas fortsätta. I takt med att samhället sekulariseras har behovet av konfessionslösa begravningsritualer ökat.



Figur 20. Trossamfundsmedlemmar 2024 (Statistikcentralen, 2024).

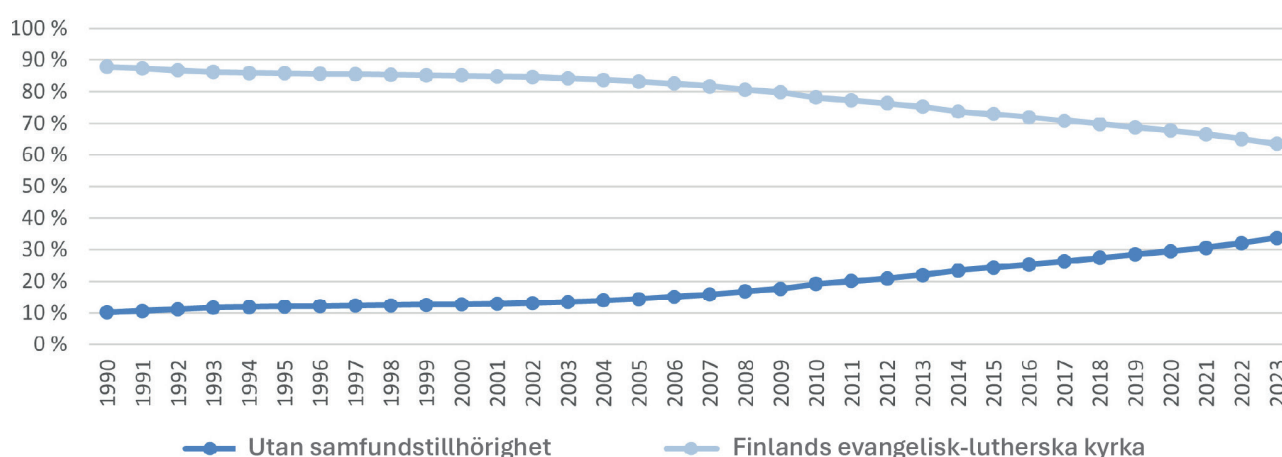


Bild 21. Andelen av befolkningen som tillhör Evangelisk-lutherska kyrkan i Finland och som inte tillhör något religiöst samfund 1990-2023 (Statistikcentralen).

Enligt Marja Kurosens examensarbete (Kuronen, Funeral Service Development for Needs in the Near Future: Utilizing Design Thinking and a Future-oriented Approach in the Development of Finnish Funeral-related Services and Business, 2019) är alternativen till kyrkliga begravningsritualer fortfarande begränsade. Många som inte tillhör religiösa samfund använder sig av kyrkans tjänster, eftersom andra alternativ inte är lättillgängliga. Baserat på intervju- och enkätmaterial upplevde en del av respondenterna de kyrkliga begravningspraxiserna som främmande för sig själva och önskade möjlighet till mer individuella, icke-religiösa ritualer. Detta behov framträder särskilt i större städer och bland den yngre befolkningen.

För avlidna som inte tillhör kyrkan ordnas ofta en välsignelse vid graven, och alla anhöriga har inte invändningar mot detta. Att arrangera en konfessionslös minnesstund är dock i praktiken på många håll svårare och kräver mer förberedelsearbete från de anhöriga. Enligt Auli Vähäkangas, professor i praktisk teologi vid Helsingfors universitet kan en betydande förändring i begravningskulturen skönjas redan i början av 2030-talet, om formen och innehållet i sekulära begravningar utvecklas. Redan nu har direktkremation blivit vanligare, och avskeds- eller spridningsceremonin kan ordnas i många olika miljöer enligt de anhörigas önskemål (Virtanen, 2025).

9. Lagstiftningskrav

9.1 EU-lagstiftningens nuvarande och kommande krav

Europeiska unionens lagstiftning reglerar för närvarande inte krematoriers miljökrav. De omfattas inte av industriutsläppsdirektivet (Europaparlamentet och rådet, 2010), och EU kräver inte att bästa tillgängliga teknik (BAT) tas i bruk (Europeiska kommissionen, 2023).

Trots avsaknaden av reglering finns det planer inom EU på att minska utsläpp från kremationer, bland annat genom att definiera en gemensam EU-standard för kistor i syfte att minska material som orsakar problematiska utsläpp (Helsingfors stads miljönämnd, 2010; Kangasala kommun, Byggnads- och miljönämnden, 2012).

Några bindande gränsvärden för utsläpp från krematorier har inte fastställts, och det finns heller ingen EU-standard för mätningar. När det gäller kvicksilverutsläpp finns dock internationella, rättsligt icke-bindande OSPAR- och HELCOM-rekommendationer, som även har tillämpats i Finlands miljötillstånd (Europeiska kommissionen, 2023). Europeiska unionen och vissa av dess medlemsstater, däribland Finland, är parter i dessa konventioner. HELCOM:s rekommendation "HELCOM Recommendation 29/1" om minskning av krematorieutsläpp har tidigare tillämpats i inhemska miljötillstånd (Åbo stads stadsmiljösektorn, 2018), (Kuopio stad, Regionalt miljöskydd, 2021).

I samband med beredningen av ändringen av kvicksilverförordningen (2017/852/EU) övervägdes två regleringsalternativ: 1) EU-riktlinjer för tekniker som minskar utsläpp, med utnyttjande av OSPAR- och HELCOM-rekommendationer, eller 2) ett bindande krav på BAT-teknik för alla eller endast för stora krematorier (Europeiska kommissionen, 2023).

Enligt förordning 2024/1849/EU om kvicksilver (Europaparlamentet och rådet, 2024) är krematorier en betydande källa till kvicksilve-

rutsläpp till atmosfären. Trots den successiva utvecklingen av amalgamanvändningen uppskattas fortfarande utsläpp, vilket gör att förordningen konstaterar att det är nödvändigt att utarbeta riktlinjer för utsläppsminskande tekniker samt samla in information om medlemsstaternas åtgärder för att förebygga utsläpp och minska deras hälso- och miljöeffekter.

Förordningen fastställer inga bindande gränsvärden, men ålägger kommissionen att senast den 31.12.2025 publicera gemensamma riktlinjer för tekniker som minskar utsläpp av kvicksilver och kvicksilverföreningar från krematorier. Dessutom ska medlemsstaterna rapportera till kommissionen om de åtgärder de har vidtagit för att genomföra dessa riktlinjer. Kommissionen ska senast den 31.12.2029 lämna en rapport till Europaparlamentet och rådet om genomförandet och effekterna av riktlinjerna.

Europeiska krematorienätverket (European Crematoria Network, ECN) har utarbetat en rekommendation om enhetliga utsläppsgränsvärden för krematoriers rökgaser. Rekommendationen, som först publicerades 2008, riktar sig till lokala, nationella och EU-nivåns myndigheter, med målet att främja regleringen av utsläpp på unionsnivå.

Förslaget innehåller en miljöstandard framtagen av ECN tillsammans med krematorieutrustningstillverkare, som fastställer gränsvärden för bland annat stoft, kvicksilver (Hg), dioxiner och furaner, kolmonoxid (CO), kväveoxider (NO_x), väteklorid (HCl), svaveloxider (SO_x) samt flyktiga organiska föreningar (total VOC) under förbränningsförhållanden där syrehalten är under 11 % O₂ per sekund. Gränsvärdena baseras på antagandet att kistan och dess innehåll uppfyller separata materialkrav.

ECN rekommenderar ett stegvis införande av gränsvärden med hänsyn till medlemsländernas förhållanden. Vid bedömningen bör hänsyn tas till krematoriernas användningsgrad, geografiska och tekniska begränsningar samt tryggheten av offentliga tjänster. Rekommendationen betonar att befintliga krematorier bör undvikas att stängas. Dessutom föreslås bland annat an-

vändning av filter, harmonisering av materialkrav för kistor, utveckling av energiåtervinnings- och recirkuleringsystem samt återvinning av material som blir kvar efter kremationen, såsom proteser och metaller (European Crematoria Network, 2008).

9.2 Den finska begravningslagens bestämmelser

Begravningslagen (457/2003)

Enligt begravningslagen (457/2003) är i Finland godkända begravningsätt kistbegravning och kremering (§2). Krematoriet hör till begravningsverksamheten och en begravningsplats kan upprätthållas av den ortodoxa kyrkans församling, staten, en kommun eller en samkommun (§7). Grundandet av ett krematorium förutsätter att upprätthållaren har tillräckliga förutsättningar för dess verksamhet (Finlex, 2003).

Kremering är tillåten endast i krematorium, och askan ska placeras på en begravningsplats eller ett annat område för vilket regionförvaltningsverket har beviljat tillstånd (Finlex, 2003). I de detaljerade motiveringarna till begravningslagens §17 (Statsrådet, 2002) föreskrivs offentliga förvaltningsuppgifter för krematoriets upprätthållare, såsom skyldigheten att inte överlämna aska om det finns grundad anledning att misstänka att den inte kommer att hanteras enligt lagen, samt skyldigheten att föra register över kremeringar och askans placering. Strävan efter ekonomisk vinst i krematorieverksamheten är förbjuden. I de detaljerade motiveringarna till lagens paragraf (Statsrådet, 2002) konstateras att strävan efter ekonomisk vinst med krematorieverksamheten inte är tillåten på grund av verksamhetens natur.

Miljöskyddslagen (527/2014)

Miljöskyddslagen definierar krematorieverksamhet som en verksamhet som medför risk för miljöförorening (YSL 527/2014, §106 b), vilket förutsätter miljötillstånd enligt §27. Därför måste krematorieverksamhet ansöka om miljötills-

tånd och verksamheten ska följa principerna för bästa tillgängliga teknik (BAT) (YSL 527/2014, §§5, 6, 43, 75). När det gäller BAT nämns att det bland annat ska vara den mest effektiva behandlingsmetoden och ekonomiskt genomförbart då det finns tillgängligt och kan tillämpas till skäliga kostnader. I praktiken innebär detta att krematorier är skyldiga att ta i bruk de mest effektiva rökgasreningssystem som finns tillgängliga till rimliga kostnader (Finlex, 2014).

Enligt miljöskyddslagen ska verksamhetsutövaren ha kännedom om de miljöeffekter och miljörisker som verksamheten orsakar, om hur dessa risker hanteras samt om möjligheterna att minska skadliga effekter (YSL 527/2014, §§7 och 8). Enligt §52 i miljöskyddslagen ska miljötillståndet innehålla bestämmelser om begränsning av utsläpp, avfallshantering samt övervakning av verksamheten och rapportering till myndigheter. Verksamhetsutövaren ska se till att verksamheten inte orsakar förorening av mark eller grundvatten (YSL §§16, 17 och 133). Lagens §53 preciserar de faktorer som ska beaktas vid bedömning av BAT, till exempel energi- och resurseffektivitet (Finlex, 2014).

Avfallslagen (646/2011) och statsrådets förordning om avfall (978/2021)

Avfallslagen 646/2011 reglerar avfallshanteringen i Finland och gäller även krematorieverksamhet. När det gäller krematorier är lagens centrala skyldigheter kopplade till avfallssortering (§15), hantering av farligt avfall (§29), återvinning (§8) och spårbarhet (§§118–119). Lagen ålägger verksamhetsutövaren att minimera mängden avfall som uppstår och att sortera det vid källan (§12–13). Inom krematorieverksamhet gäller detta särskilt metallavfall och problemavfall, såsom använda filter, aktivt kol och filterrester (Finlex, 2011).

Det avfall som uppstår ska transporteras till godkända aktörer för korrekt behandling, och transporten samt hanteringen av avfall ska dokumenteras (§15, 29). Ett av lagens centrala mål är att avfallet ska återvinnas som material eller energi (§8) samt att mängden avfall som uppstår ska minimeras (§10) (Finlex, 2011).

Statsrådets förordning om avfall (179/2012) har ersatts 2021 med en nyare bestämmelse (978/2021), som preciserar kraven i avfallslagen (Finlex, 2011; Finlex, 2021). För krematorieverksamhet gäller detta särskilt hanteringen av farligt avfall. Förordningen preciserar bland annat krav på sortering (Vna 978/2021, kap. 2-4), upprättande av transportdokument och bokföring (Vna 978/2021, kap. 5). Om avfallet innehåller särskilt skadliga ämnen (t.ex. POP-föreningar eller tungmetaller), tillämpas särskilda behandlingskrav och avfallet ska levereras till en godkänd behandlare (Vna 978/2021, kap. 5) (Finlex, 2021).

9.3 Krav i miljötillståndprocesser

De nuvarande miljötillståndskraven bygger i huvudsak på gällande tillståndsvillkor. Av tillstånden framgår att äldre krematorieugnar huvudsakligen drivs med brännolja, medan nyare enheter i allt högre grad använder gaselektadade ugnar.

Vid granskning av miljötillstånden för 14 krematorier som använder brännolja är kraven i stort sett likartade, även om vissa tillstånd tar hänsyn till särskilda omständigheter i enskilda fall. De centrala kraven för användning av brännolja är:

- högsta tillåtna svavelhalt 0,10 %,
- lagring av brännolja i dubbelmantlad cistern eller cistern med skyddsbassäng för att minimera risken för läckage, vilket är särskilt viktigt för skydd av grundvattnet.

Krav relaterade till elanvändning förekommer knappast i miljötillstånden. De hänvisar dock generellt till BAT-principen, enligt vilken energi- och resurseffektivitet ska beaktas. Detta föreskrivs även i Europaparlamentets och rådets förordning (EU 2017/852) om kvicksilver samt i Finlands miljöskyddslag (Finlex, 2014).

Att rökgaserna som leds ut genom skorstenen ska hålla minst 110 °C enligt definitionerna från Helsingforskommissionen har också nämnts i alla nya miljötillstånd (Helsingforskommissionen, 2008). Kraven som rör skydd av grundvattnet gäller i huvudsak lagring av brännolja, och i regel har inga andra skyldigheter fastställts.

När det gäller gränsvärdena för utsläpp hänvisar de flesta tillstånd till Helsingforskommissionens (HELCOM) rekommendation 29/1 (2008) (Helsingforskommissionen, 2008), som gäller krematorier där fler än 500 kremationer utförs per år. Rekommendationen förutsätter tillämpning av BAT-tekniker för att minska utsläppen och betonar särskilt gränsvärdena för totalstoft, kolmonoxid och kvicksilver (tabell 18).

De tekniska kraven i rekommendationen innefattar bland annat:

- att temperaturen i efterförbränningskammaren höjs till över 800 °C innan kremationen påbörjas och upprätthålls under hela processen,
- att rökgastremperaturen hålls på minst 110 °C innan de leds ut genom skorstenen,
- att tillförseln av förbränningsluft regleras så att rökgasutsläppen understiger de uppsatta målgrenserna (Helsingforskommissionen, 2008).

Tabell 18. Gränsvärden för rökgasutsläpp enligt HELCOM:s rekommendation 29/1.

Utsläppskomponent	Gränsvärde (mg/Nm ³) *
Totaldamm	10
Kolmonoxid (CO)	50 (högst 500 mg/Nm ³ under två minuter)
Kvicksilver (Hg)	0,1

* Gränsvärdena har angivits för torra rökgaserna vid normal temperatur (0 °C) och tryck (101,3 kPa), med en syrehalt på 11-15 %.

