

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet omhandler drift og vedlikehold av kjøletårn, med særlig vekt på å unngå oppblomstring og spredning av legionellabakterier. Bladet behandler virkemåte og typer kjøletårn, forutsetninger og kritiske prosesser. Videre behandler bladet inspeksjon og rengjøring, avtapping/tilførsel av vann, vannbehandling, prøvetaking for smittekontroll og tiltak ved mistanke om smittefare.

Detaljerte prosedyrer for tiltak ved sanering gis av Nasjonalt folkehelseinstitutt [924].

02 Henvisninger

Plan- og bygningsloven (pbl)

Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning

Standarder:

NS-EN ISO 6222 Vannundersøkelse – Bestemmelse av dyrkbare mikroorganismer (kimtall) – Kolonitelling ved innstøpning i næringsagarmedium

Byggdetaljer:

552.360 Plassering av friskluftinntak og avkast for å minske forurensning

1 Bakgrunn

11 Bruk av kjøletårn

Kjøletårn benyttes til å fjerne overskuddsvarme fra mennesker og varmeprodukerende prosesser i bygninger, se fig. 21 a. Kjøletårn er mest vanlig i større bygg som kontorbygg, hoteller og andre næringsbygg. Vesentlig større utgaver brukes dessuten i industri med stor varmeavgivelse, for eksempel smelteverk og kraftverk.

Bruk av kjøletårn er den mest energieffektive metoden for å fjerne overskuddsvarme fra bygninger. Et kjøletårn tar også mindre plass og avgir mindre støy enn andre løsninger med tilsvarende kjøletytelse.

I norsk klima er behovet for mekanisk kjøling størst om sommeren. Mange kjøletårn er derfor bare i bruk i sommersesongen. Anlegg med helårsdrift finner vi der det er prosesser med kontinuerlig kjølebehov uavhengig av utetemperatur, for eksempel i industrien.

12 Legionellabakterien

Legionella er små stavformede bakterier ($2-6 \mu\text{m} \times 0,5 \mu\text{m}$) i mange ulike varianter. Legionellabakterien fins ofte som parasitter i amøber og andre encellede organismer.

Bakterien formerer seg best ved temperaturer mellom $25-42^\circ\text{C}$. Temperatur på 37°C regnes som optimalt, litt avhengig av type bakterie. Legionella er funnet i vann med for-

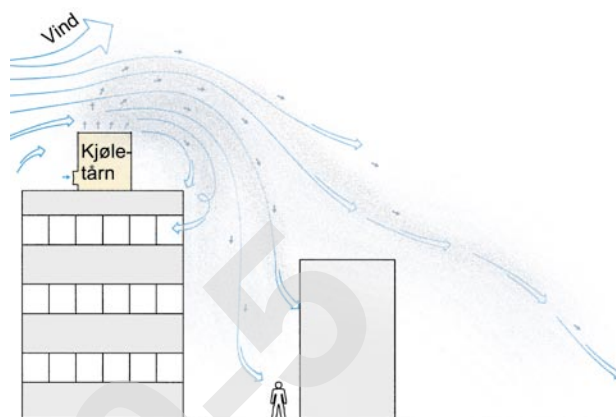


Fig. 13 a
Spredning av aerosoler

skjellig pH, men et svakt surt miljø ser ut til å være optimalt. Ved optimale forhold kan antall legionellabakterier doubles i løpet av et par timer, mens fordobling kan ta et døgn eller mer ved liten tilgang på næring.

13 Legionellasmitte fra kjøletårn

Legionellabakterien kan overføres til mennesker ved at bakterier i ørsmå vanndråper i lufta, aerosoler, pustes inn og ned i lungene. Smitte fra person til person er ikke påvist. Risikoen for å bli syk øker med antall bakterier man kan puste inn, og hvor lenge man er eksponert for dem.

Legionella fins naturlig i lave konsentrasjoner i naturen, og bakterien vil følge med tilførselsvannet inn i kjøletårnet. Vanntemperaturen i vannbassenget (sumpen) i et kjøletårn (se pkt. 22) ligger gjerne mellom 30 og 35°C , som er gunstig både for legionella og andre bakterier.

I et kjøletårn dannes aerosoler når vann blir dusjet eller sprayet utover i en kraftig oppadgående luftstrøm. En del av aerosolene kan følge med luftstrømmen gjennom dråpefangeren og ut av kjøletårnet og spre seg med vinden til omgivelsene, se fig. 13 a. For å bli smittet av legionellabakterier fra kjøletårn må alle forhold i kjeden i fig. 13 b oppfylles.

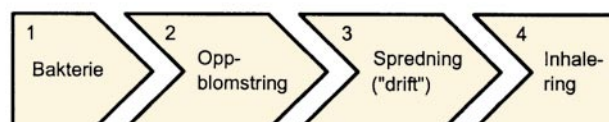


Fig. 13 b
Kjede for spredning av legionella

1. Stamme av legionellabakterier kommer inn i vannsystemet i kjøletårnet.
2. Kjøletårnet har forhold som tillater oppblomstring av bakterier.
3. «Drift» (se pkt. 332). Vannpartikler fra kjøletårnet sprer legionellasmitte ut i omgivelsene.
4. Aerosoler blir inhalert av disponible personer.

14 Sykdom på grunn av legionellasmitte

Legionellabakterien kan føre til to ulike sykdommer: legionærsyken og pontiacfeber. Legionærsyken er en alvorlig lungebetennelse med en dødelighet på opp til 25 % [921]. Inkubasjonstiden er 2–10 dager. Pontiacfeber er en kortvarig, influensaliknende sykdom. Inkubasjonstiden er 4–66 timer, og sykdommen går over av seg selv etter 2–5 dager. Eldre, røykere, kronisk lungesyke og personer med svekket immunforsvar er mest mottakelige for legionellasykdommer.

