

Ventiler

Forfatter: **Ivar K. Elstad, Maskindivisjonen Berdal Strømme A/S**

Dette manuskript er betalt av Energiforsyningens Fellesorganisasjon (EnFo) og kan fritt benyttes ved alle EnFOs nåværende og fremtidige kurs. Bruk til andre formål, omarbeidelser eller viderebearbeiding, krever forfatters godkjenning. Berdal Strømmes eventuelle bruk av manuskriptet skal ikke skje slik at dette kommer i konkurranse med EnFOs virksomhet. Privatpersoner har anledning til å ta enkeltkopier når formålet er egen opplæring. Ved kopiering utover dette for andre enn EnFo, Berdal Strømme eller forfatter, må tillatelse være innhentet fra EnFO på forhånd.

Innledning

Det finnes en lang rekke ulike ventiltyper, og de kan inndeles på ulike måter, eksempelvis:

Etter anvendelse og type:

Etter ventiltipe:

Seteventiler
Sluseventiler
Skyvespjeldventiler
Spjeldventiler
Pluggventiler (Kikkraner)
Ringventiler
Nåleventiler
Kuleventiler
Konusventiler
Sleideventiler

Rørbruddsventiler
Spjeldventiler
Kuleventiler
Revisjonsventiler
Spjeldventiler
Kuleventiler
Innløpsventiler til turbiner
Spjeldventiler
Kuleventiler
Sluseventiler
Sikkerhetsventiler
Ringventiler
Kjøle- og lensevannsventiler
Nesten alle ventiltyper
Spesielle ventiler for ulike formål
Lufteventiler
Tappeventiler
Reduksjonsventiler
Flottørventiler

I det etterfølgende vil vi hovedsakelig ta for oss endel større ventiler som benyttes i vannveien *før* turbinens innløpsventil ved ulike kraftverk, men også tappeventiler som står i forbindelse med dammer etc. Dette tilsvarende de ventiler som iht. NVE's definisjoner kan være undelagt tilsyn.

Mindre ventiler vil ikke bli berørt, selv om for. eks. tappe- og reduksjonsventiler er en evig kilde til mindre driftsproblemer.

Ulike ventiltyper

Kuleventiler

Kuleventiler er den dominerende ventiltypen for store trykk, men brukes også for lavere trykk ved mer serieproduserte ventiler. Kuleventiler er relativt dyre, men har flere fordeler:

- Manøvreringen er en ren dreiebevegelse, og de vesentlige kreftene ved manøvrering ved ikke utlignet trykk er momentet fra vannstrømmen gjennom delåpen kule. Manøvreringskreftene kan overføres direkte til ventilhuset, og en får da små ytre krefter. Ventilen kan lett gjøres selvlukkende, selv om dette er mindre vanlig for større ventiler hvor en istedet eksempelvis benytter vanntrykket fra røret.
- I åpen stilling er strømningsstapene små, og tapskoeffisienten kan være fra 0.1 ned mot 0 ved store ventiler.
- Det er enkelt å få tettelegemet, "kula", stiv nok til å tåle de høyeste vanntrykkene, og større ventiler utstyres gjerne med en egen revisjonstetning.
- Ventilhuset er pga. kuleformen gunstig spenningsmessig, og gir en god materialutnyttelse.
- Ventiltypen er i vanlig utførelse dårlig egnet til å strupe ned vannstrømmen over lenger tid, da en lett får kavitasjonsskader, og i vanlig utførelse benyttes ventilen nesten aldri som tappeventiler.
- Mot stengt stilling gir en liten ventilbevegelse store vannføringssendringer.

Sluseventiler

Sluseventiler var tidligere den dominerende ventiltipe for høytrykks innløpsventiler. Sammenlignet med kuleventiler er de dyre for større ventiler og har endel ulemper.