Enligt miljötillstånden ska krematoriernas mätutrustning åtminstone omfatta automatisk mätning av syrehalten, kolmonoxidhalten och efterförbränningskammarens temperatur. Dessutom ska temperaturen på de rökgaser som leds till skorstenen mätas. Mätuppgifterna ska sparas, och efter att anläggningen tagits i bruk ska ett prestandatest utföras senast inom tre månader. Testet består av tre mätningar, vardera motsvarande en kremation, med syftet att påvisa att utsläppsgränsvärdena uppfylls i enlighet med HELCOM:s rekommendation.

Ett prejudikat kan ses i Vasa förvaltningsdomstols beslut, där Helga Korsets kapellkrematorium i Åbo ålades att följa de strängare gränsvärdena enligt HELCOM, även om EU:s minimikrav hade varit tillräckliga. Beslutet har därefter beaktats även i tillståndsvillkor för andra krematorier som utför fler än 500 kremationer per år.

I miljötillstånden nämns i allmänhet följande:

- Efterlevnad av HELCOM:s föreskrift
- Rökgasernas syrehalt ska hållas mellan 6–12 %
- Kistor får inte innehålla PVC-plastföreningar
- Från avlidna och kistor ska avlägsnas faktorer som kan orsaka extra utsläpp eller fara, såsom pacemakers eller andra elektroniska apparater
- Den bullernivå som verksamheten orsakar får inte på närmaste bostadsområden överstiga en ekvivalentnivå (L) på 55 dB dagtid och 50 dB nattetid (Aeq L)
- Regelbundna mätningar av rökgaser från kremationerna
- Årlig rapportering ska omfatta:
 - Bränsleförbrukning
 - Bränslets svavelhalt
 - Ugnens drifttid och driftcykler
 - Antal kremationer
 - Kremationstemperaturer
 - Syrgasmätningar
 - Driftstörningar
 - Uppmätta utsläppsvärden för kvicksilver, kolmonoxid och stoftutsläpp
 - Mängder av avfall, avfallskategorier och mottagningsplatser för avfallet

- Innehavaren av miljötillståndet ska i god tid skriftligen meddela tillsynsmyndigheten om långvariga driftsavbrott eller andra förändringar av betydelse för tillsynen
- Regelbunden övervakning av utrustningen och omedelbara korrigerande åtgärder vid avvikelser

I de nyaste miljötillstånden finns mer detaljerade krav för utsläppsvärden, såsom:

- Dygnsvärden för inandningsbara partiklar (PM₁₀) ska i området ligga på 50–70 µg/m³ (riktvärde 70 µg/m³) och årsmedelvärdet på 9–11 µg/m³ (gränsvärde 40 µg/m³)
- Dygnsvärden för fina partiklar (PM_{2,5}) i området är 15–20 µg/m³ (riktvärde 25 µg/m³) och årsmedelvärdet 5–7 µg/m³ (gränsvärde 25 µg/m³)
- På motsvarande sätt visar modellberäkningar att dygnsvärden för kvävedioxid (NO₂) i området ligger på 40–60 µg/m³ (riktvärde 70 µg/m³) och årsmedelvärdet 10–15 µg/m³ (gränsvärde 40 µg/m³)

Jämförbarheten mellan mätmetoder har i praktiken varit en utmaning särskilt i moderna och moderniserade anläggningar. Till exempel skiljer sig temperaturmätningsskylarna i eldrivna kremationsugnar från de i bränsledrivna ugnar, vilket i vissa fall har krävt utlåtanden från leverantören om utrustningens likvärdighet och mätteknikens lämplighet för myndighetsbruk (DFW Europe, 2025).

9.4 Lagstiftningens ändringsbehov

Möjliga ändringsbehov i miljötillstånden

De centrala målen för miljötillstånden bör vara att förbättra energieffektiviteten, främja miljövänlighet och minimera miljöskador. Energieffektivitet är inte bara en rekommendation utan en väsentlig del av bedömningen av tillståndspålitlig verksamhet. Myndigheterna har möjlighet att kräva konkreta åtgärder för att effektivisera energianvändningen och utnyttja värme. Vid hantering av rökgasutsläpp tillämpas principen om bästa tillgängliga teknik (BAT), vars syfte är att minimera miljöpåverkan med tekniskt och ekonomiskt genomförbara metoder. BAT är definierad i miljöskyddslagen 527/2014 (Finlex, 2014), och dess tillämpning baserar sig på EU:s industriutsläppsdirektiv (IED, 2010/75/EU). För krematorier finns inget separat BAT-referensdokument (BREF), men till exempel HELCOM:s rekommendation 29/1 erbjuder en referensram för tillämpning av bästa praxis.

Den värmeenergi som uppstår vid kremation kan utnyttjas till exempel för uppvärmning av byggnader. Lagstiftningen förpliktar för närvarande inte till värmeåtervinning, men de lokala miljöskyddsmyndigheterna kan inkludera tekniska lösningar i miljötillståndsvillkoren om de på ett väsentligt sätt kan minska energiförbrukning eller utsläpp. Möjliga krav är till exempel automatisk bränslematning, rökgasernas värmeåtervinning och system för optimering av energianvändning.

I de nuvarande tillstånden ligger kraven på energieffektivitet i huvudsak på rökgasernas koncentrationsnivåer. Även i små enheter kan principer för industriell effektivitet tillämpas, och tillståndsvillkoren skulle kunna utvecklas utifrån lönsamhet och kapacitetsutnyttjande. Till exempel kunde fastställandet av reningsmetoder och -nivåer för rökgaser baseras på faktiska användningsmängder och miljöpåverkan, och inte enbart på HELCOM:s rekommendation från 2008, som gäller krematorier med mer än 500 kremeringar per år. I praktiken är

många anläggningars kapacitetsutnyttjande i dag 2–3 gånger högre än detta.

Ett möjligt behov av förändring kan ses i bedömningen av HELCOM:s rekommendations rättsliga status. Rekommendationen gavs år 2008, och en uppdatering vore nu aktuell. Om den anses rättsligt bindande för krematorier med mer än 500 kremeringar per år, bör man överväga att införa den som en officiell bestämmelse eller förordning.

I de nuvarande miljötillstånden ligger fokus främst på att späda ut rökgasernas koncentrationer till gränsvärdesnivåer. Energi- och bränsleförbrukning behandlas inte systematiskt, trots att skillnaderna mellan olika energiformer och driftskostnader är betydande vid högre kapacitetsutnyttjande. Tillståndspraxis kunde inkludera en mer systematisk granskning av lösningar som förbättrar energieffektiviteten, såsom nyttan och kostnaderna av värmeåtervinning och filtreringslösningar.

I Sverige har ett identifierat problem vid införandet av eldrivna kremationsugnar varit godkännandet och standardiseringen av mätmetoder. Problemet gäller särskilt placeringen av mätpunkter, vilket har orsakat oklarheter i bedömningen av mätresultatens jämförbarhet och överensstämmelse med kraven. I eldrivna kremationsugnar höjs temperaturen inte främst av en brännarlåga utan av elektriska motstånd placerade i väggarna, vilket kan skapa olika utmaningar för temperaturbedömningen i samband med godkännande. Enligt HELCOM:s rapport gäller temperaturkraven i första hand efterförbränningskammaren. Detta motsvarar inte nödvändigtvis Finlands nationella tolkning, vilket kan orsaka oklarheter. I en motsvarande situation i Sverige levererade leverantören ett så kallat "Letter of Equivalence", på basis av vilket metoden godkändes även om temperaturtopparna låg i andra delar av ugnen. Om mätpunkten och mätmetoderna för efterförbränningskammaren inte är mer specifikt definierade behöver detta inte nödvändigtvis orsaka problem i Finland. När olika tillämpningar och energilösningar blir vanligare vore det dock viktigt att fästa uppmärksam-

het vid teknologineutrala kriterier för val och godkännande.

När det gäller den teknik som används är de olika komponenternas uppgifter tydligt särskiljda. Efterförbränningskammaren syftar till att minska mängden oförbrända föreningar i rökgaserna. Cyklonfilter avlägsnar tunga och heta partiklar, värmeåtervinningen utnyttjar den värmeenergi som annars skulle gå förlorad genom skorstenen, aktivkolfilter binder kvicksilver och organiska föreningar, och tyg- eller fiberfilter minskar återstående fasta partikelföreningar. Flerstegsfiltreringslösningar kan dock vara särskilt belastande för anläggningar med låga användningsnivåer.

I miljötillståndprocessen bör en realistisk övergångstid för att uppnå de eftersträvade utsläppsnivåerna samt åtgärdernas ekonomiska lönsamhet bedömas. I äldre kremationsugnar kräver införandet av filtreringssystem i regel även värmeåtervinning, vilket kan driva upp kostnaderna till flera hundra tusen euro. Om anläggningen närmar sig slutet av sin livslängd är investeringen inte nödvändigtvis ekonomiskt motiverad. I sådana fall kan en mer kostnadseffektiv lösning vara att bygga en helt ny ugsanläggning eller att planera lokalerna så att de motsvarar nuvarande användnings- och utrymmesbehov.

En övergångstid skulle ge den som ansöker om miljötillstånd möjlighet att utvärdera olika alternativ och välja det mest lämpliga tillvägagångssättet utan att verksamheten avbryts. Detta är viktigt, eftersom att även ett enda krematorium tas ur bruk kan öka transportavstånden, orsaka utmaningar i utrymmes användningen, minska kylförvaringskapaciteten och försvåra uppfyllandet av de anhörigas önskemål.

När det gäller värmeåtervinning och filtreringsalternativ vore det ändamålsenligt att ge tydlig vägledning och rekommendationer om olika lösningsmodeller. Samtidigt vore det användbart att harmonisera rapporteringspraxis, eftersom de årliga rapporterna i stort sett innehåller samma uppgifter. Införandet av en nationell rapporteringsmall skulle möjliggöra en enhetlig

presentation av utsläpp och de fastställda gränsvärdena.

Miljöministeriet bereder för närvarande ett lagstiftningsprojekt med målet att samordna handläggningen av tillstånd enligt de centrala miljölagarna till en enhetlig process. Genom reformen skulle till exempel tillstånd enligt miljöskyddslagen, vattenlagen och naturskyddslagen kunna behandlas samtidigt, vilket skulle leda till ett gemensamt beslut och en gemensam möjlighet till överklagande. Målsättningen är att den nya tillstånds- och tillsynsmyndigheten inleder sin verksamhet och att lagstiftningen träder i kraft den 1.1.2026 (Miljöministeriet, 2025).

Fördelarna med att centralisera tillståndprocesserna kan vara enhetligare beslut, förbättrad förutsägbarhet och kortare handläggningstider, särskilt i projekt som gäller den gröna omställningen. Möjliga utmaningar kan å andra sidan vara bristande lokalkännedom, risk för uppkomst av handläggningsköer om resurserna inte är tillräckliga samt minskad hörande av intressenter till följd av påskyndade förfaranden och avsaknad av lokala nätverk.

Behov av förändringar i investeringsstöden

De nuvarande stöden, såsom de energibesparings- och förnybar energi-investeringsstöd som beviljas av Arbets- och näringsministeriet (ANM) och Business Finland, är i princip öppna även för krematorieverksamhet. I praktiken har stöden dock riktats i begränsad omfattning. En central orsak är att stöden huvudsakligen inriktas på stora industriella projekt, där investeringskostnaderna ofta överstiger 5 miljoner euro. I dessa fall kan stöden i praktiken endast utnyttjas i lösningar som planerats för flera kremationsugnar (Arbets- och näringsministeriet, 2025).

Krematoriesektorns särskilda kännetecken är relativt lägre investeringskostnader och verksamhetens decentraliserade karaktär. Dessa uppfyller oftast inte kriterierna för de nuvarande stödprogrammen. Trots detta skulle till exempel investeringar i system för värmeåtervinning av rökgaser eller energieffektiva förb-

ränningsanläggningar kunna minska utsläppen avsevärt och förbättra energieffektiviteten. I ett riksomfattande perspektiv kunde effekten av dessa investeringar vara betydande, men i dagsläget faller de utanför stöden på grund av sin mindre skala.

Kvicksilverutsläpp och materialeffektivitet

Kvicksilver är typiskt en av de största orsakerna till krematorieverksamhetens miljöpåverkan, men utsläppen har varit i stadig nedgång. En granskning av de tillgängliga mätuppgifterna från och med 2006 visar att utsläppen per kremering tydligt har minskat i flera av de mätta objekten (tabell 19).

För att stödja granskningen av siffrorna kan en exponentiell trendtabell utarbetas, som visar en tydligt nedåtgående utveckling i utsläppsmängderna (figur 24). Om förändringen mellan åren 2019 och 2024 fortsätter enligt trendlinjen, uppskattas utsläppsmängden år 2024 till cirka 0,6 g kvicksilver per kremering (figur 25).

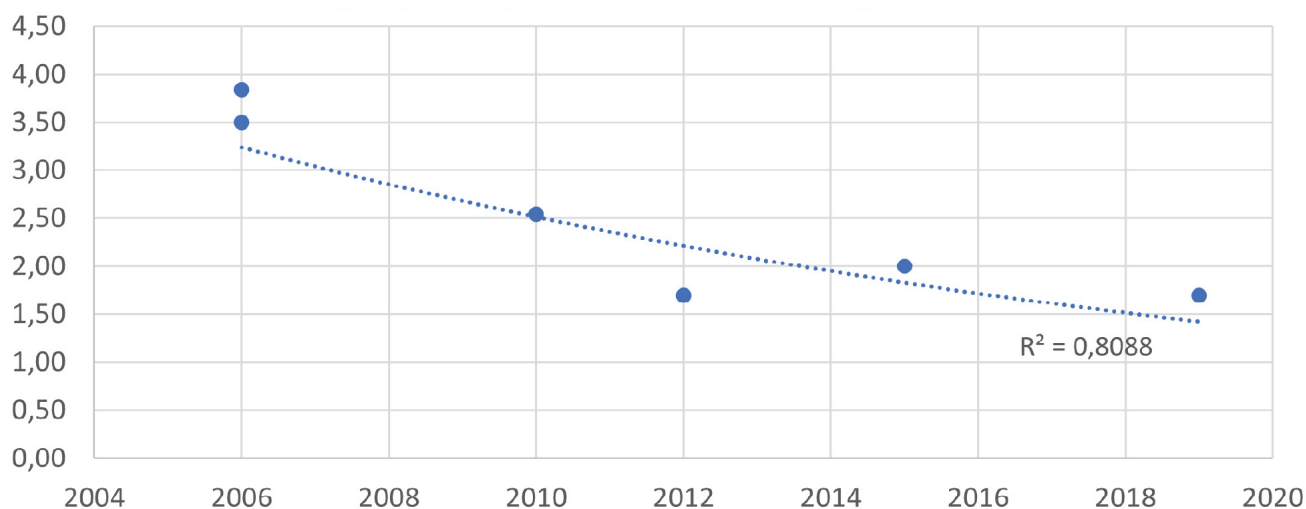
Prognosen visar att mängden till år 2029 skulle minska till cirka 0,2 gram. Om utvecklingen fortsätter på nuvarande nivå kan kvicksilverutsläppens relativa betydelse i framtiden minska, vilket särskilt beror på avlägsnandet av amalgamfyllningar och den minskade användningen av dem. Av denna orsak kan behovet av filteringslösningar enbart för att hantera kvicksilverutsläpp på längre sikt spela en mindre roll.