2 Prinsipp og ulike typer kjøletårn

21 Prinsipp

Kjøletårn blir brukt sammen med en kjølemaskin, se fig. 21 a. Kjøletårnet brukes til å fjerne varme fra kondensatoren i kjølemaskinen, via en egen kjølevannskrets. Fordamperen i kjølemaskinen er knyttet til enheter som trenger kjøling, for eksempel kjølebafler og kjølebatteri i ventilasjonsanlegg. Varmt kjølevann fra kondensatoren i kjølemaskinen ledes til kjøletårnet og avkjøles der før det ledes tilbake til kondensatoren. Kjølevannet fra kondensatoren strømmer gjennom kjøletårnet enten i et lukket rørsystem (lukket kjøletårn, se pkt. 24), eller via strukturer med store overflater (åpent kjøletårn, se pkt. 23). Kjølingen i tårnet skjer ved hjelp av en kraftig oppadgående luftstrøm (uteluft) og ved overrisling av vann som pumpes opp fra sumpen og dusjes eller sprayes utover øverst i tårnet.

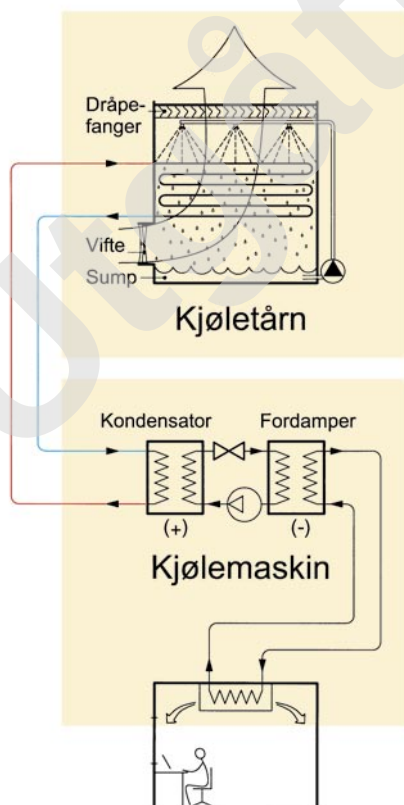


Fig. 21 a
Kjøletårn i et kjølesystem. Prinsippsskisse

For å sikre effektiv drift og unngå oppblomstring av bakterier, blir vannet i kjøletårnet behandlet med ulike kjemikalier. Samtidig blir noe vann hele tiden skiftet ut, se fig. 21 b, samt pkt. 5 og 6.

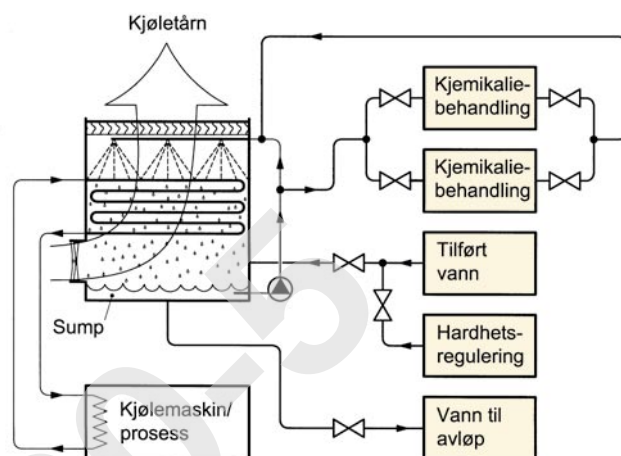


Fig. 21 b
Prinsippsskisse av system for kjemikaliebehandling, avtapping og tilførsel av vann i et kjøletårn

22 Oppbygning

I prinsippet består et kjøletårn av:

- et ytre kammer (selve tårnet) som mottar varmt vann og sender tilbake avkjølt vann til en kjølemaskin i et kretsloop, se fig. 21 a
- et basseng med vann (sumpen) nederst i tårnet
- et lukket rørsystem (lukket kjøletårn, se pkt. 24), eller strukturer med store overflater (åpent kjøletårn, se pkt. 23) for kjøling av kjølevann fra kondensatoren i kjølemaskinen
- dyser for dusjing eller spraying av vann øverst i tårnet
- en dråpefanger på toppen av tårnet
- vifter som blåser/suger uteluft opp gjennom tårnet og ut
- pumper for sirkulering av vann
- filtre, vanligvis før avløp og i kretsen for sirkulerende vann
- systemer for kjemikaliebehandling, avtapping og tilførsel av vann, se fig. 21 b

23 Åpne kjøletårn

I et åpent kjøletårn eksponeres varmt kjølevann fra kondensatoren i kjølemaskinen direkte i luftstrømmen i kjøletårnet, se fig. 23. I kjøletårnet avgir vannet varmen til lufta ved at det dusjes over spesielle strukturer med stor overflate, samtidig som det møter en oppadgående luftstrøm. Vann fra sumpen pumpes til kondensatoren og tar opp varme, før det pumpes tilbake til kjøletårnet igjen.

