

## **17 TANKE**

### **17.1 Procesidentifikation**

Cylindrokoniske tanke (CCT) har efterhånden vundet stærkt indpas i store og små bryggerier grundet sine fremragende egenskaber og fleksibilitet på flere forskellige anvendelsesområder (gæring såvel som lagring af øl). Dette afsnit beskriver designovervejelser og instrumenteringen af CCT. Desuden beskrives specielle forhold for andre tanke, hvor disse afviger fra de generelle retningslinjer.

### **17.2 Teknologi- og designbeskrivelse**

#### **17.2.1 Cylindrokoniske tanke**

En CCT er opbygget af en konisk bund og en cylindrisk beholder samt en tanktop, hvorpå forskelligt udstyr oftest anbringes. En CCT køles ved hjælp af kølekapper påsvejst og isoleret på ydersiden af tanken, således at den indre tankflade er så jævn som mulig.

#### **Designovervejelser**

CCT kan designes i alle størrelser efter behov fra pilotanlæg til 40 m høje. Ved design af en CCT bør følgende tages i overvejelse:

- Tanken bør kunne indeholde én dags produktion fra bryghuset, + headspace nødvendigt under fermentering. Det er ikke ønskeligt at strække fyldningen over flere dage af hensyn til gærpåsætningen og effektiv start af gæringen
- Tankens placering giver fysiske begrænsninger for dens højde og diameter. Hvis tanken leveres samlet, må det også overvejes, hvorledes den bringes ind i bygningen

Det er af yderste vigtighed, at tankens overflade er ren, holdbar og ikke grobund for mikrobielle infektioner, CCT laves derfor oftest i rustfrit stål (SS 314) eller lignende og elektropoleres for at opnå en glat overflade. En CCT har typisk en konusvinkel på 60-75°, der hjælper til med at tømme gær ud af konus.

Afhængig af gæringsprocessens hastighed (temperatur, gærtype, etc.) er et headspace på op til 25% nødvendig for at kunne rumme det dannede skum i tanken. Overflow af skum fra tanken kan tilsmudse ventiler o.a. i tanktoppen og hindre deres funktion, samt skabe komplikationer i CO<sub>2</sub>-opsamlingsystemet, hvis et sådant findes.

En CCT køles ved hjælp af en konuskølekappe samt en eller flere kølekapper på den cylindriske del af tanken. Størrelsen af kølekapperne beregnes på baggrund af kølebehovet, dvs. kJ/h energi, der maksimalt skal fjernes fra væsken under gæring. Kølekapper og resten af tanken isoleres med et materiale, der tåler at blive vådt uden at miste isoleringsevnen (fx PU-skum). Isoleringen holdes på plads af metalplader.

### CCT top

- CIP-tilkobling. Tankens indre rengøres ved tilførsel af CIP-væske gennem en roterende sprayball eller eventuelt en rotojet. Sprayball/rotojet drejes rundt af vandtrykket og dækker derved hele tankens indre med CIP-væske. Renseeffekten af CIP består bl.a. i den spulende virkning af vandstrålen og der er derfor mere rengørings-effekt i punktet, hvor strålen rammer, end når væsken løber frit ned ad tankens inderside. Af denne årsag bør ”skyggezone” undgås (tankflader, der ikke kan oversprøjtes direkte på grund af fx følere/instrumentlommer). Leverandøren af rotojets kan rådgive om fornødent vandtryk og CIP-tid for at oversprøjt 100% af overfladen på basis af tankens dimensioner. Idet luften i tanken efter gæring for størstedelen er CO<sub>2</sub>, vil der oftest anvendes et syrebaseret rengøringsmiddel, der ikke reagerer med CO<sub>2</sub>. Lud reagerer med CO<sub>2</sub> samtidig med, at der skabes undertryk i tanken på grund af omdannelse af CO<sub>2</sub>-gas til salt. Det er derfor en god idé at lufte tanken ud, inden der rengøres med lud
- Overtryksventil. Overtryksventilen består af et ventilhoved, der ved hjælp af et lod eller en fjeder presser mod et ventilsæde. Ved overtryk i tanken løfter ventilen, og overtrykket udlignes. En ulempe ved denne type ventil er, at ventilhovedet i nogle tilfælde ikke slutter fuldstændig tæt efter, den har åbnet (gærrester, etc. i ventilsædet), og der vil kunne tabes en del CO<sub>2</sub> på denne konto, hvis det ikke korrigeres
- Sprængplade. En sprængplade ligner et skueglas, hvori – i stedet for et glas – er indsat en plade af kulstof med en defineret tykkelse, der kan modstå et vist tryk. Sprængpladen har den fordel frem for en overtryksventil, at den ikke kan blokeres og kan derfor benyttes som et fail-safe supplement eller erstatning for en overtryksventil. Sprængpladen har derimod den ulempe, at den skal skiftes, når den sprænger, samt at sprængplader har en vis produktionstolerance (+/- X% af angivet maksimalt tryk), og det faktiske ”breakpoint” kan af åbenbare grunde ikke testes
- Undertryksventil. Undertryksventilen er udformet på samme måde som en overtryksventil, men åbner indad i stedet for udad i tilfælde af undertryk i tanken. Tilsammen med en ”vacuumring” påsvejst tankens yderside beskyttes tanken på denne måde mod kollaps fx efter varm CIP og efterfølgende nedkøling + sammentrækning af luften i tanken
- Skueglas med lys. Gennem skueglasset kan observeres, hvorledes gæringen forløber. Hvis der ikke er tilstrækkelig med headspace i tanken, vil skueglasset tilsmudses af skum fra gæringen, hvorved glassets funktion reduceres betydeligt
- CO<sub>2</sub>-opsamling. CO<sub>2</sub> fra gæringen opsamles via en trykventil og en vandlås til rensning og genanvendelse i et CO<sub>2</sub>-opsamlingsanlæg. Da det ofte er ønskeligt at justere trykket i tanken under gæringen, er opkoblingen ofte ført ned til operatørniveau
- Inspektionsluge/mandehul. Ovennævnte udstyr placeres ofte i en flange, således at udstyret kan tages af for vedligehold, samt at der er adgang til tanken herfra for vedligehold og inspektion af tankens indre