- Ved ikke trykkutlignet manøvrering blir manøvreringskreftene store, vesenlig pga friksjon. Strømningskreftene som påvirker slusa er relativt små, og virker oftest lukkende. Manøvreringen gir ikke ytre krefter på fundamenter. Ventilen kan vanskelig gjøres direkte selvlukkende, men det er vanlig å benytte for. eks vanntrykket i røret til lukking.
- Slusas glideflater er slitasjeutsatte. Større sluseventiler har vanligvis en konisk metallisk tetteflate nedstrøms glideflaten, slik at slusa legger seg på først i nesten lukket stilling. På den måten blir slitasjen på tetteflatene mindre.
- Sluseføringer, sekken i bunnen av slusa og åpningen mot slusehuset gir langt større trykktap enn for en kuleventil, og tapskoeffisienten kan være i størrelsesorden 0.3 til 0.1 avhengig av ventilstørrelsen.
- Selve slusa kan lages relativt lett pga den fulle 2-side opplagringen av slusebladet. Ventilhuset blir tungt pga. den også skal romme slusa i åpen stilling, og formen gir en lite gunstig materialutnyttelse.
- Ventilen er dårlig egnet til å strupe vannstrømmen over lengre tid, da sluse og føringer, tetning i bunnen lett får kavitasjonsskader.
- Mot stengt stilling er vannføringssendringen nær proporsjonal med ventilåpningen.

Mindre sluseventiler leveres ofte myktettende, dvs. at selve spjeldet er gummibelagt og tetter mot en glatt flate i bunnen og nedre del av sidene i ventilhuset. Disse ventilene er lette å få helt tette og er mindre utsatt for problemer med sand etc. i nedre del, men er lite egnet til å tappe i delåpen stilling. Ventilene benyttes mye som første avstengning i kjøle- og lenseanlegg.

Spjeldventiler

Spjeldventiler er den dominerende ventiltypen for lavtrykks-ventiler, men benyttes også endel opp til ca. 250 m trykk og i enkelte tilfelle for ennå høyere trykk, særlig for større ventiler. Spjeldventiler leveres i 2 hovedutførelser, enkeltspjeld som benyttes ved små og midlere trykk, og dobbeltspjeld som benyttes ved store dimensjoner og høye trykk. Spjeldet utsettes i delåpen og stengt stilling for store bøyespenninger, og skal en få tilstrekkelig stivhet blir spjeldet relativt tykt noe som medfører større falltap. Ved dobbeltspjeld får spjeldet øket stivhet uten at tverrsnittet i vannveien øker uforholdsmessig mye. På den andre siden får en større våte flater i

vannveien, og til en viss grad vil reduserte strømnings tap pga. innsnevring og avløsning oppveies av økede tap pga. friksjon.

Noen større ventiler har en mindre nedstrøms enn oppstrøms diameter, på den måten reduseres avløsningstapene.

Sammenlignet med kuleventiler er prisen lav. Forøvrig har de følgende hovedegenskaper:

- Manøvreringen er en ren dreiebevegelse, og manøvreringskreftene er i hovedsak hydraulisk moment slik at ventilen enkelt kan gjøres selvlukkende. Opplagringen av pådraget kan enkelt overføres direkte til ventilhuset, og en får små ytre krefter.
- Ventilene utsyres vanligvis med gummitetning mot rustfritt sete av stål. Eksentriske ventiler har spjeldets tetteflate fortsatt i forhold til spjeldtappene. På den måten kan en få en kontinuerlig gummitetning på spjeldet. Ved dobbelteksenriske spjeld oppnår en også at spjeldet er hydraulisk selvtettende ved trykk fra den ene siden.
- Større ventiler kan utstyres med en egen revisjonstetning
- I åpen stilling er strømnings tapene middels store, og tapskoeffisienten kan være fra 0.2 til 0.6, økende med økende trykk og avtagende diameter.
- Ventilhuset gir gustig materialutnyttelse, og vekten er lav. Enkelte ventiler kan imidlertid bli noe "slaskete"
- Ventiltypen er dårlig egnet til å strupe ned vannstrømmen, og en får lett kavitasjonsskader i delåpen stilling. Dette gjelder særlig hvor en har et etterfølgende rør. Ved direkte montering på en utløpsstuss kan en ved god spjeldutforming og tilstrekkelig lufting redusere kavitasjonsfaren. For tappeventiler ved større trykk kan en også få spjeldkavitasjon i fullt åpen stilling hvis ikke utløpsåpningen begrenses ved en blende ol. nedstrøms.
- Mot stengt stilling gir en liten ventilbevegelse store vannførendringer.