24 Lukkede kjøletårn

I et lukket kjøletårn sirkulerer kjølevannet som går til og fra kondensatoren i en egen, lukket krets av rørslynger, se fig. 24. Vannet tar opp varme i kondensatoren i kjølemaskinen

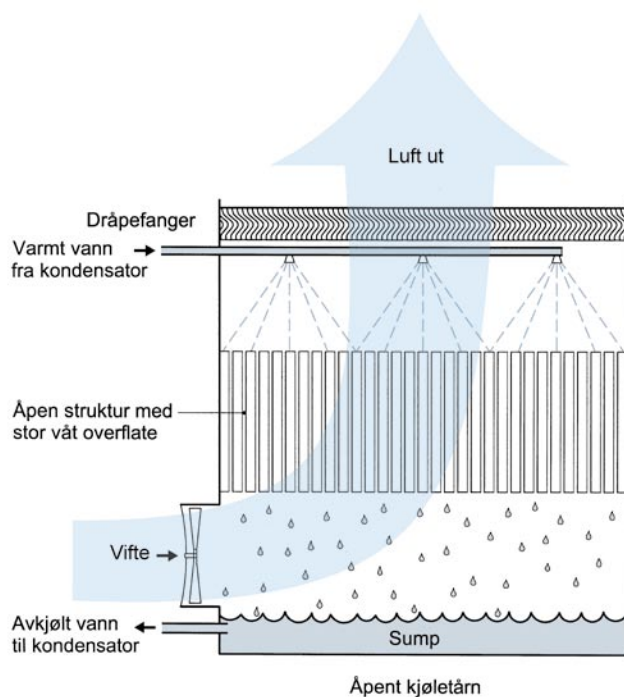


Fig. 23
Åpent kjøletårn

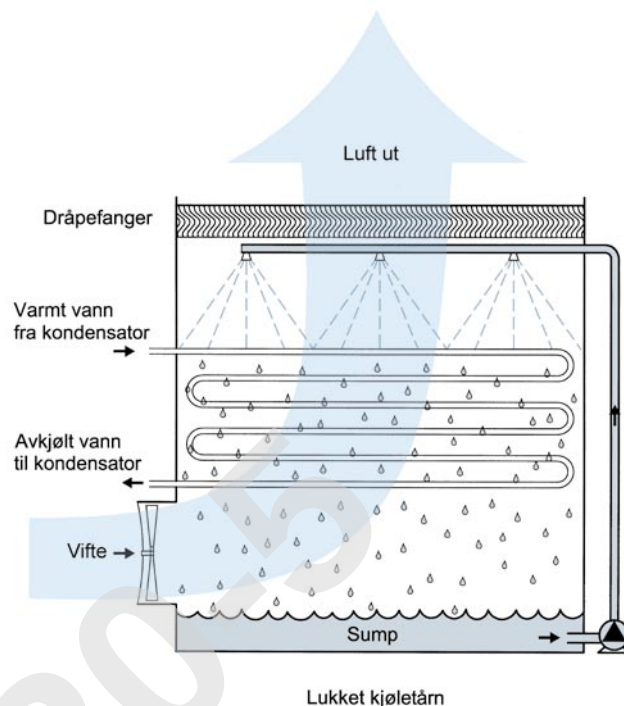


Fig. 24
Lukket kjøletårn

og føres deretter inn i rørslyngene i tårnet. Der avkjøles kjølevannet ved at vann fra sumpen pumpes opp og dusjes over rørslyngene. Avkjølingen skjer hovedsakelig ved fordampning på utsiden av rørene, men også ved varmeledning fra rørene til vannet og lufta i kjøletårnet. Når kjølebehovet er mindre, for eksempel utenom sommersesongen, kan vannet i rørene avkjøles med bare luft, uten at det dusjes vann over rørene.

Evaporative kondensatorer (fordunstingskondensatorer) fungerer som lukkede kjøletårn, men i den lukkede kretsen sirkulerer det et spesielt kjølemedium, ikke vann. Kjølemediet kommer inn i kjøletårnet i gassform og får en ekstra avkjøling ved kondensering i rørslyngene på veien gjennom kjøletårnet.

25 Fordeler og ulemper ved åpne og lukkede kjøletårn

Åpne kjøletårn gir mest kjøling per enhet tilført energi (strøm til vifter og pumper osv.). Byggemålene er som regel mindre enn for lukkede kjøletårn. Med god oppfølging og godt vedlikehold er åpne kjøletårn et bra alternativ. Man må være spesielt nøye med rengjøring og vedlikehold av rørkretsen som går til kondensatorene, siden vannet som sirkulerer, tas fra sumpen i kjøletårnet og kan inneholde bakterier og forurensninger.

Lukkede kjøletårn er etter hvert mest brukt. Tårnene kan kjøres uten vannoverrisling om høsten, vinteren og våren når uteluftstemperaturen er lav nok til at ønsket avkjøling oppnås. Kjølingen skjer da bare ved hjelp av uteluft. Vannmengden som må behandles, reduseres, og også kjemikaliebruken. Lukkede kjøletårn egner seg dermed spesielt godt til helårsdrift.

3 Forutsetninger og kritiske prosesser

31 Forutsetninger

Med et godt utformet anlegg og riktig drift og vedlikehold kan man vanligvis unngå både driftsproblemer og fare for legionellasmitte. I tillegg er riktig drift og vedlikehold viktig for å opprettholde effektiv kjøling og for å unngå skader på anlegget.

