

Klimatkomfort i offentlig miljö



OFFENTLIGA
FASTIGHETER

Inledning

Somrarna i Sverige blir stundtals varmare och varmare, samtidigt som användandet av apparater som avger värmeenergi ökar. Kraven på ett behagligt inomhusklimat ökar och behovet av att kunna kyla ner rumstemperaturer i offentliga byggnader såsom skolor, sjukhus och andra lokaler har blivit ännu viktigare nu än för 10 år sedan.

Att bemöta verksamhetskrav och samtidigt ta hänsyn till energikostnader och kondensproblematik är en tuff utmaning för många fastighetsägare, inte minst inom den offentliga sektorn.

Denna vägledning riktar sig till Offentliga fastigheters medlemsorganisationer, som har ett inomhusklimatproblem, där en kylinstallation kan vara lösningen på problemet.

Målgruppen är tjänstepersoner inom offentlig sektor som ansvarar för att ta fram beslutsunderlag där kyla föreslås. Den vänder sig också till hyresgäster och beslutsfattare. I synnerhet de organisationer som inte är sakkunniga inom området.

Denna rapport publicerades första gången i juni 2022. Aktualitetsgranskning av rapporten är gjord våren 2023 och innehållet bedöms fortfarande relevant. Efter granskningen har rapporten lyfts över i ny grafisk profil.

Läsanvisning

Denna vägledning bygger på den process vi presenterar senare i bildspelet.

Vi börjar med att förklara olika metoder att kyla lokaler och hur fukt kan hanteras. Därefter går vi in mer djupgående på olika steg att hantera inför valet av en metod för att kyla sin lokal eller byggnad.



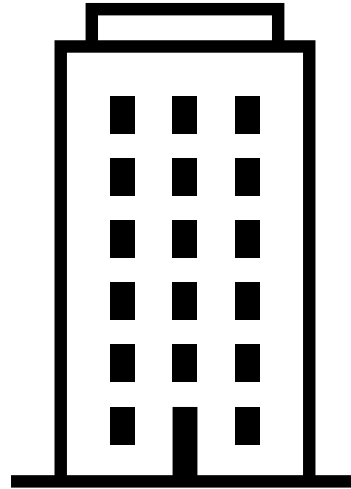
Hur kyler vi våra lokaler?

2. Kyleffekten distribueras inom byggnaden

- Köldbärare
- Kompressorkyla
- Kyl & värmepump
- Luftburen kyla
- Sorptiv kyla
- Absorbtionskyla

1. Kyleffekten hämtas

- Frikyla från borrhål, nattkyla, vatten från sjö/vattendrag, grundvatten, berggrum, snökyla
- Fjärrkyla
- Kylmaskin



3. Kyleffekten fördelas

- Tempererad tilluft
- Kylbafflar
- Kyltak
- Kombinationspaneler
- Kylkonvektor

4. Inomhusklimatet reagerar

- Sterila rum/OP-salar
- Arkiv
- Kontor
- Klassrum/utbildningssalar

Kyleffekten hämtas

Frikyla

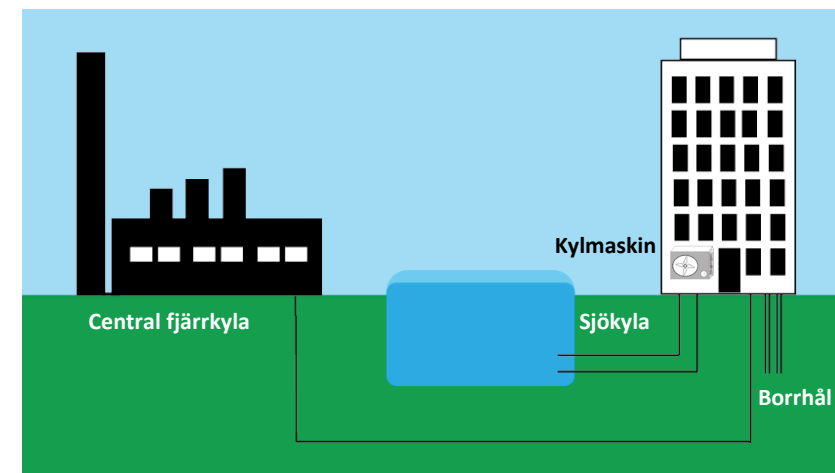
Frikyla kan hämtas från exempelvis borrhål, snölager, sjövatten och grundvatten, så kallad geoenergi. Frikyla kan också utvinnas ur luft genom nattkyla. Genom att nyttja naturligt nedkylda källor sparas elenergi för att kyla ner ytterligare.