### CCT konus

- Fylde/tømme ventil. Fyldning og tømning af tanken foregår fra bunden af tanken. Af sikkerhedshensyn bør der være både en automatventil (styret af PLC-program under fyldning/tømning) og en butterflyventil (manuel lukning efter tanken er fyldt)

- Tom-melder. Bl.a. under CIP-kørsel er det nødvendigt at vide, om der står væske i bunden af tanken. Tom-melderens kan eventuelt placeres i afgangsrøret fra tanken
- Niveaumåler. Volumen i tanken kan måles ved det hydrostatiske tryk i tanken (meter væskesøjle)
- Temperaturføler. Af årsager anført nedenfor bør konuskølekappen styres individuelt af en temperaturføler i konus
- Prøveudtagningshane. En steriliserbar prøvetagningshane anvendes til udtagning af gærprøver (celletal) om nødvendigt

#### **CCT andet udstyr**

- Prøveudtagningsudstyr. En steriliserbar prøvetagningshane over konus kan anvendes til udtagning af prøve af øllet, også selv om konus eventuelt skulle være fyldt med gærceller
- Temperaturføler. Temperaturføleren til styring af kølekapperne på den cylindriske del af CCT placeres oppe ad tankens side. Den præcise placering vil afhænge af antallet af kølekapper. I tilfælde af, at der kun er én kølekappe på siden, placeres føleren ovenover kølekappen

#### **CCT kølekapper**

Under gæringen vil der foregå en (langsom) væskecirkulation i hele tanken dels på grund af CO<sub>2</sub>-bobler, der stiger opad, og dels fordi varmeudviklingen ændrer massefylden i væsken. Den varmere væske stiger op i tankens midte, mens koldere væske falder ned langs tankens sider. Grundet disse forhold vil det være fordelagtigt at placere kølekapper højt oppe, hvor temperaturen er højest.

Kølingen er oftest on/off-regulering, hvor det ønskede flow i kølekappen justeres med en flowreguleringsventil på hver enkelt streng. Hvis flow/forbrug af kølemiddel ikke er balanceret og nogenlunde konstant over tid, kan det være en udfordring at justere flowreguleringsventilerne korrekt, idet køleeffekten vil afhænge af, hvor stort trykket er i systemet.

Når gæringen er tilendebragt, og øllet køles ned, ændres massefylden (lokalt) afhængig af øllets temperatur. Dette kan resultere i en såkaldt "inversion", hvor væsken i bunden er varmere end væsken ovenover, og der sker ikke nogen temperaturudligning, selv om der køles på tanken netop på grund af forskelle i massefylden. Massefylden for vand har sit maksimum ved ca. 4°C, og for at køle konus længere ned end 4°C, er det nødvendigt at have en separat konuskølekappe under nedkøling/lagringsfasen.