For å oppnå sikker og effektiv drift er det viktig at:

- Tilgjengeligheten for inspeksjon, rengjøring og vedlikehold er god.
- Man har gode rutiner og opplæring av driftspersonell.
- Kjøletårnet har opplegg for kontinuerlig avtapping og kjemikaliebehandling.
- Kjøletårnet er gunstig plassert i forhold til potensielle smitteveier, se pkt. 331.
- Dråpefangeren har høy utskillingsgrad, se pkt. 332.
- Materialene i kjøletårnet er korrosjonsbeskyttet.
- Kjøletårnet har riktig størrelse i forhold til kjølebehovet. For stort kjøletårn øker energibehov og kjemikaliebruk.
- Kjøletårnet har lavt energiforbruk og genererer lite støy.
- Kjøleflater er skjermet mot direkte sollys.

32 Kritiske prosesser

Tabell 32 gir en oversikt over vanlige problemer i kjøletårn og aktuelle tiltak.

33 Spredning av bakterier til uteluft og omgivelser

- 331 *Uheldig plassering av kjøletårnet* kan medføre at aerosoler når fram til luftinntak eller vinduer, se fig. 13 a side 1. Hvis luftinntaket ligger på lesiden av kjøletårnet, kan bak-

Tabell 32

Problemer man forsøker å unngå i forbindelse med kjøletårn og aktuelle tiltak

Problem	Fare	Strategi/anbefaling	Tiltak
Legionella. Spredning av bakterier til uteluft, se pkt. 13 og 33	Små aerosoler med bakterier forlater tårnet og gir smitte (legionærsyke og pontiacfeber)	Unngå oppformering av legionella og andre bakterier	Holde anlegget rent uten mye belegg, næringsstoffer, bakterier, korrosjon og avleiringer. Desinfisering. Skifte ut vann
		Unngå spredning av aerosoler	Velge effektiv dråpefanger og sørge for godt renhold av dråpefangeren Velge gunstig plassering av tårn, se pkt. 33
Bakterier generelt, biofilm i kjøletårnet, se pkt. 34–35	Oppblomstring og smitte, beskyttelse av / vertskap for legionella	Begrense bakterieforekomsten	Unngå opphoping av næringsstoffer i vannet. Kjemikaliebehandling, desinfisering, skifte ut vann
	Biofilm på kjøleflater og rør gir nedsatt virkningsgrad.	Sørge for balanse i / begrensnings av biofilm	Rengjøring, tilsetning av biocider
Avleiringer på kjøleflater og i rør, se pkt. 36	Dårlig avkjølingseffekt (nedsatt virkningsgrad), som igjen fører til større sirkulert vannmengde og høyere energiforbruk til pumper og kjølemaskin	Sørge for mykt nok vann slik at avleiringer unngås	Forebyggende: Tilsetning av salter i vannet (pkt. 54), ev. ionebytting Ved behov: Rengjøring
	Grobunn for bakterier og biofilm. Gir bakterier vern mot desinfeksjonsmidler og biocider. Fare for oppblomstring av legionella og andre bakterier		
	Tette rør		
Korrosjon, se pkt. 37	Skader på anlegg	Velge gode, bestandige materialer, eller tilsette kjemikalier	Velge rustfritt stål, plast e.l., eller tilsette korrosjonshemmende kjemikalier (inhibitorer) til vannet i kjøletårnet, se pkt. 63
	Næring for bakterier		

evjeeffekten føre smitte til luftinntak langt nede på veggen. Mennesker på bakkenivå kan også utsettes for aerosoler. Nødvendig avstand til luftinntak og vinduer avhenger blant annet av hvor god dråpefanger som benyttes. Spredningsfaren er størst når tårnet ligger på lo side i forhold til framherskende vindretning. Se Byggetaljer 552.360. Husk at framherskende vindretning kan variere over året og fra morgen til kveld. Nabobygninger kan også påvirke strømningsforholdene. Ved kompliserte bygningsformer kan det være svært vanskelig å forutsi strømningsforholdene.

- 332 **Effektiv dråpefanger** med høy utskillingsgrad er en av de viktigste faktorene for å unngå legionellasmitte. Dråpefangeren skal forhindre at aerosolene som dannes når vann dusjes over kjøleflatene, følger med lufta ut av kjøletårnet. Se fig. 332.

Dråpefangeren ligger helt på toppen av kjøletårnet og fungerer som et luftfilter som skiller ut de tyngste vanddråpene og leder dem tilbake ned i tårnet. Mengden av små vanddråper som ikke fanges opp i dråpefangeren, men blir med

luftstrømmen ut av kjøletårnet, kalles «drift». Eldre kjøletårn har ofte en dårlig dråpefanger, og kan ha en drift på 0,1 % av sirkulert vannmengde. En god dråpefanger kan begrense driften til 0,002 % [925]. Eldre dråpefangere av for eksempel korrugerte metallplater er lite effektive og bør skiftes ut med nyere, effektive dråpefangere med cellestruktur. Korrosjon og dårlig renhold vil forringe dråpefangeren.

34 Vekst av mikroorganismer

- 341 **Næringstilgang.** Mikroorganismer som bakterier, amøber, alger og sopp lever av næringsstoffer som sedimenter (utfelte partikler), mudder/søle, korrosjonsprodukter og materialer som ubehandlet tre og naturgummi. Alger, slim, sopp og enkelte vannbakterier produserer også næringsstoffer som legionella kan nyttiggjøre seg av.

Noen mikroorganismer kan hindre framvekst av legionella ved at de formerer seg raskere enn legionellabakterien, og dermed tar næringsstoffene fra den. Faren for å få utfelling og groing er spesielt stor i sumpen i kjøletårnet, der det er stillestående vann.

- 342 **Påvirkning av spormetaller.** Tabell 342 oppsummerer hvilke spormetaller som må være til stede for å få framvekst av bakterier og hvilke som hemmer vekst.