Skyvespjeldventiler

Skyvespjeldventiler er egentlig en avart av vanlige sluseventiler, men har endel spesielle kjennetegn som gjør at de benyttes mye som mindre tappeventiler:

- Spjeldet består av en rustfri plate med glidende pakkbokstetning i toppen. Manøvreringskreftene er relativt store og i hovedsak friksjonskrefter, og ventilen kan vanskelig gjøres selvlukkende.
- Spjeldet har en knivtetning i bunnen, som går mot en metallisk- eller en gummi- tetningsflate. Dette gjør at ventilen er hydraulisk gunstig ved tapping i delåpen stilling.
- Sideføringene går bare ned til litt under ventilsenter, og dette, sammen med utformingen forøvrig gjør ventilen lite følsom for forurensninger.
- På grunn av utformingen er de klare trykk- og dimensjons-begrensinger, gjerne maksimalt 100 m trykk ved små ventiler under 0.5 m diameter, og ca. 60 m trykk ved noe større ventiler.

Nåle- og ringventiler

Nåleventiler, eksempelvis formet som en Peltonnål/dyse kan ved tilstrekkelig lufting benyttes ved alle åpninger som tappeventiler, og de kan også utbalanseres slik at manøvreringskreftene blir små. Den vesentlige ulempen med ventiltypen er at den gir en konsentrert stråle ut, og energidrepingen kan være et problem. Kostnadene er dessuten høye ved større dimensjoner og trykk. Mindre ventiler er mye brukt som omløpsventiler. Ventilene har vanligvis en rent metallisk tetning.

Ringventiler er en avart av nåleventilene, og kan leveres i en rekke ulike utførelser tilpasset formålet. Ventilene kan leveres for alle trykk, og kan enkelt benyttes som reguleringsventiler da strømningsstverrsnittet endres proporsjonalt med ventilslaget. Mindre ventiler utføres gjerne med en kne-mekanisme som gjør at den kan benytte en roterende aksel og vanlige elektro- eller hydraulisk pådrag. Større ventiler utføres vanligvis med innvendig hydraulisk pådrag. Friksjonskreften er små, og ventilen kan utbalanseres relativt godt hydraulisk.

Ventilene levers både med metallisk tetning og med gummitetning, og er enkle å få helt tette.

Ventilene benyttes på flere måter:

- Som ordinære stengeventiler eller tilbakeslagsventiler i et rørsystem. Nedstrøms del utformes da strømningsgunstig, i noen ganger også slik at den enkelt kan benyttes som en vannføringsmåler. Ventiltypen er brukt på denne måten dyrere enn en kuleventil, og benyttes lite bortsett fra på noen pumpeanlegg.
- Som reguleringsventiler med etterfølgende rør. Ventilene utstyres da vanligvis med en slisse- eller hullsylinder festet til tettelegemet, og en kan da få en relativ kavitasjonsfri drift over et stort reguleringsområde. Det lages også spesielle tappeventiler basert på et lignende prinsipp for store vannmengder.
- Som tappeventiler ut i fri luft. Ventilen vil ved tilstrekkelig lufting arbeide kavitasjonsfritt i hele driftsområdet, og gir en noe mindre konsentrert stråle enn en vanlig nåleventil. Hvis det er vesentlig å drepe mest mulig av energien, kan ventilen leveres med skovlkranser som gjør at strålen roterer og splittes opp nærmest i dråpeform.
- Som sikkerhetsventiler ved kraftanlegg. Strålen ledes da gjerne ned i et eget, stålkledt energidrepekammer.

Konusventiler

Konusventiler benyttes i hovedsak som større ventiler for bunnappeløp etc. Strålen spres i konusform, og energien drepes relativt enkelt. Forutsatt korrekt utforming og tilstrekkelig lufting er ventilen vibrasjons- og kavitasjonsfri i hele driftsområdet. Andre egenskaper er:

- Manøvreringskreftene er små, og med små hydrauliske krefter. Den aksielle bevegelsen av reguleringssylinderen kan eksempelvis gis ved flere manøvringsskruer, eller hydraulisk.
- Som de øvrige ventiltypene, bortsett fra skyvespjeld-ventiler, er ventilen lite egnet til tapping hvis det er fare for større gjenstander i vannet.
- Ventilen har en tilnærmet lineær karakteristikk, med gode reguleringssegenskaper.
- Ventilen leveres vanligvis med en ren metallisk tetning, og kan enkel bli helt tett.

