

# Projekteringsydelser - Køle-/frostinstallationer

01. august 2019  
J. nr. 18/01055

FINJU/FRGLU

## 1. Introduktion

Denne fagspecifikke ydelsesbeskrivelse præciserer mindstekrav til rådgiverydelser for køleinstallation i projekteringsfaserne og i fasen med leverandør- og produktafhængig detailprojektering.

Ydelsesbeskrivelsen indgår i aftalegrundlaget for rådgivning sammen med en række tilsvarende ydelsesbeskrivelser for andre fag, herunder ydelsesbeskrivelse for IKT.

Øvrige ydelser i forbindelse med køle/frost installationer følger BYGST bilag "Fravigelser, tilføjelser, ændringer og præciseringer til FRI og DANSKE ARK's Ydelsesbeskrivelser for Byggeri og Landskab 2018 (YBL18)".

## 2. Dispositionsforslagets leverancer

Oplysninger som skal foreligge som led i dispositionsforslaget:

- Redegørelse for forventet kølebehov, herunder en redegørelse for hvorfor der skal køles (f.eks. for opfyldelse af indeklimakrav, krav til procesudstyr, krav i forbindelse med laboratorieforsøg, krav om klimakamre, krav om køle/frost rum).
- Beskrivelse af omfang for leverandør- og entreprenørprojektering af køle- og frost-installationen.
- Redegørelse for opfyldelse af kølekrav / kølebehov, herunder beskrivelse af køleprincip(per), køleanlægs-systemer, beskrivelse af reguleringsform samt valg af medietemperatur (fremløb / retur).
- Beregninger for hovedkølekapacitet med afsæt i indeklimakrav samt køle- / frost- / affugtningsbehov.
- Redegørelse for opfyldelse af energiforhold.
- Redegørelse vedr. disponering og pladsforhold i teknikrum samt hovedføringsveje frem til køleflader. Herunder indgår også pladsforhold til forsyningstavler, pladevekslere samt tørkølere.
- Vurdering af mulighed for udnyttelse af varmegenvinding / frikøling, herunder også økonomiske forhold / konsekvenser ift. afgifter ved genvinding af procesenergi.
- Vurdering af behov for redundans på kølemaskiner, pumper og/eller andre vitale komponenter.
- Oplæg til liste der viser kølebehov på rumniveau. (proces – komfort).
- Oplæg til anlægsliste med angivelse af samlet kølebehov.
- Indledende tryktabsberegninger, der viser disponering af hydraulisk balance, og hvorledes tryktab er fordelt på forskellige afsnit i bygningen.
- Vurdering af behov for, at komponenter som vakuum (mikroboble) afluffer, delstrømsfiltrering, automatisk påfyldning, ekspansionsbeholder og vandbehandlingsanlæg skal indgå i systemet.
- Specifikt for køling af Serverrum, kan der tages udgangspunkt i Serverrumsvejledning – "Udgivet af Energistyrelsen juli 2013. Opdateret maj 2018".

- Dokumentation for tværfaglig granskning samt KS af, hvorledes krav opfyldes og systemer opbygges.

### Tegninger

- skal vise pladskrav og pladsdisponering i teknikrum samt føringsveje (volumener).
- skal vise hovedrør i bygning med angivelse af foreløbige rørstørrelser, flowmængder, tryktab (inklusive føring i udendørs terræn).
- Principdiagrammer til illustration af disponeringer af anlæg og bestyknings af automatik, diagram påføres dimensionerende køleydelse (kW, m<sup>3</sup>/h, dT for væske-side/luftside).