Fjärrkyla

Fjärrkyla kan hämtas från en central fjärrkylaleverantör precis som fjärrvärme, eller produceras i fastigheten. Kylan utvinns ur vatten, grundvatten eller från en kylmaskin.

Kylmaskin

Kyla skapas i en kompressor genom att energi utvinns från kall, förångad och kondenserad köldmedie som skapar ett tryck där kyla uppstår.

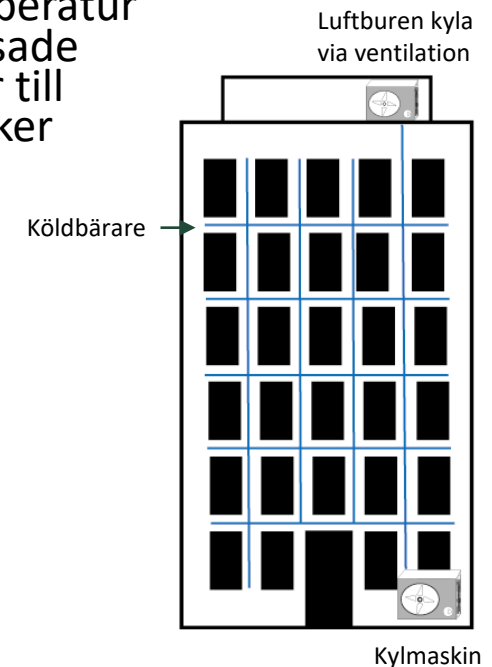


Läs mer om geoenergi:
[Guide för geoenergi](#)

Kyleffekten distribueras inom byggnaden

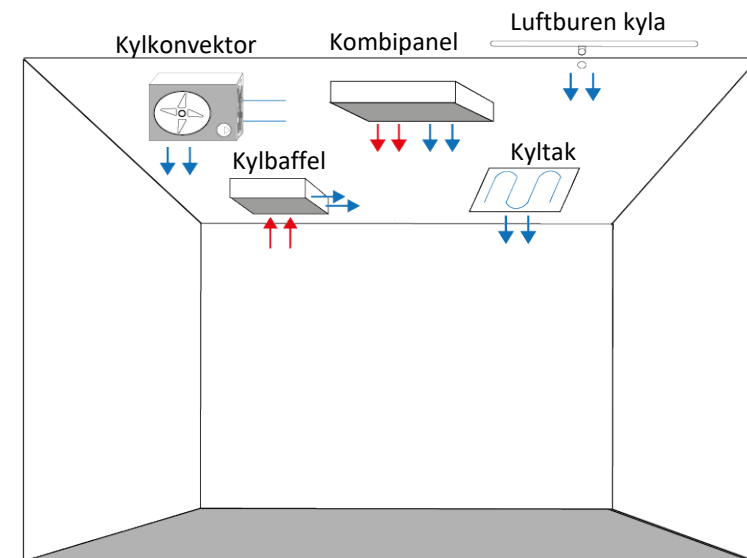
Luftburen kyla, vattenburen kyla och kombinerade system är några av de sätt vi kan kyla våra byggnader.

- Vid luftburen kylning kan exempelvis evaporativa och sorptiva system användas. Vid evaporativ kyla sänks luftens temperatur genom befuktning i ventilationskanalen eller i det aktuella rummet. Vid sorptiv kyla torkas den fuktiga tilluften med värme, för att sedan fuktas upp, för att på så sätt sänka temperaturen.
- I en kylmaskin (kompressorkyla) skapas energi genom att värme hämtas i låg temperatur och lågt tryck av ett köldmedium, i en förångare. Därefter komprimeras det förgasade köldmediet av en kompressor. Köldmediet kondenserar sedan vid hög temperatur till vätska i en kondensor och leds sedan tillbaka till förångaren via en ventil som sänker trycket.
- Absorbtionskyla fungerar som en vanlig kylprocess men skillnaden är att en saltlösning tillsätts.
- Köldmedier pumpas runt i ett rörsystem som kallas köldbärare. Med hjälp av tryckhållningspumpar till olika kylapparater. Dessa kan betjäna ventilationsaggregatets kylbatterier eller lokala apparater till exempel kylbaffel eller fläktluftskylare.



