



TIETOOPAS

Varoventtiili paineenhallintaan



Tämä pikaopas on tarkoitettu avuksi paineistetun laitteiston varmistamisessa. Saat tietoa, millaista varoventtiiliä eri järjestelmissä tarvitaan, jotta voidaan ehkäistä ylipaineen muodostuminen. Saat myös neuvoja varoventtiilin tarvittavan kapasiteetin laskentaan. Lisäksi käsitellään äänenvaimentimia. Tutustu oppaaseen.

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO
2. TEORIA
 - 2.1 Varoventtiilin rakenne
 - 2.1.1 Korkeanousuinen varoventtiili
 - 2.1.2 Suhteellinen varoventtiili
 - 2.1.3 Apuohjattu varoventtiili
 - 2.2 Laskentaohjelma
 - 2.2.1 Syöttöputki
 - 2.2.2 Poistoputki
 - 2.2.3 Reaktiovoimat ja ääni varoventtiilin ulospuhalluksessa
3. LAIT JA ASETUKSET
 - 3.1 Hyväksyntä
 - 3.2 Merkintä
4. KÄYTÄNNÖN ESIMERKKEJÄ
 - 4.1 Lämminvesikattiloiden varoventtiilit (lämpötila ≤ 110 °C)
 - 4.2 Höyry- ja kuumavesikattiloiden varoventtiilit
 - 4.2.1 Vesiputkikattila
 - 4.2.2 Tuliputkikattila
 - 4.3 Höyrykattiloiden varoventtiilit
 - 4.3.1 Istukan vähimmäishalkaisija
 - 4.3.2 Venttiilin sijoitus: Kattila, jossa ei ole tulistinta
 - 4.3.3 Venttiilin sijoitus: Kertaläpivirtauksella toimiva kattila
 - 4.3.4 Venttiilin sijoitus: Tulistin (ei erotettava)
 - 4.4 Säiliö helposti syttyville kondensoituneille kaasuille
 - 4.5 Prosessiastia: Putkirikko
 - 4.6 Varoventtiili säätöventtiilin jälkeen
 - 4.7 Lämpölaajeneminen
 - 4.8 Ulospuhalluskapasiteetin laskenta

5. TUOTEOPAS

5.1 Lisävarusteet

- 5.1.1 Metallinen tiivistyskeila
- 5.1.2 Pehmeästi tiivistävä keila
- 5.1.3 Ruostumaton paljетиiviste
- 5.1.4 Kumipalje
- 5.1.5 Nousurajoitin
- 5.1.6 Lukitusruuvi (Test Gag)
- 5.1.7 Korkean lämpötilan toteutus
- 5.1.8 Nousuilmaisin
- 5.1.9 Kuumennusvaippa
 - 5.1.9.1 Kuumennusvaippa: Varoventtiili laippaliitännällä
 - 5.1.9.2 Kuumennusvaippa: Varoventtiili kierrelitännällä
- 5.1.10 Tärinänvaimennin
- 5.1.11 Vaihtovastaventtiili yhdessä varoventtiilien kanssa
- 5.1.12 Asennus ja toimitus
- 5.1.13 Kunnossapito

6. SANASTO

7. LADATTAVA AINEISTO

8. YHTEYSTIEDOT

1. Johdanto

Armatecilla on pitkä kokemus varoventtiileistä ja laaja valikoima varoventtiilejä muun muassa kemianteollisuuteen, öljy- ja kaasuteollisuuteen, elintarvike- ja lääketeollisuuteen, kattilalaitteistoihin, lämmitysjärjestelmiin ja paineilmajärjestelmiin.

Suljetuissa järjestelmissä tarvitaan varoventtiilejä suojaamaan ihmisiä ja ympäristöä siltä varalta, että järjestelmän paine nousee liikaa. Paineenlisäykselle on monia syitä, kuten viallisessa jäähdytysjärjestelmässä tapahtuva lämpölaajeneminen tai muualla järjestelmässä tapahtuva kemiallinen reaktio. Olipa syy mikä tahansa, varoventtiili on viimeinen suojakeino, kun kaikki muut turvatoimenpiteet ovat osoittautuneet riittämättömiksi.

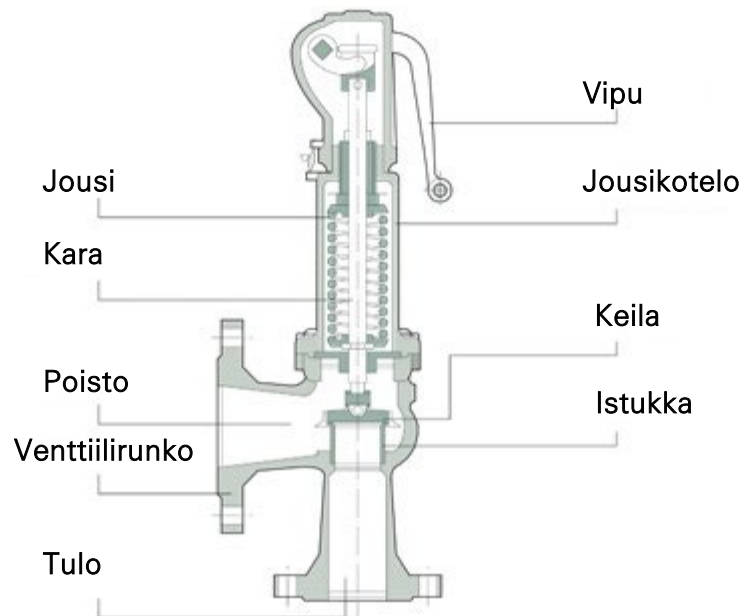
Tässä oppaassa käytetään ylipaineesta yksikköä "bar" ja absoluuttisesta paineesta yksikköä "bar(a)" ellei muuta ilmoiteta.

2. Teoria

2.1 Varoventtiilin rakenne

Varoventtiilissä on venttiilirunko, jossa jousikuormitteinen keila painautuu istukkaa vasten. Jousen voima vastaa varoventtiilin avautumispainetta.

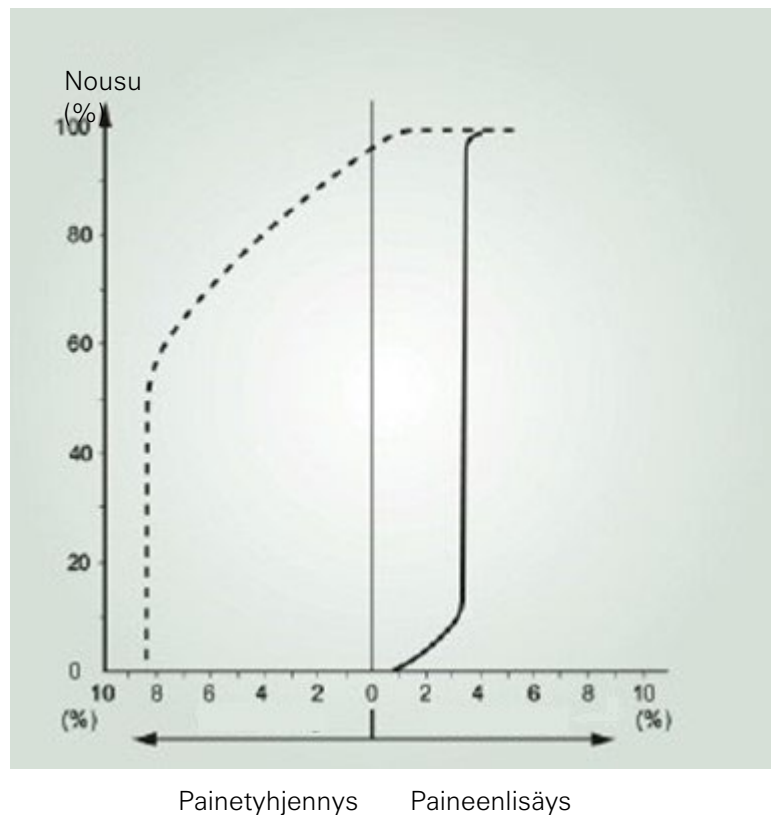
Kuvassa esitetään varoventtiilin rakenne.



2.1.1: Korkeanousuinen varoventtiili

Varoventtiili, joka nousee nopeasti pienestä paineenlisäyksestä. Korkeanousuiset varoventtiilit ovat tavallisia, ja niitä käytetään pääasiassa puristettavien nesteiden, eli höyryn, ilman ja kaasujen, ulospuhallukseen. Poistolaippa on suurempi kuin tulolaippa ulospuhalluksen suuremman tilavuuden ottamiseksi huomioon. Erityinen keila huolehtii siitä, että venttiili avautuu nopeasti kokonaan.

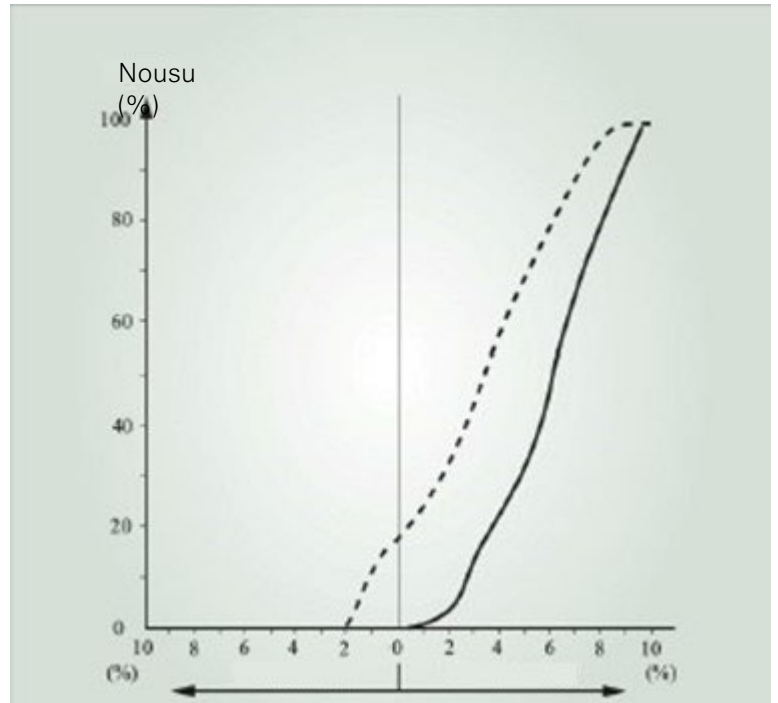
Kuvassa esitetään korkeanousuisen varoventtiilin avautumisominaisuudet.



2.1.2: Suhteellinen varoventtiili

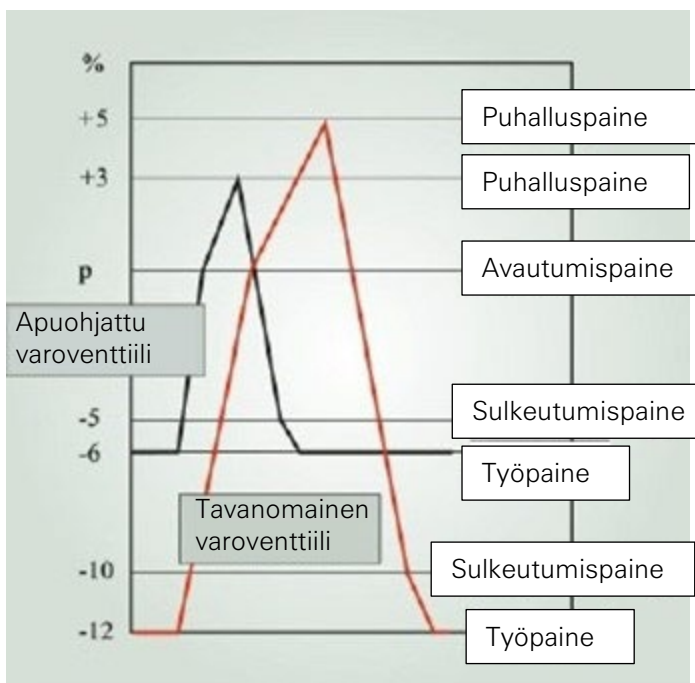
Varoventtiili, joka nousee suhteellisesti paineenlisäyksestä. Suhteellista varoventtiiliä käytetään enimmäkseen nesteillä, lämmin- ja kuumavesikattiloissa ja lisäksi paineensäätöventtiileinä.