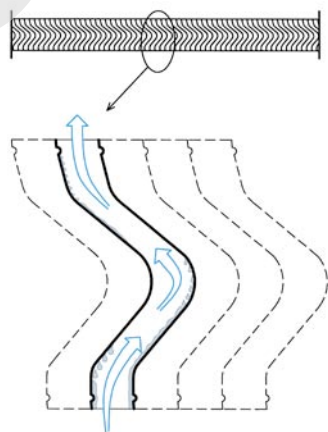


Fig. 332
Dråpefanger med cellestruktur. Prinsippskisse

Tabell 342

Spormetallers virkning for å få framvekst av bakterier

Virkning	Bakterier generelt	Legionella
Nødvendig for framvekst		Jern Sink
Vekstfremmende	Jern Sink Magnesium Kalsium	Magnesium Kalsium
Veksthemmende/dreper	Kobber Bly	Natriumssalter. Høye konsentrasjoner av aluminium, kadmium, kobber, jern, bly, mangan og sink [922]

343 *Verter og grobunn for vekst.* Legionellabakterier kan trenge inn i verter som amøber og andre encellede dyr. Disse verteene er meget motstandsdyktige mot desinfeksjonsmidler, og kan på den måten også beskytte legionellabakterien.

35 Oppbygging av biofilm

Biofilm dannes av bakterier som setter seg på overflater og formerer seg der. Biofilmen gir etter hvert bakteriene, inkludert legionella, en viss beskyttelse mot desinfeksjon, biocidbehandling m.m. Deler av biofilmen kan av og til løsnes når det er bevegelse i vannet, og dermed gi ny eksponering av bakterier. Det er derfor like viktig å bekjempe biofilm og andre bakterier som å bekjempe legionella. Biofilmen kan også legge seg på kjøleflater og minske varmeovergangen slik at virkningsgraden for kjøletårnet går ned.

Biofilm bekjempes med rengjøring og desinfisering, se pkt. 4, med avtapping/tilførsel av vann, se pkt. 5 og med vannbehandling, se pkt. 6.

36 Avleiringer

Hardt vann kan føre til utfelling av kalk og dannelse av kjelstein, spesielt på varme flater. Det vil si at det kan danne seg belegg på innsiden og utsiden av rør og fordampningsflater. Belegget fører til dårligere varmeovergang og nedsatt virkningsgrad, slik at større vannmengde må sirkulere for å avgi samme varme som tidligere. Forbruk av vann, kjemikalier og energi øker tilsvarende. Kjelstein kan også føre til innsnevrede eller tette rør og gi driftsproblemer. Den porøse strukturen i kjelstein tjener som grobunn for biofilm og beskytter mikroorganismene mot biocider og desinfeksjonsmidler.

For å sikre mykt vann og unngå avleiringer må vannet i kjøletårnet som regel tilsettes salter (om hardhetsregulering, se pkt. 54).

Ved rengjøring av systemet er det viktig å få vekk eventuelle rester av avleiringer, se pkt. 42.

37 Korrosjon

Korrosjon gir god tilgang på jern og optimale vekstforhold for bakterier og biofilm. Jern er vekstfremmende for både bakterier generelt og for legionella spesielt. Korrosjon er også uønsket med tanke på å bevare det tekniske systemet. Når vann fordampes i kjøletårnet, blir forurensningene igjen i vannet. For å unngå at forurensningene oppkonsentreres og gir et mer korrosivt miljø, må noe av vannet skiftes ut regelmessig, se pkt. 5.

4 Inspeksjon og rengjøring

41 Inspeksjon

411 *Generelt.* Ved oppstart og avslutning av sesongen er det viktig med rengjøring, desinfisering og inspeksjon av anlegget.

412 *Oppstart.* Før kjøletårnet startes, går man over og sjekker at alle komponenter er rene, hele og fungerer som de skal, slik at det ikke oppstår driftsproblemer. Sjekk at vann kommer riktig inn og ut (riktig vannmengde tilført, avtappet vann til sluk, åpne kraner, rene filtre), at reguleringsenheter fungerer og at det ikke er ulyder i systemet.

413 *Avslutning for sesongen.* Ved avslutning bør man kontrollere at det ikke har oppstått skader i løpet av sesongen og at all automatikk fungerer. Behov for utbedringer bør registreres og vannkraner stenges. Kjøletårnet må også frostsikres.

42 Rengjøring

Rengjøring av kjøletårn er viktig. Ved godt renhold fjernes belegg og bakterier som er grobunn for oppblomstring av legionella. Minimumskrav for et kjøletårn er grundig rengjøring minst to ganger årlig. Kjøletårn som har kontinuerlig drift hele året, bør rengjøres hver sjette måned eller oftere. For kjøletårn som bare benyttes i sommermånedene, anbefales en høstrengjøring og desinfeksjon, og nedtapping av rørsystemet. Slik unngår man at legionellabakterier overlever i rørsystemet til neste sesong. Med åpent kjøletårn bør også kondensatoren i kjølemaskinen kontrolleres jevnlig, og eventuelle avleiringer fjernes.

Man må være oppmerksom på at en rengjøring kan føre til midlertidig økning av legionella i vannet fordi biofilmen i tårnet forstyrres.

Ved rengjøring av kjøletårn bør man benytte åndedrettsvern.

Dette gjelder spesielt når man oppholder seg i tårnets avkastluft og ved rengjøring og spyling av tårnet innvendig, av eventuell ekstern vanntank og av rørsystem.