### **3. Projektforslagets leverancer**

#### Oplysninger som skal foreligge som led i projektforlag:

- Opdateret redegørelse for opfyldelse af kølekrav / kølebehov, herunder beskrivelse af køleprincip og køleanlægs-system.
- Opdateret redegørelse for opfyldelse af energiforhold.
- Redegørelse for brandforhold samt lydforhold ift. gældende lovgivning, relevante standarder samt valg af kølemiddel. Herunder behov for myndighedsbehandling ift. kontrolklasse og kølemiddelgruppe mht. opstillingskontrol og ibrugtagningstilladelse.
- Opdateret redegørelse vedr. disponering og pladsforhold for udendørs tørkølere, i teknikrum, hovedføringsveje frem til køleflader samt pladsafsætning over loft for køleunits. Herunder også disponering og dimensionering af forsyningstavle.
- Vurdering af behov for, at vitale komponenter kan/skal kunne udskiftes med anlæg i drift, f.eks. sikkerhedsventil, tryktransmitter, filterenhed, maksimalafbryder i forsyningstavle.
- Ajourførte opdaterede beregninger af kølekapacitet med udgangspunkt i køle-/frostbehov samt indeklimakrav.
- Komplet liste med kølebehov på rumniveau. (proces – komfort).
- Komplet liste med omfang af køle / frostrum.
- Komplet anlægsliste med angivelse af komponentdata og samlet kølebehov.
- For køle- og frostrum gælder specifikt, at følgende skal afklares:
  - Mængde som skal nedkøles og hvor hurtigt.
  - Antal luftsifte i rum (f.eks. pga. døråbning og trykudligning).
  - Krav til lufttæppe, bændelgardin.
  - Krav til relativ luft fugtighed (RF%) i rum (udfordring med mug / skimmel vækst).
  - Krav til fordampertemperatur, for køleflade i rum.
  - Behov for gulvvarme, karmvarme.
  - Krav til bæreevne for gulv (kørsel med gaffeltruck-palleløfter).
  - Særlige krav til belysning (farvetemperatur, farvegengivelse).
- Ajourførte opdaterede tryktabsberegninger, der i detaljer viser hydraulisk balance, og hvordan tryktab er fordelt på forskellige afsnit i bygningen.  
Krav til vandbehandling samt håndtering af kølemedie på både kold og varm side af anlæg. Særlig fokus på (miljø)forhold ved kulbrinter, glykoler, sprit, NH<sub>3</sub>, additiver samt krav til ventilation / gasovervågning i teknikrum.
- Grænsefladeskema (særligt ift. VVS, Ventilation, EI og BMS/CTS).  
Oplæg til strategi for styring af anlæg. Strategien skal redegøre for, hvordan anlæg styres, herunder konkret hvilke signaler og værdier der håndteres via BMS/CTS for at kunne vurdere driftstilstand og håndtere alarmer.

Oplæg til strategi for indregulering. Indregulering af køleanlægget skal sikre, at de projekterede effekter kan tilvejebringes i de betjente områder/lokaler under betingelser, hvor energiforbrug (COP/SCOP/SEER-faktor), lydkrav samt indeklimakrav er opfyldt.

- Paradigme for liste med produktvalg jf. punkt under afsnit 4, "Udbudsprojektets leverancer".
- Hovedtidsplan med milepæle for performancetest.
- Dokumentation for tværfaglig granskning med fokus på grænseflader.

#### Tegninger

- Oversigtsplaner med placering af anlæg og køle-/frostrum.
- Tegninger, der viser fastlagt hovedgeometri for alle pladskrævende komponenter i teknikrum, føringsveje samt over lofter. Pladsdisponering skal tage hensyn til isolering, gennemføring i brandskel, brandisolering, samt servicering af komponenter generelt. Endvidere hulkrav til konstruktioner.
- Rumtegninger med angivet kølebehov.  
Hovedrør, afgreninger, fordelerrør, blandesløjfer med angivelse af mængde, hastighed og tryk (tryktab).  
Placering af reguleringsventiler, pumper samt øvrig automatik.
- Opdaterede princip- og PI diagrammer som tydeligt viser, hvordan køleanlæg er opbygget og bestykket. Komponenter som vandbehandling, vakuum (mikroboble) af-lufter, delstrømsfiltrering, automatisk påfyldning, pumper, ventiler, varmevekslere, energimålere samt øvrig nødvendig automatik skal fremgå af PI-diagram, hvor der også er påført komponent data. Vurdering af hvilke værdier og signaler det er relevant at håndtere via BMS/CTS system.  
PI diagrammer på rumniveau i rum, hvor der er etableret køl. PI diagram skal vise samspil i styring mellem køl, varme, ventilation, solafskærmning, pir følere mv.

#### BIM model

- Køleaggregater, rør og hovedkomponenter som indgår i styring af anlæg samt alle pladskrævende komponenter skal være vist i BIM model, herunder pumper, ventiler, snavssamlere og automatiktavler. Rørledninger skal være forsynet med flow-mængder, hastigheder og tryktab.