Kyleffekten fördelas

- I en kylkonvektor sprids kallluft via en motorstyrd fläkt, förses med kyla från köldbärare.
- En kombinationspanel kan sprida både kyla och värme.
- Tempererad tilluft (luftburen kyla) från ventilationsaggregatet. Frisk luft sprids genom tilluftsdon.
- I en kylbaffel passerar rumsluften kalla ytor på ett kylbatteri/kylrör som koler luften. Därefter strålas en del av kylan och en del sprids med konvektion. En kylbaffel kan också kyla tilluft från ventilationsaggregatet.
- Kyltak består av sammankopplade kylpaneler, som gör sig bra vid stort kylbehov.

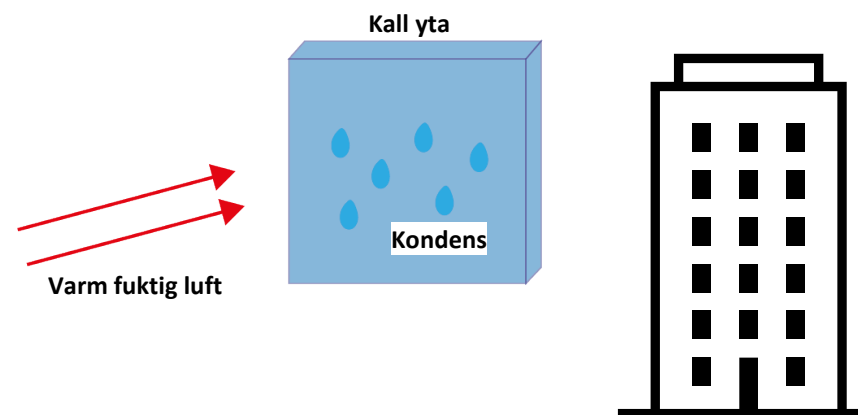


Inomhusklimatet reagerar

När kylan når rummet reagerar inomhusklimatet och dess komponenter, helt beroende på hur vi väljer att distribuera och fördela vår kyla. För högt eller ett alldeles för riktat flöde kan leda till att personer upplever drag. För kalla kylrör eller metallpartier i kombination med varm, fuktig luft kan leda till att kondensproblem uppstår. Vid val av kylmetod där luften befuktas för att temperatursänkas kan problem uppstå med legionella.

Luft består bland annat av vattenånga och mängden vattenånga varierar beroende på årstid och utomhustemperatur. När mängden vattenånga i luften blir för hög uppstår kondens. Detta blir problematiskt när inomhustemperaturen i lokaler ska sänkas vid hög luftfuktighet utomhus.

Vid val av kylmetod gäller att ta hänsyn till vilken typ av verksamhet och rumstyp som ska kylas. Detta med hjälp av till exempel en behovsanalys.



Hur hanterar vi fukt?

Vid hög luftfuktighet i utomhusluften riskerar vi kondensutfällning, om luften inte behandlas på något sätt när vi tar in den i byggnaden och sänker temperaturen.

Så fort den varma och fuktiga tilluften träffar en kallare yta, kommer den att fälla ut fukt, luften kondenserar.

För att kunna hantera detta året om behöver vi kunna kontrollera värme, kylning, befuktning och avfuktning samtidigt.

Metoder att avfukta luft

Fuktreglerad tilluftstemperatur

Vi kan reglera tilluftstemperaturen efter den fuktnivå på utomhusluften, som är aktuell för stunden. Vid hög utomhustemperatur och hög luftfuktighet kommer tilluften kunna sjunka under en viss grad, för att säkerställa att luften inte kondenserar i rummet. Detta innebär att en viss tolerans för högre inomhustemperatur bör finnas i aktuella utrymmet. Enbart fuktreglerad tilluftstemperatur lämpar sig sällan i exempelvis ett renrum/sterila rum där krav på luftfuktighet och temperatur ofta är högre än normalt. Här behöver speciella kylinstallationer användas för att säkerställa renlighet, temperatur och luftfuktighet.