Kuvassa esitetään suhteellisen varoventtiilin avautumisominaisuudet.

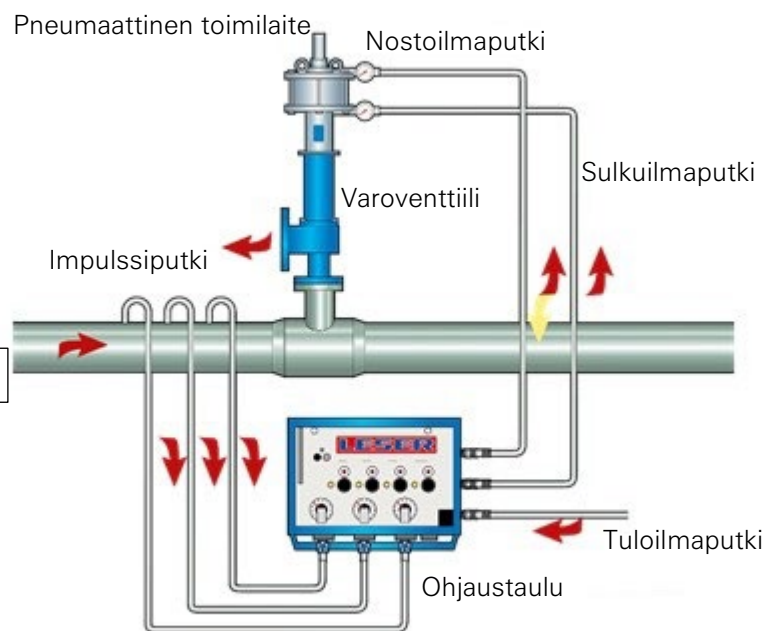


2.1.3: Apuohjattu varoventtiili

Varoventtiili, jonka avautuminen ja sulkeutuminen on säädettyä. Tämä mahdollistaa nopean toiminnan pienellä paineenlisäyksellä ja painetyhjennyksellä. Nestehävikkiä voidaan rajoittaa tehokkaasti ja käyttöpainne voi olla hyvin lähellä avautumispainetta.



Puhalluspaine Sulkeutumispaine



Järjestelmä varoventtiilillä

2.2 Laskentaohjelma

Varoventtiilin ulospuhalluskapasiteetin, painehäviön, reaktiivoimien jne. laskenta perustuu useisiin monimutkaisiin fysikaalisiin tekijöihin ja kaavoihin. Apuna voi käyttää esimerkiksi VALVESTAR-laskentaohjelmaa. Se on kattava ja luotettava apuväline. Ohjelman käyttö vaatii kuitenkin hyvät tiedot varoventtiileistä ja lisävarusteista luotettavan laskentatuloksen saamiseksi varoventtiilin, tuloputken ja poistoputken valinnasta ja mitoista.

VALVESTAR sisältää seuraavat vaiheet:

1. Laskennan kohteen valinta
 1. Varoventtiilin laskenta
 2. Varoventtiilin tarkastus
 3. Tuloputken laskenta
 4. Poistoputken laskenta
 5. Äänenpaineen laskenta
 6. Reaktiivoimien laskenta
 7. Laskentastandardin valinta
 1. DIN EN ISO 4126-7
 2. AD 2000:A2/TRD 421
 3. API 520
 4. ASME Section VIII
 5. Nesteen valinta
 1. Höyry, kyllästynyt
 2. Höyry, ylikuumentunut
 3. Neste
 4. Kaasu
 5. Höyryleimahtava vesi

2.2.1: Syöttöputki

Suomalaiset määräykset ja kansainväliset standardit rajoittavat tuloputken painehäviön kolmeen prosenttiin avautumispaineesta varoventtiilin maksimikapasiteetilla.

VALVESTAR laskee tuloputken painehäviön, pituuden ja mitat. Suosituksia

painehäviön pitämiseksi alhaisena:

- Lyhyt putki
- Suuriläpimittainen putki
- Pyöristetyt reunat pulttien ja paineastian liitoksessa
- Ei putkikaaria
- Varoventtiilin kapasiteetti vastaa mahdollisimman hyvin tarvittavaa kapasiteettia
- Harkitse nousun rajoittamista, jos edellä olevat eivät ole mahdollisia (ei koske suhteellista varoventtiiliä)

2.2.2: Poistoputki

Varoventtiilin puhaltaessa poistoputkeen muodostuu painehäviö. LESER-varoventtiilien suurin sallittu painehäviö on 15 prosenttia avautumispaineesta venttiilin enimmäiskapasiteetilla laskettuna. Tämä koskee venttiiliä, jossa ei ole vastapainekompensoitua poimupaljetta.

Varoventtiilillä, jossa on vastapainekompensoitu palje, kokonaisvastapaineeksi voidaan hyväksyä enintään 35 prosenttia avautumispaineesta.

Kokonaisvastapaine tarkoittaa dynaamista/kertynyttä vastapainetta, mukaan lukien

mahdollinen staattinen vastapaine. Suosituksia painehäviön pitämiseksi alhaisena:

- Lyhyt putki
- Suuriläpimittainen putki
- Mahdollisimman vähän putkikaaria

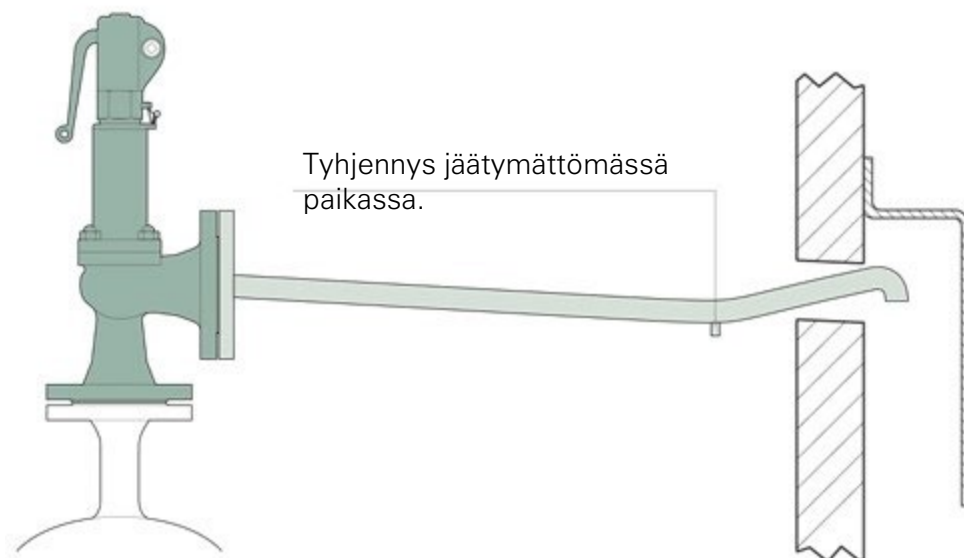
VALVESTAR laskee poistoputken painehäviön, pituuden, putkikaarien määrän ja mitan.

Vältä käyttämästä esimerkiksi kahden tai useamman kattilan yhteistä poistoputkea. Jos sen käyttö on välttämätöntä, yhteisen poistoputken ominaisuudet on laskettava huolellisesti.

Lämminvesikattilan varoventtiilin poistoputki vedetään seinää vasten kaltevasti varoventtiilistä pois päin siten, että sen suuaukko on ulkopuolella (katso myös asennus ja toimitus tuoteoppaasta). Jos seinään päin asennus ei ole mahdollista, on asennettava purkuastia.

Kuuman veden poistoputki on vedettävä purkuastian kautta.

Poistoputken oikea asennus



Lämminvesikattilan varoventtiilin poistoputken oikea asennus.

2.2.3: Reaktiovoimat ja ääni varoventtiilin ulospuhalluksessa

Varoventtiilin puhaltaessa muodostuu reaktiovoima, joka varoventtiilin liitosten on kestävä. Voima voidaan käsitellä sijoittamalla venttiiliin erityisiä tukia. Tuki ja putkistoon kohdistuva rasitus lasketaan reaktiovoiman suuruuden perusteella.

Järjestelmä on toteutettava siten, että ulospuhalluksen voimat ja momentti eivät vaikuta varoventtiiliin. Reaktiovoima suunnataan vastakkaiseen suuntaan ulospuhalluksen suuntaan nähden. Laskettava mieluiten VALVESTAR-ohjelmalla.

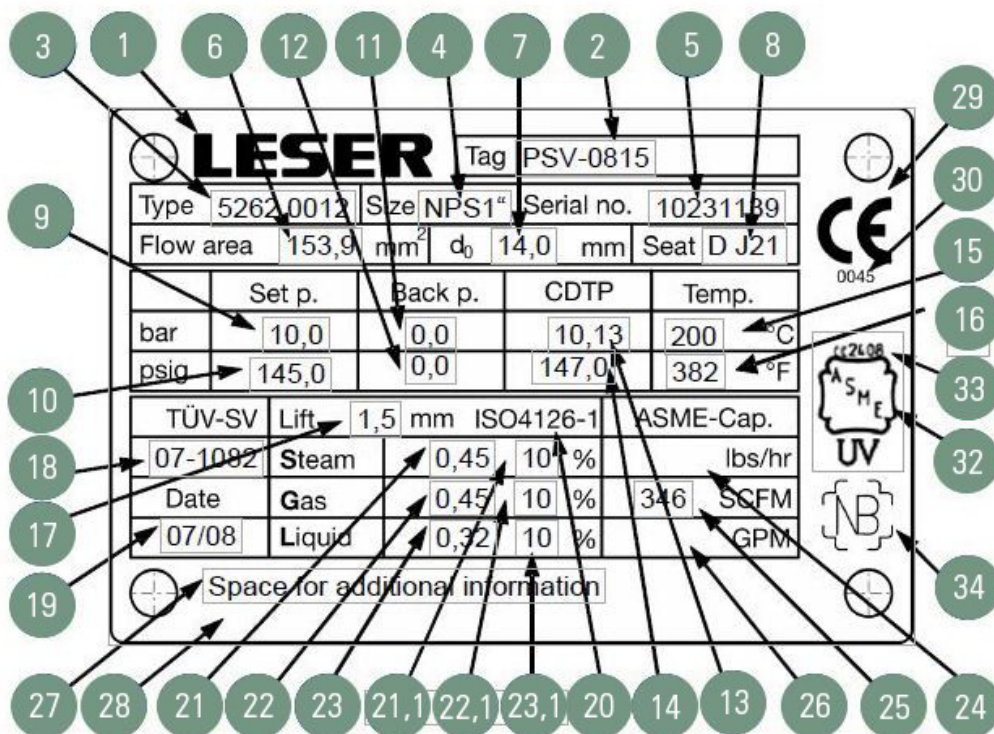
Varoventtiilin puhalluksesta voi kuulua voimakas ääni, mikä riippuu muun muassa venttiilin avautumispaineesta ja kapasiteetista. Jos laitteistolla on suurinta äänenvoimakkuutta koskevia vaatimuksia, venttiili voidaan varustaa äänenvaimentimella. Äänitaso voidaan laskea VALVESTAR-ohjelmalla.