Ur ett materialeffektivitetsperspektiv riktas ett betydande fokus på insamling och återvinning av specialmetaller. I flera krematorier samlas exempelvis de specialmetaller som används i ledproteser in separat för återvinning, bland annat till Nederländerna, i stället för att blandas med det vanliga metallavfallet. Förfarandet förbättrar materialeffektiviteten eftersom det förhindrar sammanblandning av metallkvaliteter och minskar behovet av energikrävande separationsprocesser inom metallindustrin.

Tabell 19. Antal kremeringar samt kvicksilverutsläpp per kremering åren 2006–2019.

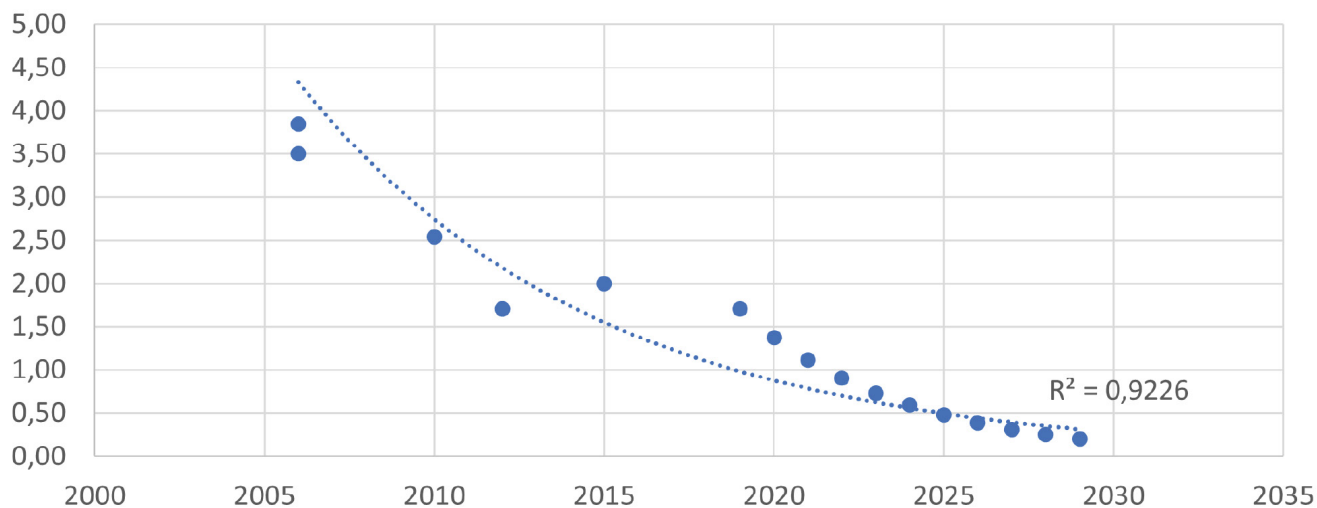
Krematorium	År	Kremeringar [st/v]	Kvicksilverutsläpp [kg/v]	Kvicksilverutsläpp [g/kremering]
Helsingfors, Sandudd	2006	1906	7,3	3,84
Helsingfors, Malm	2006	2000	7	3,50
Helsingfors, Malm och Sandudd	2010	5000	12,7	2,54
Tavastehus	2012	2000	3,4	1,70
Kangasala, Vatiala	2012	2000	3,4	1,70
Lahtis	2015	3000	6	2,00
Karleby	2019	1000	1,7	1,70
Totalt		16906	41,5	2,426

Utvecklingen av kvicksilverutsläpp per år [g/kremation]



Figur 22. Uppmätta data över kvicksilverutsläpp under åren 2006–2019.

Utvecklingen av kvicksilverutsläpp per år [g/kremation]



Figur 23. Exponentiell beräknad utveckling av kvicksilverutsläpp baserat på data från åren 2006–2019.

10. Hållbar utveckling

10.1 Rapportering om företagsansvar

Ett krematorium kan integrera hållbar utveckling och ansvarstagande både i den strategiska ledningen och i den dagliga verksamheten. Detta förutsätter uppföljning av indikatorer relaterade till miljö, sociala effekter och administration, fastställande av konkreta mål samt åtgärder för att minska miljöpåverkan och stärka ansvarstagandet. Ansvarsrapportering kan genomföras öppet och transparent gentemot intressenter, exempelvis som en hållbarhetsrapport i enlighet med VSME-standarden.

Internationella exempel visar att krematoriernas ansvarsrapportering lyfter fram samma delområden som i VSME-standarden (tabell 20). Rapportens innehåll kan exempelvis omfatta energieffektivitet, genomförda metoder för värmeåtervinning, främjande av den biologiska mångfalden på kyrkogårdar, utveckling av avfallsåtervinning samt hantering av luftutsläpp.

10.2 VSME

VSME (Voluntary Sustainability Reporting Standard for non-listed Micro-, Small- and Medium-Sized Enterprises) är en frivillig standard för hållbarhetsrapportering som har utvecklats av Europeiska rådgivande gruppen för finansiell rapportering (EFRAG, 2025). Standarden är särskilt riktad på små och medelstora företag, men dess principer och struktur kan även tillämpas av offentliga organisationer när de utvecklar sin egen hållbarhetsrapportering. Rapportering enligt VSME lämpar sig därmed också för krematorieverksamhet, eftersom den innehåller flera miljö-, sociala- och administrationsrelaterade hållbarhetsaspekter som är väsentliga för branschen.

VSME är indelad i en basmodul och en omfattande modul. Basmodulens informationsinnehåll kan kompletteras med branschspecifika hållbarhetsindikatorer. Eftersom VSME-rapportering endast har tillämpats sedan 2025 finns ännu inga rapporter tillgängliga som gäller krematorieverksamhet.

Tabell 20. Teman i krematoriets ansvarsrapport år 2022 (Horizon Cremation, 2023).

Miljö (Environmental)	Samhälle (Societal)	Administration (Governance)
Resurser • Energieanvändning • Vattenanvändning • Avfall och cirkulär ekonomi Klimatförändringar • Operativt Scope 1, 2 och 3 koldioxidavtryck • Förnybar energiproduktion Luftkvalitet • Minskning av Kvicksilverutsläpp • NOx-utsläpp • Miljöolyckor/tillbud Biologisk mångfald • Biodiversity Net Gain (BNG)	Personal • Hälsa och säkerhet • Etnicitet, mångfald och inklusion (EDI) • Utbildning • Personalenkät/tillfredsställelse Samhällen • Stödda välgörenhetsändamål • Donationer till välgörenhet • Samhällsengagemang	• Affärsetik och kravenlighet • Styrelsens sammansättning och arbete • Polycys • Åtal och rättsprocesser • ESG-rapportering

Ur ett miljöperspektiv kräver VSME bland annat rapportering om:

- utsläpp i luft, vatten och jordmån inom ramen för beviljade tillstånd
- energiförbrukning (förnybara och icke-förnybara energikällor)
- koldioxidavtryck (Scope 1-2)
- vattenförbrukning
- påverkan på biologisk mångfald (biodiversitetspåverkan)
- mängden farligt och icke-farligt avfall samt dess behandling.

Ur ett socialt ansvarsperspektiv rapporteras till exempel:

- antalet tillsvidareanställda och visstidsanställda samt könsfördelning
- arbetsolyckor och dödsolyckor
- arbetstagarnas lönenivå i förhållande till den nationella minimilönen
- andelen arbetstagare som omfattas av kollektivavtal
- antalet utbildningstimmar per år, specificerade efter kön.

När det gäller administrativt ansvar omfattar rapporteringen enligt VSME bland annat böter och sanktioner relaterade till korruption och mutor.

10.3 Kompensationssystem

Med kompensationssystem avses åtgärder som kan användas för att gottgöra de växthusgasutsläpp som uppstår vid kremering. För krematorieverksamhetens aktörer kan det rekommenderas att överväga kompensationsmöjligheter som en del av ansvars- och miljöstrategin. Kompensationen kan genomföras till exempel genom trädplanteringsprojekt eller andra åtgärder som syftar till att binda motsvarande mängd koldioxid från atmosfären som verksamheten ger upphov till.

Som exempel har krematoriet i Salisbury i Storbritannien beräknat att en enskild kremering orsakar cirka 160–190 kg koldioxidutsläpp.

Ett träd uppskattas binda omkring 167 kg koldioxid per år, vilket motsvarar utsläppen från en genomsnittlig kremering. Kostnaden för att plantera ett träd har uppskattats till cirka 100–200 £ (120–230 €), och krematoriets fastställda kompensationsavgift är 20 £ (25 €) per kremering (Salisbury City Council, 2022).

En liknande modell används av Clyde Coast & Garnock Valley Crematorium i Skottland (Death Care Industry, 2025). Kompensationen kan också ske på andra sätt, såsom genom användning av fossilfri el eller genom deltagande i inhemska kolsänkeprojekt. I Finland erbjuder till exempel istutapuita.fi och carboreal.fi tjänster där kompensationen kan dimensioneras utifrån utsläppsmängder eller användningsvolym, exempelvis genom att plantera ett träd för varje eller var tionde kremering (Istutapuita, 2025).

På de frivilliga koldioxidmarknaderna finns flera alternativ, såsom kolinlagrande odling inom jordbruket och olika kolsänkeprojekt. Miljöministeriets informationsservice om frivilliga koldioxidmarknader betonar vikten av noggrann insyn i projektens bakgrund, certifieringar och transparens. Även Statsrådets publicerade guide Främjande av frivilliga klimatåtgärder med klimatkvoter presenterar goda praxis och understryker betydelsen av tydliga enheter, begriplighet och öppenhet i verksamheten.

10.4 Helsingfors kyrkliga samfällighets mål för koldioxidneutralitet

Genomförandet av ett nytt koldioxidsnålt krematorium, där rökgasrening och värmeåtervinning ingår i processen, stöder Helsingfors kyrkliga samfällighets (HSRKY) mål om koldioxidneutralitet i hög grad. Enligt utsläppsberäkningen för år 2023 stod uppvärmningen för 31 % av HSRKY:s totala utsläpp, varav krematoriernas oljeanvändning utgjorde cirka 4 % (Hienonen, Mitä tiekartta kertoo meille? Kirkon hiileneutraaliustiekartasta seurakunnan tiekarttaan, 2025). Moderniseringen riktas således mot två

betydande utsläppskällor: bränslen och fastighetsuppvärmning.

Värmeåtervinning från rökgaserna möjliggör återanvändning av spillvärme. Under en kremationsprocess kan i genomsnitt cirka 170 kWh värmeenergi återvinnas, och systemets toppeffekt kan uppgå till 400 kW. Den återvunna värmen kan användas i krematoriets egna lokaler, ledas till andra byggnader i området eller anslutas till samfällighetens bredare värmenät. På detta sätt kan behovet av köpt uppvärmningsenergi och de tillhörande indirekta Scope 2-utsläppen minskas.

Krematoriets värme kan ersätta mer utsläpsintensiva energiformer, såsom fossilbaserad fjärrvärme eller oljeuppvärmning. Detta ger en beräknad nyttoreduktion av utsläpp, det vill säga ett koldioxidhandavtryck. Lösningen fungerar också som en pilot i kyrkans bredare klimatarbete och visar på möjligheterna att uppnå utsläppsminskningar med hjälp av teknik.

Sammanfattningsvis minskar det nya koldioxidsnåla krematoriet sitt eget koldioxidavtryck och ökar sitt koldioxidhandavtryck, samtidigt som det stöder HSRKY:s utsläppsminskningsmål och genomförandet av klimatstrategin.

11. Sammanfattning och slutsatser

I den finländska begravningskulturen har kremation etablerat sig som den vanligaste begravningsformen. Antalet kremationer har tredubblats under de senaste tre decennier, och år 2024 kremerades redan över 65 % av de avlidna. Samtidigt ökar andelen personer som inte tillhör något religiöst samfund, vilket skapar efterfrågan på konfessionsfria begravningstjänster. Denna utveckling innebär att varje nytt eller grundrenoverat krematorium bör dimensioneras för minst 20–30 % högre kapacitet än i nuläget för att på lång sikt motsvara det växande behovet.

Den teknisk-ekonomiska jämförelsen visar att en eldriven kremationsugn är det mest utsläppsnåla och livscykelkostnadsmässigt fördelaktiga alternativet bland de tillgängliga lösningarna. Med användning av förnybar el blir de fossila CO₂-utsläppen i praktiken noll, energiförbrukningen är lägre än i ugnar som kräver förbränningsluft, och ingen logistik för bränslet behövs. Även om anskaffningspriset är något högre än för gas- och oljealternativen, visar livscykelberäkningarna på tiotals procent i besparingar när det gäller drift- och utsläppskompensationskostnader.

Kylning av rökgaserna och värmeåtervinning (LTO) är nödvändiga både ur miljö- och ekonomisynpunkt. Värmen kan användas för att värma fastigheten eller ledas till fjärrvärmenätet, vilket ger direkta kostnadsbesparingar och ett positivt koldioxidhandavtryck. Detta stöder även Kyrkans mål om koldioxidneutralitet 2030.

När det gäller utsläppskontroll kräver bästa tillgängliga teknik (BAT) efter rök-gaskylning cyklonavskiljning, aktivkoladsorption och tygfiltrering. Med denna konfiguration underskrider gränsvärdena för partiklar, kvicksilver, CO och NO_x tydligt. Med elugn är utsläppen i genomsnitt endast en tiondel jämfört med traditionella bränslealternativ.

Lönsamheten baseras på utnyttjandet av spillvärme. Återbetalningstiden för värmeåtervinning är under tio år om värmen leds till försäljning eller används för egen uppvärmning; utan nyttiggörande blir investeringen en kostnad. En ORC-turbin kan vara ett alternativ för att omvandla ett värmefflöde på 200–400 kW till 20–30 kWe el, men kräver ytterligare utredningar.

Tvåskiftsarbete effektiviserar ugnarnas användning, minskar energiförbrukningen och reducerar särskilt de fossila bränslenas utsläpp. I eldrivna alternativ är utsläppsminskningarna särskilt betydande, och användning av grön el kan helt eliminera de fossila utsläppen från elförbrukningen.

Den nuvarande lagstiftningen tillåter inte vattenkremation eller kompostering, men det är skäl att förbereda sig för eventuella pilotprojekt. Om elanslutning eller tillräcklig effekt (≥ 400 kW) inte finns tillgänglig är biometan ett rekommenderat mellanalternativ.

Energiprisernas volatilitet, eventuella skärpningar av EU:s utsläppsgränser samt minskningen av kvicksilverfyllningar skapar osäkerhet, vilket gör att scenarie- och känslighetsanalyser för bränsle- och elpriser samt lagändringar bör ingå i det egentliga projektplaneringsarbetet.

Slutligen bör införandet av en ny anläggning inkludera ett realtidsbaserat SCADA-övervakningssystem som mäter energiförbrukning och utsläpp för varje ugn. På så sätt kan verksamheten optimeras faktabaserat och rapporteras öppet. Sammanfattningsvis: en eldriven ugn i kombination med BAT-nivåns värmeåtervinning och rökgasrening motsvarar bäst de tekniska, ekonomiska och klimatomfattiga målen, och planeringen bör inledas med beaktande av skalbar kapacitet och beredskap för framtida lagändringar.