Kondensavfuktare

Ett kylrör/element som gör att det kondenserar på den kalla ytan när luften passerar igenom. Kondensavfuktaren kan anslutas till byggnadens ventilationssystem.

Sorptionsavfuktare

Fuktig luft sugas in i en rotor som sedan fångar vattenånga, den torkas av varm luft och sedan förs ut och bort från rummet, i form av vattenånga.

Behovsanalys och olika rumstyper

Om kyla ska installeras behöver en behovsanalys utföras. Behovsanalys innefattar bland annat att utreda kyleffektbehovet och vilken typ av byggnad, verksamhet och rumstyp som omfattas av åtgärderna.

För regionerna finns Program för teknisk standard (PTS) framtagen. Där framgår krav och rekommendationer för vilken typ av luftfuktighet och temperatur som rummet ska hålla. Det blir styrande faktorer som man behöver förhålla sig till vid val av en kylinstallation.

De olika rumstyperna som behöver beaktas vid val av kylmetod är till exempel:

Sterila rum	Medicinska förråd	Operationssalar
Vårdlokaler	Administrativa lokaler	Utbildningslokaler/klassrum
Museum	Arkiv	Cell för intagen

Fel val av kylmetod kan få dels ekonomiska konsekvenser men kan också orsaka legionella, kondensproblem och annan bakteriell tillväxt i sterila miljöer.

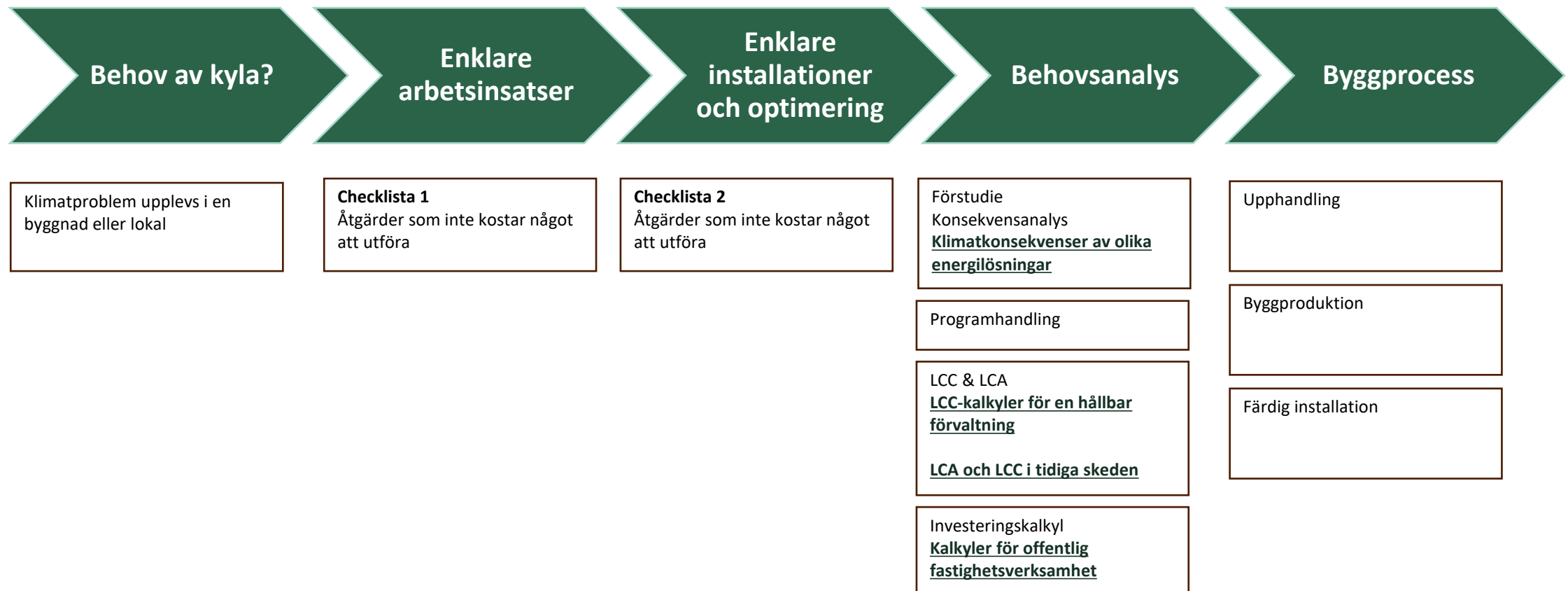
Behovsanalysen bör innehålla någon form av beräkning om aktuella lokaler klarar sig med generell kyla eller om spetskyla är nödvändig för att hålla kraven för de aktuella rummen.