Lufteventiler

Lufteventiler benyttes i de fleste kraftanlegg, og tjener 2 hovedformål:

- Luftutslipning når nedstrøms vannvei fylles, og eventuelt i tillegg evakuering av akkumulert luft under drift.
- Luftinnslipning hvis nedstrøms vannvei tømmes tilsiktet, eller hvis for. eks. oppstrøms rørbruddsventil går igjen under drift.

Hvis nedstrøms rør ikke er innknekningsikkert, er det vanlig med doble lufteventiler, hver enkelt dimensjonert for å slippe inn en luftmengde tilsvarende den maksimale turbinvannføringen ved et innvendig undertrykk på $1/3$ av rørets teoretiske innknekningsstrykk.

Noen lufteventiler, særlig de som serieproduseres for vannverksrør etc. leveres ofte med doble luftemuligheter, en med stor kapasitet for inn- og utslipping av store luftmengder og en liten for kontinuerlig avlufting under drift.

Lufteventiler kan, hvis de er uheldig produsert og/eller plassert, få endel uventede driftsproblemer. Det kan eksempelvis nevnes:

- Ventilen plasseres slik at strålen fra en delåpen spjeldventil blokkerer luftinnslipningen
- Ventilen er slik konstruert at den ved en viss luftgjennomstrømning ikke klarer å holde åpen, men klapper igjen. Det samme kan skje hvis strålen fra omløpsventilen treffer lufteventilen.

Større ventiler utføres gjerne med oljedemping slik at den skal få myke bevegelser og ikke slamre mot ventilsetet. De fleste eldre ventiler var bare utstyrt med metallisk tetning, som ofte måtte slipes inn på stedet for å bli tilstrekkelig tette. Med gummitetning er problemet langt mindre.

MANØVRERING

Manøvreringsutstyr

Mindre ventiler er håndmanøvrerte eller elektrisk manøvrert med et standard elektropådrag. Felles for disse pådragene er at lukkemomentene ofte er undervurdert etter noe tids drift, og elektriske motorer som brenner eller ventiler med underdimensjonerte ratt er ikke noe sjeldent syn.

For større ventiler benyttes utelukkende ulike typer av hydrauliske pådrag.

Vannservomotorer, som benyttes på eldre sluseventiler eller på endel kuleventiler er en tradisjonell løsning. Oljehydrauliske pådrag blir imidlertid mer og mer vanlig for bl. annet spjeld- og kule-ventiler. Ventilene kan da enkelt manøvreres selv om røret er tomt, og pga. høyere manøvreringstrykk bli hele pådraget billigere.

Et toruspådrag, som ofte benyttes på kuleventiler, er en elegant løsning hvor lukkemomentene overføres direkte tilbake til ventilhuset. Pådraget er imidlertid dyrt, og en går nå mere over til oljehydrauliske stempelpådrag. Hvis stempelbraketten kan lagres direkte i ventilhuset, får en noen av de samme fordelene som en har med et toruspådrag.

Ellers må alle reaksjonskreftene fra manøvreringen ledes gjennom sylinder- og ventilfundamenter.

Lukkemomenter

For ventiler hvor de hydrauliske kreftene utgjør en stor del av lukkekraftene, betyr variasjonene av det hydrauliske momentet over slaget mye. Spesielt gjelder dette kule- og spjeldventiler.

Felles for den vanlige utførelsen av disse ventilene er de hydrauliske lukkemomentene er små med ventilen i fullt åpen stilling. Momentene øker så drastisk, og når sitt maksimale nivå ved ca. 1/3 lukking, hvorefter momentene igjen reduseres.

De hydrauliske momentene avhenger av spjeldets eller kulas utforming, men også av strømningsforholdene nedstrøms. Eksempelvis betyr kavitasjon eller full luftinnslipning mye.