11.2 Rekommendationer för anskaffning av ett koldioxidsnålt krematorium

Det primära alternativet som rekommenderas är en eldriven ugn baserad på BAT-teknologi, som ger de lägsta livscykelutsläppen och är mest energieffektiv. Användningen av förnybar el och tillräcklig anslutningseffekt (≥ 400 kW) bör säkerställas redan i anbudsfasen, och elavtalets koldioxidneutralitet är en central förutsättning.

Kylning av rökgaserna och värmeåtervinning ska integreras i systemet med en verkningsgrad på minst 85 % och dimensioneras för ett värmefflöde på cirka 170 kWh per avliden. Kapaciteten ska vara modulär (20–30 % expansionsmarginal) både för ugnarna och för kyl- och LTO-lösningarna. Reningskedjan ska hålla BAT-nivå (cyklon + aktivt kol + tygfilter), vilket gör att gränsvärdena för damm-, kvicksilver- och NO₂-utsläpp underskrids tydligt.

För att utnyttja spillvärmen ska en separat plan upprättas, där möjliga användningsområden är fastighetens egen uppvärmning, fjärrvärmenätet eller ORC-elproduktion. För att öka driftsäkerheten kan en option för biometananvändning inkluderas, vilket möjliggör eliminering av fossila utsläpp även vid begränsad tillgång till el.

Vid anbudsutvärdering kan ett koldioxidhandavtryckskriterium användas, som poängsätter lösningarna utifrån den nettopåverkan på ut-

läppsminskning de ger. SCADA-baserad realtidsövervakning av energi- och utsläppsvärden per ugn stöder optimering av verksamheten och transparent rapportering.

För att beakta förändringar i energipriser och reglering krävs känslighets- och scenarioanalyser. Avtalen bör innehålla indexklausuler och möjlighet till prisjusteringar för tjänster. Ett långsiktigt underhålls- och filterbytesavtal bör konkurrensutsättas, eftersom filtren i rökgasanläggningar typiskt byts ut ungefär vart tionde år.

Att inkludera dessa rekommendationer i anbudsförfrågan säkerställer att det nya krematoriet uppfyller klimat- och ekonomikraven samt behåller flexibiliteten för framtida teknologiers införande.

11.3 Strategiska riktlinjer och framtidsutsikter

Ett nytt lågolskrematorium stöder Helsingfors kyrkliga samfällighets klimatmål på två sätt: det minskar sitt eget koldioxidavtryck genom att använda el och renare bränslen samt ökar sitt koldioxidhandavtryck genom att ta tillvara värmen från rökgaserna, vilken kan ersätta mer utsläppsintensiv uppvärmningsenergi. Projektet minskar samfällighetens värmebaserade utsläpp avsevärt och fungerar som ett pilotobjekt för kyrkans klimatarbete samt för att uppnå målen i Koldioxidneutral kyrka 2030.

12. Utnyttjande av slutrapporten

Helsingfors kyrkliga samfällighets projekt

Utredningen har i första hand tagits fram som stöd för Helsingfors kyrkliga samfällighets beslutsfattande och projektplanering. På basis av den kan de tekniska kraven, miljömålen och bedömningskriterierna utifrån livscykelkostnader för det nya krematoriet fastställas. De rättsliga och administrativa analyserna säkerställer att lösningarna uppfyller både funktionella och regleringsmässiga förutsättningar. Rapporten fungerar samtidigt som ett projektledningsverktyg vid förberedelsen och upphandlingen av projektet.

Finlands församlingar

Rapporten erbjuder en praktisk handbok för församlingar som planerar nya investeringar eller teknologiska uppgraderingar av befintliga anläggningar. Den tekniska jämförelsen, utsläppsberäkningarna och de ekonomiska bedömningarna kan direkt tillämpas även i planeringen inom andra större kyrkliga samfälligheter. Rapportens innehåll kan användas i strategiskt beslutsfattande samt vid utarbetandet av nationella riktlinjer, till exempel i frågor som gäller energilösningar eller branschrekommendationer.

Byggnadsbranschens läroanstalter

Rapportens tekniska och miljöbetonade innehåll lämpar sig för undervisning inom utbildningsprogram för byggnads-, energi- och miljöteknologi. Den erbjuder ett exempel på hur traditionell infrastruktur kan utvecklas med fokus på låga koldioxidutsläpp och visar hur klimat- och lagstiftningsmål kan integreras i offentliga byggnadsprojekt.

Nationellt och nordiskt samarbete

Utredningen publiceras också på finska och dess sammanfattning på engelska, vilket möjliggör att den kan utnyttjas i internationellt, särskilt nordiskt samarbete. I Finland, Sverige och andra nordiska länder förs en liknande diskussion om förändringar i begravningskulturen och klimatmålen. Rapporten erbjuder en jämförelsegrund för nationell lagstiftning, miljöreglering och energinfrastruktur, och den kan fungera som ett diskussionsunderlag i samarbetsnätverk eller som bakgrundsmaterial i gemensamma projekt och EU-finansierade satsningar som syftar till koldioxidsnåla lösningar inom samhällsbyggandet.

13. Bilagor

13.1 Sammandrag av enkätundersökningens svar

I bilagorna 1–3 presenteras de centrala frågorna och de erhållna svaren från den enkätundersökning som sammanställts av Macon Oy. Svaren har grupperats separat för olje- och gaseldade krematorier för att resultaten ska vara jämförbara. Frågor som inte besvarats eller där information saknas har utelämnats ur sammanfattningen.

I bilaga 4 presenteras ett exempel på ett likvärdighetsintyg utarbetat av DFW, leverantör av eldrivna kremationsugnar. Dokumentet kan vara nödvändigt att visa för miljömyndigheter eftersom temperaturfördelningen i elugnar skiljer sig från traditionella bränsleeldade lösningar. I elugnar finns de varmaste punkterna i närheten av elmotstånden och inte i ugnens mittparti, som i bränsleeldade ugnar. Om temperaturmätningen görs i ugnens centrum kan resultatet därför vara lägre, även om ugnens totala temperatur uppfyller kraven.

14. Tack och utredningens författare

14.1 Samarbetspartners och experter

Denna utredning har utarbetats i nära samarbete med flera experter, myndigheter och intressenter. Helsingfors kyrkliga samfällighet tackar alla de personer och organisationer som deltagit i datainsamlingen, intervjuerna, kommenteringen och utvärderingen.

Ett särskilt tack riktas till:

- Kyrkostyrelsen för expertstöd och nationellt perspektiv
- Finlands Krematoriestiftelse för att ha delat branschkunskap och diskuterat praktiska utmaningar
- Miljöministeriet, som har finansierat utredningen som en del av programmet för en koldioxidsnål byggd miljö med EU:s återhämtningsmedel (RRF)
- Teknologileverantörer och planeringsbyråer som delade information om sina lösningar och deras lämplighet för finländska förhållanden
- Experter inom krematorieverksamhet och miljötillståndsmyndigheter som bidrog till att strukturera regelverkets perspektiv i praktiken

Vi tackar även församlingars och krematoriers anställda samt experter från olika delar av landet som deltog i enkäter eller delade med sig av information och erfarenheter från sina krematorieprocesser.

14.2 Presentation av konsultgruppen

Utredningen har genomförts av en expertkonsortie som har omfattat följande organisationer och ansvarspersoner:

Macon Oy

- Mikko Ahokas – projektledare
- Aleksi Rautavuori – genomförande av krematorie-enkäten
- Jussi Järvenpää – livscykelberäkningar, LTO-, ORC- och rökgasreningsteknologier samt användning av förnybar energi
- Joni Saviniemi – miljö- och utsläppsberäkningar, ugnsteknologier och miljötillståndskrav
- Saana Simula – lagstiftning och delar relaterade till bolagisering
- Johanna Alakerttula – ansvar och hållbarhetsperspektiv
- Heidi Happonen – nya begravningsmetoder samt kulturella och sociala perspektiv

KPF Oy

- Eelis Pauku – juridisk och administrativ del

Konsultgruppen arbetade i nära samarbete med Helsingfors kyrkliga samfällighets projektgrupp för att säkerställa utredningens omfattning, kvalitet och praktiska användbarhet. Arbetet omfattade expertintervjuer, informationsinhämtning, modellering av tekniska alternativ, utsläppsberäkningar samt rapportskrivning. Gruppens kontaktuppgifter publiceras i samband med rapportens publicering.

15. Publikationsuppgifter och vidare användning

15.1 Rapportens språkversioner och publicering

Denna rapport har utarbetats på finska och svenska. Den publiceras i PDF-format på Helsingfors kyrkliga samfällighets webbplats samt via kommunikationskanalerna för programmet för en koldioxidsnålt byggd miljö (YM). Av rapporten utarbetas en förkortad engelskspråkig sammanfattning för internationell kommunikation och expertutbyte. Den citerbara versionen av rapporten innehåller ISBN- och URN-identifierare och arkiveras som en del av Helsingfors kyrkliga samfällighets officiella dokumentation.

15.2 Information och distributionskanaler

RI samband med publiceringen av rapporten genomförs riktad kommunikation till målgrupperna, såsom:

- Elektronisk distribution till nätverk av församlingar, krematoriestiftelser och myndigheter
- Meddelande via Kyrkans kommunikationskanaler och branschens facktidsskrifter
- Offentlig publicering på miljöministeriets programsida och eventuellt i miljörelaterade medier

Målet är att säkerställa att rapporten når så brett som möjligt de aktörer som kan använda dess resultat i beslutsfattande eller i utvecklingen av branschen.

15.3 Webinarier och informationstillfällen

I samband med eller efter publiceringen av rapporten kommer ett eller flera webinarier att anordnas där de viktigaste resultaten och rekommendationerna presenteras. Webinarierna är öppna för alla intresserade, och särskilt församlingar, branschprofessionella, studenter och myndighetsrepresentanter bjuds in. Webinarierna annonseras separat via Helsingfors kyrkliga samfällighets och Kyrkostyrelsens kommunikationskanaler.

Vid behov ordnas även separata expertmöten, till exempel för teknologi- och planeringsbyråer eller för tjänstemän inom miljöförvaltningen, ifall rapportens resultat kräver en mer detaljerad tolkning i projektspecifika tillämpningar.

Källor

- Alakangas, E.;Hurskainen, M.;Laatikainen-Luntama, J.;& Korhonen, J. (2016). *Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia*. Jyväskylä: VTT.
- Arbets- och näringsministeriet. (03. 05. 2025). *Työ- ja elinkeinoministeriö*. Hämtad från: <https://tem.fi/energia-ja-investointituet>
- ATI Industries. (2025). Cremation line description.
- Beck, C. J. (2024). Die Reerdigung – Eine neue Bestattungsform aus forensischer Sicht. *Archiv für Kriminologie*, 1-13.
- Begravningsverksamhetens Centralförbund i Finland rf. (06. 01. 2025). *Arkkujen ja uurnien laatusuosituksset*. Hämtad från: <https://shk.fi/doc/arkkujen-ja-uurnien-laatusuosituksset.docx>
- Begravningsverksamhetens Centralförbund i Finland rf (2025). *Tuhkaustilasto 2024 seurakunnat*. Heinola: Suomen hautaus-toiminnan keskusliitto ry.
- Carubia, J. (2013). Sustainable End-of-Life Arrangements: An overview. *Proceedings of the National Conference on Undergraduate Research (NCUR)*. University of Wisconsin La Crosse.
- Cassidy, L. (10. 3 2025). Recompose Ltd. edustaja. (H. Happonen, Haastattelija)
- Clifton Scannell Emerson Associates. (2018). *Report for Dun Laoghaire Rathdown County Council on Water Cremation/ Resomation*. Dublin: Clifton Scannell Emerson Associates Ltd.
- Crematech. (2025). *Cremation Equipment*. Hämtad från : <https://www.crematech.nl/crematech-cremators/?lang=en>
- Cryomation Ltd. (2025). *Cryomation: The sustainable alternative to burial and cremation*. Hämtad från: <http://cryomation.co.uk/cryomation/>
- Death Care Industry. (13. 05. 2025). *Award winning Scottish crematorium sets out on a green mission to offset its LPG usage*. Hämtad från: <https://deathcareindustry.com/award-winning-scottish-crematorium-sets-out-on-a-green-mission-to-offset-its-lpg-usage/>
- DFW Europe. (29. 01. 2025). *Cremation Equipment & Crematory Products*. Hämtad från : <https://dfweurope.com/>
- Do, E. (2024). Human composting as an option for final disposition: Public health considerations in light of the COVID-19 pandemic and its implications on the human composting movement. *Houston Journal of Health Law & Policy*, 1-34.
- EFFS. (2007). *The cross-border transport of bodies within the European Union*. Hämtad från: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/117-private-act.pdf>
- EFrag. (2025). *Voluntary reporting standard for SMEs*. Noudettu 16. 05. 2025 Hämtad från: <https://www.efrag.org/en/projects/voluntary-reporting-standard-for-smes-vsme/concluded>
- Energimyndigheten. (2023). *Energiavirasto*. Hämtad från: <https://energiavirasto.fi/documents/11120570/13026619/Kaasun+toimitusvarmuus+vuonna+2023.pdf>
- Energy Education. (06. 12. 2025). *Organic Rankine cycle*. Hämtad från: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Organic_Rankine_cycle?utm_source=chatgpt.com
- Esbo stads miljönämnd. (2015). *Ympäristölupapäätös Dnro 5151/11.01.00/2014*. Espoo: Espoon kaupunki, ympäristölautakunta.
- Europaparlamentet och rådet. (2010). Direktiivi 2010/75/EU teollisuuden päästöistä. Hämtad från: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0075>
- Europaparlamentet och rådet. (19. 06. 2024). Asetus 2024/1849 Euroopan

- parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2017/852 muuttamisesta elohopean osalta. Hämtad från: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1849>
- European Commission. (2023). Commission Staff Working Document – Impact Assessment Report: Accompanying the document Proposal for a Regulation of the European Parliament and the Council amending Regulation (EU) 2017/852 on mercury as regards dental amalgam and other mercury-added products. Hämtad från: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023SC0170>
- European Crematoria Network. (30. 05. 2008). Manifesto: Cremation and respect for the environment – The recommendations of crematorium managers brought to the attention of regional, national and European authorities.
- Evangelisk-lutherska kyrkan i Finland (2023). *Kirkkojärjestys (KJ 2:20 §)*.
- Evangelisk-lutherska kyrkan i Finland (2023). *Kirkon tilastot*. Hämtad från: <https://www.kirkontilastot.fi/viz.php?id=268>
- Fingrid. (2025). *Fingrid*. Hämtad från: <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>
- Finlex. (16. 12. 1994). *Hälsoskydds-förordning 1280/1994*. Hämtad från: <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/1994/1280>
- Finlex. (19. 03. 1999). *Lag om borgen och tredjemanspant 361/1999*. Hämtad från: <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/1999/361>
- Finlex. (16. 03. 2001). *Företags- och organisationsdatalog 244/2001*. Hämtad från: <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2001/244>
- Finlex. (13. 06. 2003). *Begravningslag 457/2003*. Noudettu osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2003/457>
- Finlex. (21. 07. 2006). *Aktiebolagslag 624/2006*. Hämtad från: <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2006/624>
- Finlex. (21. 06. 2011). *Avfallslag 646/2011*. Hämtad från: <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2011/646>
- Finlex. (23. 04. 2012). *Statsrådets förordning om avfall 179/2012*. Hämtad från: <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2012/179>
- Finlex. (27. 04. 2014). *Miljöskyddslag 527/2014*. Hämtad från: <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2014/527>
- Finlex. (23. 11. 2021). *Statsrådets förordning om avfall 978/2021*. Hämtad från: <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2021/978>
- Finlex. (10. 06. 2022). *Klimatlag 423/2022*. Hämtad från: <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2022/423>
- Gasum. (2025). *Miten biokaasua tuotetaan*. Hämtad från: <https://www.gasum.com/fi/gasum/tuotteet-ja-palvelut/biokaasu-ja-nesteytetty-biokaasu-lbg/miten-biokaasua-tuotetaan/>
- Grundlagsutskottet (2002). Grundlagsutskottets utlåtande om regeringens proposition till begravningslag 71/2002 rd.
- Harvey, T. (2023). Ashes to Ashes: The Transformation of Cremation and Its Cultural Meanings. *Mortality*, 437-455.
- Hausjärvi miljönämnd (2017). Miljötillstånd, Hyvinge församlings krematorium. Hausjärvi kommun.
- Health Council of the Netherlands. (2020). *The admissibility of new techniques of disposing of the dead*. The Hague: Health Council of the Netherlands.
- Heikkilä, L. (2018). *Kymen krematorion lämmöntalteenoton suunnittelu*. (Sydöstra Finlands yrkeshögskola), Utbildning i energiteknik. XAMK.
- Heinicke GmbH. (2025). Hämtad från: <https://www.heinicke.com/>

ps://www.heinicke-gmbh.de

Helsingfors stads miljönämnd (2006). Miljö-
tillstånd: Malms krematorium. Helsing-
fors: Helsingfors kyrkliga samfällighet.