43 Program

431 *Generelt.* For å oppnå effektiv og sikker drift er det nødvendig med et godt vedlikeholdsprogram og regelmessig tilsyn. Drift og vedlikehold må fokusere på følgende hovedelementer:

- inspeksjon og rengjøring ved oppstart og avslutning av sesongen
- avtapping og tilførsel av vann
- vannbehandling og kjemikalieforbruk
- regulering av mikrobiologisk vekst

Daglig drift og tilsyn kan utføres av driftspersonalet. Mer inngående oppfølging av kjemikaliebehandling gjøres ofte gjennom serviceavtaler med kjemikalieleverandører.

432 *Underlag og dokumentasjon.* Man bør utarbeide rutiner for vedlikehold og egne instruksjoner for hvordan ulike operasjoner skal utføres. Opplegget kan utformes i samarbeid med leverandør og/eller vannbehandlingsfirma.

Underlaget for drifts- og vedlikeholdsarbeidet bør inneholde:

- en klar beskrivelse av systemet og hvordan det betjenes
- et skjematisk diagram over det tekniske systemet, samt over reguleringsssystemet
- instruksjonsbok og komponentdata fra produsentene
- en oversikt over kjemikalier, kjemikaliebruk og tilhørende utstyr

Vi anbefaler at den som er ansvarlig for drift og vedlikehold av et kjøletårn, følger planen i tabell 432 ([921], noe modifisert).

Skriv ned i en egen protokoll når de ulike aktivitetene er gjennomført og hvilke tiltak som er utført.

Tabell 432
Program for vedlikehold

Tiltak/aktivitet	Sesongoppstart	Ukentlig	Månedlig	Hvert halvår	Ved stenging	Årlig
Generell tilstandskontroll/inspeksjon	x				x	x
Inspiser varmeveksler for forurensninger/belegg	x			x		
Inspiser vandndistribusjon	x			x		
Sjekk at reguleringsenheter fungerer som forutsatt	x			x		
Kontroller renhet i vannbasseng (visuelt for alger, biofilm, smuss)	x			x		
Kontroller og reguler vannstand i bassenget og tilført vannmengde	x			x		
Sjekk at avtappingsfunksjonen fungerer tilfredsstillende	x		x			
Sjekk varmetutstyr i bassenget hvis slikt fins	x			x		
Rengjør bassengets filter	x			x		
Tapp ned basseng og rørsystem (frostsikring)					x	
Hovedrengjøring og desinfisering	x			x	x	
Sjekk at utstyr for kjemisk vannbehandling fungerer tilfredsstillende	x		x			
Sjekk kjemikaliemengde		x				
Sjekk vannkvaliteten med kimtall (TAB ¹)-konsentrasjon) eller «dip slides» ²)		x	x			
Sjekk kvaliteten på resirkulert vann mot kontrollparametre			x			

¹) Kimtall = TAB Total Aerob Bacteria, bakterieantall i vannet, oppgis i cfu/ml, se pkt. 71.

²) Ukentlige prøver med dip slides eller månedlig kimtallsprøve med fortyningsserie etter NS-EN ISO 6222

5 Avtapping og tilførsel av vann

51 Hensikt

Det er viktig å ha kontroll med hvor mye vann som går inn og ut av kjøletårnet. Man må kontinuerlig tappe av vann fra kjøletårnet i tillegg til det som forsvinner ut ved drift. Avtappingen kalles ofte bløding («bleed off») og skjer vanligvis gjennom en kran i bunnen av kjøletårnet. Kranen må ikke stenges når tårnet er i bruk.

For stor avtapping gir unødig høyt forbruk av vann og kjemikalier. For liten avtapping eller full stengning gir oppkonsentrering av bakterier, mer biofilm og fare for korrosjon.

52 Regulering av avtapping og tilførsel

Avtappingen kan reguleres etter hvor mye oppløste faste stoffer det er i vannet i kjøletårnet i forhold til i tilført, friskt vann. Når konsentrasjonen av oppløste faste stoffer har doblet seg i systemet (kjøletårnet), kalles dette én konsentrasjonssyklus. Konsentrasjonssyklus blir brukt som måleenhet for styring av hvor mye vann som skal tappes av per tidsenhet, og uttrykkes slik:

$$\text{Avtapping} = \frac{\text{fordamping} + \text{drift}}{\text{antall konsentrasjonssyklus}}$$

Man anbefaler at antall konsentrasjonssyklus ligger mellom to og fire [921], avhengig av vannkvaliteten på stedet.

Der kjølebehovet er stabilt, reguleres vannkvaliteten i tårnet ved å tappe av en konstant mengde vann. Med variabelt kjølebehov kan avtappet vannmengde reguleres ut fra målt ledingsevne i det sirkulerende vannet, eller ved en tidsinnstilling. Reguleringen gjøres vanligvis automatisk, så oppfølgingen består i å kontrollere at automatikken fungerer som den skal. Tilsetning av biocider tilpasses etter avtappet vannmengde.

Mengden tilført, friskt vann (også kalt «make up») til kjøletårnet skal tilsvare mengden vann ut av tårnet, det vil si: vanntilførsel = fordamping + drift + avtapping.

53 Kontroll av vannføring og renhet i anlegget

Når man kontrollerer vannføring inn og ut av kjøletårnet, bør man også sjekke renheten og mengden biofilm i anlegget. Om nødvendig justeres kjemikaliebehandlingen, se pkt. 6, eller tårnet rengjøres, se pkt. 42. Opplysninger om nødvendig avtapping og vanntilførsel kan fås hos leverandør av kjøletårnet.