Att göra innan beslut om en investering fattas

- Det finns flera olika åtgärder som den förvaltande organisationen kan undersöka och utföra innan man går vidare med ett beslut om att installera ett nytt kylaggregat eller tillföra kyla på något sätt.
- Att säkerställa att byggnadens befintliga installationer fungerar och används enligt driftinstruktioner och att lokalerna nyttjas enligt projekterade värden är några exempel.
- Alla åtgärder eller förändringar bör utredas och utföras av en sakkunnig.

Process

Exempel på hur en process kan se ut. Från upplevt problem till färdig installation.



Checklistor

Checklista 1

Enklare arbetsinsatser

- Minska interna värmekällor**
Se över om det går att stänga av datorer, belysning och kopiatorer som avger värme, när de inte används.
- Projekterade värden**
Säkerställ att lokalen används som den var tänkt att användas när den byggdes. Se över antalet personer som vistas i rummet samtidigt och jämför med projekterade luftflöden och kyleffekt.*
- Solavskärma**
Använd persienner, markiser och gardiner för att stänga ute värmen.
- Stänga ute värmen**
Fönster och dörrar hålls stängda för att hålla värmen borta. Vädra endast när utetemperaturen är kallare än inomhustemperaturen.
- Samråd med medlemsorganisationer**
Säkerställ om liknande problem finns där redan framtagna utredningar och åtgärdsförslag kan användas
- Utbildningsinsatser**
Verksamheter och de som nyttjar lokalerna får information och utbildning kring inomhusklimatet och hur de själva kan påverka det.
- Information**
Håll koll på information från SMHI. Informationsmöten, instruktionsvideos, löpande mailutskick inför värmeböljor från förvaltande organisation.

*Åtgärd utförs av sakkunnig

Checklista 2

Enklare installationer och optimering

- Solavskärma**
Installera persienner, gardiner och markiser. Utred om det finns möjlighet att sätta solfilm på fönster.*
- Underhåll av befintlig kylanläggning och ventilation**
Säkerställ att löpande och- planerad underhållsplan följs enligt drift- och underhållsinstruktioner.*
- Driftoptimering av befintlig anläggning**
Säkerställ att driftparametrar är inställda för att maximera effekten av den tänka kylleveransen och att drifttider stämmer överens med verksamheterna på plats.*
- Nattkyla**
Möjlighet till att använda nattkyla har utretts och åtgärder har vidtagits.*
- Ventilationsflöden**
Möjlighet att öka eller minska flödet på ventilationen utreds för att sänka inomhustemperaturen.*
- Teknisk isolering**
Värmeläckage från varma rör i schakt, kulvertar och även inne hos verksamheter kan orsaka ökad inomhustemperatur. Utred möjligheter om värmeläckage och isolera vid behov.*
- Flytt av verksamhet**
Se över möjlighet att flytta mer värmekänsliga arbetsplatser eller hela verksamheter till geografiskt mer lämpliga lokaler. Låg nivå i norrläge t.ex.
- Mät och logga inomhustemperaturer under tid**
Försök hitta orsaken till värmen, om den är lokal eller utspridd.

Behovsanalys

När det konstaterats att ett behov av kylainstallation kvarstår efter åtgärder, är det dags att påbörja en behovsanalys. Här rekommenderas att en teknisk sakkunnig exempelvis en VVS-konsult kontaktas. Detta för att analysen ska få bästa resultat.