3. Lait ja asetukset

3.1 Hyväksyntä

- Painelaitedirektiivi, AFS, 1999:4 (ruotsin direktiivi), PED: luokka IV, tunnistenumero
- 0045 (TÜV) Venttiilit valmistettu standardin DIN EN 1092 mukaan
- TÜV:n tyyppihyväksyntä
- Venttiilien valmistuksessa noudatettu amerikkalaista standardia ASME/National Board (NB)
- Suuri määrä kansallisia hyväksyntöjä, esimerkiksi EAC (Venäjä) ja AQSIQ (Kiina) Luokituslaitoksia,
- esimerkiksi Lloyd's Register (LREMEA), DNV GL, BV (Bureau Veritas), ABS (American Bureau of Shipping) ja RINA (Registro Italiano Navale)

3.2 Merkintä



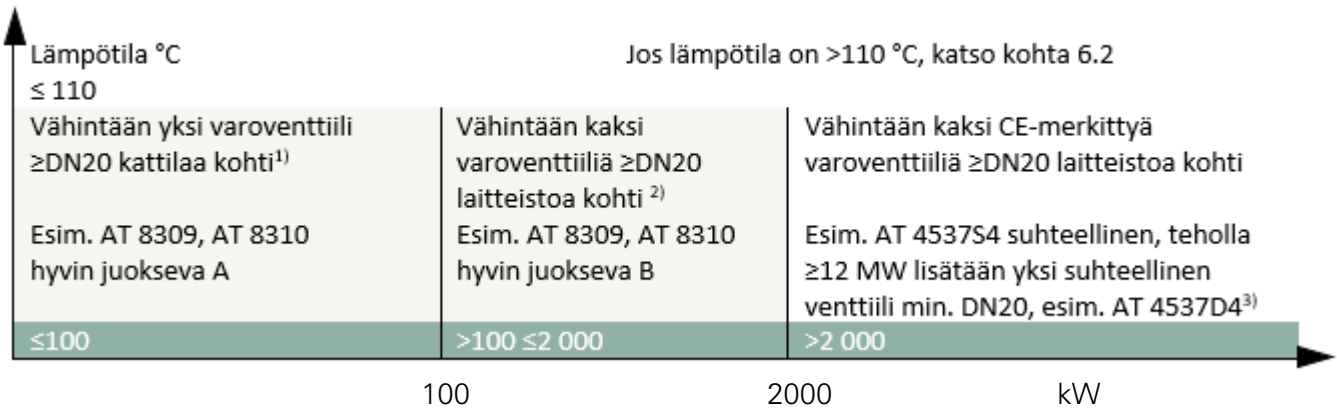
Voit ladata LESERin maailmanlaajuisen merkintäjärjestelmän kuvauksen täältä.
 Ruotsiksi:
<https://www.armatec.com/globalassets/armatec-se/sidor/konceptsidor/ventiler-automation/kunskap/beskrivning-av-leser-globala-markskyilt.pdf>

4. Käytännön esimerkkejä

4.1 Lämminvesikattiloiden varoventtiilit (lämpötila ≤ 110 °C)

Lämminvesikattilat, joiden lämpötila ≤110 °C: AFS 2016:1 (Ruotsin direktiivi), § 8, ja direktiivi 2014/68/EU (PED). Sovelletaan hyvää teknistä käytäntöä, tässä tapauksessa lämmin- ja kuumavesiohjeistusta VVA 1993. Varoventtiilien tarvittava ulospuhalluskapasiteetti lasketaan kattilan enimmäistehon perusteella:

$Q_m = \frac{\text{Kattilateho}}{\text{Höyrystyslämpö, r}}$		Esimerkki
Kattilateho	Yksikkö	Kattilateho, 300 kW
Höyrystyslämpö, r	esim. kW, MW	Varoventtiilin avautumispaine: 10 bar
varoventtiilin puhalluspaineella	kJ/kg	Puhalluspaine = 10 bar x 1,1 = 11 bar = 12 bar (a) Höyrystyslämpö höyrytaulukosta = 1984 kJ/kg
Qm:n saamiseksi muodossa kg/h höyryä käytetään		
1 kW = 3 600 kJ/h		$Q_m = \frac{300 \times 3600}{1984} = 544 \text{ kg/h}$
1 MW = 3 600 000 kJ/h		kyllästynyttä höyryä



HUOMAUTUS 1

Jos kattilalla on suljettu paisuntasäiliö, joka on PED-direktiivin luokan I-IV mukainen, on käytettävä CE-merkittyä varoventtiiliä. Valitse AT 8310A.

HUOMAUTUS 2

Jos tehoalueella B on vähintään kaksi tehoalueen A mukaista kattilaa, kunkin kattilan on oltava varustettu tehoalueen A mukaisesti. Varoventtiilien sijoitukseen on kaksi vaihtoehtoa:

- Suoraan kattilan päällä
- Nk. höyrykeräysputken päällä Tarkista, että painehäviö sisääntuloputkessa on enintään kolme prosenttia ja ulospuhallusputkessa enintään 15 prosenttia varoventtiilin avautumispaineesta.

Poistoputki vedetään seinää vasten. Jos putki vedetään katolle, on asennettava purkuastia.

HUOMAUTUS 3

Lisäksi asennettava suhteellinen varoventtiili mitoitetaan vähintään viidelle prosentille ja enintään kymmenelle prosentille kattilan enimmäispaineesta. Venttiili ei saa olla suljettava.

4.2 Höyry- ja kuumavesikattiloiden varoventtiilit

Höyry- ja kuumavesikattiloiden varustaminen varoventtiileillä on asiaankuuluvaa ja ollut vaatimuksena jo useita vuosia. Painelaitteista annettu AFS 2016:1 ja asiaan liittyvät kattilastandardit asettavat vaatimuksia höyrykattiloiden ja kuumavesikattiloiden varoventtiileille. Vaatimuksia sovelletaan, jos palopohjaisessa laitteistossa höyrykattilan tilavuus on yli kaksi litraa ja kuumavesikattilan lämpötila yli 110 °C.

Kattilastandardit ovat yhdenmukaisia painelaitedirektiivin AFS 2016:1 kanssa.

Kattiloita on kahdenlaisia: vesiputkikattiloita ja tuliputkikattiloita. Molempiin sovelletaan kattavia standardeja. Vesiputkikattiloihin sovelletaan standardia SS-EN 12952, jossa on 16 osaa. Se kattaa kaiken materiaaleista ja laitteista palojärjestelmään. Tuliputkikattiloita koskevassa standardissa SS-EN 12953 on 13 osaa.

4.2.1: Vesiputkikattila

Vesi on putkissa, joita ympäröivät lämpimät savukaasut. Tämä kattilatyypin sopii hyvin korkeille höyrynpaineille. Tehokas syöttöveden käsittely on erittäin tärkeää.

4.2.2: Tuliputkikattila

Palaminen tapahtuu putkissa, joita ympäröi kattilavesi.

4.3 Höyrykattiloiden varoventtiilit

Jokainen höyrykattila ja jokainen erotettava lämmitetty osa, kuten tulistin ja savukaasuesilämmitin, on varustettava vähintään yhdellä ylipaineelta suojaavalla varoventtiilillä. Kaikkien varoventtiilien yhteisen varmistetun kapasiteetin on oltava vähintään kattilan enimmäiskapasiteetin suuruinen. Venttiilien sopivuus on varmistettava koekäytöllä.

Saatavilla on useita varoventtiilejä, kuten seuraavat:

- Suoraohjattu eli jousikuormitteinen varoventtiili.
- Apuohjattu varoventtiili (CSPRS), joka koostuu kolmella impulssiputkella ohjattavasta suoraohjatusta venttiilistä. Laitteisto toimii, vaikka vain yksi putki on käytettävissä. Kaikki putket on mitoitettava ja sijoitettava siten, että toimintahäiriön riski on minimaalinen. Varoventtiiliä ohjaavat mekaaniset ja sähköiset osat eivät saa aiheuttaa vaaraa virhetoiminnan sattuessa. Toiminta on koestettava laitteiston koekäytöllä.

4.3.1: Istukan vähimmäishalkaisija

Pannuilla, joiden tilavuus on > 10 litraa, vähintään 15 mm.

4.3.2: Venttiilin sijoitus: Kattila, jossa ei ole tulistinta

Varoventtiilit (suoraohjatut tai apuohjatut) on liitettävä höyrytilaan korkeimmasta kohdasta. Käytettäessä useita venttiilejä, kunkin venttiilin kapasiteetti on oltava vähintään $(Q_n)/(n+1)$, jossa Q_n on tarvittava kokonaisulospuhalluskapasiteetti ja n venttiilien määrä ($n > 1$). Kuitenkin yhdessä vähintään kokonaiskapasiteetti.

4.3.3: Venttiilin sijoitus: Kertaläpivirtauksella toimiva kattila

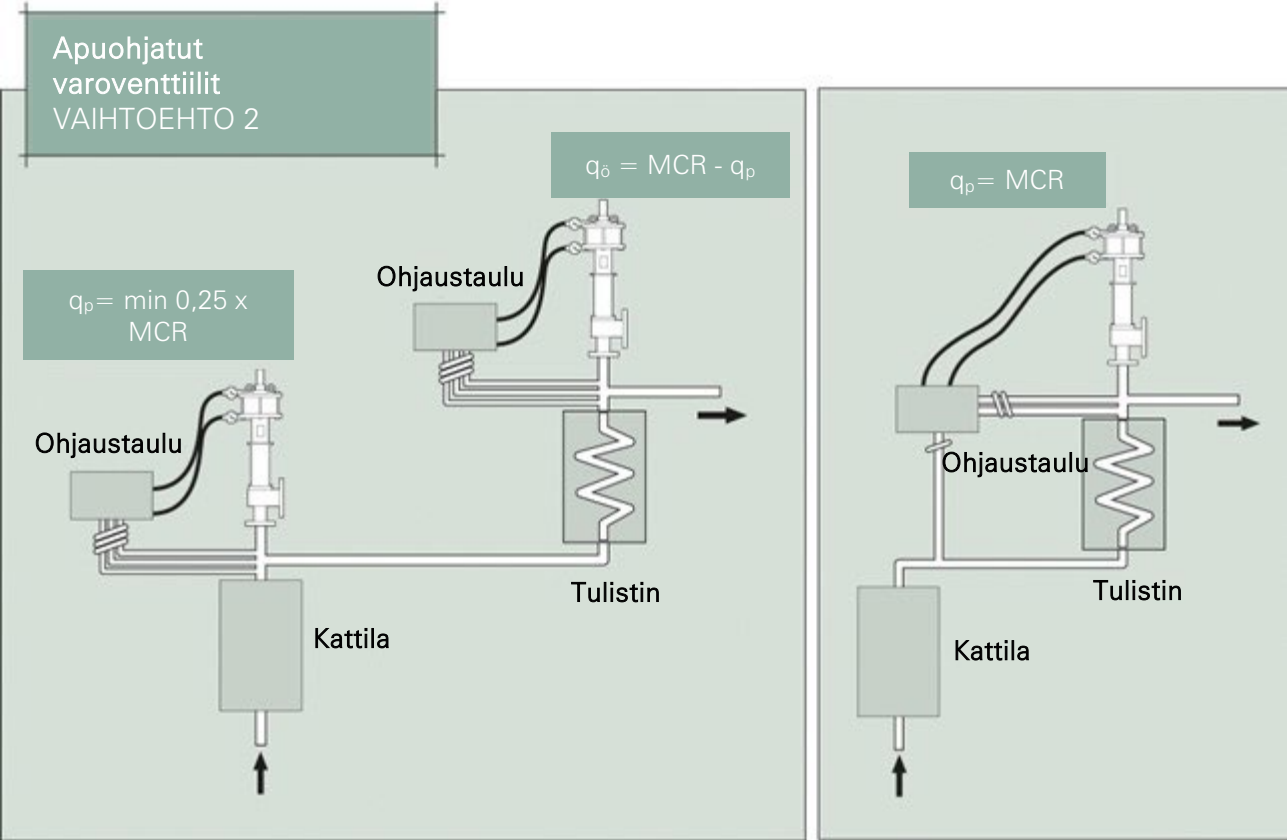
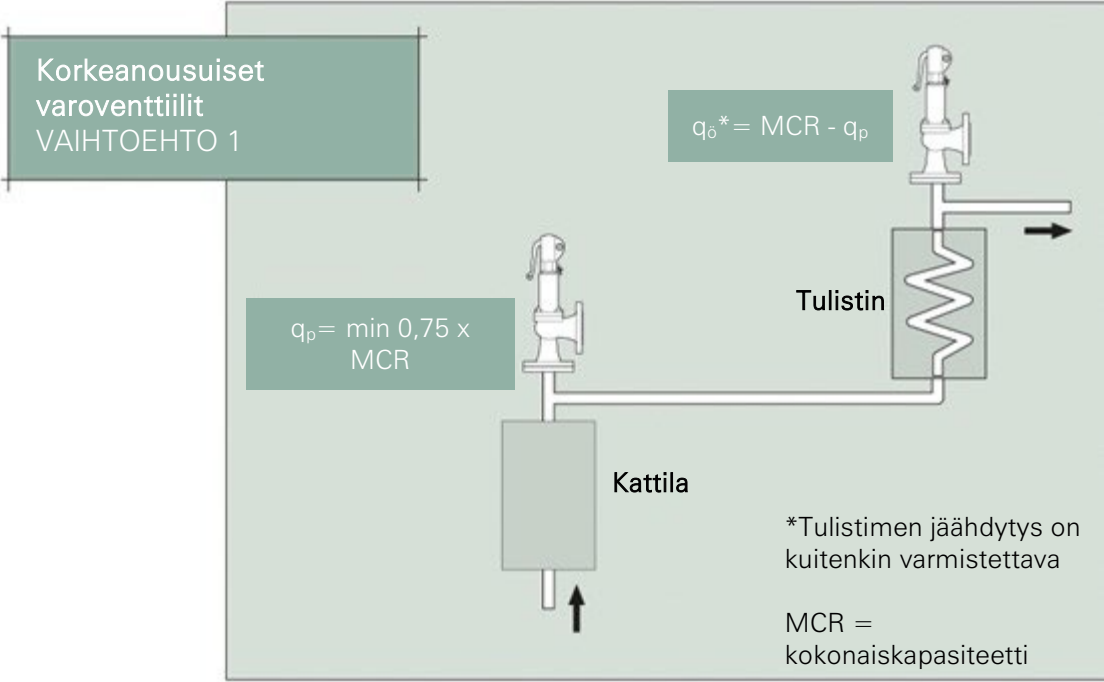
Varoventtiilit (suoraohjatut tai apuohjatut) sijoitetaan kattilan höyrynpoistoon.