Helsingfors stads miljönämnd (2010). Ymk
2010-2757. Helsingfors: Helsingfors
miljönämnd.

Helsingforskommissionen (2008). Helsing-
forskommissionens rekommendation
29/1. Hämtad från HELCOM RECOM-
MENDATION 29/1: [https://helcom.fi/
wp-content/uploads/2019/06/Rec-29-
1.pdf](https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/06/Rec-29-1.pdf)

HHC earth. (12. 08. 2024). *HHC*. Hämtad
från: [https://www.hhc.earth/knowled-
ge-base/client-case-dela-a-comparative-
lca-study-on-various-methods-of-the-
disposal-of-human-bodies](https://www.hhc.earth/knowledge-base/client-case-dela-a-comparative-lca-study-on-various-methods-of-the-disposal-of-human-bodies)

Hienonen, E. (04. 02. 2025). *Mitä tiekartta
kertoo meille? Kirkon hiilineutraa-
liustiekartasta seurakunnan tiekart-
taan*. Hämtad från: [https://evl.fi/plus/
wp-content/uploads/sites/3/2025/02/
Elina-Hienonen-tiekarttatyopa-
ja-0402-2025.pdf](https://evl.fi/plus/wp-content/uploads/sites/3/2025/02/Elina-Hienonen-tiekarttatyopa-ja-0402-2025.pdf)

Hienonen, E.; & Kylmäkoski, T. (21. 01.
2025). Styrgruppsmöte. (S. Joni, M. R.
Ahokas & J. Järvenpää, Haastattelijat)

Horizon Cremation. (2023). Environme-
ntal, Social and Governance (ESG)
Report 2022. Hämtad från: [https://
horizoncremation.co.uk/wp-content/
uploads/2023/05/Horizon_ESG_2022_
v1.0_22052023.pdf](https://horizoncremation.co.uk/wp-content/uploads/2023/05/Horizon_ESG_2022_v1.0_22052023.pdf)

Häkkilä, R. (2023). *Krematorion lämpö-
energian hyödyntäminen rakennuksen
lämmitysjärjestelmissä*. Oulun ammat-
tikorkeakoulu, Talotekniikan tutkin-
to-ohjelma. Oulu: OAMK. doi: [https://
urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202303274183](https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202303274183)

IFZW International. (5 2025). *IFZW Interna-
tional*. Hämtad från: [https://www.ifzw.
de/en/](https://www.ifzw.de/en/)

Imatra stads miljö- och byggnadstillsyn
(2002). Imatra församlings miljötillstå-
ndsansökan för krematorium. Imatra:

Imatra stad.

Istutapuita. (13. 5 2025). *istutapuita.fi*. Hämt-
ad från: <https://istutapuita.fi/>

Judiska Församlingen i Helsingfors. (2025).
Hämtad från: [https://jchelsinki.fi/
juutalaisuus/elamankaari/#:~:text=-
Juutalainen%20haudataan%20yksinker-
taisessa%20arkussa%20ja,Israelissa%20
haudataan%20ilman%20arkkua](https://jchelsinki.fi/juutalaisuus/elamankaari/#:~:text=-Juutalainen%20haudataan%20yksinker-taisessa%20arkussa%20ja,Israelissa%20haudataan%20ilman%20arkkua)

Kajana miljötekniska nämndens tillstånd-
ssektion (2018). Beslut om Kajana
församlings miljötillståndsansökan.
Kajana: Kajana stad.

Kangasala kommun, byggnads- och miljö-
nämnden (2012). Miljötillståndsansö-
kan, krematorium. Kangasala: Kangasa-
la kommun.

Keijzer, E. (2015). *The environmental im-
pact of activities after life: life cycle*.
Springer. doi: 10.1007/s11367-016-
1183-9

Kivimaa, P. (29. 01. 2025). Kistornas sam-
mansättning. (J. Saviniemi, Intervjuare)

Karleby stads byggnads- och miljönämnd
(2019). Miljötillstånd (MIL 27 §)/ Kre-
matorium, Karleby kyrkliga samfällig-
het. Karleby: Karleby stads byggnads-
och miljönämnd.

Korkiakangas, J. (04. 02. 2025). Intervju
med chefen för begravningsväsendet.
(H. Happonen, Intervjuare) Karleby.

Korpela, S. (30. 10. 2015). *Kirkko & kau-
punkki*. Hämtad från: [https://www.
kirkkojakaupunki.fi/-/kukin-kulttuu-
ri-hautaa-omalla-tavalla-1](https://www.kirkkojakaupunki.fi/-/kukin-kulttuuri-hautaa-omalla-tavalla-1)

Kuopion kaupungin alueellinen ympäristön-
suojaus. (2021). *Päätös ympäristöluvan
muutoksesta*. Kuopio: Kuopion kau-
punkki.

Kuopio stads regionala miljöskydd (2021).
Beslut om ändring av miljötillstånd.
Kuopio: Kuopio stad.

Kuronen, M. (2019). *Funeral Service De-
velopment for Needs in the Near Fu-
ture: Utilizing Design Thinking and a
Future-oriented Approach in the De-*

velopment of Finnish Funeral-related Services and Business. Yrkeshögskolan Novia.

- Kuronen, M. (2022). *Systemic Design Approach to the Finnish Funeral Ecosystem.* Lapin yliopisto.
- Lagoeiro, H.; Davies, G.; Solman, N.; Elmes, D.; & Maidment, G. (01. 10 2024). *The potential of crematoria as a recoverable waste heat resource for district heating in the UK.* doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.132886>
- Lahtis stad. (2022). *Lahdessa jälleen innovatiivinen kiertotalousratkaisu – Hartwall korvaa maakaasun biokaasulla.* Hämtad från: <https://www.lahti.fi/uutiset/lahdessa-jalleen-innovatiivinen-kier-totalousratkaisu-hartwall-korvaa-maakaasun-biokaasulla/>
- Lahtis stad (12. 06. 2025). *Hiilineutraali Lahti.* Hämtad från Lahtis: Hämtad från: <https://www.lahti.fi/kaupunki-ja-paatoksenteko/ymparistokaupunki/hiilineutraali-lahti/>
- Lahtisregionens miljönämnd (2015). *Miljötillstånd Levo krematorium.* Lahtis: Lahtis stad.
- Law commission. (2025). *New funerary methods.* Hämtad från: <https://lawcom.gov.uk/project/new-funerary-methods/>
- Lee, K.-H.; Huang, C.-C.; Chuang, S.; Huang, C.-T.; Tsai, W.-H.; & Hsieh, C.-L. (16. 02. 2022). *Energy Saving and Carbon Neutrality in the Funeral Industry.* Hämtad från: <https://doi.org/10.3390/en1504145>
- Lehtinen, M. (2016). *Nesteytettyä maakaasua polttoaineena käytävien alusten turvallisuus.* Kotka: KYAMK.
- Lehto, R. (2024). *HonkAnsökan om miljötillstånd för Honkanummi krematorium.* Vanda: RFV.
- Luuru, A. (05. 2021). *Biokaasun tuotannon mahdollisuudet Hailuodossa.*
- Macon Oy. (03. 2025). *Enkätundersökning för Finlands krematorier.*
- Medborgarinitiativ (18. 10. 2024). *Medborgarinitiativ.* Hämtad från: <https://www.kansalaisaloite.fi/fi/aloite/14246>
- Miljöministeriet (30. 04. 2025). *Ympäristöministeriö (Miljöministeriet).* Hämtad från: <https://ym.fi/-/ymparistoasioiden-kasittelya-ja-lupamenettelyja-sujuvoittava-yhden-luukun-malli-etenee-eduskuntaan>
- Montse, M.; & Domingo, J. L. (01. 2010). *Science Direct.* Hämtad från: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160412009002050?via%3Dihub>
- Motiva Oy. (2013). *Biokaasun tuotanto maatilalla.* Helsinki: Motiva Oy.
- Motiva Oy. (2018). *Biokaasun energiatehokkaat käyttöratkaisut.* Motiva.
- Mykkänen, K.; & Toikka, T. (21. 9 2023). *Valtioneuvoston U-kirjelmä.* Helsinki: Eduskunta.
- National Agricultural Biosecurity Center. (2004). *Carcass Disposal: A Comprehensive Review.* Manhattan, KS: Kansas State University.
- Neste Oyj. (2025). *Neste polttoöljyt 2025.*
- NSW Government. (2024). *Crematoria emissions guidance note.* NSW Government.
- Justitieministeriet. (2014). *Lainkirjoittajan opas.* Hämtad från: <https://lainkirjoittaja.finlex.fi/>
- Olofsson, P. (31. 1 2022). *Energi&miljö.* Hämtad från: <https://www.energi-miljose/doda-stockholm-mare-blir-fjarrvarme/>
- ortodoksi.net. (2025). *Kuoleman kohdatsa.* Hämtad från: https://www.ortodoksi.net/index.php/Kuoleman_kohdatessa
- OSPAR Commission. (2003). *Mercury emissions from crematoria and their control in the OSPAR Convention Area.* OSPAR Commission.
- Oster, L. (27. 07. 2022). *Smithsonian Magazine.* Hämtad från: <https://>

- www.smithsonianmag.com/innovation/could-water-cremation-become-the-new-american-way-of-death-180980479/
- Outi Aitto-Oja, E. N. (07. 04. 2025). Krematorium päästömittaukset. (J. Järvenpää, Haastattelija)
- Palo, H. (07. 02. 2025). *Ohjausryhmäpalaveri*.
- Penttinen, J.-P. (04. 2025). Lahden krematorio. (J. Järvenpää, Haastattelija)
- Pohl, E. (2023). *Är kompostering ett miljövänligt begravningskick?*. SKKF.
- Promessa Organic AB. (2025). *Promessa – The ecological burial method*. Hämtad från: <https://promessa.se/>
- Pöyry Oy. (18. 09. 2009). *Malmin krematorio- uunin savukaasupäästöjen mittaukset*. Noudettu osoitteesta Mittausraportti, Helsingin seurakuntayhtymä.
- Quoilin, S. V. (06. 2013). Techno-economic survey of Organic Rankine Cycle (ORC) systems.
- Rebay-Salisbury, K. (2012). Inhumation and cremation: how burial practices are linked to beliefs. Teoksessa M. S.-S. (toim.), *Embodied knowledge: historical perspectives on belief and technology* (ss. 15-26). Oxford: Oxbow Books.
- Recompose. (2025). *The Recompose Land Program*. Hämtad från: <https://recompose.life/our-model/land-program/>
- Recompose. (2025). *What happens to bones and teeth during human composting?* Hämtad från: <https://recompose.life/faqs/what-happens-to-bones-and-teeth-during-human-composting/>
- Rimpiläinen, N. (2024). *Luonnonläheiset hautaustavat*. Tavastlands yrkeshögskola HAMK.
- Robinson, G. M. (2021). Dying to Go Green: The Introduction of Resomation in the United Kingdom. *Religions*.
- Rovaniemi stad, miljönämnden (2019). Beslut om miljötillståndsansökan för Rovaniemi församlings krematorium. Rovaniemi: Rovaniemi stad.
- Salisbury City Council. (05. 06. 2022). *Carbon Offsetting – Salisbury Crematorium*. Hämtad från: https://salisburycitycouncil.gov.uk/wp-content/uploads/2023/01/DOC86536_Carbon_Offsetting_Salisbury_Crematorium.pdf
- Samlingspartiets Ungdomsorganisation (1. 06. 2022). Initiativ om begravning av människokroppar med komposteringsmetod. Kalajoki.
- Satakunnan Kansa. (21. 03. 2025). *Porin Metsähautausmaan krematorium uusi uuni jäi ilman takuuta ja huoltosopimusta – Tästä on kyse*. Hämtad från: <https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/art-2000011114850.html>
- Scarre, G. (2025). Alkaline hydrolysis and respect for the dead: an ethical critique. *Mortality*, 273–286.
- Seppälä, O. (13. 3 2012). *Kotimaa*. Hämtad från: <https://www.kotimaa.fi/tuhkana-tuuleen-2/>
- Sinclair-Lappi, S. (28. 03. 2023). Hämtad från: <https://app.slidebean.com/sbp/qo3vz0akzh/Ekologinen-vesituhkaus>
- Sinclair-Lappi, S. (26. 02. 2025). (H. Happonen, Haastattelija)
- Skövde Kommun. (2025). *Nytt krematorium med ”himmelsljus” byggs i Södra Ryd*. Hämtad från: <https://skovdevaxer.se/nytt-krematorium-med-himmelsljus-byggs-i-sodra-ryd/>
- Slominski, E. (2023). Life of the death system: shifting regimes, evolving practices, and the rise of eco-funerals. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 1-17.
- Sorri, P. (03. 2025). Turun krematorio. (J. Järvenpää, Haastattelija)
- ST1. (2025). *Lämmitysöljyt*. Hämtad från: <https://st1.fi/yksityisille/tuotteet/lammitysoljy>
- ST1. (2025). *Nestemäiset biopolttoaineet: Kestävä energiaratkaisu*. Hämtad från:

<https://st1.fi/tietoa-meista/vastuullisuus/energiasiirtyma/nestemaiset-bio-polttoaineet>

Suomen ympäristökeskus ja kirkon Hiilineutraali kirkko 2030 -kärkihankkeen työryhmä. (13. 06. 2025). *Hiilineutraali kirkko 2030: Tiekartta*. Hämtad från: https://evl.fi/plus/wp-content/uploads/sites/3/2025/02/HNK-2030-Tiekartta-17122024_KORJATTU.pdf

Svenska Kyrkan. (2024). *Skövde Skogskrematorium*. Hämtad från: <https://skkf.se/wp-content/uploads/2024/09/1030-1100-Skovde-Skogskrematorium-Visby.pdf>

Sørensen, F. (2012). Delusion and disclosure: human disposal and the aesthetics of vagueness. Teoksessa M. S.-S. (toim.), *Embodied knowledge: historical perspectives on belief and technology* (ss. 27-39). Oxford: Oxbow Books.

