|  |
| --- |
| **Performancetest milepæl 4.X. Køleanlæg. Test af systemvirkningsgrad (COP) ved givne belastninger** |
| Dato for opdatering af dokument: xx.yy.20zz |
| Oplysninger om deltagere i test | For Entreprenør: For Driftsorganisation:For Bygningsstyrelsen:For fagtilsyn: |
| *Til Rådgiver: Indskriv anlægsnr. i dette felt og kopier denne test for hvert anlæg.* |  |  |  |
| Formål  | Testene skal eftervise at de samlede køleinstallationer overholder krav til System COP. Endvidere er det et formål, at der etableres CTS målepunkter til driftsmæssig overvågning af ændringer i systemvirkningsgrad. |
| Definition | COP (Coefficient Of Performance) er forholdet mellem energiproduktionen og energitilførslen. COP for et køleanlæg beregnes via denne formel:$$COP=\frac{P\_{køling}}{P\_{tilført}}=\frac{Q∙ρ∙c\_{kølemiddel}∙(t\_{retur}-t\_{frem})}{E\_{tilført}}$$hvor,Pkøling er køleanlæggets energiproduktion [W]Ptilført er køleanlæggets energiforbrug [W]$Q$ er kølemidlets akkumulerede volumenstrøm [m3]ρ er kølemidlets massefylde kg/lckølemiddel er kølemidlets specifikke varmekapacitet J/kg∙Ktretur er kølemidlets returtemperatur [˚C]tfrem er kølemidlets fremløbstemperatur [˚C]Etilført er den tilførte energi til køleanlægget [J]I tilfælde af behov for justeringer skal ændringer begrundes via EN14825. Køleeffekter måles via energimåler kalibreret til det aktuelle kølemedie. |
| Forudsætninger for testens igangsætning | Anlægget skal være i termisk balance, når målingerne foretages. Termisk balance defineres som, at anlæggets ydre betingelser ikke ændres, eksempelvis konstant udetemperatur, konstant fremløbs- og returtemperatur, eller kapacitet tilføjes eller reduceres.For at testen kan gennemføres, skal følgende arbejder være afsluttet:* Performance testen for kapacitetsregulering for køleinstallation er godkendt
* De energimålere, der tilsammen skal registrerer den tilførte el-effekt til de samlede køleinstallationer, skal være kontrolleret og retvisende.
* Den energimålere, der skal registrere køleydelsen, skal være kontrolleret og retvisende.
* Det udstyr, der løbende skal logge energimålernes effekt og løbende skal udregne, logge og fremvise System COP-faktoren som kurver (lograpporter) skal være kontrolleret og retvisende
* Entreprenørens egenkontrol og kvalitetssikring i henhold til udbudsmaterialet skal være færdigt og godkendt af fagtilsynet (inkl. evt. krævet mangeludbedring)
 |
| Omfang af test | Stikprøveomfang for hovedkøleanlæg:Stikprøveomfang: 100% |
| Tidspunkt for testens gennemførelse | *Til Rådgiver: Det skal fremgå af byggeledelsens detaljerede planlægning, at testen gennemføres inden AB18 aflevering.* Afhængigt af udetemperatur kan det være hensigtsmæssigt at gennemføre testen på et specifikt tidspunkt.  |
| Testens varighed | 1 dag  |
| Testens indhold | Entreprenørens fremvisning og gennemgang af:* Den egenkontrol og kvalitetssikring, der er godkendt af fagtilsynet (inkl. evt. krævet mangeludbedring)

COP testen udføres med udgangspunkt i de vigtigste driftssituationer for køleinstallationen. Ved test uden for sommerperioden, skal det sikres, at kondensatortrykket svarer til de højeste dimensionsværdier for udetemperaturen. System COP-faktoren beregnes løbende i henhold til afsnittet ”Metode for måling”.Lograpporter med System COP-faktor gennemgås. |
| Metode for måling | **COP-faktor, øjebliksværdi:**Alle energimåleres øjebliksværdi for effekt [kW] aflæses samtidigt og logges automatisk hvert 5 min. Herefter beregnes og logges System COP-faktorens øjebliksværdi, via CTS.**COP-faktor, middelværdi:**Alle energimåleres øjebliksværdi for energi [kWh] aflæses samtidigt og logges automatisk hver 2. time. Herefter beregnes og logges System COP-faktorens middelværdi for denne periode, via CTS.Lograpporter for COP gennemgås. Logninger skal være tilgængelige for en periode på minimum 4 døgn forud for testens start, dvs. at anlæggene skal være opstartet 4 døgn før testens start, og det skal være konstateret, at lograpporter er retvisende, samt at anlægget er i termisk balance.Den samlede køleinstallation skal testes ved gradvist ændret belastning fra 0 - 100 % kapacitet, samt i følgende belastningssituationer: 1/1 last-2/3 last og 1/3 last. De ideelle testkonditioner er ved en udetemperatur på 25 grader.Det iagttages om styringer sørger for korrekt indkobling og kapacitetsregulering af kølekompressorer og tørkølere under varierende belastning. Testen skal udføres på det samlede anlæg bestående af kølemaskiner og tørkølere, som her opfattes som et sammenhængende system. Der testes både på køleanlæggenes kapacitet og på reguleringssamspillet mellem CTS og køleanlæggenes egne styringssystemer.  I det tilfælde, at der på tidspunktet for test ikke i bygningen er en varme/køle-belastning der svarer til den krævede effekt fra køleinstallationen, sørger Bygherren for, at der opstilles en varme-kølekilde, svarende til de enkelte køleanlægs køleeffekt, således at kølemidlet kan opvarmes tilsvarende.  |
| Målere/målepunkter | Der skal aflæses i alt 4 målinger, alle tilgængelige via CTS, pr. COP-beregning, nemlig:Afgivet køleeffekt målt på hovedenergimåler, som registrerer nedenstående værdier:* Akkumuleret volumenstrøm$Q$ [m3]
* Kølemidlets returtemperatur [˚C]
* Kølemidlets fremløbstemperatur [˚C]