4.3.4: Venttiilin sijoitus: Tulistin (ei erotettava)

Varoventtiilit (suoraohjatut tai apuohjatut) sijoitetaan tulistimen poistoon. Niiden on oltava kapasiteetiltaan sellaisia, että ne pystyvät estämään tulistinta altistumasta haitalliselle ylikuumenemiselle.

Suoraohjatut varoventtiilit, joiden kapasiteetti on vähintään 75 prosenttia tarvittavasta ulospuhalluskapasiteetista, on sijoitettava höyrykupuun, jossa kyllästynyt höyry voidaan erottaa.

Jos tulistimen poistoon on asennettu apuohjattuja varoventtiilejä, joiden kapasiteetti vastaa koko kattilan höyrykapasiteettia, höyrykupuun, jossa kyllästynyt höyry voidaan erottaa, ei tarvitse asentaa lisävaroventtiilejä. Kuvissa esitetään sijoitus ja tarvittavat kapasiteetit.



Kattilatyyppe	Sijoitus	Määrä (min.)	Mitoitus
Tuliputkikattila SS-EN12953			
1 Tuliputki	Höyrytila	1 korkeanousuinen	≥ kokonaiskapasiteetti, min DO 15
1.1 Tulistin	Tulistimen poisto	1 korkeanousuinen	≥ 0,25 x kokonaiskapasiteetti ¹⁾
1.1.2 Integroitu tulistin, suljettava	Tulistimen poisto	1 korkeanousuinen	1+1.1.2 ≥ kokonaiskapasiteetti
1.2.1 Savukaasuesilämmitin, suljettava	Savukaasuesilämmitin	1 korkeanousuinen	Savukaasuesilämmitin teho, varoventt. avautumispaine
1.2.2 Savukaasuesilämmitin, ei suljettava	-	1 korkeanousuinen	-

1) Niissä tapauksissa, joissa tulistin ei ole suljettavissa kattilaan päin, voidaan hyväksyä pienempi kapasiteetti.

Kattilatyyppe	Sijoitus	Määrä (min.)	Mitoitus
Vesiputkikattila SS-EN12952			
2.1 Ilman tulistinta	Höyrytila	1	≥ kokonaiskapasiteetti, min DO 15 mm. Käytettäessä useampaa kuin yhtä venttiiliä minkään venttiilin kapasiteetti ei saa olla alle $\frac{q_m}{n+1}$ n = venttiilien määrä q _m = tarvittava kokonaiskapasiteetti Q _m = f {kokonaiskapasiteetti}
2.2 Kertalapivirtaus	Höyrynpisto	1	≥ kokonaiskapasiteetti, min DO 15 mm Käytettäessä useampaa kuin yhtä venttiiliä minkään venttiilin kapasiteetti ei saa olla alle $\frac{q_m}{n+1}$ n = venttiilien määrä q _m = tarvittava kokonaiskapasiteetti Q _m = f {kokonaiskapasiteetti}
2.3 Tulistimella, ei suljettava	Tulistimen poisto	1	≥ kokonaiskapasiteetti, min DO 15 mm. Käytettäessä useampaa kuin yhtä venttiiliä minkään venttiilin kapasiteetti ei saa olla alle $\frac{q_m}{n+1}$ n = venttiilien määrä q _m = tarvittava kokonaiskapasiteetti Q _m = f {kokonaiskapasiteetti}
2.4 Tulistimella, ei suljettava	Höyrytila	1	Min 0,75 x kokonaiskapasiteetti
	Tulistimen poisto	1	Min 0,25 x kokonaiskapasiteetti
2.4 Tulistimella, ei suljettava	Höyrytila	1	Min 0,2 x kokonaiskapasiteetti (3 impulssip.)
	Tulistimen poisto	1	Min 0,2 x kokonaiskapasiteetti (3 impulssip.)
2.5 Tulistimella, ei suljettava	Höyrytila	-	
	Tulistimen poisto	1	≥ kokonaiskapasiteetti (yksi impulssip. kattilasta, kaksi tulistimesta)
2.6 Tulistimella, ei suljettava	Höyrytila	1	≥ kokonaiskapasiteetti
	Tulistimen poisto	1	≤ 0,25 x kokonaiskapasiteetti
2.7 Tulistimen väliltä	Tulistimen väliltä	1	Tulistimen tehon väliltä
2.8 Savukaasuesilämmitin, suljettava	Savukaasuesilämmitin	1	Teho

Vesiputkikattilassa on käytettävä korkeanousuista tai apuohjattua varoventtiiliä.

Kattilatyyppi	Sijoitus	Määrä (min.)	Mitoitus
3 Tuliputkikattila SS-EN12953			
Paineenpitojärjestelmä			
3.1 Sisäinen paineenpito (höyrykupu)			
3.1.1. Avoin järjestelmä	-		
3.1.2 Höyrytyyny kattilassa	Kattila	1 korkeanousuinen	
3.1.2 Höyrytyyny paisuntasäiliössä	Kattila/höyryneräysputki Paisuntasäiliö	1 suhteellinen 1 korkeanousuinen	Teho ja varoventtiilin avautumispaine Syöttövesi, pumpun kapasiteetti höyryksi muutettuna
3.2 Ulkoinen paineenpito			
3.2.1 Kaasupuskurilla (suljettu paisuntasäiliö)	Kattila/höyryneräysputki	1 suhteellinen	Teho ja varoventtiilin avautumispaine
3.2.2 Paisuntasäiliön kaasupuskurin täyttö ilmalla tai typellä	Kattila/höyryneräysputki Paisuntasäiliö	1 suhteellinen 1 korkeanousuinen	Teho ja varoventtiilin avautumispaine Paineenalennusventtiilin (ilmalle tai typelle) maks. k_v -arvo
3.2.3 Paisuntasäiliön kaasupuskurin täyttö typellä ja syöttövedellä	Kattila/höyryneräysputki Paisuntasäiliö	1 suhteellinen 1 korkeanousuinen	Teho ja varoventtiilin avautumispaine Paineenalennusventtiilin (ilmalle tai typelle) maks. k_v -arvo
3.2.4 Paineenpitopumppu	Kattila/höyryneräysputki	1 suhteellinen	Teho ja varoventtiilin avautumispaine
3.2.5 Ulkoinen kaasupuskuri	Kattila/höyryneräysputki Kaasupuskuri (höyrytila)	1 suhteellinen 1 korkeanousuinen	Teho ja varoventtiilin avautumispaine Paineenalennusventtiili ulkoiselle höyrylle, maks. k_v -arvo

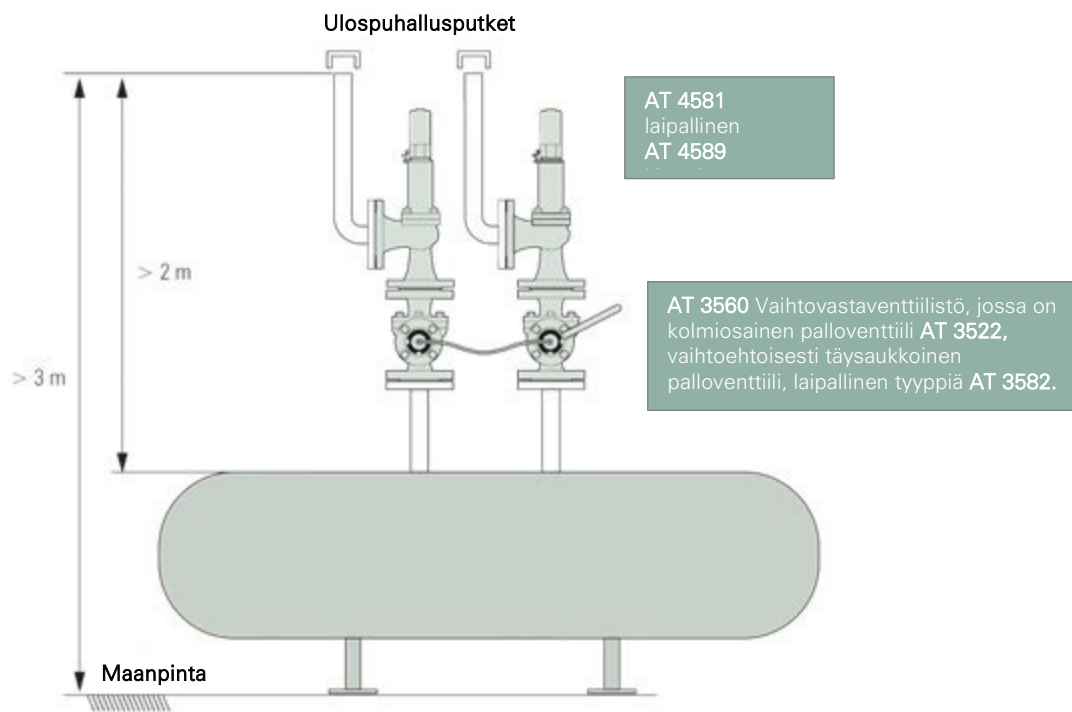
Kattilatyyppi	PSV:n sijoitus	Määrä (min.)	Mitoitus
Vesiputkikattila			
4 Tuliputkikattila SS-EN 12953			
Paineenpitojärjestelmä			
4.1 Sisäinen paineenpito			
4.1.1 Höyrytyyny kattilassa omaan kiertoon ja pakotettuun kiertoon	Höyrykupu	1 korkeanousuinen	Teho
4.1.2 Höyrytyyny paisuntasäiliössä, ylä- tai alasyöttö	Kattila/höyryneräysputki Paisuntasäiliö	1 suhteellinen 1 korkeanousuinen	
4.2 Ulkoinen paineenpito			
4.2.1 Kaasupuskurilla (suljettu paisuntasäiliö) Ylä- tai alasyöttö	Kattila/höyryneräysputki Paisuntasäiliö	1 suhteellinen 1 suhteellinen	
4.2.3 Paineenpitopumpulla Ylä- tai alasyöttö	Kattila/höyryneräysputki	1 suhteellinen	
4.2.4 Kaasupuskurilla, tyyppi Ylä- tai alasyöttö	Kattila/höyryneräysputki Paisuntasäiliö	1 suhteellinen 1 korkeanousuinen	Paineenalennusventtiilin k_v -arvo
4.2.5 Höyrytyynyllä paisuntasäiliössä	Kattila/höyryneräysputki Paisuntasäiliö	1 suhteellinen 1 korkeanousuinen	
4.2.6 Kaasupuskurilla (suljettu paisuntasäiliö)	Kattila/höyryneräysputki	1 suhteellinen	
4.2.7 Kaasupuskurilla,	Kattila/höyryneräysputki	1 suhteellinen	Paineenalennusventtiilin k_v -

paisuntasäiliön täyttö ilmalla tai tyypellä (kalvo tai vapaa nestepinta)	Paisuntasäiliö	1 korkeanousuinen	arvo
4.2.8 Paineenpitopumpulla	Kattila/höyrykeräysputki	1 suhteellinen	

4.4 Säiliö helposti syttyville kondensoituneille kaasuille

Valitse varoventtiili AT 4595, AT 4587A tai AT 4581 ulkolämpötilan, halutun liitäntätavan, avautumispaineen ja tarvittavan ulospuhalluskapasiteetin mukaan. Yksittäisen venttiilin on oltava hyväksytty koko kapasiteettitarpeelle. Vaihtovastaventtiilistö AT 3560-20 toimii siten, että vähintään yksi venttiili on aina täysin auki. Säiliössä on oltava aina vähintään kaksi varoventtiiliä, jotta voidaan ottaa huomioon varoventtiilin säännöllinen toiminnantarkastus penkissä.