#### **CCT isolering**

Det anvendte isoleringsmateriale må ubetinget kunne bibeholde sin isoleringsevne, selv om det bliver fugtigt. Grundet tankens temperatur vil der være stor risiko for kondensdannelse på tanken, der vil opfugte isoleringsmaterialet. Da isoleringen oftest sidder bag metalplader, er det besværligt at inspicere isoleringsmaterialets tilstand.

### **17.2.2 Tryktank/Bright beer tanke**

En CCT kan uden problemer benyttes til opbevaring af øl efter filtrering. Hvis der investeres i en separat tryktank til dette formål, kan følgende indgå i designovervejelserne:

- Da der ikke er behov for at trække gær af tanken, er det ikke nødvendigt med en konisk bund, men en svagt hvælvet bund er tilstrækkelig til at tømme tanken
- Afhængig af tiden mellem fyldning og efterfølgende tapning er der kun ringe behov for køling, eventuelt ingen behov for en kølekappe
- Tanken skal kunne sættes under tryk med CO<sub>2</sub>

### **17.2.3 Gæropbevaringstanke**

Gæren bør kunne opbevares køligt og uden risiko for infektion fra et bryg til det næste. Afhængig af bryggeriets størrelse kan opbevaringsbehovet herfor dækkes af en bred vifte af udstyr, fra åbne afkølede mælketanke med tætsluttende låg til vacuumsikrede tryktanke med mulighed for dampsterilisation. Uanset metode for opbevaring af gæren mellem bryggene bør følgende indgå i designovervejelserne:

- Beholderne skal kunne rengøres effektivt, eventuelt steriliseres med varme
- Beholderne skal beskytte gæren mod infektion under opbevaring
- Det bør være muligt at udtage gærprøver sterilt uden at inficere gæren
- Gæren skal opbevares og pumpes uden at stresser gæren unødigt (fx kraftig omrøring)

### 17.3 Risikovurdering

Følgende er en kort liste over generelle problemer relateret til tanke og tankudstyr. Disse problemer vil oftest være udtrykt ved et konkret problem med det færdige produkt.

Tabel 17.1 Mulige problemer, årsager og korrigerende handlinger ved tanke.

Problem/konsekvens	Mulig årsag	Korrigerende handling
For lavt tryk i gæringstank	Overtryksventil ikke tæt/ defekt/fejlljusteret Modtryksventil for CO <sub>2</sub> - opsamling forkert indstillet Gæringen er ikke startet	Kontrollere, justere overtryksventil Justere modtryksventil Kontrollere gærpåsætning, beluftning, etc.
For højt tryk i gæringstanken	Modtryksventil for CO <sub>2</sub> - opsamling forkert indstillet	Justere modtryksventil
Utilstrækkelig rengøring af tanke, infektioner	Vandtryk for lavt For lav koncentration af rengøringsmiddel Skyggezone i tanken  Dårlige svejsninger, grundlag for vækst	Kontrollere vandtryk, koncentrationer, temperaturer, CIP-tider  Kontrollere at udstyrslommer ikke skygger for CIP Elektropolering af svejsninger
Tilsmudsning af skueglas og tanktop/ventiler Overflow i tanken	Overfyldt tank (ingen headspace)	Justere volumen i tanken Reducere gæringstemperatur Øge gæringstrykket
Underkøling/utilstrækkelig køling af konus under lagring	For højt/for lavt flow af kølemiddel Forkert styring på temperatur sensor ovenover konus	Justere reguleringsventil på kølekappe Separat styring baseret på temperatursensor i konus

### 17.4 Hygiejnisk design/GMP

Designprincipperne for tanke er beskrevet ovenfor. Derudover bør følgende overvejes:

- Tanksvejsninger foretages af autoriseret svejser
- Tryktanke skal trykprøves og (gen)godkendes efter svejsninger på tanken

### 17.5 Overvågning

Tabel 17.2 Relevante overvågningsparametre i forbindelse med tanke.

## Kvalitetsordning for mikrobryggerier Good Manufacturing Practice (GMP)

Udgave: 2  
Revision: 2009-12-15  
Initialer: KBM (DHI)

Parameter	Vejledende niveau	Frekvens
Rengørings effektivitet (visuelt)	Visuel kontrol OK	Efter rengøring
Rengørings effektivitet (total kim/1ml i sidste skyllevand)	< 25/1 ml	Ugentlig
Tank inspektion (indefra)	Ingen ansamlinger af snavs, rust, etc. på tankens inderside	årlig
Gærings- og lagringstemperatur	i henhold til gæringsprofil	løbende

### 17.6 Litteratur

W. Kunze (2004), *Technology Brewing and Malting*, VLB Berlin, 3rd ed.