I listorna ser ni exempel på vilka frågeställningar en behovsanalys behandlar samt kompletterande kontrollfrågor.

Behovsanalys

- Utred kyleffektbehov
Undersök behov av spetskyla
- Utred typ av verksamhet som är i behov av kyla?
- Behov av redundans utreds
- Möjlighet till frikyla utreds
- Kartlägg markförutsättningarna
- Energiberäkning
Utför mer detaljerad energiberäkning för byggnaden

Kontrollfrågor

- Finns budget framtagen?
- Har en förstudierapport påbörjats?
- Finns möjlighet till att utnyttja geoenergi?
- Har en konsekvensanalys utförts?
Läs mer om hur en konsekvensanalys utförs: [Klimatkonsekvenser av olika energilösningar](#)
- Har en investeringskalkyl upprättats?
Läs mer om hur en konsekvensanalys utförs: [Kalkyler för offentlig fastighetsverksamhet](#)

Läs mer om LCA & LCC

[LCC-kalkyler för en hållbar förvaltning](#)

[LCA och LCC i tidiga skeden](#)

LCC och LCA - exempel

För att jämföra olika alternativ för att lösa problematiken med det varma inomhusklimatet, utförs med fördel en LCC, livscykelkostnad.

Förutsättningar

→ Byggnad i två plan, kontor, personal, lager och teknikutrymmen.

Slutsats

- Vi konstaterar att resultatet skiljer sig väldigt mycket beroende på vilka förutsättningar som används.
- Investeringskostnaden kan skilja sig från 500 000 kr upp till 2 000 000 kr
- Totala LCC kan skilja sig från 1 500 000 kr upp till 3 000 000 kr
- Geografiska förutsättningar kan vara avgörande för vilka metoder som lämpar sig vid varje specifikt objekt. Därför bör detta exempel endast användas som ett mått för hur olika åtgärder kan skilja sig och inte som en slutsats för vilken typ av installation som ska väljas.

LCA

→ Vid investeringskalkyler och LCC är det viktigt att inte bara se till den ekonomiska biten utan göra en helhetsbedömning för vilken klimatpåverkan installationen har, vid installation, under förvaltningskedet men också vid rivning. Detta görs med en LCA, livscykelanalys.

Luftbehandling med integrerad kylkompressor
Investeringskostnad: 629 000 kr
Total LCC: 1 899 815 kr
Fördel

- Billig

Nackdel

- Utrymmeskrävande
- Elintensiv

Luftbehandling med sorptiv kyla
Investeringskostnad: 840 000 kr
Total LCC: 1 892 097 kr
Fördel

- Billig
- Befintlig fjärrvärme används

Nackdel

- Utrymmeskrävande

Luftbehandling med vattenkylning
Investeringskostnad: 570 000 kr
Total LCC: 2 234 416 kr
Fördel

- Låg investeringskostnad
- Befintlig fjärrvärme används

Nackdel

- Utrymmeskrävande

Luftbehandling med kyla från sjö och vattendrag
Investeringskostnad: 585 000 kr
Total LCC: 1 697 733 kr
Fördel

- Låg investeringskostnad
- Miljövänlig

Nackdel

- Tillgängligheten
- Kräver hög fjärrvärmeeffekt

Luftbehandling med bergvärmeanläggning
Investeringskostnad: 2 285 000 kr
Total LCC: 3 006 653 kr
Fördel

- Låg driftskostnad

Nackdel

- Hög investeringskostnad

Luftbehandling med externt absorptionskylaaggregat
Investeringskostnad: 928 000 kr
Total LCC: 2 351 416 kr
Fördel

- Befintlig fjärrvärme används
- Miljövänlig

Nackdel

- Utrymmeskrävande
- Kräver hög fjärrvärmeeffekt

Läs mer om LCA & LCC

[LCC-kalkyler för en hållbar förvaltning](#)

[LCA och LCC i tidiga skeden](#)

Lagar och regelverk

Alla VVS-installationer styrs på något sätt av lagar och regler. I vissa fall kan det också innebära kontakt med myndigheter. Det innebär i bland långa tillståndprocesser och beslutsvägar.

Till exempel kan ett tillstånd för vattenverksamhet ta flera år och ett bygglovsbeslut tar i normalfallet flera månader att handlägga.