Ved ventiler som lodd-lukkes, eksempelvis rørbruddsventiler, tjener loddet med tilhørende hydraulisk sylinder til følgende:

- Lodd-momentet gir en sikker start på lukkingen ved begynnede lukking
- Loddmomentet skal i delåpen stilling være så stort i forhold til det hydrauliske momentet at bevegelsen stabiliseres ved pulserende strømming. Dempesylindere holder lukkehastigheten på et akseptabelt nivå. Hvis denne, eller for såvidt spjeldets innfesting på tappene, svikter, kan ventilen klappe igjen momentant med uante følger.
- Ved stengt ventil skal loddmomentet gi tilstrekkelig tettestrykk til at ventilen lekker minst mulig.

Rørbruddsutløsning.

En tradisjonell rørbruddsutløsning er en innretning som lukker inntaksventilen automatisk hvis vannhastigheten overstiger et visst nivå.

Det er ulike typer utløseorganer, som alle i hovedsak benyttes sammen med ventiler med hydraulisk åpning og lodd-lukking. Noen av utløsemekanismene kan også benyttes sammen med falllukker.

Ved alle utløsemekanismene vil en ha en mulighet for fjernutløsning fra kraftstasjon eller driftssentral, og også et utgående signal ved utløsning som kan benyttes til å stoppe aggregatene, for. eks. Enkelte steder har en hatt problemer med den fjernstyrte utløsningen, idet atmosfæriske utladninger har induisert strømmer som gir utilsiktet lukking. Innkobling av store kondensatorer, tidsforsinkelser, krav om doble signaler etc. er noen av botemidlene som har vært forsøkt.

En fjernstyrt resetting av en utløst ventil må ikke benyttes.

Hvis en fyller på med for mye vann rett etter at det har kommet luft i røret, eksempelvis ved at lufterventilen har åpnet litt før turbinen har stoppet helt, kan en plutselig påslipping av vann ved åpning av rørbruddsventilen medføre store trykkvariasjoner og muligheter for luftutblåsning.

For rørbruddsventiler plassert tett oppunder trykklinjen, eksempelvis direkte ved inntaket, kan den store vannhastigheten en får ved rørbrudd medføre at en får en luftstrøm i øvre halvdel av røret, og endog delvis vakuum. Ikke alle rørbruddsutløsere vil fungere tilfredsstillende under slike forhold, særlig hvis de i tillegg er plassert uheldig.

Mekanisk-mekanisk utløsning.

Den vanligste utgaven er et lodd på en vippearms inne i vannstrømmen. Loddet påvirkes av egenvekt og kefter fra det strømmende vannet, og vil, når vannkreftene overstiger en innstilt verdi, vippe over og vri den utgående akselen. Via stag, lenker og ledd rykkes ut en mekanisk hake som ventilens utløselodd henger på, og ventilen lukker. Lukkehastigheten begrenses av sylinderens oljedemping.

Denne utløsemekanismen har endel egenskaper som er viktig å notere:

- Enkel robust og funksjonssikker mekanisme under forutsetning av tilstrekkelig vedlikehold.
- Helt uavhengig av ytre energitilførsel
- Noe tungvint å justere, og plastposer, gress etc. som henger seg opp i loddet kan få ventilen til å løse ut unødvendig.

Mekanisk-hydraulisk utløsning

Utløsemekanismen har for en stor del de samme komponenter som en mekanisk-mekanisk utløsning, og har de samme fordeler og ulemper.

Mekanismen virker imidlertid istedet på en dreneringsventil i hovedventilens oljekrets. Dette gjør at en står friere med plassering av utstyret.

Hydraulisk-mekanisk eller hydraulisk-hydraulisk utløsning

Ved denne type utstyr er det en trykkdifferanse som gir uttrykk for vannføringen i røret. Trykkdifferansen kan måles på ulike måter, for eksempel ved en pitot som stikker inn i vannstrømmen, men også ved for eks. trykkforskjellen mellom to ulike rørtverrsnitt.

Trykkforskjellen kan virke inn på en membran som enkelt forspennes med en fjær. Etterhvert som trykkdifferansen øker, forskyves en utløsearm inntil en utløser en dreneringsventil i hovedventilens oljekrets.

En annen utførelse består av en kvikksølvfylt ringvekt, som langsomt vrir seg ved økende trykkdifferanse inntil en utløser en mekanisk sperre eller en hydraulisk ventil.