Statsrådet. (2002). Hallituksen esitys eduskunnalle hautaustoimilaiksi, HE 204/2002. Helsinki.

Statistikcentralen (2021). *Väestöennuste 2021: Kuolleet iän mukaan, ennuste 2021–2070*. Hämtad från: https://px-data.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vaenn/statfin_vaenn_pxt_139e.px/table/tableViewLayout1/

Statistikcentralen (2024). *Uskonnolliseen yhdyskuntaan kuulumisen iän ja sukupuolen mukaan, 1990-2024*. Hämtad från: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vaerak/statfin_vaerak_pxt_11rx.px/table/tableViewLayout1/

Statistikcentralen (2025). *Tilastokeskus*. Hämtad från: https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Säkerhets- och kemikalieverket, Tukes (2025). *Maakaasuputkiston/-kohteen käytönvalvoja*. Hämtad från: <https://tukes.fi/teollisuus/maakaasu-ja-biokaasu/kaytonvalvoja>

Taura-Jokinen, E. (12. 07. 2024). *Seurakuntalainen*. Hämtad från: www.seurakuntalainen.fi/uutiset/suomeen-tarvittaisiin-kipeasti-useampikin-krematorio-mutta-laki-ei-velvoita-yhtakaan-tahoa-jarjestamaan-vainajien-tuhkaamista/

www.seurakuntalainen.fi/uutiset/suomeen-tarvittaisiin-kipeasti-useampikin-krematorio-mutta-laki-ei-velvoita-yhtakaan-tahoa-jarjestamaan-vainajien-tuhkaamista/

Tavastehus stads miljö- och byggnadsnämnd (2012). Miljötillstånd för Vuorentaa krematorium. Tavastehus: Tavastehus stad.

The Cremation Society. (2025). *The Cremation Society*. Hämtad från: <https://www.cremation.org.uk/>

Uimonen, V. (04. 2025). Biokaasu Helsingin seurakuntayhtymälle. (J. Järvenpää, Haastattelija)

Uleåborgsregionens miljönämnd (2018). Miljötillstånd för Uleåborgs evangelisk-lutherska samfällighets krematorium. Uleåborg: Uleåborgs stad.

UNEP. (15. 11. 2012). *Compendium of Technologies for Treatment/Destruction of Healthcare Waste*. Hämtad från: <https://www.unep.org/resources/report/compendium-technologies-treatment-destruction-healthcare-waste>

Urban Death Project Research Team. (2017). *Assessment of an Alternative Funeral Method: The Urban Death Project*. Leiden University and TU Delft.

Vaja, M. L. (02. 2010). Internal combustion engine (ICE) bottoming with Organic Rankine Cycles (ORCs).

Valkama, V. (18. 02. 2025). Kansanedustaja Anna Kontula ehdottaa ruumiiden kompostoinnin sallimista – ”Olen itse puutarhaihminen”. Yle.

Virtanen, J. (23. 3 2025). *Helsingin Sanomat*. Hämtad från: <https://www.hs.fi/suomi/art-2000011117727.html>

Washington State Legislature. (2020). WAC 246-500-055 – Preparation and handling of bodies: Final disposition. Olympia, Washington, Yhdysvallat.

Weckroth, M. (13. 03. 2025). Luonnonvarakeskus. (H. Happonen, Haastattelija)

Wikipedia. (2025). Luettelo Suomen hau-

tausmaista. Hämtad från: https://fi.wikipedia.org/wiki/Luettelo_Suomen_hautausmaista

Xue, Y.;Cheng, L.;Chen, X.;& al, e. (2018). Emission characteristics of harmful air pollutants from cremators in Beijing, China. Research Gate.

Åbo stads stadsmiljösektor (2018). Ympäristölupapäätös Turun ja Kaarinan seurakuntayhtymä, krematorio. Turku: Turun kaupunki (Åbo stad).

Bilaga 1

Innehållet i frågorna som ställdes i enkätundersökningen

Kyselytutkimuksessa kysyttävät kysymykset

Vastaajan nimi

Vastaajan sähköpostiosoite

Edustetun krematorion sijaintikunta

Edustetun krematorion nimi

Tuhkausten määrä vuonna 2024 (Toteuma)

Tuhkausten määrä vuonna 2030 (Ennuste)

Mahdollinen tuhkausten määrää koskeva lisätieto

Pääasiallinen energiamuoto

Öljynkulutus ja mahdolliset lisätiedot, kuten öljytyyppi

Kaasunkulutus ja mahdolliset lisätiedot, kuten kaasutyyppi

Sähkönkulutus ja sähkönkulutustiedon laajuus

Kaukolämmönkulutus

Kaukolämpö: mahdollinen lisätieto, kuten myynti

Käytössä olevat suodattimet ja savunkaasujen puhdistusratkaisut

Onko käytössä lämmön talteenottojärjestelmää

Onko käytössä muuta teknologiaa, joka halutaan tuoda esille

Mitä kehitystoimenpiteitä krematoriolla on harkinnassa tai suunniteltuna

Mitä toiveita selvityksen aikana on selvitettäväksi

Mitatut päästömäärät (HG, CO, SO₂, NO_x, PM₁₀, PM₂₅, PM_{0,1},)

Käyttöpäivät vuodessa ja käyttöaika käyttöpäivien aikana

Pohja-arinan ja tuhkausuunin uudelleenmuurausten aikaväli

Huoltokatkojen määrät ja syyt

Bilaga 2

BILAGA 2. Svar på enkätundersökningen (oljedrivna krematorier),
en harmoniserad sammanställning, utan tomma svar.

Svar på enkätundersökningen (oljedrivna krematorier)

Edustetun krematorion sijaintikunta	Edustetun krematorion nimi	Tuhkausten määrä 2024 (Toteuma)	Tuhkausten määrä 2030 (Ennuste)	Tuhkauksien öljynkulutus (M3)	Krematorion sähkönkulutus (MWh)	Sähkönkulutustiedon laajuus
Espoo	Espoon Krematorio	1504	2000	40	75	Sähkökulutuksen arvio krematoriosta
Rauma	Monnan krematorio	1646	1800	50	50	Vastaus koskee ainoastaan tuhkaustointia
Seinäjoki	Seinäjoen Krematorio	1313	1500	34		
Turku	Turun Krematorio	3029	3600	75		
Oulu		1089	2500	60		
Hyvinkää	Rauhannummen krematorio	1733	1900	53	85	Uunin ja suodattimen osuus
Helsinki	Malmin krematorio	1820	2000	45		
Helsinki/ Vantaa	Honkanummi	2495	4000	75		
Jyväskylä	Mäntykan- kaan krematorio	2235	3000	81	6706 (helmi- kuu 2025)	Vain krematorion osuus (oma mittari krematoriolle asennettu joulukuussa 2024)
Kajaani	Kajaani			529	600	16

BILAGA 2. Svar på enkätundersökningen (oljedrivna krematorier),
en harmoniserad sammanställning, utan tomma svar.

Edustetun krematorion sijaintikunta	Kaukolämmön kulutus ja mahdolliset lisätiedot	Käytössä olevat suodattimet ja savukaasujen puhdistusratkaisut	Onko käytössä lämmön talteenottojärjestelmää	Muut käytössä olevaa teknologiaa
Espoo	283 MWh Fortum ja samalla lämmitetään lähes 1000 neliömetrin kiinteistöä	sorbentilla toimiva pussisuodatus	Kyllä, jossa savukaasut jäähdytetään. Jäähdytykseen käytetään oma 8 kuutiometrin vesisäiliötä, kaukolämmön myyntisiirrintä ja loput tuuletetaan taivaalle	Ei
Rauma		Höganäs Borgestad Oy:n toimittama savukaasujen puhdistusjärjestelmä	Kyllä, varaajien tilavuus 9600 litraa ja sillä lämmitetään koko kiinteistöä (kappeli, vainajien säilytystilat, sosiaalitilat, tomistot ja krematorio)	
Turku	522 (MWh) Turku Energia. Lukema sisältää koko kappelikompleksi + laajan huoltokeskuksen nettolämmityksen. Myydään siis enemmän kuin ostetaan, myyntihinta kuitenkin hyvin vaatimaton.	IFZW:n savukaasujen puhdistusjärjestelmä, molemmilla uuneilla omansa	Kyllä. Lämpö otetaan talteen ja sillä lämmitetään kappelia ja 200 m päässä olevaa laajaa huoltokeskusta. Ylimääräinen lämpö myydään.	Ei
Oulu		uuteen uuniin (valmistuu 2025) tulee suodatin järjestelmät	Uuteen uunin (valmistuu 2025) tuossa lämmön talteenotto	
Hyvinkää		Aktiivihiilisuodatin, suodatinaineena sorbaliitti, laitteiston toimittaja Höganäs Borgestedt	Kyllä, käytetään kappelin ja sosiaalityötilojen lämmitykseen. Lämpö varataan vesisäiliöihin ja kierrätetään kappeliin.	
Kajaani		Ei suodatusta	Ei ole, kiinnostus olisi, jos löytyisi rakennukseen sopiva	Savukaasu-analysilaitteisto

BILAGA 2. Svar på enkätundersökningen (oljedrivna krematorier),
en harmoniserad sammanställning, utan tomma svar.

Edustetun krematorion sijaintikunta	Mitatut päästömäärät: elohopea	Mitatut päästömäärät: typpi- ja rikkidioksidit	Mitatut päästömäärät: hiilimonoksidi	Mitatut päästömäärät: hiukkaspäästöt (PM10, PM2.5, PM0.1)	Käyttöaika käyttöpäivien aikana	Käyttöpäivät vuodessa
Espoo	0,19 mg/M3n vuosi 2022	ei mitattu	5 mg/m3n v. 2022	alle 1 mg/m3n v. 2022	8	240
Rauma					8	238
Seinäjoki					8	250
Turku	Uuni 1: 1,27 mikrogramma/m3(n), 2,59 redusoitu 02 15 %. Uuni 2: 0,26 ja 0,53. Tämä ja kaikki seuraavat mittaustulokset vuodelta 2024.	NOx 82 ja 66 mg/m3 (n) redusoidut arvot 167 ja 149. Rikkiä ei mitattu.	21 mg ja 54 / m3(n) redusoidut 43 ja 123.	1,0 ja 1,3 mg/m3 redusoidut arvot 2,1 ja 3,0	9	250
Oulu					13	214
Hyvinkää	0,012-0,044 mg/m3 , mittaukset 3 vuoden välein		6-14 mg/m3 mitattu 2023	alle 0,56 mg/m3 (redusoitu pitoisuus 11 % O2)	9	n 230
Helsinki					8	Kaikki arkipäivät
Helsinki/ Vantaa					15	Kaikki arkipäivät
Jyväskylä					9	116
Kajaani	0,41µg/m3 (n) redusoitu O2 = 11 % (vuosi 2017) ja 2,468 kaasumainen, 0,392 hiukkaset ja yhteensä 2,860µg/m3(n) redusoitu O2 = 11 % (vuonna 2021)	NOx 379 mg/m3(n) redusoitu O2 = 11 % (2017) ja 331 mg/m3(n) redusoitu O2 = 11 %, SO2; 72 (2017) ja 103 (2021) mg/m3 redusoitu O2 = 11 %	CO 102 (2017) ja 9,7 (2021) mg/m3 redusoitu O2 = 11 %	Ka 184 mg/m3 (2017) 90 mg/m3 (2021) redusoitu O2 = 11 %	6h	3-4pv/vk, noin 190

BILAGA 2. Svar på enkätundersökningen (oljedrivna krematorier),
en harmoniserad sammanställning, utan tomma svar.

Edustetun krematorion sijaintikunta	Kaukolämmön myynti kaukolämpöverkkoon	Huoltokatkojen syyt	Uunin uudelleenmuurausten aikaväli	Huoltopäivien määrä vuodessa	Sähkösovimuksen tyyppi	Öljynkulutus: käyttätekö biopolttoainetta tai tavallista polttoöljyä?
Espoo	Hyvin vähän myydään kaukolämpöverkkoon	huollot ja vikaantumiset	4 vuotta	20	100	tavallinen
Rauma		Nuohoukset + huollot	8000	5	Käytösämme ainoastaan uusiutuvaa energiaa	1.4.2025 alkaen biopolttoaine
Seinäjo		Huoltotoimenpiteet	12-15 vuotta	10	-	Polttoöljy
Turku	770	Uunin huollot, savukaasulaitteiston puhdistusjärjestelmän huollot	Noin 5 vuotta, eli 7500 polttoa	1-7 / päivää / uuni. Toinen uuneista kuitenkin joka työpäivä käytössä.	Uusiutuva energia 100 %	Uusiutuvaa polttoöljyä
Oulu		nuohous, ylläpitohuollot	5-6 vuotta	10		tavallista polttoöljyä
Hyvinkää		Laitteiston huolto, vikojen korjaus, nuohous	6-8 vuotta	n 20	Yrityssähkö, sekasähkö, 81 % fossiilisia	Tavallista, vuodesta 2026 alkaen bio
Helsinki		Huollot	6000	Vaihtelee		Tavallista
Helsinki/Vantaa		Huollot	6000	Vaihtelee		Tavallista
Jyväskylä		Huollot ja laiteviat	6000 tuhauksen välein	noin 10		Tavallista polttoöljyä
Kajaani		Nuohous	30 vuotta, tulossa ensimmäinen	2 pv/v	Määräaikainen	tavallista

BILAGA 2. Svar på enkätundersökningen (oljedrivna krematorier),
en harmoniserad sammanställning, utan tomma svar.

Edustetun krematori- on sijainti- kunta	Edustetun krematori- on nimi	Tuhkaus- ten määrä vuonna 2024 (Toteuma)	Tuhkaus- ten määrä vuonna 2030 (Ennuste)	Tuh- kauksien kaasunku- lutus Ilmoita määrä ja yksikkö	Poltto- aineena käytet- ty kaasu	Sähkön- kulutus- tiedon laajuus (MWh)	Sähkönkulutus- tiedon laajuus ja mahdolliset lisätiedot
Helsinki	Hietanimen krematorio- kappeli	3512	3000	27255,9 m ³	Kaupun- kikaasu, Helsinki kaasu- verkko maakaa- su	48,6	Vesivoimalla tuotettua sähköä Heleniltä, Helsin- ki. Kun prosessin lämpö ei riitä lämpiää kaikki ostetulla sähköllä
Kangasala	Vatialan krematorio	3031	4000	102287 kg	Neste- kaasu	295,5	Koko kappe- lirakennuksen yhteenlaskettu sähkönkulutus oli 345 894,06 kWh.
Lahti	Levon kre- matorio	2612	3200	16360	Biokaasu	46,3	Koko kremato- riorakennuksen sähkönkulutus. Kylmiöt, tuhka- usuuni, valaistus, LKV, ilmalämpö- pumput ja jääh- dytys. KOY Levon krematorio myy LTO:n lämmön Lahden seurakun- tayhtymälle eli sitä ei myydä kauko- lämpöyhtiölle
Hämeen- linna	Vuorentaan krematorio	1840	1850	218	maakaa- su	109	ei

Bilaga 3 BILAGA 3. Svar på enkätundersökningen (gasdrivna krematorier), en harmoniserad sammanställning, utan tomma svar.