### **4. Udbudsprojektets leverancer**

Ved afsluttet udbudsprojekt skal der som minimum foreligge følgende:

#### Arbejdsbeskrivelse for køleanlæg:

- Det skal sikres, at det tværfaglige Bips-dokument "Arbejdsbeskrivelse for Bygningsinstallationer" (Bips 2.400 og Bips 2.412 – seneste udgave) er projektspecifikt udarbejdet og afstemt med arbejdsbeskrivelsen for "Køling", og indeholder **alle** relevante elementer af tværfaglig karakter, f.eks. tværfaglig koordinering, idriftsættelse, afprøvninger, CE-mærkning, opstillingskontrol, myndighedsbehandling mm.

#### Tilbudsliste:

- Entreprenørens ydelser i forbindelse med leverandør- og produktafhængig detailprojektering skal fremgå af tilbudslisten.
- Entreprenørens ydelser i forbindelse med levering af data for alle komponenter og materialer, der indgår i byggeriet, og som der tages afsæt i ved den leverandør- og produktafhængige detailprojektering, skal fremgå af tilbudslisten.

#### Tegningsmateriale:

- Tegningsmateriale i pdf.-format for komplette anlæg. (Oversigtstegninger, plantegninger af terræn og etager, rumtegninger med kølemængder, 3D-view, PI-diagrammer, detaljetegninger)
- Loftsplaner der viser indbyrdes placering af installationer.
- Detaljetegninger. Af tegningsmaterialet skal fremgå, at relevante komponenter såsom aggregatdele, køleenheder, reguleringskomponenter, pumper, filterenheder, måleudtag osv. er enkle at tilgå, kontrollere og servicere.
- Detaljer hvor der er særlige krav til udførelsen for at opnå acceptable driftsforhold, skal fremhæves.

#### BIM model

- BIM IFC-modeller for de komplette anlæg og i henhold til niveau fastlagt i IKT-aftale.
- BIM Revit kildedokumenter for de komplette anlæg.
- Endelig dokumentation for kollisionstest.

#### Grænsefladeskemaer:

- Der skal foreligge grænsefladeskemaer, som tydeligt viser grænseflader mellem køleanlægsarbejderne og projektets øvrige fag. Grænsefladeskemaer skal tage udgangspunkt i BIPS grænsefladeskemaer.

#### Anlægsliste (køleaggregater, pumper, ventilatorer) med angivelse af følgende:

- ID-nummerering.
- Anlægsart (f.eks. "køleaggregat", "kondenspumpe" eller "ventilator").
- Anlægsdel (f.eks. "køleflade", "pumpe", "ekspansionsbeholder" eller "ventilator").
- Vekslertype (f.eks. "pladeveksler", "rørveksler, tørkøler).
- Betjeningsområde (overordnet lokalisering af betjeningsområdet for anlægget).
- Placering teknikrum /-område.
- Dim. køleydelse (kW, m<sup>3</sup>/h, dT for væskeside/luftside).
- Dim. pumpeydelse / effekt.
- Motortype / regulering (f.eks. "PM-motor/frekvensomformer" eller "EC-motor").
- EI-data (Spænding, strøm, effekt samt ref. til CTS/BMS-tavle nr.).

#### Køleydelseslister med angivelse af:

- Rumnummer.
- Rumtype ("Kontor", "gang", "møderum", "teknikrum" osv.).
- Køleenhedstype (hvis en sådan er monteret i rum, med reference til armaturliste).
- Dimensionerende kølebehov max.
- Dimensionerende kølebehov min.
- Summeringer af kølebehov.
- Antal køle/frostrum, herunder kapaciteter og temperaturkrav.

#### Liste med produktvalg til udfyldelse af entreprenører:

- Liste hvor entreprenøren kan angive alle relevante materialer, komponenter og produkter som vedkommende tilbyder i forbindelse med projektet. Listen, som efterfølgende danner grundlag for den leverandør- og produktafhængige detailprojektering, skal af entreprenøren kunne udfyldes, så alle materialer, komponenter og produkter entydigt er specificeret med fabrikater, typer osv. Det skal af li-

sten og af projekt materialet fremgå, at entreprenøren skal levere datablade for alle de materialer, komponenter og produkter, der fremgår af listen.

#### Energibehov

- Ajourført dokumentation for overholdelse af Bygningsreglementets krav til energibehov, samt input-data til byggeriets energiberegning.

#### Dimensionering og tryktabsberegninger:

- Energi-, tryktabs- samt øvrige beregninger dokumenteres via kildefiler eller pdf-udskrifter.