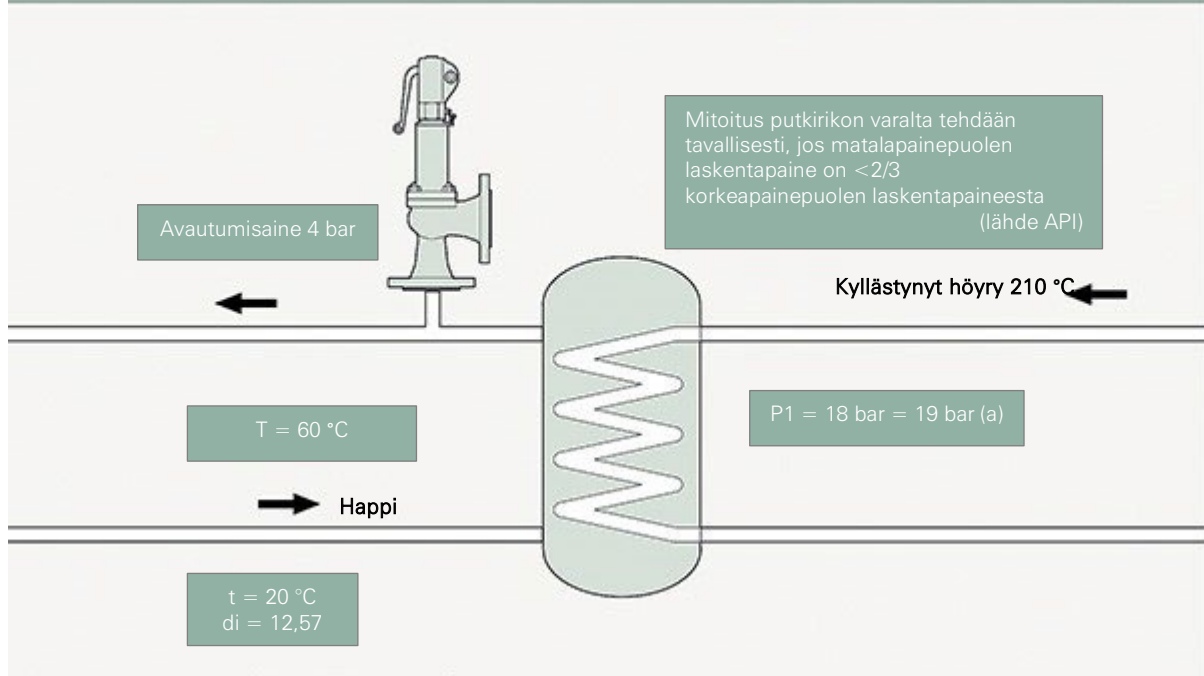
Esimerkki



Säiliö, jossa on nestekaasua (LPG)

4.5 Prosessiastia: Putkirikko

Esimerkki



Crane Technical Paper 410M

Puhalluspaine SÄV: $4 \times 1,1 = 4,4 \text{ bar} = 5,4 \text{ bar(a)}$

$$W = 1,265 \times Y \times d^2 \sqrt{\frac{\Delta p_1}{k \cdot v_1}} \text{ kg/h}$$

Y = laajennuskerroin

K = vastuskerroin

$$\kappa = \text{adiabaattivakio}, \frac{C_p}{C_v}$$

V = ominaistilavuus, m^3/kg

$$\Delta p = p_1 - p_2 = 19 - 5,4 = 13,6 \text{ bar}$$

Crane sivu A - 22

$$Y = 0,631$$

$$\frac{\Delta p}{p_1^1} = \frac{13,6}{19} = 0,716$$

$$\psi = 1,3 \text{ H}_2\text{O:lle}$$

Äänen nopeus

$$\frac{\Delta p}{p} = 0,550$$

$$\Delta p = 0,550 \times 19 = 10,45$$

$$k = k_{in} + k_{ut} = 0,5 + 1,0 = 1,5$$

(höyry virtaa ulos yhdestä putkesta ja sisään toisesta).

$$v_1 = 0,1047 \text{ m}^3/\text{kg}$$

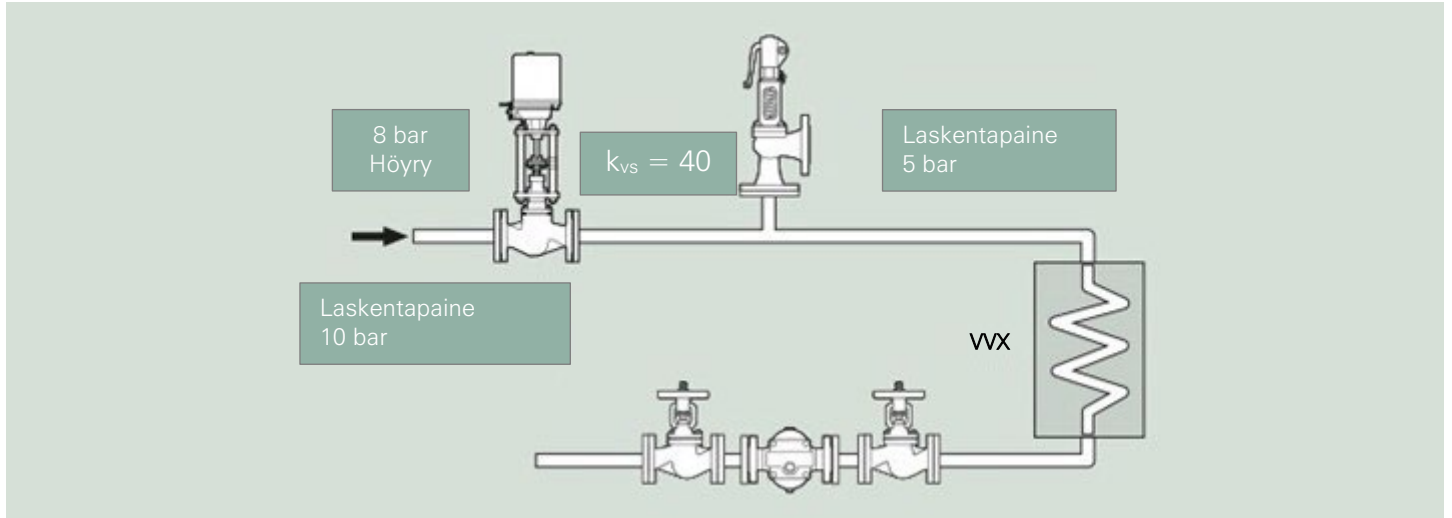
$$w = 1,265 \times 0,631 \times 12,57^2 \sqrt{\frac{10,45}{1,5 \cdot 0,1047}} = 1\,028 \text{ kg/h höyryä}$$

$$\text{Kaksi putkea } 2 \times 1\,028 = 2\,056 \text{ kg/h höyryä}$$

Valitse varoventtiili VALVESTAR-laskentaohjelman avulla. Mitoita standardin DIN EN ISO 4126:7 mukaan. Suljettu jousikotelo, höyry 175 °C, $q_m = 2\,056 \text{ kg/h}$, avautumispaine 4 bar, haponkestävää terästä. Sitä vastaa LESER, tyyppi 4414 DN 40/65, eli AT 4580-4-40.

4.6 Varoventtiili säätöventtiilin jälkeen

Jos säätöventtiilin jälkeinen laskentapaine on alhaisempi kuin ensiöpain, varoventtiili asennetaan matalapainepuolelle. Varoventtiili mitoitetetaan säätöventtiilin suurimman kvs-arvon mukaan; ts. aina täysin auki.

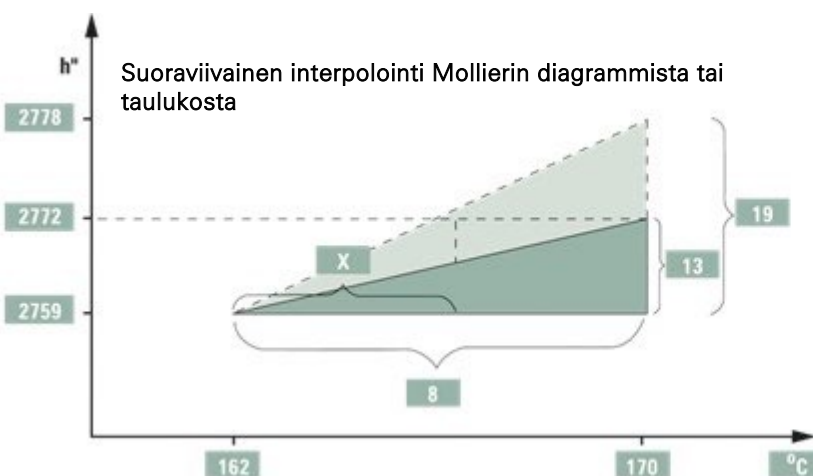


Mitoitus

Esimerkissä ensiöpuolen höyryn laskentapaine on 10 bar. Laske säätöventtiilin maksimikapasiteetti, kun $k_{vs} = 40$, $p_1 = 10$ bar, $p_2 = 5$ bar. SS-IEC534-2 antaa maksimaalisen höyryvirtauksen säätöventtiilin läpi 4 512 kg/h:n höyryllä. Varoventtiili (SÄV) mitoitetetaan tälle virtaukselle 5 baarin avautumispaineella.

VALVESTAR antaa tulokseksi LESER-varoventtiilin 4422.4555, teräsventtiilin DN 65/100, eli AT 4550-3-65, 69,7 %:n ylikapasiteetilla, 167,5 °C:n ylikuumentuneella höyryllä. Harkitse nousun rajoittamista.

Jos säätöventtiilin rinnalla on ohitusventtiili, myös se on otettava huomioon laskelmassa.