Svar på enkätundersökningen (gasdrivna krematorier)

Edustetun krematorion sijaintikunta	Käytössä olevat suodattimet ja savunkaasujen puhdistusratkaisut	Onko käytössä lämmön talteenottojärjestelmää	Kaukolämmön myynti kaukolämpöverkkoon	Onko käytössä muuta teknologiaa, tai kehitystoimenpiteitä	Mitä toiveita teillä on nyt tekeillä olevan selvityksen suhteen?
Helsinki	2013–2014 rakennettu tietokoneohjatut uunit savukaasujen puhdistusjärjestelmällä. Käytössä partikkelisuodatin ja aktiivihiilisuodatin	Savukaasujen jäähdytyksestä vapautuva lämpö johdetaan laitoksen keskuslämmitykseen varaajan kautta.	Tuhkausprosessin vesi lämmittää kappelirakennusta sekä viereistä kolumbariorakennusta	Absorptiojäähdytin, ei toimi toivotulla tavalla. Tarvitsi korkeampaa ja tasaisempaa lämpötehoa. Huoltokustannukset ylittävät edut. Ei suositella. Absorptiokone puretaan pois uunitekniikan uudistuksessa 2030–2035. Samalla siirrytään Biokaasukiintiöihin.	Onko HVO kestävä polttoaine tavalliseen fossiiliseen dieselpolttoaineeseen verrattuna? Vesituhkauksen oikea ympäristökuormitus, käytettävät aineet, niiden valmistus ja puhtaan veden sekä sähkön kulutus, elohopean erotus, vainajan kuljetus, jos arkua ei käytetä?
Kangasala	sorbaliitti	kyllä, lämmitetään krematorio, hautausmaan sosiaalitala sekä myöhemmin remontin jälkeen kappeli			
Lahti	Savukaasujen puhdistuslaitteisto, jossa savukaasujen jäähdytys, syklonierotin ja sen jälkeen kangassuodatin(-suodatinpussit)	Kyllä, nestelämmönsiirrin ja lämminvesivaraaja (10 m ³). Hautausmaan lämmönjakohuoneessa kaukolämpöliitäntä	105 MWh	Ei	
Hämeenlinna	syklonisuo-datin, pussisuo-datin sekä adsorbentti-suodatin	On käytössä, 5 kpl. ta 3 000 l varaajaa, jolla lämmitetään kappeli	ei		

BILAGA 3. Svar på enkätundersökningen (gasdrivna krematorier),
en harmoniserad sammanställning, utan tomma svar.

Edustetun krematorion sijaintikunta	Mitatut päästö määrät: elohopea	Mitatut päästö määrät: typpi- ja rikki-dioksidit	Mitatut päästö määrät: hiilimonoksidi	Mitatut päästö määrät: hiukkaspäästöt (PM10, PM2.5, PM0.1)
Helsinki	Pöyry Finland Oy mittasi 4.8.-7.-11.8. ja 14.8.2017 krematoriuunien savukaasuista puhdistuslaitteiden jälkeen 32 yksittäisen tuhkaoksen päästöt. Näytteitä otettiin molempien uunien savukaasuista puhdistimien jälkeen 16 kpl. Päästöistä määritettiin hiukkaset, typenoksidit (NOx), hiilimonoksidi (CO) sekä elohopea (Hg) sekä hiukkasiin sitoutuneena, että kaasumaisena (näyte per tuhkaus). Lisäksi määritettiin päästölaskennassa tarvittavat ns. apusuureet: savukaasun O ₂ - ja H ₂ O pitoisuus sekä tilavuusvirtaus (ml. lämpötila). Kaikkien hyväksytyjen elohopeanäytteiden pitoisuudet alittivat laitoksen ympäristöluvassa elohopeapitoisuudelle esitetyn raja-arvon. Kaikista näytteistä elohopeaa löydettiin vain kaasumaisessa muodossa; hiukkasfaasissa elohopean pitoisuus alitti käytetyn menetelmän määritysrajan (2 ug/m ³ n, kuivaa kaasua).			
Lahti	<0,001 g/tuhkaus ja 0,0005 mg/Nm ³ mitattu 2016. Laskennallinen päästö 2024 olisi siis 2,612 g/v	ei mitattu	2,0 g/tuhkaus tai 1,5 mg/Nm ³ mitattu 2016. (laskennallinen päästö 2024 on 5 224 g/v	0,27 g/tuhkaus tai 0,2 mg/Nm ³ mitattu 2016. Laskennallinen päästö 2024 olisi siis 705,24 g/v
Hämeenlinna	0,01 mg/Nm ³		4,9 mg/Nm ³	<0,3 mg/Nm ³

Bilaga 4

BILAGA 4. DFW:s Letter of Equivalence för verifiering av överensstämmelse för den eldrivna askugnen.

Exempel på DFW:s letter of equivalence

TMC/ DFW Europe

Client: DFW Europe

Project: Explanation of equivalence cremation oven

Toelichting op de Melding

**Activiteitenbesluit equivalence electric
cremator for Crematoria, rev. a**

BILAGA 4. DFW:s Letter of Equivalence för verifiering av
överensstämmelse för den eldrivna askugnen.

TMC/ DFW Europe

a	21-09-2020	Explanation equivalence electric cremator for crematoria, final	TMC/DFW Europe	WJ Tichelman On behalf of TMC/DFW
0	18-09-2020	Explanation equivalence electric cremation oven for crematoria, concept	TMC/DFW Europe	WJ Tichelman On behalf of TMC/DFW
chan	Date	Description	Drafter	Checked

© Copyright TMC

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced and/or made public by means of printing, photocopying or in any other way without the express permission of the publisher.

TMC/ DFW Europe

Index		Page
Summary		4
1	Process description	5
1.1	Ceremonies and procedures	5
1.2	Process description cremations	5
1.2.1.1	General description electric oven	5
1.2.2	Downstream filter technology	7
1.2.3	Energy	8
1.2.4	Process controls and safety provisions	9
1.2.5	Ash processing	9
2	Equivalence basis	10
2.1	Introduction	10
2.2	Explanation electrically operated cremator	10
2.2.1	General consideration	10
2.2.2	Characteristics of the electrically operated cremation installation.	11
2.2.3	Operation of the	12
2.2.4	Additional substantiation	12
2.2.5	Afterburning	14
2.2.6	Emission measurements	14
2.2.7	Process controls and safety provisions	15
Attachments		
Appendix 1	Emission measurement report Tauw R003 1271511 PZX V02 dated 19 Sept. 2019	15
Appendix 2	Information DFW Electric Cremator and Automatic Feeder (ATM)	15
Appendix 3	Subsequent technology	15
Appendix 4	Cremulator	15
Appendix 5	Ash processing	15

TMC/ DFW Europe

Summary

In consultation with DFW Europe, a request was made to provide a supplement regarding the electrically operated cremator in order to demonstrate that it is equivalent in terms of environmental and technical requirements to a gas-fired incinerator in accordance with the current Activities Decree.

It is an electric cremator and no natural gas is used. Operating an electrical installation differs from the usual gas-fired installations, but the current relevant legislation and regulations will be complied with. (Mainly the AIM and the Bal, Activities Regulation Decree.)

The description given below for an electrically operated cremator and subsequent technology deviates from Article 4.118 of the Activities Decree (section 4.8.9) and 4.112 of the Activities Regulation (section 4.8.8). It should also be noted that these regulations in the Activities Regulation relate to firing the combustion and after-combustion chamber with natural gas with Low-NOx burners.

There are special Crematoria Regulations for incineration installations in crematoria. In order to comply with this regulation, which includes air emission requirements in the waste gases, the furnace is fitted with a downstream filter technology.

The requirement for mercury in the Activities Decree is 0.05 mg/Nm³.

TMC/ DFW Europe

1 Process description

This chapter describes the procedures and activities that take place at the establishment. Particularly with regard to the next of kin, importance is attached to piety, care and ethics.

1.1 Ceremonies and procedures

The ceremonies normally take place from Monday to Saturday between 07:00 and 23:00. These ceremonies consist of services in the auditorium (a large and a small auditorium) and the opportunity to offer condolences in the foyers/coffee rooms.

Cremations can also take place from Monday to Saturday between 07:00 and 23:00.

On average, two ceremonies and cremations take place per day, but in the maximum situation three ceremonies and cremations can take place in one day in the day period (between 07:00 and 19:00) and one ceremony and cremation in the evening period (between 07:00 and 19:00). 19:00 and 23:00). Up to 900 cremations per year.

1.2 Process description cremations

It is an electric cremator and no natural gas is used. Operating an electrical installation differs from the usual gas-fired installations, but the current legislation and regulations will be complied with to the extent that it is relevant. (Mainly the AIM and the Bal, Activities Regulation Decree.)

Cremation will take place on the same day after the ceremony. The coffin with the deceased is transported on the catafalque to the cremation room. This is where identification takes place according to the Law. A non-combustible identification stone is placed on the chest. The cremation room is accessible at all times for operation, inspection and maintenance. After that, the box is fed into the oven.

An electric cremator of the DFW Electric type will be installed in new crematoria. This is a fully automatic electric cremator with associated downstream technology. This is in accordance with the Best Existing Technology (BBT).

Below is a general example description of the techniques used in the cremation process.

1.2.1.1 General description electric oven

The automatic electric cremator is designed to operate as efficiently as possible, with the composition of the refractory construction ensuring that the heat in the kiln is retained for as long as possible. (See Appendix 2) The main and post-combustion chambers are brought up to temperature before the first input by means of the heating elements (coils) present in the refractory construction. The spirals heat up the refractory construction, so that when the box is entered, it can catch fire via the radiant heat. The temperature release for the main combustion chamber is 600°C and for the post-combustion chamber it is 700°C.

The coffin is placed in the cremator by means of an automatic feeding system. The cremator consists of a main combustion chamber in which the coffin is placed and in which the main combustion takes place. The floor is constructed in such a way as to keep the main combustion chamber completely separate from the after-combustion chamber and thus prevent combustion gases from escaping prematurely. The floor itself

TMC/ DFW Europe

has no openings, so all materials are held for combustion in the main combustion chamber. The flue gas from this phase of the process leaves the main combustion chamber through openings in the walls and flows to the post-combustion chamber where combustion of the gas phase occurs (post-combustion).

The gases enter the post-combustion chamber and are heated by the refractory structure of the post-combustion chamber, these gases being treated with additional supplied air. The gases circulate several times within the after-combustion chamber, in which the temperature of these gases is kept at a minimum of 700°C, so that temperature and oxygen requirements are met and environmental requirements are met. The total volume of the post-combustion chamber is more than sufficient to provide a residence time of approximately 1.5 seconds under all operating conditions. seconds to guarantee.

The refractory construction within this chamber ensures that temperature requirements are maintained, while an adequate supply of air and the flue provide a high level of turbulence to promote complete combustion. The afterburning of the flue gases takes place completely in this chamber, so that odor and smoke are completely destroyed, even at 700 °C. The temperature of the afterburning is continuously recorded. These registration data are kept in the establishment for at least one year. Periodic inspection and maintenance of the cremator is recorded .

The description given above for an electrically operated cremator and subsequent technology deviates from Article 4.118 of the Activities Decree (section 4.8.9) and 4.112 of the Activities Regulation (section 4.8.8). It should also be noted that these regulations in the Activities Regulation relate to firing the combustion and after-combustion chamber with natural gas with Low-NOx burners. See also Explanation of the electric cremator.

TMC/ DFW Europe

1.2.2 Downstream filter technology

Through a complete combustion in both chambers, all released substances are burned as much as possible. Dust emissions are kept to a minimum in the cremator. The dust that remains is further removed from the flue gases in the downstream filter technology, so that the final dust content is far below the legal standards. The filter technology also serves to separate harmful substances such as dioxins and furans from the exhaust gases of the cremator. (See Appendix 3)

The filtering process is completely dry, which means that only dry auxiliary materials (additive) are used and only dry residues remain.

The downstream filter technology consists of the following components:

- Heat exchanger;
- cyclone;
- the addition of the additive;
- filter cloths;
- the radial fan;
- removing the residues.
-

Heat exchanger

The still hot combustion gases from the cremator must be cooled before these gases can be cleaned. The flue gases from the cremator enter the cooler through a refractory lined channel and are cooled to the operating temperature of the filter, which is approximately 130 °C. The heat content of the flue gases is transferred to the separate dry cooler by recirculating the cooling water. There is a facility available where the application of heat recovery is easy to realize.

This includes

- Preheating combustion air cremator.
- Heating of the crematorium itself.
- Cooling.

Cyclone

The cyclone placed after the heat exchanger serves to separate coarse dust and any glowing sparks that may have come out of the furnace with the flow of the exhaust gases. These particles are deposited in a reservoir for residues by means of an automatic dust lock / impeller.

Capture of Mercury, dioxins and furans.

The capture of mercury compounds, dioxins and furans can take place by adding additives between the cyclone and the particulate matter filter or by installing a fixed bed filter system after the particulate matter filter. The absorption of mercury, dioxins and furans takes place with the aid of the additive in the dust (cake layer) of the filter bags in the first system. Or to the activated carbon mixture in the fixed-bed filter in the second system.

The importance of this is the separation of harmful substances until a residual part of mercury of less than 0.05 mg/m³ remains, in accordance with the requirements of the Activities Decree.

As a result, the limit values can be adhered to for harmful substances in the waste gases (dioxins and furans less than 0.1 ng TEQ/Nm³). Both systems ensure that the emission requirements described in the Activities Decree are met.

TMC/ DFW Europe

Filter cloths and filter cartridges

The filter has automatic compressed air cleaning. The filter cloths and cartridges are arranged horizontally. These filters separate the dust particles until a residual dust content of less than 5 mg/m³ remains.

radial fan

The radial fan for the cleaned gas (exhaust gas) is placed after the filter. The entire installation is therefore operated with underpressure. A radial fan sucks the cleaned gas through the filter and blows it into the atmosphere through the chimney. This fan is controlled by a frequency converter. This ensures that the cremator operates with the correct negative pressure at all times.

Removing the residuals

Residues are discharged separately at the cyclone and the filter. With the cyclone, this happens continuously as long as the filter installation is in operation. The residues of the filter cloths are removed after the service has ended.

1.2.3 Energy

The electric oven has energetic advantages.

The oven can continue to be heated to temperature overnight using the so-called overflow energy

During and between daytime cremations, the oven does not use any extra energy.

The oven offers great flexibility; the oven can be kept at operating temperature with relatively little energy and is therefore always ready for operation.

The heat is stored as much as possible in the refractory construction.

The filter is provided with a thermal insulation on the outside, which will reduce the surface temperature of the filter from 150 °C to 40 °C.

Thermal insulation aims to:

- Absolute safety in the immediate vicinity of the filter for the personnel;
- Extending the life of the filter;
- Reduction of ambient noise.

Electricity consumption depends, among other things, on the number of cremations that take place per day.