Denne type utløsemekanismer leveres ofte seriemessig fra utlandet, og brukes også mye i vannverk. Dette gjør at utstyret ofte har endel spesiell tilleggsfunksjoner, så som en mulighet for å sperre utløsemekanismen elektrisk. Videre vil utstyret ofte leveres med en viserskala som viser vannhastighet eller en avledet enhet direkte.

Forøvrig bør en merke seg følgende:

- Utløseenheten fungerer uavhengig av ytre energitilførsel.
- Særlig hvis en benytter veggtrykk for å få differansetrykket, så er det liten fare for feilutløsning pga. plastposer eller gress. Trykkuttakene kan imidlertid gro igjen etter hvert, og må syples opp med jevne mellomrom.
- Pga. membranen eller ringventilens intergrerende virkning, så er utløsemekanismen lite følsom for kortvarige vannføringsvariasjoner som en kan få ved transienter.
- Utstyret er ofte enkelt å juster inn til ønsket vannhastighet.
- Selve utløseenheten er ofte mye "finmekanikk", og krever et brukbart klima for å fungere i lengden uten mye vedlikehold.

Hydraulisk-elektrisk utløsning

Denne type utløsning, som leveres seriemessig fra utlandet, ligner den overstående ved at en trykkdifferanse beveger en membran i et membranhus. Utløsearmen vil imidlertid, ved hjelp av en berøringsfri kobling, slutte en elektrisk krets som så benyttes til å åpne dreneringen i hovedventilens oljesystem. Utstyret kan levers med et viserinstrument, elektrisk blokkering etc.

- Utstyret er billig og enkelt å benyttet
- Utstyret krever en stabil elektrisk forsyning, lokal batteribackup etc. for å fungere etter hensikten

Direkte hastighetsmåling

Det finnes et norskprodusert utstyr, som baserer seg på en direkte måling av vannhastigheten ved hjelp av ultralyd. Utstyret består av en plate med 2 finner som monteres inn i vannveien med en elektrisk gjennomføring, og er mekanisk robust og ufølsom ovenfor de fleste forurensninger i vannet.

For å fungere som en pålitelig rørbruddsutløsning krever systemet en stabil elektrisk forsyning, lokal batteribackup etc. og også tilfredstillende skjerming av programvaren mot overspenninger etc. Utstyret kan levers med en rekke tilleggfunksjoner, så som

- Måling av vanntemperatur, også for fjernvisning
- Direkte angivelse av vannføring, også for fjernvisning

Etter min oppfatning er dette utstyret spesielt interessant i endel spesielle tilfelle, kanskje som supplement til en direkte, strøm-uavhengig utløsning.

De andre utløseinneordningene stilles vanligvis inn på en utløsevannføring 10 - 20 % over maksimal turbinvannføring. En kan følgelig ha relativt store lekkasjer uten at rørbruddsventilen løser ut, særlig hvis aggregatene går på lav last. Dette utstyret kan kobles sammen med egnet programvare slik at det registrerer vannføringen utover det som forventes ved for. eks. turbinenes ledeapparatstilling, og kan benytte det som et utløsekriterium. For turbinrør som er i brudd-konsekvensklasse 1 kan dette være interessant.

Utstyret kan også benyttes til for. eks. relativmåling av vannføringen, men her finnes det også mange andre, og kanskje mer stabile målemetoder.

Endel spesielle problemer

Fremmedlegemer i vannet, sedimenter og slam

Ring-og nåleventiler, konusventiler og til en viss grad spjeldventiler er ikke egnet som tappeventiler hvis det er fare for at det kan komme større gjenstande med vannet. Dette er årsaken til at NVE vanligvis ikke godkjenner slike ventiler for flomavledning.

Ventiler hvor det forventes at vannet fører med seg sedimenter eller slam bør helst ikke ha føringer eller lommer hvor sedimentene kan samle seg slik at manøvreringen forhindres. Spjeldventiler og skyvespjeldventiler eller glatløps sluseventiler er i så måte bra. For kuleventiler er egnetheten konstruksjonsavhengig, og for noen konstruksjoner bør ventilhuset spyles gjennom fra tid til annen. For nåle-, ring- og konusventiler er egnetheten likeledes avhengig av materialvalg og konstruksjonen, spesielt tetningen.

For vanlige kraftsverksventiler i Norge er slitasjen pga. sand og sedimenter ikke av betydning.