Kylläinen höyry 9,0 bar (a), $h'' = 2\,772$ kJ/kg
5,5 bar = 6,5 bar (a)

$$\frac{X}{8} = \frac{13}{19}$$

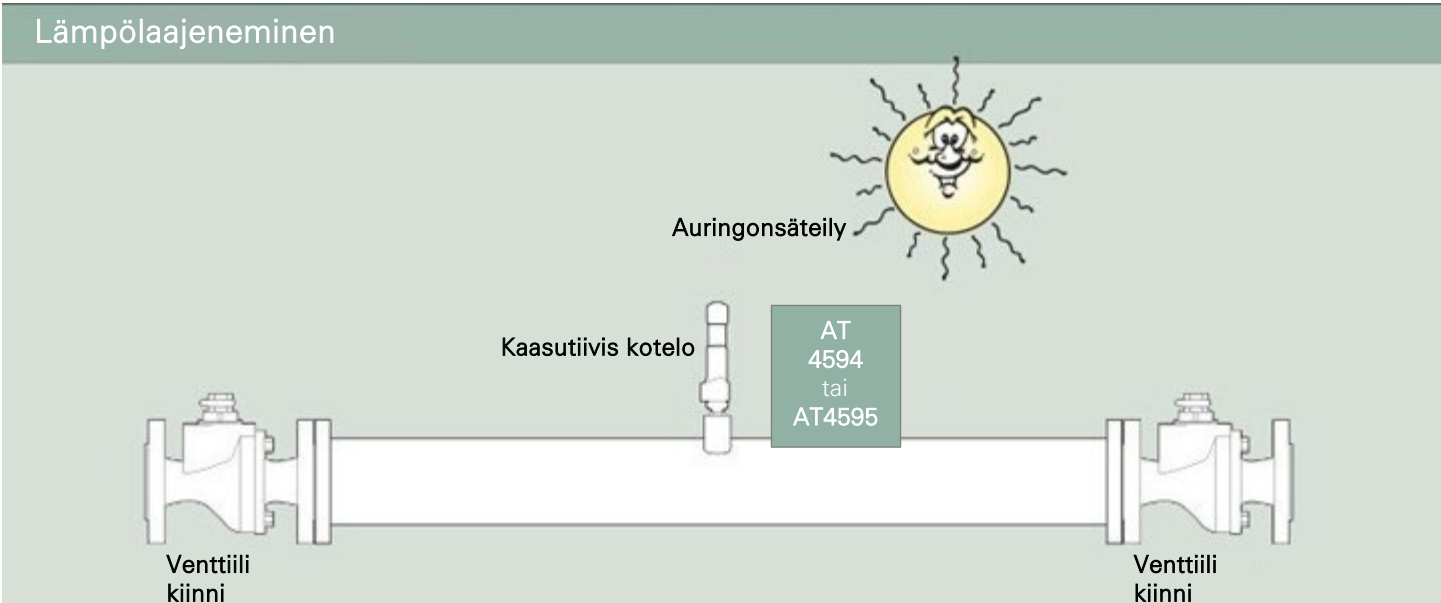
$$X = 5,5$$

Ylikuumentuminen 5,5 °C

$$\text{ts. } 162 + 5,5 = 167,5 \text{ °C}$$

4.7 Lämpölaajeneminen

Lämpölaajeneminen tarkoittaa nesteen laajentumista kuumentuessaan.



Lämpölaajeneminen

Varoventtiilin ulospuhalluskapasiteetin määrittämiseksi ei normaalisti tarvita laskelmaa. Hyvän teknisen käytännön mukaan valitaan varoventtiili DN 15 tai DN 20 tehojen ollessa kohtuulliset.

4.8 Ulospuhalluskapasiteetin laskenta

Tarvittavan ulospuhalluskapasiteetin laskemiseksi on määritettävä siirtynyt teho. Auringonsäteilystä johtuvan lämpölaajenemisen laskemiseksi käytetään arvoa 1 010 W/m². Normaalisti arvioidaan, että puolet putken tai paineastian pinta-alasta altistuu auringonsäteilylle.

Järjestelmä	Sopiva venttiili
Lämmönvaihto vesi/vesi	AT 8309, AT 8310, AT 5292D
Sisään suljettu neste sulkuventtiilien välillä, ulkona	AT 4594, AT 4595
Prosessit	AT 4590-AT 4595

Avautumispaine valitaan vastaamaan järjestelmän laskentapainetta

$$Q_v = \frac{\gamma \cdot P}{\rho \cdot C_p} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

γ = nesteen tilavuuden lämpölaajenemiskerroin $1/^\circ\text{C}$

P = siirtynyt teho kW

ρ = nesteen tiheys kg/m³

C_p = nesteen erityinen lämpökapasiteetti kJ/kg $^\circ\text{C}$

5. Tuoteopas

5.1 Lisävarusteet

Varoventtiileihin on saatavilla runsaasti lisävarusteita optimaalisen toiminnan saavuttamiseksi.

5.1.1: Metallinen tiivistyskeila

Metallitiivistettä käytetään korkeissa lämpötiloissa ja/tai erittäin aggressiivisilla nesteillä, koska pehmeä tiiviste ei kestäisi.

5.1.2: Pehmeästi tiivistävä keila

Pehmeällä tiivisteellä varustetun varoventtiilin ominaisuudet:

- Paras tiiviys, parempi kuin $2,6 \times 10^{-8} \text{ l x mbar/s}$ Alhainen
- herkkyys epäpuhtauksille
- Pitkä käyttöikä ilman korjaustarvetta
- Tyhjötiivistys
- Helppo ja nopea vaihto

Tyyppi	Tavaramerkki	Koodi	Tmin °C	Tmax °C	Kestävyys
CR	Neopreeni	K	-40	100	Mineraaliöljy, silikoniöljy ja rasva. Vesi ja vesipohjaiset liuokset. Kylmäaine, otsoni.
NBR	Nitrili/butadieeni	N	-25	110	Hydrauliöljy, kasvi- ja eläinperäiset rasvat ja öljyt.
EPDM	-	D	-45	150	Kuuma vesi ja höyry, monet orgaaniset ja epäorgaaniset hapot. Silikonipohjainen öljy ja rasva.
FPM (FKM)	Viton	L	-20	180	Mineraaliöljy ja rasva, silikoniöljy ja rasva. Kasvi- ja eläinperäiset öljyt ja rasvat, otsoni. HUOM. Ei sovellu höyrylle.
FFKM	Kalrez, Perflour, Isolast, Chemraz	C	0	250	Yleisesti ottaen kaikkia kemikaaleja kestävä.

Esimerkkejä pehmeistä tiivisteistä

5.1.3: Ruostumaton paljetiiviste

Paljetiivisteellä varustetulla varoventtiilillä on kaksi etua.

Vastapainekompensoitu poimupalje antaa karalle täysin tiiviin läpiviennin. Sen ansiosta säätölaitteet, kara ja jousi ovat suojattuja esimerkiksi liialta, korroosiolta ja lämpötilalta.

Vastapainekompensoitu palje kompensoi myös poistoputken vastapainetta. Palkeen hyötyalue vastaa keilan alaa, joten varoventtiili voi käsitellä vastapaineen, joka on enintään 35 prosenttia avautumispaineesta.

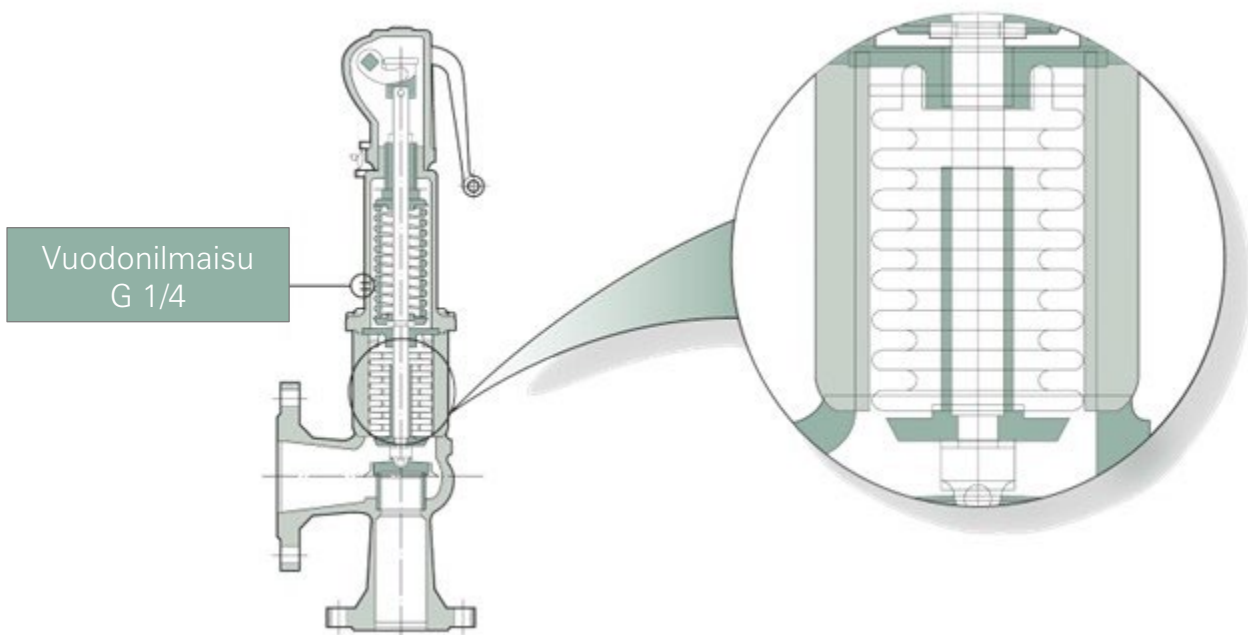
Palkeen kunnon tarkistamiseksi jousikotelossa on G 1/4 -reikä, jonka avulla havaitaan, jos palkeen läpi vuotaa mahdollisesti myrkyllisiä tai aggressiivisiä nesteitä. Tyhjennysputki on järjestettävä.

Vuotoilmaisimen on aina oltava auki ilmakehään sen varmistamiseksi, että venttiilikotelo pysyy paineettomana. Tämä on edellytys sille, että venttiili on vastapainekompensoitu.

Ruostumattomalla paljetiivisteellä varustetun varoventtiilin rakennekorkeus on suurempi, koska venttiilikotelon ja jousikotelon väliin tarvitaan välikappale.

Materiaalit ja rajoitukset:

- Palje, materiaali 1.4571/316Ti ja API-venttiileillä Inconel 625
- Liitindetaljit, materiaali 1.4404 (muuta materiaalia voidaan tarjota)
- >400 °C:n lämpötilassa tarvitaan jäähdytysvyöhyke
- Jos avautumispaine on <3 bar, ota yhteyttä Armateciin
- Vastapaine maks. 35 %, ei kuitenkaan koskaan korkeampi kuin palkeen mitoituspaine vallitsevassa lämpötilassa



Ruostumaton paljetiiviste, Vuodonilmaisu G 1/4, Ruostumaton poimupalje

5.1.4: Kumipalje

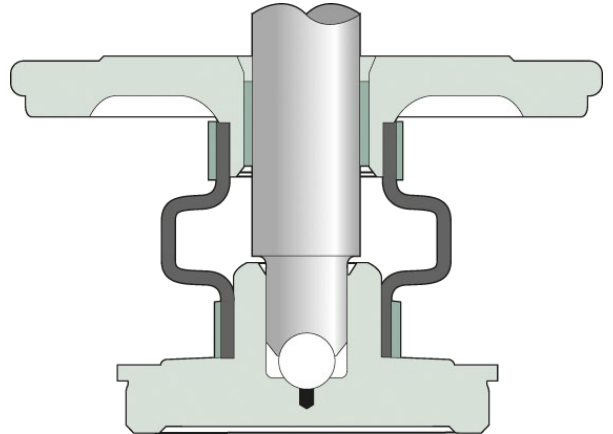
Enintään 120 °C:n nestejärjestelmiin on saatavilla EPDM-kumista valmistettuja palkeita. Tämä palje voi ruostumattoman palkeen tavoin suojata jousikoteloä sisään vuotavalta nesteeltä. Lika, korroosio ja epäpuhtaudet torjutaan tehokkaasti.

Kumipalje on hyvin elastinen, joten se ei vaikuta avautumispaineeseen eikä rakennekorkeuteen. Kumipalje ei kuitenkaan ole vastapainekompensoitu.

Materiaalit ja rajoitukset

- EPDM-kumista valmistettu palje
- Lämpötilarajat -45 °C / +150 °C
- Avautumisaine maks. 10 bar
- Dynaaminen vastapaine maks. 3 bar, ei kuitenkaan koskaan yli 15 % avautumispaineesta

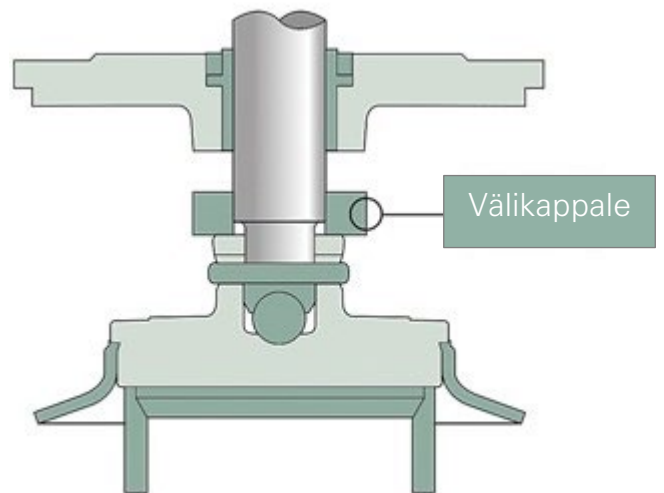
Kuvassa on EPDM-kumista valmistettu palje.