With an increasing number of cremations per day, energy consumption decreases accordingly.

If the oven is out of use for a longer period of time, such as at night or at the weekend, the fan placed on the filter is regulated to the lowest possible speed. This happens because of the partial operation of the installation, which is necessary in order to prevent condensation in the filter system.

Heat recovery

There is a facility for applying heat recovery at the heat exchanger.

This provides most of the heating for the crematorium. As a result, only little energy is used from other sources.

TMC/ DFW Europe

1.2.4 Process controls and safety features

It is an electric cremator and no natural gas is used. Operating an electrical installation differs from the usual gas-fired installations, but the current legislation and regulations will be complied with to the extent that it is relevant. (Mainly the AIM and the Bal, Activities Regulation Decree.)

Electrical intermediate circuits also prevent opening of the coffin insertion door if the temperature in the afterburner chamber is below 700°C.

The cremator is equipped with an automatic exhaust control to maintain a preset condition for all normal combustion conditions within the main combustion chamber.

The cremator is standard equipped with an oxygen analyzer. This analyzer ensures continuous regulation, monitoring and registration of the oxygen content in the flue gases

1.2.5 Ash processing

After the cremation is completed, the ashes, the identification stone and other residues are collected in the ash pan of the cremator.

The identification stone is checked and removed from the ash pan and the ash pan is placed in the ash mill (cremulator). The ash mill grinds the ashes. The separated parts are collected separately by the installation. The cremulator is set up in the ash treatment room. (See Appendix 4)

Ash processing table

On request, the crematorium can place the ashes of a deceased person in a different container. Examples are a decorative urn, a medallion or a special tube to take the ashes home. This action releases particulate matter, which could be inhaled by the employee concerned. To prevent this, an "ash processing table" is provided. In this device, any dust released is immediately extracted and protection for the employees of the crematorium is therefore guaranteed. The ash processing table is equipped with an extraction wall with filter unit. (See Appendix 5).

Due to the local underpressure created directly above the table, all dust particles are discharged directly to the filter unit. The filter unit can also serve as an extraction system for the cremulator. The air flow from the filter unit meets the emission requirements of 5 mg/m³ with regard to dust from the Activities Decree.

TMC/ DFW Europe

2 Basis of equality

2.1 Introduction

The technology of an electrically operated cremator and subsequent technology deviates from Article 4.118 of the Activities Decree (section 4.8.9) and 4.112 of the Activities Regulation (section 4.8.8). It should also be noted that these regulations in the Activities Regulation relate to firing the combustion and after-combustion chamber with natural gas with Low-NOx burners and not to an electric cremator.

The competent authority indicates that an electrically operated cremator may be permitted on the basis of equivalence.

It must be demonstrated that it is possible to achieve at least the same environmental quality with an electrically operated cremator and subsequent technology as with gas-fired ovens.

Below is a further explanation of the characteristics of an electric cremator.

In order to demonstrate the equivalence of meeting the emission requirements, a measurement report is attached for the same electric cremator that has been set up in Geleen.

The automatic electric cremator is designed to operate as efficiently as possible, with the composition of the refractory construction ensuring that the heat in the kiln is retained for as long as possible.

The main and post-combustion chambers are brought up to temperature before the first input by means of the heating elements (coils) present in the refractory construction. The spirals heat up the refractory construction, so that when the box is entered, it can catch fire via the radiant heat. The minimum temperature release for the main combustion chamber is 600 °C and for the post-combustion chamber it is a minimum of 700 °C. During the cremation process itself, the spirals are electrically turned off.

2.2 Explanation electrically operated cremator

2.2.1 General consideration

With regard to the state of affairs regarding the new technique of cremation by means of an electrically powered cremation oven introduced by DFW Europe BV, DFW Europe BV states the following.

The description given below for an electrically operated cremator and subsequent technology deviates from Article 4.118 of the Activities Decree (section 4.8.9) and 4.112 of the Activities Regulation (section 4.8.8). It should also be noted that these regulations in the Activities Regulation relate to firing the combustion and after-combustion chamber with natural gas with Low-NOx burners.

TMC/ DFW Europe

2.2.2 Characteristics of the electrically operated cremation installation.

A big difference is the serenity surrounding the entire cremation installation (electric cremator and subsequent technology) in which work is done. This is a significant difference compared to a gas-fired cremator.

In addition, the course of the cremation process itself has also improved. DFW found that the electric cremation process performed with this technique exceeded its expectations. Also with regard to how the cremation process can be controlled, whereby cremation can be done at lower temperatures in the main and afterburner chambers in order to meet the required emission requirements.

This, in combination with an automatic infeed machine, ash pan lift, application of a tilting valve to be able to cool the ashes before removal, which techniques have been adopted from the gas-fed cremation installations, this electric cremator appears to be a good combination of existing and new technology. to be.

The required process time (as was known in advance) is currently slightly longer than for a gas-fired cremator (process time now approx. 100 minutes), but the flow of data that is now obtained gives DFW sufficient opportunities to make various improvements in this respect. bring.

Simultaneously with the construction and development of the electric cremator, DFW Europe has developed a new very extensive data logging system and has recently started using it. The (large) flow of data that is collected by DFW's technicians from the electric cremator(s) already installed makes it very possible for DFW to make good analyzes and therefore to implement further modifications with advancing insight with which the new ones to be deliver electric cremators, as in the situation of a new crematorium provide even better performance.

Not only progress in the time span of process management, but in particular where, in the opinion of DFW, considerable catching up can be made, is the amount of energy required per cremation compared to the current cremation systems.

Before the "real cremation" starts with the input, the cremation combustion chamber and the post-combustion chamber are preheated in the electric cremator.

The starting temperatures at the infeed of the coffin into the cremator that DFW currently maintains are 600°C for the cremation combustion chamber and 700°C for the post- combustion chamber. Immediately after the introduction of a coffin into the cremation chamber, we see the temperature in the afterburner chamber rise within a few seconds (3 to 4) to well above 800°C.

This 800°C is the limit value that is adhered to in the current technology of gas-fired cremators in order to be able to process peaks in CO and other combustion products at the start of the cremation process.

Of course, behind the oven itself is the downstream technology to reduce the other combustion components to the legal requirements.

DFW indicates that with the electric cremator, this 700°C and the residence time of the waste gases of at least 1.5 seconds in the post-combustion chamber are also amply met, in accordance with the design of this electric cremator, derived from the gas-fired oven.

The internal temperature (accumulated energy) of the entire construction of this electric cremator is much higher than that of a gas-fired cremator, achieving optimum combustion in the cremation chamber and after the combustion chamber, see section 5.2.4.

TMC/ DFW Europe

The combustion process of the coffin of a first cremation process in an electric furnace is therefore already comparable to a third and fourth cremation process in a gas-fired cremation furnace. Namely, in a third/fourth cremation process in a gas-fired cremator, no more energy needs to be added by means of the gas burners intended for that purpose. This is in view of the fact that sufficient energy is stored in the refractory construction from the previous cremation processes.

By means of this energy, accumulated in the refractory construction, the coffin is ignited by means of pyrolysis, whereby the cremation process is started by self-ignition.

This process of operation takes place in an electrically operated cremator already during a first cremation.

2.2.3 Cremator operation

The automatic electric cremator is designed to operate as efficiently as possible, with the composition of the refractory construction ensuring that the heat in the kiln is retained for as long as possible.

The main and post-combustion chambers are brought up to temperature before the first input by means of the heating elements (coils) present in the refractory construction. The spirals heat the refractory construction, so that when the box is entered, it can catch fire via the radiant heat. The minimum temperature release for the main combustion chamber is 600°C and for the post-combustion chamber it is a minimum of 700°C. During the cremation process itself, the spirals are electrically turned off.

The description given above for an electrically operated cremator and subsequent technology deviates from Article 4.118 of the Activities Decree (section 4.8.9) and 4.112 of the Activities Regulation (section 4.8.8). It should also be noted that these regulations in the Activities Regulation relate to firing the combustion and after-combustion chamber with natural gas with Low-NOx burners.

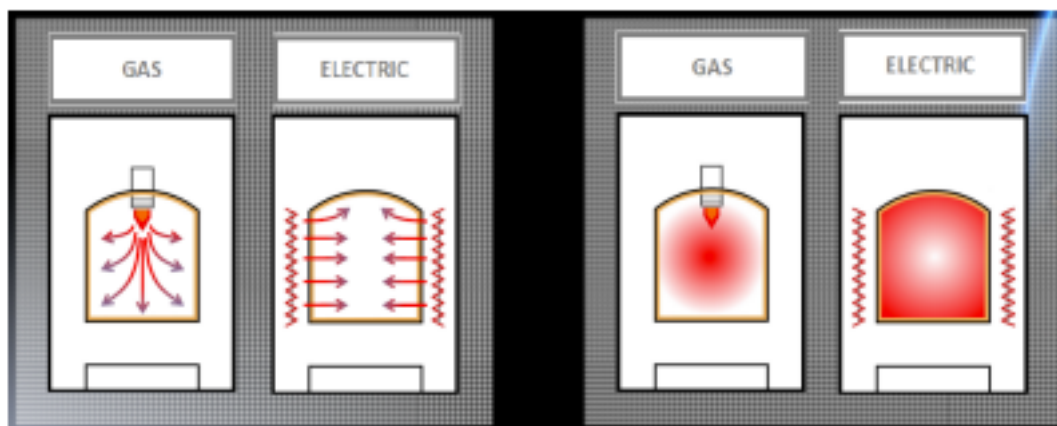
2.2.4 Additional substantiation

As indicated, in this situation of a Crematorium, there are electrically operated installations.

The difference between an electric oven and a gas oven is the fact that the electric oven is fully heated up before starting a process. This indicates that the total with refractory construction is up to temperature. Both the afterburner and the cremation chamber.

In a gas-fired oven, only the after-combustion chamber is heated for 15-30 minutes by means of a burner, after which the entire refractory construction is heated up. See picture in the attachment for clarification.

TMC/ DFW Europe



The reasons for the deviations in temperature are (among other things) that the air temperature in a gas-fired cremator must be at least 800°C, because the refractory construction in the main combustion chamber and post-combustion space at the start of a cremation itself does not always have sufficient radiant heat to be able to meet the criterion for complete combustion in the main chamber and complete afterburning of the resulting gaseous phase.

In this situation, the temperature is measured in the middle of the flue gas flow of the Low-NOx burners. This means that this minimum temperature of 800°C applies there, but that the refractory construction has somewhat lower temperatures when starting a cremation.

An optimum combustion situation is created in the gas-fired main combustion chamber, with NOx emissions resulting from the combustion of natural gas being minimal. For gas-fired afterburning, optimum afterburning of soot and smoke is achieved at this temperature for minimal emissions.

In an electrically driven installation, the heat for combustion comes directly from the radiation of the heating elements (coils) in the refractory construction, from the main combustion chamber and afterburner chamber. In this way a different (perhaps better) heat distribution/balance in the furnace and after-combustion chamber is achieved.

In view of the above of the difference between gas-fired and electrically powered cremators and the results of the electric cremators already in use, the suppliers state that when starting a cremation with a lower temperature of at least 600°C and 700 °C can suffice than is prescribed in art 4.118 of the Activities Decree (section 4.8.9) for gas-fired installations, in order to achieve the same optimum combustion effect.

In particular due to the better heat radiation of the refractory construction with electric spirals, an even more certain effect is possible through optimal heat radiation/heat distribution for optimal combustion of the body in the main combustion chamber and possible soot and smoke particles in the afterburning chamber.

In that situation, therefore, no optimal combustion for NOx is necessary, other than as a result of the burning of the body, because there is no question of a gas-fired installation.

TMC/ DFW Europe

In the opinion of the kiln supplier, therefore, lower minimum input temperatures when starting a cremation can also suffice in this situation than stated in art 4.112 of the Activities Regulation for gas-fired kilns. It should also be noted that this is a question of minimum input temperatures.

Once the electric furnace is in operation, the combustion temperatures in the furnace and afterburner chamber are many times higher. The same also applies to gas-fired furnace installations.

2.2.5 Afterburning

It is shown below (by means of a measurement report from the crematorium in Geleen) that the residence time in the post-combustion chamber is at least 1.5 seconds under normal operating conditions. Immediately after the insertion of a box has taken place, we see the temperature in the afterburner chamber rise within a few seconds (3 to 4) to far above 800°C.

Emission measurements in Geleen have shown that, even with a temperature of 750°C in the afterburner chamber, this electric cremator also amply meets the emission requirements of the Activities Decree and also aims to burn the flue gases (CO, CxHy and germs and dioxins.)

In the attached appendix 1 with the measurement report with reference R003-1271511PZX-V02 dated September 19, 2019 it is stated that the residence time of gases in the afterburning chamber of the furnace is 2.4 seconds at a flue gas flow rate of 4044 m³/h and a furnace volume of 2.65 m.

2.2.6 Emission measurements

In order to demonstrate the emission equivalence, a measurement report is attached for a similar electric cremator and subsequent technology that has been set up in the Nedermaas crematorium in Geleen.

With the experience of the past 35 years of this downstream technology and in which a similar filter installation is placed behind the electric cremation oven of the crematorium, we can and may assume that behind all the previously installed gas-fired cremation ovens (about 110 units) from DFW that the emissions with regard to particulate matter, dioxins and mercury (heavy metals) from this installation are at least the same as from a gas-fired cremation installation.

All measurements at the cremation ovens and subsequent techniques installed by DFW in the Netherlands show that the requirements set in the Activities Decree with regard to air emissions are amply met. The big difference is that large reductions in CO₂ and NO_x emissions (by more than 50%) are achieved with the new technology, because natural gas is not used.

Because the gas burners are missing in an electric oven, this has an effect on

- a) a lower flue gas volume flow and
- b) a relatively higher oxygen content during the combustion process because there are no gas burners that could cause a reduction in oxygen in combination with air.

TMC/ DFW Europe

Appendix 1 shows the measurement report with reference R003-1271511PZX-V02 dated 19 September 2019 from Crematorium Nedermaas in Geleen with such an electric cremator and downstream technology, indicating that this new electric cremation furnace installation with downstream technology meets the requirements. The measurement report indicates that this electrically operated installation also meets at least the same environmental quality for gas-fired ovens. The entire report has been released for publication by DFW.

2.2.7 Process controls and safety features

It is an electric cremator and no natural gas is used. Operating an electrical installation differs from the usual gas-fired installations, but the current legislation and regulations will continue to be complied with insofar as relevant. (Mainly the AIM and the Bal, Activities Regulation Decree.)

No later than six months after the electric cremator installation has been put into use, and thereafter annually, the proper functioning of the installation is checked by an expert. At least the operation of the automatic controls and the continuous measuring equipment is checked. This in accordance with Article 4.112 paragraph 9 of the Activities Regulation.

Attachments

- Appendix 1** Emission measurement report Tauw R003 1271511 PZX V02 dated Sep 19. 2019
- Appendix 2** Information DFW Electric Cremator and Automatic Feeder (ATM)
- Appendix 3** Subsequent technology
- Appendix 4** Cremulator
- Appendix 5** Ash processing



KIRKKO HELSINGISSÄ
KYRKAN I HELSINGFORS

Utredning om anskaffning av ett lågutsläppskrematorium

På uppdrag av Helsingfors
kyrkliga samfällighet
Macon Oy

macon