Myndighetskontakt krävs i flera fall vid tillstånd och ansökningar:

- Byggnadsnämnden
- Mark-och miljödomstolen
- Länsstyrelsen

Några av de lagar och regelverk man behöver förhålla sig till är:

- PBL, Plan och bygglagen
- PBF, Plan och byggförordningen
- BBR, Boverkets byggregler
- MB, Miljöbalken
- LOU, Lag om offentlig upphandling
- AMA, Allmän material och arbetsbeskrivning
- Säker vatteninstallation, Branschregler

Utöver det finns Program för teknisk standard, framtagna för regionerna, tänkt att användas som vägledning för att uppfylla rumstypkrav.

Läs mer om PTS

[Program för Teknisk Standard -
Program för Teknisk Standard](#)

Inspirerande exempel

Solkyla – Statens fastighetsverk

Solvärmedriven sorptivkylanläggning

[Solenergi – Möjligheter för offentliga lokaler](#) (sidan 63)

Snölager – Region Västernorrland

Geoenergi från snölager

[Guide för geoenergi](#) (sidan 50)

Sjökyla – Nationalmuseum

Frikyla från sjökyla

[Solenergi – Möjligheter för offentliga lokaler](#) (sidan 60)

[Guide för geoenergi](#) (sidan 60)

Akviferlager – Region Kalmar län

Frikyla från akvifer

[Guide för geoenergi](#) (sidan 73)

Källor

Kyleffekten hämtas och distribueras

- [Guide för geoenergi \(offentligafastigheter.se\)](https://www.offentligafastigheter.se)
- [Ta det kallt : strategier för komfortkyla \(SKR\)](#)

Lagar och regelverk

- www.av.se
- www.boverket.se
- [Lagstiftning och vägledning \(naturvardsverket.se\)](https://naturvardsverket.se)
- [Vattenverksamhet | Länsstyrelsen Stockholm \(lansstyrelsen.se\)](https://lansstyrelsen.se)
- [Den robusta sjukhusbyggnaden \(msb.se\)](https://msb.se)
- [VVS-kunskap steg 2 \(lundagrossisten.se\)](https://lundagrossisten.se)

Hur kyler vi våra lokaler?

- [Handbok Vätskeburen kyla utgåva 3 2008 \(armatec.com\)](https://armatec.com)
- [VVS-kunskap steg 2 \(lundagrossisten.se\)](https://lundagrossisten.se)
- [Avfuktning och torkning av industriella och komersiella installationer \(condair.se\)](https://condair.se)
- [Ventskolan komfortkyla \(Luftbutiken.se\)](https://luftbutiken.se)
- [Ta det kallt : strategier för komfortkyla \(SKR\)](#)

Fukt

- [Ventskolan komfortkyla \(Luftbutiken.se\)](https://luftbutiken.se)

Indata till LCC

- [DesiCool klimatsystem med sorptiv kyla \(munters.com\)](https://munters.com)
- [Produkter \(yazaki-nordic.se\)](https://yazaki-nordic.se)

Åtgärds punkter till Checklista 1 och 2 samt behovsanalys

- Informationsblad från Regionfastigheter
- [55. Kylsystem \(locum.se\)](https://locum.se)
- [Guide för geoenergi \(Offentliga fastigheter\)](https://www.offentligafastigheter.se)

Om rapportens framtagande

- Fredrik Nodemar och Daniel Eriksson, Fidell AB, har varit utredare och skribenter.
- Johan Eriksson, Region Skåne, Stefan Tyni, Statens fastighetsverk, Mats Olsson, Falu kommun och Torbjörn Körlof, Region Norrbotten, har varit styrgrupp för projektet.
- I projektet har representanter från Hudiksvalls kommun, Region Värmland och Region Västernorrland intervjuats.
- Saija Thacker, Sveriges Kommuner och Regioner, har varit projektledare.

Klimatkomfort i offentlig miljö

Denna rapport publicerades första gången i juni 2022. Aktualitetsgranskning av rapporten är gjord våren 2023 och innehållet bedöms fortfarande relevant. Efter granskningen har rapporten lyfts över i ny grafisk profil.