5.1.5: Nousurajoitin

Varoventtiiliä on saatavana ainoastaan vakiko'oissa (DN). Näin ollen tarvittava kapasiteetti ei useinkaan vastaa valitun varoventtiilin kapasiteettia. Venttiili on monissa tapauksissa liian suuri, ja sen vuoksi painehäviö tulo- tai poistoputkessa voi muodostua liian suureksi.

Joissakin tapauksissa on suotuisaa rajoittaa varoventtiilin nousukorkeutta tarvittavan kapasiteetin lähestymiseksi. Äänenvaimentimella varustetun varoventtiilin kanssa on käytettävä nousurajoitinta. Nousurajoituksen alentama kapasiteettiarvo on meistettävä tyyppikilpeen, ja se korvaa vakioarvon.



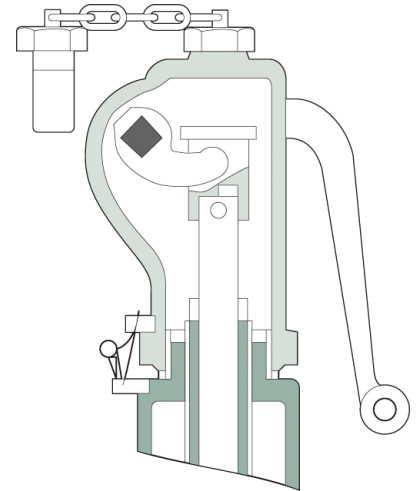
Kuvassa on nousurajoitin, jossa keilan yläpuolella oleva kara on varustettu välikappaleella.

5.1.6: Lukitusruuvi (Test Gag)

Varoventtiilin koestamiseksi usean venttiilin laitteistossa varoventtiilit kannattaa varustaa lukitusruuvilla. Menetelmää käytetään myös laitteiston painetestissä varoventtiilin avautumispaineen ylittävällä paineella. Koestuksen jälkeen lukitusruuvi poistetaan.

Lukitusruuvilla tehtäviä testejä valvoo kolmas osapuoli, esimerkiksi KIWA Inspecta.

Kuvassa on lukitusruuvi.

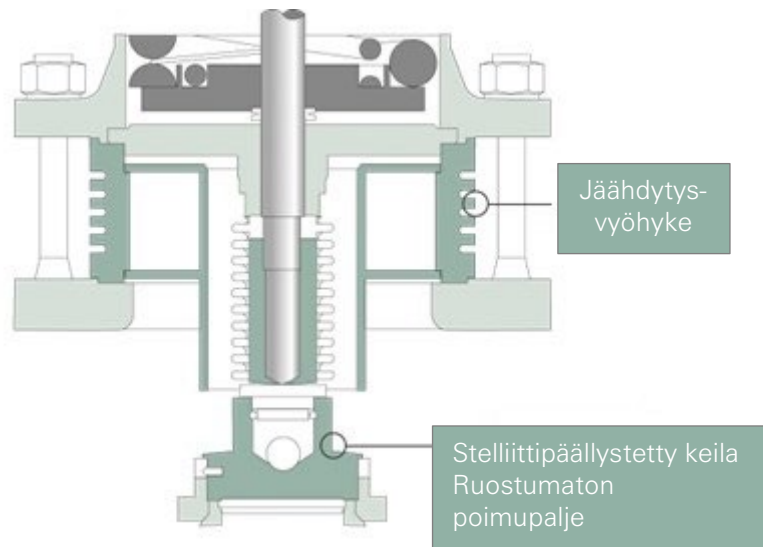


5.1.7: Korkean lämpötilan toteutus

Yli 400 °C:n nestelämpötiloilla venttiili täytyy varustaa poimupalkeen lisäksi erityisellä jäähdytysvyöhykkeellä jousen ja muiden sisäpuolisten osien suojaamiseksi.

Kuvan mukainen toteutus koskee ainoastaan laipallisen korkeapainevalikoiman varoventtiilejä.

Kuvassa esitetään korkeapainetoteutus.



5.1.8: Nousuilmaisin

Nousuilmaisin koostuu induktiivisesta anturista, johon karan liike vaikuttaa. Nousuilmaisin mahdollistaa varoventtiilin avautumistiheyden etäkirjauksen. Anturi ilmaisee avautumisten määrän ja ajankohdan, kun venttiili on ollut auki. Ilmaisinta voi käyttää prosessiautomaatioon.

Nousuilmaisin on viritettävä asennuksen jälkeen.

Tekniset tiedot

Käyttöjännite: 24 VDC

Luonnostaan vaaraton vyöhyke 0,

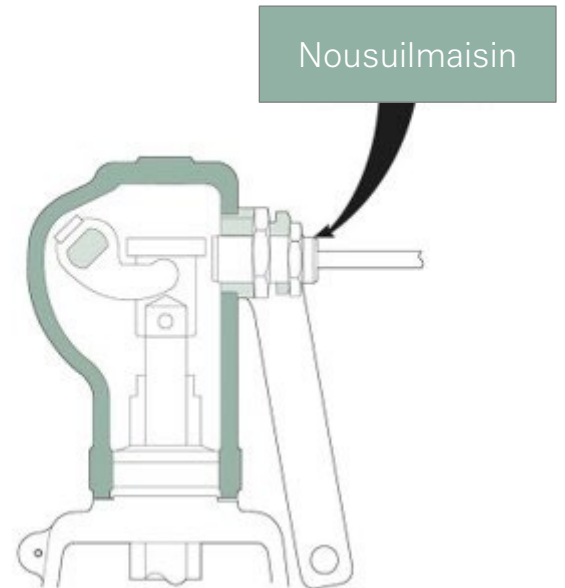
kaksijohdintekniikka Lämpötila-alue: -25

°C / +100 °C Suojausluokka: IP68

Pienin karaliike: ≥ 1 mm

Ex-luokka: EEX ia: IIC T6 tai EEX ib IIC T6

Kuvassa on nousuilmaisin.



5.1.9: Kuumennusvaippa

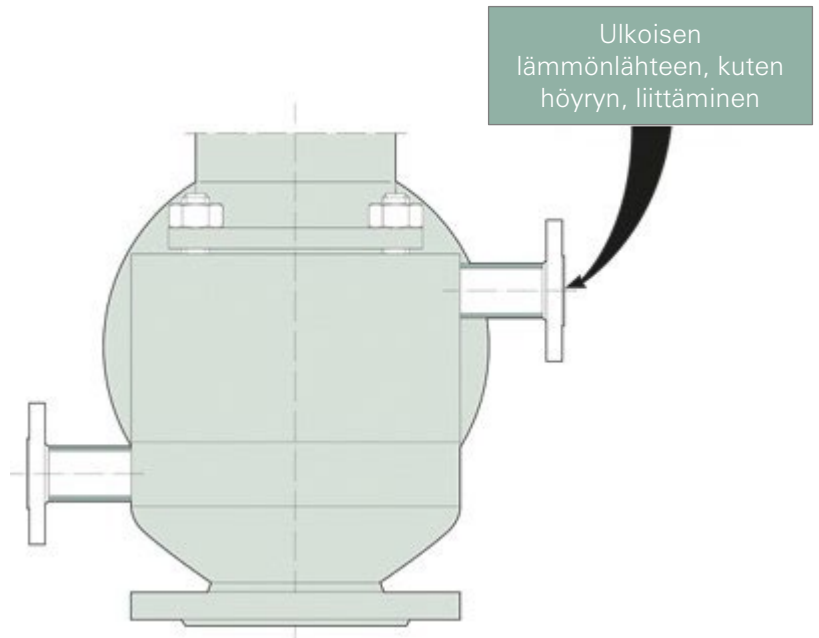
Kuumennusvaipan (höyryvaipan) tehtävä on pitää varoventtiili lämpimänä ulkoisen lämmönlähteen, kuten höyryn, kanssa. Kuumennusvaippaa tarvitaan nesteille, joiden lämpimänä pitäminen on erittäin tärkeää, kuten käsiteltäessä virtaavaa rikkiä.

5.1.9.1: Kuumennusvaippa: Varoventtiili laippaliitännällä

Venttiilikotelon päälle on tässä hitsattu ruostumattomasta teräksestä valmistettu vaippa. DN65:lle ja sitä suuremmille on saatavilla materiaaliksi myös seostamaton hiiliteräs.

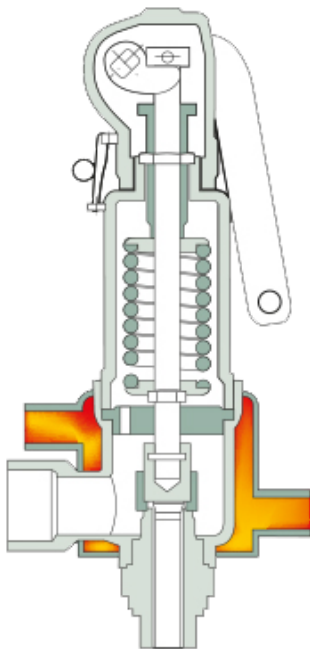
Palkeellinen varoventtiili voidaan myös varustaa erillisellä kuumennusvaipalla, joka yhdistetään kotelo kuumennusvaippaan putkella. Kuumennusvaippaa on saatavana laippa- tai kierreliitännällä.

Kuvassa on laippa- tai kierreliitäntä – DN25 on usein riittävä.

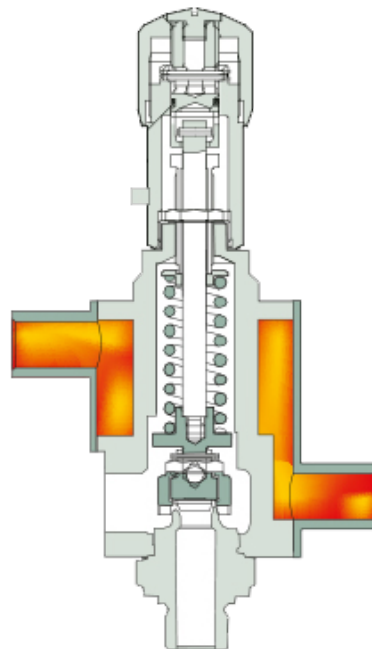


5.1.9.2: Kuumennusvaippa: Varoventtiili kierreliitännällä

Kuumennusvaippoja on saatavilla ainoastaan ruostumattomasta teräksestä valmistettuihin varoventtiileihin, ja niissä on kaikissa tapauksissa sisäkierteinen G 3/8 -liitäntä.



AT 4587A ja AT 4588A, joissa on kuumennusvaippa



AT 4594 ja AT 4595, joissa on kuumennusvaippa

5.1.10: Tärinänvaimennin

Tärinänvaimenninta käytetään prosessijärjestelmissä, joissa voi esiintyä epävakaita järjestelmäominaisuuksia. Tällainen on esimerkiksi järjestelmä, jossa tärinä aiheuttaa jousikuormitteisen varoventtiilin tärähtelyä. Se voi vaurioittaa varoventtiiliä. Tärinänvaimennin vähentää keilan/istukan tärinää, mutta ei vaikuta avautumispaineeseen. Sen sijaan se vaikuttaa avautumisominaisuuksiin. Sen ansiosta venttiiliä voidaan käyttää tärisevässä järjestelmässä ilman ”ponnahdusta” (äkillistä avautumista). Venttiili säätelee nousun itse tarvittavan ulospuhalluskyvyn mukaan.

A Tärinät, joihin liittyy vähäinen tai tuskin huomattava nousu, englanniksi ”rattling”. Korkeat taajuudet aiheutuvat tässä tapauksessa ulkoisista lähteistä, kuten moottoreista ja pumpuista, ja ne siirtyvät mekaanisesti putkiston kautta varoventtiiliin. Myös nesteillä voi olla vaikutuksensa. Tämän ilmiön seurauksena keila ei välttämättä asetu tiiviisti istukkaan sulkeutumisen yhteydessä.

B Tärinät, joihin liittyy keilan lyhyt nousu, englanniksi ”hammering” tai ”chattering”. Varoventtiili voi tämän tyyppisessä tärinässä avautua ja sulkeutua äkillisesti. Tämä ongelma johtuu tavallisesti suuresta painehäviöstä tuloputkessa tai liian suuresta painehäviöstä poistoputkessa.