54 Hardhetsregulering

Hardheten på vannet reguleres ved å tilsette salter i vannet som tilføres kjøletårnet («make up»). I daglig drift er det viktig å sjekke at det ikke er tomt for salt. Er kalkinnholdet i vannet så høyt at det er fare for avleiringer, bør vannet tappes av og erstattes med friskt vann.

6 Vannbehandling

61 Generelt

Vannbehandlingen omfatter følgende forhold:

- regulering av mikrobiologisk vekst, se pkt. 62
- kjemiske tiltak mot korrosjon, se pkt. 63
- filtrering, se pkt. 64

62 Regulering av mikrobiologisk vekst

621 *Generelt.* Mikrobiologisk vekst må reguleres ved hjelp av kontinuerlig eller periodevis tilsetning av kjemikalier. Forutsetningen for at denne behandlingen skal være effektiv er at tårnet holdes rent gjennom kontroll av andre forhold, som vannets hardhet, korrosjon, partikkelinnhold og avtapping/utskifting av vann. Uten et rent tårn øker kjemikalieforbruket, og effekten av kjemikaliebehandlingen blir mer usikker. Høyt forbruk kan tyde på ugunstige forhold. I tillegg må man kontrollere at doserings- og reguleringsenhetene fungerer som tiltenkt og at prøvetaking gjennomføres i henhold til vedlikeholdsprogram. Se pkt. 7 for utfyllende informasjon om prøvetaking.

622 *Kontinuerlig kjemikalietilsetning.* Kjemikalier som tilsettes kontinuerlig, er oksiderende biocider som brom, klor og klor-dioksid. Sensorer og doseringspumper sørger for en jevn, riktig konsentrasjon. Ved bruk av brom eller klor er effekten avhengig av pH-nivået i vannet. Best effekt oppnås ved pH 6–7. pH-nivået kan enkelt kontrolleres ved å dyppe pH-papir i bassengvannet. Ved bruk av klor må man unngå for høye konsentrasjoner, som kan skade eller ødelegge utstyr som pumper, pakninger og rør. Samtidig må konsentrasjonen være høy nok til at man oppnår ønsket effekt.

623 *Periodisk kjemikalietilsetning.* Ikke-oksiderende biocider tilsettes periodisk. Disse biocidene fins i et vidt antall varianter. For å unngå resistens hos bakteriene benyttes to ulike biocider. Biocidtypene tilsettes vekselvis ved hjelp av doseringspumper. Tilsatt dose gir en konsentrasjon av biocid i systemet som reduserer antall bakterier i noen timer. Det er derfor viktig at tilsetningen av disse biocidene er regulert i forhold til avtappet vannmengde, se pkt. 52.

624 *Ultrafiolett stråling* kan også brukes mot mikrobiologisk vekst, men er i dag lite vanlig i kjøletårn. Det er viktig å være klar over at effekten av denne behandlingen blir svekket av partikler eller andre forhold som gjør vannet uklart. God filtrering er viktig, og behandling med oksiderende biocider kan være nødvendig i tillegg. Vær oppmerksom på at UV-stråling bare behandler det forbipasserende vannet; resten av vannet har ingen mikrobiologisk beskyttelse. Med denne typen vannbehandling er det viktig at driftspersonell gjennomfører jevnlige inspeksjoner og driver god overvåking.

63 Kjemiske tiltak mot korrosjon

Vannet i kjøletårn kan tilsettes kjemikalier som hemmer korrosjonsprosessen (inhibitorer). Kjemikalier inneholder gjerne flere komponenter, avhengig av kjemikalieprodusent og av hvilke materialer i kjøletårnet som skal beskyttes. Kjemikalier tilsettes det sirkulerende vannet inne i kjøletårnet ved hjelp av doseringspumper. Daglig drift innebærer kontroll av at doseringspumpene virker og av at det er tilstrekkelig med kjemikalier. Mengden tilsatte kjemikalier reguleres ut fra kontrollmåling av kjemikaliekonsentrasjonen i vannet. Prøver og regulering av mengde gjøres i samråd med kjemikalieleverandør. Det er vanlig å øke konsentrasjonen av kjemikalier i starten etter en rengjøring og desinfisering.

64 Filtrering

Vannfilter benyttes for å unngå problemer med partikler som støv, pollen, insekter osv. Slike partikler er næring for mikroorganismer. De kan svekke virkningen av kjemikaliebehandlingen og dermed føre til høyere kjemikalieforbruk. Oppsamling av partikler kan også gi driftsproblemer. Anlegget har vanligvis et filter før utløpet fra vannbassenget og eventuelt et filter i kretsen for sirkulerende vann. Filtrene er enkle, gjerne nettingfiltre. Driftspersonalet må holde jevnlig kontroll med at disse filtrene ikke blir tette. Sandfilter, syklofilter o.l. benyttes bare i støvete omgivelser der det er særlig stor fare for partikkelforurensning av vannet i kjøletårnet.

7 Regelmessig prøvetaking for smittekontroll

71 Måling av kimtall

Kimtallet er et mål på den generelle bakterieveksten i vannet. Ut fra kimtallsprøver kan man få en god vurdering av hvor gode vekstbetingelser bakteriene har i anlegget, og dermed faren for oppblomstring av legionellabakterier. Slike kimtallsprøver er rimelige, teknisk enkle å gjennomføre og resultatene foreligger etter ca. tre–fire dager. Det anbefales å ta slike prøver en gang per uke og i tillegg før og etter hovedrengjøring.