Tilført eleffekt målt som summen af elbimålere, som registrerer nedenstående værdier:* Eleffekt til de tre tørkølere
* Eleffekt til de tre kompressorenheder med tilhørende pumper
* Eleffekt til hovedpumper

Målingen opsættes ud fra definitionen ovenfor som en permanent lograpport i CTS for køleanlægget som et samlet system. *Til Rådgiver: Her oplistes de instrumenter, der er nødvendige til gennemførelse af testen. Det skal sikres, at de målepunkter, der er beskrevet i dette punkt” er tilgængelige i projektet.* |
| Tegning | Principdiagram for kølecentral, som findes i projektmaterialet.*Til Rådgiver: Her indsættes specifikt diagram fra det testede anlæg* |
| Principskitse 1. Den korrekte tegning findes i projektmaterialet.  | Tegningen viser princippet i hvad der indgår i målingen. Her måles på det samlede anlæg, dvs. hvor hele installationen inkl. tørkølere opfattes som en "black box".*Til Rådgiver: Her indsættes specifik skitse fra det testede anlæg* |
| Acceptkriterium | *Til Rådgiver: Indsæt entydig reference til det dokument hvor kravet fremgår, f.eks. en funktionsbeskrivelse af anlæg xx.*Testens resultat accepteres, hvis COP visningen i CTS lograpporterne viser, at COP-faktoren for det samlede system via lograpporter i CTS kan konstateres at være minimum den projekterede værdi.System COP skal opfyldes i følgende typiske driftssituationer:* En standard vinterdag, hvor udetemperaturen er 4 grader og éen kølemaskine ved fuld ydelse.
* En standard sommerdag, hvor udetemperaturen er 22 grader og alle kølemaskiner i drift.
 |
| Observationer/Registreringer foretaget under testen | Fagtilsynet udarbejder et tilsynsnotat hvoraf fremgår:* Tryk og temperaturer i anlægget under forskellige driftsformer
 |
| Testindikatorer. Hvad kan afvigelser skyldes. | I det tilfælde at testen viser, at acceptkriterium ikke kan opfyldes, er der behov for en nærmere gennemgang af installationerne med henblik på at lokalisere årsagen. Blandt de mulige fejlkilder er:* Særlige temperaturforhold
* Måletekniske unøjagtigheder
* Fejl i udførelse af køleanlæg
* Fejl i indregulering
* Anlæg er fra fabrik leveret med en lavere energieffektivitet end beskrevet.
* Projekteringsfejl
* Andet
 |
| Manuelle registreringer som foretages under testen som supplement til CTS lograpporter | Fagtilsynet udarbejder et tilsynsnotat hvoraf fremgår:* Fagtilsynets observationer og kommentarer til hvert testet anlæg
* Bilag med entreprenørens udskrift (pdf-format) af alle:
	+ Lograpporter for hver enkelt energimåler
	+ Lograpporter for samlet køleydelse
	+ Lograpporter for samlet energiforbrug
	+ Lograpporter for COP-faktor for dels kompressor units og dels for system COP-faktor.
	+ Lograpporter køleanlæggets driftsform
* Testens resultat: Er testens acceptkriterium opfyldt. Ja/nej
* Sideløbende med overvågning af lograpporter føres en manuel testjournal, hvor nedenstående målepunkter registreres. Formålet er at verificere, at der er overensstemmelse mellem de manuelt beregnede COP værdier og værdier som fremgår af lograpporter

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tidspkt.** | **Tilført el-effekt [kW]** | **Køleydelse [kW]** | **Manuelt beregnet COP-faktor (øjebliksværdi)** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

 |
| Testens resultat | Er testens acceptkriterium opfyldt. Ja/nej: |
| Entreprenørens forpligtigelser i tilfælde af ikke bestået test | I det tilfælde testen viser, at acceptkriteriet ikke er opfyldt, noteres manglerne. Inden for 10 arbejdsdage skal entreprenørerne sørge for, at alle fejl og mangler er udbedret. Herefter skal fagtilsynet godkende entreprenørernes mangeludbedring.Når entreprenørernes mangeludbedring er godkendt af fagtilsynet, genoptages testen. |
| Værdi af ikke-bestået test | Fremgår af dokumentet ”Generelle betingelser for slutkontrol og samordnet slutkontrol”.*Til Rådgiver:**Byggeledelsen/fagtilsynet skal være opmærksom på, at der ikke uretmæssigt udbetales for ydelser, der ikke er leveret og verificeret i denne test.* |
| Anvendelse i energistyring | Ændringer over tid kan indikere at driftsmæssige ændringer har indflydelse på COP, eksempelvis vis indreguleringen ændres eller temperaturforhold ændres. Som led i den tekniske drift overvåges COP og denne overvågning indgår som en parameter i en løbende optimering af den tekniske drift.  |