Cool Pack, eller tilsvarende, kan anvendes for afklaring i forhold til følgende:

- Procesdesign og systemstørrelse.
- Komponentberegning (strengregulering, flow gennem køleflader/varmefflader).
- Analyse af driftsforhold, systemsimulering og simulering af køling af rum / objekt.
- Livcyklus omkostning LCC (totaløkonomi).

#### Lyd- og vibrationsberegninger

- Lydberegninger baseres på standardkomponenter og standarddata og skal i udbudsprojektet eftervisse, at de projekterede foranstaltninger til lyd-dæmpning er fyldestgørende og yder tilstrækkelig sikkerhed for, at de stillede lydkrav kan opfyldes.

#### Strategi for indregulering:

- Den endelige, projektspecifikke strategi for indregulering af anlægget opdateres i udbudsprojektfasen, og udgør herefter en del af det samlede projektmateriale i udbudsprojektet.

#### Performancetest

- Projekttilrettet testprotokol vedr. performancetest for køleanlæg, jævnfør <https://www.bygst.dk/viden-om/performancetest/metoder-for-verifikation/>

#### Granskning, tværgående kvalitetskontrol

Som en del af udbudsprojektet leveres dokumentation for foretaget granskning og tværgående kontrol med fokus på bl.a. følgende elementer:

- Grænseflader til øvrige tekniske fag (med særlig vægt på Ventilation, VVS, EI, BMS/CTS).
- Pladsforhold og føringsveje.
- Dokumenteret CoolPack, eller tilsvarende, simulering for kølekreds.
- Detaljer i rørsystemer og komponenter.
- Lydforhold.
- Vibrationsforhold (støjforplantning).
- Indeklimaforhold (kuldenedfald, trækgener, kondensproblemer).
- Adgang til aggregater og andre komponenter, der skal kontrolleres og/eller service-res.
- Kollisioner.

### Udbudstidsplan (hovedtidsplan for udbud)

Som minimum skal følgende aktiviteter selvstændigt fremgå af udbudstidsplanen:

- Leverandør- og produktafhængig detailprojektering.
- Forsyninger (milepæl 1).
- Mekanisk og elektrisk komplet (milepæl 2).
- Slutfase med indregulering (milepæl 3) samt dokumentation af systemvirkningsgrader (milepæl 4).
- Prøvedrift (milepæl 5).

Milepæle er beskrevet på <https://www.bygst.dk/godt-byggeri/performancetest/metoder-for-verifikation/>

### **5. Udførelsesprojektets leverancer**

Som udgangspunkt er leverancer i forbindelse med udførelsesprojektet, de samme leverancer som er beskrevet under pkt. 4 - Udbudsprojektets leverancer.

### **6. Leverancer, ”Leverandør- og produktafhængig detailprojektering”**

Efter valg af entreprenør følger en fase, hvor nedenstående udføres af rådgiver, som en del af rådgivers ydelse i denne fase:

- "Udfyldt liste" samt de af "Entreprenør leverede datablade for produkter og materialer" granskes af rådgiver, så det sikres, at de tilbudte produkter lever op til de stillede krav.
- Grænseflader mellem tilbudte produkter og øvrige tilbudte leverancer af materialer og produkter fra andre entrepriser granskes.
- Tilbagemeldinger/forhandlinger om produktvalg i tilfælde af manglende overensstemmelse og/eller manglende opfyldelse af stillede krav.
- Gennemsyn af den BIM model og det tegningsmateriale som opdateres af entreprenør med produktspecifikke komponenter og data.
- Loftplaner og arealplaner opdateres og tilrettes endeligt.
- Beregninger opdateres og sammenholdes med endeligt opdaterede leverandør- og produktspecifikke data for enheder og aggregater.
- Kollisionskontrol opdateres, svarende til kollisionsfri model.

#### Forkortelser:

AT - Arbejdstilsynet  
BIM - Bygnings Informations Modelling  
IKT - Informations og kommunikationsteknologi  
KS - Kvalitets Sikring  
COP - Coefficient of Performance  
SCOP - Seasonal Coefficient og Performance  
SEER - Seasonal Energy Efficiency Ratio  
CTS - Central Tilstandskontrol og Styring  
BMS - Building Management System  
VVS – Vand Varme Sanitet  
PI – Proces & Instrumentering (diagram)  
DS/EN - Dansk Standard/Europæisk Norm