Kimtall måles i antall per milliliter. Kimtallet tilsvarer TAB-konsentrasjonen («Total Aerobic Bacteria», det vil si totalt antall aerobiske bakterier), målt i cfu/ml («colony forming units per milliliter»). Analyser velges ved den temperaturen som ligger nærmest temperaturen i kjøletårnet. Tabell 71 viser tiltaksgrenser ved kimtallsprøver.

Tabell 71

Tiltaksgrenser ved mikrobiologisk prøvetaking fra kjøletårn

Målt cfu/ml [921]		Anbefalt tiltak
ved 22 °C	ved 36 °C	
10 000 eller mindre	1 000 eller mindre	Ingen tiltak nødvendig
mellom 10 000 og 100 000	1 000 til 10 000	Gjenta test umiddelbart med ny prøve. Hvis resultatet bekreftes, må kontrolltiltak gjennomgås og mottiltak gjennomføres (for eksempel kontroll av avtappet vannmengde og økt kjemikaliebehandling).
100 000 eller mer	10 000 eller mer	Gjenta test umiddelbart med ny prøve. Bekreftes resultat, iverksettes rengjøring og desinfisering umiddelbart.

72 Måling av mengde legionellabakterier

Regelmessige prøver for legionella anbefales ikke. Undersøkelser viser at mengden legionellabakterier i kjøletårn kan variere sterkt fra måling til måling [923]. Dette er normalt og kan skyldes bakterier som eksponeres i vannet når biofilm løsner. Ut fra en enkelt påvisning av legionellabakterier kan man derfor ikke si noe om smittefare og framtidig forekomst av bakterien. Analyser av prøver for legionella er forholdsvis dyre, og resultatene er først klare etter to–tre uker. Analyser bør bare utføres ved akkrediterte laboratorier.

73 Andre prøver

Som hjelp til optimal drift av kjøletårnet kan andre prø-

ver også være aktuelle, for eksempel måling av pH. Prøveprogrammet varierer med kjemikaliebehandling og leverandør. Tårnfabrikanter gir anbefalte verdier.

8 Tiltak ved mistanke om smittefare

81 Prøvetaking

Ved mistanke om høye konsentrasjoner av legionella og fare for smitte, må man ta legionellaprøver fra kjøletårnet. Prøvene vil gi svar på både nivå av bakterier og type legionellabakterie. Sistnevnte er mest aktuelt for medisinsk bruk hvis noen er smittet. Man bør også ta legionellaprøver for etterkontroll. Prøver tas i samarbeid med et mikrobiologisk laboratorium. Laboratoriet sender som regel standardflasker, glassrør m.m. til prøvetakingen, eller de stiller med fagfolk. Prøvene bør være hos laboratoriet senest ett døgn etter prøvetaking. Aktuelle laboratorier er mikrobiologisk avdeling ved flere av de store sykehusene og flere private laboratorier. Folkehelseinstituttet kan bistå med ytterligere informasjon og navn på aktuelle laboratorier. Vær oppmerksom på at påvisning av legionella ikke er alarmerende i seg selv, da legionella fins naturlig i vann.

82 Varsling

Ved mistanke om smittefare bør smittevernlegen i kommunen informeres.

83 Rengjøring og desinfisering

Av hensyn til rengjøringspersonalet må vannet i kjøletårnet desinfiseres før rengjøringen starter. Det kan gjøres med oksiderende biocider som klor, brom eller klordioksid. Deretter tapper man ut vannet og vasker og spyler tårnet rent, inkludert rør og annet distribusjonssystem, samt andre deler som er i kontakt med vann eller vanndamp. Avleiringer og andre avfallsstoffer må også fjernes. Høytrykksspyling gir store mengder aerosoler i lufta og krever spesielle vernetiltak, samt tiltak for å minimalisere faren for smitte. Rengjøringspersonell må ha åndedrettsvern, og viftene i anlegget må være avslått. Anlegget fylles til slutt opp med vann og desinfiseres med klor i noen timer. Riktig klorkonsentrasjon er viktig, se pkt. 622.

Folkehelseinstituttets veileder om legionella [924] gir en detaljert beskrivelse av aktuelle tiltak.

- 922 States, S.J. et al. Appl Environ Microbiol, 1985: vol 50, side 1149–1154, American Society for Microbiology. Washington D.C., 1985
- 923 Bertram, R. Routine Sampling and the Control for Legionella spp. in Cooling Tower Water Systems. Curr Microbiol 2000;41, Australia
- 924 Legionella og VVS-anlegg. En veileder. Nasjonalt folkehelseinstitutt. Oslo, 2003
- 925 Håland, Rolf Georg. Tiltak mot Legionella-bakterier i VVS-installasjoner. Statens Institutt for Folkehelse, Avdeling for bakteriologi. Oslo, 1993
- 926 CIBSE TM13: 2002. Minimising the risk of Legionnaires' disease. Chartered Institution of Building Services Engineers. London, 2002
- 927 Ventøk 9.13 Kjøletårn, drift og vedlikehold, spesielt i forhold til Legionella. Oslo, 2002
- 928 Brundrett, G.W. Legionella and building services. Oxford, 1992
- 929 Legionella i tekniska system. Uppkomst, spridning och skyddsåtgärder. H7, VVS-Tekniska Föreningen. Stockholm, 1991

9 Referanser

91 Utarbeidelse

Dette bladet er utarbeidet av Kari Thunshelle. Fagredaktør har vært Lars-Ivar Aarseth. Faglig redigering ble avsluttet i mai 2004.

92 Litteratur

- 921 Eurovent 9/5 Recommended code of practice to keep your cooling system efficient and safe EUROVENT/ CECOMAF. Paris, 2002