Tärinätyypit

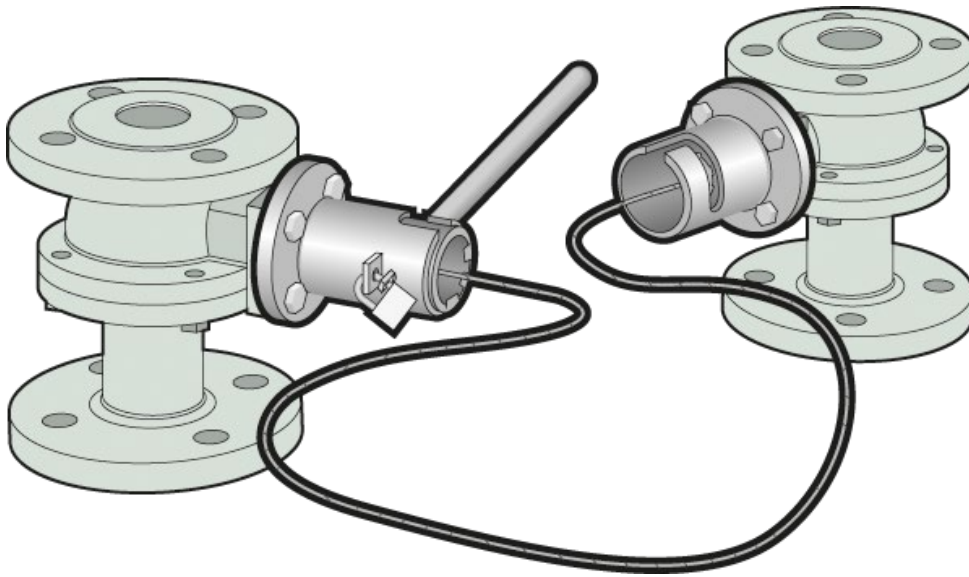
	O-rengasvaimennin	Jousivaimennin
Tärinätyyppi	A) ”rattling”	B) ”hammering” tai ”chattering”
Kuva	4.7.1	4.7.2
Vipu	Kaasutiivis kotelo Yhdistettynä kaasutiiviiseen H4-vipuun	Yhdistettynä kaasutiiviiseen H4-vipuun
Painealue	0,5–40 bar	Tyyppitestin mukaan
Lämpötila	-10 °C / +180 °C (johtuen O-renkaasta)	Rajoitetaan varoventtiileillä

Tärinänvaimentimen valinta ja tekninen erittely

5.1.11: Vaihtovastaventtiili yhdessä varoventtiilien kanssa

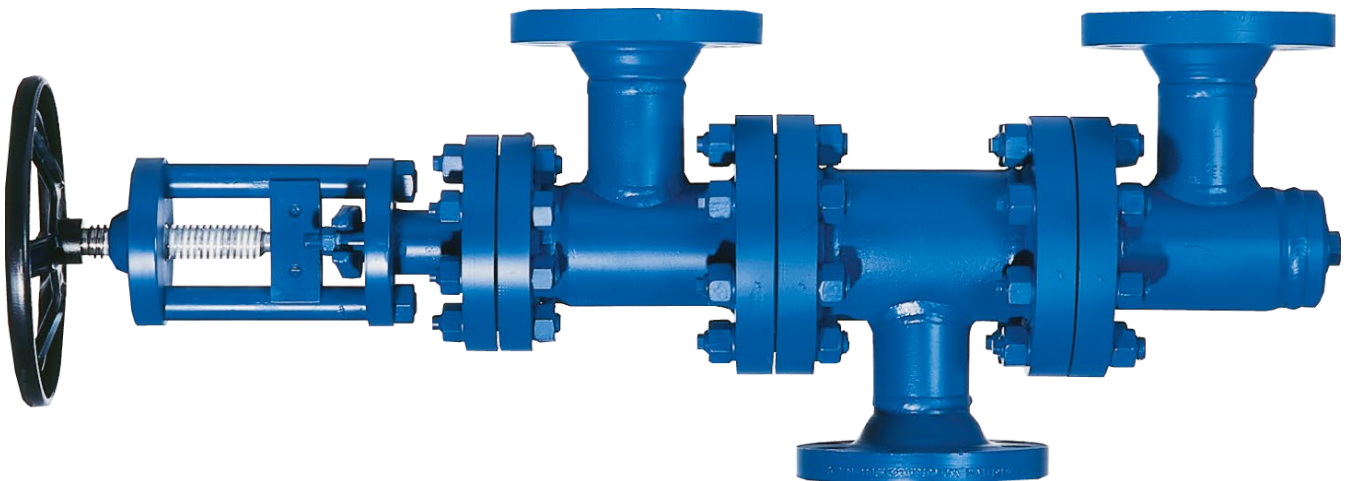
Järjestelmässä, jossa kaksi varoventtiiliä on asennettu samaan paineistettuun laitteistoon, voidaan käyttää yhtä vaihtovastaventtiiliä kahden varoventtiilin sulkemiseksi ja huoltamiseksi. Tämä edellyttää sitä, että molempien varoventtiilien kapasiteetti on riittävä paineistetun laitteiston suojaamiseksi. Yksi esimerkki tästä on Cisternanvisningar III -säiliöohjeiden mukaiset nestekaasusäiliön varoventtiilit, kun näiden yhteyteen pitää asentaa vaihtovastaventtiili.

Vaihtovastaventtiilit voidaan toteuttaa monella tavalla:



Vaihtovastaventtiilistö, jossa on palloventtiili ja kytkentämekanismi. Kahta palloventtiiliä ohjataan kytkentämekanismilla (kytketty käsivipu), joiden ansiosta palloventtiili on aina täysin auki. Se on tärkeää, koska puoliksi auki oleva palloventtiili luo korkean painehäviön. Laitteisto vaatii normaalisti kaksi erillistä pulttia paineastiaan, ja palloventtiilit rajoittavat laitteistoa lämpötilan perusteella.

Käytettäessä yhteisiä pultteja tuloputken painehäviötä on erityisesti valvottava. Se ei saa ylittää kolmea prosenttia avautumispaineesta venttiilin enimmäiskapasiteetilla.



Vaihtoehtoinen vaihtovastaventtiili aiemmin kuvatun laitteiston lämpötilassa ja paineessa ei ole mahdollinen. Vaihtovastaventtiili ei saa ohjauksen yhteydessä jäädä keskiasentoon, vaan sen on oltava täysin auki tai täysin kiinni.

Lisäksi vaihtovastaventtiili on mitoitettava siten, että painehäviö ennen varoventtiiliä on enintään kolme prosenttia avautumispaineesta varoventtiilin enimmäiskapasiteetilla. Venttiiliä on saatavilla myös versiolla, joka sulkee poistoputken.

5.1.12: Asennus ja toimitus

Tulo- ja poistolaipat sekä joissakin tapauksissa tyhjennysliitännät on toimitettaessa varustettu muovisuojuksella. Ne on poistettava ennen asennusta.

Varoventtiili on aina asennettava jousikotelo pystysuuntaisesti, nk. pystyasennus. Poikkeustapauksissa erityisen tutkimuksen jälkeen voidaan hyväksyä muu asennusasento. Armatec tiedottaa siitä kirjallisesti ostajalle.

Vivun varsi on toimitettaessa kuljetussuojattu. Kuljetussuoja on poistettava vasta käyttöönoton yhteydessä. Virtaushäiriöt on otettava huomioon varoventtiilin sijoituksessa. Katso taulukko.

Virtaushäiriöt

Säätö- tai sulkuventtiilin jälkeen	$\geq 25 \times \text{DN}$
Kahden mutkan jälkeen eritasoissa	$\geq 20 \times \text{DN}$
Kahden mutkan jälkeen samassa tasossa	$\geq 15 \times \text{DN}$
Yhden mutkan jälkeen	$\geq 10 \times \text{DN}$
Kuristuksen jälkeen	$\geq 10 \times \text{DN}$

5.1.13: Kunnossapito

Varoventtiili on paineastian viimeinen varolaitte. Varoventtiilin parissa saa työskennellä ainoastaan henkilö, jolla on siihen erityinen dokumentoitu koulutus. LESER-varoventtiilien huollossa on käytettävä Armatecin huoltokorjaamoja tai muuta korjaamoja, jonka osaaminen on dokumentoitu.

Vuotava varoventtiili on aina korjattava.

Liike eli varoventtiilin avaaminen ja sulkeminen vivulla on tehtävä vähintään kuuden kuukauden välein. Työpaineen on tuolloin oltava vähintään 88 prosenttia avautumispaineesta kaasuilla, ilmalla ja höyryllä sekä 80 prosenttia nesteillä.

Vivuton varoventtiili on tarkastettava säännöllisesti penkissä; katso asiaa koskevat ohjeet.

Kaikkien venttiilien mukana toimitetaan erillinen käyttöohje ja täydelliset huoltotiedot.

6. Sanasto

Työpaine / Operating pressure

Paine normaaleissa käyttöolosuhteissa, esimerkiksi prosessin kuluessa.

Puhalluspaine / Opening pressure

Avautumispaine plus paineenlisäys. Useimmiten +10 %.

Dynaaminen (kertynyt) vastapaine / Built-up back pressure

Venttiilin läpi poistojärjestelmään tapahtuvan virtauksen aiheuttama paine varoventtiilin poistossa.

Virtausalue

Venttiilin istukan pienin poikkileikkausalue, jota käytetään teoreettisen kapasiteetin laskentaan ilman esteiden vähennystä.

Virtaushalkaisija

Virtausalan halkaisija

Hyväksytty kapasiteettikerroin

Tyyppihyväksynnän puitteissa hyväksytty kapasiteettikerroin, joka koskee läpi virranneen määrän laskentaa kunkin varoventtiilin osalta.

Suurin sallittu paine

Ilmoitetaan säiliön kilvessä. Käytetään myös nimitystä MAWP (Maximum Allowed Working Pressure).

Säätöpaine (kylmä) / Cold differential pressure (CDTP)

Ennalta määritetty paine, jossa koepenissä oleva varoventtiili alkaa avautua. Paine sisältää käyttöolosuhteiden edellyttämät korjaukset vastapaineen ja/tai lämpötilan osalta.

Kapasiteetti

Massavirta tai tilavuusvirta

Nousu

Keilan liike suljetusta asennosta kokonaan ylös.

Painetyhjennys

Avautumispaineen ja sulkeutumispaineen välinen ero. Ilmoitetaan normaalisti prosentteina avautumispaineesta. Hyvin alhaisessa avautumispaineessa painetyhjennys ilmoitetaan baarin osina.

Staattinen (kerrostunut) vastapaine / Superimposed back pressure

Staattinen paine varoventtiilin poistossa, kun se siirtyy toimintaan. Kerrostunut vastapaine johtuu poistojärjestelmän muiden lähteiden aiheuttamasta paineesta.

Sulkeutumispaine / Reseating pressure

Staattisen paineen arvo, jossa keila palaa kosketukseen istukan kanssa ja jossa nousukorkeus on 0.

Teoreettinen kapasiteettikerroin

Todellisen ja teoreettisen kapasiteetin välinen suhde

Paineenlisäys

Varoventtiilin avautumispaineen ylittävä paineen lisäys, joka ilmoitetaan tavallisesti prosentteina avautumispaineesta. Suurin paineenlisäys on tavallisesti 10 prosenttia yli sallitun avautumispaineen.

Avautumispaine / Set pressure

Ennalta määritetty paine, jossa käytössä oleva varoventtiili alkaa avautua. Tämä tarkoittaa venttiilin tulosta mitattua painetta, jossa määritettyjen käyttöolosuhteiden mukaiset venttiiliä avaavat painevoimat ovat tasapainossa venttiilin keilaa istukkaa vasten pitävien voimien kanssa.

7. Haluatko lisätietoja? Ota yhteyttä!

Ota yhteyttä

Liian pieniä kysymyksiä tai liian suuria haasteita ei ole. Lähetä sähköpostia tai soita.

Puhelin: Katso yhteystiedot sivulta.

Sähköposti: sales.finland@armatec.com