Korrosjon

De fleste større ventiler er i hovedsak utført av støpestål, alternativt støpejern eller stål og har korrosjonsproblemer som slike materialer flest. Ventilene er imidlertid som regel robuste i hovedkonstruksjonen, og mindre korrosjonsangrep betyr lite.

Tetteflater, tapper, lagere og føringer er på alle nyere ventiler i ikke-rustende materialer.

Tetninger

Alle lavtrykks-ventiler som skal være fullstendig tette har idag gummitetning mot rustfrie stål-seter. Større spjeldventiler utføres gjerne slik at tetningen kan etterstrammes fra nedstrøms side. Større kule- og spjeldventiler utføres i tillegg ofte med en revisjonstetning som eksempelvis kan manøvreres hydraulisk. Dette muliggjør skifte av hovedtetningen uten at vannveien oppstrøms tømmes, og benyttes i tillegg ofte som en ekstra sikring ved nedstrøms arbeider.

Ved høye trykk kan kavitasjon og utriving av gummitetningen være et problem, og eksempelvis utføres ofte nåle- eller ringventiler da med metallisk tetning og kan bli helt tette ved tilstrekkelig tettestrykk.

Gamle spjeldventiler har ofte en metallisk tetning, ofte også utført i vanlig stål. Slike ventiler er nesten umulige å få helt tette. Hvis de justeres så de er tette for en 5/100 søker i tørr tilstand, vil likevel spjeld- og husdeformasjonen gi en liten lekkasje med vanntrykket på. Hvis de justeres slik at de er tettest mulig med vanntrykk, vil de på den annen side lett kile seg helt fast i tørr tilstand.

Imidlertid, brukt som rørbruddsventil betyr denne lekkasjen lite, og vannet kan også ledes vekk ved nedstrøms drensjeåpninger ved for. eks. behov for arbeider noe nedstrøms.

Kavitasjon

Kavitasjon er et like stort problem for ventiler som for luker, spesielt tappeventiler, flottørventiler eller fylleventiler.

Kavitasjonsutsatt-heten kan ofte betegnes med et sigma, og for ventiler benyttes ofte følgende definisjon:

$\text{Sigma} = (H_2 - 10) / (v^2 / (2g))$, hvor

H_2 = trykket nedstrøms ventilen

v^2 = hastigheten gjennom ventilen

$2g$ = ca. 19.6 m/s² og 10 = vandamptrykket ved "vanlig" temperaturog høyde over havet

Teoretisk kan SIGMA gå ned til 0, men dette gir en støyende drift med fare for at små unøyaktigheter eller trykkendringer kan bevirke kavitasjon. Vanligvis settes Sigma 0.3 - 0.5 for å være på den trygge siden.

Siden teoretisk hastighet gjennom ventilen er $v = 2g(H_1 - H_2)$ når en se bort fra hastighetsenergien i tilløpet, så kan en allerede ved små trykkdifferanser komme i en kavitasjonssituasjon.

Imidlertid, hvis nedstrøms mottrykk er høyere enn 50 % av oppstrøms trykk, kan de fleste ventiler arbeide uten problemer.

Om dette er skadelig eller ikke, avhenger helt av ventilkonstruksjonen.

Ventiler hvor avløps-strålen går fritt, uten å legge seg inntil noen deler av den etterfølgende konstruksjonen før mesteparten av hastighets-energien er oppspist som strømnings- og hvirveltap, er lite utsatt for skader. Typiske eksempler er nåle- og ringventiler (Peltondyser og sikkerhetsventiler)

Ventiler som i nær lukket stilling får en udefinert avløpskant er utsatt for kavitasjonsskader, og spesielt utsatt er ventilene hvis en etter det trangeste tversnittet får en svak utvidelse. Typiske eksempler er vanlige sluse- og spjeldventiler.

Det finnes imidlertid også ventiler av denne typen som er bedre egnet for struping.

For mindre ventiler som skal benyttes mye til struping benyttes ofte en eller flere hullplater nedstrøms. Disse kan konstrueres slik at mottrykket gjør at også vanlige ventiler får et visst arbeidsområde, ofte fra halv til full åpning, hvor ventilen kan regulere uten kavitasjonsfare.
